



Jilid XIII, Nomor 2, Desember 2025

ISSN 2354-7251 (print)
ISSN 2549-7383 (online)

Jurnal Pertanian Terpadu

Jpt.

**Diterbitkan Oleh:
Sekolah Tinggi Pertanian Kutai Timur**

Terakreditasi Nasional Peringkat 3

Keputusan Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, Dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 28/E/KPT/2019

Jpt.	Jilid XIII	Nomor 2	Hal. 179-352	Sangatta	ISSN 2354-7251 (print) ISSN 2549-7383(online)
------	---------------	------------	-----------------	----------	--

TIM DEWAN REDAKSI

Jpt. Jurnal Pertanian Terpadu

Sekolah Tinggi Pertanian Kutai Timur

Jilid XIII, Nomor 2, Desember 2025

Terakreditasi Nasional Peringkat 3

Surat Keputusan Direktur Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Nomor 10/C/C3/DT.05.00/2025 tentang Peringkat Akreditasi Jurnal Ilmiah Periode I Tahun 2025 tanggal 21 Maret 2025

Editor in Chief	:	Dr. Suharlina, S.Pt., M.Si
Editor	:	Prof. Dr. Ir. Endang Sulistyowati, M.Sc Dr. Ir. Rahmi Dianita, S.Pt., M.Sc. IPM. Hendrix Yulis Setiawan, STP., M.Si., Ph.D Istikomah, SP., MP. Ana Fitria, S.Pt., M.Si
Technical Editor	:	Dhani Aryanto, S.TP., MP Joko Krisbiyantoro, S.TP., MP. Benny Kurniawan, S.TP., M.Si

(Double blind peer review)

Didukung Oleh :
Perhimpunan Ekonomi Pertanian Indonesia, Komisariat Daerah Samarinda

Terindeks oleh:



Diperiksa Menggunakan :



Jpt. Jurnal Pertanian Terpadu

Sekolah Tinggi Pertanian Kutai Timur

Jilid XIII, Nomor 2, Desember 2025

Terakreditasi Nasional Peringkat 3

Surat Keputusan Direktur Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Nomor 10/C/C3/DT.05.00/2025 tentang Peringkat Akreditasi Jurnal Ilmiah Periode I Tahun 2025 tanggal 21 Maret 2025

DAFTAR ISI

Determinasi Faktor Produksi terhadap Produktivitas Padi Sawah di Wilayah Perbatasan: Studi Empiris di Desa Motalun, Malaka Barat. Maria Ingria Klau, Jonathan Ebet Koehuan, Arlindo U. S. Kette, Susana M. Suratama, Jemmy J.S. Dethan	179-190
Analisis Perbandingan Pendapatan Usahatani Padi Konsumsi dan Penangkar Benih di Desa Pelanglor Kecamatan Kedunggalar Kabupaten Ngawi. Ernik Ernawati, Mubarakah, Hamidah Hendrarini	191-202
Analisis Efektivitas Kelompok Dalam Meningkatkan Produksi Padi Di Desa Leran Kecamatan Kalitidu Kabupaten Bojonegoro. Ana Safira Putri, Teguh Soedarto, Taufik Setyadi	203-212
Dinamika Gejala Infeksi Awal dan Penurunan Viabilitas Formulasi Kering Metarhizium anisopliae Selama Penyimpanan Tropis. Nina Jeny Lapinangga, Yosefus F. da Lopez, Jacqueline Arriani Bunga, Rupa Mateus	213-224
Analisis Komparasi Pendapatan Usahatani Bawang Merah Semi Organik dan Anorganik di Desa Sukorejo Kecamatan Rejoso Kabupaten Nganjuk. Isfia Diana Putri, Noor Rizkiyah, Nisa Hafi Idhoh Fitriana.....	225-234
Tingkat Ketahanan Pangan Rumah Tangga Petani Garam Di Kabupaten Sampang Dengan Pendekatan FCS Dan FIES. Ainul Yaqin, Teguh Soedarto, Hamidah Hendrarini	235-244
Pemanfaatan Media Sosial dalam Pengembangan Agribisnis Hortikultura Kab Tuban. Maimunah Maimunah, Kristiawan Kristiawan, Abdi Dewi Setiana,	245-254
Simpanan Karbon Tanah pada Lahan Sawah Irigasi, Sawah Tadah Hujan, dan Tegalan di SUB-DAS Tuntang Hulu. Abner Darmawan Sigar, Yefta Audy Susetyo, Rosita Mustikasari, Bistok Hasiholan Simanjuntak, Andree Wijaya Setiawan, Dina Banjarnahor	255-270
Pertumbuhan dan Produksi Siratro (Macropitilium atropurpurem) Bermikoriza yang Diberi Mikroorganisme Lokal Pada Tanah Topsoil dan Tanah Overburden. Muhammad Rizki Fadillah, Taufan Purwokusumaning Daru, Hamdi Mayulu, Apdila Safitri, Ardiansyah	271-282
Analisis Karakteristik dan Peran Aktor dalam Rantai Pasok Pertanian Berkelanjutan di Indonesia. Abigail Farren Limbong, Budi Harsanto.....	283-292
Keanekaragaman Serangga pada Tiga Genotip Sorgum (Sorghum bicolor L.) Lokal Sumba Timur. Gregorius Kevin Pratama, Ruth Meike Jayanti	293-304
Analisis Kualitas Air Di Perairan Danau Waren, Tual. Henny Fitrinawati, Cipit Meyza Afdan, Endang Sri Utami	305-316
Optimalisasi Desain dan Komunikasi Pemasaran melalui Platform E-Commerce Produk Bawang Merah Varietas Rubaru sebagai Komoditi Unggulan Pertanian Sumenep. Anis Kurli, Imam Hidayat, Deny Feri Suharyanto, Andika Priyas Prayoga, Alan Nuril Mubin, Deny Fardiansyah Putra...	317-330

Aplikasi Modified Atmosphere Packaging (MAP) Berbasis Nitrogen terhadap Mutu Fisik Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) selama Penyimpanan. Sri Mutiar, Dewi Arziyah, Anwar Kasim, Rehulina Rehulina 331-342

Rekayasa Material Polimer Berbasis Limbah untuk Aplikasi di Industri Kimia. Sri Risdhiyanti Nuswantari, Abdullah Malik Islam Filardli, Mukhammad Himam Isomudin, Gita Mawadah Yulianna, Rahima Nilansari, Yasyfa Husnan Prahardika, Fadilah Puspita Sari, Muhammad Syukron Lazim, Muhammad Amyra Faiz, Dawamul Khoir, Dais Shiddik 343-352

Determinasi Faktor Produksi terhadap Produktivitas Padi Sawah di Wilayah Perbatasan: Studi Empiris di Desa Motaulun, Malaka Barat

Maria Ingria Klau¹, Jonathan Ebet Koehuan², Arlindo U. S. Kette³, Susana M. Suratama⁴, Jemmy J.S. Dethan^{5*}

^{1,2,3,5} Program Studi Mekanisasi Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Kristen Artha Wacana Kupang, Indonesia

⁴ Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Kupang, Indonesia

¹Email minggrid382@gmail.com

²Email: jekoehuan@gmail.com

³Email: arlindo020304kette@gmail.com

⁴ Email: suratama.susana@gmail.com

⁵ Email: jemmydethan19@gmail.com

Submit : 02-07-2025

Revisi : 25-07-2025

Diterima : 31-07-2025

ABSTRACT

Motaulun Village in West Malaka District is a center of rice paddy production in the Indonesia–Timor-Leste border region. However, rice productivity in this village remains suboptimal despite favorable land and climate potential. This study aims to analyze the influence of production factors such as land area, seed quantity, fertilizer, labor, and farming experience on rice yield. This study employed a quantitative survey of 41 purposively selected rice farmers, with data analyzed using multiple linear regression to assess the effects of land area, seed use, fertilizer, labor, and farming experience on rice production. The results show that land area, seeds, and fertilizer have a positive and significant effect on rice production, while labor and farming experience are not significant. The regression model has a coefficient of determination (R^2) of 0.741, indicating that the model can explain 74.1% of the variation in rice production. These findings provide an important empirical basis for agricultural extension agents and policymakers in designing evidence-based strategies to improve agricultural productivity, particularly in rural and border areas with limited resources.

Keywords: Border Agriculture, Motaulun Village, Multiple Linear Regression, Production Factors, Rice Production.

ABSTRAK

Desa Motaulun di Kecamatan Malaka Barat merupakan sentra produksi padi sawah di wilayah perbatasan Indonesia-Timor Leste. Namun, produktivitas padi di desa ini belum optimal meskipun potensi lahan dan iklim mendukung. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh faktor-faktor produksi seperti luas lahan, jumlah benih, pupuk, tenaga kerja, dan pengalaman usahatani terhadap hasil panen padi sawah. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif melalui survei terhadap 41 petani padi sawah yang dipilih secara purposive, dengan analisis data menggunakan regresi linier berganda untuk menguji pengaruh faktor produksi terhadap hasil padi. Data dikumpulkan dari 41 petani melalui kuesioner dan dianalisis menggunakan regresi linier berganda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas lahan, benih, dan pupuk berpengaruh positif dan signifikan terhadap produksi padi, sementara tenaga kerja dan pengalaman usahatani tidak signifikan. Model regresi memiliki nilai determinasi (R^2) sebesar 0,741, yang berarti model mampu menjelaskan 74,1% variasi produksi padi. Temuan ini memberikan dasar empiris penting bagi penyuluh dan pembuat kebijakan dalam menyusun strategi peningkatan produktivitas pertanian berbasis bukti, khususnya di wilayah perdesaan dan perbatasan dengan karakteristik sumber daya terbatas.

Kata kunci: Desa Motaulun, Faktor produksi, Pertanian perbatasan, Produksi padi, Regresi linier berganda.

1 Pendahuluan

Pertanian merupakan sektor utama dalam pembangunan ekonomi daerah, terutama di wilayah pedesaan seperti Desa Motalun, Kecamatan Malaka Barat, Kabupaten Malaka. Sektor ini telah terbukti menjadi sektor kunci dalam pertumbuhan ekonomi wilayah melalui kontribusinya terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), keterkaitannya dengan sektor non-pertanian, serta kemampuannya menciptakan stabilitas ekonomi lokal meskipun berisiko rendah (Dwi et al., 2022). Komoditas utama yang diusahakan oleh masyarakat setempat adalah padi sawah, yang tidak hanya menjadi sumber pangan utama, tetapi juga menjadi tumpuan penghasilan bagi sebagian besar penduduk. Namun demikian, produktivitas padi sawah di wilayah ini masih belum optimal, meskipun secara potensi wilayah memiliki lahan subur dan iklim yang mendukung.

Berbagai faktor dapat mempengaruhi tingkat produksi padi sawah, seperti luas lahan, jumlah dan kualitas tenaga kerja, penggunaan benih unggul, pemupukan yang tepat, serta pengalaman petani dalam mengelola usaha tani. Hasil panen dipengaruhi oleh luas lahan, benih dan pupuk (Alamri et al., 2022; Suarna & Hindarti, 2021; Yuliana et al., 2017). Penelitian yang secara spesifik mengkaji kontribusi relatif masing-masing faktor tersebut dalam konteks lokal, khususnya di wilayah perbatasan seperti Desa Motalun yang memiliki karakteristik sosioekonomi dan agroekologi yang khas belum banyak dilakukan. Efisiensi produksi padi juga sangat dipengaruhi oleh geografis, sosial, dan teknis seperti ketimpangan sumber daya di Tiongkok (Wang et al., 2023), fragmentasi lahan di Nepal (Choudhary et al., 2022), kualitas tenaga kerja di Vietnam (Chau & Ahamed, 2022), serta ketidakseimbangan pemupukan di Bangladesh (Bagum et al., 2021). Bahkan, pengalaman bertani sendiri belum tentu selalu berdampak positif terhadap efisiensi teknis dalam berbagai konteks (Chandel et al., 2022).

Pertanian memegang peranan sentral dalam pembangunan ekonomi di tingkat daerah, khususnya di kawasan pedesaan seperti Desa Motalun, Kecamatan Malaka Barat, Kabupaten Malaka. Menurut Anggadita & Haslindah (2022), sektor ini telah memberikan kontribusi nyata terhadap pertumbuhan ekonomi wilayah melalui peningkatan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Pertumbuhan output sektor pertanian, baik dari sisi permintaan sebagai sumber pemasok makanan yang mengikuti pertumbuhan penduduk, maupun sumber bahan baku bagi keperluan produksi di sektor lain seperti industri manufaktur dan perdagangan.

Komoditas utama yang dibudidayakan oleh masyarakat setempat adalah padi sawah, yang tidak hanya menjadi sumber pangan pokok, tetapi juga merupakan sumber pendapatan utama bagi sebagian besar rumah tangga petani. Meskipun wilayah ini memiliki potensi sumber daya alam yang mendukung, seperti kesuburan tanah dan kondisi iklim yang sesuai, produktivitas padi sawah masih berada pada tingkat yang belum optimal.

Menurut BPS Kab Malaka (2025), produksi padi pada tahun 2022 sebanyak 20.249 ton gabah kering giling (GKG) dengan luas panen 4.649 Ha atau rerata 4,3 ton GKG/Ha. Pada tahun selanjutnya mengalami penurunan berturut turut 3,8 ton/Ha dengan luas panen 6.816 (2023) dan 3,9 ton/Ha dengan luas panen 7.055 Ha (2024).

Kondisi wilayah perbatasan seperti Desa Motalun, yang menghadapi keterbatasan dalam akses teknologi dan dukungan penyuluhan, memerlukan pendekatan berbasis data untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang paling menentukan dalam keberhasilan produksi padi. Oleh karena itu, diperlukan analisis empiris berbasis data primer yang mampu memberikan gambaran nyata mengenai hubungan antara input produksi dan hasil panen di tingkat petani. Pendekatan analisis menggunakan regresi linier berganda dengan mengkaji pengaruh variabel-variabel input seperti luas lahan, jumlah benih, penggunaan pupuk, tenaga kerja, dan pengalaman bertani terhadap tingkat produksi padi sawah. Hasil ini diharapkan mampu memberikan kontribusi bagi pengembangan kebijakan pertanian yang lebih responsif terhadap kebutuhan dan potensi wilayah perdesaan, khususnya di kawasan perbatasan.

2 Metode Penelitian

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Motalun, Kecamatan Malaka Barat, Kabupaten Malaka, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Pemilihan lokasi dilakukan secara purposif dengan pertimbangan bahwa desa ini merupakan salah satu sentra produksi padi sawah di wilayah tersebut. Waktu pelaksanaan penelitian bulan Mei hingga Juli 2025.

Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif meliputi variabel-variabel numerik seperti jumlah produksi padi, volume benih yang digunakan, jumlah tenaga kerja, luas lahan garapan, jumlah pupuk yang diaplikasikan, serta lama pengalaman bertani responden. Data ini dikumpulkan untuk dianalisis secara statistik guna mengidentifikasi pengaruh masing-masing variabel terhadap hasil produksi.

Data kualitatif diperoleh melalui wawancara terbuka dengan sejumlah petani terpilih. Informasi ini dimaksudkan untuk memperkaya dan memperkuat interpretasi atas temuan kuantitatif, terutama dalam memahami konteks lokal, kebiasaan bertani, serta persepsi petani terhadap faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan usahatani.

Sumber data dalam penelitian ini terbagi menjadi dua kategori. Pertama, data primer yang diperoleh langsung dari responden melalui penyebaran kuesioner terstruktur. Kedua, data sekunder yang dikumpulkan dari berbagai sumber resmi, termasuk kantor pemerintah desa, Badan Pusat Statistik (BPS), serta dokumen dan literatur yang relevan dengan topik

penelitian. Kombinasi kedua jenis data ini bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif dan mendalam mengenai kondisi usahatani padi sawah di wilayah penelitian.

Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh petani padi sawah di Desa Motalun. Sampel penelitian ditentukan secara purposive sebanyak 41 orang petani padi sawah yang aktif melakukan usaha tani selama minimal 5 tahun.

Teknik Analisis Data

Data dianalisis dengan menggunakan metode analisis regresi linier berganda, dengan persamaan: $Y = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \beta_4X_4 + \beta_5X_5 + e$

Di mana:

Y = Produksi padi (Kg)

X_1 = Luas lahan (Ha)

X_2 = Benih (Kg)

X_3 = Pupuk (Kg)

X_4 = Tenaga kerja (HOK)

X_5 = Pengalaman usahatani (Tahun)

β_0 = Konstanta

$\beta_1 - \beta_5$ = Koefisien regresi

e = Error

Uji asumsi klasik seperti normalitas, multikolinearitas, dan heteroskedastisitas dilakukan untuk memastikan validitas model regresi. Analisis dilakukan menggunakan software SPSS versi 20.

3 Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Sosial Ekonomi Responden

Karakteristik sosial ekonomi petani padi sawah di Desa Motalun meliputi umur, pendidikan formal, jumlah tanggungan keluarga, luas lahan, dan pengalaman usahatani. Informasi ini penting untuk memahami konteks sosial ekonomi yang memengaruhi produktivitas usahatani padi. Tabel 1 menunjukkan bahwa mayoritas petani responden berada pada rentang usia 30–39 tahun, yaitu sebanyak 16 orang atau 39% dari total responden. Kelompok umur berikutnya yang paling dominan adalah 40–49 tahun dengan 13 orang (32%), diikuti oleh responden berusia 50–59 tahun sebanyak 12 orang (29%).

Tabel 1. Distribusi Umur Responden

Umur (tahun)	Jumlah (Orang)	Persentase (%)
30–39	16	39
40–49	13	32
50–59	12	29
Jumlah	41	100

Petani di Desa Motalun berada pada usia produktif (30-49 tahun), sebanyak 29 dari 41 petani (71%). Hal ini menunjukkan bahwa secara teori memiliki kemampuan fisik yang baik dan cenderung lebih mudah menerima inovasi baru dalam budidaya pertanian. Petani yang berada pada usia menjelang lanjut juga cukup signifikan (29%), yang dapat berimplikasi pada perlunya pendekatan teknologi pertanian yang praktis dan mudah diadopsi. Keragaman usia dapat meningkatkan produktivitas melalui kombinasi pengalaman dan pendidikan, karena petani yang lebih tua membawa wawasan yang berharga sementara petani yang lebih muda lebih mahir dalam mengadopsi teknologi baru (Zélity, 2023). Lebih lanjut Shen et al., (2023), berpendapat bahwa penuaan penduduk pedesaan dapat merangsang produktivitas pertanian dengan mendorong akumulasi modal dan modernisasi metode produksi. Namun, penuaan juga menimbulkan tantangan, seperti berkurangnya ukuran lahan pertanian dan berkurangnya input pertanian, yang dapat menurunkan produktivitas dan pendapatan petani (Ren et al., 2023).

Tingkat pendidikan formal petani di Desa Motalun sebagian besar masih tergolong rendah (Tabel 2). Sebanyak 17 orang responden (41%) hanya menyelesaikan pendidikan dasar (SD), dan 9 orang (22%) menyelesaikan jenjang SMP. Hanya 5 orang (12%) yang mencapai tingkat SMA, sementara 10 orang responden (24%) tidak pernah mengenyam pendidikan formal. Kondisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar petani belum memiliki bekal pendidikan yang cukup untuk memahami konsep-konsep teknis pertanian modern secara formal.

Tabel 2. Tingkat Pendidikan Responden

Tingkat Pendidikan	Jumlah (Orang)	Persentase (%)
SD	17	41
SMP	9	22
SMA	5	12
Tidak Sekolah	10	24
Jumlah	41	100

Pendidikan berperan penting dalam proses adopsi inovasi dan teknologi pertanian. Petani dengan tingkat pendidikan lebih tinggi cenderung lebih cepat menyerap informasi baru dan mengikuti program pelatihan atau penyuluhan. Metodologi inovatif seperti Sekolah Lapangan Petani memadukan pengetahuan lokal dan praktik cerdas iklim, yang memungkinkan petani belajar melalui pengalaman langsung (Osumba et al., 2021). Memanfaatkan materi visual dan demonstrasi dapat meningkatkan pemahaman dan retensi informasi tentang teknologi baru (Kpaka et al., 2022).

Rendahnya tingkat pendidikan formal petani di Desa Motalun menjadi tantangan dalam implementasi teknologi pertanian modern, sehingga perlu didukung dengan metode penyuluhan yang sederhana, berbasis praktik langsung, dan sesuai dengan kondisi lokal. Jejaring sosial berdampak signifikan terhadap adopsi teknologi, karena petani sering kali mengandalkan rekan sejawat untuk mendapatkan informasi dan validasi praktik baru

(Abdulai, 2023). Melibatkan fasilitator lokal dapat meningkatkan penyebaran pengetahuan dan menumbuhkan lingkungan belajar yang mendukung (Osumba et al., 2021). Program pelatihan harus disesuaikan dengan kondisi dan praktik setempat untuk memastikan relevansi dan efektivitas (Schulz & Börner, 2023).

Jumlah tanggungan keluarga sebagian besar petani termasuk dalam kategori sedang (Tabel 3). Hal ini menggambarkan bahwa sebagian besar rumah tangga petani berada dalam struktur keluarga kecil hingga sedang. Jumlah tanggungan keluarga merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi keputusan petani dalam mengelola usahatani. Semakin besar jumlah tanggungan, biasanya semakin tinggi kebutuhan ekonomi yang harus dipenuhi, sehingga dapat menjadi dorongan bagi petani untuk meningkatkan produktivitas atau melakukan diversifikasi.

Tabel 3. Jumlah Tanggungan Keluarga

Jumlah Tanggungan	Jumlah (Orang)	Persentase (%)
1–2 orang	13	32
3–4 orang	18	44
5–6 orang	10	24
Jumlah	41	100

Jumlah tanggungan yang terlalu banyak juga dapat menjadi beban, terutama bila sebagian besar anggota keluarga belum produktif secara ekonomi. Jumlah anggota keluarga dapat menjadi sumber tenaga kerja dalam berusahatani. Ketersediaan tenaga kerja yang berasal dari dalam keluarga, akan menurunkan biaya untuk usahatani dan berpeluang memperoleh pendapatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan petani lain (Martina, 2021).

Distribusi luas lahan yang dikelola oleh responden dalam kegiatan usahatani padi sawah di Desa Motalun, sebanyak 23 orang (56%) memiliki lahan dengan luas antara 0,25 hingga 0,76 hektar, 10 orang (24%) memiliki lahan seluas 0,77 hingga 1,28 hektar, dan 8 orang (20%) mengelola lahan antara 1,29 hingga 1,80 hektar (Tabel 4).

Tabel 4. Luas Lahan Usahatani

Luas Lahan (Ha)	Jumlah (Orang)	Persentase (%)
0,25–0,76	23	56
0,77–1,28	10	24
1,29–1,80	8	20
Jumlah	41	100

Mayoritas petani di wilayah penelitian mengelola lahan berukuran kecil. Kondisi ini mencerminkan pola pertanian skala kecil dengan sumber daya terbatas yang umum dijumpai di kawasan pedesaan maupun di wilayah perbatasan. Skala lahan yang relatif sempit berimplikasi langsung pada keterbatasan produksi, rendahnya margin keuntungan, serta terbatasnya efisiensi penggunaan input pertanian.

Luas lahan berpengaruh positif terhadap produksi padi, di mana semakin luas lahan yang dikelola maka semakin besar hasil produksi yang dihasilkan. Selain meningkatkan efisiensi usahatani, penguasaan lahan yang relatif luas juga mempermudah transfer dan

penerapan teknologi pertanian. Sebaliknya, penguasaan lahan yang sempit dan terfragmentasi cenderung menghambat adopsi teknologi dan pembangunan pertanian, sehingga berdampak pada rendahnya peningkatan produktivitas (Andrias et al., 2017). Setiap program peningkatan produktivitas, efisiensi input, dan dukungan kebijakan perlu dirancang dengan mempertimbangkan keterbatasan lahan, daya beli, serta kemampuan pengelolaan usaha tani mereka agar dapat memberikan dampak yang optimal dan berkelanjutan.

Pengalaman usahatani dari para petani responden di Desa Motaulun memiliki pengalaman bertani di atas 15 tahun, yang memiliki pemahaman yang mendalam tentang kondisi lokal, siklus musim tanam, serta kebiasaan budidaya padi di wilayah tersebut (Tabel 5).

Tabel 5. Lama Pengalaman Usahatani

Lama Pengalaman	Jumlah (Orang)	Persentase (%)
15–25 tahun	18	44
26–35 tahun	15	37
>35 tahun	8	19
Jumlah	41	100

Distribusi ini menunjukkan bahwa seluruh responden. Tingginya pengalaman ini semestinya menjadi kekuatan dalam peningkatan produktivitas, karena petani yang berpengalaman biasanya memiliki kemampuan dalam mengambil keputusan teknis di lapangan. Hasil regresi menunjukkan bahwa pengalaman usahatani tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap produksi padi sawah. Hal ini menandakan bahwa pengalaman semata belum cukup untuk meningkatkan hasil panen jika tidak diiringi dengan penerapan inovasi dan teknologi pertanian yang relevan. Pengalaman bertani yang panjang cenderung membuat sebagian petani bertahan pada cara-cara tradisional, sehingga cenderung kurang terbuka terhadap perubahan teknik dan strategi budidaya yang lebih efisien. Keberlanjutan produktivitas tetap memerlukan dukungan berupa pelatihan dan penyuluhan yang mampu memperbarui pengetahuan petani sesuai perkembangan zaman.

Uji Asumsi Klasik Model Regresi

Uji asumsi klasik menunjukkan bahwa model regresi linier berganda yang digunakan pada penelitian ini secara umum memenuhi syarat statistik untuk dianalisis lebih lanjut. Hasil uji normalitas Shapiro–Wilk mengindikasikan residual tidak berdistribusi normal sempurna ($p < 0,05$), namun dengan jumlah sampel yang memadai ($n = 41$), pelanggaran ini tidak secara signifikan mempengaruhi validitas estimasi model. Menurut Marwinda & Danardono (2024), ukuran sampel terutama sampel kecil dan sedang ($n < 50$) sangat cocok menggunakan uji Shapiro-Wilk sementara Kolmogorov-Smirnov dan Anderson-Darling lebih cocok untuk sampel besar.

Uji multikolinearitas menunjukkan seluruh variabel independen memiliki nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) di bawah 10, sehingga tidak terdapat hubungan

multikolinearitas yang kuat antar variabel. Hasil uji menunjukkan bahwa seluruh variabel independen memiliki nilai $X1_Luas\ Lahan$ (9,67), $X2_Benih$ (6,85), $X3_Pupuk$ (2,37), $X4_Tenaga\ Kerja$ (1,22), dan $X5_Pengalaman$ (1,13). Selain itu, hasil uji heteroskedastisitas menunjukkan varians residual yang relatif stabil, yang didukung oleh pola scatterplot dan nilai Durbin–Watson sebesar 1,136. Dengan demikian, meskipun asumsi normalitas tidak sepenuhnya terpenuhi, model regresi tetap dinyatakan valid dan layak digunakan untuk mengestimasi pengaruh faktor-faktor produksi terhadap hasil panen padi sawah.

Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Padi

Model regresi linier berganda yang diperoleh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: $Y = 8.168 + 0.446X1 + 0.245X2 + 0.188X3 + 0.028X4 + 0.008X5$. Hasil analisis regresi linier berganda menunjukkan bahwa model yang dibangun memiliki nilai koefisien determinasi R^2 sebesar 0,741. Artinya, 74,1% variasi dalam produksi padi sawah dapat dijelaskan oleh lima variabel independen dalam model, yaitu: luas lahan, jumlah benih, pupuk, tenaga kerja, dan pengalaman usahatani. Sisanya sebesar 25,9% dijelaskan oleh faktor-faktor lain di luar model, seperti kondisi cuaca, kualitas irigasi, jenis varietas padi, dan manajemen pascapanen. Hasil uji signifikansi masing-masing variabel, diketahui bahwa luas lahan, benih, dan pupuk berpengaruh signifikan, sedangkan tenaga kerja dan pengalaman usahatani tidak berpengaruh signifikan terhadap produksi padi sawah di lokasi penelitian.

Hasil analisis menunjukkan bahwa luas lahan ($X1$) berpengaruh positif dan signifikan terhadap produksi padi, dengan koefisien regresi 0,446 ($p < 0,01$), yang berarti setiap penambahan 1 hektar lahan mampu meningkatkan produksi sekitar 446 kg. Penggunaan benih ($X2$) juga berpengaruh signifikan terhadap hasil panen dengan koefisien 0,245 ($p = 0,007$), namun peningkatan produksi hanya dapat dicapai apabila benih digunakan dalam takaran yang optimal. Pupuk ($X3$) memberikan pengaruh positif dan signifikan terhadap produksi padi (koefisien 0,188; $p = 0,006$), yang menegaskan pentingnya pemberian pupuk dengan dosis dan waktu yang tepat. Sebaliknya, tenaga kerja ($X4$) tidak berpengaruh signifikan terhadap produksi padi (koefisien 0,028; $p > 0,05$), karena penggunaannya relatif stabil dan bersifat musiman. Demikian pula pengalaman usahatani ($X5$) tidak menunjukkan pengaruh signifikan terhadap produksi (koefisien 0,008; $p > 0,05$), yang mengindikasikan bahwa lamanya pengalaman belum tentu meningkatkan hasil tanpa didukung adopsi teknologi dan peningkatan pengetahuan.

Tiga faktor utama yang secara signifikan mempengaruhi produksi padi sawah adalah luas lahan, benih, dan pupuk. Penelitian Walis et al., (2021), menyebutkan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh nyata terhadap produksi padi di Kecamatan Kalipucang Kabupaten Pangandaran adalah variabel luas lahan dan pupuk urea. Demikian juga

penelitian Pirngadi et al., (2023), faktor luas lahan dan pupuk berpengaruh signifikan terhadap produksi padi sawah di kecamatan Baktiya kabupaten Aceh Utara. Faktor lainnya seperti tenaga kerja, pestisida dan benih berpengaruh positif terhadap produksi usahatani padi sawah. Pekawolu et al., (2022), menambahkan bahwa secara simultan (bersama-sama) luas lahan, bibit, pupuk urea, pupuk NPK, insektisida, herbisida, dan tenaga kerja memiliki pengaruh secara signifikan terhadap jumlah produksi padi sawah di Desa Kambuhapang. Namun variabel bibit, pupuk NPK, insektisida, herbisida, dan tenaga kerja secara parsial tidak memiliki pengaruh secara signifikan terhadap jumlah produksi padi sawah.

Peningkatan produksi padi sawah sangat dipengaruhi oleh efisiensi penggunaan lahan, benih, dan pupuk, sementara tenaga kerja dan pengalaman memiliki dampak statistik yang minimal. Hal ini menunjukkan bahwa strategi untuk meningkatkan hasil pertanian harus memprioritaskan peningkatan kemampuan petani dalam pengelolaan lahan dan praktik pemupukan. Pemanfaatan lahan yang tersedia secara efektif sangat penting terutama untuk kerapatan tanam dapat menghasilkan peningkatan hasil yang signifikan, dengan konfigurasi tertentu menghasilkan hingga 9,30 ton/ha (Zhu et al., 2023). Pemilihan benih berkualitas tinggi sangat penting untuk memaksimalkan potensi hasil. Penelitian menunjukkan bahwa varietas benih yang lebih baik dapat meningkatkan produktivitas dan ketahanan secara keseluruhan terhadap hama dan penyakit (Zhu et al., 2023). Hasil produksi padi dengan menggunakan benih bersertifikat lebih tinggi dibandingkan dengan padi non sertifikat. Hal ini juga berpengaruh terhadap keuntungan yang didapat dari usaha tani padi (Puspitasari, 2017).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tenaga kerja dan pengalaman bertani tidak berpengaruh nyata terhadap produksi padi sawah di Desa Motaulun. Temuan ini mengindikasikan bahwa peningkatan hasil panen lebih ditentukan oleh pengelolaan input utama secara efisien daripada sekadar pengalaman atau penambahan tenaga kerja. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan kapasitas petani dalam pengelolaan lahan, penggunaan benih yang optimal, dan pemupukan yang tepat agar dapat berkontribusi dalam peningkatan produksi padi. Peran penyuluh pertanian menjadi krusial dalam mentransfer pengetahuan dan inovasi budidaya yang sesuai dengan kondisi petani lokal. Bagi pemerintah daerah, hasil ini dapat dijadikan dasar dalam perumusan kebijakan pertanian berbasis data, seperti subsidi input yang tepat sasaran, program intensifikasi lahan, dan pelatihan budidaya aplikatif guna mendorong peningkatan produktivitas dan kesejahteraan petani secara berkelanjutan.

4 Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa dari lima faktor yang dianalisis, hanya tiga yang terbukti berpengaruh signifikan terhadap produksi padi sawah di Desa Motalun, yaitu: luas lahan, jumlah benih, dan penggunaan pupuk. Tenaga kerja dan pengalaman usahatani tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan secara statistik. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan produksi padi lebih bergantung pada efisiensi pengelolaan input utama daripada faktor tenaga kerja atau lamanya pengalaman bertani. Temuan ini menekankan pentingnya intervensi kebijakan yang berfokus pada pemanfaatan optimal lahan, penyediaan benih dan pupuk secara tepat, serta peningkatan kapasitas petani melalui pelatihan teknis. Penelitian ini juga menjadi dasar penyusunan program pembangunan pertanian berbasis bukti di wilayah perbatasan, dengan pendekatan yang sesuai dengan kondisi sosioekonomi petani setempat.

Daftar Pustaka

- Abdulai, A. (2023). Information acquisition and the adoption of improved crop varieties. *American Journal of Agricultural Economics*, 105(4), 1049–1062. <https://doi.org/10.1111/ajae.12419>
- Alamri, M. H., Rauf, A., & Saleh, Y. (2022). Analisis Faktor-Faktor Produksi Terhadap Produksi Padi Sawah Di Kecamatan Bintauna Kabupaten Bolaang Mongondow Utara. *AGRINESIA: Jurnal Ilmiah Agribisnis*, 6(3), 240–249. <https://doi.org/10.37046/agr.v6i3.16145>
- Andrias, A. A., Darusman, Y., & Ramdan, M. (2017). Pengaruh Luas Lahan Terhadap Produksi Dan Pendapatan Usahatani Padi Sawah (Suatu kasus di Desa Jelat Kecamatan Baregbeg Kabupaten Ciamis). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa AGROINFO GALUH*, 4(1), 522–529. <http://dx.doi.org/10.25157/jimag.v4i1.1591>
- Anggadita, N. D., & Haslindah, H. (2022). Pengaruh Produk Domestik Regional Bruto(PDRB) Dan Jumlah Penduduk Terhadap Sektor Pertanian Di Kabupaten Bone Pada Tahun 2010-2020. *Islamic Banking and Finance*, 2(1), 154–173. <https://doi.org/10.30863/ibf.v2i1.3784>
- Bagum, T., Uddin, Md. K., Hassan, S., Kamarulzaman, N. H., Rahman, Md. Z., & Haque, A. N. A. (2021). Contribution of Selected Factors on Farmers' Work Performance towards Fertilizer Application in Rice of Bangladesh. *Sustainability*, 13(19), 10795. <https://doi.org/10.3390/su131910795>
- BPS Kab Malaka. (2025). *Statistik Daerah Kabupaten Malaka 2025*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Malaka.
- Chandel, R. B. S., Khan, A., Li, X., & Xia, X. (2022). Farm-Level Technical Efficiency and Its Determinants of Rice Production in Indo-Gangetic Plains: A Stochastic Frontier Model Approach. *Sustainability*, 14(4), 2267. <https://doi.org/10.3390/su14042267>
- Chau, N. T., & Ahamed, T. (2022). Analyzing Factors That Affect Rice Production Efficiency and Organic Fertilizer Choices in Vietnam. *Sustainability*, 14(14), 8842. <https://doi.org/10.3390/su14148842>
- Choudhary, D., Banskota, K., Khanal, N. P., McDonald, A. J., Krupnik, T. J., & Erenstein, O. (2022). Rice Subsector Development and Farmer Efficiency in Nepal: Implications for Further Transformation and Food Security. *Frontiers in Sustainable*

- Food Systems*, 5, 740546. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.740546>
- Kpaka, H. M., Wossen, T., Stein, D., Mtunda, K., Laizer, L., Feleke, S., & Manyong, V. (2022). Rural schools as effective hubs for agricultural technology dissemination: Experimental evidence from Tanzania and Uganda. *European Review of Agricultural Economics*, 49(5), 1179–1215. <https://doi.org/10.1093/erae/jbab028>
- Martina, M., Praza, R., & Adhiana, A. (2021). Analisis Faktor-Faktor Yang Memengaruhi Pengeluaran Rumah Tangga Petani Padi Sawah di Kabupaten Aceh Utara. *AgriFo : Jurnal Agribisnis Universitas Malikussaleh*, 6(1), 31. <https://doi.org/10.29103/ag.v6i1.4985>
- Marwinda, T. D. N., & Danardono, D. (2024). Perbandingan Iuran Normal Pensiun Metode Entry Age Normal dan Projected Unit Credit dengan Suku Bunga CIR (Cox Ingersoll Ross). *JURNAL PEMBELAJARAN DAN MATEMATIKA SIGMA (JPMS)*, 10(2), 133–138. <https://doi.org/10.36987/jpms.v10i2.5881>
- Osumba, J. J. L., Recha, J. W., & Oroma, G. W. (2021). Transforming Agricultural Extension Service Delivery through Innovative Bottom–Up Climate-Resilient Agribusiness Farmer Field Schools. *Sustainability*, 13(7), 3938. <https://doi.org/10.3390/su13073938>
- Pekawolu, O. V. T., Retang, E. U. K., & Saragih, E. C. (2022). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Usahatani Padi Sawah Di Desa Kambuhapang Kecamatan Lewa Kabupaten Sumba Timur. *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 8(2), 1072. <https://doi.org/10.25157/ma.v8i2.7674>
- Pirngadi, R. S., Utami, J. P., Siregar, A. F., Salsabila, S., Lubis, W., & Intan, D. R. (2023). Analisis Pendapatan Petani Serta Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Padi Sawah Di Kecamatan Baktinya Kabupaten Aceh Utara. *JURNAL AGRICA*, 16(1), 1–14. <https://doi.org/10.31289/agrica.v16i1.7423>
- Puspitasari, M. S. (2017). Analisis Efisiensi Penggunaan Faktor Produksi Pada Usahatani Padi Dengan Menggunkan Benih Bersertifikat Dan Non Sertifikat Di Desa Air Saten Kecamatan Muara Beliti Kabupaten Musi Rawas. *Societa: Jurnal Ilmu-Ilmu Agribisnis*, 6(1), 46. <https://doi.org/10.32502/jsct.v6i1.622>
- Ren, C., Zhou, X., Wang, C., Guo, Y., Diao, Y., Shen, S., Reis, S., Li, W., Xu, J., & Gu, B. (2023). Ageing threatens sustainability of smallholder farming in China. *Nature*, 616(7955), 96–103. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-05738-w>
- Schulz, D., & Börner, J. (2023). Innovation context and technology traits explain heterogeneity across studies of agricultural technology adoption: A meta-analysis. *Journal of Agricultural Economics*, 74(2), 570–590. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12521>
- Shen, D., Liang, H., & Shi, W. (2023). Rural Population Aging, Capital Deepening, and Agricultural Labor Productivity. *Sustainability*, 15(10), 8331. <https://doi.org/10.3390/su15108331>
- Suarna, A., & Hindarti, S. (2021). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Padi di Desa Poto Kecamatan Moyo Hilir Kabupaten Sumbawa. *JU-ke (Jurnal Ketahanan Pangan)*, 5(1), 16–21.
- Walis, N. R., Setia, B., & Isyanto, A. Y. (2021). Faktor-Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Produksi Padi Di Desa Pamotan Kecamatan Kalipucang Kabupaten Pangandaran. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agroinfo Galuh*, 8(3), 648. <https://doi.org/10.25157/jimag.v8i3.5419>
- Wang, X., Li, J., Li, J., Chen, Y., Shi, J., Liu, J., & Sriboonchitta, S. (2023). Temporal and Spatial Evolution of Rice Productivity and Its Influencing Factors in China. *Agronomy*, 13(4), 1075. <https://doi.org/10.3390/agronomy13041075>

- Yuliana, Y., Ekowati, T., & Handayani, M. (2017). Efisiensi Alokasi Penggunaan Faktor Produksi pada Usahatani Padi di Kecamatan Wirosari, Kabupaten Grobogan. *AGRARIS: Journal of Agribusiness and Rural Development Research*, 3(1). <https://doi.org/10.18196/agr.3143>
- Zélity, B. (2023). Age diversity and aggregate productivity. *Journal of Population Economics*, 36(3), 1863–1899. <https://doi.org/10.1007/s00148-022-00911-3>
- Zhu, H., Wen, T., Sun, M., Ali, I., Sheteiwy, M. S., Wahab, A., Tan, W., Wen, C., He, X., & Wang, X. (2023). Enhancing Rice Yield and Nitrogen Utilization Efficiency through Optimal Planting Density and Reduced Nitrogen Rates. *Agronomy*, 13(5), 1387. <https://doi.org/10.3390/agronomy13051387>
- Zhuang, Y., Ruan, S., Zhang, L., Chen, J., Li, S., Wen, W., & Liu, H. (2022). Effects and potential of optimized fertilization practices for rice production in China. *Agronomy for Sustainable Development*, 42(2), 32. <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00759-7>

Analisis Perbandingan Pendapatan Usahatani Padi Konsumsi dan Penangkar Benih di Desa Pelanglor Kecamatan Kedunggalar Kabupaten Ngawi

Ernik Ernawati¹, Mubarakah², Hamidah Hendrarini³

^{1,2,3} Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”
Jawa Timur
Jl. Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

¹Email : ernikernawati69@gmail.com

²Email : mubarakah@upnjatim.ac.id

Submit : 24-06-2025

Revisi : 10-07-2025

Diterima : 31-07-2025

ABSTRACT

Ngawi Regency contributes approximately 50% of East Java's rice production, with a total output of 778 thousand tonnes. The demand for rice seed continues to increase in line with the expansion of planted areas, with seed requirements ranging from 25 to 29 kg per hectare. This study aims to analyse the income of consumption rice farming and rice seed breeding farming, as well as the factors influencing farmers' decisions in choosing between consumption rice cultivation and seed breeding. The research was conducted in Pelanglor Village, Kedunggalar District, Ngawi Regency, using a survey method involving 92 respondents, consisting of 85 consumption rice farmers and 7 rice seed breeders. Data were analysed using farm income analysis and Structural Equation Modelling–Partial Least Squares (SEM-PLS). The results show that the income from rice seed breeding farming amounted to IDR 36,640,080 per hectare, which is higher than the income from consumption rice farming at IDR 26,259,133 per hectare. The SEM-PLS analysis indicates that farmers' decisions to engage in consumption rice farming are significantly influenced by cultivation techniques, income, and self-confidence, whereas decisions to adopt rice seed breeding farming are influenced by income, capital, and self-confidence. These findings indicate that rice seed breeding farming is more economically profitable; however, its adoption is still constrained by capital availability and farmers' confidence, highlighting the need for extension services and supportive policies to promote the development of rice seed breeding at the farm level.

Keywords: Consumption rice, Cultivation techniques, Decision making, Income, Seed breeding rice, SEM-PLS.

ABSTRAK

Kabupaten Ngawi penyumbang pangan padi Jawa Timur sebesar 50% dengan produksi sebesar 778 ribu ton. Kebutuhan benih padi terus meningkat seiring dengan peningkatan luas tanam dengan kebutuhan benih padi per hektar berkisar antara 25-29 kg/ha. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pendapatan usahatani padi konsumsi dan penangkar benih, serta faktor yang mempengaruhi petani dalam mengambil keputusan berusahatani padi konsumsi maupun penangkar benih. Penelitian dilakukan di Desa Pelanglor, Kecamatan Kedunggalar, Kabupaten Ngawi, menggunakan metode survei dengan 92 responden yang terdiri atas 85 petani padi konsumsi dan 7 petani penangkar benih. Analisis data meliputi analisis pendapatan dan *Structural Equation Modeling–Partial Least Squares* (SEM-PLS). pendapatan usahatani padi penangkar benih sebesar Rp36.640.080,00/ha lebih tinggi dibandingkan pendapatan usahatani padi konsumsi sebesar Rp26.259.133,00/ha. Hasil analisis SEM-PLS menunjukkan bahwa keputusan petani dalam memilih usahatani padi konsumsi dipengaruhi secara signifikan oleh teknik budidaya, pendapatan, dan kepercayaan diri, sedangkan keputusan memilih usahatani padi penangkar benih dipengaruhi oleh pendapatan, modal, dan kepercayaan diri. Hasil ini mengindikasikan bahwa usahatani padi penangkar benih lebih menguntungkan

secara ekonomi, namun penerapannya masih dipengaruhi oleh faktor permodalan dan keyakinan petani, sehingga diperlukan dukungan penyuluhan dan kebijakan yang mendorong pengembangan penangkaran benih padi di tingkat petani

Kata Kunci: Padi konsumsi, Padi penangkar benih, Pendapatan, Pengambilan keputusan, SEM-PLS, Teknik budidaya.

1 **Pendahuluan**

Sektor pertanian, meskipun tidak selalu menjadi sektor unggulan di suatu wilayah, tetap memiliki peran strategis dalam pertumbuhan ekonomi melalui kontribusinya terhadap ketahanan pangan, penyerapan tenaga kerja, penyediaan bahan baku industri, dan sumber pendapatan masyarakat. Di Indonesia, subsektor tanaman pangan, khususnya padi sebagai pangan utama, sangat krusial karena peningkatan jumlah penduduk terus mendorong permintaan beras, sementara kekurangan pasokan berpotensi menimbulkan masalah sosial, ekonomi, dan keamanan nasional. Sektor ini juga menjadi pilihan utama bagi masyarakat dengan keterampilan rendah yang tidak dapat bersaing di sektor industri maupun jasa (Fadhilah et al., 2025; Lasaksi, 2023).

Kabupaten Ngawi pada tahun 2024 mempunyai areal sawah cukup luas yaitu 128.043 ha, dengan produksi padi sawah sebesar 778 ribu ton (BPS Kab Ngawi, 2024). Berdasarkan informasi dari Balai Pengawasan dan Sertifikat Benih Tanam Pangan dan Hortikultura kebutuhan benih padi per hektar berkisar antara 25-29 kg/ha. Kebutuhan, produksi, serta jumlah kekurangan benih padi padi tahun 2021-2024 dapat dilihat pada Tabel 1. Kebutuhan benih padi di Kabupaten Ngawi terus meningkat seiring dengan peningkatan luas tanam padi. Pada tahun 2021 hingga tahun 2024 jumlah benih padi yang dibutuhkan belum tercukupi dikarenakan produksi padi yang dihasilkan tidak dapat memenuhi jumlah benih padi yang dibutuhkan. Hal ini menunjukkan bahwa pemenuhan benih padi Kabupaten Ngawi membutuhkan hasil produksi dari luar provinsi selain dari hasil produksi dalam daerah.

Tabel 1. Kebutuhan, produksi, serta jumlah kekurangan benih padi berdasarkan luas tanam di Kabupaten Ngawi tahun 2021-2024

Tahun	Luas Tanam (Ha)	Kebutuhan Benih (Kg)	Produksi Benih (Kg)	Jumlah Kekurangan Benih (Kg)
2021	146.816	3.670.400	2.564.280	1.101.120
2022	121.920	3.048.000	2.133.600	914.400
2023	124.920	3.123.000	2.180.100	936.900
2024	128.043	3.201.075	2.240.752	960.322

Desa Pelanglor, Kecamatan Kedunggalar, Kabupaten Ngawi, merupakan salah satu wilayah yang memiliki potensi besar dalam pengembangan usahatani padi, baik padi konsumsi maupun padi penangkar benih. Kedua jenis usahatani tersebut memiliki karakteristik yang berbeda, terutama dari aspek teknik budidaya, struktur biaya produksi, serta tingkat pendapatan yang dihasilkan. Usahatani padi penangkar benih memerlukan perlakuan teknis tambahan, seperti seleksi tanaman (roguing) dan pengendalian mutu

benih, yang berimplikasi pada peningkatan biaya produksi (Sultana et al., 2019; Iqbal & Juradi, 2017). Meskipun demikian, usahatani ini berpotensi menghasilkan pendapatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan padi konsumsi apabila dikelola secara optimal (Damayanti et al., 2023; Dinata et al., 2021). Hasil penelitian Dewi et al., (2023), yang dilakukan di Kecamatan Geneng Kabupaten Ngawi, pada usahatani penangkaran benih padi dan usahatani padi konsumsi menunjukkan perbedaan dalam kaitannya dengan biaya usahatani, penerimaan dan keuntungan. Pendapatan usahatani padi penangkar benih lebih tinggi dibanding dengan usahatani konsumsi. Hal ini berdampak pada keputusan petani dalam memilih jenis usahatani.

Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa usahatani padi penangkar benih cenderung memberikan pendapatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan padi konsumsi. Namun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada analisis kelayakan atau perbandingan pendapatan semata, tanpa mengkaji secara mendalam faktor-faktor perilaku dan psikologis yang memengaruhi keputusan petani dalam memilih jenis usahatani. Padahal, keputusan petani tidak hanya ditentukan oleh pertimbangan ekonomi, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor sosial, pribadi, dan psikologis.

Teori perilaku individu dalam konteks usahatani menjelaskan bahwa perilaku petani merupakan hasil interaksi antara faktor pribadi dan lingkungan. Faktor pribadi mencakup karakteristik individu seperti pengetahuan, keterampilan, dan motivasi, yang semuanya memengaruhi keputusan dan tindakan mereka dalam praktik pertanian (Fallo, 2023). faktor lingkungan baik itu sosial, ekonomi, dan budaya berperan signifikan dalam membentuk perilaku ini. Dukungan dari kelompok tani dan akses terhadap teknologi dapat mempengaruhi cara petani mengelola usahatani mereka (Rangga et al., 2024).

Pemahaman mengenai faktor-faktor yang memengaruhi keputusan petani menjadi penting untuk mendukung pengembangan usahatani padi yang berkelanjutan, khususnya penangkaran benih padi. Oleh karena itu perlu adanya analisis komprehensif yang tidak hanya membandingkan pendapatan usahatani padi konsumsi dan penangkar benih, tetapi juga mengkaji faktor-faktor yang memengaruhi keputusan petani dalam memilih jenis usahatani tersebut dengan pendekatan kuantitatif yang mampu menangkap hubungan antarvariabel secara simultan. Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan mengombinasikan analisis pendapatan dan pendekatan *Structural Equation Modeling–Partial Least Squares* (SEM-PLS) untuk menganalisis pengaruh faktor teknik budidaya, pendapatan, modal, dan kepercayaan diri terhadap keputusan petani.

2 Metode Penelitian

Teknik sampling Penelitian ini menggunakan teknik non-probability sampling, yaitu teknik pengambilan sampel yang tidak memberi peluang atau kesempatan sama bagi setiap

unsur (anggota populasi) untuk dipilih menjadi sampel (Rachman et al., 2024). Salah satu teknik pengambilan sampel yang termasuk *non-probability sampling* adalah *purposive sampling*. Penggunaan metode *purposive sampling* dan sensus sampling memperhatikan beberapa kriteria responden yaitu;

1. Petani Penangkar Benih:

Karena jumlah petani padi penangkar benih hanya 7 orang, maka seluruh populasi ini dijadikan sampel. Hal ini memungkinkan setiap anggota populasi terlibat dalam penelitian, memastikan data yang lebih komprehensif.

2. Petani Padi Konsumsi

Untuk memilih responden ini berdasarkan kriteria tertentu. Kriteria tersebut meliputi:

- a. Petani yang hanya berusahatani padi konsumsi.
- b. Petani yang hanya berusahatani padi penangkar benih.
- c. Petani sebagai penyewa penggarap.

Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan ukuran sampel adalah rumus Slovin (Majdina et al., 2024), yaitu :

$$n = \frac{N}{Ne^2 + 1}$$

Keterangan :

- n = Jumlah sampel
N = Jumlah Populasi
E = error 10%

Berdasarkan perhitungan dari rumus tersebut, maka penentuan sampel dapat diketahui dengan perhitungan sebesar 85,2 atau dibulatkan 85 responden.

Tabel 2. Jumlah Responden Penelitian di Desa Pelanglor

Jenis Usahatani Padi	Jumlah petani (Jiwa)
Padi Konsumsi	85
Padi Penangkar Benih	7
Total	92

Sumber : Data Primer, Diolah (2024)

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang berasal dari sumber asli atau data yang dikumpulkan untuk pertama kalinya oleh peneliti untuk menjawab masalah pokok yang dibahas dalam penelitian, yang diperoleh secara langsung dari sumbernya, baik melalui wawancara atau kuesioner (Rachman et al., 2024). Data primer dapat dikumpulkan dengan berbagai cara, antara lain wawancara, observasi, dan kuesioner. Menurut Wiyono (2023), biaya total adalah jumlah dari biaya tetap dan biaya tidak tetap, maka dituliskan dengan rumus sebagai berikut:

$$P = TR - TB$$

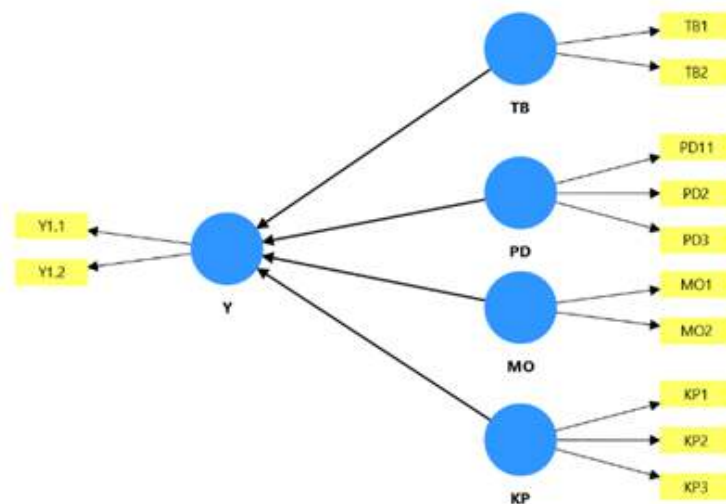
Keterangan :

P = Pendapatan

TR = Total Penerimaan

TB = Total Biaya

Sedangkan untuk menganalisis keputusan petani dalam memilih jenis usahatani digunakan analisis SEM dengan diagram jalur berikut;



Gambar 1. Diagram Jalur Analisis Jenis Usahatani Menggunakan SEM

3 Hasil dan Pembahasan

Perbedaan Teknik Budidaya

Pemanfaatan lahan di Desa Pelanglor sebagian besar dimanfaatkan untuk sektor pertanian, yaitu berupa sawah, ladang dan perkebunan. Dengan demikian, Desa Pelanglor mempunyai potensi di sektor pertanian yang cukup besar. Petani responden di Desa Pelanglor sebagian mengusahakan lahan usahatani dengan luas 0-0,50 Ha, yaitu sebanyak 3 petani (3,26%). Petani yang mengusahakan lahan dengan luas 0,51-1,00Ha juga sebanyak 44 petani (47,82%). Sedangkan petani yang mengusahakan lahan usahatani dengan luas 1,1-2 Ha sebanyak 31 petani (33,82%) dan lebih dari 2 Ha masing-masing sebanyak 14 petani (33,70%). Sebagian besar petani responden mengolah lahan usahatani dengan luas 0,51-1 Ha. Luas lahan yang diusahakan oleh petani relatif luas

Secara umum, praktik budidaya padi konsumsi dan padi penangkar benih di Desa Pelanglor menunjukkan pola yang relatif serupa pada hampir seluruh tahapan produksi, mulai dari pengolahan lahan hingga pemanenan. Kesamaan ini mengindikasikan bahwa secara teknis petani tidak menghadapi perbedaan yang signifikan dalam penerapan budidaya dasar. Tahapan pengolahan lahan, persemaian, penanaman, serta pemeliharaan tanaman dilakukan dengan pola yang sama, menyesuaikan dengan kondisi lahan dan kebiasaan petani setempat. Menurut Sultana et al., (2019), usahatani padi penangkar benih

memiliki karakteristik khusus yang membedakannya dari padi konsumsi, yaitu adanya tahapan seleksi tanaman (roguing) dan isolasi varietas yang bertujuan menjaga kemurnian dan mutu benih. Tahapan tambahan ini menuntut ketelitian, waktu, dan tenaga kerja yang lebih besar, sehingga berimplikasi pada peningkatan biaya dan kompleksitas pengelolaan. Pada tahap pemanenan, perbedaan semakin terlihat, dimana padi konsumsi umumnya dipanen menggunakan alat mekanis untuk efisiensi waktu dan biaya, sedangkan padi penangkar benih dipanen secara manual guna memungkinkan seleksi tanaman secara langsung di lapangan. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun teknik budidaya dasar relatif sama, tingkat kehati-hatian dan intensitas pengelolaan yang lebih tinggi pada penangkaran benih menjadi faktor pembeda utama yang memengaruhi struktur biaya, risiko, dan potensi pendapatan usahatani (Damayanti et al., 2023; Siregar et al., 2020).

Pendapatan Usahatani Padi Konsumsi dan Penangkar Benih

Pendapatan usahatani merupakan ukuran kinerja ekonomi yang diperoleh dari selisih antara total penerimaan (total revenue) dan total biaya produksi (total cost) yang dikeluarkan selama satu siklus tanam. Perbedaan sistem usahatani akan memengaruhi struktur biaya tetap dan biaya variabel, tingkat produktivitas, serta harga jual hasil, sehingga berdampak langsung terhadap besarnya pendapatan yang diterima petani. Berikut rata-rata biaya usahatani padi di Desa Pelanglor.

Tabel 3. Rata-rata biaya usahatani padi konsumsi dan penangkar benih di Desa Pelanglor

Uraian	Padi Konsumsi (Rp)	Padi Penangkar Benih (Rp)
Biaya Tetap		
Pajak Lahan	120.000	120.000
Sewa Lahan	8.333.333	8.333.333
Sewa Traktor	2.200.000	2.200.000
Penyusutan Peralatan	58.563	62.500
Irigasi	705.067	1.528.571
Biaya Variabel		
Benih	378.000	348.000
Pupuk	1.849.203	2.108.689
Hayati/ Pestisida	1.744.414	1.906.758
Tenaga Kerja	7.418.153	8.913.793
Total	23.806.733	25.521.644

Tabel 4. Analisis penerimaan dan pendapatan usahatani padi konsumsi dan penangkar benih

Uraian	Padi Konsumsi (Rp)	Padi Penangkar Benih (Rp)
Jumlah produksi (kg/ha)	7.365	8.755
Harga Jual (Rp/kg)	6.800	7.100
Penerimaan (Rp/kg)	50.065.866	62.161.724
Biaya Tetap	12.416.963	12.244.404
Biaya Variabel	11.389.770	12.377.240
Total Biaya	23.806.733	25.521.644
Pendapatan	26.259.133	36.640.080

Pendapatan petani padi konsumsi dan penangkar benih dipengaruhi oleh berbagai faktor ekonomi dan teknologi yang saling berkaitan. Pada usahatani padi konsumsi, petani

sering menghadapi tantangan dalam menjaga kestabilan pendapatan, terutama akibat fluktuasi biaya produksi, tingginya kebutuhan tenaga kerja, serta ketergantungan pada harga jual gabah yang relatif tidak stabil. Pola curahan kerja yang intensif, khususnya pada tahap pengolahan lahan, pemeliharaan, dan panen, turut meningkatkan biaya variabel yang harus ditanggung petani, sehingga berpotensi menekan tingkat pendapatan yang diperoleh. Kondisi ini menyebabkan margin keuntungan usahatani padi konsumsi cenderung lebih rendah, terutama ketika kenaikan biaya produksi tidak diimbangi dengan peningkatan harga jual hasil (Silvian et al., 2024; Norfahmi, 2017).

Usahatani padi penangkar benih memiliki karakteristik ekonomi yang relatif lebih menguntungkan, terutama karena penggunaan benih unggul bersertifikat yang mampu meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen. Penggunaan benih unggul tidak hanya berdampak pada peningkatan hasil per satuan luas, tetapi juga pada nilai jual produk yang lebih tinggi karena memenuhi standar mutu perbenihan (Akbar et al., 2023; Nuswardhani, 2019). Petani penangkar benih umumnya memperoleh dukungan finansial dan teknis dari produsen atau lembaga perbenihan, baik dalam bentuk penyediaan benih sumber, pendampingan teknis, maupun skema pembiayaan tertentu (Sayaka & Hidayat, 2016). Ketersediaan dan penggunaan benih bersertifikat terbukti memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan pendapatan petani dibandingkan dengan penggunaan benih non-sertifikat, baik dari sisi kuantitas maupun kualitas produksi (Angelia & Kurniawan, 2024; Iqbal & Juradi, 2017).

Keputusan Petani dalam memilih Usahatani Padi

Berdasarkan hasil instrumen kuesioner dan uji coba instrumen kuesioner, masing-masing variabel dengan total 11 pernyataan dinyatakan valid dan reliabel karena nilai rhitung > rtabel dan nilai *Cronbach's Alpha* > 0,6. Selanjutnya, untuk mendapatkan nilai tersebut, diperlukan beberapa langkah, seperti memeriksa *outer loadings* untuk menganalisis validitas konvergen, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Validitas Diskriminan Padi Konsumsi					
Indikator	KP	MO	PD	TB	Y
KP1	0,770				
KP2	0,726				
KP3	0,876				
MO1		0,920			
MO2		0,937			
PD1			0,861		
PD2			0,671		
PD3			0,788		
TB1				0,909	
TB2				0,941	
Y1					1,000

Tabel 6. Validitas Diskriminan Padi Penangkar Benih

Indikator	KP	MO	PD	TB	Y
KP1	0,780				
KP2	0,851				
KP3	0,820				
MO1		0,827			
MO2		0,946			
PD1			0,803		
PD2			0,836		
PD3			0,945		
TB1				0,979	
TB2				0,748	
Y					1,000

Setiap variabel laten Teknik Budidaya, Pendapatan, Modal dan Kepercayaan Diri sudah diatas 0,7 ada satu yang bernilai 0,6 tetapi hasil masih dapat terima sehingga model telah memenuhi kriteria validitas konvergen. Langkah selanjutnya adalah menilai validitas diskriminan dengan memeriksa *cross loading*.

Tabel 7. Hasil Uji Reliabilitas Usahatani Padi Konsumsi

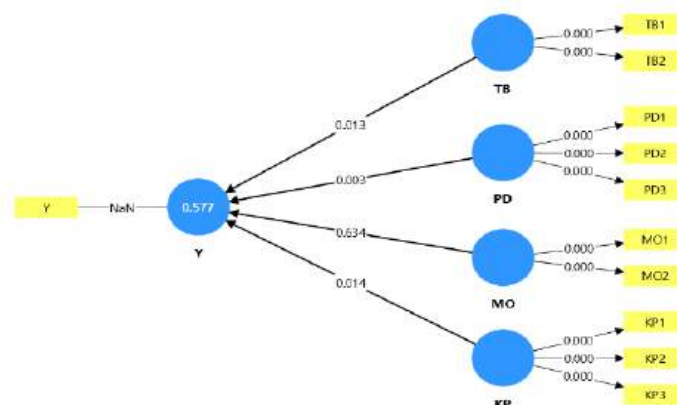
Indikator	Cronbach's alpha	Composite reliability	AVE
KP	0,720	0,836	0,631
MO	0,840	0,926	0,862
PD	0,672	0,804	0,579
TB	0,833	0,922	0,856

Tabel 8. Uji Reliabilitas pada Usahatani Padi Penangkar Benih

Indikator	Cronbach's alpha	Composite reliability	AVE
KP	0,777	0,858	0,669
MO	0,750	0,882	0,789
PD	0,873	0,898	0,746
TB	0,747	0,861	0,759

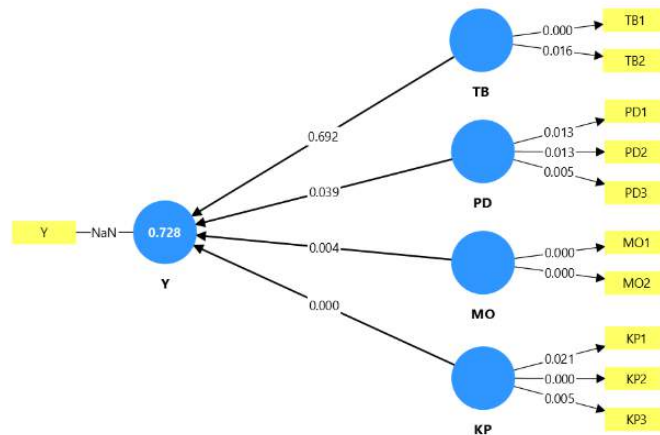
Konstruk pada Tabel 7 dan Tabel 8 Kepercayaan, Modal, Pendapatan dan Teknik Budidaya memenuhi kriteria ini dengan baik, memiliki nilai *cronbach's alpha* diatas 0.7, serta *composite reliability*. Diatas 0.8, nilai yang tinggi menunjukkan reliabilitas yang lebih baik. Sedangkan nilai AVE dari masing-masing indikator memenuhi yaitu >0.5. Berikut hasil uji *bootstrapping* untuk pengujian hipotesis pada penelitian ini :

a. *Bootstrapping* pada Usahatani Padi Konsumsi



Gambar 2. Uji *Bootstrapping* Usahatani Padi Konsumsi SmartPLS 4

b. *Bootstrapping* pada Usahatani Padi Penangkar Benih



Gambar 2. Bootstrapping Usahatani Padi Penangkar Benih menggunakan *SmartPLS 4*

Keterangan : TB : Teknik Budidaya, PD: Pendapatan, Mo: Modal, KP: Kepercayaan Diri

Pengujian hipotesis menggunakan nilai t-statistik dengan alpha 5%, nilai t- statistik yang digunakan adalah 1,96 dan nilai dari koefisien jalur. Selain itu, untuk menguji hipotesis dapat menggunakan nilai p-value < 0,05. Berikut hasil uji hepotesis usaha tani padi dan penangkar benih.

Tabel 9. Hasil uji hipotesis usahatani padi konsumsi

Indikator	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	P values
KP -> Y	0.279	0.277	0.113	2.467	0.014
MO -> Y	-0.077	-0.071	0.161	0.477	0.063
PD -> Y	0.310	0.305	0.104	2.972	0.003
TB -> Y	0.385	0.386	0.154	2.506	0.013

Tabel 10. Hasil uji hipotesis usahatani padi penangkar benih

Indikator	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	P values
KP -> Y	-0.635	-0.590	0.140	4.546	0.000
MO -> Y	-0.418	-0.387	0.141	2.961	0.004
PD -> Y	0.372	0.295	0.178	2.093	0.039
TB -> Y	-0.070	-0.050	0.176	0.398	0.692

Pada penelitian ini teknik budidaya berpengaruh signifikan dan bernilai positif terhadap keputusan petani dalam memilih usatani padi konsumsi. Teknik budidaya yang dilakukan pada padi konsumsi dilakukan secara terus menerus sehingga menjadi kebiasaan dengan teknik yang sama hanya saja yang membedakan pada alat yang digunakan. Teknik budidaya pada usahatani padi penangkar benih tidak berpengaruh dan bernilai negatif. Teknik budidaya yang dilakukan di produksi padi penangkar benih lebih rumit sedikit yaitu adanya proses seleksi tanaman yang tidak sesuai dengan bibit yang ditanam yang akan dijadikan benih. Mita (2018), menambahkan bahwa secara teknis, petani di Kabupaten

Pesawaran tidak menghadapi kendala apa pun dalam membudidayakan benih padi bersertifikat. Budidayanya hampir sama atau tidak terlalu berbeda dengan budidaya padi konsumsi, meskipun ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan secara cermat.

Pada saat penelitian petani di Desa Pelanglor juga menyadari bahwa mereka juga mengetahui akan pendapatan usahatani padi penangkar benih memiliki hasil yang lebih tinggi daripada usahatani padi konsumsi. Petani di Desa Pelanglor masih ragu akan harga yang belum stabil nanti apabila mereka beralih ke padi penangkar benih. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pendapatan berpengaruh signifikan dan bernilai positif terhadap keputusan petani dalam memilih usahatani padi penangkar benih. Meskipun masih sedikit petani yang menjalani usahatani padi penangkar benih, tidak menutup kemungkinan akan bertambahnya petani lain yang juga melakukan usahatani penangkar benih ini. Petani padi penangkar benih di Desa Pelanglor sudah merasakan bahwa pendapatan yang diperoleh dalam melakukan usahatani padi penangkar benih lebih tinggi.

Variabel modal tidak berpengaruh dan bernilai negatif terhadap keputusan petani dalam memilih usahatani padi konsumsi. Jumlah modal yang kecil maupun besar tidak menjadikan masalah para petani untuk tetap melanjutkan usahatani padi konsumsinya. Besarnya modal yang dikeluarkan tergantung pada perawatan yang dilakukan pada tanaman padi. Modal berpengaruh signifikan dan bernilai negatif terhadap keputusan petani dalam memilih usahatani padi penangkar benih. Semakin besar modal yang dimiliki petani, semakin kecil kemungkinan mereka memilih usahatani padi penangkar benih.

Variabel kepercayaan petani berpengaruh signifikan dan bernilai positif terhadap keputusan petani dalam memilih usahatani padi konsumsi. Petani di Desa Pelanglor mempunyai tingkat kepercayaan diri yang tinggi, akan keterampilan yang dimilikinya ketika berusahatani padi konsumsi. Pengalaman berusahatani yang dimiliki petani disana juga menjadi faktor yang memicu tingkat kepercayaan diri para petani padi konsumsi. Menurut Ningrum (2023), kepercayaan diri petani, dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pengalaman usahatani, pengetahuan, sikap, keterampilan, dukungan sosial, dan konsep diri yang terbentuk melalui interaksi sosial. Adanya dukungan sosial dari keluarga, teman, dan lingkungan sekitar, serta konsep diri yang positif juga berperan penting dalam membangun kepercayaan diri petani. Hasil pengujian menunjukkan bahwa variabel kepercayaan diri petani berpengaruh signifikan dan bernilai positif terhadap keputusan petani dalam memilih usahatani padi penangkar benih. Petani di Desa Pelanglor mempunyai kepercayaan diri yang tinggi apabila ada dorongan maupun dukungan dari orang yang lebih mengerti inovasi. Petani membutuhkan dukungan yang besar dari pemerintah yang bertugas di Penyuluhan yang dilakukan di Desa Pelanglor guna memperkuat kepercayaan diri petani di sana terhadap inovasi dan teknologi yang baru.

4 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa teknik budidaya usahatani padi konsumsi dan padi penangkar benih pada dasarnya relatif serupa, mulai dari pengolahan tanah hingga panen, namun usahatani penangkar benih memiliki tahapan tambahan berupa *roguing* dan isolasi tanaman yang berfungsi menjaga mutu benih. Usahatani padi penangkar benih di Desa Pelanglor memberikan pendapatan yang lebih tinggi dibandingkan padi konsumsi, sehingga dinilai lebih menguntungkan secara finansial. Keputusan petani dalam memilih usahatani padi konsumsi dipengaruhi secara signifikan oleh faktor kepercayaan, pendapatan, dan teknik budidaya, sedangkan keputusan memilih usahatani penangkar benih dipengaruhi oleh kepercayaan, pendapatan, dan modal, yang menunjukkan bahwa aspek ekonomi dan keyakinan petani menjadi determinan utama dalam pemilihan jenis usahatani.

Daftar Pustaka

- Akbar, K., Indra, I., & Rahmaddiansyah, R. (2023). Dampak Penggunaan Benih Unggul Inpari-32 Bersertifikat Terhadap Produktivitas dan Pendapatan Petani Padi di Kecamatan Meureudu, Kabupaten Pidie Jaya. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8(1), 164–179. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v8i1.23366>
- Angelia, N., & Kurniawan, R. (2024). Analisis Perbandingan Pendapatan Usahatani Padi Sawah Tadah Hujan Pengguna Benih Padi Bersertifikat Dengan Benih Non Sertifikat Di Desa Embacang Baru Ilirkecamatan Karang Jaya Kabupaten Muratara. *Societa: Jurnal Ilmu-Ilmu Agribisnis*, 13(1), 58. <https://doi.org/10.32502/jsct.v13i1.8477>
- Anisa Purwa Ningrum & Rajiyem. (2023). Konsep Diri Petani Milenial. *KAGANGA KOMUNIKA: Journal of Communication Science*, 5(2), 169–178. <https://doi.org/10.36761/kagangakomunika.v5i2.3320>
- BPS Kab Ngawi. (2025). *Luas Panen dan Produksi Padi di Kabupaten Ngawi 2024 (Angka Sementara)*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Ngawi.
- Damayanti, U., Fitriyana, G., & Rk, R. (2023). Analisis Pendapatan Dan Kelayakan Usahatani Penangkaran Benih Padi Di Desa Sako Kecamatan Rambutan Kabupaten Banyuasin. *Societa: Jurnal Ilmu-Ilmu Agribisnis*, 11(2), 84. <https://doi.org/10.32502/jsct.v11i2.5576>
- Dewi, T. K., Lusiana, L., Adiwijaya, H. D., Hermawan, B., & Maulani, N. W. (2023). Pengaruh Dosis Sekam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Varietas Inpari 32. *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 11(2), 329. <https://doi.org/10.35138/paspalum.v11i2.624>
- Dinata, M., Masithoh, S., & Miftah, H. (2021). Analisis Usahatani Padi Konsumsi Dan Penangkar Benih Di Desa Purwabakti Kecamatan Pamijahan Kabupaten Bogor. *JURNAL AGRIBISAINS*, 7(1), 1–10. <https://doi.org/10.30997/jagi.v7i1.4365>
- Fadhilah, K. N., Fitriyah, F. N., & Purnama, C. (2025). Tata Kelola Sektor Pertanian Sebagai Penunjang Pertumbuhan Perekonomian Indonesia. *Jurnal Ilmiah Akuntansi Publik, Manajemen Dan Perbankan*, 1(2), 70–77. <https://doi.org/10.61166/jiapmp.v1i2.13>
- Fallo, Y. M. (2023). Perilaku Bisnis Petani Pada Usahatani Padi Sawah Non Irigasi di Kabupaten Timor Tengah Utara, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *AGRIMOR*, 8(2), 93–100. <https://doi.org/10.32938/ag.v8i2.2096>
- Iqbal, M., & Juradi, M. A. (2017). Komparasi Analisis Kelayakan Usahatani Penangkaran

- Benih Padi Dan Usahatani Padi Konsumsi Di Provinsi Sulawesi Tengah. *SEPA: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 11(2), 216. <https://doi.org/10.20961/sepa.v11i2.14182>
- Lasaksi. (2023). Analisis Peran Sektor Pertanian Terhadap Perekonomian. *Lentera: Multidisciplinary Studies*, 1(3), 165–171.
- Majdina, N. I., Pratikno, B., & Tripena, A. (2024). Penentuan Ukuran Sampel Menggunakan Rumus Bernoulli Dan Slovin: Konsep Dan Aplikasinya. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Pendidikan Matematika*, 16(1), 73. <https://doi.org/10.20884/1.jmp.2024.16.1.11230>
- Mita, Y. T., Haryono, D., & Marlina, L. (2018). Analisis Pendapatan Dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pengambilan Keputusan Usahatani Penangkaran Benih Padi Di Kabupaten Pesawaran. *Jurnal Ilmu Ilmu Agribisnis: Journal of Agribusiness Science*, 6(2), 125–132. <https://doi.org/10.23960/jiia.v6i2.2777>
- Norfahmi, F. (2017). Analisis Curahan Kerja Rumah Tangga Petani Pada Usahatani Padi Dan Dampaknya Terhadap Pendapatan Keluarga. *Informatika Pertanian*, 26(1), 13. <https://doi.org/10.21082/ip.v26n1.2017.p13-22>
- Nuswardhani, S. K. (2019). Kajian Serapan Benih Padi Bersertifikat Di Indonesia Periode 2012– 2017. *Agrika*, 13(2), 162. <https://doi.org/10.31328/ja.v13i2.1207>
- Rachman, A., Yochanan, E., Samanlangi, A. I., & Purnomo, H. (2024). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. CV Saba Jaya Publisher.
- Rangga, K. K., Listiana, I., & Safitri, A. (2024). Dukungan Kelompok Tani Terhadap Perilaku Petani Padi Organik Dalam Budidaya Yang Ramah Lingkungan: Perilaku Petani Padi Organik Dalam Budidaya Yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 24(2), 161–170. <https://doi.org/10.25181/jppt.v24i2.3075>
- Sayaka, B., & Hidayat, D. (2016). Sistem Perbenihan Padi dan Karakteristik Produsen Benih Padi di Jawa Timur. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 13(2), 185. <https://doi.org/10.21082/akp.v13n2.2015.185-202>
- Silvian, T., Yunita, & Yoga Hekmahtiar. (2024). Alih Fungsi Lahan dan Pengaruhnya terhadap Pendapatan serta Pola Konsumsi Rumah Tangga Petani di Desa Muktijaya Kabupaten Ogan Komering Ilir. *JURNAL PANGAN*, 33(2). <https://doi.org/10.33964/jp.v33i2.855>
- Siregar, S., Pengestu, P., & Harahap, M. (2020). Development Strategy Certified Rice Seed Breeder Group Mitra Jaya Melati II Village Perbaungan District Serdang Bedagai Regency. *JASc (Journal of Agribusiness Sciences)*, 3(2), 69–76. <https://doi.org/10.30596/jasc.v3i2.4615>
- Sultana, A., Salim, M., Kader, M. A., Akter, Md. B., Kamruzzaman, M., & Hoque, Md. I. (2019). Effect of Different Levels of Nitrogen & Phosphorus Fertilizer and Roguing on Seed Production of Rice in Bangladesh. *International Journal of Plant & Soil Science*, 1–8. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2019/v27i430084>
- Wiyono, Y. (2023). Analisis Kelayakan Bisnis Padi Sawah (*Oryza Sativa*, L) Di Desa Sumberarum Kecamatan Dander Kabupaten Bojonegro. *Oryza - Jurnal Agribisnis dan Pertanian Berkelanjutan*, 8(1), 19–25. <https://doi.org/10.56071/oryza.v8i1.619>

Analisis Efektivitas Kelompok Dalam Meningkatkan Produksi Padi Di Desa Leran Kecamatan Kalitidu Kabupaten Bojonegoro

Ana Safira Putri¹, Teguh Soedarto², Taufik Setyadi³

^{1,2,3} Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Jln. Rungkut Madya, Gunung Anyar, Kecamatan Gunung Anyar, Surabaya, Jawa Timur

² Email : teguh_soedarto@upnjatim.ac.id

Submit : 06-07-2025

Revisi : 30-07-2025

Diterima : 12-08-2025

ABSTRACT

Farmer groups have great potential to improve the knowledge and skills of their members, as well as encourage innovative agriculture. However, the effectiveness of farmer groups can vary depending on the productivity and satisfaction of members. In Leran Village, there are still obstacles to developing farmer groups. This study aims to describe the effectiveness of farmer groups in increasing production in Leran Village, Kalitidu District, Bojonegoro Regency. Using primary data collected through interviews with 90 farmer respondents and analyzed using descriptive statistics, this study is expected to provide a clearer picture of the effectiveness of farmer groups in Leran Village. The results showed that group characteristic factors, work or task function factors, and external group factors have an essential role in the effectiveness of farmer groups in Leran Village. The group characteristic factor has a high average value (40.33), indicating fairly good farmer group characteristics. The work or task function factor runs well, with an average value of 78.87. External group factors, such as support from the village head and community, also play an essential role, with an average value of 39.58. The analysis results are that the effectiveness of farmer groups in Leran Village has an average of 26.54 with a standard deviation of 3.27, indicating a high and even level of effectiveness. Farmer groups in Leran Village have the potential to develop into social and economic institutions at the village level and can become partners in agricultural development programs. Thus, this study can be the basis for policies and practical interventions to improve the performance of farmer groups. Effective farmer groups can be an example for other groups in increasing farmer production and income.

Keywords: Effectiveness, External support, Farmer groups, Group characteristics, Task function, Productivity.

ABSTRAK

Kelompok tani memiliki potensi besar untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan anggotanya, serta mendorong pertanian yang inovatif. Namun, efektivitas kelompok tani dapat bervariasi tergantung pada produktivitas dan kepuasan anggota. Di Desa Leran, masih terdapat hambatan dalam perkembangan kelompok tani. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan efektivitas kelompok tani dalam meningkatkan produksi di Desa Leran, Kecamatan Kalitidu, Kabupaten Bojonegoro. Dengan menggunakan data primer yang dikumpulkan melalui wawancara dengan 90 responden petani dan dianalisis menggunakan statistik deskriptif, penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih jelas tentang efektivitas kelompok tani di Desa Leran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor karakteristik kelompok, faktor pekerjaan atau fungsi tugas, dan faktor eksternal kelompok memiliki peran penting dalam efektivitas kelompok tani di Desa Leran. Faktor karakteristik kelompok memiliki rata-rata nilai yang tinggi (40,33), menunjukkan karakteristik kelompok tani yang cukup baik. Faktor pekerjaan atau fungsi tugas berjalan dengan baik, dengan rata-rata nilai 78,87. Faktor eksternal kelompok, seperti dukungan kepala desa dan masyarakat, juga berperan penting dengan rata-rata nilai 39,58. Hasil analisis yaitu efektivitas kelompok tani di Desa Leran memiliki rata-rata 26,54 dengan standar deviasi 3,27, menunjukkan tingkat efektivitas yang tinggi dan merata. Kelompok tani di Desa Leran berpotensi

berkembang menjadi lembaga sosial dan ekonomi di tingkat desa dan dapat menjadi mitra dalam program pembangunan pertanian. Dengan demikian, penelitian ini dapat menjadi dasar kebijakan dan intervensi praktis untuk meningkatkan kinerja kelompok tani. Kelompok tani yang efektif dapat menjadi contoh bagi kelompok lain dalam meningkatkan produksi dan pendapatan petani.

Kata kunci: Efektivitas, Faktor eksternal, Fungsi tugas, Karakteristik kelompok, Kelompok Tani, Produksi padi.

1 Pendahuluan

Pertanian memainkan perannya dalam perekonomian Indonesia, tidak hanya sebagai sumber pangan bagi masyarakat pedesaan tetapi juga sebagai penumbang terbesar PDB negara. Pada triwulan III tahun 2024, PDB sektor pertanian mencapai Rp5.638,9 triliun, menunjukkan pertumbuhan sebesar 1,50% dibandingkan triwulan sebelumnya dan 4,95% dibandingkan periode yang sama tahun sebelumnya (BPS, 2024). Ini menegaskan pentingnya sektor pertanian dalam perekonomian Indonesia. Di Indonesia, terdapat 737.115 kelompok tani pada tahun 2023, yang mencakup berbagai kelas dari pemula hingga utama (BPPSDMP, 2023). Kelompok tani berfungsi sebagai wadah untuk meningkatkan pengetahuan, keterampilan, kerja sama antar petani, serta memfasilitasi kegiatan usahatani yang lebih efektif dan efisien (Effendy & Apriani, 2018).

Provinsi Jawa Timur memiliki peran penting dalam sektor pertanian, dengan banyak penduduknya bekerja sebagai petani dan bergabung dalam kelompok tani. Data kelompok tani di Jawa Timur mencapai 50.161 yang terbagi menjadi beberapa kelas, mulai dari pemula hingga utama. Sektor pertanian di Jawa Timur memegang peran penting dalam ekonomi regional dengan komoditas unggulan seperti padi, jagung, kedelai, dan tembakau (BPPSDMP, 2023). Kabupaten Bojonegoro memiliki potensi dalam bidang pertanian yang besar, berkat luas lahan pertanian yang mencapai 83.195 ha dan kondisi geografis yang mendukung. Berdasarkan data tahun 2023, terdapat 1.071 kelompok tani di Kabupaten Bojonegoro. Namun, kabupaten ini masih menghadapi tantangan seperti akses terhadap teknologi, efektivitas kelompok tani yang perlu ditingkatkan, dan keberlanjutan efektivitas. Kecamatan Kalitidu merupakan sentra pertanian di Kabupaten Bojonegoro yang telah menerapkan teknologi pertanian dan pembinaan kelompok tani untuk meningkatkan produktivitas (DKPP Kab. Bojonegoro, 2023).

Kecamatan Kalitidu merupakan salah satu sentra pertanian di Bojonegoro yang memiliki banyak kelompok tani aktif. Berdasarkan data DKPP Kabupaten Bojonegoro tahun 2023, Kecamatan Kalitidu mempunyai 53 kelompok tani yang sudah menjalankan beberapa upaya untuk meningkatkan produktivitas dengan cara melalui penerapan pada teknologi pertanian dan pembinaan pada kelompok tani. Efektivitas kelompok tani yang ada di Kecamatan Kalitidu tergolong beragam, dengan beberapa kelompok tani dapat mencapai produktivitas yang tinggi serta dapat meningkatkan kepuasan pada anggotanya (DKPP Kab. Bojonegoro, 2023).

Desa Leran memiliki 8 kelompok tani dengan jumlah setiap anggotanya yang bervariasi. Meskipun terdapat beberapa kelompok tani yang telah mendukung beberapa aktivitas pertanian yang ada di masyarakat, tetapi masih terdapat beberapa tantangan yang harus dihadapi, contohnya kurangnya pengetahuan tentang manajemen kelompok serta adanya keterbatasan akses terhadap program pemerintah. Namun, beberapa kelompok tani yang ada di Desa Leran perlu meningkatkan efisiensi dalam hal menjalankan fungsi serta tanggung jawabnya.

Beberapa manfaat yang didapatkan dengan bergabung dengan kelompok tani diantaranya peningkatan pengetahuan serta keterampilan dengan melalui pertukaran informasi serta pengalaman, serta adanya akses yang baik terhadap sumber daya dan inovasi pertanian. Hal ini dapat meningkatkan produktivitas serta keberlanjutan usahatani. Efektivitas kelompok tani diukur dari kemampuan dalam mencapai tujuan dalam kelompok tani, yaitu dengan meningkatkan produktivitas serta kepuasan anggota. Menurut Permatasari et al., (2020), faktor yang berpengaruh terhadap efektivitas kelompok tani seperti karakteristik kelompok (kepemimpinan, kekompakan, dan intensitas rapat), fungsi tugas (memberi informasi, memuaskan, koordinasi, inisiatif, dan partisipasi), serta faktor eksternal (dukungan dari pimpinan dan keadaan tempat).

2 Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Leran pada bulan Januari 2025. Pemilihan lokasi dilakukan secara purposive dengan mempertimbangkan relevansi dengan permasalahan yang diteliti. Sebanyak 90 petani dipilih dari 915 petani yang ada di Desa Leran yang sudah bergabung dalam kelompok tani dengan menggunakan metode purposive sampling. Karakteristik sampel yang telah ditentukan dalam penelitian ini meliputi petani yang telah bergabung dalam kelompok tani, bertempat tinggal di Desa Leran, Usia tidak kurang dari 18 tahun, telah menyelesaikan pendidikan minimal SD, dan jenis kelamin perempuan serta laki-laki. Penelitian ini menggunakan data primer yang telah diperoleh melalui wawancara dengan kuesioner yang telah dibuat dan data sekunder dari lembaga terkait, serta analisis statistik deskriptif untuk menjawab tujuan penelitian.

Analisis statistik deskriptif digunakan untuk menggambarkan dan meringkas data yang telah terkumpul dengan cara menyajikan data dalam bentuk tabel, grafik, dan diagram, serta menghitung statistik seperti rata-rata, standar deviasi, dan presentase (Siregar, 2021). Untuk menghitung rata-rata skor menggunakan perhitungan sebagai berikut :

Rumus range = nilai skor tertinggi – nilai skor terendah

$$\text{Rata – rata} = \frac{5-1}{5} = 0,8$$

Sehingga interpretasi skor yaitu :

- a. 1,0 – 1,8 = sangat buruk
- b. 1,81 – 2,61 = buruk
- c. 2,62 – 3,42 = cukup
- d. 3,42 – 4,23 = baik
- e. 4,24 – 5,0 = sangat baik

3 Hasil dan Pembahasan

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Desa Leran, yang terletak di Kecamatan Kalitidu Kabupaten Bojonegoro, terbagi menjadi empat dusun : Kalipang, Sidokumpul, Kuce , dan Leran. Luas wilayah 1592 Ha, memiliki potensi besar di bidang pertanian (1.000 Ha tanah sawah) dan 50 Ha tanah pemukiman. Tanah basah seluas 40 Ha dan tanah bengkok seluas 52 Ha. Menurut Khoiriyah & Ma'ruf, (2022) Desa Leran dibatasi oleh desa-desa lain yaitu

Sebelah Barat : Desa Ngujo Kecamatan Kalitidu.

Sebelah Timur : Desa Sukoharjo Kecamatan Kalitidu

Sebelah Utara : Desa Ngringinrejo Kecamatan Kalitidu

Sebelah Selatan : Desa Ngumpakdalem Kecamatan Dander

Desa Leran terletak 12 km dari pusat pemerintahan kecamatan dan 18 km dari pusat pemerintahan kota. Jaraknya dari ibu kota provinsi adalah 116,9 km. Pada tahun 2024, Desa Leran memiliki 37 RT. Penduduk di Desa Leran sebagian besar bermata pencaharian sebagai petani. Dimana dapat dilihat dengan adanya data tentang luas lahan pada tanaman pangan sebesar 894 Ha yang merupakan tanaman padi. Masyarakat di Desa Leran tidak hanya menanam padi melainkan masyarakat di Desa Leran menanam kacang tanah, kangkung, kacang panjang, dan jagung. Masyarakat di Desa Leran juga sebagian memiliki hewan ternak yaitu ayam, bebek, sapi, dan kambing.

Desa Leran memiliki potensi ekonomi yang kuat di bidang pertanian dan jasa pertanian, didukung oleh luas lahan produktif sebesar 894 Ha. Kondisi fisik desa meliputi topografi, geologi, dan hidrografi yang mempengaruhi perencanaan kawasan. Desa Leran memiliki curah hujan 2,450 mm, dengan musim hujan selama 6 bulan, kelembaban 42% dan suhu rata-rata harian 32°C (Kinanti & Amanah, 2017).

Karakteristik Responden

Karakteristik responden berpengaruh terhadap perilaku usaha tani, kapasitas kelembagaan, dan tingkat adopsi inovasi. Variabel jenis kelamin, umur dan tingkat pendidikan, mencerminkan dinamika internal kelompok serta kemampuan kolektif petani dalam mengelola usaha tani secara berkelanjutan (Haslinda et al., 2024). Berikut karakteristik responden menurut jenis kelamin.

Tabel 1. Karakteristik Responden Menurut Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	Responden	Persentase
Laki-laki	84	93%
Perempuan	6	7%
Total	90	100%

Responden berjenis kelamin laki-laki sebanyak 93% dan perempuan hanya 7%, menunjukkan bahwa petani laki-laki lebih dominan dalam kelompok tani di Desa Leran. Hal ini dapat menyebabkan ketimpangan partisipasi berdasarkan jenis kelamin, yang berpotensi mempengaruhi efektivitas kelompok tani dari segi karakteristik kelompok, kerja/fungsi tugas, dan faktor eksternal.

Keefektifan kelompok tani dapat tercermin dari peran serta latar belakang beragam anggotanya, termasuk perempuan yang berperan dalam pengolahan hasil pertanian dan kegiatan rumah tangga. Keberagaman keanggotaan berdampak positif dan dinamika dan efektivitas kelompok tani. Ketidakseimbangan dalam kelompok tani juga dapat mempengaruhi fungsi tugas dan kerja sama antar anggota, sehingga partisipasi dan potensi sumber daya manusia tidak termanfaatkan secara optimal. Dominasi laki-laki dalam pengambilan keputusan dapat mengurangi keterlibatan perempuan, yang berdampak pada kurangnya partisipasi dan informasi. Rendahnya partisipasi dalam kelompok tani dapat menyebabkan informasi yang tidak optimal (Muchtar, 2017; Saepudin Ruhimat, 2017).

Keterlibatan perempuan dalam program pada faktor eksternal kelompok masih belum optimal dalam pelaksanaan penyuluhan, dukungan, dan pelatihan dari pemerintah. Menurut Indrianti et al., (2022), program eksternal yang tidak menyeluruh dapat menyebabkan pelatihan hanya dinikmati oleh sebagian kelompok, sehingga menurunkan efektivitas kelompok tani. Oleh karena itu, Desa Leran perlu menerapkan pendekatan yang lebih seimbang antara laki-laki dan perempuan untuk mengoptimalkan potensi masyarakat dan meningkatkan kontribusi pada kelompok tani.

Usia dan tingkat energi kerja mempengaruhi partisipasi anggota kelompok tani. Dominasi usia produktif dalam kelompok tani dapat memperkuat kesamaan dan semangat kerja antar anggota, sehingga meningkatkan kekompakan dan koordinasi (Miftahuddin et al., 2019). Karakteristik umur responden disajikan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2 Karakteristik Umur Responden

Umur	Responden	Persentase
18-25 tahun	6	7%
26-35 tahun	28	31%
36-45 tahun	33	37%
46-60 tahun	23	26 %
Total	90	100%

Sesuai tabel 2 menunjukkan bahwa pada penelitian ini didominasi oleh kelompok dengan usia yang produktif yaitu usia 26-45 tahun yang mempunyai kapasitas pemahaman,

fisik, dan juga keterampilan yang lebih optimal untuk mendukung serta mengikuti kegiatan pada kelompok tani (Ibrahim et al., 2015). Menurut Miftahuddin et al., (2019), usia dan tingkat energi kerja mempengaruhi partisipasi anggota kelompok tani. Rendahnya partisipasi generasi muda (18-25 tahun) yang hanya 7% menunjukkan lemahnya regenerasi petani, yang dapat mengancam kesinambungan kelompok tani dalam jangka panjang karena kurangnya minat generasi muda pada pertanian. Oktaviani & Rozci (2024), menambahkan bahwa generasi muda kurang tertarik pada kelompok tani karena kurangnya dukungan, akses modal yang terbatas, dan persepsi negatif tentang profesi petani.

Anggota kelompok tani yang berusia 46-60 tahun dapat memberikan kontribusi berharga melalui pengalaman dan kepemimpinan informal. Efektivitas kelompok tani dapat ditingkatkan dengan kerja sama antara anggota yang lebih muda dan lebih tua, serta dukungan dari pihak luar seperti penyuluhan pertanian. Dengan kombinasi faktor internal yang kuat dan dukungan eksternal yang memadai, kelompok tani di Desa Leran memiliki potensi besar untuk menjadi kelompok tani yang efektif dan berkelanjutan.

Tingkat pendidikan dapat mempengaruhi kemampuan petani dalam memahami informasi pertanian dan mengadaptasi teknologi baru (Fita Dwi Untari et al., 2022). Berikut karakteristik pendidikan responden kelompok tani di Desa Leran.

Tabel 3 Karakteristik Pendidikan Responden

Pendidikan Terakhir	Responden	Persentase
SD	19	21%
SMP	30	33%
SMA	41	46%
Total	90	100%

Petani yang berpendidikan menengah keatas (46%) mempunyai kemampuan pada komunikasi yang efektif serta dapat berpartisipasi aktif dalam pelatihan serta kegiatan kelompok, sehingga dapat meningkatkan kinerja kelompok tani yang signifikan (Hermawan et al., 2017). Fita Dwi Untari et al., (2022) menyatakan bahwa dengan tingkat pendidikan formal yang tinggi dapat memungkinkan petani untuk lebih efektif dalam penyusunan rencana pada usahatani serta pengelolaan keuangan kelompok. Sesuai sudut pandang faktor ciri kelompok dengan keberagaman pada tingkat pendidikan pada kelompok dapat memungkinkan pembagian peran yang lebih efektif. Anggota kelompok tani yang mempunyai latar belakang pendidikan yang jauh lebih tinggi bisa berperan sebagai penggerak suatu inovasi pada pengelolaan administrasi pada kelompok tani.

Tingkat pendidikan ditinjau dari faktor pekerjaan atau fungsi tugas dapat meningkatkan keterlibatan aktif anggota dalam diskusi, kolaborasi antar kelompok tani, dan proses pengambilan keputusan dalam kelompok tani. Petani yang memiliki pendidikan yang baik akan cenderung mudah adaptif pada kegiatan atau hal baru dan bisa berbagi pengetahuan dengan anggota lainnya yang memiliki pendidikan yang masih rendah.

Kelompok tani dengan mayoritas berpendidikan SMA lebih responsif pada program penyuluhan serta lebih cepat menerapkan inovasi di bidang pertanian (Hulyatussyamsiah, S. N., Hartono, R., & Anwarudin, 2019).

Analisis Deskriptif

Analisis deskriptif dilakukan untuk menggambarkan kondisi dan dinamika kelompok tani berdasarkan beberapa faktor utama, yaitu faktor karakteristik kelompok, faktor pekerjaan atau fungsi tugas, faktor eksternal kelompok, dan efektivitas kelompok tani. Berikut hasil uji analisis deskriptif kelompok tani di Desa Leran.

Tabel 4 Hasil Uji Analisis Deskriptif

	Descriptive Statistics				
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
faktor karakteristik kelompok	90	27,00	45,00	40,3333	5,10783
faktor pekerjaan atau fungsi tugas	90	57,00	90,00	78,8667	9,94276
faktor eksternal kelompok	90	30,00	45,00	39,5778	5,05915
efektivitas kelompok tani	90	16,00	30,00	26,5444	3,27112
Valid N (listwise)	90				

Berdasarkan pada tabel 4 diatas, kelompok tani secara umum mempunyai karakteristik yang dapat mendukung adanya efektivitas kelompok tani (Nilai rerata 40,3333) dan menunjukkan adanya variasi yang moderat pada anggota kelompok (standar deviasi 5,10783). Faktor karakteristik kelompok ini menunjukkan bahwa karakteristik kelompok tani yang cukup baik dalam kepemimpinan, kekompakan dan intensitas pertemuan kelompok yang diadakan. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian besar anggota kelompok tani mempunyai ciri yang cukup kuat, namun ada beberapa yang perlu ditingkatkan. Menurut Rimbawati et al., (2018), karakteristik yang kuat meliputi struktur dan peran anggota dapat berkontribusi signifikan pada efektivitas kelompok tani. Kelompok tani di Desa Leran pada penelitian ini perlu peningkatan kinerja agar struktur kelompok menjadi lebih kuat. Pendidikan dan pelatihan menjadi solusi untuk meningkatkan kompetensi pada anggota kelompok tani sehingga efektivitas kelompok tani juga akan meningkat.

Faktor pekerjaan atau fungsi tugas meliputi memberi informasi, koordinasi, inisiatif, dan partisipasi pada kelompok tani Desa Leran berjalan dengan baik (Tabel 4). Kegiatan pelatihan dan penyuluhan yang diadakan oleh kelompok tani, rapat koordinasi sesama anggota, serta kegiatan pemanfaatan teknologi informasi, digunakan kelompok tani untuk mendistribukan informasi. Hal ini berdampak pada efektivitas kelompok tani dalam peningkatan produksi di Desa Leran. Meskipun masih terdapat anggota yang kurang optimal dalam mengikuti tugas yang telah diberikan.

Faktor eksternal kelompok seperti dukungan pemimpin formal (kepala desa), dukungan non formal (masyarakat), dan kondisi fisik lingkungan yang memiliki peran begitu penting pada efektivitas kelompok tani di Desa Leran. Hasil analisis diperoleh rerata 39,5778 dengan nilai standar deviasi 5,05915. Hal ini menunjukkan adanya tingkat

dukungan dari kepemimpinan serta kondisi fisik lingkungan yang dapat diterima oleh kelompok tani. Dukungan kepala desa dirasakan secara langsung dalam bentuk dorongan yang positif dalam pengembangan kelompok tani dan menengahi permasalahan yang timbul karena perbedaan pendapat. Masyarakat juga memberikan dukungan dan membantu kelompok tani dalam menghadapi tantangan. Kondisi fisik lingkungan ini dapat dilihat dari aksesibilitas sumber air yang digunakan untuk irigasi tani, kondisi jalan yang baik dan mudah dilalui untuk ke lahan pertanian.

Efektivitas kelompok tani berdasarkan analisis deskriptif memiliki rerata 26,5444 dan standar deviasi yaitu 3,27112 (Tabel 4). Efektivitas kelompok tani dapat dipengaruhi dari oleh pemahaman anggota kelompok dalam melaksanakan tugas dan perannya dan juga kelompok tani. Kelompok tani efektif apabila mempunyai struktur organisasi kelompok tani yang baik, dan adanya partisipasi dari anggota kelompok tani lainnya (Kelbulan et al., 2018). Kelompok tani desa leran sebagian telah melaksanakan peran dan fungsinya dengan baik. Kelompok tani di Desa Leran mempunyai potensi untuk berkembang menjadi lembaga sosial dan ekonomi di tingkat desa. Efektivitas kelompok tani yang tinggi bisa menjadi mitra pada program pembangunan pertanian (Simon et al., 2020). Efektivitas kelompok tani di Desa Leran dapat mendorong adanya peningkatan produksi dan memberikan dampak yang positif pada kesejahteraan anggotanya.

4 Kesimpulan

Kelompok tani di Desa Leran memiliki efektivitas yang tinggi dalam meningkatkan produksi dan kesejahteraan anggotanya. Faktor yang berkontribusi pada efektivitas kelompok tani meliputi karakteristik kelompok yang kuat, fungsi tugas yang berjalan dengan baik, dan dukungan dari pimpinan formal dan non formal serta kondisi fisik lingkungan yang baik. Hasil analisis statistik deskriptif menunjukkan bahwa efektivitas kelompok tani di Desa Leran memiliki rata-rata 26,54 dengan standar deviasi 3,27, menandakan tingkat efektivitas yang tinggi dan merata di antara anggota kelompok dan berpotensi berkembang menjadi lembaga sosial dan ekonomi di tingkat desa.

Daftar Pustaka

- BPPSDMP. (2023). *Buku Statistik Penyuluhan Pertanian 2023*. Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pertanian, Kementerian Pertanian.
- BPS. (2024). *Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Triwulan III-2024*. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2024/11/05/2382/ekonomi-indonesia-triwulan-iii-2024-tumbuh-1-50-persen--q-to-q-.html>
- DKPP Kab. Bojonegoro. (2023). *Data Kelompok Tani*. Dinas Ketahanan Pangan Dan Pertanian. <https://data.bojonegorokab.go.id/dinas-ketahanan-pangan.html@detail=kelompok-tani>
- Effendy, L., & Apriani, Y. (2018). Motivasi Anggota Kelompok Tani dalam Peningkatan

- Fungsi Kelompok. *Jurnal Ekonomi Pembangunan STIE Muhammadiyah Palopo*, 4(2), 10–24. <https://doi.org/10.35906/jep01.v4i2.270>
- Fita Dwi Untari, Sadono, D., & Effendy, L. (2022). Partisipasi Anggota Kelompok Tani dalam Pengembangan Usahatani Hortikultura di Kecamatan Pacet Kabupaten Cianjur. *Jurnal Penyuluhan*, 18(01), 87–104. <https://doi.org/10.25015/18202236031>
- Haslinda, Hamzah, A., & Abdullah, S. (2024). Dinamika Kelompok Tani Pada Usahatani Padi Sawah Di Desa Peatoa Kecamatan Loea Kabupaten Kolaka Timur. *JIPPM (Jurnal Ilmiah Penyuluhan Dan Pengembangan Masyarakat)*, 4(2), 134–141. <https://doi.org/https://doi.org/10.56189/jippm.v4i2.12>
- Hermawan, A., Amanah, S., & Fatchiya, A. (2017). Partisipasi Pembudidaya Ikan dalam Kelompok Usaha Akuakultur di Kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Penyuluhan*, 13(1), 1. <https://doi.org/10.25015/penyuluhan.v13i1.12903>
- Hulyatussyamsiah, S. N., Hartono, R., & Anwarudin, O. (2019). Adopsi pemupukan berimbang padi sawah melalui penggunaan urea berlapis arang aktif di majalengka. *Jurnal Penyuluhan Pertanian*, 14(2), 1–17.
- Ibrahim, H., Zain, M., & Ibrahim, T. (2015). Peranan Pemimpin Lokal dalam Meningkatkan Kemampuan Kelompok (Kasus Kelompok Tani di Desa Pulo Kencana Kecamatan Pontang Kabupaten Serang). *Jurnal Penyuluhan*, 10(1), 25–34. <https://doi.org/10.25015/penyuluhan.v10i1.9910>
- Indrianti, M. A., Adrian, M., Djibran, M. M., Mokoginta, M. M., Amanah, H. Al, Ardianyah, W., & Marhani, M. (2022). Dampak Program Pengembangan Usaha Agribisnis Perdesaan (Puap) Terhadap Produktivitas Jagung Di Desa Kayubulan Kecamatan Batudaan Pantai Kabupaten Gorontalo. *Jurnal Agriovet*, 5(1), 1–24. <https://doi.org/10.51158/agriovet.v5i1.754>
- Kelbulan, E. . . , Tambas, J. S., & Parajouw, O. . . (2018). Dinamika Kelompok Tani Kalelon Di Desa Kauneran Kecamatan Sonder. *Agri-Sosioekonomi*, 14(3), 55. <https://doi.org/10.35791/agrsosek.14.3.2018.21534>
- Khoiriyah, A., & Ma'ruf, M. F. (2022). Pengaruh Kesadaran Wajib Pajak Terhadap Kepatuhan Wajib Pajak Dalam Pembayaran Pajak Bumi Dan Bangunan Di Desa Leran Kecamatan Kalitidu Kabupaten Bojonegoro. *Publika*, 765–776. <https://doi.org/10.26740/publika.v10n3.p765-776>
- Kinanti, S., & Amanah, S. (2017). Partisipasi Petani dalam Pemanfaatan Teknologi Informasi pada Program Agropolitan Belimbing di Bojonegoro. *Jurnal Sains Komunikasi Dan Pengembangan Masyarakat [JSKPM]*, 1(1), 43–54. <https://doi.org/10.29244/jskpm.1.1.43-54>
- Miftahuddin, A., Nikmatullah, D., & Rangga, K. K. (2019). Hubungan Tingkat Partisipasi Anggota Kelompok Tani Dengan Dinamika Kelompok Tani Serta Peningkatan Produksi Padi Di Desa Cintamulya Kecamatan Candipuro Kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Agribisnis*, 7(2), 219. <https://doi.org/10.23960/jiia.v7i2.219-224>
- Muchtar, K. (2017). Penerapan Komunikasi Partisipatif Pada Pembangunan Di Indonesia. *Makna: Jurnal Kajian Komunikasi, Bahasa, Dan Budaya*, 1(1), 20–32. <https://doi.org/10.33558/makna.v1i1.795>
- Oktaviani, D. A., & Rozci, F. (2024). Analisis Penyebab Menurunnya Minat dan Partisipasi Generasi Muda dalam Sektor Pertanian. *Jurnal Ilmiah Manajemen Agribisnis*, 11(1), 48–56. <https://doi.org/10.33005/jimaemagri.v11i1.7>
- Permatasari, M., Suminah, S., & Sugihardjo, S. (2020). Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Efektivitas Kelompok Tani Di Kecamatan Mojolaban, Kabupaten Sukoharjo. *Agricore: Jurnal Agribisnis Dan Sosial Ekonomi Pertanian Unpad*, 5(2).

<https://doi.org/10.24198/agricore.v5i2.31700>

- Rimbawati, D. E. manggala, Fatchiya, A., & Sugihen, B. G. (2018). Dinamika Kelompok Tani Hutan Agroforestry di Kabupaten Bandung. *Jurnal Penyuluhan*, 14(1). <https://doi.org/10.25015/penyuluhan.v14i1.17223>
- Saepudin Ruhimat, I. (2017). PENINGKATAN KAPASITAS KELEMBAGAAN KELOMPOK TANI DALAM PENGEMBANGAN USAHATANI AGROFORESTRY: Studi Kasus di Desa Cukangkawung, Kecamatan Sodonghilir, Kabupaten Tasikmalaya, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Sosial Dan Ekonomi Kehutanan*, 14(1), 1–17. <https://doi.org/10.20886/jpsek.2017.14.1.1-17>
- Simon, J., Nasution, F. H., & Silitonga, A. H. (2020). Pkm Kelompok Tani Di Desa Celawan Kecamatan Pantai Cermin Kabupaten Serdang Bedagai. *RESWARA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), 142–146. <https://doi.org/10.46576/rjpkkm.v1i2.584>
- Siregar, I. A. (2021). Analisis Dan Interpretasi Data Kuantitatif. *ALACRITY: Journal of Education*, 1(2), 39–48. <https://doi.org/10.52121/alacrity.v1i2.25>

Dinamika Gejala Infeksi Awal dan Penurunan Viabilitas Formulasi Kering *Metarhizium anisopliae* Selama Penyimpanan Tropis

Nina Jeny Lapinangga¹, Yosefus F. da Lopez², Jacqueline Arriani Bunga³, Rupa Mateus⁴

^{1,3} Jurusan Tanaman Pangan dan Hortikultura, Politeknik Pertanian Kupang, Indonesia

^{2,4} Jurusan Manajemen Pertanian Lahan Kering, Politeknik Pertanian Kupang, Indonesia

¹Email: lanina06771@gmail.com

²Email: yosdapisco@gmail.com

³Email: jacquelinebunga@gmail.com

⁴Email: matheusrupa@yahoo.com

Submit : 24-07-2025

Revisi : 10-09-2025

Diterima : 02-10-2025

ABSTRACT

*This study aimed to evaluate the effect of storage duration on the early mortality and infection symptom progression of *Cylas formicarius* exposed to dry powder formulations of *Metarhizium anisopliae*. Formulations were stored at room temperature for 1-6 months and tested through a 120-hour bioassay. Observations included cumulative mortality and the progression of visible infection symptoms. The formulation stored for 1 month (P1) produced the highest cumulative mortality of 10.3% at 120 hours, accompanied by rapid symptom development from discoloration to early mummification. In contrast, the 3-month formulation (P3) exhibited normal symptom progression but resulted in slower mortality accumulation, reaching only 5.1% at 120 hours. Dual-axis analysis showed that mortality peaks corresponded to the melanization and mummification stages, indicating the onset of systemic fungal infection in treatments with higher conidial viability. These findings demonstrate that the pathogenic effectiveness of dry *M. anisopliae* formulations declines with increasing storage duration. Therefore, storage periods of no more than 1-2 months are recommended to maintain optimal performance as a biocontrol agent against *C. formicarius*.*

Keywords: Cumulative mortality, *Cylas formicarius*, Infection progression, *Metarhizium anisopliae*, Storage duration

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh lama penyimpanan formulasi kering *Metarhizium anisopliae* terhadap mortalitas awal dan progresi gejala infeksi pada imago *Cylas formicarius*. Formulasi disimpan pada suhu ruang selama 1-6 bulan dan diuji melalui bioefikasi selama 120 jam pasca-inokulasi. Parameter yang diamati meliputi mortalitas kumulatif dan perkembangan gejala infeksi berdasarkan perubahan morfologis serangga. Hasil menunjukkan bahwa formulasi dengan lama simpan 1 bulan (P1) menghasilkan mortalitas tertinggi sebesar 10,3% pada 120 jam, dengan progresi gejala yang cepat dari *discoloration* hingga mumifikasi. Sebaliknya, formulasi yang disimpan selama 3 bulan (P3) memperlihatkan perkembangan gejala yang masih berlangsung normal, namun mortalitas meningkat lebih lambat dan hanya mencapai 5,1%. Korelasi antara progresi gejala dan mortalitas memperlihatkan bahwa lonjakan kematian terutama terjadi pada fase melanisasi hingga mumifikasi, menandakan keberhasilan infeksi sistemik pada formulasi dengan viabilitas konidia yang lebih tinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa efektivitas formulasi kering *M. anisopliae* menurun seiring meningkatnya lama simpan, dan penyimpanan optimal disarankan tidak lebih dari 1-2 bulan untuk mempertahankan kinerja sebagai agen pengendali hayati *C. formicarius*.

Kata kunci: *Cylas formicarius*, Lama simpan, *Metarhizium anisopliae*, Mortalitas kumulatif, Progresi gejala.

1 Pendahuluan

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) merupakan salah satu komoditas pangan strategis di berbagai wilayah tropis, termasuk Indonesia, karena mempunyai nilai ekonomi tinggi, adaptasi luas, dan peran penting dalam mendukung ketahanan pangan nasional. Produktivitas dan kualitas umbi sangat rentan menurun akibat gangguan organisme pengganggu tanaman, terutama serangan kumbang penggerek *Cylas formicarius*, yang dikenal sebagai hama utama baik di lahan maupun pascapanen. Imago maupun larvanya membuat lubang pada umbi dan batang sehingga menyebabkan kerusakan fisik yang signifikan, penurunan nilai jual, serta membuka peluang bagi infeksi patogen sekunder. Serangan berat dapat menurunkan hasil secara drastis hingga mencapai 100% apabila tidak ditangani dengan baik (Bayu & Prayogo, 2016).

Upaya pengendalian *C. formicarius* selama ini sebagian besar masih bergantung pada insektisida sintetik. Meskipun efektif dalam jangka pendek, penggunaan insektisida kimia terus-menerus menimbulkan berbagai masalah seperti resistensi hama, pencemaran lingkungan, residu kimia pada bahan pangan, serta terganggunya keseimbangan ekosistem (Manikome, 2021). Alternatif pengendalian yang lebih ramah lingkungan telah banyak dikaji, misalnya pestisida nabati dari daun mimba, sirsak, anona, sirih, dan babadotan yang terbukti mampu menyebabkan mortalitas larva di atas 50% dalam kondisi laboratorium (Lapinangga et al., 2022a). Namun demikian, efektivitasnya masih cenderung variatif dan seringkali kurang stabil di lapangan. Dengan demikian, diperlukan teknologi pengendalian hayati yang lebih konsisten dan berkelanjutan.

Jamur entomopatogen *Metarhizium anisopliae* menjadi salah satu agen pengendali hayati yang menjanjikan karena memiliki spektrum inang yang luas serta mekanisme infeksi yang efisien. Proses infeksi dimulai dari melekatnya konidia pada permukaan kutikula serangga, diikuti penetrasi menggunakan enzim hidrolitik, perkembangan miselium di dalam hemocoel, serta produksi metabolit toksik yang merusak jaringan tubuh inang (Litwin et al., 2020; Syazwan et al., 2021). Berbagai studi menunjukkan tingginya potensi *Metarhizium* sp. dalam pengendalian hama. *Metarhizium* sp. B2.2, misalnya, dilaporkan memiliki toksisitas sangat tinggi terhadap rayap dengan mortalitas mencapai 100% pada hari kedua pengujian, menjadikannya kandidat potensial untuk dikembangkan sebagai biopestisida dengan memanfaatkan substrat padi atau sorgum sebagai pembawa (Zulfiana et al., 2020). Jamur ini juga tumbuh optimal pada media dedak padi, dengan persentase pertumbuhan mencapai 100% (Sonbai & Lapinangga, 2023), sehingga mudah diproduksi dalam skala besar. Viabilitas tinggi pada formulasi tepung, yang dapat mencapai 84% (Lapinangga et al., 2022b), menunjukkan bahwa bentuk formulasi kering memiliki prospek baik untuk aplikasi lapangan. Selain itu, penambahan bahan seperti kitin 0,5% dapat

meningkatkan viabilitas dan virulensi sehingga memperkuat efektivitas infeksi terhadap serangga target (Lei et al., 2023).

Meskipun demikian, penerapan jamur entomopatogen dalam bentuk formulasi kering masih memiliki tantangan, terutama terkait kemampuan konidia mempertahankan viabilitas selama penyimpanan. Lingkungan tropis dengan suhu tinggi dan kelembapan fluktuatif dapat mempercepat degradasi konidia, menyebabkan penurunan virulensi, keterlambatan infeksi, serta berkurangnya mortalitas serangga target. Penurunan viabilitas ini dapat terjadi karena membran konidia mengalami kerusakan struktural atau kehilangan cairan akibat kondisi penyimpanan yang kurang optimal (Quesada-Moraga et al., 2023). Selain itu, performa setiap galur jamur dapat berbeda-beda dalam toleransi terhadap kondisi penyimpanan, sehingga pemilihan galur dengan ketahanan lingkungan yang baik menjadi faktor penting dalam menjaga efektivitas formulasi (Mantzoukas et al., 2023).

Sebagian besar penelitian sebelumnya menilai efektivitas *M. anisopliae* melalui parameter mortalitas akhir, nilai LT_{50} , atau pengukuran patogenisitas jangka panjang. Pendekatan tersebut memang memberikan gambaran umum mengenai potensi biokontrol, namun belum sepenuhnya menggambarkan dinamika infeksi pada fase awal setelah inokulasi, yang justru menjadi indikator sensitif aktivitas konidia. Gejala awal seperti *discoloration*, pelunakan segmental, perubahan warna integumen, hingga awal mumifikasi merupakan indikator penting yang mencerminkan kemampuan konidia berkecambah dan memulai invasi jaringan inang. Parameter ini sering kali menunjukkan perubahan lebih cepat dibandingkan mortalitas dalam 120 jam pertama, sehingga dapat dijadikan dasar evaluasi kesegaran formulasi serta kualitas penyimpanan.

Sebagian besar penelitian jamur entomopatogen masih mengevaluasi efektivitas berdasarkan mortalitas atau nilai LT_{50} , sehingga dinamika infeksi awal sebelum kematian belum tergambarkan secara memadai. Oleh karena itu, penelitian ini merupakan pendekatan kuantitatif baru dalam mengevaluasi infeksi awal jamur entomopatogen, melalui integrasi parameter laju progresi gejala (Δ ISSI) dan onset gejala berbasis ambang ISSI

Lama penyimpanan formulasi kering *M. anisopliae* diduga berpengaruh terhadap kemampuan konidia dalam memicu infeksi awal pada imago *C. formicarius* serta menginduksi mortalitas pada periode pengamatan awal hingga 120 jam. Penelitian ini memfokuskan pengamatan pada perkembangan gejala infeksi sebagai dasar untuk menggambarkan kronologi proses infeksi dan mengevaluasi patogenisitas jamur pada berbagai lama penyimpanan formulasi. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi praktis mengenai batas optimal masa simpan formulasi kering *M. anisopliae* agar tetap efektif sebagai bioinsektisida, sekaligus memperkaya pemahaman ilmiah mengenai

dinamika infeksi awal jamur entomopatogen dalam pengendalian hayati hama *C. formicarius* yang aman, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.

2 Metode Penelitian

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hama Terpadu, Politeknik Pertanian Negeri Kupang, yang dilengkapi fasilitas kultur jamur serta ruang pemeliharaan serangga dengan kondisi semi-terkontrol. Kegiatan penelitian berlangsung pada Mei-September 2025. Suhu ruang laboratorium berkisar 27-30 °C dengan kelembapan relatif mengikuti kondisi iklim tropis setempat.

Bahan dan Peralatan

Bahan utama terdiri atas isolat lokal *M. anisopliae* yang sebelumnya diperbanyak pada media PDA, serta imago *C. formicarius* yang dikumpulkan dari pertanaman ubi jalar dan diadaptasikan selama 24 jam sebelum pengujian. Media *Potato Dextrose Agar* (PDA) digunakan untuk propagasi konidia, sedangkan formulasi kering dibuat menggunakan substrat beras bekatul steril sebagai bahan pembawa. Substrat campuran beras bekatul steril digunakan sebagai bahan pembawa dalam pembuatan formulasi kering. Pemilihan dedak padi didasarkan pada kemampuannya mendukung pertumbuhan jamur entomopatogen. Peralatan yang digunakan mencakup inkubator, laminar airflow, mikroskop cahaya, haemocytometer, timbangan digital, cawan petri, desikator, wadah uji plastik, serta kamera digital untuk dokumentasi gejala infeksi.

Pembuatan Formulasi Kering

Isolat *M. anisopliae* diinkubasikan pada media PDA selama 14 hari hingga menghasilkan konidia matang. Konidia dipanen dan diinokulasikan ke substrat beras bekatul steril, kemudian diinkubasi sampai substrat terkolonisasi penuh. Biomassa yang terbentuk dikeringkan secara aseptik, digiling, dan diayak hingga diperoleh bubuk formulasi homogen. Formulasi disimpan dalam wadah tertutup pada suhu ruang selama 1-6 bulan untuk menghasilkan enam tingkat perlakuan lama simpan.

Rancangan Percobaan

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, yaitu lama penyimpanan formulasi (P1-P6 = 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 bulan). Setiap perlakuan terdiri atas empat ulangan; tiap ulangan berisi 10 imago *C. formicarius*. Total serangga uji sebanyak 240 ekor.

Uji Bioefikasi

Sebanyak 0,5 g formulasi kering ditempatkan dalam wadah uji plastik. Sepuluh imago dilepaskan ke dalam wadah dan dibiarkan berinteraksi langsung dengan formulasi

tanpa penambahan pakan. Wadah uji ditempatkan pada suhu ruang laboratorium selama periode pengamatan 120 jam.

Pengamatan

Pengamatan dilakukan setiap 24 jam selama 120 jam, meliputi:

1. Mortalitas kumulatif: jumlah serangga mati dicatat setiap interval.
2. Gejala infeksi: perubahan morfologi integumen diamati secara visual dan didokumentasikan. Gejala yang dicatat meliputi tidak ada perubahan, *discoloration*, pelunakan tubuh, melanisasi, mumifikasi awal.
3. Penyusunan *Infection Symptom Severity Index* (ISSI): setiap tahap gejala diberi skor numerik (0-10) yang kemudian digunakan untuk menghitung Δ ISSI (laju progresi gejala), menentukan onset gejala berdasarkan ambang ISSI ≥ 1 , ≥ 3 , ≥ 4 , dan ≥ 5 .
4. Parameter tambahan: integrasi ISSI dengan mortalitas kumulatif untuk menilai hubungan antara gejala awal dan infeksi sistemik.

Analisis Data

Mortalitas dikoreksi menggunakan persamaan Abbott untuk menghilangkan pengaruh mortalitas alami. ISSI dianalisis secara deskriptif untuk menghasilkan: Δ ISSI (perubahan skor antar-interval 24 jam), onset gejala per tahap berdasarkan ambang ISSI, dan pola progresi gejala untuk setiap perlakuan. Seluruh hasil disajikan dalam bentuk tabel dan grafik dual-axis untuk menampilkan hubungan antara progresi gejala dan mortalitas kumulatif. Metode ini memungkinkan evaluasi yang lebih mendalam terhadap dinamika infeksi awal sebelum kematian terjadi, sehingga melengkapi analisis mortalitas tradisional yang umum digunakan pada studi bioefikasi jamur entomopatogen.

3 Hasil dan Pembahasan

Mortalitas Kumulatif Imago *C. formicarius*

Mortalitas 120 jam menunjukkan pola penurunan efektivitas seiring bertambahnya lama penyimpanan (Tabel 1). Formulasi 1 bulan menghasilkan mortalitas tertinggi, sementara formulasi 6 bulan paling rendah.

Tabel 1. Data Mortalitas imago *C. formicarius* per interval waktu

Waktu (jam)	P1	P2	P3	P4	P5	P6
0-24	1,2	1,0	0,8	0,4	0,3	0,2
24-48	3,1	2,4	1,8	1,1	0,7	0,5
48-72	5,4	4,2	3,0	2,0	1,4	1,0
72-96	8,3	6,3	4,4	3,0	2,3	1,3
96-120	10,3	7,4	5,1	4,0	3,1	2,1

Lama penyimpanan formulasi kering *M. anisopliae* mempengaruhi secara nyata mortalitas *C. formicarius* dalam 120 jam. Formulasi yang disimpan selama satu bulan (P1) menghasilkan mortalitas tertinggi, sedangkan mortalitas menurun secara bertahap pada

perlakuan dengan lama simpan yang lebih panjang. Pola ini mengindikasikan bahwa penyimpanan pada suhu ruang tropis menyebabkan penurunan viabilitas konidia seiring waktu. Pada penyimpanan jangka pendek, konidia masih memiliki kemampuan germinasi dan infeksi yang baik, tetapi pada penyimpanan hingga enam bulan (P6), efektivitasnya menurun kemungkinan akibat paparan suhu dan kelembapan yang fluktuatif.

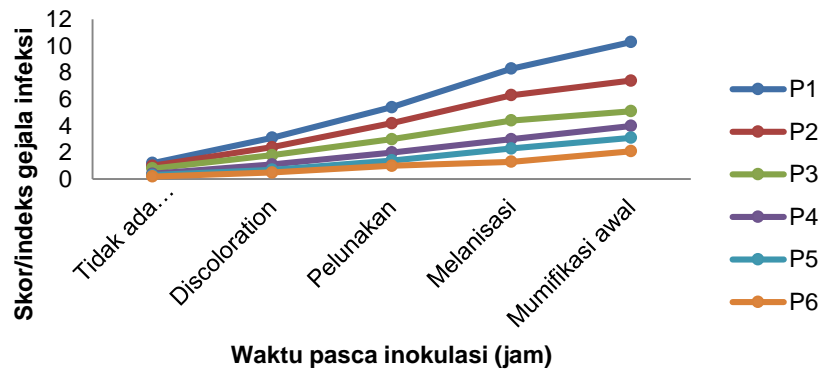
Menurut Ingle, (2016), suhu ruang dapat mempercepat degradasi konidia jamur entomopatogen. Viabilitas *Nomuraea rileyi* dapat dipertahankan lebih lama pada suhu rendah ($\pm 4^{\circ}\text{C}$) dan efektivitas masih terjaga hingga 150 hari. Formulasi *M. acridum* dapat bertahan hingga 30 bulan pada kondisi dingin (Ould Etheimine et al., 2013). Sebaliknya, penyimpanan pada suhu ruang mempercepat penurunan patogenesis *Beauveria bassiana*, meskipun konidia masih mampu bertahan hingga sekitar 180 hari (Das et al., 2013).

Penelitian (Irawan & Wibowo, 2015), kualitas formulasi kering *M. anisopliae* dan *Beauveria bassiana* yang lebih kompleks turut menentukan stabilitas konidia dan mampu meningkatkan kemampuan infeksi terhadap *Helopeltis spp.* Aplikasi jamur entomopatogen pada *C. formicarius* juga mampu menghasilkan mortalitas tinggi pada larva ($>80\%$), meskipun efektivitas tersebut sangat dipengaruhi oleh mutu konidia dan kondisi lingkungan (Lapinangga & da Lopez, 2016). Inovasi formulasi dengan penambahan minyak berosmoprotektan (trehalosa) dapat memperpanjang masa simpan hingga 36,6 bulan (Garcia Riaño et al., 2022). Faktor lingkungan (cahaya dan agitasi) berpengaruh terhadap viabilitas, penyimpanan di tempat gelap dan minim gangguan dapat menjaga viabilitas lebih baik (Immediato et al., 2017). Penyimpanan dingin dapat menjaga stabilitas jangka panjang. Namun beberapa jenis formulasi dapat mempertahankan efektivitasnya tanpa pendinginan untuk penggunaan jangka pendek (Ould Etheimine et al., 2013).

Penelitian ini menunjukkan bahwa efektivitas jamur entomopatogen dipengaruhi oleh kepadatan konidia, viabilitas, dan integritas fisiologisnya. Makin tinggi proporsi konidia hidup, makin besar peluang infeksi awal yang kemudian memicu mortalitas (Prisilya et al., 2023). Formulasi yang disimpan terlalu lama pada suhu ruang cenderung mengalami penurunan kemampuan infeksi, yang tercermin dari rendahnya mortalitas pada perlakuan P5 dan P6.

Perkembangan Gejala Infeksi Imago *C. formicarius*

Gejala infeksi berkembang bertahap dan mengikuti pola umum infeksi jamur entomopatogen (Gambar 1). Formulasi dengan penyimpanan lebih pendek menimbulkan gejala lebih jelas.



Gambar 1. Grafik Progressi Gejala Infeksi Imago *C. formicarius* oleh *M. anisopliae*

Progresi gejala infeksi yang diamati pada penelitian ini mengikuti tahapan khas patogenesis jamur *M. anisopliae*. Fase awal ditandai dengan melekatnya konidia pada kutikula serangga melalui interaksi molekul adhesif dan eksopolisakarida, yang memungkinkan jamur menembus pertahanan permukaan inang (Shang et al., 2024). Setelah berhasil melakukan adhesi, konidia mengalami germinasi dan membentuk apresorium yang kemudian melakukan penetrasi aktif ke dalam integumen, proses yang difasilitasi oleh enzim hidrolitik seperti protease, lipase, dan kitinase (Karthi et al., 2024). Peran kitin sebagai faktor pendukung virulensi juga relevan, di mana penambahan tepung kitin terbukti meningkatkan viabilitas dan daya infeksi *M. anisopliae* terhadap *C. formicarius* (Lapinangga & da Lopez, 2018).

Tahap berikutnya ditandai dengan perkembangan hifa di dalam hemocoel, pembentukan *hyphal bodies*, serta produksi metabolit toksik yang merusak jaringan internal. Aktivitas ini berkontribusi pada munculnya gejala lanjutan seperti pelunakan tubuh, penggelapan (melanisasi), hingga mumifikasi, yang menjadi indikator infeksi sistemik. Jalannya infeksi progresif dalam rentang waktu sekitar 72 jam ini konsisten dengan temuan Mannino et al. (2021), yang menegaskan pentingnya kolonisasi hemocoel dan kerusakan jaringan oleh metabolit sekunder dalam menentukan keberhasilan infeksi.

Pola peningkatan gejala yang tercatat dalam penelitian ini mencerminkan rangkaian mekanistik infeksi *M. anisopliae*, mulai dari interaksi awal di permukaan kutikula hingga berkembangnya kerusakan sistemik pada jaringan internal serangga.

Laju Progresi Gejala (Δ ISSI)

Analisis Δ ISSI digunakan untuk menggambarkan kecepatan perubahan tingkat keparahan gejala infeksi pada setiap interval 24 jam (Tabel 2). Parameter ini memberikan gambaran yang lebih sensitif dibandingkan mortalitas karena menunjukkan dinamika infeksi sebelum serangga mengalami kematian. Secara umum, nilai Δ ISSI pada semua perlakuan menunjukkan pola peningkatan bertahap, namun dengan laju yang berbeda antar lama penyimpanan formulasi.

Tabel 2. Δ ISSI pada Setiap Interval Waktu untuk Perlakuan P1-P6

Interval ISSI	Δ ISSI P1	Δ ISSI P2	Δ ISSI P3	Δ ISSI P4	Δ ISSI P5	Δ ISSI P6
0-24 → 24-48	1,9	1,4	1,0	0,7	0,4	0,3
24-48 → 48-72	2,3	1,8	1,2	0,9	0,7	0,5
48-72 → 72-96	2,9	2,1	1,4	1,0	0,9	0,3
72-96 → 96-120	2,0	1,1	0,7	1,0	0,8	0,8

Pada perlakuan P1, laju progresi gejala menunjukkan nilai tertinggi dibanding perlakuan lain, dengan Δ ISSI sebesar 1.9 pada interval 0-24 → 24-48 jam, kemudian meningkat menjadi 2.3 dan mencapai puncak 2.9 pada 48-72 → 72-96 jam. Nilai ini mencerminkan kecepatan infeksi yang tinggi, konsisten dengan mortalitas yang meningkat tajam pada fase melanisasi hingga mumifikasi. Pola yang sama, meskipun sedikit lebih rendah, ditunjukkan pada P2 yang memiliki Δ ISSI berkisar antara 1.4-2.1. Kedua perlakuan ini merepresentasikan formulasi dengan viabilitas konidia yang masih optimal sehingga progresi infeksi berlangsung cepat.

Pada P3, Δ ISSI berada pada kisaran sedang (1.0-1.4), menunjukkan bahwa meskipun gejala tetap berkembang mengikuti tahapan infeksi jamur entomopatogen, lajunya lebih lambat dibanding P1 dan P2. Kondisi ini sejalan dengan penurunan mortalitas kumulatif pada P3, yang mengindikasikan penurunan kemampuan proliferasi jamur pada tubuh inang. Penurunan efektivitas pada P3 sejalan dengan penelitian Nuraida & Lubis (2016), lamanya penyimpanan berpengaruh signifikan terhadap stabilitas dan performa biopestisida berbasis *M. anisopliae*, di mana efektivitas tertinggi umumnya dicapai pada masa simpan awal. Perlakuan P4-P6 menunjukkan laju progresi gejala yang paling rendah, dengan Δ ISSI hanya 0.3-1.0. Nilai yang menurun ini memperkuat dugaan bahwa viabilitas konidia mengalami penurunan signifikan pada penyimpanan lebih lama, sehingga kecepatan perkembangan infeksi melambat dan tidak menghasilkan mortalitas tinggi dalam periode pengamatan.

Δ ISSI menunjukkan bahwa infeksi *M. anisopliae* tidak hanya dipengaruhi oleh kemampuan jamur menyebabkan kematian, tetapi dipengaruhi juga dengan kecepatan tahapan fisiologis yang dialami serangga. Formulasi dengan lama simpan lebih pendek (P1-P2) menunjukkan progresi gejala lebih cepat, menandakan viabilitas konidia yang tinggi dan aktivitas patogenik yang stabil. Sebaliknya, formulasi dengan penyimpanan lebih panjang (P4-P6) memperlihatkan perlambatan progresi gejala, yang mencerminkan kondisi konidia yang telah mengalami degradasi fisiologis meskipun masih mampu memicu infeksi ringan. Parameter Δ ISSI merupakan indikator efektif untuk mengevaluasi kinerja awal infeksi jamur entomopatogen dan dapat menjadi pelengkap penting bagi mortalitas dalam menilai efektivitas suatu formulasi bioinsektisida.

Onset Gejala per Tahap

Analisis onset gejala berdasarkan ambang ISSI memberikan gambaran temporal yang jelas mengenai kecepatan dan urutan munculnya tanda-tanda infeksi pada tiap perlakuan (Tabel 3).

Tabel 3. Onset Gejala per Tahap untuk P1-P6 (berdasarkan ambang ISSI)

Perlakuan	<i>Discoloration</i> (ISSI ≥1)	Pelunakan (ISSI ≥3)	Melanisasi (ISSI ≥4)	Mumifikasi awal (ISSI ≥5)
P1	0-24	24-48	48-72	48-72
P2	0-24	48-72	48-72	72-96
P3	24-48	48-72	72-96	96-120
P4	24-48	72-96	96-120	Tidak tercapai (≤120 jam)
P5	48-72	96-120	Tidak tercapai (≤120 jam)	Tidak tercapai (≤120 jam)
P6	48-72	Tidak tercapai (≤120 jam)	Tidak tercapai (≤120 jam)	Tidak tercapai (≤120 jam)

Discoloration (ISSI ≥ 1), sebagian besar perlakuan menunjukkan onset pada interval awal (0-24 atau 24-48 jam), yang menandakan bahwa adhesi konidia dan proses germinasi awal sudah berlangsung cepat setelah paparan. *Discoloration* pada 0-24 jam (P1 dan P2), mengindikasikan bahwa formulasi dengan lama simpan pendek memiliki proporsi konidia hidup yang cukup tinggi untuk memulai infeksi lebih cepat dibanding perlakuan dengan simpan lebih panjang (P3-P6).

Tahap pelunakan tubuh (ISSI ≥ 3) umumnya muncul kemudian, pada 24-72 jam tergantung perlakuan. Pada P1 onset pelunakan tercatat lebih awal (24-48 jam), sedangkan pada P3 onset pelunakan baru jelas pada 48-72 jam. Perbedaan ini mencerminkan perbedaan laju penetrasi dan perkembangan intraseluler: formulasi yang lebih “segar” cenderung menghasilkan penetrasi kutikula dan kolonisasi hemocoel yang lebih cepat, sehingga gejala pelunakan muncul lebih dini.

Tahap melanisasi (ISSI ≥ 4) dan mumifikasi awal (ISSI ≥ 5) menandai transisi menuju infeksi sistemik yang lebih parah. Pada P1 dan P2, kedua tahap ini tercapai lebih cepat (48-96 jam), sementara pada P3 keempat tahap tersebut terdistribusi lebih lambat dan tertunda hingga 96-120 jam untuk mumifikasi awal. Untuk perlakuan P4-P6 banyak tahap lanjut (melanisasi/mumifikasi) tidak tercapai atau tercapai sangat terlambat, yang menunjukkan penurunan kemampuan patogenik formulasi seiring lama penyimpanan.

Pola onset yang diamati konsisten dengan mekanisme infeksi *M. anisopliae* adhesi dan germinasi konidia diikuti penetrasi oleh enzim hidrolitik, lalu proliferasi dalam hemocoel yang menghasilkan metabolit toksik penyebab melanisasi dan kematian (Shang et al., 2024; Karthi et al., 2024). Percepatan onset pada P1-P2 mengindikasikan viabilitas konidia yang lebih tinggi dan kapasitas sporulasi internal yang lebih cepat, sedangkan keterlambatan pada P3-P6 mengisyaratkan degradasi fisiologis konidia selama penyimpanan.

Informasi onset per tahap ini sangat berguna untuk penentuan waktu aplikasi di lapang. Formulasi yang masih “segara” (P1-P2) menunjukkan potensi untuk menghasilkan infeksi sistemik dalam waktu kurang dari lima hari, sedangkan formulasi yang disimpan lebih lama memerlukan waktu lebih lama atau mungkin tidak mencapai tingkat infeksi yang signifikan. Lama simpan formulasi kering *M. anisopliae* untuk mempertahankan kemampuan memicu onset gejala kritis yang berkaitan dengan mortalitas efektif adalah 1-2 bulan. Pendekatan ambang ISSI menjadi alat kuantitatif yang sensitif untuk membandingkan performa formulasi berdasarkan waktu munculnya gejala, dan dapat menjadi pelengkap penting bagi ukuran mortalitas tradisional. Mortalitas tinggi pada P1-P2 selaras dengan Δ ISSI yang cepat dan onset melanisasi/mumifikasi yang lebih awal, sedangkan keterlambatan onset dan rendahnya Δ ISSI pada P4-P6 konsisten dengan penurunan mortalitas kumulatif. Hal ini menegaskan bahwa dua parameter kuantitatif baru (Δ ISSI dan onset) mampu menjelaskan variasi patogenisitas antar perlakuan secara lebih detail dibanding mortalitas saja. Untuk penelitian lebih lanjut, disarankan melengkapi analisis onset ini dengan pengukuran viabilitas konidia (persentase kecerahan germinasi) dan evaluasi visual terperinci (foto berulang) untuk memverifikasi keterkaitan antara nilai ISSI numerik dan manifestasi morfologis nyata.

4 Kesimpulan

Efektivitas formulasi kering *M. anisopliae* terhadap imago *C. formicarius* sangat dipengaruhi oleh lama penyimpanan. Formulasi dengan lama simpan singkat (P1-P2) menghasilkan perkembangan gejala yang lebih cepat, ditandai oleh nilai Δ ISSI tinggi dan onset melanisasi, mumifikasi yang lebih awal, sehingga menghasilkan mortalitas kumulatif yang lebih besar dalam 120 jam. Sebaliknya, formulasi dengan penyimpanan lebih lama (P4-P6) menunjukkan laju progresi gejala yang melambat, onset gejala lanjut yang tertunda atau tidak tercapai, serta mortalitas yang rendah, mengindikasikan penurunan viabilitas konidia selama penyimpanan. Dua parameter kuantitatif baru (Δ ISSI dan onset berbasis ambang ISSI) mampu memberikan gambaran lebih sensitif mengenai dinamika infeksi awal dibandingkan data mortalitas saja. Masa simpan formulasi dalam rentang 1-2 bulan agar infektivitas tetap optimal.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktur Politeknik Pertanian Negeri Kupang atas dukungan dan pendanaan yang telah diberikan untuk pelaksanaan penelitian ini melalui skema PNBPN Tahun Anggaran 2024.

Daftar Pustaka

- Bayu, M. S. Y. I., & Prayogo, Y. (2016). Pengendalian hama penggerek ubi jalar *Cylas formicarius* (Fabricus) (Coleoptera: Curculionidae) menggunakan cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 13(1), 40–48. <https://doi.org/10.5994/jei.13.1.40>
- Das, P., Hazarika, L. K., Bora, Puzari, K. C., & Kalita, S. (2013). Influence of Storage Conditions on Viability and Infectivity of talc based WP Formulation of *Beauveria bassiana* Against Rice Hispa, *Diadisa armigera* (Olivier). *Journal of Biological Control*, 27(3), 229–233. <https://doi.org/10.18311/jbc/2013/3284>
- Garcia Riaño, J. L., Quiroga-Cubides, G., Espinel, C., Gómez Valderrama, J. A., Gómez Álvarez, M. I., & Cortés-Rojas, D. F. (2022). Shelf-life study of oil-based formulations of *Beauveria bassiana* enriched with osmoprotectants: Effect on conidia germination and efficacy on *Diatraea saccharalis*. *Biocontrol Science and Technology*, 32(11), 1285–1301. <https://doi.org/10.1080/09583157.2022.2109126>
- Immediato, D., Iatta, R., Camarda, A., Giangaspero, A., Capelli, G., Figueredo, L. A., Otranto, D., & Cafarchia, C. (2017). Storage of *Beauveria bassiana* Conidia Suspension: A Study Exploring the Potential Effects on Conidial iability and Virulence against *Dermanyssus gallinae* De Geer, 1778 Acari: Dermanyssidae. *Annals of Biological Sciences*, 05(02). <https://doi.org/10.21767/2348-1927.1000111>
- Ingle, Y. V. (2016). Shelf-life and infectivity study of carrier formulations of entomogenous fungus *Nomuraea rileyi* (Farlow) Samson. *ASIAN JOURNAL OF BIO SCIENCE*, 11(2), 273–276. <https://doi.org/10.15740/HAS/AJBS/11.2/273-276>
- Irawan, N., Purnomo, P., Indriyati, I., & Wibowo, L. (2015). Pengujian Formulasi Kering *Metarhizium anisopliae* Isolat Ugm Dan Tegineneng Serta *Beauveria bassiana* Isolat Tegineneng Untuk Mematikan *Helopeltis* spp. Di Laboratorium Dan Di Lapangan. *Jurnal Agrotek Tropika*, 3(1). <https://doi.org/10.23960/jat.v3i1.1977>
- Karthi, S., Vasantha-Srinivasan, P., Senthil-Nathan, S., Han, Y. S., Shivakumar, M. S., Murali-Baskaran, R. K., Kalaivani, K., Radhakrishnan, N., Park, K. B., & Malafaia, G. (2024). Entomopathogenic fungi promising biocontrol agents for managing lepidopteran pests: Review of current knowledge. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 58, 103146. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2024.103146>
- Lapinangga, N. J., & da Lopez, Y. F. (2016). Efektivitas Cendawan Entomopatogen Isolat Lokal Terhadap Hama Kumbang Ubi Jalar *Cylas formicarius fabricus*. *PARTNER*, 21(2), 317. <https://doi.org/10.35726/jp.v21i2.219>
- Lapinangga, N. J., & da Lopez, Y. F. (2018). Pemanfaatan Bahan Nabati Lokal Berefek Pesticida untuk Mengendalikan Hama *Cylas formicarius* pada Tanaman Ubi Jalar. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 34–38. <https://doi.org/10.21107/agrovigor.v11i1.3822>
- Lapinangga, N. J., Sonbai, J. H. H., & Bunga, J. A. (2022a). Adding Several Types of Insect Flour to Increase the Virulence of *Metarhizium anisopliae* Local Isolates against Pests *Cylas formicarius*. *Ecology, Environment and Conservation*, S38–S42. <https://doi.org/10.53550/EEC.2022.v28i05s.007>
- Lapinangga, N. J., Sonbai, J. H. H., & Bunga, J. A. (2022b). Pengaruh Jenis Formulasi Terhadap Kualitas Jamur Entomopatogen *Metarhizium Anisopliae*. *Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian*, 5. <https://ejurnal.politanikoe.ac.id/index.php/psnp/article/view/123>
- Lei, C. J., Ahmad, R. H. I. R., Halim, N. A., Asib, N., Zakaria, A., & Azmi, W. A. (2023). Bioefficacy of an Oil-Emulsion Formulation of Entomopathogenic Fungus,

- Metarhizium anisopliae against Adult Red Palm Weevil, Rhynchophorus ferrugineus. *Insects*, 14(5), 482. <https://doi.org/10.3390/insects14050482>
- Litwin, A., Nowak, M., & Różalska, S. (2020). Entomopathogenic fungi: Unconventional applications. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 19(1), 23–42. <https://doi.org/10.1007/s11157-020-09525-1>
- Manikome, N. (2021). Pengendalian Hama Cylas Formicarius pada Tanaman Ubi Jalar (Ipomea Batatas L.) Menggunakan Cendawan Entomopatogen Metarhizium SP. *JUSTE (Journal of Science and Technology)*, 1(2), 142–152.
- Mannino, M. C., Davyt-Colo, B., & Pedrini, N. (2021). Toxic Secondary Metabolites and Virulence Factors Expression by Entomopathogenic Fungi during Insect Infection and Potential Impact as a Tool for Pest Management. Dalam Md. A. Khan & W. Ahmad (Ed.), *Microbes for Sustainable Insect Pest Management* (Vol. 17, hlm. 121–134). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-67231-7_6
- Mantzoukas, S., Lagogiannis, I., Kitsiou, F., & Eliopoulos, P. A. (2023). Entomopathogenic Action of Wild Fungal Strains against Stored Product Beetle Pests. *Insects*, 14(1), 91. <https://doi.org/10.3390/insects14010091>
- Nuraida, & Lubis, A. (2016). Pengaruh Formulasi Dan Lama Penyimpanan Pada Viabilitas, Bioaktivitas Dan Persistensi Cendawan Metarhizium anisopliae Terhadap Crocidolomia pavonana Fabricius. *JURNAL HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN TROPIKA*, 16(2), 196. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.216196-202>
- Ould Etheimine, M., Kane, C. M. H., Ould Ely, S., Barry, A., Mohamed, S. O., Babah, M. A. O., & Benchekroun, M. (2013). Storability of five new formulations of Green Muscle® (Metarhizium acridum) under ambient and low temperatures: Evaluation of conidial viability and virulence against desert locust nymphs. *International Journal of Tropical Insect Science*, 33(03), 195–201. <https://doi.org/10.1017/S1742758413000131>
- Prisilya, E., Afifah, L., Sugiarto, S., & Kurniati, A. (2023). Uji Efektivitas Aplikasi Cendawan Entomopatogen Metarhizium anisopliae Terhadap Mortalitas Wereng Batang Coklat (Nilaparvata lugens Stal.). *JURNAL AGROPLASMA*, 10(2), 776–784. <https://doi.org/10.36987/agroplasma.v10i2.4503>
- Quesada-Moraga, E., González-Mas, N., Yousef-Yousef, M., Garrido-Jurado, I., & Fernández-Bravo, M. (2024). Key role of environmental competence in successful use of entomopathogenic fungi in microbial pest control. *Journal of Pest Science*, 97(1), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s10340-023-01622-8>
- Shang, J., Hong, S., & Wang, C. (2024). Fights on the surface prior to fungal invasion of insects. *PLOS Pathogens*, 20(2), e1011994. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1011994>
- Sonbai, J. H. H., & Lapinangga, N. J. (2023). Efektivitas Beberapa Media Perbanyakan Terhadap Perkembangan Jamur Entomopatogen Metarrhizium anisopliae Isolat Lokal. *Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian*, 6. <https://ejurnal.politanikoe.ac.id/index.php/psnp/article/view/292>
- Syazwan, S. A., Lee, S. Y., Sajap, A. S., Lau, W. H., Omar, D., & Mohamed, R. (2021). Interaction between Metarhizium anisopliae and Its Host, the Subterranean Termite Coptotermes curvignathus during the Infection Process. *Biology*, 10(4), 263. <https://doi.org/10.3390/biology10040263>
- Zulfiana, D., Zulfritri, A., Lestari, A. S., Krishanti, N. P. R. A., & Meisyara, D. (2020). Production of Conidia by Entomopathogenic Fungi and Their Pathogenicity Against Coptotermes sp. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 12(1), 1–9. <https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v12i1.22435>

Analisis Komparasi Pendapatan Usahatani Bawang Merah Semi Organik dan Anorganik di Desa Sukorejo Kecamatan Rejoso Kabupaten Nganjuk

Isfia Diana Putri¹, Noor Rizkiyah², Nisa Hafi Idhoh Fitriana³

^{1,2,3} Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Kota Surabaya

²Email : noor.rizkiyah.agribis@upnjatim.ac.id

Submit : 03-07-2025

Revisi : 30-07-2025

Diterima : 11-08-2025

ABSTRACT

The goal of this study was to examine and identify the income discrepancies between semi organic and inorganic shallot farming in Sukorejo Village, Rejoso District, Nganjuk Regency. This study took place during the months of November and December 2024. Using the Slovin formula, a sample was determined from a population of 298 farmers, resulting in a selection of 75 farmers. This was then recalculated with Proportional Stratified Random Sampling, yielding 15 semi-organic farmers and 60 inorganic farmers. The data analysis methods that were used in this study are Analysis of Cost and Income. The average of production, prices, and income of semi organic shallot was 15.986 Kg/Ha, Rp. 11.097, and Rp. 106.559.833/Ha and inorganic shallot were 12.321 Kg/Ha, Rp. 10.726, and Rp. 74.443.365/Ha. The findings indicate that the production, selling price, and profits from semi-organic shallot farming surpassed those from inorganic shallot farming. This may be attributed to the fact that semi organic shallot farmers experienced greater revenue compared to their inorganic counterparts, while the total expenses for inorganic shallot farmers were higher than those for semi organic farmers. Consequently, the income generated from semi organic shallot farming exceeded that of inorganic shallot farming.

Keyword: Cultivation, Income, Inorganic, Semi Organic, Shallot.

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini untuk menguji dan mengidentifikasi kesenjangan pendapatan antara budidaya bawang merah semi organik dan anorganik yang ada di Desa Sukorejo Kecamatan Rejoso Kabupaten Nganjuk. Penelitian dilaksanakan pada November – Desember 2024. Sampel dihitung dengan menggunakan rumus Slovin dari populasi 298 petani didapatkan 75 sampel petani yang selanjutnya data diperhitungkan ulang melalui *Proportional Stratified Random Sampling*, yang menghasilkan sampel sebanyak 15 petani semi organik dan 60 petani anorganik. Metode analisis data menggunakan Analisis Biaya dan Pendapatan. Rata-rata dari produksi, harga serta pendapatan yang didapatkan dari bawang merah semi organik yaitu 15.986 Kg/Ha, Rp. 11.097, dan Rp. 106.559.833/Ha, sedangkan pada bawang merah anorganik yaitu sebesar 12.321 Kg/Ha, Rp. 10.726, dan Rp. 74.443.365/Ha. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi, harga jual, dan pendapatan dari usahatani bawang merah dengan metode semi organik lebih tinggi dibandingkan usahatani bawang merah dengan metode anorganik. Hal ini terjadi karena petani bawang merah semi organik memperoleh penerimaan yang lebih tinggi dibanding dengan petani bawang merah anorganik, tetapi pengeluaran biaya pada petani bawang merah anorganik lebih tinggi dibanding dengan petani bawang merah semi organik. Sehingga pendapatan yang diterima dari petani bawang merah semi organik jauh lebih tinggi dibanding petani bawang merah anorganik.

Kata Kunci: Anorganik, Bawang Merah, Budidaya, Pendapatan, Semi Organik.

1 Pendahuluan

Bawang merah merupakan komoditas hortikultura unggulan nasional yang selalu menjadi perhatian serta cukup strategis mengingat fungsinya sebagai salah satu bahan pokok di Indonesia (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2022). Tanaman bawang merah telah lama diusahakan oleh para petani di Indonesia sebagai tanaman komersial (Indrajaya *et al.*, 2022). Informasi dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Nganjuk menunjukkan bahwa Jawa Timur menduduki peringkat kedua di Indonesia untuk produksi bawang merah, dengan kontribusi sebesar 24% terhadap total produksi nasional.

Daerah penghasil bawang merah yang unggul di Jawa Timur dengan hasil produksi yang disumbang mencapai 38,72% dari total produksi Jawa Timur berada di Kabupaten Nganjuk. Produksi pada Kabupaten Nganjuk pada tahun 2022 mencapai 193.988 ton. Kementerian Pertanian telah menetapkan Kabupaten Nganjuk sebagai daerah unggulan budidaya bawang merah dan sebagai daerah penopang produksi lokal, karena bawang merah memiliki potensi besar dan merupakan bahan baku penting di daerah Nganjuk (Farianto *et al.*, 2021).

Tamarar *et al.*, (2023) mengungkapkan bahwa Kecamatan Rejoso termasuk dalam enam kecamatan paling unggul dalam produksi bawang merah di Kabupaten Nganjuk. Menurut BPS Kabupaten Nganjuk (2025), Pada tahun 2024, jumlah produksi bawang merah, luas panen, dan produktivitasnya mengalami penurunan dibandingkan tahun 2023. Pada tahun 2023, produksi sebesar 64.699 ton, luas panen 5.219 Hektar, dan produktivitas sebesar 12,40 ton/Ha. Produksi turun pada tahun 2024 menjadi 56.617 ton, luas panen sedikit meningkat menjadi 5.263 Hektar, dan produktivitas turun menjadi 10,76 ton/Ha. Penurunan produktivitas bawang merah juga diikuti dengan perubahan harga jual baik pada produsen maupun konsumen, yang kedepannya dapat berpengaruh terhadap pendapatan petani bawang merah.

Usahatani budidaya bawang merah adalah hal yang telah umum dilakukan oleh para petani di Desa Sukorejo Kecamatan Rejoso mengingat wilayah Nganjuk yang strategis untuk menanam bawang merah. Petani bawang merah di Desa Sukorejo tergabung dalam 3 kelompok tani dan seluruhnya tergabung dalam Gapoktan Luru Luhur. Ketua Gapoktan menyebutkan bahwa permasalahan yang sering terjadi di Desa Sukorejo yaitu keadaan lahan sawah yang menjadi semakin buruk karena penggunaan pupuk dan pestisida kimia yang telah digunakan oleh para petani dari bertahun-tahun yang lalu. Menurut Dahlianah (2014) menggunakan banyak pupuk kimia atau anorganik dari waktu ke waktu dapat merusak tanah sehingga menimbulkan masalah yang dapat menurunkan produktivitas area pertanian dan mengurangi kesuburan tanah jika tidak segera diatasi.

Mengetahui hal tersebut, para petani mulai dapat beralih pada pertanian semi organik dengan mengurangi penggunaan bahan kimia. Dikatakan semi organik karena para

petani hanya mengurangi penggunaan pupuk dan pestisida kimia tanpa menghapusnya serta menambahkan pupuk dan pestisida organik. Akan tetapi tidak seluruh petani mulai berpindah, tidak lebih dari 30% dari populasi petani yang mulai beralih untuk menggunakan organik dan sisanya masih tetap untuk menggunakan bahan kimia atau anorganik.

Penelitian komparatif pendapatan usahatani umumnya membandingkan sistem organik dan anorganik pada komoditas padi, sementara kajian mengenai sistem semi organik pada komoditas bawang merah masih terbatas, khususnya di tingkat wilayah sentra produksi lokal. Penelitian ini menganalisis perbandingan pendapatan usahatani bawang merah antara sistem semi organik dan anorganik melalui pendekatan biaya, penerimaan, dan pendapatan secara komprehensif di Desa Sukorejo, Kabupaten Nganjuk. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan bukti empiris mengenai efisiensi ekonomi sistem semi organik sebagai bentuk transisi menuju pertanian berkelanjutan.

2 Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilaksanakan pada November - Desember 2024 di Desa Sukorejo yang merupakan bagian dari Kecamatan Rejos, Kabupaten Nganjuk. Data primer dan sekunder merupakan dua jenis data yang akan digunakan pada penelitian ini. Data primer dihasilkan dari wawancara, observasi, dan kuesioner dari narasumber atau petani responden. Data sekunder didapatkan dari literatur, artikel jurnal, buku, penelitian terdahulu, dan laporan resmi dari pemerintah.

Populasi yang terlibat pada studi ini adalah 298 petani yang membudidayakan bawang merah di Desa Sukorejo Kecamatan Rejos Kabupaten Nganjuk. Pengambilan sampel menggunakan rumus Slovin dan memiliki margin kesalahan 10%. Dari populasi tersebut, didapatkan sampel sebanyak 75 petani. Sampel selanjutnya akan di proporsikan menggunakan *Proportional Stratified Random Sampling* yang merupakan teknik yang dapat digunakan ketika anggota dari populasi tidak semuanya sama dan terstratifikasi secara proporsional (Sugiyono, 2013). Maka didapatkan 15 sampel petani bawang merah semi organik dan 60 sampel petani bawang merah anorganik.

Penelitian ini menggunakan metode analisis data yang berfokus untuk memperhitungkan pendapatan, yaitu Analisis Biaya dan Pendapatan.

a. Total Biaya (*Total Cost*)

Rumus untuk penghitungan Biaya Total yaitu:

$$TC = TFC + TVC \quad \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan: TC = Biaya Total (*Total Cost*)
 TFC = Biaya Tetap Total (*Total Fixed Cost*)
 TVC = Biaya Variabel Total (*Total Variable Cost*)

b. Penerimaan (*Revenue*)

Rumus untuk perhitungan Penerimaan adalah:

$$TR = P \times Q \quad \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan: TR = Total Penerimaan (*Total Revenue*)
P = Harga Jual Bawang Merah
Q = Produksi Bawang Merah

c. Pendapatan (*Income*)

Pendapatan dapat dihitung dengan rumus:

$$I = TR - TC \quad \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan: I = Pendapatan (*Income*)
TR = Penerimaan Total (*Total Revenue*)
TC = Biaya Total (*Total Cost*)

3 Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Responden

Karakteristik responden petani bawang merah dalam penelitian ini merupakan gambaran ciri-ciri dari para petani yang membudidayakan dan mengelola usahatani bawang merah baik semi organik maupun anorganik. Para petani yang membudidayakan bawang merah di Desa Sukorejo dan menjadi sampel dari penelitian ini memiliki karakteristik tertentu, seperti usia dan tingkat pendidikan yang mereka miliki. Karakteristik petani ini berhubungan dengan banyaknya pendapatan yang mereka hasilkan dari menanam bawang merah.

Responden pada penelitian ini yaitu 15 petani semi organik dan 60 petani anorganik. Umur responden akan berkaitan dengan kemampuan fisik serta kemampuan petani dalam menangkap inovasi dan mengambil keputusan pada usahatannya. Responden semi organik dengan umur 40-52 berjumlah 7 petani (46,7%), umur 53-65 berjumlah 7 petani (46,7%), dan umur 66-78 berjumlah 1 petani (6,6%). Sedangkan responden anorganik dengan umur 27-39 berjumlah 11 petani (18,3%), umur 40-52 berjumlah 17 petani (28,3%), umur 53-65 berjumlah 30 petani (50%), dan umur 66-78 berjumlah 2 petani (3,4%). Responden petani semi organik masih tergolong produktif awal, sedangkan responden petani anorganik tergolong produktif akhir atau mendekati usia senja. Sebagaimana pada penelitian Destinanda (2017) yang menyebutkan bahwa petani yang ada di usia produktif awal masih mau dan mampu untuk menerima inovasi, sedangkan petani yang berada di usia senja lebih tertinggal dalam menjalankan usahatannya.

Tingkat pendidikan yang disebutkan dalam studi ini merupakan jenjang pendidikan resmi yang telah diselesaikan oleh para petani. Responden semi organik dengan pendidikan akhir Sekolah Dasar (SD) berjumlah 1 orang (6,7%), pendidikan akhir Sekolah

Menengah Pertama (SMP) berjumlah 2 orang (13,3%), dan pendidikan akhir Sekolah Menengah Atas (SMA) berjumlah 12 orang (80%). Responden anorganik dengan pendidikan Tidak Sekolah berjumlah 8 orang (13,2%), Sekolah Dasar (SD) berjumlah 25 orang (41,7%), Sekolah Menengah Pertama (SMP) berjumlah 10 orang (16,7%), Sekolah Menengah Atas (SMA) berjumlah 15 orang (25%), Diploma sebanyak 1 orang (1,7%), dan Sarjana sebanyak 1 orang (1,7%). Responden semi organik paling banyak memiliki pendidikan SMA, sedangkan responden anorganik paling banyak memiliki pendidikan SD. Hal tersebut dapat bermakna bahwa petani semi organik lebih tanggap dalam menerima inovasi daripada petani anorganik. Riady (2022) menambahkan bahwa petani dengan pendidikan yang rendah dapat memperlambat kemampuan petani dari pengembangan pertanian

Perbandingan Total Biaya Usahatani Bawang Merah Semi Organik dan Anorganik

Biaya usahatani mencakup semua pengeluaran yang harus dikeluarkan oleh petani ketika sedang berbudidaya bawang merah selama satu periode tanam. Biaya ini terdiri atas biaya tetap dan biaya variabel (biaya tidak tetap). Biaya-biaya yang termasuk dalam biaya tetap dalam penelitian ini adalah biaya penyusutan alat, sewa lahan, dan biaya pajak lahan. Biaya variabel terdiri atas biaya tenaga kerja, biaya sarana produksi (bibit, pupuk, pestisida), dan biaya pengairan. Tabel 1 menguraikan rincian dari rata-rata pengeluaran seluruh biaya per hektar per musim tanam untuk usahatani bawang merah dengan metode semi organik dan anorganik berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan.

Tabel 1. Rata-rata Biaya Usahatani Bawang Merah Semi Organik dan Anorganik

Uraian	Semi Organik (Rp/Ha)	Anorganik (Rp/Ha)
1. Biaya Tetap		
a. Biaya Penyusutan Alat	1.054.578	481.956
b. Biaya Sewa Lahan	16.422.736	13.854.242
c. Biaya Pajak Lahan	169.409	195.058
2. Biaya Variabel		
Biaya Sarana Produksi		
1) Biaya Bibit	7.383.113	5.932.848
2) Biaya Pupuk	5.603.606	8.735.059
3) Biaya Pestisida	2.914.765	7.000.672
Biaya Tenaga Kerja		
1) Biaya Pengolahan Lahan	11.524.418	9.515.769
2) Biaya Penanaman	3.804.199	3.574.706
3) Biaya Pemeliharaan	13.929.712	13.296.027
4) Biaya Pemanenan	3.947.969	4.124.231
Biaya Pengairan	1.606.654	1.778.254
Total Biaya	58.787.040	65.887.109

Biaya penyusutan alat pada bawang merah semi organik sebesar Rp. 1.054.578, sedangkan pada bawang merah anorganik sebesar Rp. 481.956. Putri (2024) menyatakan bahwa perbedaan ini dapat dikarenakan jumlah serta macam jenis alat yang digunakan oleh petani selama berbudidaya. Kemudian biaya sewa dan pajak lahan diperhitungkan sesuai dengan berapa musim tanam bawang merah dalam setahun. Biaya sewa lahan

pada bawang merah semi organik sebesar Rp. 16.422.736, sedangkan pada bawang merah anorganik sebesar Rp. 13.854.242. Biaya pajak lahan pada bawang merah semi organik sebesar Rp. 169.409, sedangkan pada anorganik sebesar Rp. 195.058. Menurut Raafindra (2018) perbedaan ini dapat disebabkan oleh lokasi lahan, luas lahan, serta akses lahan terhadap transportasi yang berbeda-beda antar petani.

Perbedaan biaya variabel pada Tabel 1 menunjukkan pada biaya sarana produksi yaitu biaya bibit pada bawang merah semi organik lebih tinggi daripada anorganik. Selisih dari kedua biaya bibit sebesar Rp. 1.450.265. Perbedaan tersebut dapat dikarenakan para petani lebih memilih memproduksi bibit sendiri daripada beli sehingga biaya dapat sedikit ditekan. Selain biaya bibit, biaya pupuk termasuk dalam biaya variabel. Biaya penggunaan pupuk pada bawang merah semi organik sebesar Rp. 5.603.606, sedangkan pada bawang merah anorganik sebesar Rp. 8.735.059. Petani semi organik menggunakan pupuk kimia dan kompos yang terbuat dari kotoran hewan yang telah diurai oleh bakteri. Putri (2024) menyatakan bahwa harga dari pupuk kompos lebih terjangkau karena petani dapat membuatnya sendiri dengan bahan yang mereka miliki. Selanjutnya pada biaya sarana produksi yaitu biaya pestisida. Selisih dari kedua biaya pestisida yang dikeluarkan antara petani semi organik dan anorganik yaitu sebesar Rp. 4.085.907 dengan biaya pestisida petani semi organik lebih rendah. Biaya pestisida pada petani semi organik digunakan untuk membeli pestisida kimia, sedangkan untuk pestisida organik yang digunakan yaitu menggunakan Agen Perlindungan Hayati (APH) yang diperoleh dari Program Manajemen Tanaman Sehat (MTS) yang diselenggarakan oleh Pemprov Jatim dan pelatihan oleh BPP sehingga petani tidak perlu mengeluarkan biaya. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Raafindra (2018) yang menyatakan petani organik tidak perlu mengeluarkan biaya untuk pestisida karena para petani telah dibimbing untuk membuat pestisida nabati.

Biaya variabel lainnya yaitu terletak pada pengeluaran biaya tenaga kerja. Berdasarkan Tabel 1, pengeluaran biaya pada tenaga kerja antara usahatani bawang merah semi organik maupun anorganik cukup mirip. Biaya pemeliharaan merupakan pengeluaran terbesar yang harus dikeluarkan petani. Pengeluaran untuk biaya pemeliharaan oleh petani semi organik sebesar Rp. 13.929.712, sedangkan pada petani anorganik sebesar Rp. 13.296.072. Menurut Marhawati (2022), perbedaan ini mungkin terjadi karena ukuran lahan. Jika petani memiliki lahan yang lebih luas untuk diolah, maka akan membutuhkan lebih banyak tenaga kerja untuk mengerjakannya. Pengeluaran terakhir pada biaya variabel yaitu biaya pengairan. Pada usahatani bawang merah semi organik sebesar Rp. 1.606.654, sedangkan pada anorganik sebesar Rp. 1.778.254. Biaya yang dikeluarkan tidak jauh berbeda karena iuran yang dikeluarkan masih sama antara satu dengan yang lainnya. Perbedaan ini dapat dikarenakan luas lahan yang berbeda sehingga kebutuhan air juga berbeda.

Nominal tertinggi pada biaya tetap ada pada biaya sewa lahan, baik pada usahatani bawang merah semi organik maupun anorganik. Biaya terbesar di antara biaya variabel adalah biaya tenaga kerja pemeliharaan. Setelah menghitung biaya tetap dan biaya variabel yang telah dikeluarkan, maka dapat diketahui total biaya yang dikeluarkan antara usahatani bawang merah semi organik dan anorganik. Total biaya yang dikeluarkan oleh petani semi organik rata-rata sebesar Rp. 58.787.040, sedangkan total biaya yang dikeluarkan oleh petani anorganik rata-rata sebesar Rp. 65.887.109.

Perbandingan Penerimaan Usahatani Bawang Merah Semi Organik dan Anorganik

Penerimaan pada usahatani merujuk pada pemasukan yang diterima petani dari kegiatan budidaya bawang merah, tetapi belum menutupi semua biaya yang harus petani keluarkan saat proses budidaya tanaman (Husni & Maskan, 2014). Penerimaan dari usaha tani bawang merah di Desa Sukorejo didapatkan dari hasil kali berdasarkan jumlah hasil produksi selama pemanenan dengan harga jual di setiap musim tanam. Penerimaan usahatani petani responden akan bervariasi. Hal ini dapat dikarenakan variasi dari hasil produksi dan variasi dari harga jual bawang merah. Output produksi, harga bawang merah serta penerimaan rata-rata yang dihasilkan dari usahatani bawang merah semi organik dan anorganik per hektar selama satu musim tanam ditunjukkan pada Tabel 2 di bawah.

Tabel 2. Rata-rata Penerimaan Usahatani Bawang Merah Semi Organik dan Anorganik

Uraian	Semi Organik	Anorganik
Hasil Produksi	15.986	12.321
Harga jual	11.100	10.725
Rata-rata Penerimaan	165.346.874	140.293.624

Output produksi bawang merah yang dihasilkan, harga jual, serta penerimaan yang diterima oleh petani bawang merah ditunjukkan pada Tabel 2. Output hasil produksi bawang merah dengan metode semi organik rata-rata sebanyak 15.986 Kg/Ha, lebih banyak dari bawang merah dengan metode anorganik yang hanya 12.321 Kg/Ha. Fidiansyah dan Yahya (2021) menyatakan bahwa pemberian pupuk kimia dapat menurunkan produksi karena menyebabkan umbi keras sehingga produksi yang dihasilkan tidak banyak. Oleh karena itu rata-rata produksi bawang merah dengan metode anorganik lebih rendah daripada bawang merah dengan metode semi organik. Hal ini juga terjadi pada harga jual bawang merah, dimana harga bawang merah semi organik sebesar Rp. 11.100, sedikit lebih tinggi daripada harga bawang merah anorganik sebesar Rp. 10.725. Hal tersebut dapat dikarenakan petani bawang merah yang menjual pada pengepul cenderung akan menerima berapapun harganya dikarenakan kurangnya informasi yang didapatkan (Sitohang & Nainggolan, 2024).

Perbedaan penerimaan yang diperoleh dapat disebabkan adanya perbedaan pada hasil produksi serta harga yang didapat. Tabel 2 menunjukkan bahwa penerimaan dari bawang merah dengan metode semi organik rata-rata sebesar Rp. 165.346.874 lebih besar

dibandingkan penerimaan rata-rata bawang merah dengan metode anorganik yaitu sebesar Rp. 140.293.624. Hasil penerimaan ini sejalan dengan penelitian padi organik dan anorganik dimana penerimaan usahatani organik lebih tinggi daripada anorganik. Hal ini dapat disebabkan nilai jual organik yang sedikit lebih tinggi daripada anorganik (Gufron *et al.*, 2021).

Perbandingan Pendapatan Usahatani Bawang Merah Semi Organik dan Anorganik

Pendapatan dari suatu usaha adalah hasil yang dapat dinilai dari pengeluaran pada seluruh biaya dengan penerimaan yang diperoleh. Pendapatan merupakan selisih antara total penerimaan (*total revenue*) dengan total biaya (*total cost*) (Suratiyah, 2015). Pendapatan di daerah ini didasarkan pada selisih dari jumlah biaya yang diterima dari penjualan dengan jumlah biaya yang dibelanjakan untuk menjalankan usaha budidaya bawang merah selama satu periode musim tanam. Para petani akan menghasilkan pendapatan yang bervariasi tergantung pada nilai biaya dan penerimaan. Tabel 3 menguraikan rincian rata-rata pendapatan yang didapat oleh petani bawang merah semi organik dan anorganik setiap satu periode tanam per hektar.

Tabel 3. Rata-rata Pendapatan Usahatani Bawang Merah Semi Organik dan Anorganik

Uraian	Semi Organik	Anorganik
Penerimaan	165.346.874	140.293.624
Total Biaya	58.787.040	65.887.109
Rata-rata Pendapatan	106.559.883	74.443.365

Pendapatan dari budidaya bawang merah dengan metode semi organik rata-rata sekitar Rp. 106.559.883 per hektar, tetapi pendapatan dari budidaya bawang merah dengan metode anorganik rata-rata sekitar Rp. 74.443.365 per hektar. Perbedaan pendapatan yang signifikan antara usahatani bawang merah semi organik dan anorganik menunjukkan bahwa pengurangan input bahan kimia yang dikombinasikan dengan penggunaan pupuk dan pestisida organik tidak selalu menurunkan kinerja ekonomi usahatani, tetapi meningkatkan efisiensi biaya produksi. Sistem semi organik mampu menekan biaya variabel, terutama pada komponen pupuk dan pestisida, tanpa mengorbankan hasil produksi, sehingga menghasilkan margin pendapatan yang lebih tinggi. Gufron *et al.*, (2021) menunjukkan bahwa perbedaan ini mungkin karena usahatani organik menghasilkan lebih banyak penerimaan dibandingkan dengan usahatani anorganik. Usahatani anorganik menghabiskan lebih banyak biaya secara keseluruhan, yang berarti pendapatan dari pertanian organik lebih tinggi. Perspektif keberlanjutan, sistem semi organik berpotensi memberikan manfaat jangka panjang berupa perbaikan kualitas tanah dan stabilitas produksi, serta dapat meningkatkan ketahanan pendapatan petani bawang merah.

4 Kesimpulan

Usahatani budidaya bawang merah dengan metode semi organik memberikan nilai produksi lebih baik, harga jual sedikit lebih besar, serta pendapatan yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan usahatani budidaya bawang merah dengan metode anorganik. Perbedaan dapat terjadi karena penerimaan dari bawang merah dengan metode semi organik lebih besar, namun total biaya lebih kecil. Sedangkan biaya total untuk bawang merah dengan metode anorganik lebih mahal dan lebih tinggi, sehingga pendapatan dari bawang merah metode semi organik tetap lebih tinggi dibandingkan dengan bawang merah metode anorganik.

Daftar Pustaka

- BPS Kabupaten Nganjuk. (2025). *Kabupaten Nganjuk dalam Angka 2025*. Nganjuk: Badan Pusat Statistik Kabupaten Nganjuk.
- Dahlianah, I. (2014). Pupuk Hijau Salah Satu Pupuk Organik Berbasis Ekologi dan Berkelanjutan. *Klorofil: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Pertanian*, 9(2), 54–56. <https://doi.org/10.32502/jk.v9i2.111>
- Destinanda, A. Y. (2017). *Analisis Profitabilitas Usahatani Padi Sawah Berdasarkan Luas Penguasaan Lahan di Kecamatan Banyuurip Kabupaten Purworejo*. Universitas Diponegoro.
- Farianto, A., Karyani, T., & Trimo, L. (2021). Komparasi Pendapatan Usahatani Bawang Merah Berdasarkan Sumber Pembiayaan di Kabupaten Nganjuk. *Jurnal Agribisnis Indonesia (Journal of Indonesian Agribusiness)*, 9(2), 88–104. <https://doi.org/10.29244/jai.2021.9.2.88-104>
- Fidiansyah, A., & Yahya, S. (2021). Produksi dan Kualitas Umbi serta Ketahanan terhadap Hama pada Bawang Merah. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 49(1), 53–59. <https://doi.org/10.24831/jai.v49i1.33761>
- Gufron, D. R., Inayah, T., & Junaidi, J. (2021). Perbandingan Pendapatan Usahatani Padi Organik dan Padi Anorganik di Desa Watukebo, Kecamatan Blimbingsari Kabupaten Banyuwangi. *Sharia Agribusiness Journal*, 1(2), 153–168. <https://doi.org/10.15408/saj.v1i2.22282>
- Husni, A. K. H., & Maskan, A. F. (2014). Analisis Finansial Usahatani Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L) di Desa Purwajaya Kecamatan Loa Janan. *Agrifor: Jurnal Ilmu Pertanian Dan Kehutanan*, 13(1), 49–52. <https://doi.org/10.31293/af.v13i1.547>
- Indrajaya, T., Maulana, A., Yulianti, S., Ismaya, S. B., & Nuraini, A. (2022). Pola Distribusi dan Margin Pemasaran Bawang Merah di Kota Parepare. *Jurnal Economina*, 1(2), 334–346. <https://doi.org/10.55681/economina.v1i2.74>
- Marhawati. (2022). Analisis Perbandingan Pendapatan Usahatani Padi Organik SRI (System of Rice Intensification) dan Padi Anorganik di Kecamatan Wasuponda Kabupaten Luwu Timur. *Journal of Economic Education and Entrepreneurship Studies*, 3(2), 351–364. <https://doi.org/10.26858/je3s.v3i2.40577>
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. (2022). *Analisis Kinerja Perdagangan Bawang Merah*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian.
- Putri, A. F. P. (2024). *Analisis Perbandingan Usahatani Padi Organik dan Padi Anorganik di Desa Ngompro Kecamatan Pangkur Kabupaten Ngawi*. Politeknik Pembangunan Pertanian Malang.

- Raafindra, D. (2018). *Analisis Perbandingan Usahatani Padi Organik dan Anorganik di Keluarahan Dadaprejo, Kecamatan Junrejo, Kota Batu*. Universitas Brawijaya.
- Riady, F. (2022). *Determinan Produksi Biji Kopi di Kabupaten Merangin*. Universitas Jambi.
- Sitohang, M., & Nainggolan, M. F. (2024). Analisis Usahatani Bawang Merah di Desa Simamora, Kecamatan Baktiraja, Kabupaten Humbang Hasundutan, Provinsi Sumatera Utara. *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 10(1), 992–1000. <https://doi.org/10.25157/ma.v10i1.12736>
- Sugiyono. (2013). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suratiyah, K. (2015). *Ilmu Usaha Tani*. Jakarta Timur: Penebar Swadaya Grup.
- Tamarar, M. E., Hadibasyir, H. Z., & Gis, M. (2023). *Analisis Potensi Pengaruh Industri (Kawasan Industri Nganjuk/King) Terhadap Keberlanjutan Pertanian Hortikultura Bawang Merah di Kabupaten Nganjuk*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Tingkat Ketahanan Pangan Rumah Tangga Petani Garam Di Kabupaten Sampang Dengan Pendekatan FCS Dan FIES

Ainul Yaqin¹, Teguh Soedarto², Hamidah Hendrarini³

^{1,2,3}Program Studi Magister Agribisnis, Fakultas Pertanian UPN Veteran Jawa Timur, Jalan Raya Rungkut Madya no 1 Gunung Anyar - 60294, Surabaya, Indonesia

²Email : teguh_soedarto@upnjatim.ac.id

Submit : 09-07-2025

Revisi : 21-11-2025

Diterima : 30-11-2025

ABSTRACT

Salt farmers in coastal areas such as Sampang Regency are vulnerable to low food security due to dependence on production seasons and limited food access. This study aims to measure the level of food security of salt farmer households and analyze the socioeconomic factors that influence it. The study was conducted on 100 salt farmer respondents in Pangarengan District. Food security was measured using the Food Consumption Score (FCS) and the Food Insecurity Experience Scale (FIES), while influencing factors were analyzed using ordinal regression. The results show that based on the FCS, 61% of households are in the borderline category and 39% are acceptable, while based on the FIES, 92% are classified as food secure, 6% are moderately food insecure, and 2% are severely food insecure. Factors that significantly influence FCS are education, age, income, and distance to clean water sources. Meanwhile, for the FIES, education and age are the dominant factors. The results of this study emphasize the importance of education-based interventions and access to basic infrastructure to improve the food security of salt farmer households in a sustainable manner.

Keyword: FCS, FIES, Food Security, Ordinal Regression, Salt Farmers.

ABSTRAK

Petani garam penggarap di wilayah pesisir seperti Kabupaten Sampang rentan mengalami ketahanan pangan rendah akibat ketergantungan pada musim produksi dan akses pangan yang terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur tingkat ketahanan pangan rumah tangga petani garam dan menganalisis faktor - faktor sosial ekonomi yang memengaruhinya. Penelitian dilakukan pada 100 responden petani garam penggarap di Kecamatan Pangarengan. Ketahanan pangan diukur menggunakan *Food Consumption Score* (FCS) dan *Food Insecurity Experience Scale* (FIES), sedangkan faktor yang mempengaruhi dianalisis menggunakan regresi ordinal. Hasil menunjukkan bahwa berdasarkan FCS, 61% rumah tangga berada pada kategori *borderline* dan 39% *acceptable*, sedangkan berdasarkan FIES, 92% tergolong *food secure*, 6% *moderately food insecure*, dan 2% *severely food insecure*. Faktor yang berpengaruh signifikan terhadap FCS adalah pendidikan, usia, pendapatan, dan jarak ke sumber air bersih. Sementara itu, untuk FIES, pendidikan dan usia menjadi faktor dominan. Hasil penelitian ini menekankan pentingnya intervensi berbasis pendidikan dan akses infrastruktur dasar untuk meningkatkan ketahanan pangan rumah tangga petani garam secara berkelanjutan.

Kata Kunci: FCS, FIES, Ketahanan pangan, Petani garam, Regresi ordinal

1 Pendahuluan

Ketahanan pangan merupakan kondisi dimana seluruh populasi memiliki akses yang aman dan cukup terhadap pangan yang bergizi. Ketahanan pangan sebagai isu strategis nasional, tidak hanya tentang produksi dan ketersediaan bahan pangan, tetapi juga melibatkan aspek akses, pemanfaatan, dan keberlanjutan pangan (Wijaya et al., 2022). Ketahanan pangan sangat penting karena pangan merupakan kebutuhan dasar

setiap individu dan merupakan kunci bagi stabilitas sosial, ekonomi, dan politik (Maulana et al., 2024; Mulyani et al., 2020)

Kabupaten Sampang di Pulau Madura merupakan salah satu sentra produksi garam rakyat terbesar di Indonesia. Luas lahan garapan lebih dari 3.000 hektar dan kontribusi signifikan terhadap produksi garam nasional, wilayah ini memiliki peran penting dalam sistem pangan berbasis mineral (BPS Prov Jawa Timur, 2025). Realitas sosial ekonomi dibalik dominasi produksi tersebut memperlihatkan situasi yang kontras, terutama pada kelompok petani penggarap yang tidak memiliki lahan sendiri dan bekerja berdasarkan sistem bagi hasil atau sewa informal (Alfaroby & haryadi, 2024). Curah hujan yang tidak menentu mengganggu proses produksi garam, sehingga mengurangi hasil panen (Nurdin et al., 2023).

Petani garam penggarap juga menghadapi tekanan struktural lain yang memperburuk ketahanan pangan. Tekanan lain diantaranya tidak adanya kontrak kerja yang jelas, dominasi tengkulak dalam tata niaga garam, serta terbatasnya akses terhadap input produksi dan informasi pasar (Lestari et al., 2019; Hoiriyah, 2019). Struktur pasar yang tidak adil juga menjadi tekanan bagi petani garam. Harga garam sering ditentukan oleh tengkulak dan perusahaan besar, sehingga petani garam kehilangan kekuasaan dalam menentukan harga jual (Asad et al., 2019). Keterbatasan dalam akses terhadap teknologi dan modal juga menjadi kendala untuk meningkatkan produksi (Agustya et al., 2024).

Kajian ketahanan pangan di Indonesia umumnya masih berfokus pada petani tanaman pangan, nelayan, atau rumah tangga miskin di wilayah urban. Kajian yang secara khusus mengangkat isu ketahanan pangan rumah tangga petani garam, terutama yang berstatus sebagai penggarap, masih sangat terbatas (Fauziyah et al., 2023). Penelitian ini menggabungkan dua indikator internasional, yaitu *Food Consumption Score* (FCS) untuk menilai keragaman dan frekuensi konsumsi pangan, serta *Food Insecurity Experience Scale* (FIES) untuk mengukur pengalaman kerawanan pangan yang dirasakan rumah tangga. Kombinasi kedua indikator ini diharapkan memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang kondisi ketahanan pangan rumah tangga petani garam penggarap, baik dari sisi objektif maupun subjektif. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisa faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat ketahanan pangan rumah tangga petani garam di Kabupaten Sampang. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam memperkuat basis data empiris yang diperlukan untuk merumuskan kebijakan pembangunan pesisir yang lebih adil, tanggap terhadap kerentanan, dan berorientasi pada kelompok rentan seperti petani garam.

2 Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Pangarengan, Kabupaten Sampang, Provinsi Jawa Timur, yang dipilih secara purposive karena merupakan salah satu wilayah dengan aktivitas produksi garam rakyat yang tinggi dan didominasi oleh petani garam penggarap. Penelitian dilakukan pada bulan Juni 2025. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh petani garam penggarap di Kecamatan Pangarengan, dengan jumlah populasi sebanyak 3.209 orang. Penentuan jumlah sampel menggunakan rumus Slovin dengan *margin of error* 10%, menghasilkan 100 responden, yang selanjutnya dipilih menggunakan metode purposive sampling berdasarkan kriteria penggarap aktif, durasi bekerja, dan keterlibatan langsung dalam pengelolaan lahan garam.

Data primer diperoleh melalui wawancara tatap muka dengan menggunakan kuesioner terstruktur. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait seperti BPS Kabupaten Sampang, kantor desa, dan petani lokal. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu untuk pengukuran ketahanan pangan dilakukan dengan dua pendekatan, FCS (Asale et al, 2022), dan FIES (Jubayer et al, 2023). Faktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan pangan menggunakan analisis regresi ordinal Probit dengan aplikasi SPSS. Variabel yang digunakan adalah usia kepala rumah tangga, pendidikan kepala rumah tangga, jumlah anggota keluarga, pendapatan rumah tangga per bulan, luas lahan, pengalaman petani garam, pengeluaran rumah tangga per bulan dan jarak ke sumber air bersih.

3 Hasil dan Pembahasan

Tingkat Ketahanan Pangan Rumah Tangga Petani Garam

Pengukuran ketahanan pangan dengan pendekatan FCS dengan melakukan survey kepada responden berdasarkan berdasarkan frekuensi dan keragaman konsumsi kelompok pangan selama tujuh hari terakhir, dengan mempertimbangkan nilai gizi masing-masing kelompok (Tabel 1). Kelompok pangan yang paling sering dikonsumsi oleh rumah tangga petani garam di Kabupaten Sampang adalah sereal dan umbi, dengan frekuensi konsumsi penuh selama tujuh hari per minggu dan skor tertinggi sebesar 14. Kelompok ini menjadi sumber energi utama karena mudah diakses dan murah.

Tabel 1. Jenis dan rata- rata konsumsi pangan

Jenis Konsumsi Pangan	Rata-rata Konsumsi (Hari/Minggu)	Rata-rata skor
Sereal dan umbi	7	14
Kacang-kacangan	2.58	7.74
Sayuran	5.87	5.87
Buah-buahan	0.87	0.87
Daging dan ikan	1.27	5.08
Susu dan produk olahan	0.48	1.92
Gula dan pemanis	4.69	2.35
Minyak dan lemak	6.77	3.39

Menurut Muthini (2019), yang menyatakan bahwa masyarakat agraris cenderung bergantung pada makanan pokok sebagai sumber kalori harian. Konsumsi minyak dan lemak sebanyak 6,77 kali/minggu, serta sayuran sebanyak 5,87 kali/minggu juga cukup tinggi, sementara kelompok gula dan pemanis menempati posisi berikutnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa makanan pelengkap seperti gorengan dan minuman manis cukup umum dikonsumsi. Konsumsi pangan bergizi tinggi (daging, ikan, susu, dan buah-buahan) masih rendah, baik dari sisi frekuensi maupun skor, yang mencerminkan keterbatasan ekonomi dan akses terhadap pangan bernilai gizi tinggi.

Kondisi konsumsi ini menunjukkan pola ketahanan pangan yang belum seimbang. Meskipun asupan energi dari karbohidrat dan lemak tercukupi, rendahnya konsumsi protein hewani dan buah-buahan menunjukkan risiko ketidakseimbangan gizi. Rumah tangga berpendapatan rendah cenderung mengalami defisit kualitas gizi meskipun tidak mengalami kelaparan secara langsung Van Wijk et al. (2019) dan McKenzie et al. (2024).

Pengukuran ketahanan pangan rumah tangga petani garam selanjutnya dilakukan dengan menggunakan indikator FCS. Indikator ini mengelompokkan rumah tangga ke dalam tiga kategori tingkat ketahanan pangan, yaitu *poor*, *borderline*, dan *acceptable* berdasarkan skor konsumsi pangan tujuh hari terakhir. Hasil pengelompokan FCS rumah tangga petani garam disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori tingkat ketahanan pangan

Kategori FCS	Jumlah	%
<i>Poor</i>	0	0
<i>Borderline</i>	61	61
<i>Acceptable</i>	39	39

Komposisi ini mencerminkan bahwa sebagian besar rumah tangga masih berada pada ambang batas kecukupan konsumsi pangan dengan keterbatasan pada keberagaman (61%) dan hanya 39% tergolong *acceptable*. Pola ini sangat dipengaruhi oleh musim produksi garam yang menentukan pendapatan rumah tangga. Saat musim panen, konsumsi pangan lebih beragam, tetapi saat paceklik konsumsi menurun drastis. Kondisi ini diperburuk oleh rendahnya tingkat pendidikan, minimnya diversifikasi penghasilan, keterbatasan infrastruktur, akses air bersih yang jauh, serta pengaruh budaya lokal dalam pola makan yang belum terbiasa mengonsumsi makanan bergizi tertentu (Tran et al., 2022; Tansuchat dan Plaiphum, 2023). Intervensi kebijakan diperlukan untuk mendorong peningkatan skor FCS secara berkelanjutan dengan mengintegrasikan aspek pangan, gizi, dan infrastruktur dasar, serta edukasi konsumsi gizi seimbang berbasis budaya lokal (Ahmed et al., 2024; Dorkenoo, 2025).

Pengukuran ketahanan pangan rumah tangga petani garam dengan pendekatan FIES untuk menilai pengalaman subjektif rumah tangga dalam menghadapi kesulitan akses pangan, baik secara ekonomi maupun emosional (Cafiero et al., 2024). Hasil pengukuran

FIES, termasuk distribusi tingkat kerawanan pangan dan dinamika yang dialami rumah tangga dalam memenuhi kebutuhan pangan sehari-hari disajikan Tabel 3.

Tabel 3. Frekuensi jawaban ketahanan pangan

No	Indikator FIES	Presentase Jawaban	
		Mengalami	Tidak Mengalami
1	Khawatir kehabisan makanan sebelum mendapatkan uang	17	83
	Tidak dapat mengonsumsi makanan sehat dan bergizi karena kekurangan uang atau sumber daya	16	84
2	Makan sedikit jenis makanan karena keterbatasan sumber daya	17	83
3	Mengurangi porsi makan karena tidak cukup makanan tersedia	5	95
4	Melewatkan waktu makan karena tidak cukup makanan	10	90
5	Merasa lapar tetapi tidak makan karena kekurangan uang	5	95
6	Pernah seharian penuh tidak makan sama sekali karena kekurangan uang	3	97
7	Pernah seharian penuh tidak makan meskipun merasa lapar karena tidak memiliki uang	2	98

Bentuk kerawanan pangan yang paling sering dialami responden adalah kekhawatiran kehabisan makanan (17%), keterbatasan dalam mengonsumsi makanan yang diinginkan (16%), dan pengurangan jenis makanan yang dikonsumsi (17%). Hal ini menunjukkan kerentanan ringan hingga sedang akibat keterbatasan sumber daya, terutama selama musim paceklik. Sejumlah kecil responden mengalami melewati waktu makan (10%), mengurangi porsi makan (5%), hingga tidak makan seharian karena ketiadaan pangan atau uang (2–3%), hal ini menjadi indikator tekanan ekonomi dan ketidakstabilan konsumsi rumah tangga. Sejalan dengan penelitian Cafiero et al. (2024) dan Tansuchat & Plaiphum (2023) yang menyatakan bahwa rumah tangga dengan pendapatan musiman dan keterbatasan akses terhadap pangan rentan mengalami berbagai bentuk tekanan, baik secara fungsional maupun emosional. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun tidak semua rumah tangga mengalami kerawanan pangan ekstrem, masih terdapat kelompok marginal yang membutuhkan intervensi kebijakan yang terintegrasi dalam bentuk perlindungan sosial, edukasi konsumsi, serta peningkatan akses terhadap pangan dan pendapatan alternatif yang berkelanjutan.

Hasil pengelompokan FIES rumah tangga petani garam disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kategori tingkat ketahanan pangan

Kategori FIES	Jumlah	%
Food Secure	92	92
Moderately food insecure	6	6
Severely food insecure	2	2

Mayoritas rumah tangga petani garam di Kabupaten Sampang tergolong *food secure* (92%), sementara 6% masuk kategori *moderately food insecure* dan 2% tergolong *severely food insecure*. Secara umum hasil ini menunjukkan kondisi yang relatif aman dari sisi akses pangan. Rumah tangga yang mengalami kerawanan pangan (8%) moderat hingga berat menjadi sinyal penting atas ketimpangan distribusi ketahanan pangan dalam komunitas petani garam. Rumah tangga dalam kategori moderat umumnya mengalami kekhawatiran kehabisan makanan, pengurangan keragaman konsumsi, serta ketidakmampuan

mengonsumsi makanan yang diinginkan karena keterbatasan pendapatan dan akses. Petani garam tersebut tidak memiliki pekerjaan alternatif di luar musim produksi garam dan cenderung memiliki tanggungan keluarga besar, serta literasi keuangan yang rendah sehingga tidak memiliki tabungan atau stok pangan saat paceklik. Sementara itu, rumah tangga dalam kategori *severely food insecure* umumnya tidak memiliki lahan, bergantung pada sistem bagi hasil, dan tidak memiliki akses terhadap bantuan sosial atau pekerjaan lain, sehingga saat produksi berhenti, hanya mengandalkan hutang atau bantuan keluarga untuk bertahan hidup.

Menurut Prihantini et al. (2024) dan Nuswardani (2019), yang menunjukkan bahwa rumah tangga pesisir berisiko tinggi mengalami transisi cepat dari *food secure* ke *food insecure* akibat ketergantungan pada musim dan minimnya pendapatan alternatif. Bahkan pada rumah tangga yang tergolong *food secure*, ditemukan praktik penghematan pangan seperti mengurangi lauk, memperbanyak nasi, atau menunda makan sebagai strategi bertahan yang tidak tercatat dalam indikator formal. Ini menunjukkan pentingnya membedakan antara ketahanan pangan fungsional dan ideal, serta perlunya pemahaman terhadap konteks budaya dan strategi adaptasi lokal. Dalam konteks ini, pendekatan kebijakan tidak cukup hanya berfokus pada peningkatan produksi garam, tetapi harus memperhatikan aspek konsumsi, diversifikasi pendapatan, dan perlindungan sosial. Oleh karena itu, kebijakan yang berbasis data FIES dan bersifat preventif seperti pelatihan keterampilan alternatif, akses kredit mikro musiman, serta sistem peringatan dini komunitas menjadi sangat penting untuk memperkuat ketahanan pangan rumah tangga petani garam secara menyeluruh (Ogotu et al., 2023).

Faktor–Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Ketahanan

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat ketahanan pangan rumah tangga petani garam berdasarkan indikator FCS (Tabel 5). beberapa faktor berpengaruh signifikan terhadap tingkat ketahanan pangan diantaranya pendidikan, usia, pendapatan rumah tangga dan jarak sumber air bersih.

Tabel 5. Faktor – faktor yang mempengaruhi tingkat ketahanan pangan pada indikator FCS

Kategori FCS	Coefficient	Std. err.	P> z
Pendidikan	0.097	0.045	0.030**
Usia	-0.033	0.019	0.083*
Jumlah Anggota Keluarga	-0.176	0.146	0.229
Pendapatan Rumah Tangga	0.000	0.000	0.100*
Luas Lahan Garapan	-0.517	1.672	0.757
Pengalaman Bertani	0.026	0.019	0.181
Pengeluaran Rumah Tangga	0.000	0.000	0.135
Jarak Sumber Air Bersih	-0.001	0.000	0.000***
/cut1	1.046	1.607	
Pseudo R2		0.262	
Prob > chi2		0.000	

Note: ***, **, * signifikan pada α 1%, 5% dan 10%

Faktor pendidikan menunjukkan pengaruh positif dan signifikan pada tingkat 5% (koefisien = 0,097; $p = 0,030$), yang berarti semakin tinggi tingkat pendidikan kepala rumah tangga, maka semakin besar kemungkinan rumah tangga memiliki ketahanan pangan yang lebih baik. Pendidikan berperan penting dalam meningkatkan kesadaran akan gizi dan kemampuan mengelola konsumsi rumah tangga secara efisien Atemnkeng et al. (2020). Faktor usia juga berpengaruh negatif namun signifikan pada tingkat 10% (koefisien = -0,033; $p = 0,083$), yang mengindikasikan bahwa semakin tua usia kepala rumah tangga, cenderung terjadi penurunan dalam ketahanan pangan, kemungkinan karena menurunnya produktivitas kerja dan adaptasi terhadap perubahan pasar, seperti juga disampaikan dalam studi Gantini et al (2024). Pendapatan rumah tangga menunjukkan pengaruh positif dimana peningkatan daya beli rumah tangga secara langsung meningkatkan akses terhadap pangan yang lebih beragam dan bergizi. Faktor jarak sumber air bersih berpengaruh negatif signifikan, yang menunjukkan bahwa semakin jauh rumah tangga dari sumber air bersih, maka kemungkinan mengalami ketahanan pangan rendah. Keterbatasan akses air berdampak pada kualitas pengolahan pangan dan sanitasi rumah tangga. Menurut Schuster et al (2021), sanitasi dan ketersediaan air bersih sangat berkorelasi dengan kualitas konsumsi pangan di wilayah pedesaan.

Faktor lain seperti jumlah anggota keluarga, luas lahan garapan, pengalaman bertani, dan pengeluaran rumah tangga tidak menunjukkan pengaruh signifikan secara statistik, meskipun secara teoritis memiliki relevansi terhadap ketahanan pangan. Nilai Pseudo R^2 sebesar 0,262 dan Prob > χ^2 sebesar 0,000 menunjukkan bahwa model regresi yang digunakan cukup baik dalam menjelaskan variabilitas data. Ketahanan pangan rumah tangga petani garam sangat dipengaruhi oleh faktor sosial ekonomi tertentu yang dapat dijadikan dasar bagi intervensi kebijakan yang lebih tepat sasaran.

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat ketahanan pangan pada indikator FIES (Tabel 6) yang paling signifikan adalah pendidikan. Semakin tinggi tingkat pendidikan kepala rumah tangga, semakin rendah kemungkinan rumah tangga mengalami kerawanan pangan yang bersifat psikologis atau fungsional. Pendidikan meningkatkan literasi pangan, kemampuan pengelolaan konsumsi, dan akses terhadap informasi bantuan sosial Atemnkeng et al. (2020). Faktor usia juga menunjukkan pengaruh negatif yang signifikan, yang berarti kepala rumah tangga yang lebih tua cenderung memiliki risiko lebih tinggi dalam menghadapi kerawanan pangan, kemungkinan akibat keterbatasan fisik atau ekonomi. Faktor lain seperti jumlah anggota keluarga, pendapatan, luas lahan garapan, pengeluaran rumah tangga, pengalaman bertani, dan jarak ke sumber air bersih tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan secara statistik terhadap FIES.

Tabel 6. Faktor–faktor yang mempengaruhi tingkat ketahanan pangan pada indikator FIES

Kategori FIES	Coefficient	Std. err.	P> z
Pendidikan	-0.176	0.070	0.012**
Usia	-0.052	0.029	0.075*
Jumlah Anggota Keluarga	0.202	0.191	0.288
Pendapatan Rumah Tangga	0.000	0.000	0.991
Luas Lahan Garapan	9.611	840.714	0.990
Pengalaman Bertani	0.022	0.022	0.309
Pengeluaran Rumah Tangga	0.000	0.000	0.609
Jarak Sumber Air Bersih	0.000	0.000	0.843
/cut1	-4.865	369.920	
/cut2	-4.071	369.920	
Pseudo R2	0.211		
Prob > chi2	0.092		

Note: **, * signifikan pada α 5% dan 1%

Kerawanan pangan yang bersifat subjektif tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi ekonomi formal, tetapi lebih dipengaruhi oleh kemampuan manajemen rumah tangga dan persepsi terhadap kecukupan pangan (McDonough et al., 2018). Nilai Pseudo R² sebesar 0,211 dan Prob > Chi² sebesar 0,092 menunjukkan bahwa model memiliki daya jelaskan yang sedang, namun tetap relevan untuk digunakan dalam melihat pola umum pengalaman kerawanan pangan. Hasil ini menegaskan bahwa intervensi pendidikan, terutama yang terkait dengan literasi pangan dan perencanaan konsumsi, dapat menjadi strategi penting untuk memperkuat ketahanan pangan rumah tangga petani garam, khususnya dalam aspek yang tidak terdeteksi oleh indikator konsumsi kuantitatif seperti FCS.

4 Kesimpulan

Tingkat ketahanan pangan rumah tangga petani garam di Kabupaten Sampang menunjukkan bahwa berdasarkan FCS, sebagian besar rumah tangga berada pada kategori borderline (61%) dan selebihnya acceptable (39%), tanpa kategori poor. Berdasarkan FIES, mayoritas rumah tangga tergolong food secure (92%), sementara 8% lainnya mengalami kerawanan pangan sedang hingga berat. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar rumah tangga merasa aman secara subjektif terhadap akses pangan, kualitas dan keberagaman konsumsi masih terbatas. Faktor yang berpengaruh signifikan terhadap FCS adalah pendidikan, usia, pendapatan, dan jarak sumber air bersih, sedangkan pada FIES hanya pendidikan dan usia kepala rumah tangga yang berpengaruh. Pendidikan yang lebih tinggi menurunkan risiko kerawanan pangan, dan usia yang lebih tua cenderung mencerminkan kemampuan adaptasi yang lebih baik dalam menjaga ketahanan pangan rumah tangga.

Daftar Pustaka

- Agustya, N., Sapanli, K., & Nuva. (2024). Kerentanan Usahatani Garam Rakyat di Desa Bungko Lor Kabupaten Cirebon: Vulnerability of Salt Farming in Bungko Lor Village, Cirebon Regency. *Indonesian Journal of Agricultural Resource and Environmental Economics*, 3(2), 116–127.

<https://doi.org/10.29244/ijaree.v3i2.57894>

- Ahmed, A. U., Hoddinott, J., Roy, S., & Sraboni, E. (2024). Transfers, nutrition programming, and economic well-being: Experimental evidence from Bangladesh. *World Development*, 173, 106414. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2023.106414>
- Alfaroby, M., & Haryadi, B. (2024). Pola Bagi Hasil, Harga Produksi, Dan Distribusi Laba: Perspektif Political Economy Of Accounting (Studi Petani Garam Di Karanganyar). *SEPA: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 21(1), 113. <https://doi.org/10.20961/sepa.v21i1.67212>
- As'ad, A. F., Setiawan, A. R., Mulawarman, A. D., & Kamayanti, A. (2019). "Pahit"nya garam: Sebuah studi dramaturgi. *IMANENSI: Jurnal Ekonomi, Manajemen dan Akuntansi Islam*, 2(2), 45–57. <https://doi.org/10.34202/imanensi.2.2.2017.45-57>
- Asale, M. A., Danso-Abbeam, G., & Ogundeji, A. A. (2022). Determinants of household food insecurity and coping strategies in Northern Ghana. *GeoJournal*, 88(2), 2307–2324. <https://doi.org/10.1007/s10708-022-10742-0>
- Atemnkeng, J. T., Abenwi, S. J., & Molem C. Sama. (2020). *Can education contribute to household food security? The cameroon experience*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.3876192>
- BPS Prov Jawa Timur. (2025). *Provinsi Jawa Timur Dalam Angka 2024*. Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur.
- Cafiero, C., Gheri, F., & Viviani, S. (2024). Validating the food insecurity experience scale for use in analyses of recent food insecurity. *Global Food Security*, 42, 100783. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2024.100783>
- Choudhary, N., Schuster, R. C., Brewis, A., & Wutich, A. (2021). Household Water Insecurity Affects Child Nutrition Through Alternative Pathways to WASH: Evidence From India. *Food and Nutrition Bulletin*, 42(2), 170–187. <https://doi.org/10.1177/0379572121998122>
- Dorkenoo, K. (2025). Salt and Power: Making Sense of Loss in a Changing Climate through Scalar Politics. *Antipode*, 57(6), 2079–2102. <https://doi.org/10.1111/anti.70036>
- Fauziyah, E., Ratna Hidayati, D., & Fatmawati, I. (2023). A Study on the Productivity of Salt Farming on Madura Island, Indonesia. *E3S Web of Conferences*, 444, 02027. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344402027>
- Fraval, S., Hammond, J., Bogard, J. R., Ng'endo, M., Van Etten, J., Herrero, M., Oosting, S. J., De Boer, I. J. M., Lannerstad, M., Teufel, N., Lamanna, C., Rosenstock, T. S., Pagella, T., Vanlauwe, B., Dontop-Nguezet, P. M., Baines, D., Carpena, P., Njingulula, P., Okafor, C., ... Van Wijk, M. T. (2019). Food Access Deficiencies in Sub-saharan Africa: Prevalence and Implications for Agricultural Interventions. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 3, 104. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00104>
- Gantini, T., Dasipah, E., Nataliningsih, N., & Rahayu, N. B. (2024). The Influence Of Socio-Economic Characteristics Of Farmers On The Food Availability Of Farming Households In Warudoyong Sub-District, Sukabumi. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(9), 6852–6861. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i9.6969>
- Hoiriyah, Y. U. (2019). Peningkatan Kualitas Produksi Garam Menggunakan Teknologi Geomembran. *Jurnal Studi Manajemen dan Bisnis*, 6(2), 71–76. <https://doi.org/10.21107/jsmb.v6i2.6684>
- Jubayer, A., Islam, S., Nowar, A., Nayan, Md. M., & Islam, Md. H. (2023). Validity of Food insecurity experience scale (FIES) for use in rural Bangladesh and prevalence and determinants of household food insecurity: An analysis of data from Bangladesh

- integrated household survey (BIHS) 2018-2019. *Heliyon*, 9(6), e17378. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17378>
- Lestari, W., Fazlia Inda Rahmayani, R., Evalina, A., Saputra, M., & Irma Suryani, A. (2019). Technology Development of Salt Products Using Geomembrane Thread Filter Technology in Kajhu Village Baitussalam, Aceh Besar. *Journal of Physics: Conference Series*, 1424(1), 012050. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1424/1/012050>
- Maulana, D., Habibi, F., & Purnama, I. N. (2024). Kebijakan Ketahanan Pangan Di Indonesia Melalui Pendekatan Analisis Bibliometric. *Jurnal Ilmu Sosial dan Ilmu Politik (JISIP)*, 13(1), 38–50. <https://doi.org/10.33366/jisip.v13i1.2648>
- Millimet, D. L., McDonough, I. K., & Fomby, T. B. (2018). Financial Capability and Food Security in Extremely Vulnerable Households. *American Journal of Agricultural Economics*, 100(4), 1224–1249. <https://doi.org/10.1093/ajae/aay029>
- Mulyani, S., Fathani, A. T., & Purnomo, E. P. (2020). Perlindungan Lahan Sawah Dalam Pencapaian Ketahanan Pangan Nasional. *Rona Teknik Pertanian*, 13(2), 29–41. <https://doi.org/10.17969/rtp.v13i2.17173>
- Muthini, D. N., Nzuma, J. M., & Nyikal, R. A. (2019). *Variety awareness, nutrition knowledge and adoption of nutritionally enhanced crop varieties: Evidence from Kenya*. <https://doi.org/10.22004/AG.ECON.301044>
- Nuswardani. (2019). Protection and Empowerment of Salt Farmers in Madura. *Proceedings of the 1st International Conference on Life, Innovation, Change and Knowledge (ICLICK 2018)*. Proceedings of the 1st International Conference on Life, Innovation, Change and Knowledge (ICLICK 2018), Bandung, Indonesia. <https://doi.org/10.2991/iclick-18.2019.64>
- Ogutu, S. O., Mockshell, J., Garrett, J., Labarta, R., Ritter, T., Martey, E., Swamikannu, N., Gotor, E., & Gonzalez, C. (2023). Home gardens, household nutrition and income in rural farm households in Odisha, India. *Journal of Agricultural Economics*, 74(3), 744–763. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12525>
- Prihantini, C. I., Hanani, N., Syafril, & Asmara, R. (2024). Environmental–Socioeconomic Factors and Technology Adoption: Empirical Evidence from Small-Scale Salt Farmers in Improving Technical Efficiency in the Madurese Coastal Area, East Java, Indonesia. *Sustainability*, 16(14), 6247. <https://doi.org/10.3390/su16146247>
- Sarma, P. K., Alam, M. J., Begum, I. A., & McKenzie, A. M. (2024). The effect of total factor productivity on the food security and livelihood vulnerability of farm households in Bangladesh. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1395897. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1395897>
- Tansuchat, R., & Plaiphum, S. (2023). Assessing Food and Livelihood Security in Sea Salt Community: A GIAHS Study in Ban Laem, Phetchaburi, Thailand. *Sustainability*, 15(21), 15229. <https://doi.org/10.3390/su152115229>
- Tran, P. G., Hoa, L. T., Hien, N. T. T., & Oanh, N. T. (2022). Livelihood of salt farmers in the context of environmental changes in Can Gio district, Vietnam. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1028(1), 012002. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1028/1/012002>
- Wijaya, O., Juniawan, W., & Widodo. (2022). Alternatif Kebijakan Ketahanan Pangan Wilayah Kabupaten Banyumas Dengan Pendekatan Cluster Analysis. *Risalah Kebijakan Pertanian Dan Lingkungan Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian dan Lingkungan*, 9(3), 133–148. <https://doi.org/10.29244/jkebijakan.v9i3.32799>

Pemanfaatan Media Sosial dalam Pengembangan Agribisnis Hortikultura Kab. Tuban

Maimunah¹, Abdi Dewi Setiana², Kristiawan³

^{1,2,3} Universitas Sunan Bonang Tuban, Jl dr Wahidin Sudirohusodo 798 Tuban

¹ Email: Maimunah75.mm@gmail.com

² Email: Abdidewi78@yahoo.com

³ Email: Kristiawan.usb@gmail.com

Submit : 16-09-2025

Revisi : 21-11-2025

Diterima : 21-12-2025

ABSTRACT

The development of science, technology, and communication is accelerating and spreading across all fields. E-commerce and social media are utilized agriculture from upstream to downstream in agribusiness development. This study aims to determine the extent to which social media has been utilized by horticultural farmers in Tuban Regency in developing their businesses. The respondents of this study were horticultural farmers in Tuban Regency who cultivate various types of crops. To obtain a complete picture, this study uses primary and secondary data that are processed to obtain an overview and research results. The results show that respondents have all utilized social media in their daily activities, particularly in relation to communication and business management. Respondents use 1-4 social media platforms on a daily basis. The use of social media is still largely limited to obtaining information from friends who have information related to the provision of cultivation facilities, pest and disease control, and product marketing. Regarding marketing, few farmers utilize social media as a platform to market their products. In terms of marketing, few farmers utilize media as a means of marketing their products. Products are mostly sold directly or purchased by large traders. Optimal use of social media to obtain information, communicate, expand networks, and market products will have a positive impact on agribusiness development and improve farmers' welfare.

Keywords: Agribusiness, Development, Horticulture, Social media, Tuban

ABSTRAK

Perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi dan komunikasi semakin cepat dan merambah di semua bidang. E-commerce dan media sosial dimanfaatkan bidang pertanian mulai dari hulu sampai hilir pada pengembangan agribisnis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana media sosial telah dimanfaatkan oleh petani hortikultura Kabupaten Tuban dalam mengembangkan usahanya. Responden penelitian ini adalah petani hortikultura di Kabupaten Tuban pada berbagai jenis tanaman yang diusahakan. Guna mendapatkan gambaran yang lengkap, penelitian menggunakan data primer dan sekunder yang diolah untuk mendapatkan gambaran dan hasil penelitian. Hasil penelitian menunjukkan data bahwa responden yang merupakan petani hortikultura telah semuanya memanfaatkan media sosial dalam kegiatannya sehari-hari khususnya berkenaan dengan komunikasi maupun pengelolaan usahanya. Terdapat 1 – 4 media sosial yang digunakan oleh responden dalam sehari-hari. Pemanfaatan media sosial sebagian besar masih terbatas pada pemanfaatan mendapatkan informasi antar teman yang memiliki informasi terkait penyediaan sarana prasarana budidaya, penanggulangan hama penyakit serta memasarkan produknya. Terkait dengan pemasaran, masih sedikit petani yang memanfaatkan media sebagai media

memasarkan produknya. Produk lebih banyak dijual secara langsung atau dibeli pedagang besar. Pemanfaatan media sosial secara optimal untuk mendapatkan informasi, komunikasi, memperluas jaringan dan pemasaran akan memberikan dampak positif bagi pengembangan agribisnis serta memberi dampak peningkatan kesejahteraan petaninya.

Kata Kunci : Agribisnis, Hortikultura, Media Sosial, Pengembangan, Tuban

1 Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan semakin cepat. Pemanfaatan ilmu pengetahuan telah merambah di seluruh penjuru dunia. Perkembangan ilmu pengetahuan tidak hanya menghasilkan robot atau mesin-mesin yang mempermudah pekerjaan manusia. Ilmu pengetahuan dan teknologi telah menciptakan sistem digital yang memudahkan manusia untuk saling berhubungan atau berkomunikasi. Momentum Pandemi Covid 19 membuat masyarakat lebih memanfaatkan perkembangan teknologi informasi. Pandemi yang mengurangi aktifitas di luar rumah menyebabkan masyarakat harus mengerjakan segala sesuatu dari rumah. Pekerjaan kantor, belajar, belanja dan berbagai macam mengharuskan dikerjakan dari rumah. Kondisi ini selain menuntut produsen untuk lebih kreatif juga memaksa masyarakat untuk belajar memanfaatkan teknologi informasi yang ada.

Pada awal tahun 2021, 73,7% penduduk telah menggunakan internet dan lebih dari setengah penduduk Indonesia telah memanfaatkan media sosial (Stephanie & Yusuf 2021). Tahun 2022 naik menjadi 12,35% atau 191 juta jiwa (Mahdi, 2022). Dari keseluruhan pengguna internet, media sosial merupakan platform yang banyak diminati (Riyanto & Nistanto, 2021). Kemajuan teknologi informasi juga dimanfaatkan bidang pertanian dalam pengembangan agribisnis. Berbagai platform digital dimanfaatkan mulai dari untuk pengadaan sarana produksi sampai pemasaran. Menurut Kusumadinata, (2016), selain untuk mencari informasi tentang budi daya pertanian, juga bisa sebagai sarana berkomunikasi dengan petani lain ataupun stakeholder yang berada jauh untuk melakukan fungsi pemasaran produk pertanian. Internet memungkinkan pelaku agribisnis untuk memasarkan dan menjual produk secara langsung. Penggunaan layanan digital seperti *Platform e-commerce* dapat menjangkau konsumen lebih luas, menghindari perantara, dan meningkatkan margin keuntungan, sehingga pemasaran produk pertanian dapat lebih efisien dan mengurangi biaya transaksi (Gao et al., 2024). Penelitian Burhan, (2018), menunjukkan bahwa di beberapa negara berkembang pemanfaatan teknologi informasi atau internet telah membantu meningkatkan akses pasar, laba, memudahkan hubungan antara penyedia input dan pembeli produksi bahkan dalam pengentasan kemiskinan hingga lebih dari 50%. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi informasi secara umum memberikan dampak yang besar bagi pengembangan usaha agribisnis. Sehingga pemanfaatan teknologi informasi perlu dikelola dengan baik agar dalam

pemanfaatannya benar-benar memberikan dampak yang nyata bagi pengembangan agribisnis.

Pengembangan agribisnis Kabupaten Tuban memiliki potensi yang sangat baik. Pemanfaatan teknologi informasi diharapkan mampu membantu pengembangan agribisnis di wilayah kabupaten Tuban. Kabupaten memiliki produk unggulan hortikultura berdasarkan analisis *Tipologi Klassen*, *LQ* dan *AHP* adalah cabe besar, cabe rawit/kecil, belimbing, mangga, melon, semangka, duku, jeruk, pisang dan jambu biji serta produk unggulan yang telah ditetapkan pemerintah daerah atau nasional seperti duku prunggahan, belimbing tasikmadu dan jeruk keprok tejakula (Patiung, 2015). Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk melihat sejauh mana teknologi informasi atau internet dalam hal dimanfaatkan oleh petani di Kabupaten Tuban dalam mengembangkan usahanya serta bagaimana pengelolaan pemanfaatan teknologi informasi agar dapat mendukung pengembangan usaha agribisnis.

2 Metode Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil observasi dan wawancara kepada responden. Wawancara dilakukan dengan panduan kuesener atau daftar pertanyaan yang telah dipersiapkan. Sedangkan data sekunder diperoleh dari berbagai sumber, baik hasil hasil penelitian terkait, Biro Pusat Statistik dan referensi lainnya. Sampel pada penelitian ini adalah petani hortikultura di Kabupaten Tuban. Sampel responden dipilih secara acak. Sampel merupakan petani hortikultura yang berada di Kabupaten Tuban sejumlah 58 responden. Analisa dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif analitik kualitatif. Penelitian deskriptif merupakan metode penelitian yang menggambarkan suatu hasil penelitian, bertujuan menjelaskan sebuah fenomena yang terjadi (Ramdhan, 2021). Metode deskriptif analitik dapat juga digunakan untuk menggambarkan keadaan atau karakteristik objek penelitian secara sistematis dan analisis mendalam untuk menemukan pola, relasi, atau faktor-faktor yang berpengaruh (Fadli, 2021; Assyakurrohim et al., 2022).

3 Hasil Penelitian dan Pembahasan

Gambaran umum responden

Gambaran umum responden merupakan paparan tentang kondisi responden, dalam hal ini petani hortikultura di Kabupaten Tuban. Pada penelitian ini gambaran umum petani responden diuraikan dalam beberapa karakteristik, diantaranya adalah tingkat pendidikan, luas lahan, lama pengalaman pengelolaan dan jenis hortikultura yang di kelola.

Tingkat pendidikan responden pada penelitian ini umumnya sudah pada tingkat menengah atas, dimana lebih dari 50 persen telah berpendidikan setingkat menengah atas/kejuruan bahkan 22,41% berpendidikan DIII/Sarjana. Sedangkan sisanya yaitu berpendidikan dasar dan menengah pertama sebanyak 22,34%. Data tentang tingkat pendidikan petani responden ditunjukkan pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Data tingkat pendidikan petani pengelola hortikultura Kabupaten Tuban

Tingkat Pendidikan	Jumlah (orang)	Persentase (%)
Sekolah Dasar	6	10,34
Sekolah Menengah Pertama	7	12,07
Sekolah Menengah Atas/Kejuruan	31	53,45
DIII/Sarjana	13	22,41
Magister	1	1,72

Tingkat Pendidikan secara umum berpengaruh pada kemampuan pemanfaatan atau penggunaan media sosial dalam komunikasi maupun kegiatan usahanya. Menurut penelitian (Munte, 2025) semakin tinggi tingkat pendidikan responden, kemampuannya dalam memahami ilmu pengetahuan juga semakin tinggi. Petani dengan tingkat pendidikan menengah ke atas pada umumnya lebih terbuka dengan informasi baru, teknologi dan lebih mudah mengakses. Penelitian terkait juga menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat pendidikan petani cenderung lebih terbuka terhadap informasi pertanian yang lebih modern (Resmianto et al., 2025). Mereka yang memiliki informasi lebih baik akan mengoptimalkan dalam melakukan usahanya, memperbaiki manajemen usaha dan pada gilirannya akan meningkatkan pendapatannya. Pendidikan yang semakin tinggi memberi pengaruh pada pendapatan yang diterima petani (Zebua, 2018).

Pengalaman mengelola merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi petani dalam pengambilan keputusan pengelolaan selanjutnya. Pengalaman yang lebih lama dalam mengelola akan memberikan banyak pembelajaran dalam mengelola usaha tani. Pengalaman memberikan kemampuan, ketrampilan dan pengetahuan yang dapat digunakan dalam mengelola usahanya (Salampessy, 2018). Tabel 2 menunjukkan bahwa petani responden pada umumnya telah mengelola usaha tani lebih dari satu tahun, bahkan ada juga petani yang menekuni budidaya hortikultura lebih dari 5 tahun. Lama pengalaman mengelola usaha tani dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. Lama pengalaman pengelolaan agribisnis

Lama Pengalaman	Jumlah Responden (Orang)	Prosentase (%)
≤1 th	14	24,14
1 - 5 tahun	18	31,03

≥ 5 tahun ≤ 10 tahun	25	43,10
≥ 10 tahun	1	1,72
Total		100

Pengalaman lebih dari satu tahun merupakan pengalaman yang cukup lama bagi petani untuk mendapatkan pengalaman dalam pengelolaan usaha taninya. Pengalaman ini baik berasal dari pengalaman mengelola milik sendiri maupun kesempatan dalam mengikuti pelatihan, penyuluhan dan beradaptasi dengan teknologi. Pengalaman petani sangat krusial dalam mempengaruhi produktivitas. Pendidikan dan pelatihan yang berkelanjutan dapat meningkatkan pengalaman petani dalam budidaya maupun pengendalian dan penanganan hama penyakit tanaman (Rahman, 2024; Rahmawasih & Arnama, 2024).

Luas lahan yang dikelola adalah karakteristik berikutnya yang menggambarkan petani responden. Luasan lahan petani dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. Luasan Lahan Petani Hortikultura Kabupaten Tuban

Luasan Lahan	Jumlah Responden (Orang)	Prosentase (%)
0 - 0,5 ha	31	53,45
> 0,5 ha - 1 ha	14	24,14
> 1 ha	13	22,41
Total		100

Petani hortikultura di Kabupaten Tuban pada umumnya mengelola lahan kurang dari 1 ha sampai 1 ha atau sebagai petani kecil atau petani gurem. Petani kecil memiliki keterbatasan pada pengetahuan, sumber daya dan modal serta lahan yang sempit dan kapasitas produksi yang kecil juga (Susilowati & Maulana, 2016). Petani yang memiliki lahan lebih dari 1 hektar biasanya merupakan petani yang lebih profesional dalam pengelolaannya baik dari cara pengelolaan maupun permodalan yang dimiliki. Petani ini memiliki modal yang cukup sehingga dapat fokus mengoptimalkan usahanya sehingga tingkat kesejahteraannya lebih baik.

Pada gambaran umum tentang jenis tanaman yang diusahakan oleh responden, menunjukkan bahwa 86,21% petani tidak hanya menanam satu jenis tanaman. Hal ini dikarenakan petani memahami pentingnya mengoptimalkan lahan yang dimiliki agar memperoleh keuntungan yang maksimal. Petani pada umumnya menanam tanaman di sela sela tanaman utama maupun sistem rotasi tanaman. Pengetahuan tentang metode budidaya ini tentu tidak hanya berdasar pengalaman tetapi juga hasil tukar pengalaman dengan sesama petani maupun penyuluh. Petani juga dapat memperoleh informasi dari media sosial tentang pentingnya dan keuntungan menanam dengan metode bergilir atau pun tumpang sari. Jenis tanaman dibudidayakan oleh petani di Kabupaten Tuban disajikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Tabel Sebaran Jenis Tanaman yang Diusahakan Petani berdasar Lokasi

Kecamatan	Jenis Tanaman Yang Diusahakan
Grabagan	apokat, semangka, labu
Jatirogo	apokat, cabai
Jenu	cabai
Kenduruan	apokat
Merakurak	durian, kelengkeng
Palang	belimbing, jambu biji merah
Parengan	apokat, bawang merah, cabai, kelengkeng, melon, pisang, sawo
Rengel	kelengkeng
Semanding	jeruk
Senori	kelengkeng, melon, semangka
Soko	jambu biji merah, blimbing, semangka
Tuban	pisang, sirsak, tomat,
Widang	pisang, bawang merah
Plumpang	Melon

Sebaran jenis tanaman menunjukkan bahwa Kabupaten Tuban merupakan daerah yang cukup potensial dalam pengembangan hortikultura. Hal ini dikarenakan lahan pertanian di Kabupaten Tuban memang merupakan lahan jenis lahan yang cocok untuk budidaya hortikultura (Suryanto et al., 2017). Beberapa jenis hortikultura tersebut juga menjadi unggulan Kabupaten Tuban diantaranya adalah melon, bawang merah, belimbing dan jambu biji merah. Banyak petani yang berminat untuk membudidayakan berharap akan menghasilkan keuntungan yang besar karena peluang pasar yang cukup besar.

Pemanfaatan Media Sosial

Media sosial adalah segala jenis media yang dimanfaatkan oleh masyarakat dalam melakukan komunikasi dan mendapatkan informasi guna kepentingan pribadi dan kepentingan lainnya. Media sosial banyak dimanfaatkan atau digunakan oleh remaja atau lebih dikenal dengan generasi milineal Media sosial merupakan teknologi berbasis web yang mengubah komunikasi menjadi dialog interaktif. Beberapa media sosial yang populer sekarang ini antara lain *Whatsapp, Facebook, Instagram, Tiktok, Youtube, Twitter, Wikipedia*, dan *Blog* (Harahap & Adeni, 2020; Mansyur, 2018). Hampir semua golongan masyarakat telah memanfaatkan media sosial dalam mengembangkan usahanya. Baik untuk memperoleh informasi untuk memenuhi kebutuhannya maupun untuk memasarkan produknya. Tua atau muda memanfaatkan media sosial untuk berkomunikasi atau sekedar mendapat hiburan. Bahkan saat ini banyak masyarakat yang memanfaatkan media sosial untuk mendapatkan penghasilan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum seluruh petani telah menggunakan media sosial dalam kegiatannya sehari-hari, baik untuk kepentingan pribadi maupun untuk

segala urusan yang berkaitan dengan agribisnis yang dilakukan. Media sosial yang digunakan diantaranya adalah whatsapp, youtube, facebook dan instagram. Media sosial berfungsi untuk meningkatkan partisipasi penyuluh dan petani dalam mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs). Media sosial dapat menjadi pertukaran informasi dan pengetahuan secara *real-time* (Madonna et al., 2023), keputusan pemasaran yang lebih baik (Pattabhi et al., 2023) dan mempercepat interaksi serta komunikasi antara petani dan pemangku kepentingan lainnya (Uy et al., 2024). Penggunaan ini selain untuk menjalin komunikasi dengan teman juga untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dalam mengelola agribisnis yang dimiliki. Ada 50 % petani telah memanfaatkan lebih dari satu jenis media untuk menunjang kegiatan komunikasi dan pengelolaan usahanya.

Selain memanfaatkan media sosial sebagai sarana komunikasi, petani responden juga memanfaatkan media sosial untuk memperoleh informasi terhadap masalah-masalah yang dihadapi seperti memenuhi kebutuhan sarana dan prasarana pertanian. Petani yang telah memanfaatkan media sosial dalam memperoleh informasi (22%) dan petani yang memanfaatkan seluruh sumber informasi baik media sosial, penyuluh maupun kelompok tani atau teman petani lain sebesar 26%. Hal ini menunjukkan bahwa petani berusaha memperoleh informasi dari berbagai sumber, baik media sosial, pertemanan, maupun dari tenaga penyuluh dan kelompok tani (Tabel 5).

Tabel 5. Pemanfaatan sumber Informasi petani dalam memperoleh informasi untuk pemenuhan kebutuhan sarana prasarana

Sumber Informasi	Prosentase (%)
Media Sosial	22
Penyuluh	12
Kelompok Tani	40
Semua Sumber	26
Total	100

Pemanfaatan media sosial oleh kelompok tani pada umumnya untuk mendapatkan informasi bagaimana cara mendapatkan sarana budidaya seperti pupuk, irigasi dan peralatan lainnya serta cara mengatasi hama penyakit. Besarnya pemanfaatan kelompok tani sebagai sumber informasi menunjukkan tingkat kepercayaan petani terhadap kelompok tani masih cukup besar. Kelompok tani dipercaya mampu memberikan informasi dan solusi atas permasalahan yang dihadapi karena berada pada posisi dan lokasi yang sama.

Dalam kegiatan pemasaran, banyak petani yang belum memanfaatkan media sosial untuk memasarkan produknya. Sebagian besar petani melakukan penjualan secara langsung di lahan, baik langsung dibeli konsumen maupun kepada pedagang besar (65,52%), petani yang membawa sendiri produknya untuk dijual (29,31%) dan memanfaatkan media sosial

(5,17%). Hal ini dapat dipahami mengingat kapasitas produksi petani masih kecil karena luasan lahannya yang sempit. Produk yang dijual tidak terlalu banyak, sehingga lebih cepat dan mudah untuk dijual secara langsung.

Pemanfaatan media sosial dalam pemasaran agribisnis oleh petani di kab Tuban masih relatif rendah. Menurut Lindya et al., (2024), pelaku agribisnis masih mengalami kesulitan dalam memahami penggunaan alat digital, termasuk media sosial dikarenakan keterbatasan akses terhadap pendidikan dan pelatihan yang memadai. Akses internet yang terbatas juga dapat menghambat pemanfaatan media sosial untuk pemasaran (Kusuma & Sugandi, 2019). Pardede (2025), menambahkan pemasaran produk melalui media sosial memerlukan penggunaan konten yang kreatif dan informatif untuk membangun hubungan dengan konsumen. Penggunaan foto dan video berkualitas tinggi dari proses produksi hingga produk akhir untuk menunjukkan transparansi dan kualitas produk dapat menjadi daya tarik tersendiri.

Kebijakan terintegrasi Pemerintah perlu diterapkan untuk memperkuat pemasaran digital produk pertanian melalui pelatihan digital marketing, peningkatan literasi, serta dukungan adopsi teknologi bagi petani (Menon & Shah, 2019; Bilgin, 2018). Penyuluh berperan dalam memfasilitasi adopsi inovasi teknologi di sektor pertanian terutama dalam memilih strategi pemasaran yang tepat dalam era digital (Sofia et al., 2022; Hadi & Khairi, 2020). Pemanfaatan media sosial diharapkan dapat mendukung pengembangan agribisnis yang dimiliki menjadi lebih kompetitif dan menguntungkan.

4 Kesimpulan

Petani hortikultura di Kabupaten Tuban telah memanfaatkan media sosial dalam kegiatan agribisnis yang dikelolanya. Pemanfaatan media sosial untuk mendapatkan informasi tentang sarana prasarana pertanian maupun untuk mengatasi hama penyakit pada proses budidaya. Petani belum banyak memanfaatkan media sosial untuk kegiatan pemasaran produknya. Pemanfaatan media sosial untuk pengembangan agribisnis sangat penting terutama untuk menambah wawasan dan informasi serta jangka panjang dapat meningkatkan efisiensi biaya produksi.

Daftar Pustaka

- Assyakurrohim, D., Ikhrum, D., Sirodj, R. A., & Afgani, M. W. (2022). Metode Studi Kasus dalam Penelitian Kualitatif. *Jurnal Pendidikan Sains dan Komputer*, 3(01), 1–9. <https://doi.org/10.47709/jpsk.v3i01.1951>
- BiLgin, Y. (2018). The Effect Of Social Media Marketing Activities On Brand Awareness, Brand Image And Brand Loyalty. *Business & Management Studies: An International Journal*,

- 6(1), 128–148. <https://doi.org/10.15295/bmij.v6i1.229>
- Burhan, A. B. (2018). Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk Pengembangan Ekonomi Pertanian dan Pengentasan Kemiskinan. *Jurnal Komunikasi Pembangunan*, 16(2), 233–247. <https://doi.org/10.46937/16201826338>
- Fadli, M. R. (2021). Memahami desain metode penelitian kualitatif. *HUMANIKA*, 21(1), 33–54. <https://doi.org/10.21831/hum.v21i1.38075>
- Gao, T., Lu, Q., Zhang, Y., & Feng, H. (2024). Does Farmers' Cognition Enhance Their Enthusiasm for Adopting Sustainable Digital Agricultural Extension Services? Evidence from Rural China. *Sustainability*, 16(10), 3972. <https://doi.org/10.3390/su16103972>
- Harahap, M. A., & Adeni, S. (2020). Tren penggunaan media sosial selama pandemi di indonesia. *Professional: jurnal komunikasi dan administrasi publik*, 7(2), 13–23.
- Kusuma, D. F., & Sugandi, M. S. (2019). Strategi Pemanfaatan Instagram Sebagai Media Komunikasi Pemasaran Digital Yang Dilakukan Oleh Dino Donuts. *Jurnal Manajemen Komunikasi*, 3(1), 18. <https://doi.org/10.24198/jmk.v3i1.12963>
- Kusumadinata, A. A. (2016). Penggunaan Internet di kalangan petani sayur dalam memperoleh informasi pertanian di kabupaten Cianjur. *Indonesian Journal of Agricultural Economics*, 7(1), 13–24.
- Lindya, A. R. A., Espeperansa, S. T., Lestari, F. I., Pattiasina, N. S., Caniago, N. S. M., Ghifari, M. I., Putra, R. F., & Adha, I. F. (2024). Pelatihan Implementasi Pemasaran Digital Produk Pertanian Kwt Riski Dinari Dusun Pakis Kulon. *Jurnal Abdi Insani*, 11(2), 1398–1409. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v11i2.1533>
- Mahdi, M. I. (2022). *Pengguna Media Sosial di Indonesia Capai 191 Juta pada 2022*. dataindonesia.id. <https://dataindonesia.id/internet/detail/pengguna-media-sosial-di-indonesia-capai-191-juta-pada-2022>
- Menon, S., & Shah, S. (2019). An Overview of Digitalisation in Conventional Supply Chain Management. *MATEC Web of Conferences*, 292, 01013. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201929201013>
- Munte, S. T. (2025). Pengaruh Tingkat Pendidikan Petani terhadap Adopsi Teknologi Pertanian. *Circle Archive*, 1(7). <https://circle-archive.com/index.php/carc/article/view/431>
- Pardede, G. I. (2025). Pengaruh Media Sosial Terhadap Efektivitas Pemasaran Produk Pertanian di Era Digital. *Jurnal Agroteknologi*, 4(02), 217–228. <https://doi.org/10.53863/agronu.v4i02.1741>
- Patiung, M. (2015). Analisis Penetapan Dan Pengembangan Produk Unggulan Hortikultura Kabupaten Tuban Tahun 2015. *Jurnal Ilmiah Sosio Agribis*, 15(1). <https://doi.org/10.30742/jisa1512015359>
- Rahman, A. S., Fitrianti, F., & Fatman, M. (2024). Tinjauan Analisis Ekonomi Budidaya Petani Jagung Desa Batupanga Daala Kecamatan Luyo Kabupaten Polewali Mandar. *Jurnal Agroterpadu*, 3(2), 161. <https://doi.org/10.35329/ja.v3i2.5434>
- Rahmawasih, R. & I Nyoman Arnama. (2024). Hubungan Perilaku Petani dengan Populasi Penggerek Batang Padi Putih (Schirpophaga innotata) Walker. *Wanatani*, 4(2), 134–143. <https://doi.org/10.51574/jip.v4i2.319>
- Ramdhan, M. (2021). *Metode Penelitian*. Cipta Media Nusantara.

- Resmianto, A. H., Sambodo, R., & Mildaryani, W. (2025). Pengaruh Tingkat Pendidikan, Pengalaman Bertani dan Luas Lahan Terhadap Pendapatan Petani Kakao di Kecamatan Girimulyo, Kabupaten Kulon Progo. *Proceedings Series on Physical & Formal Sciences*, 8, 235–242. <https://doi.org/10.30595/pspfs.v8i.1500>
- Riyanto, G. P., & Nistanto, R. K. (2021). *Jumlah Pengguna Internet Indonesia 2021 Tembus 202 Juta*. Kompas.com. <https://tekno.kompas.com/read/2021/02/23/16100057/jumlah-pengguna-internet-indonesia-2021-tembus-202-juta>
- Salampessy, Y. L. A. (2018). Menakar Kapasitas Adaptasi Perubahan Iklim Petani Padi Sawah (Kasus Kabupaten Pasuruan Jawa Timur). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 25. <https://doi.org/10.14710/jil.16.1.25-34>
- Stephanie, C., & Yusuf, O. (2021). *Riset Ungkap Lebih dari Separuh Penduduk Indonesia “Melek” Media Sosial*. Kompas.com. <https://tekno.kompas.com/read/2021/02/24/08050027/riset-ungkap-lebih-dari-separuh-penduduk-indonesia-melek-media-sosial>
- Suryanto, A. A., Arifia, A., Muqtadir, A., & Basuki, D. K. (2017). Pemetaan Potensi Lahan Pertanian Di Kabupaten Tuban Berbasis Sistem Informasi Geografis. *SAINTEKBU*, 9(2), 47–56. <https://doi.org/10.32764/saintekbu.v9i2.119>
- Susilowati, S. H., & Maulana, M. (2016). Luas Lahan Usaha Tani dan Kesejahteraan Petani: Eksistensi Petani Gurem dan Urgensi Kebijakan Reforma Agraria. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 10(1), 17–30. <https://doi.org/10.21082/akp.v10n1.2012.17-30>
- Zebua, O. (2018). Pengaruh Sosial Ekonomi Petani Terhadap Tingkat Pendapatan Petani Karet Di Kecamatan Hiliserangkai, Kabupaten Nias. *Jurnal Warta Dharmawangsa*, 57. <https://doi.org/10.46576/wdw.v0i57.150>

Simpanan Karbon Tanah pada Lahan Sawah Irigasi, Sawah Tadah Hujan, dan Tegalan di SUB-DAS Tuntang Hulu

Abner Darmawan Sigar¹, Yefta Audy Susetyo², Rosita Mustikasari³, Bistok Hasiholan Simanjuntak⁴, Andree Wijaya Setiawan⁵, Dina Banjarnahor⁶

^{1,2,3,5,6} Program Studi Agroteknologi, Fak. Pertanian dan Bisnis, Universitas Kristen Satya Wacana

⁴ Magister Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian dan Bisnis Universitas Kristen Satya Wacana

¹Email: 512021004@student.uksw.edu

Submit : 19-09-2025

Revisi : 20-11-2025

Diterima : 01-12-2025

ABSTRACT

Soil organic carbon storage plays a critical role in climate change mitigation and agricultural sustainability. This study analyzes soil carbon storage in three types of agricultural land in the Upper Tuntang Sub-Watershed, namely irrigated rice fields, rain-fed rice fields, and dry fields. Soil organic carbon was measured using gravimetric methods, and total carbon stock was calculated based on bulk density and 0–30 cm soil depth. A survey of cultivation practices and farmer interviews was conducted to identify factors influencing soil carbon accumulation. The results indicated that upland farms had the highest average carbon stocks. However, no statistically significant relationship was found between cultivation practices such as crop residue management, tillage, fertilization, and livestock ownership and soil carbon content. Cultivation practices that support soil carbon reserve resilience in sequence were dry fields, rain-fed rice fields, and irrigated rice fields.

Keywords: Land use, Soil conservation, Soil organic carbon, Sustainable agriculture, Upper Tuntang Sub-Watershed.

ABSTRAK

Simpanan karbon organik tanah berperan penting dalam mitigasi perubahan iklim dan menjaga keberlanjutan sistem pertanian. Penelitian ini menganalisis simpanan karbon tanah pada tiga jenis lahan pertanian di Sub-DAS Tuntang Hulu, yaitu sawah irigasi, sawah tadah hujan, dan tegalan. Kandungan karbon organik diukur menggunakan metode gravimetri, dan simpanan karbon total dihitung berdasarkan bobot isi tanah dan kedalaman 0–30 cm. Survei praktik budidaya dan wawancara petani dilakukan untuk mengidentifikasi faktor yang berpengaruh terhadap akumulasi karbon tanah. Hasil menunjukkan bahwa lahan tegalan memiliki simpanan karbon rata-rata tertinggi. Namun, hubungan antara praktik budidaya seperti pengembalian sisa tanaman, pengolahan tanah, pemupukan, dan kepemilikan ternak dengan kandungan karbon tidak menunjukkan signifikansi statistik. Praktik budidaya yang mendukung ketahanan cadangan karbon tanah secara berurutan adalah tegalan, sawah tadah hujan dan sawah irigasi.

Kata kunci: Karbon organik tanah, Konservasi tanah, Penggunaan lahan, Pertanian berkelanjutan, Sub-DAS Tuntang Hulu.

1 Pendahuluan

Karbon merupakan unsur kimia penting dalam keseimbangan lingkungan dan iklim global, terutama melalui siklus karbon yang melibatkan pergerakan karbon dalam bentuk organik dan anorganik di berbagai reservoir (Zhen et al., 2023). Karbon dioksida (CO_2) berperan besar sebagai gas rumah kaca yang mempercepat pemanasan global. Aktivitas deforestasi dan konversi lahan pertanian menjadi sumber utama peningkatan emisi karbon (Ajani & Shams, 2016). Hutan tropis antara tahun 2001–2010 mengalami kehilangan sekitar 77 juta ha akibat ekspansi pertanian menjadi tekanan terhadap cadangan karbon alami dunia (Seydewitz et al., 2023).

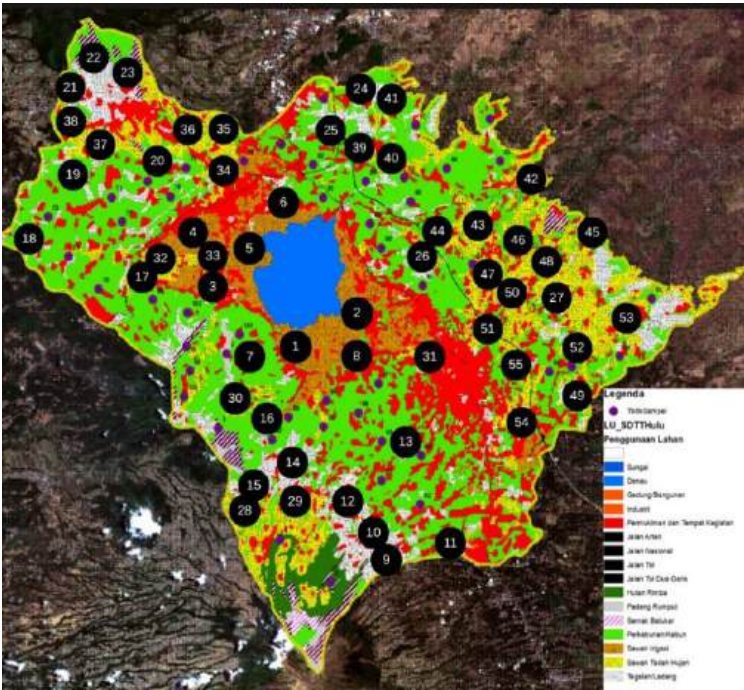
Wilayah Sub-DAS Tuntang Hulu di Jawa Tengah merupakan salah satu wilayah yang mengalami tekanan cadangan karbon. Lahan pertanian mendominasi wilayah ini, terutama sawah dan tegalan. Menurut BPS Kab Semarang (2024), pada tahun 2023 luas sawah mencapai 23.694,02 ha, terdiri dari sawah irigasi 16.869,77 (71,2%), dan sawah tadah hujan 6.824,25 (28,8%). Lahan tegalan juga cukup luas mencapai 24.933,92 ha. Tegalan umumnya digunakan untuk tanaman semusim seperti jagung, kacang-kacangan, dan singkong, dengan karakteristik lahan kering, minim irigasi, dan input organik rendah.

Agroekosistem seperti sawah dan tegalan memiliki peran ganda dalam siklus karbon, baik sebagai penyimpan maupun sumber emisi. Residu tanaman, input organik, dan fotosintesis menjadi sumber utama karbon tanah. Praktik budidaya pertanian intensif seperti pengolahan tanah dalam, pembakaran residu, dan penggunaan nitrogen berlebihan dapat mempercepat dekomposisi bahan organik, mengurangi cadangan karbon, dan meningkatkan emisi gas rumah kaca (Mboyerwa et al., 2022; Habib et al., 2023). Olah tanah minimal (OTM) mampu meningkatkan simpanan karbon tanah dan mengurangi emisi dibandingkan olah tanah konvensional (Ariani et al., 2017).

Informasi mengenai tingkat simpanan karbon tanah (C-organik) pada berbagai jenis lahan pertanian di wilayah Sub DAS Tuntang masih terbatas. Strategi pertanian rendah emisi diperlukan untuk mencapai pertanian berkelanjutan dengan pemahaman tentang sebaran karbon tanah dan praktik budidaya yang mendukung penyimpanan karbon. penelitian ini bertujuan untuk mengetahui C-organik tanah dan keterkaitannya dengan praktik budidaya pada tiga sistem penggunaan lahan pertanian yang berbeda (sawah irigasi, sawah tadah hujan, dan tegalan) di Sub-DAS Tuntang Hulu. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem pertanian berkelanjutan yang mendukung mitigasi perubahan iklim di tingkat tapak.

2 Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksploratif untuk membangun basis data mengenai cadangan karbon tanah dan praktik budidaya pada lahan pertanian di Sub-DAS Tuntang Hulu, Kabupaten Semarang. Penelitian dilaksanakan di empat kecamatan yang terdapat di Sub DAS Tuntang yaitu Bawen, Bringin, Tuntang, dan Jambu. Lokasi sampel ditentukan berdasarkan analisis peta topografi, jenis tanah, dan penggunaan lahan yang dipilih secara acak menggunakan teknik *stratified random sampling* dengan bantuan perangkat lunak *ArcG/S*. Dari hasil stratifikasi tersebut, diperoleh 55 titik sampel (Gambar 1), terdiri dari 10 titik sawah irigasi, 24 titik sawah tadah hujan, dan 21 titik tegalan



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Sub-DAS Tuntang Hulu Kabupaten Semarang Provinsi Jawa Tengah. Lingkaran menunjukkan titik pengambilan sampel tanah

Identifikasi praktik budidaya dilakukan melalui observasi lapangan dan wawancara semi-terstruktur dengan petani, pemilik, atau pengelola lahan. Data yang dikumpulkan mencakup delapan parameter: jenis lahan, pola tanam, jenis pestisida, penutup tanah, sumber hara, metode pengolahan tanah, pengelolaan sisa tanaman, dan keberadaan hewan ternak. Setiap parameter diklasifikasikan dalam dua kategori untuk memudahkan analisis hubungan dengan kandungan karbon tanah (Tabel 1).

Tabel 1. Klasifikasi Praktik Pertanian

Praktik Budidaya	Klasifikasi
Pola Tanam	1 = Tumpangsari /campuran 2 = monokultur
Pestisida	1 = Pestisida anorganik 2 = Pestisida organik dan anorganik
Penutup Tanah	1 = Seresah tumbuhan 2 = Campuran (seresah dan tanaman hidup)
Sumber Hara	1 = Pupuk Organik (pupuk cair, seresah, kotoran hewan)

Pengolahan Tanah	2 = Pupuk Campuran (gabungan organik dan anorganik) 1 = minimum tillage (1-2 kali per musim tanam)
Pengelolaan Sisa Tanaman	2 = full tillage (> 3 kali per musim tanam) 1 = dikembalikan ke tanah
Hewan Ternak	2 = dikeluarkan dari lahan (pakan ternak, dibakar, dan lainnya) 1 = tidak ada
	2 = ada ternak (sapi, kambing, unggas)

Pengukuran kandungan C-organik tanah (*Soil Organic Carbon/SOC*) dilakukan pada 55 titik sampel dengan cara mengambil sampel tanah dari petak berukuran 10 x 10 meter di tiap titik sampel. Dua jenis sampel dikumpulkan dari tiap titik sampel: 1) sampel tanah utuh diambil dengan ring untuk mengukur bobot isi tanah (*Bulk Density/BD*) dan 2) sampel tanah komposit (campuran dari berbagai titik dalam petak 10 x 10 m) sebanyak 1 kg untuk uji kimia. Pengambilan sampel dilakukan pada kedalaman 5–20 cm saat kondisi tanah agak kering untuk menjaga konsistensi. Bobot isi tanah dianalisis menggunakan metode ring sampel (Minangkabau et al., 2023), sedangkan kandungan C-organik tanah dianalisis menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis (Kamisah & Kartika, 2024). Kandungan C-organik dihitung dengan rumus:

$$\text{Kandungan C-Organik} = \frac{100}{75} \times \frac{100}{58} \times \frac{y}{BKM} \times 100\%$$

Keterangan :
y = hasil absorbansi
BKM = Berat Kering Mutlak tanah
100/75 = Faktor koreksi reagen $K_2Cr_2O_7$
100/58 = konversi dari %C organik → %bahan organik.

SOC yang mengacu pada kandungan karbon organik pada lapisan tanah tertentu. Sehingga untuk mengetahui lebih mendalam bisa dilakukan konversi SOC ke SOCT (*Soil Organic Carbon Total*) yang mengacu pada jumlah total karbon organik di seluruh profil tanah atau kedalaman tertentu yang ditentukan (misalnya 0–30 cm, 0–100 cm). Perhitungan SOCT menggunakan rumus:

$$SOCT = SOC \times BD \times H \times (1 - \delta_{> 2 \text{ mm}}/100) \times 10$$

Keterangan:
BD = Bobot isi tanah
H = Ketebalan lapisan tanah
1 - δ = presentasi partikel tanah berukuran > 2 mm (fraksi pasir).

Adapun kandungan C-organik tanah (SOC) dalam satuan (%) menunjukkan nilai tertinggi mencapai 11,9% dan nilai terendah sebesar 2,35% sedangkan total kandungan C-organik tanah (SOCT) dalam satuan (Mg/Ha) (Mg: Megagram atau Ton) menunjukkan nilai tertinggi mencapai 90,78 Mg/Ha dan nilai terendah sebesar 17,55 Mg/Ha. Pada penelitian ini dibuat 2 klasifikasi berbeda untuk SOC dan SOCT, dimana nilai dikategorikan ke dalam dua kategori (Tabel 2).

Tabel 2. Klasifikasi data karbon organik tanah

Klasifikasi	SOC	SOCT
Rendah	0% - 3%	<45,83 Mg/ha
Tinggi	>3,01%	>45,82 Mg/ha

Hubungan antara praktik budidaya dengan kandungan C-organik dianalisis dengan menggunakan data klasifikasi praktik budidaya, SOC, dan SOCT. Uji *Fisher's Exact Test* digunakan untuk menguji signifikansi hubungan antara kedua variabel tersebut. Hasil dari uji statistik ini kemudian dianalisis lebih lanjut secara deskriptif. Penjelasan deskriptif didukung oleh interpretasi dari berbagai literatur relevan yang memperkuat pemahaman tentang pengaruh praktik pertanian terhadap dinamika karbon tanah.

3 Hasil dan Pembahasan

Praktik Budidaya di Lahan Sawah dan Tegalan Sub DAS Tuntang

Tanah berperan sebagai penyimpan karbon organik terbesar setelah lautan, di mana akumulasi dan pelepasan karbon dari tanah sangat dipengaruhi oleh praktik penggunaan lahan dan budidaya pertanian. Sub-DAS Tuntang yang terletak di kawasan hulu hingga tengah Pulau Jawa memiliki variasi sistem lahan pertanian yang berbeda dan masing-masing menunjukkan praktik budidaya yang berbeda dan berkontribusi secara berbeda pula terhadap dinamika karbon organik tanah.

Sawah irigasi memiliki pasokan air yang relatif stabil sepanjang tahun berkat sistem saluran teknis atau setengah teknis. Hal ini memungkinkan intensifikasi pertanian melalui pola tanam tiga kali setahun, seperti padi-padi-palawija (Sari et al., 2023). Sawah tadah hujan sangat bergantung pada curah hujan musiman, sehingga pola tanamnya cenderung hanya satu kali dalam setahun, umumnya padi, yang dilanjutkan dengan palawija (Rahmadiyah et al., 2019). Tegalan yang merupakan lahan tanpa sistem pengairan buatan, ditanami tanaman kering musiman seperti jagung, kacang tanah, atau ubi kayu (Jaya et al., 2023). Pola tanam di tegalan cenderung lebih fleksibel dan bergantung pada kondisi iklim serta ketersediaan tenaga kerja lokal. Ketiganya menunjukkan kapasitas berbeda dalam menambah atau mempertahankan stok karbon melalui input biomassa, baik dari akar, sisa panen, maupun tanaman penutup (Gunadi et al., 2020).

Praktik budidaya pada lokasi penelitian yang diamati adalah penggunaan pestisida, tutupan lahan, pemupukan, pengolahan tanah, penanganan limbah dan keberadaan hewan ternak. Penggunaan pestisida pada jenis lahan yang berbeda menunjukkan bahwa sawah irigasi memiliki intensitas penggunaan paling tinggi dibandingkan jenis lahan yang lain. Penggunaan pestisida di sawah tadah hujan lebih sedikit dibanding sawah irigasi dikarenakan memiliki siklus tanam yang lebih lambat dan musim kering panjang secara alami mengurangi serangan hama (Agapitus et al., 2024). Lahan tegalan paling sedikit menggunakan pestisida, umumnya metode pengendalian hama yang lebih ramah lingkungan, yaitu dengan pengendalian mekanis, rotasi tanaman, atau pemanfaatan predator alami (Hadiyanti et al., 2021).

Tutupan tanah pertanian berfungsi untuk menjaga kelembapan tanah, mencegah erosi dan menambah bahan organik. Pada lahan sawah baik irigasi maupun tadah hujan tidak menggunakan penutup tanah, sedangkan pada lahan tegalan menggunakan tutupan seperti mulsa, jerami, tanaman merambat maupun plastik. Strategi tutupan tanah ini berkontribusi terhadap penambahan karbon organik melalui dekomposisi biomassa yang lebih lambat dan stabil (Edwin, 2016). Pemupukan merupakan salah satu sistem budidaya yang menyediakan nutrisi bagi tanaman. Tingginya produktivitas lahan tergantung dari ketersediaan sumber hara ini. Pada lahan pertanian sawah irigasi paling banyak menggunakan pupuk anorganik dalam dosis tinggi. Intensitas budidaya 3 musim tanam dalam setahun membutuhkan hara yang cukup banyak. Sumber hara yang digunakan diantaranya urea, TSP, dan KCl (Sari et al., 2023). Sawah tadah hujan sering mengkombinasikan pupuk kimia dan pupuk organik, seperti kompos atau pupuk kandang, tergantung pada kesadaran petani akan kelestarian tanah (Jawang, 2021). Tegalan lebih dominan menggunakan pupuk organik karena karakteristik tanaman yang tidak terlalu menuntut unsur hara dan karena faktor ekonomi (Jaya et al., 2023). Penggunaan pupuk organik ini sangat penting dalam mempertahankan dan meningkatkan cadangan karbon tanah (Pratama et al., 2023).

Pengolahan tanah bertujuan menciptakan kondisi tanah yang optimal untuk genangan dan pengendalian gulma. Pada sawah irigasi dan tadah hujan memiliki pengolahan yang intensif yang berpotensi mempercepat dekomposisi bahan organik dan mengganggu struktur tanah (Gunadi et al., 2020). Pengolahan tanah pada lahan tegalan lebih minimalis dan dangkal, menggunakan cangkul atau bajak ringan (Jaya et al., 2023). Sistem ini menjaga agregasi tanah dan memperlambat hilangnya karbon organik, menjadikan tegalan sebagai sistem budidaya yang relatif lebih konservatif terhadap cadangan karbon tanah (Pratama et al., 2023).

Limbah pertanian pada lahan sawah irigasi sering dibakar atau dibuang karena siklus tanam yang padat tidak memberi waktu untuk pengomposan. Di sawah tadah hujan, jeda antar tanam lebih panjang, sehingga memungkinkan pemanfaatan jerami sebagai kompos atau pakan ternak (Harahap et al., 2021). Berbeda pada lahan tegalan, hampir seluruh sisa tanaman dimanfaatkan kembali ke dalam sistem pertanian, baik sebagai mulsa, pupuk hijau, maupun bahan kompos (Hadiyanti et al., 2021).

Hewan ternak banyak dipelihara oleh petani tegalan sebagai bagian sistem usaha tani campuran. Kotoran ternak digunakan sebagai pupuk kandang, sementara jerami dan sisa tanaman menjadi pakan ternak. Integrasi ini menciptakan sistem pertanian tertutup yang berkelanjutan dan lebih efisien dalam siklus hara dan karbon. Keterlibatan ternak lebih

terbatas pada lahan sawah karena padatnya jadwal tanam dan akses lahan yang kurang fleksibel (Gunadi et al., 2020).

Simpanan Karbon Tanah di Lahan Sawah dan Tegalan Sub DAS Tuntang

Analisis kandungan SOC dan SOCT dilakukan untuk mengetahui besarnya simpanan karbon pada berbagai tipe penggunaan lahan di Sub-DAS Tuntang Hulu (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil analisis SOC dan SOCT pada berbagai tipe lahan

Titik	Jenis Lahan	SOC	SOCT	Titik	Jenis Lahan	SOC	SOCT
1	Sawah Irigasi	5,02	50,98	29	Tegalan	7,79	63
2	Sawah Irigasi	7,81	63,43	30	Sawah irigasi	6,76	59,048
3	Sawah irigasi	3,99	40,2	31	Sawah Irigasi	5,02	53,026
4	Sawah Irigasi	5,53	50,6	32	Sawah Irigasi	5,86	47,096
5	Sawah Irigasi	4,39	47,62	33	Sawah Irigasi	4,16	36,765
6	Sawah irigasi	6,72	85,49	34	Sawah Irigasi	2,68	34,03
7	Sawah tadah hujan	3,51	44,8	35	Sawah tadah hujan	6,37	86,275
8	Sawah Irigasi	6,43	57,33	36	Sawah Irigasi-> tegalan	4,24	39,287
9	Tegalan	8,18	61	37	Sawah irigasi	4,56	38,26
10	Tegalan	8,04	59	38	Sawah irigasi	4,12	38,682
11	Tegalan	8,09	58	39	Sawah tadah hujan	3,11	29,259
12	Tegalan	8,46	57	40	Sawah Irigasi	5,22	54,442
13	Tegalan	5,34	51	41	Sawah tadah hujan	2,66	26,153
14	Tegalan	8,04	65	42	Sawah Irigasi	5,63	54,709
15	Tegalan	7,88	46	43	Sawah irigasi	4,72	38,622
16	Tegalan	3,87	35	44	Sawah Tadah Hujan	3,57	34,227
17	Tegalan	3,61	25	45	Sawah tadah hujan-tegalan	2,56	27,825
18	Tegalan	3,23	32	46	Sawah tadah hujan	3,48	33,805
19	Tegalan	2,58	27	47	Sawah Irigasi	5,56	59,39
20	Tegalan	5,3	59	48	Sawah Irigasi	5,36	39,723
21	Tegalan	9,99	91	49	Sawah tadah hujan	3,98	17,895
22	Tegalan	9,78	65	50	Sawah Irigasi	3,56	33,415
23	Tegalan	11,19	75	51	Sawah irigasi	3,96	41,993
24	Tegalan	3,8	42	52	Sawah Tadah hujan	4,5	45,338
25	Tegalan	2,6	18	53	Sawah tadah hujan	4,25	30,922
26	Tegalan	2,35	20	54	Sawah irigasi	2,78	25,154
27	Tegalan	2,69	23	55	Sawah irigasi	4,39	42,792
28	Tegalan	9,2	64				

Hasil analisis SOC dan SOCT di Sub-DAS Tuntang, menunjukkan perbedaan signifikan antar jenis penggunaan lahan. Rata-rata SOC di lahan sawah irigasi berkisar antara 2,68% hingga 7,81%, sedangkan SOCT-nya berkisar antara 25,15 hingga 85,49 Mg/ha. Nilai ini menunjukkan bahwa lahan sawah irigasi menyimpan karbon dalam jumlah yang cukup besar, terutama pada lahan dengan input organik tinggi dan praktik budidaya yang intensif. Hasil ini sejalan dengan penelitian Liu et al., (2021), yang menunjukkan bahwa sawah, khususnya padi, berperan sebagai penyimpan karbon global yang signifikan karena akumulasi bahan organik dari jerami dan residu tanaman yang terus-menerus.

Sawah tadah hujan menunjukkan nilai SOC antara 2,56% hingga 6,37% dan SOCT antara 17,89 hingga 86,27 Mg/ha. Nilai ini cenderung lebih rendah dan bervariasi, mencerminkan ketergantungan terhadap curah hujan musiman yang memengaruhi pola tanam, input bahan organik, dan frekuensi pengolahan lahan. Penelitian Harahap et al., (2021), menunjukkan bahwa fluktuasi musim tanam dan keterbatasan input pupuk organik

membuat karbon di tanah sawah tadah hujan cenderung tidak stabil. Namun, pada beberapa titik, kandungan karbon tinggi kemungkinan besar masih dapat ditemukan karena praktik konservasi tanah seperti pengembalian jerami atau penggunaan pupuk kandang.

Lahan tegalan, nilai kisaran SOC yang lebih luas, yakni dari 2,35% hingga 11,19%, dengan SOCT mulai dari 18 hingga 91 Mg/ha. Nilai tertinggi SOC dan SOCT secara umum berasal dari tegalan, khususnya pada lahan yang dikelola dengan input organik tinggi dan praktik tumpangsari. Sistem budidaya berbasis campuran dan penggunaan pupuk organik secara konsisten mampu meningkatkan kandungan karbon tanah secara signifikan. Selain itu, tutupan vegetasi yang beragam serta keterlibatan ternak dalam sistem pertanian turut memperkaya input bahan organik ke dalam tanah (Anika et al., 2024) variasi penggunaan lahan dan praktik budidaya sangat memengaruhi stok karbon tanah, terutama dalam kaitannya dengan pengolahan tanah, penutup tanah, dan input hara (Saida et al., 2025).

Hubungan antara Praktik Budidaya dan Simpanan Karbon Tanah

Pola tanam merupakan salah satu praktik budidaya yang berpotensi memengaruhi simpanan karbon tanah melalui perbedaan input biomassa dan pengelolaan lahan. Dalam penelitian ini pola tanam diklasifikasikan menjadi tumpangsari/campuran dan monokultur. Hubungan antara pola tanam dengan kategori SOC dan SOCT dianalisis menggunakan uji *Fisher's Exact Test* (Tabel 4). Berdasarkan analisis data 55 titik lahan, tidak ditemukan hubungan yang signifikan antara pola tanam (tumpangsari/campuran vs. monokultur) dengan klasifikasi SOC maupun SOCT. Nilai *p-value* sebesar 0,479 untuk SOC dan 0,346 untuk SOCT ($P > 0,05$), menunjukkan bahwa variasi pola tanam tidak cukup kuat mempengaruhi kandungan karbon organik tanah. Interaksi yang kompleks antar faktor biofisik menyebabkan ketidaksignifikanan ini. Kontribusi pola tanam terhadap peningkatan karbon tanah umumnya bersifat jangka panjang, sementara riwayat perubahan lahan yang terjadi sebelumnya memiliki dampak yang lebih dominan.

Tabel 4. Hubungan pola tanam dengan SOC serta SOC.

Klasifikasi Karbon		Pola Tanam		Total	P_Valeu
		Tumpang Sari / Campuran	Monokultur		
SOC Rendah	N	4	3	7	0,479
	%	14,8%	10,7%	12,7%	
SOC Tinggi	N	23	25	48	
	%	85,2%	89,3%	87,3%	
Total	N	27	28	55	
	%	100%	100%	100%	
SOCT Rendah	N	13	16	29	0,346
	%	48,1%	57,1%	52,7%	
SOCT Tinggi	N	14	12	26	

	%	51,9%	42,9%	47,3%
Total	N	27	28	55
	%	100%	100%	100%

Wahyuni et al., (2021), menyatakan bahwa konversi ekosistem alami menjadi lahan pertanian intensif telah menurunkan stok karbon secara signifikan, dan perbaikannya tidak bisa dicapai hanya melalui pengubahan pola tanam dalam waktu singkat. Sistem irigasi dapat menciptakan kondisi anaerobik yang mempercepat emisi gas rumah kaca, seperti metana (CH₄). Hal ini mengindikasikan bahwa efektivitas pola tanam dalam mempertahankan karbon juga sangat bergantung pada sistem air dan teknik pengelolaan lainnya (Mboyerwa et al., 2022). Pola tanam memang memiliki potensi sebagai strategi pengelolaan karbon tanah, namun efektivitasnya sangat kontekstual dan bergantung pada kombinasi faktor lingkungan, manajemen lahan, serta jangka waktu penerapan

Penggunaan jenis pestisida (sintetik maupun campuran) terhadap klasifikasi SOC dan SOCT (Tabel 5).

Tabel 5. Hubungan Pestisida dengan SOC dan SOCT.

Klasifikasi Karbon	Pestisida		Total	P_Valeu
	Sintetik	Campuran		
SOC Rendah	N 2	5	7	0,370
	% 8,7%	15,6%	12,7%	
SOC Tinggi	N 21	27	48	
	% 91,3%	84,4%	87,3%	
Total	N 23	32	55	
	% 100%	100%	100%	
SOCT Rendah	N 9	20	29	0,075
	% 39,1%	62,5%	52,7%	
SOCT Tinggi	N 14	12	26	
	% 60,9%	37,5%	47,3%	
Total	N 23	32	55	
	% 100%	100%	100%	

Variasi jenis pestisida belum secara langsung mempengaruhi kapasitas tanah dalam menyimpan karbon organik di wilayah penelitian ini. Menurut Akter et al., (2022), efek pestisida terhadap karbon tanah sangat tergantung pada faktor-faktor pendukung lainnya seperti pemupukan dan rotasi tanaman. Pengaruh alih fungsi lahan dan intensifikasi pertanian, berkontribusi lebih besar terhadap dinamika karbon tanah dibandingkan input pestisida itu sendiri (Dewa et al., 2022; Wahyuni et al., 2021). Sistem pengairan mempengaruhi efektivitas pestisida dalam mengubah kandungan karbon tanah. Zhen et al., (2023), menyatakan bahwa dalam sistem pertanian tropis, faktor dominan penentu karbon tanah justru adalah dinamika kelembapan dan ketersediaan bahan organik. Penggunaan pestisida memiliki berpotensi dampak, tetapi bukanlah sebagai faktor penentu utama dalam variabilitas SOC dan SOCT.

Hubungan antara jenis penutup tanah (seresah daun vs. campuran seresah dan tumbuhan hidup) dengan kandungan SOC maupun SOCT tidak signifikan, p-value sebesar

0,630 dan 0,366 ($P > 0,05$) (Tabel 6). Jenis penutup tanah bukanlah faktor dominan dalam menentukan kandungan karbon organik tanah dalam konteks pertanian tropis seperti Sub DAS Tuntang.

Tabel 6. Hubungan Penutup Tanah dengan SOC dan SOCT.

Klasifikasi Karbon		Penutup Tanah		Total	P_Valeu
		Seresah daun	Campuran		
SOC Rendah	N	3	4	7	0,630
	%	13%	12,5%	12,7%	
SOC Tinggi	N	20	28	48	
	%	87%	87,5%	87,3%	
Total	N	23	32	55	
	%	100%	100%	100%	
SOCT Rendah	N	11	18	29	0,366
	%	47,8%	56,3%	52,7%	
SOCT Tinggi	N	12	14	26	
	%	52,2%	43,8%	47,3%	
Total	N	23	32	55	
	%	100%	100%	100%	

Pada lahan sawah irigasi, kondisi anaerob akibat genangan air memperlambat dekomposisi bahan organik, memungkinkan akumulasi karbon meskipun tanpa penutup tanah vegetatif aktif (Agustina et al., 2020). Sawah tadah hujan atau tegalan yang mengalami fluktuasi kelembapan ekstrem, manfaat penutup tanah vegetatif seringkali dikompensasi oleh percepatan dekomposisi bahan organik. Selain itu, pengaruh manajemen lahan (penggunaan pupuk, intensitas olah tanah, dan sistem rotasi tanaman) lebih menentukan dibandingkan jenis penutup tanah itu sendiri (Jawang, 2021; Sari et al., 2023).

Hubungan antara jenis sumber hara (pupuk organik vs. campuran organik-anorganik) dengan kandungan SOC maupun SOCT juga tidak signifikan, nilai p-value $> 0,05$ (Tabel 7). Variasi jenis pupuk saja tidak secara langsung menentukan kandungan karbon organik tanah pada sistem lahan yang dikaji. Efek jangka panjang dari pupuk organik yang secara nyata menaikkan SOC, apabila tidak digunakan secara berkelanjutan dan dalam jumlah cukup (Wiwardjaka, 2021). Variabilitas tekstur tanah, kelembapan, dan retensi air pada sawah irigasi, sawah tadah hujan, dan tegalan juga berpengaruh besar terhadap dinamika karbon, sehingga efek pupuk dapat tertutupi oleh kondisi alamiah lokasi (Saida et al., 2025).

Tabel 7. Hubungan Sumber Hara dengan SOC dan SOCT.

Klasifikasi Karbon		Sumber Hara		Total	P_Valeu
		Pupuk Organik	Pupuk Campuran		
SOC Rendah	N	4	3	7	0,100
	%	25%	7,7%	12,7%	
SOC Tinggi	N	12	36	48	
	%	75%	92,3%	87,3%	
Total	N	16	39	55	
	%	100%	100%	100%	
SOCT Rendah	N	10	19	29	0,264
	%	62,5%	48,7%	52,7%	
SOCT Tinggi	N	6	20	26	
	%	37,5%	51,3%	47,3%	

Total	N	16	39	55
	%	100%	100%	100%

Sumber hara campuran lebih cepat memenuhi kebutuhan tanaman melalui unsur hara anorganik. Dampak jangka panjang belum menentukan peningkatan kualitas bahan organik tanah jika tidak diiringi dengan input biomassa atau konservasi tanah yang baik (Indis et al., 2022).

Hubungan tidak signifikan antara jenis pengolahan tanah (*minimum tillage* vs. *full tillage*) dengan SOC maupun SOCT (Tabel 8). Seluruh titik lahan dengan sistem *full tillage* memiliki SOC tinggi, ketimpangan jumlah sampel (hanya 6 titik *full tillage* dibanding 49 titik *minimum tillage*) membatasi signifikansi statistik hasil. Hal ini menunjukkan bahwa frekuensi olah tanah saja belum cukup mempengaruhi kandungan karbon tanah dalam konteks penggunaan lahan yang beragam seperti sawah irigasi, sawah tadah hujan, dan tegalan.

Tabel 8. Hubungan Pengolahan Tanah dengan SOC dan SOCT.

Klasifikasi Karbon		Pengolahan Tanah		Total	P_Valeu
		Minimum Tillage	Full Tillage		
SOC Rendah	N	7	0	7	0,423
	%	14,3%	0%	12,7%	
SOC Tinggi	N	42	6	48	
	%	85,7%	100%	87,3%	
Total	N	49	6	55	
	%	100%	100%	100%	
SOCT Rendah	N	26	3	29	0,611
	%	53,1%	50%	52,7%	
SOCT Tinggi	N	23	3	26	
	%	46,9%	50%	47,3%	
Total	N	49	6	55	
	%	100%	100%	100%	

Menurut Subandi et al., (2024), sistem *minimum tillage* dapat menjaga struktur agregat tanah dan memperlambat dekomposisi bahan organik, namun dampaknya akan terbatas jika tidak disertai input biomassa atau rotasi tanaman. Ketiadaan informasi mengenai lamanya penerapan sistem olah tanah pada studi ini juga menjadi faktor penting yang melemahkan interpretasi hasil. Kualitas tanah sangat dipengaruhi oleh jenis tanah dan ketersediaan bahan organik. Jika input organik tidak mencukupi atau struktur tanah tidak mendukung, maka perbedaan sistem olah tanah tidak akan menghasilkan perbedaan nyata dalam kandungan karbon. Pengolahan tanah lebih berdampak pada sifat fisik seperti porositas, bukan langsung pada peningkatan karbon (Putri et al., 2020; Putra et al., 2017).

Hubungan yang tidak signifikan antara pengolahan sisa tanaman (dikembalikan ke lahan vs. diolah) dengan klasifikasi SOC dan SOCT (Tabel 9). Seluruh lahan yang sisa tanamannya diolah menunjukkan SOC tinggi (100%), sementara pada lahan yang hanya mengembalikan sisa tanaman ke lahan, terdapat 18,4% yang tergolong SOC rendah.

Variasi praktik pengolahan sisa tanaman antar lokasi dan tidak adanya standarisasi perlakuan menyebabkan ketidaksignifikan ini.

Tabel 9. Hubungan Pengolahan Sisa Tanaman dengan SOC dan SOCT.

Klasifikasi Karbon	Pengolahan Sisa Tanaman		Total	P_ Valeu
	Dikembalikan ke Lahan	Diolah		
SOC Rendah	N	7	0	0,062
	%	18,4%	0%	
SOC Tinggi	N	31	17	87,3%
	%	81,6%	100%	
Total	N	38	17	55
	%	100%	100%	
SOCT Rendah	N	23	6	0,075
	%	60,5%	35,3%	
SOCT Tinggi	N	15	11	26
	%	39,5%	64,7%	
Total	N	38	17	55
	%	100%	100%	

Pengembalian sisa tanaman dapat meningkatkan karbon tanah apabila dilakukan dengan pengelolaan yang tepat. Proses pelapukan alami berjalan lambat sehingga serapan karbon menjadi tidak maksimal (Ende et al., 2022). Faktor kehilangan karbon melalui erosi, pencucian, serta respirasi mikroba juga turut melemahkan akumulasi karbon (Sabaruddin et al., 2019).

Hubungan tidak signifikan antara keberadaan hewan ternak dengan klasifikasi SOC maupun SOCT (Tabel 10). Keberadaan ternak tidak berperan nyata terhadap kandungan karbon organik tanah. Hal ini mengindikasikan bahwa kehadiran ternak saja tidak menjamin peningkatan karbon tanah, melainkan sangat bergantung pada bagaimana limbah ternak dikelola dan dimanfaatkan dalam sistem pertanian (Salawati & Ende, 2023). Pola pengelolaan ternak, seperti sistem kandang tertutup, juga membatasi distribusi alami limbah ke lahan tanam, sehingga pengaruhnya menjadi terbatas. Pada lahan sawah yang tergenang, limbah dapat tercuci atau mencemari air irigasi, sedangkan di lahan kering seperti tegalan, keberhasilannya bergantung pada aktivitas mikroba tanah, aerasi, serta perlakuan tambahan seperti pencampuran dengan tanah (Subandi et al., 2024).

Tabel 10. Hubungan Keberadaan Hewan Ternak dengan SOC dan SOCT.

Klasifikasi Karbon	Hewan Ternak		Total	P_ Valeu
	Tidak Ada	Ada Ternak		
SOC Rendah	N	4	3	0,204
	%	9,5%	23,1%	
SOC Tinggi	N	38	10	48
	%	79,2%	76,9%	
Total	N	42	13	55
	%	100%	100%	
SOCT Rendah	N	20	9	0,148
	%	100%	100%	

	%	47,6%	69,2%	52,7%
SOCT Tinggi	N	22	4	26
	%	52,4%	15,4%	47,3%
Total	N	42	13	55
	%	100%	100%	100%

Kontribusi ternak terhadap SOC dan SOCT sangat dipengaruhi oleh praktik pertanian terpadu yang mencakup pengelolaan limbah organik secara efektif. Kehadiran ternak perlu disertai strategi pemanfaatan limbah yang terintegrasi dan berkelanjutan agar berdampak nyata pada peningkatan karbon organik tanah.

3 Kesimpulan

Simpanan karbon tanah (SOC dan SOCT) di Sub-DAS Tuntang Hulu bervariasi antar jenis lahan. Tegalan memiliki potensi tertinggi apabila dikelola secara organik dan terpadu. Praktik budidaya seperti pengembalian sisa tanaman, sistem olah tanah, dan keberadaan ternak menunjukkan kecenderungan positif terhadap kandungan karbon, namun secara statistik belum menunjukkan hubungan yang signifikan. Praktik budidaya yang mendukung ketahanan cadangan karbon tanah adalah lahan tegalan dan sawah tadah hujan. Sawah irigasi paling berpotensi kehilangan cadangan karbon tanah.

Daftar Pustaka

- Agapitus, A., Ekawati, Rizieq, R., & Bancin, H. D. (2024). Perbandingan Pendapatan Usahatani Padi Sawah Berdasarkan Jenis Pengairan di Kecamatan Sengah Temila. *Jurnal Ekonomi STIEP*, 9(1), 26–35. <https://doi.org/10.54526/jes.v9i1.275>
- Agustina, C., Lutfi Rayes, M., Kusumarini, N., & Amaladewi Sudharta, K. (2020). Pemetaan Bahan Organik Tanah Pada Sawah Irigasi Dan Tadah Hujan Di Kecamatan Turen, Malang. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 7(1), 69–75. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2020.007.1.9>
- Ajani, A., & Shams, Z. I. (2016). Comparative Status of Sequestered Carbon Stock of *Azadirachta indica* and *Conocarpus erectus* at the University of Karachi Campus, Pakistan. *International Journal of Environment*, 5(2), 89–97. <https://doi.org/10.3126/ije.v5i2.15009>
- Akter, R., Mukhles, M. B., Rahman, M. M., Rana, M. R., Huda, N., Ferdous, J., Rahman, F., Rafi, M. H., & Biswas, S. K. (2022). Effect of pesticides on nitrification activity and its interaction with chemical fertilizer and manure in long-term paddy soils. *Chemosphere*, 304, 135379. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.135379>
- Anika, E., Rasyidin, A., Junaidi, J., & Journal, A. (2024). Karbon Organik Tanah Pada Beberapa Penggunaan Lahan Di Kelurahan Limau Manis Kota Padang. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.15315264>
- Ariani, M., Yulianingrum, H., & Setyanto, P. (2018). Emisi Gas Rumah Kaca dan Hasil Padi dari Cara Olah Tanah dan Pemberian Herbisida Di Lahan Sawah MK 2015. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 15(2), 74. <https://doi.org/10.14710/jil.15.2.74-82>
- BPS Kab Semarang. (2024). Kabupaten Semarang dalam Angka 2024. Badan Pusat Statistik Kabupaten Semarang

- Dewa, D. D., Buchori, I., & Sejati, A. W. (2022). Assessing land use/land cover change diversity and its relation with urban dispersion using Shannon Entropy in the Semarang Metropolitan Region, Indonesia. *Geocarto International*, 37(26), 11151–11172. <https://doi.org/10.1080/10106049.2022.2046871>
- Edwin, M. (2016). Penilaian Stok Karbon Tanah Organik pada beberapa Tipe Penggunaan Lahan di Kutai Timur, Kalimantan Timur. *AGRIFOR*, 15(2), 279. <https://doi.org/10.31293/af.v15i2.2083>
- Ende, S., Salawati, S., Kadekoh, I., Fathurrahman, F., Darman, S., & Lukman, L. (2022). Aktivitas Nitrat Reduktase (ANR) Tanaman Jagung pada Pola Tumpangsari yang Diberi Serasah Jagung-Kedelai serta Biochar di Lahan Suboptimal Sidondo Sulawesi Tengah. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(4), 528–535. <https://doi.org/10.18343/jipi.27.4.544>
- Gunadi, Juniarti, & Gusnidar. (2020). Hubungan Stok Karbon Tanah Dan Suhu Permukaan Pada Beberapa Penggunaan Lahan Di Nagari Padang Laweh Kabupaten Sijunjung. *Jurnal Solum*, 17(1), 1–11. <https://doi.org/10.25077/jsolum.17.1.1-11.2020>
- Habib, M. A., Islam, S. M. M., Haque, Md. A., Hassan, L., Ali, Md. Z., Nayak, S., Dar, M. H., & Gaihre, Y. K. (2023). Effects of Irrigation Regimes and Rice Varieties on Methane Emissions and Yield of Dry Season Rice in Bangladesh. *Soil Systems*, 7(2), 41. <https://doi.org/10.3390/soilsystems7020041>
- Hadiyanti, N., Pamujiati, A. D., & Lisanty, N. (2021). Sistem Budidaya Lahan Kering Dan Pemanfaatan Pekarangan Di Desa Kunci Kabupaten Nganjuk. *JMM - Jurnal Masyarakat Merdeka*, 4(1). <https://doi.org/10.51213/jmm.v4i1.63>
- Harahap, F. S., Kurniawan, D., & Susanti, R. (2021). Pemetaan Status pH Tanah dan C-Organik Tanah Sawah Tadah Hujan di Kecamatan Panai Tengah Kabupaten Labuhanbatu. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, 23(1), 37. <https://doi.org/10.20961/agsjpa.v23i1.48479>
- Indis, N. A., Haliza, N. N., Prayitno, A., & Helilusiatiningsih, N. (2022). Analisis Kadar Air, Karbon Organik, Fosfor, Nitrogen, Kalium, pH Dan Tekstur Pada Contoh Tanah Di Laboratorium Tanah - Bptp Jawa Timur. *Agrika*, 16(2), 106. <https://doi.org/10.31328/ja.v16i2.4025>
- Jawang, U. P. (2021). Penilaian Status Kesuburan dan Pengelolaan Tanah Sawah Tadah Hujan di Desa Uumbu Pabal Selatan, Kecamatan Uumbu Ratu Nggay Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(3), 421–427. <https://doi.org/10.18343/jipi.26.3.421>
- Jaya, I. K. D., Santoso, B. B., Jayaputra, Sudirman, & Made Sriasih. (2023). Peningkatan Kapasitas Petani Lahan Kering Kecamatan Kayangan Tentang Benih Bermutu dan Budidaya Tanaman di Luar Musim. *Jurnal SIAR ILMUWAN TANI*, 4(1), 56–63. <https://doi.org/10.29303/jsit.v4i1.93>
- Kamisah, K., & Kartika, T. (2024). Analisis Penentuan C-Organik Pada Sampel Tanah Secara Spektrofotometer UV-Vis. *Indobiosains*, 74–80. <https://doi.org/10.31851/indobiosains.v6i2.16308>
- Liu, Y., Ge, T., Van Groenigen, K. J., Yang, Y., Wang, P., Cheng, K., Zhu, Z., Wang, J., Li, Y., Guggenberger, G., Sardans, J., Penuelas, J., Wu, J., & Kuzyakov, Y. (2021). Rice paddy soils are a quantitatively important carbon store according to a global synthesis. *Communications Earth & Environment*, 2(1), 154. <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00229-0>
- Mboyerwa, P. A., Kibret, K., Mtakwa, P., & Aschalew, A. (2022). Greenhouse gas emissions in irrigated paddy rice as influenced by crop management practices and nitrogen fertilization rates in eastern Tanzania. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6,

868479. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.868479>

- Minangkabau, A. F., Supit, J. M. J., & Kamagi, Y. E. B. (2023). Kajian Permeabilitas, Bobot Isi Dan Porositas Pada Tanah Yang Diolah Dan Diberi Pupuk Kompos Di Desa Talikuran Kecamatan Remboken Kabupaten Minahasa. *Soil and Environment Journal*, 1(2), 1–5. <https://doi.org/10.35791/se.22.1.2022.38910>
- Pratama, W. E. C., Wulandari, C., Novriyanti, N., Iswandaru, D., & Prasetya, H. (2024). PERSEPSI MASYARAKAT SEKITAR LAHAN GAMBUT TENTANG SIMPANAN KARBON DAN PERUBAHAN IKLIM. *Jurnal Hutan Tropis*, 12(1), 114. <https://doi.org/10.20527/jht.v12i1.19031>
- Putra, R. Y. A., Sarno, S., Wiharso, D., & Niswati, A. (2017). Pengaruh Pengolahan Tanah Dan Aplikasi Herbisida Terhadap Kandungan Asam Humat Pada Tanah Ultisol Gedung Meneng Bandar Lampung. *Jurnal Agrotek Tropika*, 5(1). <https://doi.org/10.23960/jat.v5i1.1847>
- Putri, K. Y., Utomo, M., Afrianti, N. A., & Afandi, A. (2020). Pengaruh Sistem Olah Tanah Dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang Terhadap Permeabilitas Tanah Pada Pertanaman Jagung (*Zea mays* L.) Di Lahan Politeknik Negeri Lampung. *Jurnal Agrotek Tropika*, 8(3), 547. <https://doi.org/10.23960/jat.v8i3.4454>
- Rahmadiyah, R., Tanjung, F., & Hariance, R. (2020). Analisis Perbandingan Usahatani Padi Sawah Irigasi Dengan Padi Sawah Tadah Hujan Di Kecamatan Koto Tangah Kota Padang. *JOSETA: Journal of Socio-economics on Tropical Agriculture*, 1(3). <https://doi.org/10.25077/joseta.v1i3.177>
- Sabaruddin, S., Fitri, S. N. A., & Lestari, L. (2019). Hubungan antara Kandungan Bahan Organik Tanah dengan Periode Pasca Tebang Tanaman HTI Acacia Mangium Willd. *JOURNAL OF TROPICAL SOILS*, 14(2), 105–110. <https://doi.org/10.5400/jts.2009.v14i2.105-110>
- Saida, S., Robbo, A., & A, R. I. (2025). Pemetaan Karbon Organik Tanah Lahan Sawah Di Kecamatan Pallangga Kabupaten Gowa. *AGROTEK: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*, 9(1), 82–91. <https://doi.org/10.33096/agrotek.v9i1.714>
- Salawati, S., & Ende, S. (2023). Pengelolaan Residu Jagung-Kedelai Pada Pola Tumpangsari Terhadap Simpanan C-Organik Dan Beberapa Sifat Kimia Tanah. *Jurnal Agrotek Tropika*, 9(1), 162. <https://doi.org/10.23960/jat.v12i1.6741>
- Sari, R., Maryam, & Yusmah, R. A. (2023). Penentuan C-Organik Pada Tanah Untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Dan Keberlanjutan Umur Tanaman Dengan Metoda Spektrofotometri UV VIS. *JURNAL TEKNOLOGI PERTANIAN*, 12(1), 11–19. <https://doi.org/10.32520/jtp.v12i1.2598>
- Seydewitz, T., Pradhan, P., Landholm, D. M., & Kropp, J. P. (2023). Deforestation Drivers Across the Tropics and Their Impacts on Carbon Stocks and Ecosystem Services. *Anthropocene Science*, 2(1), 81–92. <https://doi.org/10.1007/s44177-023-00051-7>
- Subandi, R. D., Afandi, A., Afrianti, N. A., & Banuwa, I. S. (2024). Pengaruh Sistem Olah Tanah Dan Pemupukan Nitrogen Jangka Panjang Terhadap Distribusi Agregat Tanah Dalam Pertanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Pada Tanah Ultisol. *Jurnal Agrotek Tropika*, 12(3). <https://doi.org/10.23960/jat.v12i3.9440>
- Wahyuni, N., Hasyim, A., & Soemarno, S. (2021). Dynamic of the Land Use and Land Cover Change in Banyuwangi Regency From 1995-2019. *Jurnal Wasian*, 8(2), 121–132. <https://doi.org/10.20886/jwas.v8i2.6707>
- Wihardjaka, A. (2021). Dukungan Pupuk Organik Untuk Memperbaiki Kualitas Tanah Pada Pengelolaan Padi Sawah Ramah Lingkungan. *JURNAL PANGAN*, 30(1), 53–64. <https://doi.org/10.33964/jp.v30i1.496>

Zhen, Y., Zhang, X., Zhang, C., Gao, Q., Dong, J., Zhang, L., Lu, X., & Wang, Y. (2023). Effects of climate change and land use/cover changes on carbon sequestration in forest ecosystems in the coastal area of China. *Frontiers in Forests and Global Change*, 6, 1271239. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1271239>

Pertumbuhan dan Produksi Siratro (*Macroptilium atropurpureum*) Bermikoriza yang Diberi Mikroorganisme Lokal Pada Tanah Topsoil dan Tanah Overburden

**Muhammad Rizki Fadillah¹, Taufan Purwokusumaning Daru², Hamdi Mayulu³,
Apdila Safitri⁴, Ardiansyah⁵**

^{1 2 3 4 5} Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

¹Email: muhammadfadillah@faperta.unmul.ac.id

Submit : 21-10-2025

Revisi : 14-12-2025

Diterima : 21-12-2025

ABSTRACT

Efforts to develop livestock in East Kalimantan can be carried out by utilizing post-coal mining land. However, the low level of soil fertility and the limited availability of topsoil as a cover soil on post-mining land are constraints that must be considered. Efforts that can be made include planting mycorrhizal cover crops and applying local microorganism-based organic fertilizers (MOL). The experiment was conducted by planting mycorrhizal legume seeds (Siratro) on topsoil and overburden soil placed in 10 kg polybags. Each type of soil was supplemented with local microorganisms (MOL) at concentrations of 0 mL, 10 mL, 20 mL, and 30 mL per litre of water. The experimental results showed that soil type influenced plant height, but both soil type and MOL concentration influenced the fresh weight and dry weight of Siratro plant crowns, as well as VAM root colonization, where higher MOL concentrations reduced Siratro crown production. Root colonization by VAM with increasing MOL concentration in topsoil showed a negative effect, where higher MOL concentrations resulted in lower VAM colonization on plant roots. Conversely, in overburden soil, increasing MOL concentration could increase VAM colonization.

Keywords: Local Microorganism, Mycorrhiza, Overburden, Siratro, Topsoil.

ABSTRAK

Upaya pengembangan peternakan di Kalimantan Timur dapat dilakukan dengan memanfaatkan lahan pasca tambang batu bara. Akan tetapi rendahnya Tingkat kesuburan tanah serta terbatasnya ketersediaan tanah topsoil sebagai tanah penutup pada lahan pasca tambang menjadi kendala yang harus diperhatikan. Upaya yang dapat dilakukan adalah dengan penanaman tanaman penutup tanah bermikoriza dan pemberian pupuk hayati mikroorganisme lokal (MOL). Percobaan dilakukan dengan menanam benih leguminosa siratro bermikoriza yang ditanam di atas tanah topsoil dan tanah overburden yang ditempatkan pada polybag ukuran 10 kg. setiap jenis tanah tersebut ditambahkan dengan MOL dengan konsentrasi 0 mL, 10 mL, 20 mL, dan 30 mL per liter air. Hasil percobaan menunjukkan bahwa faktor jenis tanah berpengaruh terhadap tinggi tanaman, namun faktor jenis tanah maupun faktor konsentrasi MOL berpengaruh terhadap berat segar tajuk dan berat kering tajuk tanaman, dan kolonisasi FMA pada akar tanaman, yang semakin tinggi konsentrasi MOL dapat menurunkan produksi tajuk tanaman. Kolonisasi akar tanaman oleh FMA dengan peningkatan konsentrasi MOL pada tanah topsoil menunjukkan pengaruh negatif, yang semakin tinggi konsentrasi MOL maka kolonisasi FMA pada akar tanaman semakin rendah. Sebaliknya, pada tanah overburden peningkatan konsentrasi MOL dapat meningkatkan kolonisasi FMA.

Kata kunci: Mikoriza, Mikroorganisme lokal, Overburden, Siratro, Topsoil.

1 Pendahuluan

Peningkatan populasi penduduk di Kalimantan Timur dalam 5 tahun terakhir terus terjadi peningkatan, meskipun hal tersebut tidak berimbang pada peningkatan yang cukup signifikan dari populasi ternak khususnya sapi potong. Adanya peningkatan populasi

tersebut diyakini akan berdampak pada kurangnya kebutuhan protein hewani serta pula berakibat pada padatnya luas wilayah pemukiman di wilayah Kalimantan Timur. Diketahui pula bahwa wilayah Kalimantan Timur banyak didominasi oleh sektor-sektor industri seperti sektor pertambangan batu bara, minyak dan gas serta sektor perkebunan kelapa sawit, sehingga dari permasalahan tersebut pemerintah daerah Kalimantan Timur merancang pengembangan peternakan berbasis integrasi pada wilayah-wilayah industri yakni salah satunya dengan integrasi peternakan pada pertambangan batu bara dengan pemanfaatan lahan pasca tambang sebagai area pengembangan peternakan. Fadillah et al. (2018), menyebutkan bahwa sistem integrasi ternak yang terdapat pada lahan pasca tambang batu bara mampu memberikan simbiosis mutualisme dikarenakan adanya ternak pada lahan pasca tambang batu bara memberikan keuntungan sebagai penyumbang pupuk organik yang dihasilkan dari kotoran ternak yang nantinya berdampak pada kesuburan tanah serta pula ternak dapat memanfaatkan hijauan yang sebagai makanannya.

Umumnya pertambangan batu bara di wilayah Kalimantan Timur dilakukan dengan proses penambangan terbuka (*open pit mining*). Proses penambangan terbuka dapat mengakibatkan hilangnya degradasi lahan yang disebabkan hilangnya lapisan tanah topsoil, pemadatan tanah yang mengakibatkan terjadinya kerusakan struktur, dan tercemarnya areal lahan pasca tambang (tanah dan air) yang diakibatkan air asam tambang yang bersifat toksik (Suwardi et al., 2025). Lapisan tanah atas (topsoil) umumnya memiliki kesuburan fisik, kimia dan biologi yang cukup baik bagi kebutuhan tanaman dibandingkan pada lapisan tanah bawah (*overburden*) yang apabila hilangnya lapisan tanah atas tersebut akan berdampak pada kehidupan tanaman yang tumbuh di permukaan. Kenyataannya, dalam program reklamasi lahan pasca tambang khususnya pertambangan batu bara seringkali dihadapkan pada terbatasnya tanah topsoil sehingga di beberapa area seringkali hanya ditutupi oleh tanah *overburden* saja.

Berdasarkan latar belakang tersebut, kerusakan lahan pasca tambang batu bara dapat diatasi dengan upaya perbaikan kesuburan tanah melalui penanaman hijauan jenis legume, pengayaan hara dengan cara pemberian pupuk hayati seperti larutan mikroorganisme lokal (MOL) dan inokulasi mikoriza. Tanaman legume memiliki keunggulan dalam meningkatkan kesuburan tanah dengan salah satu jenis legume yaitu siratro (*Macroptilium atropurpureum*). Sajimin et al. (2010) menyebutkan bahwa siratro adalah leguminose yang berperan sebagai sumber protein dan mineral penting untuk ternak ruminansia, dan mampu tumbuh dengan baik pada daerah basah maupun kering, serta merupakan salah satu tanaman yang disukai ternak. Diketahui pula bahwa larutan MOL mengandung beberapa unsur hara yang mencakup unsur hara makro dan mikro, memiliki zat pengatur tumbuh (ZPT), serta mikroba yang dapat bermanfaat dalam kesuburan tanah (Rahyuni et al., 2023). Sedangkan, mikoriza merupakan jamur yang bersimbiosis pada

tanaman dalam sistem perakaran dengan mekanisme simbiosis dalam akar melalui kolonisasi hifa yang memberikan manfaat bagi tanaman berupa peningkatan ketahanan tanaman pada tanah marginal, patogen, cekaman kekeringan dan cekaman salinitas, serta peningkatan terhadap serapan hara (Prihantoro et al., 2023). penelitian ini bertujuan untuk melihat hasil produksi tanaman siratro yang telah diinokulasikan mikoriza dengan pemberian larutan MOL pada konsentrasi berbeda yang ditanam pada tanah topsoil dan tanah overburden.

2 Metode Penelitian

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi Ternak dan Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman selama 6 (enam) bulan.

Prosedur Penelitian

Bahan tanaman yang digunakan meliputi benih siratro bermikoriza yang telah dilapisi oleh *prepare* akar *Sorghum* sp. bermikoriza (Daru, 2009; Daru & Yusuf, 2015). Media tanam tanah berasal dari lahan pasca tambang batu bara PT Mahakam Sumber Jaya (MSJ), Separi, Kabupaten Kutai Kartanegara yakni meliputi tanah topsoil dan tanah overburden. Larutan MOL terbuat dari buah pepaya yang dihaluskan dan dicampur dengan air cucian beras sebanyak 2,5 L, air kelapa 1 L, gula pasir 150 g dan ditambahkan air hingga volume keseluruhan bahan menjadi 15 L yang ditempatkan dalam wadah stoples plastik. Seluruh bahan penyusun MOL difermentasi selama 15 hari. Untuk mengetahui persentase kolonisasi fungi mikoriza arbuskula (FMA) oleh propagul (hifa, vesikel, arbuskula, atau spora) yang terdapat dalam jaringan akar tanaman menggunakan metode pewarnaan yang dikembangkan oleh Philips dan Hayman (1970) dan telah dimodifikasi oleh Setiadi et al. (1992). Bahan kimia yang digunakan dalam pewarnaan meliputi KOH 10%, HCl 2%, gliserin, asam laktat dan *Trpan blue* 0,05% sebagai bahan pewarna akar tanaman. Untuk mengetahui keberadaan adanya kolonisasi digunakan mikroskop cahaya binokuler. Perhitungan persentase kolonisasi FMA pada akar digunakan persamaan:

$$\% \text{ Kolonisasi} = \frac{\text{Jumlah bidang pandang akar bermikoriza}}{\text{Jumlah bidang pandang akar yang diamati}} \times 100\%$$

Percobaan dilakukan dengan menggunakan polybag ukuran 10 kg, yang setiap tanah percobaan diisi ke dalam polybag. Setiap polybag ditanam sebanyak empat benih siratro bermikoriza. Polybag disusun dari arah utara ke selatan dengan jarak antar polybag 1 m. Penyiraman dengan air dilakukan setiap hari. Pemberian perlakuan MOL dilakukan setelah benih berumur 10 hari. Pengamatan tanaman siratro bermikoriza meliputi : (1) Pertumbuhan tanaman siratro bermikoriza selama masa tanam dengan mengukur tinggi

tanaman dari batang hingga sulur tanaman; (2) Berat segar tajuk tanaman siratro bermikoriza berumur 60 hari yang ditimbang langsung setelah proses panen; (3) Berat kering tajuk tanaman siratro bermikoriza berumur 60 hari setelah dikeringkan pada oven dengan suhu 65oC selama 48 jam; dan (4) Kolonisasi FMA pada akar tanaman siratro bermikoriza dengan melihat persentase propagul (hifa, vesikel, arbuskula, atau spora) dalam jaringan akar tanaman siratro bermikoriza setelah berumur 60 hari.

Rancangan Percobaan

Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) pola faktorial yang terdiri atas perlakuan faktor tanah (T) yaitu: T1: tanah topsoil; dan T2: tanah overburden. Faktor MOL (M) yaitu M0: tanpa pemberian MOL (kontrol); M1: konsentrasi 10 mL L⁻¹ air; M2: konsentrasi 20 mL L⁻¹ air; M3: konsentrasi 30 mL L⁻¹ air. Data yang terkumpul kemudian dianalisis menggunakan sidik ragam dan untuk menjelaskan perbedaan yang terjadi antar perlakuan digunakan uji BNT pada taraf 5%.

3 Hasil dan Pembahasan

Media Tanam

Fungsi tanah yakni sebagai media tumbuh bagi tanaman memiliki keragaman kualitas yang sangat besar di antara lapisan-lapisan tanah, hingga memberikan pengaruh yang penting dalam pertumbuhan dan produksi hijauan pakan. Topsoil atau lapisan tanah atas dicirikan oleh tingginya kandungan bahan organik, struktur yang cenderung gembur serta populasi mikroorganisme yang lebih beragam dibandingkan dengan lapisan tanah di bawahnya (Zulkarnain et al., 2017). Sehingga dapat disimpulkan kondisi tersebut dapat menciptakan lingkungan yang ideal untuk perkecambahan benih, pertumbuhan akar dan penyerapan nutrisi bagi tanaman. Sebaliknya tanah overburden yang merupakan lapisan tanah yang berada di bawah, seringkali memiliki kandungan bahan organik yang lebih rendah, tekstur yang lebih padat dan tingkat kesuburan yang lebih rendah, sehingga kurang mendukung pertumbuhan tanaman. Kesuburan tanah yang mencakup komposisi mineral alami dan ketersediaan nutrisi esensial memainkan peran krusial dalam menentukan produksi dan kualitas nutrisi tanaman pakan (Daru et al., 2023). Tanah overburden adalah tanah yang diperoleh dari aktivitas pertambangan yang dapat menyebabkan perubahan fisik, kimia dan biologi tanah. Proses penambangan dapat menghilangkan tanah topsoil yang lebih subur, memadatkan tanah, dan mengubah drainase sehingga menjadi tidak subur, kurang mampu menahan air dan tidak mendukung pertumbuhan tanaman. Hasil analisis kimia tanah terhadap tanah overburden dan tanah topsoil (Tabel 1) menunjukkan bahwa tanah overburden memiliki status kesuburan tanah yang rendah bila dibandingkan tanah topsoil. Rendahnya status kesuburan tanah overburden disebabkan oleh rendahnya kapasitas tukar kation (KTK), ketersediaan fosfat, dan kandungan C organik tanah.

Tabel 1. Sifat kimia tanah topsoil dan tanah overburden beserta status kesuburannya di lahan pasca tambang batu bara PT. Mahakam Sumber Jaya.

Sifat Kimia	Tanah topsoil		Tanah overburden	
	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria
KTk (me/100g)	23,3	Sedang	16,9	Rendah
Kej. Basa (%)	87,0	Sangat Tinggi	87,8	Sangat Tinggi
K ⁺ (me/100g)	0,49	Sedang	0,54	Sedang
P tersedia (ppm)	73,26	Sangat Tinggi	3,70	Sangat Rendah
C Organik (%)	3,25	Tinggi	1,77	Rendah
Status Kesuburan		Sedang		Rendah

Kesuburan tanah merupakan faktor penting terhadap peningkatan produktivitas tanaman. Kesuburan tanah memiliki kriteria baik yang umumnya memiliki ketersediaan unsur hara, bahan organik, dan mampu mengikat air dalam tanah. Kondisi tanah topsoil diketahui memiliki unsur hara dan bahan organik yang tercukupi serta kondisi tekstur tanah yang cenderung mampu mengikat air, sehingga dapat menghasilkan pertumbuhan cukup baik bagi tanaman karena adanya air yang terserap pada akar tanaman dari tanah dapat mengangkut unsur hara yang dibutuhkan. Sedangkan kondisi tanah overburden memiliki tekstur tanah padat serta kurangnya unsur hara dan bahan organik tanah yang berdampak pada kurangnya kemampuan mengikat air dalam tanah serta kurangnya unsur hara yang diangkut dan diperlukan bagi tanaman. Suhartono et al. (2008) menyebutkan bahwa baiknya kemampuan mengikat air dalam tanah akan berdampak terhadap pembelahan sel-sel tanaman dan transportasi hara dari tanah bagi tanaman yang apabila semakin baik transportasi hara pada suatu tanah, maka kebutuhan hara pada tanaman dapat tercukupi hingga berdampak pada pertumbuhan tanaman yang lebih baik.

Tinggi Tanaman

Hasil percobaan pengukuran tinggi tanaman siratro bermikoriza menunjukkan adanya perbedaan sangat nyata pada faktor perlakuan tanah, akan tetapi tidak berbeda secara nyata pada faktor perlakuan MOL serta interaksi antara kedua faktor perlakuan. Rata-rata hasil tinggi tanaman siratro bermikoriza berdasarkan masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata pertumbuhan dan produksi tanaman siratro bermikoriza berdasarkan perlakuan tanah dan MOL yang berbeda.

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Berat Segar (g/polybag)	Berat kering (g/polybag)
Faktor Tanah			
T ₁	106,94 ^a	54,05 ^a	11,52 ^a
T ₂	53,35 ^b	5,07 ^b	1,28 ^b
Faktor MOL			
M ₀	81,90	38,67 ^a	8,20 ^a
M ₁	85,13	28,63 ^b	6,58 ^{ab}
M ₂	73,57	28,57 ^b	5,95 ^{ab}
M ₃	79,98	22,37 ^b	4,85 ^b
Interaksi Tanah x MOL			
T ₁ M ₀	114,37	70,27	14,73
T ₁ M ₁	116,07	51,17	11,63
T ₁ M ₂	101,83	52,97	10,90
T ₁ M ₃	95,50	41,80	8,80
T ₂ M ₀	49,43	7,07	1,67

T ₂ M ₁	54,20	6,10	1,53
T ₂ M ₂	45,30	4,17	1,00
T ₂ M ₃	64,47	2,93	0,90

Keterangan: T₁: tanah topsoil; T₂: tanah overburden; M₀: tanpa konsentrasi MOL; M₁: konsentrasi MOL 10 mL; M₂: konsentrasi MOL 20 mL; M₃: konsentrasi MOL 30 mL. Angka rata-rata yang diikuti superskrip yang sama pada baris atau kolom yang sama adalah berbeda tidak nyata pada uji BNT taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 2 tersebut, nampak tinggi tanaman lebih dipengaruhi oleh jenis tanah dibandingkan dengan perlakuan MOL. Respons tinggi tanaman terhadap aplikasi MOL dengan konsentrasi berbeda tidak selalu linier atau positif. Beberapa faktor dapat menyebabkan peningkatan konsentrasi MOL tidak selalu meningkatkan hasil pertumbuhan tanaman pakan ternak yang signifikan. Salah satu faktor utama adalah ketersediaan suatu nutrisi esensial dalam tanah (Saptorini et al., 2021; Tafsir et al., 2019). Dosis MOL yang tidak tepat (terlalu rendah maupun terlalu tinggi) dapat menghambat pertumbuhan tanaman (Panjaitan et al., 2020). Konsentrasi MOL yang terlalu rendah dapat mengakibatkan inokulasi mikroba yang tidak mencukupi untuk menginisiasikan proses dekomposisi bahan organik dan fiksasi nitrogen, sehingga suplai nutrisi ke tanaman menjadi terbatas. Sebaliknya, konsentrasi MOL yang terlalu tinggi berpotensi menyebabkan persaingan nutrisi yang intensif di antara populasi mikroba itu sendiri, menghambat penyerapan hara oleh akar tanaman dan bahkan dapat menciptakan kondisi anaerobik yang merugikan di dalam tanah (Zulkarnain et al., 2017). Kondisi ini tidak hanya mengurangi efisiensi penyerapan nutrisi tetapi juga dapat memicu akumulasi metabolit toksik yang mengganggu fungsi fisiologis tanaman pakan secara keseluruhan (Nunyai et al., 2016). Oleh karena itu, penentuan konsentrasi MOL yang tepat merupakan faktor krusial dalam upaya optimalisasi pertumbuhan dan produktivitas tanaman pakan, mengingat peran vital mikroorganisme dalam memfasilitasi siklus nutrisi dan meningkatkan kesehatan tanah (Eka et al., 2017; Kasmawan et al., 2018).



(A)

(B)

Gambar 1. Keragaan tanaman siratro bermikoriza yang tumbuhkan di tanah top soil (A) dan tanah overburden (B)

Berat segar dan Berat Kering Tajuk

Berat segar dan berat kering tajuk siratro bermikoriza sangat dipengaruhi oleh media tanam yang berbeda maupun peningkatan konsentrasi MOL (Tabel 2). Tanaman yang tumbuh pada media tanam tanah topsoil memiliki produksi berat segar serta berat kering yang lebih tinggi dibandingkan hasil produksi yang tumbuh di media tanam tanah overburden. Berdasarkan hasil analisis kimia tanah (Tabel 1) menggambarkan bahwa tanah overburden memiliki nilai yang rendah hingga sangat rendah pada kapasitas tukar kation (KTK) dan kandungan C organik serta kandungan P. Kandungan C organik di dalam tanah memiliki peranan penting dalam menentukan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman, khususnya tanaman pakan. Kandungan bahan organik yang tinggi dapat meningkatkan KTK tanah dan mampu memperbaiki struktur dalam tanah (Lisanty et al., 2021). KTK tanah memiliki peran krusial dalam produksi hijauan pakan karena berpengaruh langsung terhadap kesuburan tanah, yaitu dalam kemampuan tanah menyimpan dan menyediakan unsur hara bagi tanaman. Biasanya KTK digunakan sebagai indikator dalam menilai kesuburan tanah, yang secara langsung mempengaruhi ketersediaan nutrisi esensial bagi pertumbuhan tanaman pakan. Kemampuan tanah dalam menahan dan melepaskan kation-kation bermuatan positif seperti kalium (K^+), kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}) sangat menentukan efisiensi penyerapan hara oleh akar tanaman (Jailani et al., 2019). Tanah dengan KTK tinggi mampu meminimalkan pencucian hara, sehingga nutrisi lebih banyak tersedia di zona perakaran dan mendukung produktivitas biomassa yang optimal (Sinaga et al., 2024). Sebaliknya, tanah dengan KTK rendah cenderung mengalami kehilangan nutrisi melalui pencucian (Nunyai et al., 2016). Oleh karena itu, status kesuburan tanah sebagai media tanam perlu menjadi perhatian dalam produksi tanaman pakan.

Produksi hijauan pakan baik berupa berat segar maupun berat kering tajuk merupakan hasil pertumbuhan yang dihasilkan dari pengubahan suatu energi matahari menjadi energi kimia hingga berkaitan pula pada ketersediaan hara dan air dalam suatu tanah. Hasil berat segar tajuk tanaman siratro bermikoriza pada tanah topsoil lebih baik dibandingkan tanaman siratro bermikoriza pada tanah overburden. Hal tersebut disebabkan terpenuhinya unsur hara yang diperlukan oleh tanaman pada tanah topsoil dibandingkan pada tanah overburden sehingga berpengaruh terhadap hasil berat segar maupun berat kering tajuk. Apabila cukup tersedia dan berimbang unsur hara di dalam tanah yang dibutuhkan oleh tanaman, maka tanaman tersebut dapat mencapai tingkat pertumbuhannya (Tambunan, 2018). Diketahui pula bahwa berat segar tajuk erat kaitannya dengan massa kandungan air pada tanaman. Kondisi tekstur tanah yang padat pada tanah overburden dapat menghambat pertumbuhan akar tanaman sehingga berakibat kurangnya penyerapan air oleh akar tanaman. Sistem perakaran tanaman akan lebih luas untuk

berkembang ketika media tanam yang digunakan memiliki struktur tanah yang baik. Ketika lebih luasnya perakaran tanaman, maka penyerapan unsur hara juga akan terserap lebih banyak (Amir et al., 2021).

Pemberian MOL dengan konsentrasi yang semakin tinggi, yaitu mulai konsentrasi 0 mL per L air sampai 30 mL per L air pada media tanam tanah topsoil maupun tanah overburden memberikan pengaruh negatif terhadap produksi berat segar maupun berat kering tanaman siratro bermikoriza. Semakin tingginya konsentrasi MOL maka produksi berat segar maupun berat kering tajuk justru semakin menurun secara nyata.

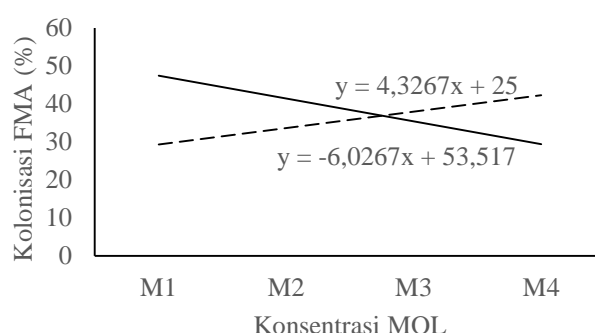
MOL adalah suatu media cair yang berasal dari hasil fermentasi bahan-bahan alami yang diperlukan sebagai media tumbuh mikroorganisme. MOL memiliki peran dalam merombak bahan organik sehingga menjadi dekomposer atau bioaktivator dari berbagai jenis mikroorganisme lokal yang berasal berbagai sumber daya yang ada secara lokal (Firmansyah et al., 2017). Keberhasilan pemberian MOL terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sangat bergantung pada sumber daya yang memadai. Apabila sumber daya yang tersedia melimpah untuk pertumbuhan MOL, maka akan memberikan hasil yang positif, sebaliknya apabila terbatasnya ketersediaan sumber daya, maka akan terjadi persaingan dengan mikroorganisme setempat, yang justru akan mengganggu pertumbuhan dan produksi tanaman (Durán et al., 2018; Kurkjian et al., 2021). Dalam percobaan ini, menurunnya produksi berat segar maupun berat kering tajuk tanaman dapat disebabkan oleh kompetisi antara mikroba maupun tanaman atas substrat karbon dan nutrisi, serta potensi hilangnya bahan kering melalui aktivitas mikroba yang menghasilkan metabolit volatil (gas atau panas) sehingga mengurangi biomassa efektif tanaman pakan (Li et al., 2024).

Kolonisasi FMA Pada Akar Siratro Bermikoriza

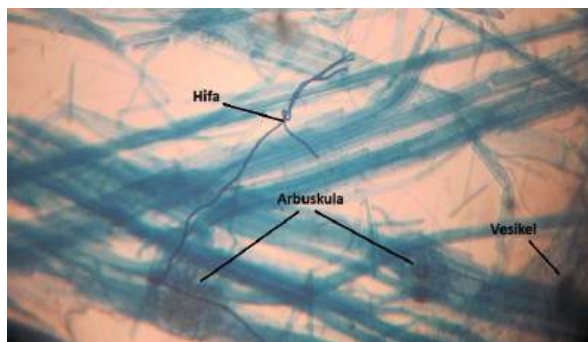
Kolonisasi FMA ialah penilaian terhadap persentase FMA yang menginfeksi akar tanaman. Ditandainya suatu kolonisasi dengan melihat keberadaan hifa, vesikula, arbuskula serta spora yang terdapat dalam jaringan akar tanaman (Prihantoro et al., 2023). Persentase kolonisasi yang terbentuk menandakan tingkat kemampuan terjadinya simbiosis mutualisme antara FMA dengan tumbuhan inangnya. Hubungan simbiosis antara FMA dengan tanaman inangnya terbentuk dengan skema FMA yang memainkan perannya dalam menyalurkan zat-zat makanan yang diperlukan bagi tanaman, serta juga tanaman dengan secara aktif melakukan penyaluran asam-asam organik yang diperlukan FMA dengan melalui eksudat akarnya di dalam kondisi tanah yang mengandung bahan organik yang cukup (Daru & Yusuf, 2015). Efektivitas jamur mikoriza vesikular-arbuskular dalam membentuk hubungan simbiosis dengan tanaman inang sangat bergantung pada viabilitas dan daya infeksi propagulnya, yang meliputi spora, fragmen hifa, vesikel, dan arbuskula. Tahap awal infeksi akar sangat dipengaruhi oleh kepadatan dan kondisi fisiologis propagul

di rhizosper, yang secara langsung mempengaruhi keberhasilan kolonisasi sel korteks dan pembentukan arbuskula dan vesikel (Li et al., 2025). Laju dan tingkat kolonisasi akar juga dimodulasi oleh faktor intrinsik tanaman, seperti kerentanan inang dan komposisi eksudat akar, serta variabel lingkungan ekstrinsik, termasuk ketersediaan nutrisi tanah, pH, dan keberadaan zat penghambat (Hart et al., 2015). Selain itu, interaksi kompetitif antara propagul FMA dan mikroorganisme tanah lainnya, terutama patogen akar juga berpengaruh terhadap tingginya kolonisasi pada akar tanaman (Weng et al., 2022).

Hasil percobaan perlakuan pemberian MOL dengan konsentrasi yang berbeda pada tanah topsoil dan overburden, sebagaimana disajikan pada Gambar 2, menunjukkan bahwa persentase kolonisasi FMA pada akar tanaman siratro bermikoriza di tanah topsoil semakin menurun dengan meningkatnya konsentrasi MOL. Sebaliknya kolonisasi FMA pada akar tanaman siratro bermikoriza di tanah overburden terjadi peningkatan dengan seiring bertambahnya konsentrasi MOL. Umumnya kandungan fosfor yang tinggi di dalam tanah dapat mengurangi ketergantungan tanaman pada FMA (Daru & Yusuf, 2015; Ziane et al., 2021; Wisnubroto et al., 2023). Kandungan fosfor pada tanah topsoil dalam percobaan ini sangat tinggi, sedangkan pada tanah overburden sangat rendah (Tabel 1), sehingga kolonisasi FMA lebih aktif pada tanah dengan kandungan fosfor rendah, terlebih dengan meningkatnya konsentrasi MOL. Diketahui MOL memiliki kemampuan untuk melarutkan fosfor anorganik dan membantu dalam proses mineralisasi senyawa-senyawa fosfor organik, sehingga dapat meningkatkan kandungan nutrisi di dalam tanah untuk kepentingan asimilasi tanaman (Cabrera et al., 2024). FMA yang membentuk hubungan simbiosis dengan akar tanaman secara nyata dapat membantu meningkatkan penyerapan fosfor, bahkan dalam kondisi ketersediaan hara yang rendah (Ziane et al., 2021). Keragaan kolonisasi FMA pada akar tanaman siratro bermikoriza disajikan pada Gambar 3.



Gambar 2. Kolonisasi FMA pada akar tanaman siratro bermikoriza yang tumbuh di tanah topsoil dan overburden dengan pemberian MOL dengan konsentrasi yang berbeda. Keterangan : tanah top soil (-); tanah overburden (-----); M₀: tanpa konsentrasi MOL; M₁: konsentrasi MOL 10 mL; M₂: konsentrasi MOL 20 mL; M₃: konsentrasi MOL 30 mL.



Gambar 3. Keragaan korteks akar tanaman siratro bermikoriza pada mikroskop cahaya pembesaran 100 kali.

4 Kesimpulan

Hasil yang lebih tinggi pada parameter tinggi tanaman, berat segar tajuk dan berat kering tajuk ditemukan pada tanaman siratro bermikoriza yang ditanam di tanah topsoil dibandingkan pada tanaman siratro bermikoriza yang ditanam di tanah overburden, sedangkan adanya peningkatan konsentrasi MOL dapat menurunkan produksi berat segar dan berat kering tajuk. Akar tanaman siratro bermikoriza yang ditanam pada tanah topsoil dapat menurunkan persentase kolonisasi FMA pada akar tanaman dengan seiring meningkatnya konsentrasi MOL, namun akar tanaman siratro bermikoriza yang ditanam di tanah overburden justru meningkatkan persentase kolonisasi FMA akar tanaman.

Daftar Pustaka

- Amir, M., Mariana, A., Jamal, A., & Karim, H. A. (2021). Pemberian Mol Nasi Basi dengan Mol Limbah Buah Pepaya dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Terong (*Solanum Melogena* L.). *Agrovita: Jurnal Ilmu Pertanian*, 6 (2), 94-98. <http://dx.doi.org/10.35329/agrovital.v6i2.2712>
- Cabrera, E. V. R., Espinosa, Z. Y. D., & Pino, A. F. S. (2024). Use of Phosphorus-Solubilizing Microorganism as a Biotechnological Alternative: A Review. *Microorganism*, 12 (8), 1591. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12081591>
- Daru, T. P. (2009). Teknik Pengembangan Tanaman Penutup Tanah Pada Lahan Reklamasi Tambang Batubara Sebagai Pastura. Disertasi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Daru, T. P., & Yusuf, R. (2015). Produksi Siratro (*Macroptilium atropurpureum*) Bermikoriza di Tanah Pasca Penambangan Batubara. *Ziraa'ah*, 40 (2), 99-107.
- Daru, T. P., Sunaryo, W., Pagoray, H., Suhardi, S., Mayulu, H., Ibrahim, I., Safitri, A. (2023). Diversity, Nutrient Contents and Production of Forage Plants in a Integrated Cattle Livestock-Oil Palm Plantation in East Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 24 (4), 1980-1988. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240406>
- Durán, P., Thiergart, T., Garrido-Oter, R., Agler, M., Kemen, E., Schulze-Levert, P., & Hacquard, S. (2018). Microbial Interkingdom Interactions in Roots Promote *Arabidopsis* Survival. *Cell*, 175 (4), 973-983. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2018.10.020>

- Eka, M., Noli, Z. A., Periadnadi, P. (2017). Pemanfaatan Sampah Organik Kota Sebagai Bahan Dasar Pupuk Organik Cair (POC) untuk Pertumbuhan *Lactuca sativa* l var. Crispa dengan Sistem Vertikultur. *Metamorfosa Journal of Biological Sciences*, 4 (2), 152-158. <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2017.v04.i02.p03>
- Fadillah, M. R., Susilawati, I., & Ayuningsih, B. (2018). Potential of Cover Crops as Forage in Post Coal Mining Land. *International Conference on Tropical Agrifood, Feed and Fuel (ICTAFF): Sustainability of Food, Feed, and Fuel Tropical Resources for Quality Future 2018*. 13-14 November 2018, Samarinda, Indonesia.
- Firmansyah, I., Abadi, A. L., & Aini, L. Q. (2017). Potensi Bakteri Antagonis dari Mikroorganisme Lokal (MOL) Bonggol Pisang Dalam Mengendalikan Penyakit Darah Pada Tanaman Pisang. *Jurnal HPT (Hama Penyakit Tumbuhan)*, 5 (2), 67-73.
- Hart, M., Ehret, D. L., Krumbein, A., Leung, C., Murch, S. J., Turi, C. E., & Franken, P. (2015). Inoculation with Arbuscular Mycorrhizal Fungi Improves the Nutritional Value of Tomatoes. *Mycorrhiza*, 25 (5), 359-376. <https://doi.org/10.1007/s00572-014-0617-0>
- Jailani, S., Ratnawaty, R., Nasruddin, N., Faisal, F., & Ismadi, I. (2019). Respon Tanaman Terung (*Solanum melongena* L.) Pada Berbagai Media Tanaman dan Dosis Pupuk NPK. *Jurnal Agrium*, 16 (2), 151-159. <https://doi.org/10.29103/agrium.v16i2.5867>
- Kasmawan, I. G. A., Sutapa, G. N., Yuliara, I. M. (2018). Pembuatan Pupuk Organik Cair Menggunakan Teknologi Komposting Sederhana. *Buletin Udayana Mengabdi*, 17 (2), 67-72. <https://doi.org/10.24843/BUM.2018.v17.i01.p18>
- Kurkjian, J. M., Akbari, M. J., Momeni, B. (2021). The Impact of Interactions on Invasion and Colonization Resistance in Microbial Communities. *PLos Computational Biology*, 17 (1), 1-18. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1008643>
- Li, C., Chen, X., Jia, Z., Zhai, L., Zhang, B., Grütters, U., Ma, S., Qian, J., Liu, X., Zhang, J., & Müller, C. (2024). Effects of Microbial Inoculants on The Biomass and Diversity of Soil Microbial Communities: A Meta-Analysis. *Research Square*, 1-34. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3181294/v1>
- Li, Y., Wei, Y., Shen, Y., Zheng, R., Wang, Y., Duan, T., & Nan, Z. (2025). Common Mycorrhizal Networks Enhance Defense Responses Against Pathogens in Neighboring Plants. *iMetaOmics*, 2 (1): e46. <https://doi.org/10.1002/imo2.46>
- Lisanty, N., Hadiyanti, N., Prayitno, R. A., & Huda, R. C. (2021). Pengelolaan Limbah Dapur Menjadi Pupuk Organik Cair (POC) untuk Aplikasi Pertanian Lahan Pekarangan di Kecamatan Pace dan Ngroggot Kabupaten Ngajuk. *Jatimas: Jurnal Pertanian dan Pengabdian Masyarakat*. 1 (2), 121-133. <https://doi.org/10.30737/jatimas.v1i2.2090>
- Nunyai, A. P., Zaman, S., & Yahya, S. (2016). Manajemen Pemupukan Kelapa Sawit di Sungai Bahaur Estate, Kalimantan Tengah. *Buletin Agrohorti*, 4 (2), 165-172. <https://doi.org/10.29244/agrob.v4i2.15016>
- Panjaitan, F. J., Lele, O. K., Taopan, R. A., & Kurniawan, Y. (2020). Aplikasi Beberapa Jenis dan Dosis Mikroorganisme Lokal Limbah Tomat dan Sayuran Dalam Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai (*Capsicum Annum* L.). *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*, 5 (1), 72-81. <https://doi.org/10.31289/agr.v5i1.4479>
- Prihantoro, I., Soewondo, P. D. M. H. K., Aditia, E. L., & Nisabillah, S. (2023). Kualitas Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) yang Diproduksi dengan Teknik Fortifikasi dan Fertigasi Berbeda Pada Pertumbuhan *Indigofera zollingeriana*. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, 28 (3), 377-386. <https://doi.org/10.18343/jipi.28.3.377>

- Rahyuni, D., Lusiana., Yuniarti, S., Zulkoni, A. (2023). Pengaruh Mikroorganisme Lokal (MOL) Terhadap Kualitas Kompos Daun Jati (*Tectona Grandis*) Kering. *Jurnal rekayasa Lingkungan*, 23 (1), 46-55. <https://doi.org/10.37412/jrl.v23i1.183>
- Sajimin, Fanindi, A., & Prawiradiputra, B. R. (2010). Produktivitas Benih dan Sumbangan Hara Tanah dari Leguminosa Herba Siratro (*Macroptilium atropurpureum*) Pada Taraf Intesitas Cahaya yang Berbeda. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2010*.
- Saptorini, S., Junaidi, J., Lisanty, N., & Oktaviana, D. (2021). Peningkatan Pertumbuhan Bibit Kelor (*Moringa Oleifera* Lam.) dengan Kombinasi Media Tanam dan Aplikasi Pupuk Organik Cair (POC). *Agritrop Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)*, 19 (2), 146-157. <https://doi.org/10.32528/agritrop.v19i2.5977>
- Setiadi, Y., Mansur, I., Budi, S. W., & Ahmad. (1992). *Petunjuk Laboratorium Mikrobiologi Tanah Hutan*. Bogor: PAU-Bioteknologi IPB.
- Sinaga, F., Sopandie, D., & Santosa, E. (2024). Pengelolaan Pemupukan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Kebun Aek Nabara, Sumatera Utara. *Buletin Garohorti*, 12 (3), 366-374. <https://doi.org/10.29244/agrob.v12i3.51531>
- Suhartono., R. A. Sidqi, Z. Z. M., & Khoiruddin, A. (2008). Pengaruh Interval Pemberian Air Terhadap Pertumbuhan dan Hasil tanaman Kedelai (*Glicine Max* (L) Merril) Pada Berbagai Jenis Tanah. *Embryo*, 5 (1), 98-112.
- Suwardi., Oktariani, P., Putri, A., & Situmorang, S. (2025). Teknologi Reklamasi Lahan Bekas Tambang Batubara Tercemar Air Asam Tambang (AAT). *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Pertambangan*, 2 (1), 56-65. <https://doi.org/10.70191/jplp.v2i1.62331>
- Tafsin, M., Hanafi, N. D., Yunilas, Y., & Mulianda, R. (2019). Nutrient Quality of Oil Palm Frond Fermented by Local Microorganism (MOL) with Different Dosage and Incubation Time. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 260. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/260/1/012050>
- Tambunan, E. P. S. (2018). Pengaruh Konsentrasi Mikroorganisme Lokal dari Limbah Tomat dan Limbah Air Kelapa Terhadap Pertumbuhan tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.). *Klorofil*, 1 (2), 504-5012. <https://doi.org/10.30821/kfl:jibt.v1i2.1597>
- Weng, W., Yan, J., Zhou, M., Yao, X., Gao., Ma, C., Cheng, J., & Ruan, J. (2022). Roles of Arbuscular Mycorrhizal Fungi as a Biocontrol Agent in the Control of Plant Diseases. *Microorganism*, 10 (7), 1266. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10071266>
- Wisnubroto, M. P., Armansyah., Anwar, A., & Suhendra, D. (2023). Kolonisasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Pada Rizosfer Beberapa Vegetasi di Lahan Pasca Tambang Batu Bara dengan Tingkat Kelerengan Berbeda. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 6 (3), 771-782. <https://doi.org/10.37637/ab.v6i3.1514>
- Ziane, H., Hamza, N., & Meddad-hamza, A. (2021). Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Fertilization Rates Optimize Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Growth and Yield in a Mediterranean Agroecosystem. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 20 (7), 454-458. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2021.05.009>
- Zulkarnain, E., Evizal, R., Lumbanraja, J., Rini, M. V., Satgada, C. P., Agustina, W., Amalia, H. R., Awang, T. R. (2017). Inorganic Fertilizer Application and Organonitrofos Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) in Dry Land Gedong Meneng. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 17 (1), 77-84. <https://doi.org/10.25181/jppt.v17i1.43>

Analisis Karakteristik dan Peran Aktor dalam Rantai Pasok Pertanian Berkelanjutan di Indonesia

Abigail Farren Limbong¹ dan Budi Harsanto²

^{1,2} Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang KM.21, Hegarmanah, Kec. Jatinangor, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat 45363

¹Email : abigail21002@mail.unpad.ac.id

Submit : 03-07-2025

Revisi : 21-12-2025

Diterima : 26-12-2025

ABSTRACT

Agricultural supply chains play a strategic role in supporting food security; however, their implementation in Indonesia is still dominated by conventional systems characterized by long distribution channels, weak coordination among actors, high food loss, and low farmer bargaining power. This condition indicates that the development of sustainable agricultural supply chains has not fully considered actor characteristics and roles as the core of the system. This study aims to analyze the characteristics, roles, and interactions of actors in sustainable agricultural supply chains in Indonesia. The research employed a qualitative exploratory approach through semi-structured in-depth interviews with farmers and farmer groups that have implemented sustainable supply chain practices in several regions of Indonesia. Data were analyzed using thematic analysis. The results identify three main typologies of farmer actors: innovators, early adopters, and partner farmers, each with different capacities and readiness levels in adopting sustainable practices. Differentiation of actor roles improves coordination efficiency, strengthens farmers' bargaining positions, reduces food loss, and promotes a more equitable distribution of value added. An actor-based approach is therefore essential for designing effective and adaptive sustainable agricultural supply chains to support food security and sustainable agricultural development.

Keyword : Farmer, Food security, Roles, Supply chain actors, Sustainable supply chain

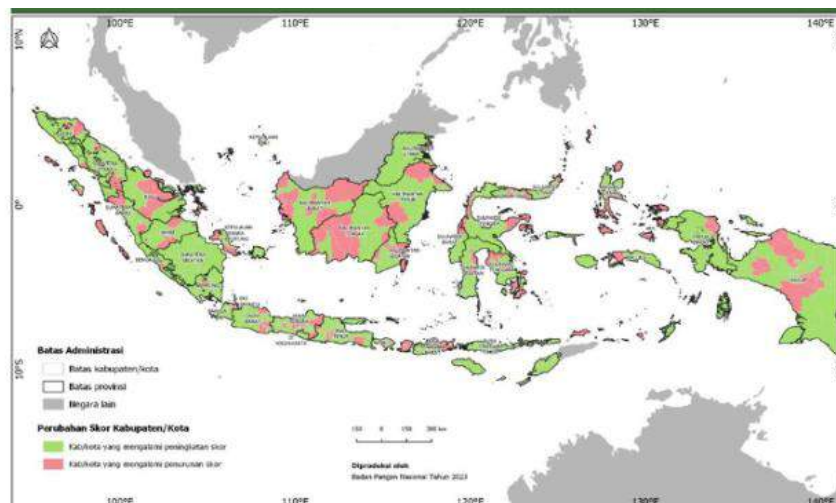
ABSTRAK

Rantai pasok pertanian berperan penting dalam mendukung ketahanan pangan, namun implementasinya di Indonesia masih didominasi sistem konvensional yang bercirikan rantai distribusi panjang, lemahnya koordinasi antarpelaku, tingginya *food loss*, dan rendahnya posisi tawar petani. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengembangan rantai pasok pertanian berkelanjutan belum sepenuhnya berbasis pada karakter dan peran aktor sebagai pelaku utama sistem. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik, peran, dan interaksi aktor dalam rantai pasok pertanian berkelanjutan di Indonesia. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain eksploratif melalui wawancara mendalam semi-terstruktur terhadap petani dan kelompok tani yang telah menerapkan rantai pasok pertanian berkelanjutan di beberapa wilayah Indonesia. Data dianalisis menggunakan analisis tematik. Hasil penelitian mengidentifikasi tiga tipologi utama aktor petani, yaitu inovator, petani *early adopter*, dan petani mitra, yang memiliki kapasitas dan tingkat kesiapan berbeda dalam mengadopsi praktik berkelanjutan. Diferensiasi peran aktor terbukti meningkatkan efisiensi koordinasi, memperkuat posisi tawar petani, mengurangi *food loss*, serta mendorong distribusi nilai tambah yang lebih adil. Pendekatan berbasis aktor ini menjadi kunci pengembangan rantai pasok pertanian berkelanjutan yang efektif dan adaptif.

Kata kunci : Aktor rantai pasok, Ketahanan pangan, Peran, Petani, Rantai pasok berkelanjutan.

1 Pendahuluan

Ketahanan Pangan merupakan suatu kondisi terpenuhinya pangan bagi negara sampai dengan perseorangan, yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, beragam, bergizi, merata, dan terjangkau serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan, dan budaya masyarakat, untuk dapat hidup sehat, aktif, dan produktif secara berkelanjutan (Badan Pangan Nasional, 2023). Indeks Ketahanan Pangan (IKP) merupakan gambaran kondisi multidimensi sistem pangan dari aspek produksi, distribusi, dan konsumsi. Nilai IKP menunjukkan tren perbaikan antara tahun 2022 dan 2023. Sebanyak 408 Kabupaten/Kota mengalami peningkatan (79,38%) dan 106 Kabupaten/Kota mengalami penurunan (20,62%). Penurunan disebabkan oleh peningkatan pengeluaran pangan, penurunan akses air bersih dan peningkatan rasio konsumsi terhadap ketersediaan pangan (Gambar 1). Kondisi ini mengindikasikan bahwa peningkatan produksi pangan belum sepenuhnya diikuti oleh penguatan sistem yang mampu menjamin stabilitas dan keberlanjutan pasokan pangan.



Gambar 1. Perubahan skor Kabupaten/Kota antara IKP 2022 dan IKP 2023 (Badan Pangan Nasional, 2023)

Rantai pasok (*supply chain*) pertanian berkelanjutan memiliki peran strategis dalam memperkuat ketahanan pangan. Menurut Kamaruddin & Hamizar, (2022), bahwa manajemen rantai pasok dapat berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas dan kualitas produk pangan, serta mengoptimalkan distribusi produk pangan dan memastikan ketersediaan produk pangan di pasar serta mengurangi biaya total, meningkatkan efisiensi operasional. Rantai pasok yang efisien dan berkelanjutan berkontribusi terhadap pengurangan kehilangan hasil, stabilitas pasokan, peningkatan nilai tambah produk, serta peningkatan pendapatan petani. Perdana & Hermiatin, (2019), menambahkan bahwa pengembangan pembangunan sektor pertanian harus dilandasi oleh koordinasi antar aktor

yang dilakukan secara terintegrasi dengan melibatkan klaster, simpul pangan, dan pengembangan berbagai teknologi digital yang tepat guna.

Rantai pasok berkelanjutan (*sustainable supply chain*) merupakan sistem terintegrasi yang mengelola aliran produk, informasi, dan nilai dari hulu hingga hilir dengan tujuan mencapai kinerja ekonomi, sosial, dan lingkungan secara seimbang dan berkelanjutan (Simanjuntak et al., 2025). Petani sebagai hulu dalam rantai pasok pertanian menjadi variabel yang sangat penting terhadap adopsi rantai pasok berkelanjutan (Sostenes Konyep, 2021; Sriwana et al., 2021). Penerapan rantai pasok sirkular diharapkan dapat memberi manfaat diantaranya membuka lapangan pekerjaan, meningkatkan ketahanan bisnis, mengurangi emisi, mengurangi sampah dan efisiensi penggunaan sumber daya (Perdana, Kusnandar, et al., 2023). Rantai pasok berkelanjutan meningkatkan taraf ekonomi dan sosial petani sehingga turut mampu mengatasi permasalahan regenerasi petani dan ketahanan pangan yang terjadi saat ini (Dewi, 2023).

Rantai pasok pertanian berkelanjutan memerlukan pendekatan berbasis aktor untuk pengembangan strategi secara lebih adaptif dan efektif untuk meningkatkan partisipasi petani serta menjaga keberlanjutan sistem. Analisis rantai pasok pertanian berkelanjutan ini mengidentifikasi tiga peran utama masyarakat dan petani yaitu inovator, petani *early adopter*, dan petani mitra. Tipologi ini menunjukkan bahwa setiap kelompok aktor memiliki peran, kapasitas, dan tingkat kesiapan yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran karakter dan interaksi aktor dalam rantai pasok pertanian berkelanjutan. Rantai pasok berkelanjutan mampu meningkatkan ekonomi dan sosial petani, di samping berkelanjutan dari sisi lingkungan. Secara ekonomi dan sosial petani diharapkan semakin banyak generasi muda yang melihat petani sebagai profesi yang menjanjikan dan dapat meningkatkan persentase regenerasi petani. Sumber daya manusia yang mumpuni maka ketahanan pangan di Indonesia akan meningkat.

2 Metode Penelitian

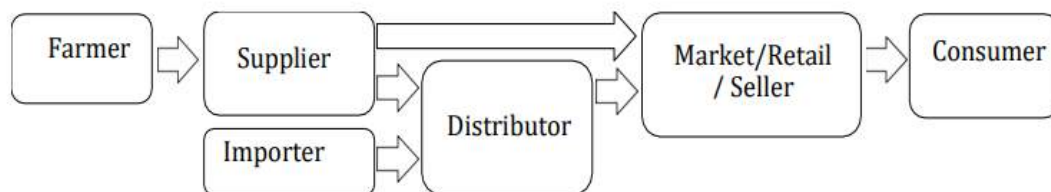
Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain eksploratif, yang bertujuan untuk menganalisis karakter, peran, dan interaksi aktor dalam rantai pasok pertanian berkelanjutan di Indonesia. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan Maret 2025. Responden didapatkan melalui pencarian di media social maupun mesin pencari dengan kriteria kelompok tani yang telah menerapkan rantai pasok pertanian berkelanjutan. Responden yang ada sebanyak 50 kelompok tani dan hanya 15 petani yang bersedia diwawancarai. Responden tersebar di beberapa provinsi di Pulau Jawa, Pulau Sulawesi, Pulau Kalimantan, Pulau Bali, dan Pulau Sumatera.

Pengumpulan data primer dilakukan melalui wawancara mendalam semi-terstruktur menggunakan pedoman wawancara yang disusun berdasarkan kerangka rantai pasok

berkelanjutan dan peran aktor. Wawancara difokuskan pada bentuk peran aktor, mekanisme koordinasi, persepsi terhadap manfaat dan tantangan sistem, serta faktor yang memengaruhi intensi petani untuk berpartisipasi. Wawancara dilakukan melalui Whatsapp call dan direkam. Analisis data dilakukan menggunakan analisis tematik untuk mengelompokkan ke dalam tipologi peran aktor dan pola interaksi dalam rantai pasok pertanian berkelanjutan.

3 Hasil dan Pembahasan

Manajemen rantai pasok berkelanjutan (MRPB) merupakan pengembangan dari manajemen rantai pasok (MRP), yang dalam konseptual dan operasionalnya terdapat interrelasi aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan (Jaya et al., 2020). Karakteristik rantai pasok pertanian konvensional, memiliki rantai distribusi yang panjang dan banyaknya aktor perantara menyebabkan nilai tambah semakin terdistribusi ke hilir dan posisi tawar petani menjadi lemah. Kondisi tersebut telah lama diidentifikasi dalam rantai pasok sayur dan buah di Indonesia, di mana keterlibatan banyak aktor mengakibatkan penurunan nilai yang diterima petani, sementara margin keuntungan justru dinikmati oleh pedagang perantara yang tidak selalu memberikan nilai tambah terhadap produk (Kharisma, 2014).



Gambar 2. Rantai pasok produk buah dan sayuran (Hermansyah et al., 2025)

Selain berdampak pada kesejahteraan petani, rantai pasok pertanian konvensional juga berkontribusi signifikan terhadap tingginya *food loss* di setiap mata rantai. Temuan penelitian ini menguatkan bukti empiris bahwa minimnya koordinasi, standarisasi kualitas, dan perencanaan produksi menyebabkan produk pertanian banyak terbuang sebelum mencapai konsumen akhir. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa rata-rata hanya sekitar 64,945% produk pertanian yang diproduksi petani sampai ke konsumen, sementara sisanya menjadi *food loss* tanpa melalui proses pengolahan (Perdana, Kurnandar, et al., 2023). *Food loss* ini tidak hanya berdampak pada inefisiensi ekonomi, tetapi juga menimbulkan dampak ekologis serius melalui emisi gas metana yang berkontribusi besar terhadap perubahan iklim (Azhar et al., 2023). Tingginya proporsi sampah sisa makanan di Indonesia, yang mencapai 40,84% pada tahun 2022, mempertegas bahwa persoalan rantai pasok pertanian konvensional memiliki implikasi langsung terhadap keberlanjutan lingkungan dan ketahanan pangan nasional (Perdana, Hermiyatin, et al., 2023).

Rantai pasok pertanian berkelanjutan mampu mengatasi sebagian permasalahan *food loss* dan nilai tambah bagi petani melalui penguatan peran aktor dan diferensiasi strategi berdasarkan karakter petani. Keterlibatan petani sebagai aktor strategis memungkinkan distribusi manfaat yang lebih adil dan meningkatkan kesejahteraan petani dibandingkan sistem konvensional yang cenderung memusatkan keuntungan pada pedagang perantara (Casey et al., 2022)(Casey et al., 2022; Pratiwi & Suyanta, 2024). Penguatan koordinasi dan pemendekan rantai distribusi berkontribusi pada sisi lingkungan dimana pengurangan konsumsi energi, penggunaan kemasan, serta penurunan *food loss*, sebagaimana juga ditunjukkan dalam konsep rantai pasok sirkular yang mulai banyak diterapkan di sektor pertanian Indonesia (Perdana, Kusnandar, et al., 2023; Sousa et al., 2024). Hasil penelitian ini menegaskan bahwa transformasi dari rantai pasok pertanian konvensional menuju rantai pasok berkelanjutan perlu difokuskan pada penguatan peran dan karakter aktor, bukan sekadar perbaikan akses pasar.

Karakter dan Peran Aktor dalam Rantai Pasok Pertanian Berkelanjutan

Pengembangan rantai pasok berkelanjutan mengadopsi praktik-praktik keberlanjutan diadopsi dan mempengaruhi aktor-aktor dalam sistem rantai pasok. Pemangku kepentingan berperan sebagai agen perubahan yang memfasilitasi penyebaran inovasi dan praktik berkelanjutan melalui interaksi dan kolaborasi antarpelaku (Su et al., 2022). Penerapan praktik *green supply chain management* terbukti meningkatkan kinerja perusahaan dan mendorong adopsi praktik serupa oleh aktor lain dalam rantai pasok, sehingga menciptakan dampak keberlanjutan dalam skala yang lebih luas (Mourtaka, 2025; Zhaolei et al., 2023). Menurut Feng & Zhu, (2024), praktik berkelanjutan dipengaruhi oleh mekanisme permintaan pasar dan kemampuan teknologi aktor. Kekuatan jaringan dan pengaruh sosial berpotensi meningkatkan penyebaran inovasi berkelanjutan di sepanjang rantai pasok (Alinaghian et al., 2021; Su et al., 2022).

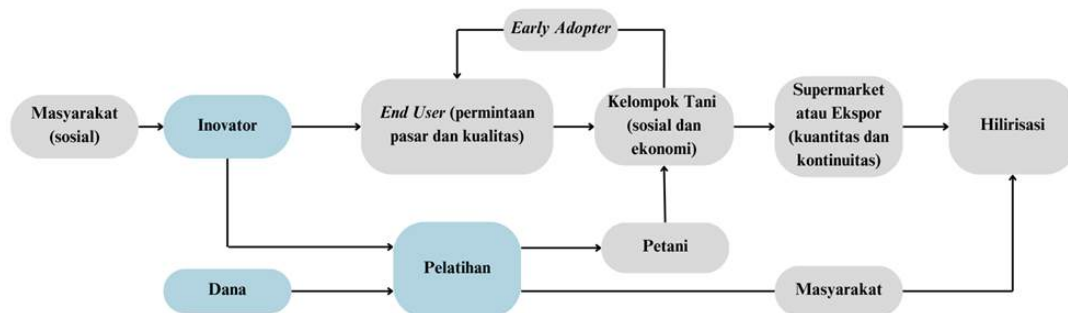
Hasil wawancara mendalam menunjukkan bahwa permasalahan utama dalam implementasi rantai pasok pertanian berkelanjutan di Indonesia tidak semata-mata terletak pada aspek pasar, melainkan pada ketidaksesuaian strategi dengan karakter dan peran aktor, khususnya masyarakat dan petani sebagai pelaku utama. Ketidapahaman terhadap peran aktor ini berimplikasi pada rendahnya efisiensi koordinasi, lemahnya kontinuitas pasokan, serta rendahnya intensi petani untuk terlibat dalam sistem rantai pasok berkelanjutan. Diferensiasi peran petani dalam rantai pasok berkelanjutan juga berimplikasi pada dimensi keterjangkauan pangan. Peningkatan posisi tawar dan pendapatan petani melalui pemendekan rantai distribusi. Distribusi nilai tambah yang lebih adil berpotensi menurunkan harga di tingkat konsumen sekaligus meningkatkan daya beli rumah tangga petani. Kondisi ini memperkuat akses ekonomi terhadap pangan dan mendukung

pencapaian tujuan ketahanan pangan serta SDGs, khususnya penghapusan kelaparan dan peningkatan pertanian berkelanjutan (Qiao et al., 2023; Sousa et al., 2024).

Hasil identifikasi terdapat tiga karakter utama aktor masyarakat/petani, yaitu inovator, petani *early adopter*, dan petani mitra. Tipologi ini menggambarkan heterogenitas kapasitas, motivasi, dan tingkat kesiapan petani dalam mengadopsi sistem rantai pasok pertanian berkelanjutan. Teori difusi inovasi dipopulerkan pada tahun 1964 oleh Everett Rogers mengklasifikasikan pengadopsi inovasi ke dalam lima kategori yaitu: innovator (innovators), pengadopsi awal (*early adopters*), mayoritas awal (*early majority*), mayoritas akhir (*late majority*), dan kelompok lamban (*laggards*) (Hidayati et al., 2025).

Inovator merupakan aktor awal yang berperan sebagai penggerak utama sistem rantai pasok pertanian berkelanjutan. Inovator dapat berasal dari latar belakang pertanian maupun non-pertanian. Aktor dengan latar belakang non-pertanian umumnya terdorong oleh empati sosial terhadap kondisi petani kecil dan berupaya memperbaiki posisi tawar petani melalui pembentukan sistem rantai pasok yang lebih adil dan berkelanjutan. Sementara itu, inovator yang berasal dari keluarga petani atau pendidikan pertanian cenderung didorong oleh tanggung jawab moral dan profesional untuk memperbaiki permasalahan struktural dalam sektor pertanian.

Dalam rantai pasok, inovator berperan sebagai lead actor yang membangun akses pasar awal melalui penjualan langsung kepada konsumen akhir, baik melalui media sosial, pemasaran digital, maupun aktivitas agroeduwisata (gambar 3). Peran ini krusial dalam membangun kepercayaan pasar, mengurangi ketergantungan pada tengkulak, serta menciptakan nilai tambah produk pertanian. Keterbatasan kapasitas produksi individu menjadi kendalatersendiri sehingga mendorong untuk pembentukan kelompok tani agar pemenuhan kuantitas dan kontinuitas pasokan dapat terwujud.



Gambar 3. Alur Rantai Pasok Pertanian Berkelanjutan di Indonesia

Petani *early adopter* merupakan petani yang memiliki keterbukaan terhadap inovasi dan bersedia mengadopsi praktik rantai pasok pertanian berkelanjutan pada tahap awal. Peran utama kelompok ini adalah sebagai penghubung operasional antara inovator dan petani lainnya. Petani *early adopter* juga terlibat dalam aktivitas pemasaran, baik secara daring maupun melalui agroeduwisata, sehingga memperluas jangkauan pasar produk

pertanian berkelanjutan. Menurut Marzukri, (2024), petani milenial dapat memanfaatkan platform digital untuk menjangkau konsumen secara langsung. Penjualan produk pertanian melalui media sosial, website, dan marketplace dapat mengurangi ketergantungan pada perantara dan meningkatkan keuntungan.

Petani *early adopter* memiliki potensi untuk berkembang menjadi inovator baru yang memimpin pembentukan kelompok tani selanjutnya. Proses replikasi ini penting untuk menjaga efektivitas tata kelola, mengingat kelompok tani dengan jumlah anggota dan mitra yang terlalu besar cenderung mengalami penurunan efisiensi koordinasi dan kualitas pengelolaan. Pembentukan kelompok baru merupakan strategi adaptif untuk mempertahankan kinerja rantai pasok yang efisien dan berkelanjutan.

Petani yang tidak termasuk dalam kategori inovator maupun *early adopter* diklasifikasikan sebagai petani mitra. Kelompok ini umumnya memiliki tingkat kehati-hatian yang tinggi terhadap perubahan dan cenderung menilai sistem rantai pasok pertanian berkelanjutan sebagai kompleks, membutuhkan komitmen jangka panjang, serta tidak memberikan hasil ekonomi secara instan. Hidayati et al., (2025), menambahkan bahwa kelompok yang cenderung bersifat tradisional, sangat berhati-hati dalam menerima hal-hal baru, serta sering kali memiliki keterbatasan dalam akses terhadap sumber daya termasuk dalam kelompok lamban (*laggards*). Faktor ini diperkuat oleh lemahnya tata kelola kelompok tani pada beberapa kasus, yang menyebabkan keterbatasan akses pasar dan pendapatan petani yang tidak berbeda signifikan dengan sistem pertanian konvensional. Petani mitra tidak perlu dipaksa untuk berperan sebagai inovator atau *early adopter*. Strategi pemaksaan justru berpotensi menimbulkan inefisiensi dan pemborosan sumber daya. Sebaliknya, pelibatan petani mitra sebagai pemasok non-anggota yang menjual produk kepada kelompok tani dengan standar kualitas tertentu terbukti lebih realistis dan adaptif terhadap karakter mereka.

Pembentukan kelompok tani berfungsi sebagai mekanisme utama dalam menyelaraskan kualitas, kuantitas, dan kontinuitas produk pertanian. Melalui pelatihan dan pendampingan, kelompok tani mampu meningkatkan standarisasi kualitas produk sesuai dengan kebutuhan pasar modern, seperti supermarket dan pasar ekspor. Ketika sistem produksi dan pemasaran telah stabil, kelompok tani mulai melakukan proses hilirisasi untuk meningkatkan nilai tambah produk. Hilirisasi menjadi tahapan penting dalam rantai pasok pertanian berkelanjutan karena berkontribusi terhadap peningkatan pendapatan petani, stabilitas penyerapan produk, serta penciptaan lapangan kerja bagi masyarakat sekitar. Meskipun demikian, keberhasilan hilirisasi tetap bergantung pada kapasitas manajerial kelompok, tata kelola kelembagaan, dan keberlanjutan akses pasar.

Penelitian ini menegaskan bahwa strategi peningkatan intensi petani dalam menerapkan rantai pasok pertanian berkelanjutan harus disesuaikan dengan karakter dan

peran aktor. Inovator perlu difasilitasi melalui pelatihan manajerial dan pemasaran untuk memperkuat kepercayaan pasar. Petani *early adopter* perlu didukung agar mampu memimpin dan mereplikasi kelompok baru secara mandiri. Pendekatan berbasis diferensiasi aktor ini memungkinkan peningkatan efisiensi rantai pasok sekaligus memperkuat keberlanjutan ekonomi dan sosial sektor pertanian.

4 Kesimpulan

Pengembangan rantai pasok pertanian berkelanjutan di Indonesia sangat ditentukan oleh kesesuaian strategi dengan karakter dan peran aktor, khususnya petani sebagai pelaku utama, bukan semata oleh akses pasar atau teknologi. Pengembangan tipologi aktor petani pada rantai pasok pertanian berkelanjutan adalah sebagai innovator, *early adopter*, dan petani mitra. Diferensiasi peran aktor mampu meningkatkan efisiensi koordinasi, memperkuat posisi tawar petani, mengurangi *food loss*, serta mendorong distribusi nilai tambah yang lebih adil. Pendekatan berbasis aktor ini memberikan kontribusi konseptual dan praktis dalam perancangan kebijakan dan model rantai pasok pertanian berkelanjutan yang lebih efektif untuk mendukung ketahanan pangan dan pembangunan pertanian berkelanjutan di Indonesia.

Daftar Pustaka

- Alinaghian, L., Qiu, J., & Razmdoost, K. (2021). The role of network structural properties in supply chain sustainability: a systematic literature review and agenda for future research. *Supply Chain Management*, 26(2), 192–211. <https://doi.org/10.1108/SCM-11-2019-0407>
- Azhar, A. A., Hadiwijoyo, S. S., & Nau, N. U. W. (2023). Peran Multi-Aktor Dalam Mewujudkan Ketahanan Pangan Nasional Melalui Pengelolaan Food Loss and Waste Di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(04), 56–74. <https://doi.org/10.56127/jukim.v2i04.752>
- Badan Pangan Nasional. (2023). *Indeks Ketahanan Pangan Tahun 2023*. Deputi Bidang Kerawanan Pangan dan Gizi Badan Ketahanan Pangan RI. <https://pustaka.badanpangan.go.id/user/koleksi/read/01161aaa0b6d1345dd8fe4e481144d84>
- Casey, L., Freeman, B., Francis, K., Brychkova, G., McKeown, P., Spillane, C., Bezrukov, A., Zaworotko, M., & Styles, D. (2022). Comparative environmental footprints of lettuce supplied by hydroponic controlled-environment agriculture and field-based supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 369, 133214. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133214>
- Dewi, M. (2023). Policy Dynamics and Their Effect on Food Supply Chains in DKI Jakarta: Implications for Food Security. *Journal of Digitainability, Realism & Mastery (DREAM)*, 2(04), 55–61. <https://doi.org/10.56982/dream.v2i04.122>
- Feng, Y., & Zhu, Q. (2024). How do customers' environmental efforts diffuse to suppliers: the role of customers' characteristics and suppliers' digital technology capability. *International Journal of Operations and Production Management*, 44(9), 1676–1706. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2023-0668>

- Hermansyah, D., Machfud, Romli, M., & Muslich. (2025). Critical safety points in handling fresh fruits and vegetables throughout the supply chain. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1460(1), 12055. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1460/1/012055>
- Hidayati, F., Syahni, R., Suliansyah, I., & Tanjung, H. B. (2025). Model Teoritis Adopsi Inovasi Pertanian: Integrasi Pendekatan Perilaku Petani. *Rawa Sains: Jurnal Sains STIPER Amuntai*, 15(1), 70–79. <https://doi.org/10.36589/rs.v15i1.301>
- Jaya, R., Yusriana, Y., & Fitria, E. (2020). Review Manajemen Rantai Pasok Produk Pertanian Berkelanjutan: Konseptual, Isu Terkini, dan Penelitian Mendatang. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(1), 78–91. <https://doi.org/10.18343/jipi.26.1.78>
- Kamaruddin, K., & Hamizar, A. (2022). Kajian Manajemen Supply Chain Dan Keterkaitannya Terhadap Ketahanan Pangan. *Amal: Jurnal Ekonomi Syariah*, 4(02). <https://doi.org/10.33477/eksy.v4i02.4118>
- Kharisma, E. (2014). Rantai Pasar Komoditas Pertanian dan Dampaknya Terhadap Kegiatan Perdagangan Komoditas Pertanian Pasar Projo. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 2(1), 25–42. [https://doi.org/https://doi.org/10.14710/jvsar.v%vi%i.146](https://doi.org/10.14710/jvsar.v%vi%i.146)
- Marzukri. (2024). Petani Milenial dan Transformasi Pertanian Modern. In *Media Civitas*. Lembaga Kajian Pembangunan Pertanian dan Lingkungan. [https://mediacivitas.lkppl.org/2024/10/25/petani-milenial-dan-transformasi-pertanian-modern/#:~:text=Dalam hal pemasaran%2C petani milenial memanfaatkan platform,pada perantara%2C tetapi juga meningkatkan keuntungan mereka.](https://mediacivitas.lkppl.org/2024/10/25/petani-milenial-dan-transformasi-pertanian-modern/#:~:text=Dalam%20hal%20pemasaran%20petani%20milenial%20memanfaatkan%20platform,pada%20perantara%20tetapi%20juga%20meningkatkan%20keuntungan%20mereka.)
- Mourtaka, S. (2025). Beyond Adoption: Stakeholders' Roles in the Diffusion of Sustainable Supply Chain Management - A Case Study Analysis. *International Journal of Supply Chain Management*, 14(4), 5–15. <https://doi.org/10.59160/ijscm.v14i4.6325>
- Perdana, T., & Hermiatin, F. R. (2019). Rantai Pasokan Cerdas; Menyajikan Peluang yang Belum Pernah Ada Sebelumnya untuk Mengelola Rantai Pasokan Pertanian. *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, 2(4). <https://doi.org/10.32734/ee.v2i4.684>
- Perdana, T., Hermiyatin, F. R., & Perdana, H. H. (2023). *Manajemen Rantai Pasok Pangan Keberlanjutan Pangan yang Tangguh dan Inklusif*. UNPAD PRESS.
- Perdana, T., Kusnandar, K., Perdana, H. H., & Hermiatin, F. R. (2023). Circular supply chain governance for sustainable fresh agricultural products: Minimizing food loss and utilizing agricultural waste. *Sustainable Production and Consumption*, 41, 391–403. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.09.001>
- Pratiwi, I., & Suyanta. (2024). Review Jurnal: Manajemen Rantai Pasok Berkelanjutan Pada Sektor Pangan. *Economic and Business Management International Journal*, 6(2), 273–278. <https://doi.org/https://doi.org/10.556442/eabmij.v6i2.790>
- Qiao, X., Xu, S., Shi, D., & Zhao, X. (2023). Data-Driven Sustainable Supply Chain Decision Making in the Presence of Low Carbon Awareness. *Sustainability (Switzerland)*, 15(12), 9576. <https://doi.org/10.3390/su15129576>
- Simanjuntak, L. F., Hasugian, A. B., Hutagalung, S. L. B., Sitanggang, C. B., Pinem, D. A., & Anggiani, E. (2025). Manajemen Rantai Pasok Berkelanjutan Dalam Industri Makanan: Studi Literatur Tentang Praktik Dan Tantangan. *Jurnal Rumpun Manajemen Dan Ekonomi*, 2(2), 186–197. <https://doi.org/https://doi.org/10.61722/jrme.v2i2.4227>
- Sostenes Konyep. (2021). Mempersiapkan Petani Muda dalam Mencapai Kedaulatan Pangan. *Jurnal Triton*, 12(1), 78–88. <https://doi.org/10.47687/jt.v12i1.157>
- Sousa, R. de, Bragança, L., da Silva, M. V., & Oliveira, R. S. (2024). Challenges and Solutions for Sustainable Food Systems: The Potential of Home Hydroponics.

Sustainability (Switzerland), 16(2), 817. <https://doi.org/10.3390/su16020817>

- Sriwana, I. K., Arkeman, Y., Asma Assa, D., Besar Industri Hasil Perkebunan, B., Abdurahman Basalamah No, J., & Selatan, S. (2021). Analysis of Cacao Agroindustry Supply Chain Sustainability Using Multi Dimensional Scalling. *Indonesian Journal of Industrial Research*, 16(1), 58–71.
- Su, M., Fang, M., Pang, Q., & Park, K. S. (2022). Exploring the role of sustainable logistics service providers in multinational supply chain cooperation: An integrated theory-based perspective. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 976211. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.976211>
- Zhaolei, L., Nazir, S., Hussain, I., Mehmood, S., & Nazir, Z. (2023). Exploration of the impact of green supply chain management practices on manufacturing firms' performance through a mediated-moderated model. *Frontiers in Environmental Science*, 11, 1291688. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1291688>

Keanekaragaman Serangga pada Tiga Genotip Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Lokal Sumba Timur

Gregorius Kevin Pratama¹ dan Ruth Meike Jayanti²

^{1,2} Program Studi S1 Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Bisnis, Universitas Kristen Satya Wacana, Jl. Diponegoro No.52-60, Salatiga, Kec. Sidorejo, Kota Salatiga, Jawa Tengah 50711

¹ Email : 512021011@student.uksw.edu

² Email : ruth.jayanti@uksw.edu

Submit : 13-11-2025

Revisi : 26-12-2025

Diterima : 31-12-2025

ABSTRACT

This study aims to identify and group the types of insects found in three local sorghum genotypes of East Sumba, namely WH Mitting Nggangga, WH Rara Kadita, and WH Mitting Tadda. The study was conducted at the Sains Technopark land, Satya Wacana Christian University, from June to November 2024. The method used was exploratory by systematically installing yellow traps to observe the population and role of insects. The results showed that the orders Hemiptera and Diptera were the most dominant, with the genera Bemisia sp. and Musca sp. as the main pests. The highest number of insects was found in the WH Mitting Tadda genotype (1257 individuals), and the lowest in WH Mitting Nggangga (1096 individuals). The diversity index (H') was in the moderate category, between 1.52–1.67, and the dominance index was also moderate, between 0.26–0.30. Predatory and pollinating insects were found in smaller numbers than pests. These results indicate that the balance of the ecosystem in cultivated land is still quite stable, but requires attention to pest management and conservation of natural enemies so that sorghum productivity remains optimal.

Keywords: Diversity index, Dominant pests, Insect trap, Natural enemies, Sorghum agroecosystem

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan jenis serangga yang terdapat pada tiga genotip sorgum lokal Sumba Timur, yaitu WH Mitting Nggangga, WH Rara Kadita, dan WH Mitting Tadda. Penelitian dilaksanakan di lahan Sains Technopark, Universitas Kristen Satya Wacana, pada Juni hingga November 2024. Metode yang digunakan bersifat eksploratif dengan pemasangan perangkap yellow trap secara sistematis untuk mengamati populasi dan peran serangga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ordo Hemiptera dan Diptera paling dominan, dengan genus Bemisia sp. dan Musca sp. sebagai hama utama. Jumlah serangga tertinggi ditemukan pada genotip WH Mitting Tadda (1257 individu), dan terendah pada WH Mitting Nggangga (1096 individu). Indeks keanekaragaman (H') berada pada kategori sedang, yaitu antara 1,52–1,67, dan indeks dominansi tergolong sedang, antara 0,26–0,30. Serangga predator dan penyerbuk ditemukan dalam jumlah lebih sedikit dibandingkan hama. Hasil ini menunjukkan bahwa keseimbangan ekosistem di lahan budidaya masih cukup stabil, namun memerlukan perhatian terhadap pengelolaan hama dan konservasi musuh alami agar produktivitas sorgum tetap optimal.

Kata kunci: Agroekosistem sorgum, Hama dominan, Indeks keanekaragaman, Musuh alami, Perangkap Serangga

1 Pendahuluan

Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) merupakan tanaman sereal yang memiliki potensi strategis sebagai pangan alternatif pengganti padi, terutama dalam menghadapi tantangan

ketahanan pangan dan perubahan iklim. Tanaman ini dikenal memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap berbagai kondisi agroekologi, termasuk toleransi terhadap kekeringan dan kemampuan tumbuh pada berbagai jenis tanah, sehingga cocok dikembangkan pada lahan marginal. Selain dimanfaatkan sebagai sumber pangan, sorgum juga berfungsi sebagai bahan baku pengganti jagung atau gandum serta sebagai pakan ternak, khususnya di wilayah terpencil yang memiliki keterbatasan akses pangan (Rahman et al., 2022). Keunggulan tersebut menjadikan sorgum sebagai komoditas penting dalam mendukung diversifikasi pangan dan pembangunan pertanian berkelanjutan di Indonesia.

Pengembangan sorgum di Indonesia menunjukkan prospek yang menjanjikan, terutama di wilayah Indonesia bagian timur. Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) merupakan salah satu daerah dengan potensi pengembangan sorgum yang besar, baik dari sisi kesesuaian iklim maupun ketersediaan lahan. Data produksi menunjukkan bahwa pada tahun 2020, produksi sorgum di Provinsi NTT mencapai 51,72 ribu ton dengan luas panen sebesar 28,71 ribu hektar. Pengembangan sorgum telah diinisiasi di beberapa wilayah, termasuk Kabupaten Flores Timur. Selama periode 2017–2021, produksi sorgum di NTT menunjukkan tren peningkatan, dengan total produksi pada tahun 2021 mencapai 2.732 ton (Mulyawanti et al., 2023). Peningkatan ini menegaskan peran strategis sorgum sebagai komoditas pendukung ketahanan pangan daerah dan nasional.

Keberhasilan budidaya sorgum tidak hanya ditentukan oleh aspek varietas dan teknik budidaya, tetapi juga oleh keseimbangan ekosistem pertanian tempat tanaman tersebut dibudidayakan. Salah satu komponen penting dalam ekosistem pertanian adalah serangga, yang keberadaannya dipengaruhi oleh keanekaragaman tanaman dan kondisi lingkungan. Keberagaman tanaman dalam suatu agroekosistem diketahui berkontribusi terhadap peningkatan keanekaragaman serangga, baik dari segi jenis maupun kelimpahan. Populasi dan komposisi serangga dapat berbeda di setiap lokasi, bergantung pada faktor lingkungan, sistem budidaya, serta karakteristik tanaman yang dibudidayakan. Serangga juga memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap perubahan kondisi alam, sehingga sering digunakan sebagai indikator keseimbangan ekosistem pertanian. Indonesia sebagai negara megabiodiversitas memiliki lebih dari 250.000 jenis serangga, yang mencakup sekitar 15% dari total keanekaragaman hayati dunia (Sari et al., 2020).

Dalam sistem budidaya sorgum, serangga memiliki peran yang beragam, baik sebagai organisme yang merugikan maupun menguntungkan. Sejumlah serangga hama utama pada tanaman sorgum telah dilaporkan, antara lain spesies penghisap daun, pemakan daun, penggerek batang, serta hama yang menyerang malai dan biji simpan (Okosun et al., 2021). Selain itu, berbagai ordo dan famili serangga yang berpotensi sebagai pengganggu tanaman sorgum juga telah diidentifikasi, termasuk *Orthoptera*, *Homoptera*, *Coleoptera*, dan *Hemiptera*, dengan spesies penting seperti *Locusta*

migratoria, *Cicadellidae*, *Chrysomelidae* (*Chaetocnema* sp.), *Gryllidae*, *Alydidae* (*Riptortus linearis*), *Pentatomidae*, dan *Tetrigidae* (Nik et al., 2017). Keberadaan serangga-serangga tersebut dapat menimbulkan dampak negatif terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sorgum apabila populasinya tidak dikelola secara tepat.

Identifikasi hama dan penyakit merupakan aspek fundamental dalam mendukung keberhasilan budidaya sorgum, mengingat organisme pengganggu tanaman (OPT) berpotensi menimbulkan kerugian yang signifikan baik secara kuantitatif maupun kualitatif terhadap hasil panen. Pengetahuan yang memadai mengenai jenis, karakteristik, dan pola serangan hama serta patogen memungkinkan penerapan tindakan pencegahan dan pengendalian yang lebih efektif. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa serangan OPT dapat menurunkan produktivitas tanaman secara signifikan. Identifikasi OPT menjadi langkah penting dalam mencegah terjadinya gagal panen (Muammar et al., 2022). Tanaman yang terinfeksi hama dan penyakit akan mengalami persaingan sumber daya yang lebih ketat, sehingga berdampak pada penurunan hasil produksi (Aeny, 2024). Selain itu, pengelolaan OPT yang kurang optimal terbukti menimbulkan kerugian ekonomi yang besar bagi petani (Yahya et al., 2021; Darmanto & Suprihati, 2021).

Pendekatan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) menjadi strategi yang relevan dalam pengelolaan OPT secara berkelanjutan dan ramah lingkungan. Identifikasi hama dan penyakit yang tepat dan dilakukan sejak dini merupakan fondasi utama dalam penerapan PHT, karena memungkinkan penggunaan agen pengendali hayati dan metode pengendalian berisiko rendah lainnya (Darmanto & Suprihati, 2021; Endah et al., 2019). Peningkatan kapasitas petani melalui penyuluhan dan pendidikan berkontribusi dalam memperkuat pemahaman dan keterampilan identifikasi OPT, sehingga tercipta sinergi antara pengetahuan ilmiah dan praktik lapangan dalam mendukung budidaya sorgum berkelanjutan (Harman et al., 2025).

Berbagai penelitian telah mengkaji hama dan penyakit pada tanaman sorgum, informasi mengenai keanekaragaman serangga secara menyeluruh, khususnya yang dikaitkan dengan perbedaan genotip sorgum lokal dan kondisi agroekosistem spesifik wilayah, masih terbatas. Padahal, perbedaan genotip tanaman berpotensi memengaruhi struktur komunitas serangga melalui variasi morfologi, fisiologi, dan kandungan nutrisi tanaman. Dalam konteks wilayah Sumba Timur, sorgum lokal memiliki karakteristik genetik dan adaptasi lingkungan yang khas, yang diduga berpengaruh terhadap komposisi, kelimpahan, dan dominasi serangga yang berasosiasi dengannya. Keterbatasan informasi ilmiah terkait interaksi antara genotip sorgum lokal dan komunitas serangga menjadi permasalahan penting yang perlu dikaji sebagai dasar pengelolaan OPT yang lebih spesifik lokasi.

Inventarisasi serangga pada lahan budidaya sorgum merupakan langkah penting dalam mendukung pengelolaan pertanian berkelanjutan. Inventarisasi ini mencakup identifikasi dan pencatatan berbagai jenis serangga, baik yang bersifat merugikan seperti hama maupun yang menguntungkan seperti predator dan penyerbuk. Informasi tersebut penting untuk menekan risiko resistensi hama serta meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan akibat penggunaan pestisida yang tidak terkendali. Namun demikian, beberapa spesies serangga tetap berpotensi menurunkan produktivitas hasil panen apabila populasinya berkembang tanpa pengendalian yang tepat (Azhari et al., 2021). Oleh karena itu, pemahaman yang komprehensif mengenai peranan, keanekaragaman, dan dominasi serangga dalam ekosistem budidaya sorgum menjadi kebutuhan yang mendesak.

Inventarisasi serangga di lahan budidaya sorgum memegang peranan penting dalam upaya pengelolaan pertanian yang berkelanjutan. Kegiatan ini meliputi identifikasi serta pencatatan berbagai jenis serangga yang ditemukan di lahan, baik yang bersifat merugikan seperti hama, maupun yang menguntungkan seperti serangga predator dan penyerbuk, sehingga risiko resistensi hama dan kerusakan lingkungan pun dapat diminimalkan. Analisis keanekaragaman serangga yang dikaitkan dengan perbedaan genotip sorgum lokal di wilayah Sumba Timur. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi dan menginventarisasi jenis-jenis serangga yang berasosiasi dengan budidaya sorgum dan mengelompokkan peranan serangga tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah bagi pengelolaan organisme pengganggu tanaman berbasis ekologi serta mendukung pengembangan budidaya sorgum yang berkelanjutan dan adaptif terhadap kondisi lokal.

2 Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di *Science Techno Park* Fakultas Pertanian dan Bisnis Universitas Kristen Satya Wacana, Kecamatan Salatiga, Kabupaten Semarang, dengan koordinat 7°19'13,5"S dan 110°30'34,2"E. Kegiatan penelitian berlangsung dari Juni hingga November 2024, meliputi penanaman, perawatan, pengamatan, hingga panen. Penelitian ini menggunakan tiga genotip sorgum lokal asal Sumba Timur, yaitu *Watar Hammu Mitting Nggangga*, *Watar Hammu Rara Kadita*, dan *Watar Hammu Mitting Tadda*.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan lima ulangan, sehingga terdapat 25 petakan untuk setiap genotip. Setiap petakan berukuran 3,5 × 2,25 meter dan ditanami 35 tanaman sorgum dengan jarak tanam 50 × 50 cm. Perangkap serangga (*yellow sticky trap*) dipasang di enam titik setiap petakan dengan pola Z untuk memperoleh data serangga yang merata. Pengamatan dilakukan mulai fase vegetatif saat sorgum berusia. Perangkap dipasang pukul 07.00 WIB dan diambil pada pukul 17.00 WIB pada hari yang sama. Tinggi perangkap disesuaikan dengan tinggi

tanaman, Pengamatan serangga dilakukan pada setiap fase vegetatif (30 hst), generatif (40 hst), bunting (50 hst), 50% berbunga (60 hst), biji masak susu (70 hst), pengerasan biji (80 hst). Serangga yang tertangkap diidentifikasi hingga tingkat genus menggunakan mikroskop stereo dan kunci determinasi serangga. Hasil identifikasi dicatat, difoto, serta diklasifikasikan sebagai hama, predator, atau polinator, lalu disimpan dalam alkohol 70% untuk dokumentasi lebih lanjut serta dilihat kelimpahan serangga, keanekaragamannya serta dominasi serangga. Indeks keanekaragaman dan dominasi serangga yang berada pada lahan budidaya sorgum dihitung menggunakan rumus Shannon-Wiener (H') dalam Harahap & Harahap (2023) sebagai berikut:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i ; p_i = n_i / N \dots(1)$$

keterangan: P_i = Proporsi jenis ke- i

N = Jumlah individu seluruh jenis

n_i = Jumlah individu ke- i

H' = Indeks keanekaragaman Shannon

Kriteria nilai Indeks Keragaman jenis berdasarkan Shannon-Wiener sebagai berikut:

$1 < H'$: keragaman jenis rendah

$1 < H' < 3$: keragaman jenis sedang

$H' > 3$: keragaman jenis tinggi

Indeks Dominansi dihitung : $(C) C = \sum (p_i)^2 \dots\dots(2)$

Keterangan : C : Indeks Dominansi Jenis

P_i : Proporsi Jumlah Individu Serangga Jenis Ke - i Dengan total individu seluruh jenis

$0 < C \leq 0,5$: Dominansi Rendah

$0,5 < C \leq 0,75$: Dominansi Sedang

$0,75 < C \leq 1$: Dominansi Tinggi

3 Hasil dan Pembahasan

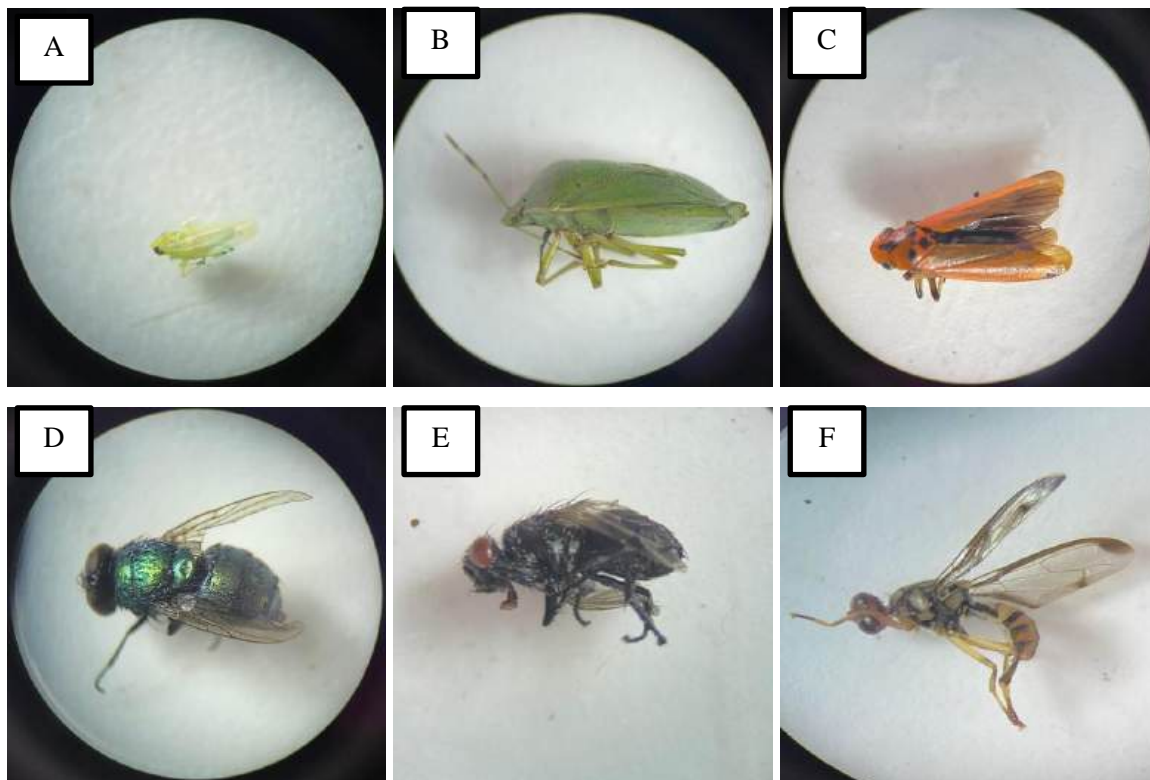
Identifikasi dan Peran Serangga Pada Lahan Budidaya Sorgum

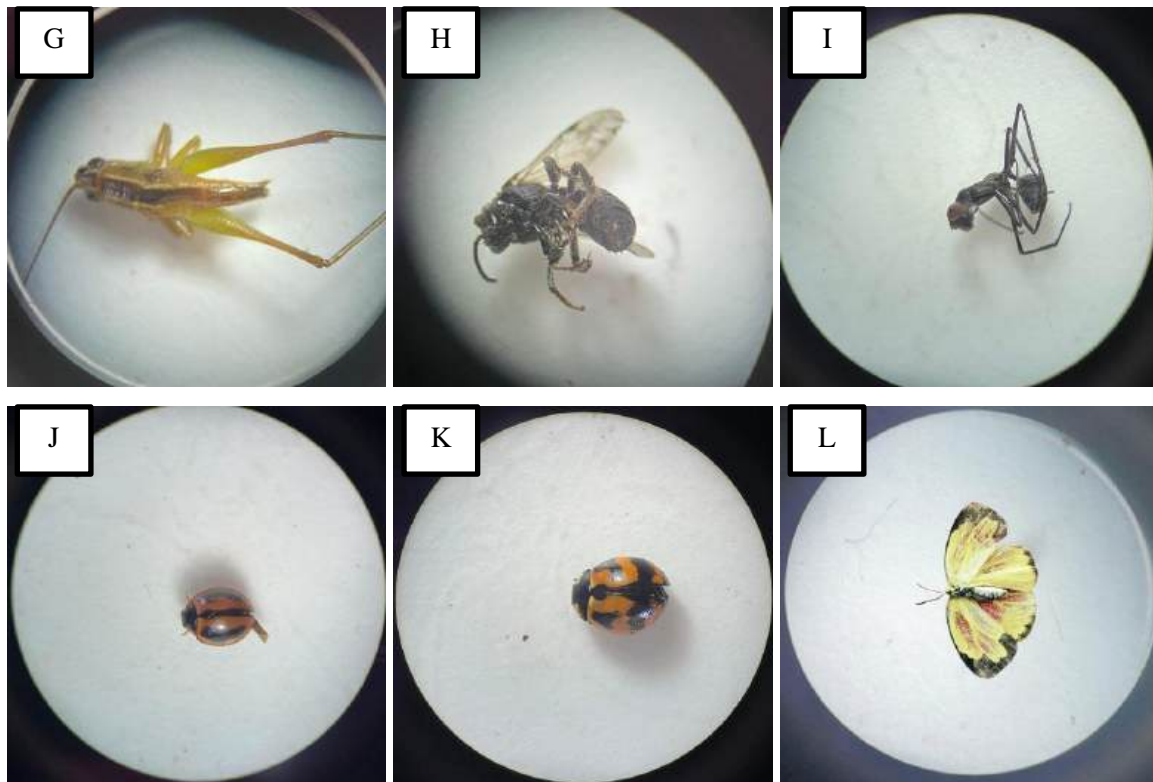
Keragaman jenis serangga yang ditemukan menunjukkan perbedaan struktur komunitas serangga pada masing-masing genotip. Informasi hasil identifikasi ini penting sebagai dasar dalam menentukan peran serangga, baik sebagai hama maupun serangga menguntungkan. Hasil identifikasi keragaman serangga yang berasosiasi dengan tanaman sorgum pada tiga genotip lokal, yaitu *Watar Hammu Mitting Nggangga*, *Watar Hammu Rara Kadita*, dan *Watar Hammu Mitting Tadda* disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Keragaman serangga pada tanaman sorgum

Ordo	Genus	Peran
Diptera	(Musca sp)	Hama
	(Bactrocera sp)	Hama
	(Hermetia sp)	Hama
Hemiptera	(Bemisia sp)	Hama
	(Bathrogia sp)	Hama
	(Nezara sp)	Hama
Hymenoptera	(Camponotus sp)	Predator
	(Lasius sp)	Predator
Coleoptera	(Coleomegilla sp)	Predator
	(Coccinella sp)	Predator
Lepidoptera	(Eurema sp)	Polinator
Orthoptera	(Oxya sp)	Hama
Odonanta	(Pantala sp)	Predator

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok herbivora yang berperan sebagai hama memiliki jumlah individu tertinggi. Faktor seperti ketersediaan tanaman inang, umur tanaman, dan iklim memicu tingginya populasi hama, seperti *Nezara sp*, *Bathrogia sp*, *Bemisia sp*, *Bactrocera sp*, *Musca sp*, *Hermetia sp*, dan *Oxya sp*. Menurut Ashari et al. (2019), tingginya populasi serangga hama dapat disebabkan oleh minimnya jumlah serangga predator di suatu area pertanian. Sementara itu, enam genus predator yang ditemukan memiliki populasi rendah, di antaranya *Camponotus sp*, *Lasius sp*, *Coleomegilla sp*, *Coccinella sp*, dan *Pantala sp*. Rendahnya predator diduga akibat lokasi lahan dekat permukiman dan jauh dari kawasan hutan yang memengaruhi keberagaman serangga predator (Gulö et al., 2014).





Gambar 1. Serangga yang ditemukan pada lahan budidaya pada perbesaran 40x. *Bemisia* sp (A), *Nezara* sp (B), *Batrogia* sp (C), *Hermetia* sp (D), *Musca* sp (E), *Bactrocera* sp (F), *oxya* sp (G), *Lasius* sp (H), *Camponotus* sp (I), *Coleomegilla* sp (J), *Coccinella* sp (K), *Eurema* sp (L).

Berbagai jenis serangga (Gambar 1) yang ditemukan pada lahan budidaya dengan pengamatan mikroskopis pada perbesaran 40x. Setiap serangga yang teridentifikasi memiliki karakteristik morfologi, perilaku, dan peran ekologis yang berbeda, baik sebagai hama maupun sebagai organisme penunjang keseimbangan ekosistem. Keberadaan berbagai jenis serangga ini menggambarkan kompleksitas interaksi biotik yang terjadi di lahan pertanian, khususnya antara tanaman inang dan organisme *arthropoda* yang berasosiasi dengannya.

Bemisia sp termasuk dalam ordo *Hemiptera* dan famili *Aleyrodidae*. Serangga ini dikenal sebagai kutu kebul, salah satu hama utama pada berbagai tanaman hortikultura seperti cabai, tomat, dan kedelai. Dalam budidaya sorghum *Bemisia* sp. bersifat *fitofag* dengan cara mengisap cairan *floem* pada permukaan bawah daun, sehingga menyebabkan gejala klorosis, penurunan laju fotosintesis, dan pada serangan berat dapat menimbulkan layu fisiologis. Selain kerusakan langsung, serangga ini juga menjadi vektor bagi berbagai virus tanaman, seperti *Tomato yellow leaf curl virus* dan *Bean golden mosaic virus*, yang berdampak signifikan terhadap produktivitas tanaman. Tubuhnya berukuran kecil (sekitar 1–2 mm), berwarna putih kekuningan, dan diselimuti lapisan lilin yang membantu mencegah kehilangan air (Agastya et al., 2020).

Jenis serangga berikutnya adalah *Nezara* sp., anggota ordo *Hemiptera* dan famili *Pentatomidae* yang umumnya dikenal sebagai kepik hijau (*green stink bug*). Serangga ini

merupakan hama penting tanaman biji-bijian karena aktivitas makannya yang menembus jaringan buah atau biji menggunakan alat mulut bertipe penusuk-pengisap. Cairan yang diisap berasal dari jaringan tanaman muda, menyebabkan deformasi buah, bercak nekrotik, serta penurunan mutu hasil panen. Secara morfologis, *Nezara sp.* memiliki tubuh berbentuk perisai dengan warna hijau cerah dan mengeluarkan bau khas sebagai mekanisme pertahanan diri. Dalam ekosistem pertanian, keberadaannya sering meningkat pada fase generatif tanaman karena ketersediaan sumber makanan yang melimpah (Muliani et al., 2025).

Serangga ketiga adalah *Musca sp.*, yang termasuk dalam ordo *Diptera* dan famili *Muscidae*, dikenal luas sebagai lalat rumah. Meskipun sering dianggap sekadar organisme pengganggu, keberadaannya dalam lahan budidaya dapat menjadi indikator kebersihan lingkungan dan aktivitas dekomposisi bahan organik. *Musca sp.* umumnya tertarik pada limbah organik dan residu bahan organik tanaman atau hewan. Tubuhnya berwarna hitam keabu-abuan dengan kepala kemerahan dan mata majemuk besar, ciri khas serangga diptera yang beradaptasi untuk aktivitas terbang cepat dan penglihatan luas (Maksum et al., 2024).

Serangga terakhir yang ditemukan adalah *Coleomegilla sp.*, anggota ordo *Coleoptera* dan famili *Coccinellidae* yang dikenal sebagai kumbang kepik predator. Berbeda dengan tiga spesies sebelumnya, *Coleomegilla sp.* berperan sebagai musuh alami berbagai hama, terutama kutu daun (*aphid*) dan telur serangga kecil lainnya. Keberadaannya di lahan budidaya memberikan manfaat ekologis yang penting karena dapat menekan populasi hama secara alami tanpa perlu intervensi kimiawi. Secara morfologis, *Coleomegilla sp.* memiliki tubuh elips berwarna oranye kecokelatan dengan pola garis atau bintik hitam pada sayap keras (*elytra*). Adaptasinya sebagai predator menjadikannya salah satu komponen penting dalam pengendalian hayati, sekaligus indikator keseimbangan ekosistem pertanian yang berkelanjutan (Pondaag et al., 2022).

Kelimpahan Serangga

Kelimpahan serangga mencerminkan jumlah individu dari berbagai spesies yang ditemukan dalam suatu ekosistem pertanian. Parameter ini penting untuk memahami dinamika populasi serta interaksi antara hama, predator, dan penyerbuk. Informasi ini berguna dalam menentukan metode pengendalian yang paling efektif untuk mengurangi serangan hama (Tneup et al., 2022).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, serangga yang ditemukan pada lahan budidaya sorgum genotip *WH Mitting Nggangga* mencakup 7 ordo dan 14 genus. Jumlah populasi serangga yang tercatat mencapai 1106 individu (Tabel 2). 7 Ordo tersebut meliputi *Diptera*, *Hemiptera*, *Hymenoptera*, *Coleoptera*, *Lepidoptera*, *Orthoptera* dan *Odonanta*. Dengan jumlah individu terbanyak yaitu dari Ordo *Hemiptera* dan *Diptera* yang masing

masing terdapat 414 dari genus *Bemisia sp* dan 353 dari genus *Musca sp*. Sementara itu terdapat dua ordo memiliki populasi terendah yaitu *Orthoptera* dan *odonanta* dengan dengan jumlah masing masing genus hanya terdapat 1 individu.

Tabel 2. Serangga pada lahan sorgum

Ordo	Genus	Jumlah Individu pada genotip		
		WH.Mitting Nggangga	WH Rara Kadita	WH Mitting Tadda
Diptera	(Musca sp)	353	378	398
	(Bactrocera sp)	54	57	26
	(Hermetia sp)	33	37	38
Hemiptera	(Bemisia sp)	414	481	558
	(bathrogia sp)	17	14	16
	(Nezara sp)	12	14	7
Hymenoptera	(Camponotus sp)	91	63	91
	(Lasius sp)	65	35	71
Coleoptera	(Coleomegilla sp)	44	38	35
	(Coccinella sp)	5	6	5
Lepidoptera	(Eurema sp)	6	0	5
Orthoptera	(Oxya sp)	1	3	3
Odonanta	(Pantala sp)	1	5	4
Total		1096	1131	1257

Komposisi serangga yang ditemukan menunjukkan adanya keseimbangan dalam ekosistem lahan sorgum. Tidak hanya serangga hama yang mendominasi, tetapi juga terdapat predator dan serangga bermanfaat lain yang turut berperan dalam menjaga kestabilan populasi. Keberadaan kelompok serangga tersebut mengindikasikan adanya interaksi alami yang mendukung pengendalian hayati secara berkelanjutan.

Serangga yang ditemukan pada lahan budidaya sorgum genotip *WH Rara Kadita* mencakup 6 ordo dan 12 genus. Jumlah populasi serangga yang tercatat mencapai 1131 individu (Tabel 2). 6 Ordo tersebut meliputi *Diptera*, *Hemiptera*, *Hymenoptera*, *coleoptera*, *orthoptera* dan *odonanta*. Dengan jumlah individu terbanyak yaitu dari Ordo Hemiptera dan Diptera yang masing masing terdapat 481 dari genus *Bemisia sp* dan 378 dari genus *Musca sp*. Sedangkan serangga yang memiliki populasi paling sedikit yaitu dari Ordo *Orthoptera* dari genus *Oxya sp* dengan jumlah 3 individu.

Serangga yang ditemukan pada lahan budidaya sorgum genotip *WH Miting Tadda* mencakup 7 ordo dan 14 genus. Jumlah populasi serangga yang tercatat mencapai 1257 individu (Tabel 2). 7 Ordo tersebut meliputi *Diptera*, *Hemiptera*, *Hymenoptera*, *coleoptera*, *Lepidoptera*, *Orthoptera* dan *Odonanta*. Jumlah individu terbanyak yaitu dari Ordo Hemiptera dan Diptera yang masing masing terdapat 558 dari genus *Bemisia sp* dan 398 dari genus *Musca sp*. Sedangkan serangga yang memiliki populasi paling rendah yaitu dari Ordo orthoptera yang hanya berjumlah 10 individu dari genus *Oxya sp*. Keberadaan serangga yang menepel pada *sticky trap* disebabkan karena warna terang akibat pantulan sinar matahari, Cahaya matahari yang masuk ke kebun membantu memantulkan cahaya ke perangkat kuning sehingga dapat menarik serangga untuk terperangkap. Warna kuning

sangat disukai oleh serangga karena mirip dengan warna polen yang hampir masak (Tustiyani et al., 2018).

Keanekaragaman Serangga pada Tiga Genotip Sorgum

Sejumlah serangga berhasil ditemukan dan dikoleksi selama proses penelitian berlangsung di ketiga lahan tempat budidaya sorgum mencakup 8 ordo dan 15 genus. Menurut Rachmasari et al. (2016) keragaman tumbuhan dalam suatu area dapat berpengaruh terhadap keragaman spesies dan keberlimpahan serangga pada daerah tersebut.

Tabel 3. Nilai Indeks Keanekaragaman

Genotip sorgum	Indeks Keanekaragaman	Kriteria
WH Mitting Nggangga	1.67	Sedang
WH Rara Kadita	1.55	Sedang
WH Mitting Tadda	1.52	Sedang

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh indeks keanekaragaman (H') masing-masing sebesar 1,67, 1,55, dan 1,56. Nilai tersebut termasuk dalam kategori keanekaragaman sedang menurut kriteria Shannon-Wiener. Lahan budidaya sorgum mampu mendukung kehidupan serangga. Tingginya variasi tumbuhan di suatu lahan dapat meningkatkan keanekaragaman serangga. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ordo *Diptera* dan *Hemiptera* mendominasi populasi serangga, terutama sebagai hama. Populasi hama meningkat karena tersedianya pakan yang melimpah akibat penanaman tanaman secara luas dan terus menerus, sehingga siklus hidupnya tetap berlangsung tanpa gangguan.

Dominasi Serangga pada Tiga Genotip Sorgum

Pengamatan terhadap indeks dominansi serangga menunjukkan bahwa ketiganya berada dalam kategori sedang, dengan nilai 0,25, 0,29, 0,30. Hal ini berarti, pada masing-masing lahan budidaya, terdapat jenis serangga yang jumlahnya lebih menonjol dibandingkan yang lain, meskipun tidak sepenuhnya mendominasi populasi. Dalam ekosistem pertanian, kondisi ini dikatakan masih cukup seimbang, karena keanekaragaman jenis serangga tetap terjaga meski ada spesies yang lebih banyak jumlahnya.

Tabel 4. Nilai Indeks Dominasi

Genotip	Dominansi	Kriteria
WHMitting Nggangga	0,26	sedang
WH Rara Kadita	0,30	sedang
WH Mitting Tadda	0,30	sedang

Genotip *WH Mitting Nggangga* dan *Rara Kadita* mendapat nilai dominansi yaitu 0,26 dan 0,30 yang mencerminkan sebaran serangga cukup merata tanpa spesies yang mendominasi secara berlebihan. *WH Mitting Tadda* mencatat dominansi tertinggi sebesar 0,30, dengan dominasi utama oleh *Bemisia sp* dan *Musca sp* yang merupakan hama.

Kondisi ini mengindikasikan bahwa genotip tersebut lebih rentan terhadap serangan hama. Secara keseluruhan, dominansi pada tingkat sedang menggambarkan komunitas serangga yang masih stabil, dengan kehadiran serangga hama, predator, dan polinator yang saling berinteraksi, dipengaruhi oleh suhu, kelembapan, serta intensitas cahaya. Ketiga hal ini bisa memengaruhi bagaimana serangga hidup dan berkembang (Tustiyani et al., 2018).

4 Kesimpulan

Serangga yang paling banyak ditemukan pada lahan sorgum tiga genotip lokal Sumba Timur didominasi oleh hama, terutama *Bemisia sp.* dan *Musca sp.* Keanekaragaman serangga berada pada tingkat sedang, dengan nilai berturut turut 1,67, 1,55 dan 1,52 yang menunjukkan keseimbangan ekosistem masih cukup terjaga dengan keberadaan hama, predator, dan penyerbuk. Populasi serangga tertinggi ditemukan pada genotip *WH Mitting Tadda*, diikuti oleh *WH Rara Kadita* dan *WH Mitting Nggangga*, dengan *Hemiptera* dan *Diptera* sebagai ordo paling banyak. Meski terdapat spesies yang dominan, tingkat dominasi tergolong sedang dengan nilai berturut turut 0,26, 0,30 dan 0,30 sehingga perlu strategi pengelolaan ekosistem yang tepat.

Daftar Pustaka

- Aeny, T. N., Wibowo, L., Yasin, N., & Sudarsono, H. (2024). Sosialisasi Penerapan Pht Dan Penanaman Refugia Dalam Budidaya Tanaman Padi Berbasis Konservasi. *Jurnal Pengabdian Fakultas Pertanian Universitas Lampung*, 3(2), 113–123. <https://doi.org/10.23960/jfp.v3i2.9601>
- Agastya, I. M. I., Julianto, R. P. D., & Marwoto, M. (2020). Review: Pengaruh Pemanasan Global Terhadap Intensitas Serangan Kutu Kebul (*Bemisia tabaci* Genn) Dan Cara Pengendaliannya Pada Tanaman Kedelai. *BUANA SAINS*, 20(1), 99–110. <https://doi.org/10.33366/bs.v20i1.1935>
- Ashari, F. N., Addiniyah, N. R., & Hayyin Nurul, H. N. (2019). Diversity of Butterflies (Lepidoptera: Rhopalocera) in Sumber Clangap and Waduk Selorejo, East Java. *Biota*, 12(1), 32–37. <https://doi.org/10.20414/jb.v12i1.161>
- Azhari, R., Nababan, R., & Hakim, L. (2021). Strategi Pengendalian Hama Tanaman Padi Dalam Peningkatan Produksi Pertanian Oleh Dinas Pertanian Kabupaten Karawang. *JAS (Jurnal Agri Sains)*, 5(2), 199. <https://doi.org/10.36355/jas.v5i2.785>
- Darmanto, A. S. M., & Suprihati, S. (2021). Gerakan Pengendalian Hama Dan Penyakit Tanaman Padi Oleh Dinas Pertanian Ketahanan Pangan Dan Perikanan Kabupaten Klaten. *Agrika*, 15(1), 1. <https://doi.org/10.31328/ja.v15i1.2383>
- Endah, S. N., Sarwoko, E. A., Sasongko, P. S., & Sutikno. (2019). Pengembangan Aplikasi Mobile Deteksi Dini Penyakit dan Hama Pada Tanaman Palawija. *Informatika Pertanian*, 28(1), 49–66. <https://doi.org/10.21082/ip.v28n1.2019.p49-66>
- Gulö, S. A., Bakti, D., & Zahara, F. (2014). Keanekaragaman Jenis Serangga Pada Beberapa Varietas Jagung Hibrida dan Jagung Transgenik. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2(4), 1347–1358.
- Harahap, S. M., & Harahap, A. (2023). Analisis Keragaman Fitoplankton di Sungai Barumun Kecamatan Panai Tengah Kabupaten Labuhanbatu. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(1), 64. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v11i1.7015>

- Harman, C. A., Armini, Januardo, B., Ainun, M., Handayani, A., Nadia, Prayoga, M. A., Alivia, B. N., Aini, Q., Nadila, F. A., & Wiriasto, G. W. (2025). Sosialisasi Pengendalian Hama Dan Penyakit Tanaman Cabai Di Desa Kwang Rundun Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Wicara Desa*, 3(1), 143–148. <https://doi.org/10.29303/wicara.v3i1.6763>
- Maksum, T. S., Tomia, A., & Nurfadillah, A. R. (2024). *Entomologi & Pengendalian Vektor Penyakit*. Tahta Media.
- Muammar, Khairat, U., & Mailani, R. (2022). Sistem Pakar Deteksi Hama dan Penyakit Tanaman Padi Menggunakan Metode Certainty Factor. *Buletin Poltanesa*, 23(1), 395–402. <https://doi.org/10.51967/tanesa.v23i1.498>
- Muliani, Y., Srimurni, R. R., & Turmuktini, T. (2025). *Hama pada Tanaman Sayuran: Ilmu Hama*. CV Jejak.
- Mulyawanti, I., Suryana, E. A., Winarti, C. H., & Munarso, S. J. (2023). MODEL PENGEMBANGAN AGROINDUSTRI SORGUM MENDUKUNG DIVERSIFIKASI PANGAN: STUDI KASUS DI KABUPATEN FLORES TIMUR, PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 21(2), 187–198. <https://doi.org/10.21082/akp.v21i2.187-198>
- Nik, N., Rusae, A., & Atin, B. (2017). Identifikasi Hama dan Aplikasi Bioinsektisida pada Belalang Kembara (*Locusta migratoria*, L) sebagai Model Pengendalian Hama Terpadu pada Tanaman Sorgum. *Savana Cendana*, 2(3), 46–47.
- Okosun, O. O., Allen, K. C., Glover, J. P., & Reddy, G. V. P. (2021). Biology, Ecology, and Management of Key Sorghum Insect Pests. *Journal of Integrated Pest Management*, 12(1), 4. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmaa027>
- Pondaag, B. H., Tairas, R. W., & Kandowanko, D. (2022). Serangga-Serangga Yang Berasosiasi Pada Tanaman Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Di Kelurahan Kamasi Kota Tomohon. *Cocos*, 14(2), 1–16.
- Rachmasari, O. D., Prihanta, W., & Susetyarini, R. E. (2017). Ground Insect Diversity In Arboretum Of Sumber Brantas Batu-Malang As Base Of Learning Resource Making: Flipchart. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 2(2), 188–197. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v2i2.3764>
- Rahman, A., Anugrahwati, D. R., & Zubaidi, A. (2022). Uji Daya Hasil Beberapa Genotip Tanaman Sorgum (*Sorghum bicolor*. L Moench) Di Lahan Kering Lombok Utara. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 1(2), 164–171. <https://doi.org/10.29303/jima.v1i2.1448>
- Sari, S. P., Suliansyah, I., Nelly, N., & Hamid, H. (2020). Identifikasi Hama Kutudaun (Hemiptera: Aphididae) Pada Tanaman Jagung Hibrida (*Zea mays* L.) Di Kabupaten Solok Sumatera Barat. *Jurnal Sains Agro*, 5(2). <https://doi.org/10.36355/jsa.v5i2.466>
- Tneup, Y. T., Bay, M. M., & Pakaenoni, G. (2022). Inventarisasi serangga pada lahan pertanian hortikultura di Kelurahan Sasi Kecamatan Kota Kefamenanu. *Jurnal Saintek Lahan Kering*, 5(1), 1–4.
- Tustiyani, I., Maesyaroh, S. S., Dewi, T. K., & Mutakin, J. (2019). Inspection And Diversity On Siam Orange Plants (*Citrus nobilis* L.). *JURNAL PERTANIAN*, 9(2). <https://doi.org/10.30997/jp.v9i2.1487>
- Yahya, M., Herawaty, Misiyem, & Lestary, E. W. (2021). Keefektifan Penggunaan Media Sesungguhnya Dalam Penyuluhan Pengendalian Hama Dan Penyakit Pada Tanaman Jagung Di Kabupaten Langkat Provinsi Sumatera Utara. *Agrica Ekstensia*, 15(2), 101–110. <https://doi.org/10.55127/ae.v15i2.92>

Analisis Kualitas Air Di Perairan Danau Waren, Tual

Cipit Meyza Afdan¹, Henny Fitrinawati², Endang Sri Utami³

^{1,2} Program Studi Teknologi Perikanan, Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Politeknik Perikanan Negeri Tual, Indonesia

³ Program Studi Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan, Universitas Nahdlatul Ulama Lampung, Indonesia

¹email : afdancipit@gmail.com

²email : henny.fitrinawati@polikant.ac.id

³email : sriutammie@gmail.com

Submit : 08-12-2025

Revisi : 25-12-2025

Diterima : 31-12-2025

ABSTRACT

Lake Taman Anggrek (Waren Lake), located in Tual City, Maluku, has significant potential for fisheries and tourism development. Lake water quality, which directly affects ecological functions and ecosystem health, is influenced by human activities originating from both autochthonous and allochthonous sources. This study aimed to assess the water quality of Waren Lake based on physicochemical parameters as a basis for sustainable management and restoration planning. Observations were conducted over six weeks at five sampling stations representing inlet, outlet, and central lake areas. Physical parameters such as temperature, brightness, and current velocity, as well as other chemical parameters, were measured both in situ and ex situ. The results of the analysis showed that the water quality in Lake Waren was quite good, meeting the standards of PP RI No. 22 of 2021 for fishery activities. The range of physical parameters (temperature 30.9 - 31.25 °C; brightness 2 - 4 m; and current velocity 0.01 - 0.23 m/s) and chemical parameters (DO 5.2 - 5.8 mg/L; pH 7.46 - 8.13; nitrite and nitrate each <0.1 mg/L; ammonia <0.15 mg/L; TP <0.01 mg/L) are below the threshold. These conditions suggest that Waren Lake is suitable for sustainable utilization, particularly for fisheries and educational ecotourism, while supporting long-term lake ecosystem

Keywords: DO, N and P, Temperature, Waren Lake, Water Quality

ABSTRAK

Danau Taman Anggrek atau Danau Waren yang terletak di Kota Tual, Maluku, memiliki potensi pengembangan di bidang perikanan dan pariwisata. Kualitas air danau dipengaruhi oleh aktivitas manusia yang bersifat autochthonous maupun allochthonous, sehingga pemantauan kualitas air menjadi penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan mendukung perumusan kebijakan pengelolaan dan restorasi. Penelitian ini bertujuan menganalisis kualitas air Danau Waren berdasarkan parameter fisika dan kimia. Pengamatan dilakukan selama enam minggu pada lima stasiun pengamatan yang ditentukan berdasarkan inlet, outlet, dan bagian tengah danau. Parameter fisika seperti suhu, kecerahan, dan kecepatan arus serta parameter kimia lainnya diukur baik secara in situ maupun ex situ. Hasil analisis menunjukkan bahwa kualitas air di Danau Waren cukup baik, memenuhi standar PP RI No. 22 Tahun 2021 untuk kegiatan perikanan. Rentang nilai parameter fisika (suhu 30,9 - 31,25 °C; kecerahan 2 - 4 m; dan kecepatan arus 0,01 - 0,23 m/s) dan kimia (DO 5,2 - 5,8 mg/L; pH 7,46 - 8,13; nitrit dan nitrat masing-masing <0,1 mg/L; amonia <0,15 mg/L; TP <0,01 mg/L) berada di bawah ambang batas. Kondisi ini memungkinkan untuk dilakukan pengembangan dan pemanfaatan sumber daya perairan untuk kegiatan perikanan dan wisata edukasi, yang bertujuan meningkatkan kesejahteraan masyarakat lokal dan konservasi ekosistem danau yang berkelanjutan.

Kata kunci: Danau Waren, DO, Kualitas air, N dan P, Suhu

1 Pendahuluan

Danau Taman Anggrek merupakan nama asli dari Danau Waren yang terletak di Kota Tual, Maluku. Danau ini adalah danau air tawar yang memiliki potensi sebagai obyek pariwisata yang terletak dekat dengan pusat kota. Kota Tual secara geografis terletak pada 5°- 6,5° LS dan 131° - 133,5° BT dengan luas perairan mencapai ±19.088 Km², yang diantaranya meliputi perairan Danau Waren yang memiliki luas 47,958 m² (Pemerintah Kota Tual, 2023; Utami & Fitrinawati, 2025). Kegiatan pariwisata dan domestik yang terdapat di sekitar perairan danau ini secara tidak langsung akan memberikan pengaruh terhadap kualitas perairannya.

Kualitas air yang terdapat pada badan perairan sangat berpengaruh terhadap fungsi ekologis dan keberlanjutan kesehatan ekosistem. Fungsi ekologis perairan danau diantaranya adalah sebagai habitat beragam biota air, produktivitas biologis, dan sebagai fondasi terjadinya jaring makanan yang kompleks (Utami & Fitrinawati, 2025). Kondisi kualitas air yang buruk seperti DO yang rendah (<3 mg/l) (Abdullah et al., 2025), konsentrasi N dan P yang tinggi, serta pH yang juga rendah akan mengganggu pertumbuhan biota air (ikan) bahkan dapat menyebabkan kematian massal atau *massive fish kill* (Utami et al., 2016). Kekeruhan dan salinitas yang tinggi juga merupakan kondisi kualitas air yang dapat mengganggu metabolisme ikan (Fitrinawati et al., 2024; Utami & Puspaningrum, 2022; Utami & Ivan's, 2022).

Buruknya kualitas air di perairan danau dapat disebabkan karena adanya beban masukan dari bahan pencemar berupa bahan organik ataupun logam berat. Masukan bahan pencemar ini dapat berasal dari luar (*Allochthonous*) dan juga dari dalam badan perairan (*autochthonous*) (Sudaryanti, 2022). Tingginya beban akan meningkatkan produktivitas perairan (eutrofikasi) dan menyebabkan menurunnya kualitas perairan (Said et al., 2024). Kualitas air di suatu perairan semakin memburuk maka, keberlanjutan kesehatan ekosistem akan terganggu dan menurunnya keanekaragaman hayati yang hidup di dalamnya (Utami & Fitrinawati, 2025).

Informasi ilmiah yang komprehensif mengenai kondisi kualitas air Danau Waren masih sangat terbatas, sehingga belum mampu menggambarkan tingkat tekanan lingkungan akibat aktivitas pariwisata dan domestik di sekitarnya. Keterbatasan data tersebut berpotensi menghambat upaya pengelolaan dan perlindungan Danau Waren secara berkelanjutan, mengingat peningkatan beban pencemar dapat terjadi tanpa terdeteksi secara dini.

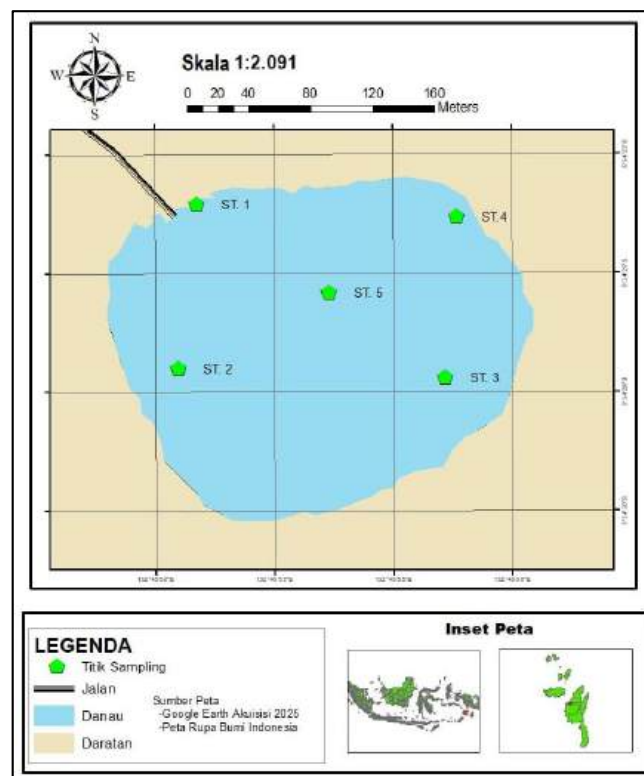
Menjaga kualitas air danau melalui pemantauan dan evaluasi berkala menjadi sangat penting untuk memastikan keseimbangan ekosistem tetap terjaga. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan melalui pengujian parameter kualitas air fisika dan kimia secara spasial sebagai bentuk deteksi dini terhadap potensi gangguan ekosistem danau.

Penelitian ini menjadi salah satu kajian awal yang menyediakan data ilmiah berbasis lokasi untuk Danau Waren, sehingga dapat mengisi kesenjangan informasi terkait kondisi kualitas perairan danau di Kota Tual. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kondisi kualitas air Danau Waren berdasarkan parameter fisika dan kimia secara spasial guna mengetahui tingkat kesesuaian perairan terhadap fungsi ekologisnya dan diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah bagi pemerintah daerah dan pemangku kepentingan dalam merumuskan kebijakan pengendalian pencemaran, pengelolaan lingkungan, serta perencanaan program restorasi Danau Waren secara berkelanjutan.

2 Metode Penelitian

Waktu dan Lokasi Penelitian

Pengamatan tiap parameter studi dilakukan baik secara *in situ* atau *ex situ* selama enam minggu dengan jarak pengamatan dua minggu sekali, pada Bulan Februari-Maret 2025. Sampel diambil pada lima stasiun pengamatan yang berbeda yang didasarkan pada letak *inlet*, *outlet* dan tengah perairan Danau Waren, Tual.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian Danau Waren, Kota Tual

Alat dan Bahan Penelitian

Parameter suhu, DO, kecerahan, salinitas, pH, kecepatan arus, dan kedalaman perairan diukur secara langsung di lokasi (*in situ*). Sedangkan parameter nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$), amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$), dan ortofosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) diukur secara *ex situ* tepatnya di Laboratorium Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Politeknik Perikanan Negeri Tual.

Tabel 1. Alat dan bahan penelitian

Parameter (satuan)	Alat dan Bahan	Keterangan
Suhu (°C)	Termometer raksa	<i>In situ</i>
DO (mg/L)	DO meter (Lutron DO-5510)	<i>In situ</i>
Kecerahan (m)	<i>Secchi disk</i>	<i>In situ</i>
Kecepatan arus (m/s)	<i>Current meter</i>	<i>In situ</i>
Kedalaman (m)	<i>Echosounder</i>	<i>In situ</i>
pH	pH meter	<i>In situ</i>
NO ₃ -N (mg/L)	Tes kit	<i>Ex situ</i>
NO ₂ -N (mg/L)	Tes kit	<i>Ex situ</i>
NH ₃ -N (mg/L)	Tes kit	<i>Ex situ</i>
PO ₄ -P (mg/L)	Tes kit	<i>Ex situ</i>

Analisis Data

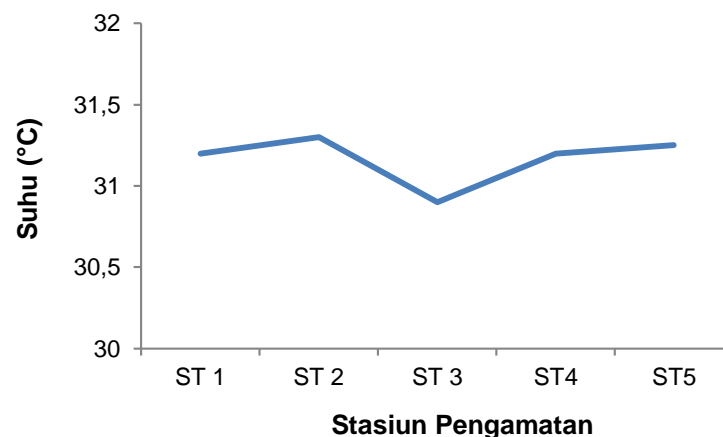
Hasil pengamatan berupa data primer dianalisis menggunakan *software* MS Excel 2010 untuk setiap parameter pengamatan. Analisis hasil pengamatan dilakukan untuk melihat kondisi kualitas perairan secara spasial dan temporal. Setelah hasil analisis diperoleh, data disajikan dalam bentuk tabel dan grafik kemudian dijelaskan secara deskriptif.

3 Hasil dan Pembahasan

Keberhasilan dan keberlanjutan suatu ekosistem perikanan sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor penentu, diantaranya adalah kualitas air. Analisis kualitas air secara fisika meliputi suhu, kecerahan, kecepatan arus, dan kedalaman total. Sedangkan kualitas air secara kimia meliputi DO, pH, nitrat (NO₃-N), nitrit (NO₂-N), amonia (NH₃-N), dan ortofosfat (PO₄-P).

Suhu (Temperatur)

Perairan Danau Waren secara umum memiliki kisaran suhu yang cukup baik (30,9 - 31,25 °C) untuk menunjang bagi kehidupan biota air (ikan) (Gambar 2).



Gambar 2. Sebaran suhu di stasiun pengamatan yang berbeda

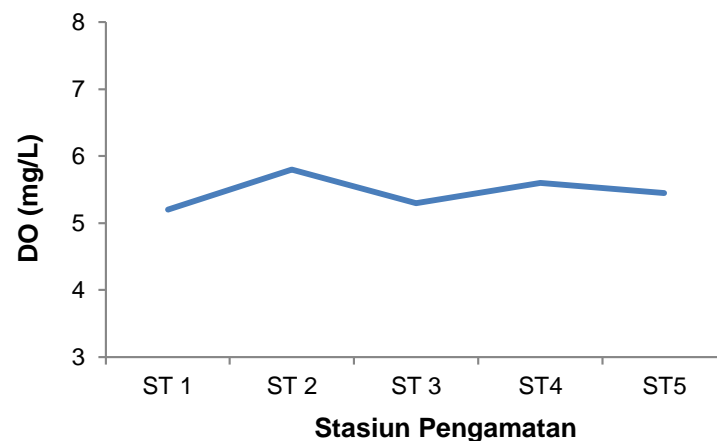
Suhu merupakan faktor abiotik yang penting bagi kehidupan biota air, termasuk ikan. Ikan memiliki performa kerja fisiologis tubuh secara optimal pada suhu perairan maksimal 32 °C (Velasco-Blanco et al., 2019). Pada suhu ini juga menunjukkan bahwa laju

pertumbuhan dan konversi metabolisme ikan memiliki nilai paling baik (Fitrinawati & Utami, 2023). Komponen utama produsen primer (fitoplankton) pada suatu ekosistem perairan sangat dipengaruhi oleh rentang suhu media hidupnya. Perubahan suhu akan berkontribusi akan kemungkinan terjadinya perubahan rantai makanan dan resiliensi ekosistem (Rahmah et al., 2022; Utami & Fitrinawati, 2025).

Fluktuasi suhu perairan yang terlalu ekstrim akan menyebabkan gangguan respirasi sehingga berdampak pada laju konsumsi ikan. Kondisi stress pada ikan juga akan terjadi jika suhu perairan berada di luar kisaran optimal bagi kehidupan biota air. Kondisi ini akan diikuti dengan menurunnya metabolisme dan pertumbuhan ikan, bahkan hingga sistem reproduksinya (Muarif, 2016). Meningkatnya suhu perairan diatas ambang batas memberikan pengaruh pada kualitas habitat sehingga akan mengancam keberlangsungan keseimbangan dan kesehatan ekosistem (Manurung et al., 2022; Hisyam & Sumardi, 2024).

Oksigen Terlarut (DO)

Dissolved Oxygen (DO) atau oksigen terlarut dalam suatu ekosistem perairan menggambarkan jumlah oksigen yang terlarut di dalam badan air pada ekosistem tersebut. Parameter oksigen terlarut merupakan komponen penting dalam ekosistem perairan karena terkait aktivitas respirasi berbagai biota akuatik seperti ikan, avertebrata, dan mikroba untuk proses metabolisme tubuh (Motunrayo, 2024).



Gambar 3. Sebaran DO di stasiun pengamatan yang berbeda

Sebaran DO secara spasial di kelima stasiun pengamatan menunjukkan nilai yang relatif sama, yaitu berkisar antara 5,2 – 5,8 mg/L (Gambar 3). Rentang nilai ini masih masuk di dalam kisaran batas minimal DO untuk kegiatan perikanan di ekosistem perairan danau, yaitu 3 - 4 mg/L (Peraturan Pemerintah RI, 2021). DO tertinggi terdapat di stasiun 2 (5,8 mg/L) dan terendah di stasiun 1 (5,2 mg/L). Tinggi rendahnya DO di suatu badan air dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu diantaranya adalah suhu, masukan bahan organik dan aktivitas fitoplankton (fotosintesis) (Jankowski et al., 2021).

Suhu perairan dapat dipengaruhi dengan suplai energi cahaya matahari yang masuk ke badan air, dimana semakin besar paparan cahaya matahari akan menghasilkan suhu yang lebih tinggi dari daerah yang lebih sedikit terpapar cahaya matahari. Secara umum sebaran suhu dan DO di perairan Waduk Waren memiliki profil yang relatif sama (Gambar 2 dan 3). Hasil penelitian Utami et al. (2016), menunjukkan profil sebaran spasial suhu yang cenderung sama terhadap sebaran DO.

Aktivitas fotosintesis oleh fitoplankton dan alga yang bergantung pada intensitas cahaya akan menjadi sumber ketersediaan DO di badan air. Semakin rendah paparan cahaya matahari dapat menurunkan aktivitas fotosintesis yang berakibat pada rendahnya suplai DO bagi metabolisme biota air. Ketersediaan DO dalam badan air juga akan berkurang dengan meningkatnya dekomposisi aerobik dari tingginya masukan bahan organik yang berasal dari aktivitas antropogenik (Utami & Fitrinawati, 2025; Utami & Puspaningrum, 2022). Berdasarkan hal ini, maka DO menjadi salah satu indikator kesehatan dalam suatu ekosistem perairan. Jika peningkatan dekomposisi bahan organik terus berlangsung, maka akan menyebabkan terjadinya hipoksia ($DO < 3 \text{ mg/L}$) (Abdullah et al., 2025) yang kemudian akan diikuti dengan terjadinya kematian ikan secara massal (*massive fish kill*) (Utami et al., 2016).

Kecerahan, Kedalaman Total, dan Kecepatan Arus

Tingginya beban masukan bahan organik yang masuk ke dalam badan air akan diikuti dengan peningkatan eutrofikasi dan menyebabkan terjadinya *blooming algae* sehingga akan menurunkan tingkat kecerahan perairan (Kurniadie et al., 2023). Kecerahan perairan merupakan refleksi dari ukuran kedalaman cahaya yang dapat menembus dan dipantulkan oleh badan air untuk menentukan kedalaman optimal fotosintesis biota air (Williamson et al., 2015). Sifat optik air dan banyaknya bahan terlarut (*dissolved organic matter*) akan berpengaruh pada atenuasi cahaya matahari di permukaan perairan (Pilla et al., 2018).

Tabel 2. Kecerahan, kedalaman total, dan kecepatan arus

Parameter (satuan)	Kecerahan (m)	Kedalaman (m)	Kecepatan arus (m/s)
Stasiun 1	2.2	2.7	0.01
Stasiun 2	2.1	2.6	0.02
Stasiun 3	2.1	2.6	0.02
Stasiun 4	2	2.6	0.23
Stasiun 5	4	5	0.01
*Baku Mutu	2,5	-	-

* Baku mutu air danau dan sejenisnya (PP RI Nomor 22 Tahun 2021)

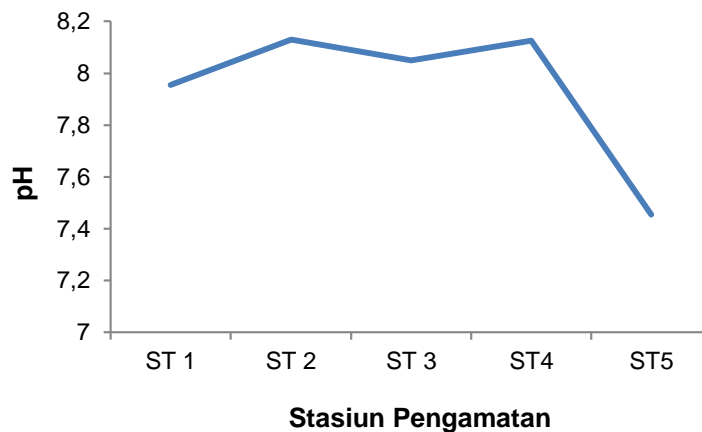
Secara umum perairan Danau Waren merupakan perairan dangkal, sehingga memiliki nilai kecerahan perairan 100%. Kecerahan perairan Danau Waren memiliki rentang nilai berkisar antara 2 – 4 m (Tabel 2). Rentang nilai kecerahan untuk stasiun 1, 2, 3, dan 4 sedikit berada pada kisaran yang sedikit lebih rendah dari ambang batas kecerahan perairan danau untuk kegiatan perikanan (2,5 m) (Peraturan Pemerintah RI,

2021). Perairan yang memiliki kedalaman rendah akan memiliki tingkat kecerahan yang juga cenderung rendah (Lano et al., 2019). Kedalaman badan air secara tidak langsung akan mempengaruhi tingkat kecerahan perairan dikarenakan adanya interaksi faktor optik terkait sebaran intensitas cahaya yang masuk ke kolom perairan. Selain faktor optik badan perairan dan tingginya nilai DOM (*Dissolved Organic Matter*), kecerahan sangat dipengaruhi oleh kedalaman total karena adanya batasan fisik bagi penetrasi cahaya dan zona fotik (Swanner et al., 2023).

Danau Waren memiliki kecepatan arus yang cenderung lemah, yaitu berkisar antara 0,01 – 0,23 m/s (Tabel 2). Kecepatan arus terendah terdapat di stasiun 1 dan 5 serta tertinggi terdapat di stasiun 4. Rendahnya kecepatan arus di stasiun 5 dikarenakan daerah ini merupakan zona tengah danau dengan kedalaman dan kecerahan tertinggi (Gambar 5). Sedangkan kecepatan arus tertinggi yang terdapat di stasiun 4 menjelaskan bahwa di titik ini merupakan daerah inlet. Perairan dengan kecepatan arus yang sangat lemah ($\leq 0,05$ m/s) akan membentuk stratifikasi vertikal yang membatasi terjadinya pencampuran, sehingga akan menyebabkan akumulasi nutrisi (unsur hara) di lapisan tertentu pada badan air. Kondisi ini akan diikuti dengan adanya perubahan sebaran suhu dan oksigen terlarut (Lano et al., 2019). Kecepatan arus yang merupakan laju pergerakan air dipengaruhi oleh gradien tekanan, turbulensi dan faktor lainnya, akan turut mempengaruhi terbentuknya lapisan hipoksia di kolom perairan danau (Ochwada-Doyle et al., 2021). Akses makanan dan perilaku serta pola migrasi ikan juga dipengaruhi oleh arus air, karena terkait dengan dinamika biomassa fitoplankton (Dubany et al., 2024).

Derajat Keasaman (pH)

Suatu ekosistem perairan memiliki nilai pH yang bervariasi bergantung dari aktivitas biogeokimia yang meliputi proses fotosintesis, respirasi, dan dekomposisi bahan organik (Couturier et al., 2022). Peningkatan kandungan CO₂ di kolom perairan akan menurunkan pH perairan sebagai akibat dari tingginya aktivitas dekomposisi bahan organik (Meyer-Jacob et al., 2019). Perairan Danau Waren memiliki nilai pH yang sesuai dengan baku mutu untuk kegiatan perikanan, yaitu berada pada rentang nilai yang berkisar antara 7,46 – 8,13 (Gambar 4) (Peraturan Pemerintah RI, 2021).



Gambar 4. Sebaran pH di stasiun pengamatan yang berbeda

Parameter pH berperan penting dalam mengendalikan produktivitas dan struktur komunitas biologis di ekosistem danau. Kondisi pH yang lebih tinggi diketahui mendukung pertumbuhan biomassa fitoplankton tertentu. pH berkisar antara 6,35 hingga 10,14 menunjukkan bahwa nilai pH ini berperan penting dalam pengaturan komunitas bakterioplankton (Kozak et al., 2020; Hanashiro et al., 2019). Peningkatan pH pada kisaran optimal 7,0–8,0 juga dilaporkan meningkatkan biomassa fitoplankton melalui efisiensi penyerapan nutrisi yang lebih baik (Mohamed, 2024). Selain itu, pH menjadi faktor penentu keanekaragaman dan struktur komunitas bakterioplankton, di mana perubahan nilai pH dapat mempengaruhi distribusi spesies dan stabilitas ekosistem perairan danau (Yu et al., 2019).

N-NO₂, N-NO₃, N-NH₃

Unsur hara Nitrogen di ekosistem perairan memiliki peranan penting dalam perubahan kualitas air dan komunitas biologis melalui interaksi yang kompleks (Camargo & Alonso, 2006). Perairan Danau Waren memiliki kandungan nitrit, nitrat, dan amonia yang berada di bawah ambang batas untuk kegiatan perikanan (Tabel 3) (Peraturan Pemerintah RI, 2021).

Tabel 3. Kandungan unsur hara N (nitrit, nitrat, dan amonia)

Parameter (satuan)	Nitrit (N-NO ₂) (mg/L)	Nitrat (N-NO ₃) (mg/L)	Amonia (N-NH ₃) (mg/L)
Stasiun 1	< 0.1	< 0.1	< 0.15
Stasiun 2	< 0.1	< 0.1	< 0.15
Stasiun 3	< 0.1	< 0.1	< 0.15
Stasiun 4	< 0.1	< 0.1	< 0.15
Stasiun 5	< 0.1	< 0.1	< 0.15
*Baku Mutu	0,06	20	0,5

* Baku mutu air sungai dan sejenisnya (PP RI Nomor 22 Tahun 2021)

Kandungan nitrat dan nitrit memiliki nilai yang bervariasi tergantung dari tingkat kesuburan perairan dan kandungan fosfor yang terdapat di badan air. Terjadinya pencemaran nitrogen anorganik akan menyebabkan asidifikasi dan eutrofikasi di ekosistem perairan, dengan meningkatnya kandungan amonia bebas yang merupakan bentuk dari

senyawa Nitrogen yang paling bersifat toksik (Utami & Ivan's, 2022). Cemaran unsur N dalam bentuk urea ($\text{NH}_3\text{-N}$), nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), dan amonium (NH_4OH) yang diikuti dengan peningkatan unsur P akan menyebabkan meningkatnya kelimpahan spesies alga tertentu yang bersifat toksik bagi perairan danau (Ren et al., 2021).

Total Fosfat (TP)

Fosfat adalah unsur hara yang memiliki peranan sebagai faktor pembatas di ekosistem perairan danau. Perubahan kandungan fosfat di badan air terjadi sangat kompleks dan dipengaruhi oleh banyak faktor yang diantaranya adalah komponen kimia sedimen dan fisika-kimia air (Singh et al., 2020).

Tabel 4. Kandungan unsur hara total fosfat

Parameter (satuan)	Total Fosfat (mg/L)
Stasiun 1	< 0.03
Stasiun 2	< 0.03
Stasiun 3	< 0.03
Stasiun 4	< 0.01
Stasiun 5	< 0.01
*Baku Mutu	0,1

* Baku mutu air danau dan sejenisnya (PP RI Nomor 22 Tahun 2021)

Perairan Waduk Waren memiliki kandungan TP yang berada dibawah ambang batas yaitu kurang dari 0,1 mg/L (Tabel 4) (Peraturan Pemerintah RI, 2021). Rendahnya kandungan TP pada perairan ini menunjukkan bahwa perairan masih dalam kondisi baik, sehingga memungkinkan untuk dapat dilakukan pemanfaatan dan pengembangan kegiatan di sektor perikanan ataupun pariwisata. Kandungan TP yang rendah menggambarkan kualitas air yang baik, tidak terjadinya deplesi oksigen, dan terbentuknya kelimpahan keanekaragaman biota air.

Fosfor adalah mineral hara yang merupakan komponen penting dalam pembentukan kehidupan organisme air. Ortofosfat adalah satu-satunya bentuk senyawa mineral fosfor yang dapat langsung diikat oleh organisme autotrof. Tingginya masukan bahan organik yang mengandung fosfor akan membentuk perairan menjadi eutrofik sehingga meningkatkan produksi alga dan *cyanobakteria* dan menyebabkan terjadinya kompetisi dalam respirasi. Kondisi ini kemudian akan diikuti dengan penurunan DO hingga dibawah 3 mg/L yang disebut hipoksia (Abdullah et al., 2025; Utami et al., 2016).

4 Kesimpulan

Secara fisika dan kimia air maka perairan Danau Waren memiliki kondisi kualitas air yang cukup baik berdasarkan PP RI No. 22 Tahun 2021 untuk kegiatan perikanan di ekosistem sungai, danau dan sejenisnya. Parameter fisika meliputi suhu, kecerahan, dan kecepatan arus berada di bawah ambang batas, yaitu masing-masing memiliki rentang nilai 30,9 - 31,25 °C; 2 – 4 m; dan 0,01 – 0,23 m/s. Sedangkan untuk parameter kimia juga relatif

berada dibawah ambang batas, yaitu meliputi DO, pH, nitrit, nitrat, amonia, dan total fosfat dengan masing-masing memiliki rentang nilai 5,2 – 5,8 mg/L; 7,46 – 8,13; <0,1 mg/L; <0,1 mg/L; <0,15 mg/L; dan <0,01 mg/L. Kualitas air di Danau Waren cukup baik untuk dimanfaatkan pada kegiatan perikanan dan dikembangkan wisata edukasi perikanan. Program kegiatan ini merupakan konsep yang menggabungkan aktivitas rekreasi dan pembelajaran terkait kegiatan budidaya dan konservasi sumber daya perairan. Kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat lokal dan konservasi ekosistem danau yang berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Abdullah, N., Negara, S. P. P. S., Sumiarsih, Fadilah, S., Juharni, Rahmi, K. A., Hamka, M. S., Gazali, M., Kartini, N., & Sulistiowati. (2025). *Biologi Perikanan*. PT. Kamiya Jaya Aquatic.
- Couturier, M., Prairie, Y. T., Paterson, A. M., Emilson, E. J. S., & Del Giorgio, P. A. (2022). Long-Term Trends in pCO₂ in Lake Surface Water Following Rebrowning. *Geophysical Research Letters*, 49(11), e2022GL097973. <https://doi.org/10.1029/2022GL097973>
- Dubany, U., Sailaja, A., & Savitha, B. (2024). Inland Fisheries in Telangana, India: Current Status and Perspectives. *Journal of Scientific Research and Reports*, 30(12), 235–241. <https://doi.org/10.9734/jsrr/2024/v30i122668>
- Fitriawati, H., Syahailatua, D. Y., & Utami, E. S. (2024). Growth Performance of Clown Anemonefish (*Amphiprion ocellaris*) in Maluku at Optimum Salinity. *Omni-Akuatika*, 20(1), 1. <https://doi.org/10.20884/1.oa.2024.20.1.1098>
- Fitriawati, H., & Utami, E. S. (2023). Performa Pertumbuhan Kakap Putih (*Lates Calcarifer*) dalam Karamba Jaring Apung, Tual, Maluku. *JURNAL SAINS dan INOVASI PERIKANAN*, 7(2), 158–165. <https://doi.org/10.33772/jsipi.v7i2.430>
- Hanashiro, F. T. T., Mukherjee, S., Souffreau, C., Engelen, J., Brans, K. I., Busschaert, P., & De Meester, L. (2019). Freshwater Bacterioplankton Metacommunity Structure Along Urbanization Gradients in Belgium. *Frontiers in Microbiology*, 10, 743. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00743>
- Hisyam, M., & Sumardi, S. R. (2024). Perbandingan Sebaran Temporal Kualitas Air Laut Teluk Youtefa. *ACROPORA: Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan Papua*, 7(2), 48–54. <https://doi.org/10.31957/acr.v7i2.4156>
- Jankowski, K. J., Mejia, F. H., Blaszczyk, J. R., & Holtgrieve, G. W. (2021). Aquatic ecosystem metabolism as a tool in environmental management. *WIREs Water*, 8(4), e1521. <https://doi.org/10.1002/wat2.1521>
- Kozak, A., Budzyńska, A., Dondajewska-Pielka, R., Kowalczywska-Madura, K., & Gołdyn, R. (2020). Functional Groups of Phytoplankton and Their Relationship with Environmental Factors in the Restored Uzarzewskie Lake. *Water*, 12(2), 313. <https://doi.org/10.3390/w12020313>
- Kurniadie, D., Rezki, N. N., Widayat, D., Widiawan, A., Duy, L., & Prabowo, D. P. (2023). Control of Aquatic Weed *Eichhornia crassipes* Using Florypyrauxifen-benzyl Herbicide—Case Study in Canguang Lake (Indonesia). *Water*, 15(10), 1859. <https://doi.org/10.3390/w15101859>
- Lano, I. H. G. M., Ngangi, E. L. A., & Lasut, M. T. (2019). Environmental condition to fish culture using floating cage in Manalu Cluster, Sangihe Islands Regency. *AQUATIC*

SCIENCE & MANAGEMENT, 6(2), 53.
<https://doi.org/10.35800/jasm.6.2.2018.24839>

- Manurung, N. D., Kondoy, K., Rondonuwu, A. B., Wantasen, A., Mantiri, R. O. S. E., & Manengkey, H. (2022). Structure of the Seagrass Community in Meras Beach, Bunaken District, Manado City, North Sulawesi. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 10(1), 98. <https://doi.org/10.35800/jip.v10i1.37826>
- Meyer-Jacob, C., Michelutti, N., Paterson, A. M., Cumming, B. F., Keller, W., & Smol, J. P. (2019). The browning and re-browning of lakes: Divergent lake-water organic carbon trends linked to acid deposition and climate change. *Scientific Reports*, 9(1), 16676. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52912-0>
- Mohamed, K. N. (2024). Effects of pH Changes on Phytoplankton Biomass. *ASM Science Journal*, 19, 1–11. <https://doi.org/10.32802/asmscj.2023.1068>
- Motunrayo, A. M. (2024). Effects of Environmental Variables on Some Aquatic Biota of Jabi Lake, Federal Capital Territory, Abuja. *International Journal of Life Science and Agriculture Research*, 03(03). <https://doi.org/10.55677/ijlsar/V03I3Y2024-08>
- Muarif. (2016). Karakteristik Suhu Perairan Di Kolam Budidaya Perikanan. *JURNAL MINA SAINS*, 2(2), 96–101. <https://doi.org/10.30997/jms.v2i2.444>
- Ochwada-Doyle, F., Stark, K., Hughes, J., Murphy, J., Lowry, M., & West, L. (2021). Temporal and regional variation in catch across an extensive coastal recreational fishery: Exploring the utility of survey methods to guide and assess spatio-temporal management initiatives. *PLOS ONE*, 16(7), e0254388. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254388>
- Pemerintah Kota Tual. (2023). *Rencana Pembangunan Daerah Kota Tual Tahun 2024-2026*. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/260997/perwali-kota-tual-no-14-tahun-2023>
- Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (2021). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/161852/pp-no-22-tahun-2021>
- Pilla, R. M., Williamson, C. E., Zhang, J., Smyth, R. L., Lenters, J. D., Brentrup, J. A., Knoll, L. B., & Fisher, T. J. (2018). Browning-Related Decreases in Water Transparency Lead to Long-Term Increases in Surface Water Temperature and Thermal Stratification in Two Small Lakes. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 123(5), 1651–1665. <https://doi.org/10.1029/2017JG004321>
- Rahmah, N., Zulfikar, A., & Apriadi, T. (2022). Kelimpahan Fitoplankton dan Kaitannya dengan Beberapa Parameter Lingkungan Perairan di Estuari Sei Carang Kota Tanjungpinang. *Journal of Marine Research*, 11(2), 189–200. <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i2.32945>
- Ren, L., Liu, Y., Lauridsen, T. L., Søndergaard, M., Han, B., Wang, J., Jeppesen, E., Zhou, J., & Wu, Q. L. (2021). Warming exacerbates the impact of nutrient enrichment on microbial functional potentials important to the nutrient cycling in shallow lake mesocosms. *Limnology and Oceanography*, 66(6), 2481–2495. <https://doi.org/10.1002/lno.11766>
- Said, M. D. F. A., Kasim, M., & Salwiyah, S. (2024). Study Of Phytoplankton As Bioindicators Of Organic Matter Pollution Levels In The Estuary Of Kendari Bay Waters. *Jurnal Ilmu Kelautan SPERMONDE*, 10–17. <https://doi.org/10.20956/jiks.v10i1.27330>
- Singh, P., Haritash, A. K., & Joshi, H. (2020, Maret 23). *Phosphate dynamics in a sub-tropical lake ecosystem*. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-12727>

- Sudaryanti, S. (2022). *Makroinventrebrata Bentik untuk Bioassessment Kesehatan Daerah Aliran Sungai (DAS)*. UB Media.
- Swanner, E. D., Harding, C., Akam, S. A., Lascu, I., Ledesma, G., Poudel, P., Sun, H., Duncanson, S., Bandy, K., Branham, A., Bryant-Tapper, L., Conwell, T., Jamison, O., & Netz, L. (2024). Thermal stratification and meromixis in four dilute temperate zone lakes. *Biogeosciences*, 21(6), 1549–1562. <https://doi.org/10.5194/bg-21-1549-2024>
- Utami, E. S., & Fitrinawati, H. (2025). Status Kesuburan Berdasarkan Fitoplankton Di Perairan Danau Waren, Tual. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 13(1), 13–28. <https://doi.org/10.36084/jpt.v13i1.602>
- Utami, E. S., Hariyadi, S., & Effendi, H. (2016). *Vertical Distribution Of Temperature And Dissolved Oxygen Related To Floating Cage Activitiy In Cirata Reservoir, West Java* [Institut Pertanian Bogor]. <http://repository.ipb.ac.id:8080/handle/123456789/82810>
- Utami, E. S., & Ivan's, E. (2022). Analisis unsur hara N dan P serta tingkat kemiripan antar Lokasi KJA dan Non KJA di Perairan Waduk Cirata, Jawa Barat. *Open Science and Technology*, 2(1), 33–40. <https://doi.org/10.33292/ost.v2i1.49>
- Utami, E. S., & Puspitaningrum, C. (2022). Karakteristik Distribusi Cod Terkait Aktivitas Kja Di Perairan Waduk Cirata, Jawa Barat. *Buletin Jalanidhitah Sarva Jivitam*, 4(2), 121. <https://doi.org/10.15578/bjsj.v4i2.11510>
- Yu, S., He, R., Song, A., Huang, Y., Jin, Z., Liang, Y., Li, Q., Wang, X., Müller, W. E. G., & Cao, J. (2019). Spatial and temporal dynamics of bacterioplankton community composition in a subtropical dammed karst river of southwestern China. *MicrobiologyOpen*, 8(9), e00849. <https://doi.org/10.1002/mbo3.849>

Optimalisasi Desain dan Komunikasi Pemasaran melalui *Platform* E-Commerce Produk Bawang Merah Varietas Rubaru sebagai Komoditi Unggulan Pertanian Sumenep

Anis Kurli¹, Imam Hidayat², Deny Feri Suharyanto³, Andika Priyas Prayoga⁴,
Alan Nuril Mubin⁵, Deny Fardiansyah Putra⁶

^{1,2,3,4,5} Universitas Wiraraja, Jl. Raya Sumenep - Pamekasan Km 5.Patean,
Sumenep, 69451, Indonesia

⁶ Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Kampus PSDKU, Jalan Imam Bonjol KM 5,7
Batuan, Sumenep, 69412 Indonesia

¹Email : aniskurli@wiraraja.ac.id

²Email : imamhidayat@wiraraja.ac.id

³Email : dhenz@wiraraja.ac.id

⁴Email : andikapriyas@gmail.com,

⁵Email : alannurilm014@gmail.com

⁶Email : deny@pens.ac.id

Submit : 19-11-2025

Revisi : 25-12-2025

Diterima : 31-12-2025

ABSTRACT

The lack of a unique design concept and effective marketing communication has made it difficult for processed agricultural products, specifically Rubaru variety shallots, to compete with other products. Local producers and entrepreneurs have yet to fully leverage packaging design as a branding tool through e-commerce platforms and social media. This study aims to optimize product design and marketing communication through a digital approach to enhance competitiveness and market reach. The research uses a qualitative exploratory method and applies a design thinking approach involving the stages of empathy, problem definition, ideation, prototyping, and testing. The findings indicate that the implementation of attractive packaging design, supported by Storytelling-based marketing narratives and strategic optimization of e-commerce platforms, can significantly improve the visibility and consumer interest in Rubaru variety shallot products. The study concludes that the integration of visual communication design and digital marketing on e-commerce platforms is a key strategy in elevating the potential of processed agricultural commodities. This approach helps build a strong brand image, creates appealing and informative packaging, and fosters consumer trust in Rubaru variety shallot products in the modern market.

Keywords: Digital Marketing, E-Commerce, Regional flagship product, Rubaru red onion, Visual communication design.

ABSTRAK

Kurangnya konsep desain yang unik dan komunikasi pemasaran efektif menyebabkan produk olahan komoditi unggulan pertanian bawang merah varietas Rubaru sulit bersaing dengan produk lainnya. Produsen dan pelaku usaha lokal belum mampu memaksimalkan desain kemasan produk, sebagai identitas/branding melalui *platform* e-commerce dan *platform* media sosial. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan desain dan komunikasi pemasaran produk melalui pendekatan digital untuk meningkatkan daya saing dan jangkauan pasar. Metode dalam penelitian ini menggunakan metode kualitatif eksploratif dan pendekatan *design thinking* yang melibatkan tahapan empati, definisi masalah, ideasi, prototipe dan pengujian. Hasil penelitian menunjukkan penerapan desain kemasan menarik didukung narasi pemasaran berbasis *Storytelling*, serta optimalisasi *platform* e-commerce secara strategis mampu meningkatkan visibilitas dan minat beli pelanggan terhadap produk olahan bawang merah varietas Rubaru. Kesimpulan dari penelitian ini integrasi desain komunikasi visual dan pemasaran berbasis digital pada *platform* e-commerce merupakan kunci utama dalam mengangkat potensi

produk olahan komoditi unggulan pertanian untuk bersaing di pasar modern, sehingga membentuk citra baik, kemasan menarik dan informatif dalam meningkatkan dan menumbuhkan rasa kepercayaan pelanggan pada produk olahan bawang merah varietas Rubaru.

Kata kunci: Bawang merah Rubaru, Desain komunikasi visual, E-commerce, Pemasaran digital, Produk unggulan daerah

1 Pendahuluan

Kabupaten Sumenep merupakan salah satu wilayah di ujung timur Pulau Madura yang memiliki potensi komoditi unggulan pertanian yang strategis, salah satunya bawang merah varietas Rubaru. Varietas ini dikenal memiliki kualitas tinggi, aroma khas, daya simpan lebih lama, serta adaptif terhadap iklim tropis kering dan tahan terhadap penyakit, sehingga berpotensi dikembangkan untuk pasar regional hingga nasional (Kurli et al., 2024a). Namun demikian, potensi agronomis dan ekonomis tersebut belum sepenuhnya terkonversi menjadi nilai tambah yang optimal bagi petani dan pelaku usaha lokal.

Kondisi di lapangan menunjukkan bahwa sebagian besar produk bawang merah Rubaru masih dipasarkan dalam bentuk curah tanpa identitas merek yang kuat. Pola pemasaran yang bergantung pada tengkulak dan pasar tradisional menyebabkan rantai pasok menjadi panjang, harga tidak stabil, serta keterbatasan akses langsung produsen ke konsumen akhir (Kurli et al, 2024b). Situasi ini berdampak pada rendahnya daya saing produk di tengah meningkatnya persaingan pasar dan perubahan perilaku konsumen yang semakin mengarah pada transaksi digital.

Perkembangan teknologi informasi dan pesatnya penggunaan *platform* e-commerce membuka peluang baru bagi pemasaran produk pertanian secara lebih efisien dan luas (Ramadhi et al., 2023). Melalui e-commerce, produsen tidak hanya memperoleh akses pasar yang lebih luas, tetapi juga memiliki kesempatan untuk membangun identitas merek dan komunikasi langsung dengan konsumen. Namun, pemanfaatan peluang tersebut masih menghadapi kendala, terutama pada aspek desain kemasan, branding, dan strategi komunikasi pemasaran digital yang belum terintegrasi secara optimal.

Desain kemasan merupakan elemen penting dalam pemasaran modern karena berfungsi sebagai media komunikasi visual yang membentuk persepsi awal konsumen terhadap produk. Kemasan yang kurang menarik dan tidak informatif dapat menghambat penyampaian nilai dan keunggulan produk, meskipun kualitas produk sebenarnya tinggi (Wijayasari & Mahfudz, 2018). Branding yang efektif tidak hanya mencakup elemen visual seperti logo, warna, dan tipografi, tetapi juga melibatkan pengalaman, narasi, serta keterhubungan emosional antara produk dan konsumen (Saleh & Said, 2019; Sukarman et al., 2021).

Dalam konteks pemasaran digital, integrasi desain kemasan dengan strategi komunikasi berbasis *Storytelling* menjadi semakin relevan. *Storytelling* memungkinkan

produk pertanian lokal tidak hanya dipersepsikan sebagai komoditas fungsional, tetapi juga sebagai produk bernilai budaya dan sosial yang memiliki cerita, identitas, dan keunikan lokal. Pendekatan ini dinilai efektif dalam membangun kepercayaan konsumen dan diferensiasi produk di pasar digital yang kompetitif (Kumala, 2022).

Sejumlah penelitian sebelumnya telah membahas peran desain kemasan dan pemasaran digital pada produk UMKM dan pangan olahan. Namun, kajian yang mengintegrasikan pendekatan *design thinking* dengan desain komunikasi visual dan strategi pemasaran digital berbasis e-commerce pada komoditi unggulan pertanian spesifik, khususnya bawang merah varietas Rubaru, masih terbatas. Kesenjangan inilah yang menjadi dasar penting dilakukannya penelitian ini.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan mengoptimalkan desain kemasan serta komunikasi pemasaran produk bawang merah varietas Rubaru melalui pemanfaatan *platform* e-commerce dengan pendekatan *design thinking*. Penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan kontribusi praktis bagi petani dan pelaku usaha lokal dalam meningkatkan daya saing produk, tetapi juga memperkaya kajian akademik terkait integrasi desain komunikasi visual dan pemasaran digital dalam pengembangan komoditi unggulan pertanian di era transformasi digital.

2 Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif eksploratif dengan metode *design thinking* (Mardhatillah, 2022), untuk mengkaji dan mengoptimalkan desain kemasan serta komunikasi pemasaran produk olahan bawang merah varietas Rubaru melalui *platform* e-commerce. Pendekatan kualitatif eksploratif dipilih karena penelitian ini bertujuan menggali secara mendalam fenomena sosial dan praktik pemasaran digital yang belum banyak dikaji secara spesifik pada komoditi unggulan pertanian lokal.

Penelitian dilaksanakan di Kabupaten Sumenep, sebagai sentra utama produksi bawang merah varietas Rubaru. Subjek penelitian meliputi petani bawang merah, pelaku usaha pengolahan bawang merah, serta konsumen produk olahan bawang merah yang terlibat langsung dalam aktivitas produksi, pemasaran, dan konsumsi produk.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa teknik, yaitu: Observasi partisipatif, untuk mengamati secara langsung praktik pengemasan, pemasaran, dan penggunaan *platform* digital oleh petani dan pelaku usaha. Wawancara mendalam (in-depth interview) dengan informan terpilih untuk menggali persepsi, kendala, kebutuhan, dan harapan terkait desain kemasan dan komunikasi pemasaran digital. Studi dokumentasi, meliputi analisis konten visual produk, foto kemasan, akun e-commerce, dan media sosial yang digunakan dalam pemasaran produk bawang merah Rubaru.

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan model interaktif Miles dan Huberman, yang meliputi tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan/verifikasi. Untuk meningkatkan validitas data, penelitian ini menerapkan triangulasi sumber dan teknik, dengan membandingkan hasil wawancara, observasi, dan dokumentasi. Pendekatan *design thinking* digunakan sebagai kerangka utama dalam perancangan solusi desain dan strategi pemasaran, dengan tahapan sebagai berikut:

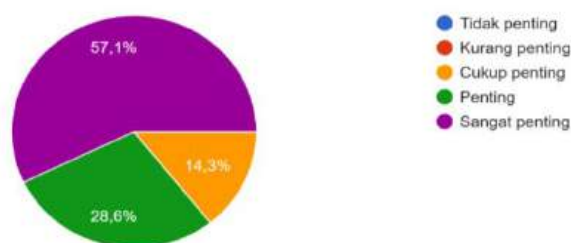
- 1 Empathize, memahami kebutuhan, kendala, dan persepsi petani, pelaku usaha, dan konsumen terhadap produk dan pemasaran digital.
- 2 Define, merumuskan permasalahan utama berdasarkan temuan lapangan, terutama terkait lemahnya identitas merek, desain kemasan, dan komunikasi pemasaran digital.
- 3 Ideate, menghasilkan alternatif konsep desain kemasan dan strategi komunikasi pemasaran berbasis *Storytelling*.
- 4 Prototype, mengembangkan desain kemasan dan konten pemasaran digital sebagai model awal.
- 5 Test, menguji prototipe melalui evaluasi respon informan terhadap aspek visual, informasi produk, dan minat beli.

3 Hasil dan Pembahasan

Kemasan

Berdasarkan hasil wawancara dengan petani 75% produk bawang merah Rubaru masih dijual dalam bentuk curah tanpa identitas merek produk, sehingga sulit bersaing pada pasar modern. Permasalahan lainnya adalah rendahnya kemampuan petani dalam mengaplikasikan media digital untuk memafaatkan peluang pada *platform e-commerce* dan *platform* media sosial. Hasil wawancara terhadap informan menunjukkan bahwa 57,1% menganggap desain kemasan sangat penting, 28,6% desain kemasan penting, dan cukup penting mencapai 14,3% (Gambar 1). Lebih lanjut sebanyak 85,7% konsumen tertarik pada kemasan suatu produk karena didasari atas informasi lengkap dan jelas (Gambar 2).

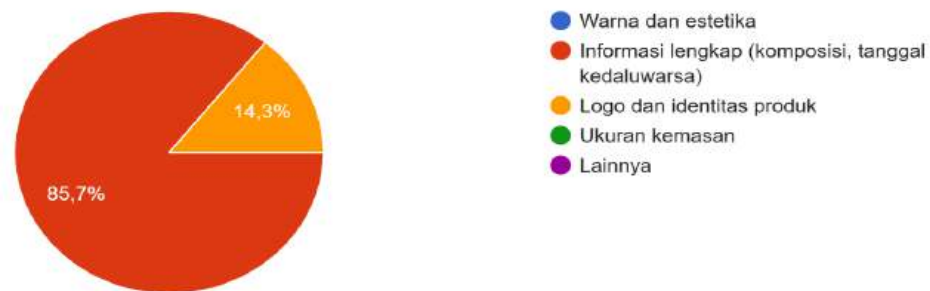
Seberapa penting desain kemasan bagi Anda saat membeli produk olahan makanan?
7 jawaban



Gambar 1. Diagram hasil olah data pentingnya desain kemasan produk

Apa yang membuat Anda tertarik terhadap kemasan produk?

7 jawaban



Gambar 2. Diagram olah data hasil wawancara tentang ketertarikan konsumen pada kemasan produk

Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk olahan bawang merah varietas Rubaru sebelum intervensi memiliki keterbatasan dalam aspek visual kemasan, informasi produk, serta identitas merek yang konsisten. Desain kemasan awal cenderung sederhana dan kurang informatif, sehingga kurang mampu menarik minat konsumen di *platform* digital.

Kemasan produk memiliki fungsi utama dalam melindungi produk dari kerusakan serta menjaga kualitas dan umur simpan, sekaligus berperan penting dalam menarik perhatian konsumen dan memengaruhi keputusan pembelian (Rahayu & Utama, 2023). Kemasan yang dirancang secara optimal dapat membentuk persepsi positif terhadap produk, sehingga pemilik merek kerap melibatkan desainer profesional untuk menciptakan kemasan yang tidak hanya fungsional tetapi juga memiliki nilai estetika tinggi (Ermawati, 2019; Delfitriani et al., 2020; Prameswari et al., 2021).

Desain kemasan dengan pendekatan *design thinking*, elemen visual seperti warna, tipografi, dan ilustrasi dikembangkan untuk mencerminkan nilai lokal, kualitas produk, dan keunikan varietas Rubaru. Tampilan kemasan yang lebih menarik dan informatif terbukti meningkatkan visibilitas produk di *e-commerce* dan media sosial, serta meningkatkan minat beli pelanggan berdasarkan respon evaluatif yang dikumpulkan melalui wawancara. Desain kemasan mencakup berbagai elemen seperti bentuk, warna, tipografi, dan material yang berkontribusi terhadap daya tarik visual, kejelasan informasi, serta penyampaian identitas merek dalam membedakan produk dari pesaing (Pramesti & Susilawati, 2021; Wadud & Fitriani, 2021; Widiati, 2020; Ernawati et al., 2022; Azzahra et al., 2023). Perancangan kemasan selalu mempertimbangkan estetika/keindahan, fungsionalitas, dan informasi produk yang dapat disampaikan pada target pasarnya. Perancangan desain produk sebagai identitas visual pada kemasan produknya memuat berbagai informasi produk seperti bawang goreng, mutu produk, tanggal kadaluarsa dan petunjuk penyimpanan produk untuk lebih tahan lama (Setyaningsih et al., 2019).

Pendekatan *design thinking* dalam penelitian ini digunakan untuk mengembangkan desain kemasan olahan produk bawang merah pada produk “Dafis Tumpeng” dan “Akenyem” dengan mengangkat identitas lokal Sumenep sebagai daerah yang memiliki potensi bawang merah sangat menjanjikan di Pulau Madura. Pada tahap *empathize* dan *define*, produsen (petani) dan pelaku usaha membutuhkan pendekatan pemasaran untuk memperkuat nilai tambah produk yang dipasarkan dalam bentuk original dan olahan produk. Keaslian produk berhubungan dengan kualitas dan narasi lokal yang khas. pada tahap ideate untuk menghasilkan solusi desain dari temuan penelitian yang membutuhkan pendekatan lainnya (Karouw et al., 2024). Perancangan desain produk dan identitas visual berhubungan pada pengembangan logo produk sebagai cerminan identitas secara geografis wilayah Kecamatan Rubaru, desain kemasan menarik, dan bersifat informatif. Dibutuhkan pemanfaatan warna, elemen visual menunjukkan kesegaran, kesehatan, dan keaslian produk (Vienna & Muljosumarto, 2025).

Pada kemasan produk berbentuk sederhana, estetis, menyimpan cerita tentang tanah, keringat petani, dan semangat inovasi yang terpadu pada satu visi menghadirkan sebuah rasa autentik yang mengandung nilai kearifan lokal (*local wisdom*). Olahan produk bawang merah varietas Rubaru tampil dalam kemasan menarik-moderin, higienis dan informatif. Desain kemasan yang diciptakan memadukan elemen warna hangat khas rempah-rempah nusantara dan elemen grafis etnik Madura sebagai penanda letak secara geografis yang tidak terlalu eksplisit tetapi cukup kuat secara visual. Bentuk perancangan desain kemasan produk olahan bawang merah varietas Rubaru (Gambar 3).



Gambar 3. Desain kemasan produk Dafis Tumpeng Bawang Goreng

Desain kemasan produk Dafis Tumpeng Bawang Goreng memiliki banyak fungsi yang dapat digunakan selain sebagai pembungkus produk. Desain kemasan berfungsi sebagai media komunikasi visual untuk menyampaikan pesan dan membangun citra produk terhadap target pelanggan. Analisis semiotika warna dan elemen desain dalam kemasan produk sebagai strategi visual dirancang bertujuan membentuk persepsi konsumen pada kualitas, rasa dan identitas lokal produk (Anugerah et al., 2023). Narasi semiotika pada elemen warna produk Dafis Tumpeng yaitu warna putih mendominasi

desain kemasan produk bagian depan yang memiliki makna dan kesan bersih, higienis, modern, dan produknya aman dan dapat dikonsumsi. Warna merah dan oranye merepresentasikan rasa gurih dan kesenangan/kegembiraan pada tipografi merek “Tumpeng” serta elemen latar pada bagian bawah kemasan berkonotasi dengan semangat dan nafsu makan. Warna merah-oranye sering diartikan sebagai cita rasa menggoda dan berenergi. Ilustrasi bawang goreng dalam mangkuk kayu, visualisasi produk bawang goreng dalam mangkuk kayu tampilkan pada bagian depan kemasan produk untuk mendapatkan atensi pelanggan. Secara semiotika mangkuk kayu pada kemasan produk Dafis Tumpeng untuk memperkuat narasi produk yang mengandung nilai-nilai kultural dan mengangkat nilai-nilai kearifan lokal. Elemen ilustratif bawang merah utuh dan irisan sebagai penanda visual (*iconic sign*) untuk mempertegas produk Dafis Tumpeng berasal dari bahan baku alami. Hal ini untuk memperkuat kepercayaan pelanggan terhadap kualitas dan keaslian pada produk. Tipografi merek “Tumpeng” sebagai visualisasi budaya dan kekhasan lokal, tipografi merek pada tulisan “Tumpeng” didesain menggunakan huruf tebal dan melengkung, memberikan nuansa kehangatan dan persahabatan antara produsen, produk dan target pasarnya.

Perpaduan warna, tipografi, ilustrasi, dan simbol kemasan bertujuan tidak hanya memasarkan produk. Namun, menyampaikan pesan identitas, kualitas dan warisan budaya yang sangat melekat pada bawang goreng sebagai ciri khas dalam menentukan positioning produk olahan bawang merah varietas Rubaru pada produk Dafis Tumpeng.

Desain kemasan lainnya adalah produk “BON CABE EBI” dirancang dalam bentuk kemasan untuk menginformasikan pada target pasar tentang kekuatan cita rasa lokal, dan kualitas produk hasil pertanian bawang merah yang diolah menjadi sambal dengan campuran cabe (Gambar 4).



Gambar 4. Kemasan produk olahan bawang goreng dengan Cabai

Penciptaan varian produk untuk memberikan pilihan sesuai keinginan pelanggan. Kemasan produk dalam bentuk botol plastik bening dengan tutup hitam berusaha menonjolkan isi produk secara langsung campuran bawang, cabai dan ebi kelihatan merah menyala dan menggoda dapat menciptakan pengalaman rasa pedas menggugah selera dan menarik atensi pelanggan. Label utama yang ditampilkan dalam bentuk ilustrasi cabai, bawang dan ebi tersaji dalam paduan warna merah, oranye dan emas, menegaskan kesan

rasa yang pedas, gurih dan premium. Warna merah mendominasi merupakan simbol keberanian rasa dan semangat serta aksesoris emas pada pita label memberikan nuansa eksklusif.

Penulisan bentuk Tipografi pada produk “BON CABE EBI” ditonjolkan berbentuk mencolok dengan font yang kuat, mudah dibaca dan mencerminkan kekuatan serta karakter dari produk. Pada sisi bawah desain kemasan produk terdapat elemen penunjang informatif tetapi atraktif secara visual, seperti renyah, enak, dan gurih. Cocok untuk tambahan makanan maupun camilan yang diproses menggunakan teknologi modern. Hal ini tidak hanya menjadi selling point tetapi dapat membangun kepercayaan pelanggan.

Desain kemasan olahan produk bawang goreng “Akenyem” dirancang menggunakan kemasan standing pouch dengan menampilkan berbagai varian rasa yaitu original, balado, keju dan ayam panggang (Gambar 5).



Gambar 5. Desain kemasan produk olahan bawang goreng akenyem

Penggunaan elemen warna meliputi warna hijau, merah dan hitam memberikan daya tarik sendiri dalam memberikan informasi lengkap tentang produk olahan bawang goreng “Akenyem”. Elemen warna hijau biasa diidentikkan pada kesehatan, alami, dan kesegaran. Kesan yang ingin disampaikan produk ini berasal dari bahan-bahan yang segar, alami dan cocok untuk meningkatkan kesehatan. Warna merah untuk meningkatkan nafsu makan, rasa gurih, nikmat dan menunjukkan varian rasa produk.

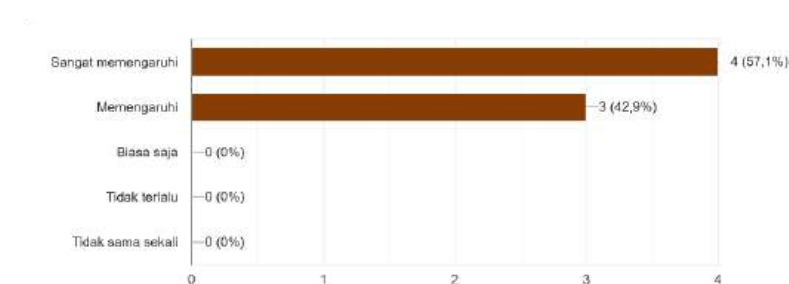
Logo bawang goreng tersenyum pada kemasan produk sebagai identitas jelas berbahan dasar bawang merah lokal varietas Rubaru, sekaligus memberikan kesan ramah, menyenangkan dan akrab kepada konsumennya. Tipografi pada produk “Akenyem” dibuat besar dengan warna putih, memudahkan konsumen untuk membaca dan melihat dengan jelas. *Tagline* pada kemasan produk “makan tanpa bawang goreng terasa hambar”, memberikan kesan kepada konsumen produk ini dapat dijadikan camilan dan pelengkap makanan, sehingga mudah untuk dikonsumsi dalam segala bentuk aktifitas dan kegiatan. Desain kemasan pada produk olahan bawang goreng “Akenyem” tampak lebih modern, informatif, dan *eye catching*, sebagai produk bawang goreng dengan berbagai varian rasa.

Strategi Komunikasi Pemasaran Digital

Era digital telah merubah dan menggeser pola interaksi dan komunikasi masyarakat salah satunya dalam paradigma komunikasi pemasaran, dari konvensional menuju *digital marketing*. Pelanggan tidak hanya mencari produk yang sifatnya fungsional, tetapi mencari sebuah pengalaman emosional dan keterhubungan nilai dari merek yang telah dipilih (Kurli et al., 2024a). Konteks *e-commerce* telah menjadi jantung utama kegiatan pemasaran digital. Sedangkan *Storytelling* telah berkembang sebagai kunci utama dalam membangun kedekatan emosional dengan setiap pelanggan. Pemasaran melalui *platform e-commerce* memberikan kecepatan, efisiensi, efektif, serta dapat menjangkau pasar lebih luas. *Platform e-commerce* seperti Tokopedia, Shoopee, Bukalapak, dan *marketplace* telah menjadi bagian yang tidak bisa ditinggalkan untuk menjangkau seluruh konsumen sesuai dengan karakteristiknya (Kurli et al., 2024b). Pergeseran pemasaran dengan *platform e-commerce* harus didukung dengan *platform* lainnya untuk memenangkan persaingan pasar semakin kompetitif salah satunya melalui *Storytelling* di *platform* media sosial.

Storytelling, atau teknik bercerita, merupakan seni dalam menyampaikan kisah yang bertujuan untuk menarik perhatian dan membangkitkan ketertarikan audiens. Dalam pemasaran, *Storytelling* digunakan untuk berkomunikasi dengan konsumen melalui narasi yang dapat membentuk hubungan emosional antara konsumen dengan merek atau produk (Mandung, 2024). Teknik ini mengharuskan pemasar untuk merangkai cerita yang tidak hanya informatif tetapi juga menggugah emosi, sehingga menciptakan keterhubungan yang lebih mendalam (Dias & Cavalheiro, 2021). Hasil wawancara menunjukkan *Storytelling* dapat mempengaruhi keputusan konsumen dalam membeli suatu produk (Gambar 6).

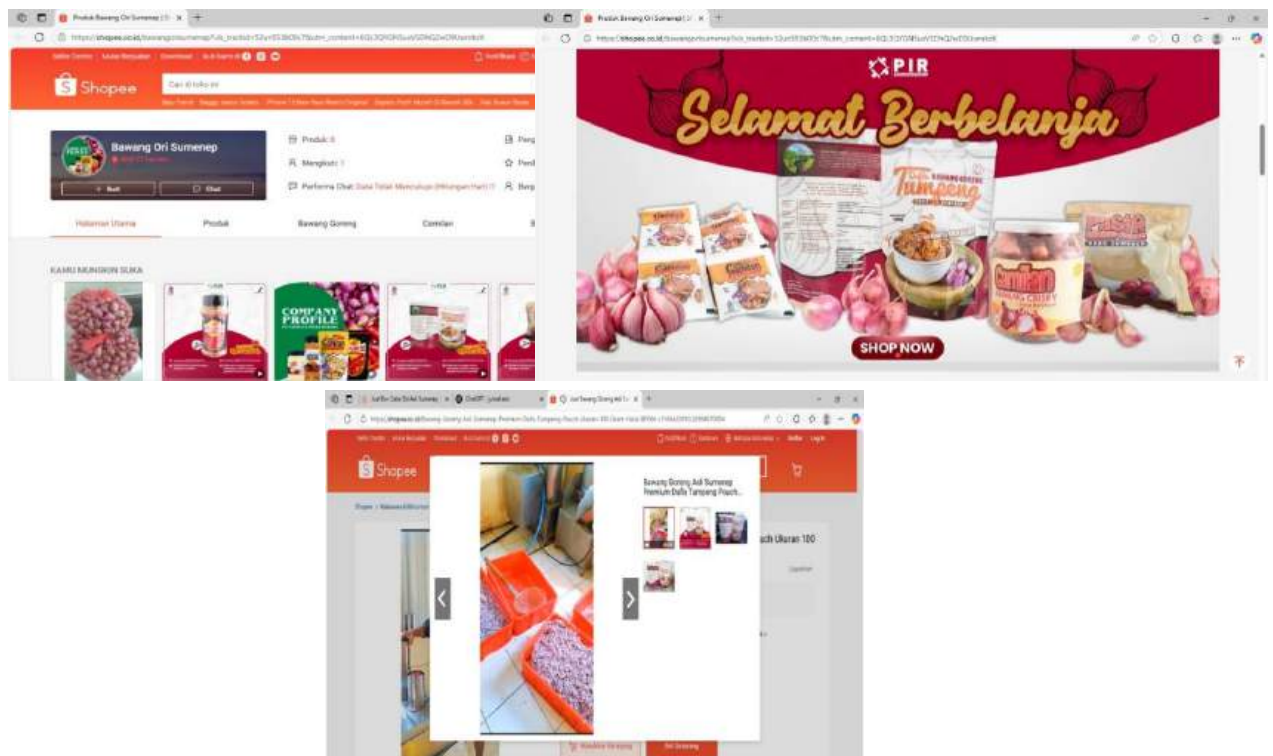
Apakah cerita atau narasi tentang produk (*storytelling*) memengaruhi keputusan Anda saat membeli produk lokal?



Gambar 8. Hasil wawancara tentang pentingnya *Storytelling* dalam menentukan keputusan membeli produk

Strategi pemasaran digital berbentuk *Storytelling* menambahkan elemen naratif seperti foto dan video proses produk bawang goreng secara signifikan akan meningkatkan nilai produk dan perhatian konsumen terhadap produk yang mengandung nilai *local wisdom* seperti produk olahan bawang merah kedalam berbagai varian. Testimoni visual dan ulasan

proses produksi sampai pengemasan menjadi strategi utama yang akan memberikan keyakinan kepada pelanggan tentang proses yang dilakukan *higienis* dan layak untuk dikonsumsi (Gambar 7).



Gambar 7. Tampilan produk olahan bawang merah, dan ulasan/*Storytelling* produk pada *platform e-commerce*

E-commerce telah menjadi panggung utama untuk mengangkat nilai tambah produk olahan bawang merah varietas Rubaru, yang dikenal dengan rasa khas dan gurih. Tampilan visual secara strategis berbentuk foto produk tersaji kedalam berbagai konteks, seperti di atas nasi hangat, sebagai topping mie ayam, atau ditabur pada bubur kacang hijau menambah cita rasa yang semakin enak untuk dikonsumsi oleh setiap pelanggan. Aktivitas *Storytelling* mampu membangun kepercayaan dan kedekatan pelanggan dengan produk, sehingga hubungan timbal balik akan berdampak positif pada peningkatan penjualan (Ramadhi et al., 2023; Kurli et al., 2025). Strategi e-commerce akan memperkuat aspek keterjangkauan dan kenyamanan. Pelanggan tinggal searching di *platform e-commerce* dan memilih varian produk bawang merah yang diinginkan mulai dari original sampai berbagai bentuk olahan produk.

Berdasarkan hasil wawancara dengan konsumen, *platform e-commerce* menjadi media utama pembelian produk olahan bawang goreng dengan persentase 60%, diikuti oleh *platform media sosial* sebesar 30%, sedangkan pembelian secara *offline* hanya mencapai 10% dan media lainnya tidak digunakan (Gambar 8). Temuan ini menunjukkan adanya pergeseran perilaku konsumen ke arah digital, di mana e-commerce dan media

sosial berperan strategis dalam mempermudah akses, meningkatkan visibilitas produk, serta mendukung efektivitas pemasaran produk olahan bawang goreng di pasar modern.



Gambar 8. Persentase media pembelian produk olahan bawang goreng varietas Rubaru

Hasil implementasi dan analisis pada fitur interaktif pada ulasan pelanggan berbentuk video *Storytelling* memiliki dampak positif terhadap peningkatan persepsi merek, dan pengetahuan pelanggan terkait produk atau kemasan yang ditawarkan (Lahtinen et al., 2023). Pelanggan akan merasa lebih kenal dekat, lebih percaya, dan lebih tertarik dalam membeli produk yang interaktif, komunikatif dan transparan terhadap pelanggan. Upaya lainnya untuk memperkuat jangkauan promosi produk kemasan dengan melakukan integrasi melalui *platform* media sosial seperti instagram, TikTok dan Facebook (Lutfiansyah, 2023). Konten bisa berupa proses produksi, tips menyimpan barang dan lain sebagainya. Analisis tersebut didukung atas hasil wawancara dengan informan, yang menunjukkan 60% membeli produk olahan bawang goreng melalui *platform* e-commerce, 30% menggunakan *platform* media sosial, 10% membeli produk secara *offline*. Sebuah cerita suatu produk dari awal produksi sampai pada pengemasannya sangat penting untuk memberikan wawasan kepada publik tentang kualitas produk olahan bawang merah varietas Rubaru dengan menggunakan pendekatan *Storytelling*.

4 Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan optimalisasi desain dan komunikasi pemasaran melalui *platform* e-commerce berperan secara signifikan dalam meningkatkan daya saing dan jangkauan produk bawang merah varietas Rubaru sebagai komoditi unggulan pertanian Sumenep. Pendekatan yang telah digunakan mencakup analisis visual desain kemasan, narasi *Storytelling* produk, serta memanfaatkan fitur-fitur digital pada marketplace dan media sosial sebagai bagian integrasi komunikasi pemasaran menggunakan *platform* digital. Desain visual kemasan menarik dan informatif terbukti mampu membangun citra positif dan menumbuhkan rasa kepercayaan pelanggan. Elemen visual seperti warna, ilustrasi, dan tipografi memiliki kontribusi sangat penting untuk menyampaikan nilai kualitas, keaslian produk, serta memperkuat identitas geografis sebagai asal produk. Strategi

komunikasi berbasis *Storytelling* meningkatkan kedekatan emosional antara konsumen dengan produsennya. Kolaborasi antara desain kemasan secara optimal, komunikasi yang teragenda dan pemanfaatan *platform* e-commerce secara maksimal merupakan kunci keberhasilan pemasaran produk pertanian lokal di era transformasi digital.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) tahun 2025, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia (Kemdiktisaintek RI) dengan nomor Kontrak 128/C3/DT.05.00/PL/2025, Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi (LLDIKTI) Wilayah VII Provinsi Jawa Timur Nomor Kontrak 041/LL7/DT.05.00/PL/2025, dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Wiraraja dengan Nomor Kontrak 002/LPPM/PP-04/E.01/UNIJA/VI/2025 yang telah memberikan dukungan kepada peneliti dalam bentuk finansial sehingga peneliti bisa menyelesaikan berbagai tahapan dan luaran yang telah dijanjikan.

Daftar Pustaka

- Anugerah, A. D., Hujairi, A. W., Syamsul Arifin, Andiriyanto, Ach., Ahmad Ghufrohy, & Rachmad, T. H. (2023). Visualizing the Keris through a Documentary Video: A Initiative to Raise Awareness Among the Youth of Aeng Tong-Tong Village about the Keris of Sumenep. *Jurnal Spektrum Komunikasi*, 11(4), 419–429. <https://doi.org/10.37826/spektrum.v11i4.592>
- Azzahra, S. F., Yusup, E. P., Laeli, S., & Safari, Y. (2023). Pengembangan UMKM Zema Moring Melalui Inovasi Produk dan Pemasaran Online. *ALMUJTAMAE: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(1), 10–19. <https://doi.org/10.30997/almujtamae.v3i1.6587>
- Delfitriani, D., Rahmaningrum, V., & Ginantaka, A. (2020). Desain Afektif Kemasan Produk Household Care Berbahan Baku Serat Selulosa pada PT XY. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 9(2), 134–142. <https://doi.org/10.21776/ub.industria.2020.009.02.7>
- Dias, P., & Cavaleiro, R. (2022). The role of storytelling in the creation of brand love: The PANDORA case. *Journal of Brand Management*, 29(1), 58–71. <https://doi.org/10.1057/s41262-021-00254-6>
- Ermawati, E. (2019). Pendampingan Peranan Dan Fungsi Kemasan Produk Dalam Dunia Pemasaran Desa Yosowilangun Lor. *Empowerment Society*, 2(2), 15–22. <https://doi.org/10.30741/eps.v2i2.459>
- Ernawati, E., Sari, R. N., & Septianti, S. (2022). Visual Branding Kemasan Olahan Bandeng sebagai Makanan Lokal pada Usaha Kecil dan Menengah :Studi Kasus Kemasan Produk Bandeng Bu Zuhro. *Jurnal Desain*, 9(3), 326. <https://doi.org/10.30998/jd.v9i3.11153>
- Karouw, M. I., Bezaleel, M., & Utami, B. S. (2024). Perancangan Social Media Strategy Instagram PT XYZ untuk Membangun Brand Awareness. *Nirmana*, 24(2), 123–136. <https://doi.org/10.9744/nirmana.24.2.123-136>

- Kumala, S. L. (2022). Perkembangan Ekonomi Berbasis Digital Di Indonesia. *Journal of Economics and Regional Science*, 1(2), 109–117. <https://doi.org/10.52421/jurnal-esensi.v1i2.190>
- Kurli, A., Haris, R. A., Helmi, F., & Putra, D. F. (2025). *Inovasi Pemasaran Digital untuk Komoditi Unggulan Pertanian*. CV Karya Bakti Makmur Indonesia.
- Kurli, A., Haris, R. A., & Ida, S. (2024). *Strategi Komunikasi Pemasaran Komoditi Unggulan Kabupaten Sumenep*. Wiraraja Press.
- Kurli, A., Haris, R. A., Syafriyani, I., Sari, R. P., Putri, P. V., & Riady, R. (2024). Strategi Komunikasi Pemasaran Kelompok Tani Rubaru dalam Meningkatkan Penjualan Bawang Merah sebagai Komoditi Unggulan Kabupaten Sumenep. *Jurnal Riset Komunikasi*, 7(1), 28–45. <https://doi.org/10.38194/jurkom.v7i1.956>
- Lahtinen, N., Pulkka, K., Karjaluto, H., & Mero, J. (2023). *Digital Marketing Strategy: Create Strategy, Put It Into Practice, Sell More*. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781035311316>
- Lutfiansyah, N. S. (2023). Pemanfaatan Instagram Sebagai Media Promosi Dengan Fotografi. *Jurnal Nawala Visual*, 5(1), 40–45. <https://doi.org/10.35886/nawalavisual.v5i1.562>
- Mandung, F. (2024). The Influence of Storytelling Techniques in Digital Marketing on Brand Loyalty: A Consumer Psychology Perspective. *Golden Ratio of Marketing and Applied Psychology of Business*, 5(1), 66–78. <https://doi.org/10.52970/grmapb.v5i1.782>
- Mardhatillah, R. (2022). *Implementasi Metode Design thinking Dalam Perancangan Prototype UI/UX Aplikasi e-Event*. UIN Ar-Raniry.
- Pramesti, R. D. & Susilawati. (2021). Analisis Fitur dan Elemen Desain Kemasan Bakpia Kenes Terhadap Persepsi Konsumen. *Wahana*, 73(2), 74–87. <https://doi.org/10.36456/wahana.v73i2.4731>
- Rahayu, N. P. P., & Sutama, I. W. (2023). Perancangan Kemasan Produk Senat Senut Pisang Nugget Di Desa Selat. *Abdimas Galuh*, 5(1), 791. <https://doi.org/10.25157/ag.v5i1.10039>
- Ramadhi, Sirojudin, H. A., Maradidya, A., Septiani, S., Yulastuti, H., Polimpung, L. J. C., Tarmizi, R., Baharuddin, R. A., Ratnasari, A. R., Gusnafitri, Soleh, O., Dharwiyanti, S., Taqwiem, A., Sunandar, E., Rachmadi, K. R., & Solihin, I. (2023). *Ekonomi Digital: Transformasi Bisnis Dalam Era Digital*. PT. Sada Kurnia Pustaka.
- Saleh, M. Y., & Said, M. (2019). *Konsep dan Strategi Pemasaran*. CV Sah Media.
- Setyaningsih, R., Abdullah, A., Prihantoro, E., & Hustinawaty, H. (2019). Model Penguatan Literasi Digital Melalui Pemanfaatan E-Learning. *Jurnal ASPIKOM*, 3(6), 1200. <https://doi.org/10.24329/aspikom.v3i6.333>
- Sukarman, S. N., Cahyadi, D., & Sukarman B. (2021). *Perancangan Visual Brand Identity Montera Coffee* [Universitas Negeri Makassar]. <https://eprints.unm.ac.id/20672/>
- Vienna, E., & Muljosumarto, C. (2025). Analisis Visual Branding Suplemen Herbal Sinergi Menggunakan Metode Komparatif dalam Upaya Membangun Citra Modern. *Nirmana*, 25(1), 20–31. <https://doi.org/10.9744/nirmana.25.1.20-31>
- Wadud, A. M., & Fitriani, E. (2021). Pelatihan Desain Kemasan Dalam Rangka Peningkatan Nilai Jual Produk UMKM di Kabupaten Kuningan. *Dimasejati: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 177. <https://doi.org/10.24235/dimasejati.v3i2.9249>
- Widiati, A. (2020). Peranan Kemasan (Packaging) Dalam Meningkatkan Pemasaran Produk Usaha Mikro Kecil Menengah (Ukm) Di “Mas Pack” Terminal Kemasan

Pontianak. *JAAKFE UNTAN (Jurnal Audit dan Akuntansi Fakultas Ekonomi Universitas Tanjungpura)*, 8(2). <https://doi.org/10.26418/jaakfe.v8i2.40670>

Wijayasari, N. & Mahfudz. (2018). Pengaruh Brand Image, Kualitas, Persepsi Harga Dan Variasi Produk Terhadap Minat Beli Konsumen Sarung Gajah Duduk Di Kabupaten Pekalongan. *Diponegoro Journal of Management*, 7(2), 1–9.

Aplikasi Modified Atmosphere Packaging (MAP) Berbasis Nitrogen terhadap Mutu Fisik Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.) selama Penyimpanan

Sri Mutiar¹, Dewi Arziyah², Anwar Kasim³, Rehulina⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Universitas Dharma Andalas, Padang, Indonesia

¹Email : srmutiar@unidha.ac.id

Submit : 25-10-2025

Revisi : 21-12-2025

Diterima : 31-12-2025

ABSTRACT

*Physical and physiological red chili (*Capsicum annuum* L.) deterioration after harvest often leads to a decline in quality and contributes to price fluctuations in the domestic market. Therefore, effective packaging technology is required to extend shelf life and maintain the quality of red chili. One promising approach is Modified Atmosphere Packaging (MAP) using nitrogen. Nitrogen gas is inert, odorless, tasteless, and can replace oxygen to suppress respiration, oxidation, and color degradation. This study aimed to evaluate the effect of nitrogen packaging on weight loss, moisture content, and color attributes of red chili during storage at room temperature. The experiment was arranged in a completely randomized design (CRD) with two factors, namely packaging treatment (without nitrogen and with nitrogen) and storage duration (0, 3, 6, 9, and 12 days), each with three replications. The observed parameters included weight loss, moisture content, and color (L, a, b values). The results revealed that red chili packaged with nitrogen exhibited a slower increase in weight loss compared to the control, reaching only 3.62% on day 12, lower than 4.29% without nitrogen. Moisture content in nitrogen-packaged chili was relatively more stable during storage, although some fluctuations occurred. Furthermore, color analysis showed that nitrogen packaging better preserved brightness (L) and redness (a), resulting in fresher appearance. Nitrogen based packaging effectively maintained the physical quality of red chili during storage, highlighting its potential to reduce postharvest losses and enhance the competitiveness of horticultural products.*

Keywords: Nitrogen packaging, Physical quality, Postharvest technology, Red chili, Shelf life

ABSTRAK

Kerusakan fisik dan fisiologis pascapanen Cabai merah (*Capsicum annuum* L.) dapat menyebabkan penurunan mutu serta memicu fluktuasi harga di pasar domestik. Oleh sebab itu, diperlukan teknologi pengemasan yang efektif untuk memperpanjang umur simpan sekaligus mempertahankan mutu cabai merah. Salah satu teknologi yang banyak diterapkan adalah *Modified Atmosphere Packaging* (MAP) berbasis nitrogen. Gas nitrogen (N₂) bersifat inert, tidak berbau, tidak berasa, serta mampu menggantikan oksigen untuk menghambat respirasi, oksidasi, dan perubahan warna produk. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pengemasan dengan nitrogen terhadap susut bobot, kadar air, dan warna cabai merah selama penyimpanan pada suhu ruang. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor, yaitu perlakuan kemasan (tanpa nitrogen dan dengan nitrogen) dan lama penyimpanan (0, 3, 6, 9, dan 12 hari), masing-masing dengan tiga ulangan. Parameter yang diamati meliputi susut bobot, kadar air, dan warna (nilai L, a, b). Hasil penelitian menunjukkan bahwa cabai merah yang dikemas dengan nitrogen menunjukkan susut bobot lebih lambat dibandingkan kontrol, yaitu hanya 3,62% pada hari ke-12 dibandingkan 4,29% tanpa nitrogen. Kadar air cabai merah relatif lebih stabil selama penyimpanan. Pengukuran nilai warna (L, a, b) pada cabai dengan kemasan nitrogen menunjukkan warna merah yang lebih cerah dan segar.

Kesimpulan dari penelitian ini teknologi pengemasan cabai merah dengan nitrogen dapat mempertahankan mutu fisik cabai merah, berpotensi menekan kehilangan bobot pascapanen.

Kata kunci: Cabai merah, Kemasan nitrogen, Mutu fisik, Teknologi pascapanen, Umur simpan.

1 Pendahuluan

Pertumbuhan sektor hortikultura di Indonesia pada komoditas sayuran bernilai ekonomi tinggi seperti cabai merah menunjukkan nilai positif. Data Badan Pusat Statistik (BPS, 2024) produksi cabai merah nasional mencapai 1,52 juta ton, dengan kontribusi terbesar berasal dari provinsi Jawa Tengah, Sumatera Barat, dan Jawa Barat. Namun, jumlah produksi yang tinggi, tingkat kehilangan pascapanen cabai merah masih signifikan, yaitu mencapai 20–40% akibat kerusakan mekanis, susut bobot, pelayuan dan serangan mikroba selama penyimpanan serta distribusi (FAO, 2022; Nurjanah et al., 2023). Kondisi ini menjadi salah satu penyebab fluktuasi harga cabai di pasar dan berpengaruh terhadap ketahanan pangan nasional.

Salah satu tantangan utama dalam rantai pasok cabai merah adalah sifatnya yang mudah rusak (*perishable*) karena laju respirasi yang tinggi, kandungan air yang besar, serta sensitif terhadap perubahan lingkungan (Kader, 2020). Penyimpanan pada kondisi suhu ruang menyebabkan cabai cepat kehilangan kesegaran, warna, dan tekstur hanya dalam waktu beberapa hari. Oleh karena itu, dibutuhkan teknologi pengemasan inovatif yang tidak hanya berfungsi sebagai wadah, tetapi juga mampu memperlambat laju kerusakan dan mempertahankan mutu produk selama distribusi.

MAP merupakan salah satu teknologi pengemasan modern yang banyak digunakan untuk memperpanjang umur simpan produk hortikultura. MAP bekerja dengan mengatur komposisi gas di dalam kemasan sehingga dapat memperlambat respirasi, menghambat pertumbuhan mikroba, serta mengurangi reaksi oksidasi (Liu et al., 2025). Di antara gas yang digunakan, nitrogen menjadi komponen penting karena bersifat inert, tidak berbau, tidak berasa, dan tidak beracun. Nitrogen berfungsi menggantikan oksigen untuk mencegah oksidasi, mempertahankan warna, serta bertindak sebagai *filler gas* untuk menjaga bentuk kemasan (MacLaughlin et al., 2024).

Penerapan nitrogen dalam MAP telah banyak diteliti pada berbagai produk. Pada produk kering seperti keripik, nitrogen flushing terbukti memperpanjang umur simpan dengan menjaga kerenyahan dan mencegah ketengikan (Agarwal et al., 2018). Pada produk hortikultura, kemasan atmosfer termodifikasi berbasis nitrogen terbukti mampu memperpanjang masa simpan cabai merah hingga 14 hari dengan mutu yang lebih baik pada warna, tekstur, dan kesegaran dibandingkan penyimpanan konvensional (Sari et al., 2022).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian dan penerapan teknologi kemasan berbasis nitrogen sangat relevan untuk mendukung pengendalian kehilangan pascapanen cabai merah. Teknologi ini diharapkan dapat memberikan nilai tambah pada produk hortikultura dan berkontribusi pada stabilitas harga, ketahanan pangan dan peningkatan daya saing komoditas cabai merah. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji peran nitrogen dalam teknologi MAP, khususnya pada penyimpanan cabai merah, serta implikasinya terhadap mutu dan umur simpan produk.

2 Metode

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah cabai merah segar (*Capsicum annuum L.*) yang diperoleh dari petani di Nagari Padang Laweh, Kecamatan Sungai Pua, Kabupaten Agam, Sumatera Barat. Gas nitrogen kemurnian 99,9% digunakan sebagai perlakuan pengemasan. Bahan pendukung meliputi plastik kemasan polietilen (PE) dengan ketebalan [20 μm]. Alat yang digunakan antara lain timbangan analitik (ketelitian 0,01 g), oven pengering dan colorimeter wf32. Uji organoleptik dilakukan menggunakan panelis tidak terlatih sebanyak 25 orang.

Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor: Faktor A perlakuan kemasan: tanpa nitrogen (kontrol) dan dengan nitrogen. Faktor B lama penyimpanan: 0, 3, 6, 9, dan 12 hari. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh total [jumlah] satuan percobaan.

Prosedur Penelitian

Persiapan sampel: Cabai merah yang seragam ukuran, warna, dan tingkat kematangan dicuci bersih, ditiriskan, dan ditimbang awal. Pengemasan: Sampel dimasukkan ke dalam plastik PE ketebalan 80 micron, kemudian dilakukan mengeuarian gas dengan menggunakan vakumsiller selanjutnya pengisian nitrogen (nitrogen flushing) pada perlakuan dengan N_2 . Untuk kontrol, kemasan ditutup rapat tanpa perlakuan gas. Penyimpanan: Semua sampel disimpan pada suhu ruang ($\pm 27^\circ\text{C}$) selama 12 hari. Pengamatan dilakukan pada hari ke-0, 3, 6, 9, dan 12. Parameter yang diamati: susut bobot (%) dihitung dari selisih berat awal dan akhir dibagi berat awal. Kadar air (%) ditentukan dengan metode oven pada suhu 105°C hingga bobot konstan. Warna diukur menggunakan colorimeter dengan parameter L (kecerahan), a (kemerahan), dan b (kekuningan).

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan Analisis Sidik Ragam (ANOVA) sesuai rancangan percobaan. Apabila terdapat perbedaan nyata, dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT (Duncan's Multiple Range Test) pada taraf 5% untuk membandingkan perlakuan.

3 Hasil dan Pembahasan

Susut bobot dan kadar air

Hasil pengamatan terhadap cabai merah yang disimpan tanpa nitrogen dan dengan nitrogen, disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perubahan susut bobot, kadar air, dan warna cabai selama penyimpanan.

Parameter	Perlakuan	Ke-0	Ke-3	Ke-6	Ke-9	Ke-12
Susut bobot (%)	Tanpa Nitrogen	0,00	1,35 ^f ±0,23	1,88 ^e ±0,26	4,38 ^a ±0,41	4,29 ^b ±0,41
	Dengan Nitrogen	0,00	0,19 ^h ±0,08	0,74 ^g ±0,17	3,29 ^d ±0,36	3,62 ^c ±0,38
Kadar air (%)	Tanpa Nitrogen	95,85 ^d	98,20 ^b ±1,98	98,31 ^b ±1,98	97,54 ^c ±1,97	98,31 ^b ±1,98
	Dengan Nitrogen	95,33 ^d	98,40 ^b ±1,98	92,58 ^e ±1,92	97,60 ^c ±1,97	99,03 ^a ±1,97

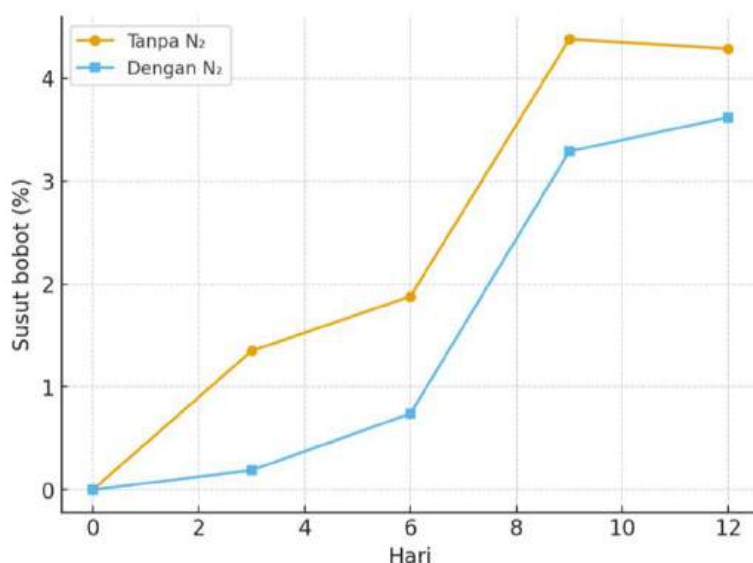
Keterangan: huruf berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan pengaruh yang berbedanyata pada taraf 5%

Hasil analisis statistik susut bobot cabai merah menunjukkan bahwa penggunaan kemasan dengan nitrogen memberikan pengaruh terhadap pemeliharaan mutu fisik cabai selama penyimpanan hingga hari ke-12. Pada parameter susut bobot, cabai yang disimpan tanpa nitrogen menunjukkan kenaikan susut bobot mulai dari 0% hingga 4,29% pada hari ke-12, sedangkan pada perlakuan dengan nitrogen susut bobot lebih rendah, yaitu 3,62%. Perbedaan ini menunjukkan bahwa penggunaan nitrogen mampu menekan kehilangan massa melalui pengurangan respirasi dan transpirasi. Menurut Oliveira-Bouzas et al. (2023), sistem kemasan atmosfer termodifikasi mampu menjaga kehilangan air dan mempertahankan warna dalam jenis cabai 'Padrón' selama penyimpanan dingin.

Susut bobot cabai merah segar meningkat seiring waktu penyimpanan pada kedua perlakuan. Tanpa nitrogen, susut bobot mencapai 4,29 ± 0,41% pada hari ke-12, sedangkan pada kemasan nitrogen hanya 3,62 ± 0,38%. Perbedaan ini menandakan bahwa pengemasan dengan nitrogen mampu menekan kehilangan bobot cabai merah. Menurut Pega et al. (2021), penggunaan atmosfer termodifikasi berbasis nitrogen dapat memperlambat proses respirasi dan transpirasi, sehingga kehilangan air dari jaringan tanaman berkurang. Dengan demikian, rendahnya susut bobot pada perlakuan nitrogen menunjukkan efektivitas teknologi ini dalam memperpanjang daya simpan cabai merah segar.

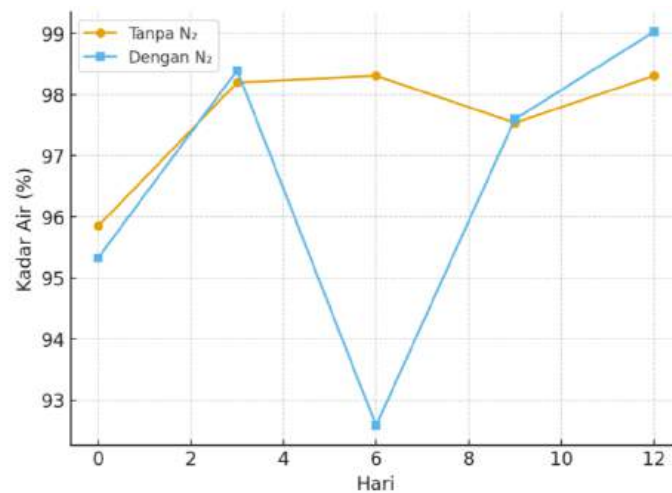
Kadar air cabai merah pada kedua perlakuan relatif tinggi selama penyimpanan. Penyimpanan tanpa nitrogen, menunjukkan kadar air berkisaran 95,85–98,31% dengan SD sekitar 1,9%. Hal ini menunjukkan kestabilan meskipun terdapat variasi yang kecil. Pada kemasan nitrogen, kadar air menurun pada hari ke-6 (92,58 ± 1,92%), namun meningkat kembali hingga 99,03 ± 1,97% pada hari ke-12. Hal ini diduga karena keseimbangan antara kehilangan air akibat transpirasi dengan kelembapan relatif dalam

kemasan. Menurut Adinegoro et al. (2025) melaporkan bahwa pengemasan dengan atmosfer termodifikasi dapat menurunkan laju kehilangan air dan menjaga kelembapan relatif, sehingga kadar air produk lebih terjaga. Sejalan dengan penelitian Shen et al. (2019), bahwa penggunaan nitrogen atau atmosfer termodifikasi pada produk hasil panen, membantu mempertahankan kandungan air dan warna, meskipun ada variasi temporer terkait kondisi penyimpanan. Untuk melihat tren perubahan antar hari dan perlakuan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perubahan susut bobot cabai merah selama penyimpanan

Grafik menunjukkan bahwa susut bobot meningkat seiring waktu pada kedua perlakuan, namun laju kenaikan lebih tinggi pada cabai tanpa nitrogen yaitu 4,29% di hari ke-12 dibandingkan dengan kemasan nitrogen yaitu 3,62% di hari ke-12. Hal ini menunjukkan bahwa pengemasan dengan nitrogen mampu memperlambat kehilangan bobot akibat respirasi dan transpirasi. Menurut Pega et al. (2021), penyimpanan dengan atmosfer termodifikasi berbasis nitrogen dapat mengurangi kehilangan air dan menjaga kualitas hortikultura segar. Dengan demikian, penggunaan nitrogen efektif dalam memperpanjang daya simpan cabai merah segar. Untuk melihat tren perubahan kadar air cabai merah dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Perubahan kadar air cabai selama penyimpanan

Kadar air cabai pada kedua perlakuan relatif tinggi besar 92%, tetapi terdapat perbedaan pola. Pada perlakuan tanpa nitrogen, kadar air relatif stabil di kisaran 95–98%. Namun, pada kemasan nitrogen terjadi penurunan kadar air yaitu 92,58% pada hari ke-6 dan meningkat kembali hingga 99,03% di hari ke-12. Stabilitas kadar air yang lebih baik pada kemasan nitrogen menunjukkan adanya peran gas nitrogen dalam menjaga kelembapan relatif di dalam kemasan. Hal ini sesuai temuan Adinegoro et al. (2025) bahwa kemasan dengan atmosfer termodifikasi dapat menurunkan fluktuasi kadar air pada komoditas hortikultura.

Berdasarkan data susut bobot dan kadar air, pengemasan dengan nitrogen secara signifikan membantu mempertahankan mutu cabai dalam parameter-parameter krusial: susut bobot dan kandungan air. Meskipun fluktuasi temporer terjadi terutama pada kadar air. Keunggulan penggunaan nitrogen terlihat jelas dalam meminimalkan kerusakan akibat kehilangan bobot.

Pengamatan warna

Hasil pengamatan terhadap kecerahan cabai merah yang disimpan tanpa nitrogen dan dengan nitrogen, disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Perlakuan Penyimpanan Cabai dengan dan tanpa Nitrogen terhadap kecerahan warna cabai

Parameter	Perlakuan	Ke-0	Ke-3	Ke-6	Ke-9	Ke-12
Warna (L)	Tanpa Nitrogen	29,69	28,23	26,84	26,59	27,75
	Dengan Nitrogen	29,56	28,23	27,72	28,28	27,65
Warna (a)	Tanpa Nitrogen	32,40	31,74	28,19	29,88	32,61
	Dengan Nitrogen	31,40	31,74	29,32	31,21	32,30
Warna (b)	Tanpa Nitrogen	11,73	10,73	9,22	10,07	15,23
	Dengan Nitrogen	10,27	10,61	10,04	11,07	11,21

Parameter warna L, a dan b memberikan bukti bahwa perlakuan nitrogen berhasil mempertahankan tampilan warna cabai. Nilai L menunjukkan tingkat kecerahan warna cabai merah. Nilai L cenderung menurun pada kedua perlakuan sepanjang hari, tetapi penurunan lebih kecil pada perlakuan dengan nitrogen. Hal ini menunjukkan bahwa

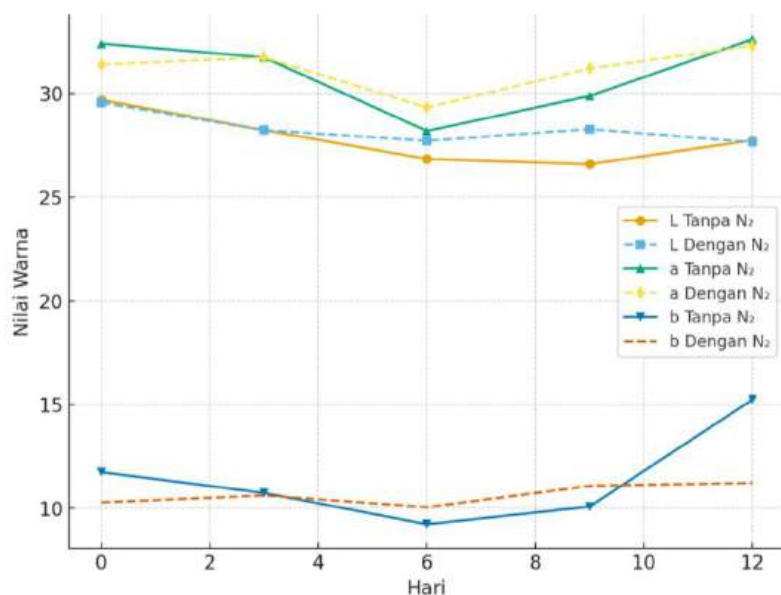
kecerahan tetap lebih tinggi. Selama penyimpanan, nilai L pada kedua perlakuan menurun, menunjukkan bahwa cabai mengalami penggelapan warna. Pada hari ke-12, nilai L pada cabai tanpa nitrogen mencapai 27,75, sedangkan pada kemasan nitrogen 27,65. Meskipun penurunan terjadi pada keduanya, laju penurunan lebih lambat pada kemasan nitrogen. Hal ini menunjukkan bahwa bahwa nitrogen dapat memperlambat pencokelatan dan degradasi pigmen. Menurut Sari et al. (2021), penggunaan atmosfer kaya nitrogen dapat menekan oksidasi enzimatis sehingga produk hortikultura tetap terlihat cerah.

Berdasarkan pengamatan nilai a, menunjukkan intensitas warna merah pada cabai, relatif lebih stabil pada perlakuan nitrogen dibandingkan tanpa nitrogen menurun pada hari ke-6. Namun sebaliknya, nilai b pada kelompok tanpa nitrogen meningkat pada hari ke-12. Hal ini menunjukkan degradasi pigmen merah akibat respirasi dan oksidasi dan akumulasi pigmen karotenoid seperti capsanthin dan capsorubin yang lebih dominan seiring pematangan. Menurut Berry et al. (2021) perlakuan yang menekan oksidasi dan respirasi, seperti nitrogen atau MAP, dapat memperlambat perubahan warna pada cabai dan sayuran yang berpigmen merah. Sari et al. (2022) melaporkan bahwa kemasan dengan atmosfer termodifikasi nitrogen dapat memperlambat degradasi karotenoid, sehingga warna merah lebih tahan lama.

Pengamatan terhadap nilai b (kekuningan) pada perlakuan tanpa nitrogen meningkat tajam hingga 15,23 pada hari ke-12, menandakan terjadinya perubahan warna menuju kuning/oranye yang berkaitan dengan kematangan lanjut atau degradasi pigmen. Pada perlakuan nitrogen, nilai b relatif stabil (10,27–11,21). Berry et al. (2021) menyatakan bahwa kemasan dengan atmosfer rendah oksigen atau nitrogen dapat memperlambat degradasi pigmen seperti klorofil dan menjaga kestabilan karotenoid, sehingga warna merah cabai lebih terjaga.

Nilai b merepresentasikan intensitas warna kuning/oranye. Pada cabai tanpa nitrogen, nilai b meningkat signifikan hingga 15,23 pada hari ke-12, menunjukkan bahwa cabai memasuki fase kematangan lanjut yang ditandai dengan dominasi pigmen oranye-kuning seperti β -karoten. Sebaliknya, pada cabai dengan nitrogen, nilai b tetap stabil di kisaran 10–11, sehingga perubahan warna ke arah kuning lebih lambat. Hal ini menunjukkan bahwa pengemasan nitrogen menunda proses perubahan warna dari merah cerah menjadi oranye kekuningan, yang erat kaitannya dengan percepatan kematangan. Menurut Adinegoro et al. (2025), atmosfer kaya nitrogen mampu menekan aktivitas enzim yang berperan dalam perubahan pigmen selama pematangan pascapanen.

Berdasarkan parameter L, a, dan b, dapat secara keseluruhan bahwa pengemasan nitrogen lebih efektif dalam mempertahankan warna merah khas cabai. Warna merah cabai sangat dipengaruhi oleh pigmen karotenoid, khususnya capsanthin dan capsorubin, yang memberikan daya tarik visual bagi konsumen. Stabilitas warna ini sangat penting karena secara langsung memengaruhi nilai jual dan penerimaan pasar cabai merah segar. Menurut Yeboah et al. (2023) menyatakan bahwa atmosfer termodifikasi berbasis nitrogen berkontribusi signifikan terhadap perpanjangan umur simpan cabai melalui penekanan aktivitas respirasi, oksidasi, dan degradasi pigmen. Gambar 3 menunjukkan tren perubahan warna cabai merah segar selama penyimpanan dengan dan tanpa kemasan nitrogen.



Gambar 3. Perubahan Nilai Warna (L, a, b) Cabai Merah Selama Penyimpanan

Penilaian organoleptik cabai merah

Tabel 3. Penilaian organoleptik Cabai Merah Selama Penyimpanan

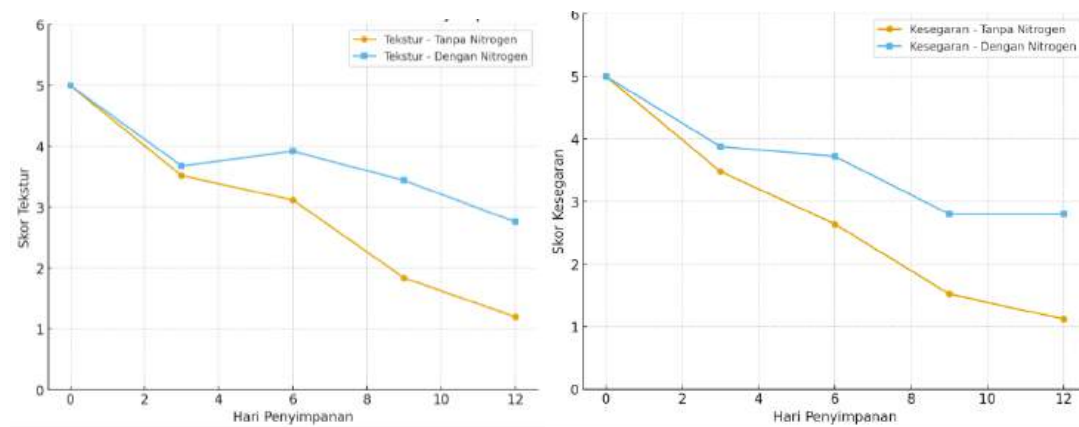
Penilaian	Perlakuan	Ke-0	Ke-3	Ke-6	Ke-9	Ke-12
Tekstur	Tanpa Nitrogen	5	3,52	3,12	1,84	1,2
	Dengan Nitrogen	5	3,68	3,92	3,44	2,76
Kesegaran	Tanpa Nitrogen	5	3,48	2,64	1,52	1,12
	Dengan Nitrogen	5	3,88	3,72	2,8	2,8

Analisis statistik menunjukkan bahwa terdapat interaksi faktor waktu penyimpanan terhadap penurunan mutu organoleptik ($p < 0,05$). Faktor perlakuan kemasan juga signifikan, dimana kemasan dengan nitrogen dapat mempertahankan nilai organoleptik lebih tinggi dibandingkan tanpa nitrogen pada semua perlakuan waktu. Hal ini menunjukkan terdapat interaksi signifikan antara waktu penyimpanan dan perlakuan

kemasan, yang ditunjukkan dengan pola penurunan mutu yang lebih cepat pada cabai merah tanpa nitrogen dibandingkan dengan kemasan nitrogen.

Hasil penilaian organoleptik menunjukkan adanya penurunan skor tekstur dan kesegaran cabai merah selama penyimpanan, baik pada kemasan tanpa nitrogen maupun dengan nitrogen (Tabel 3). Laju penurunan mutu organoleptik pada cabai merah yang disimpan dengan nitrogen relatif lebih lambat dibandingkan dengan perlakuan tanpa nitrogen. Pada parameter tekstur, cabai merah tanpa nitrogen mengalami penurunan skor secara tajam dari 5,00 pada hari ke-0 menjadi hanya 1,20 pada hari ke-12. Namun, cabai merah yang dikemas dengan nitrogen masih memperoleh penilaian tekstur 2,76 pada hari ke-12. Hal ini menunjukkan bahwa nitrogen mampu memperlambat proses pelunakan jaringan buah pada cabai merah. Pada parameter kesegaran, cabai merah tanpa nitrogen mengalami penurunan nilai dari skor 5,00 pada hari ke-0 menjadi 1,12 pada hari ke-12, sedangkan pada kemasan dengan nitrogen penurunan berlangsung lebih lambat hingga mencapai penilaian skor 2,80 pada hari ke-12.

Secara fisiologis, atmosfer kaya nitrogen menurunkan kadar oksigen di sekitar produk sehingga menghambat aktivitas enzim pelunak dinding sel dan memperlambat pembusukan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan nitrogen dalam kemasan efektif memperpanjang umur simpan cabai merah hingga 9–12 hari dengan mutu organoleptik yang masih dapat diterima, sementara cabai merah tanpa nitrogen hanya bertahan hingga 6 hari sebelum mengalami penurunan mutu yang signifikan.



Gambar 4. Perubahan tekstur dan kesegaran cabai merah selama penyimpanan

Grafik menunjukkan perubahan nilai organoleptik tekstur dan kesegaran cabai merah selama penyimpanan hingga hari ke-12 pada dua perlakuan, yaitu tanpa nitrogen dan dengan kemasan nitrogen. Pada perlakuan tanpa nitrogen, terjadi penurunan tajam baik pada tekstur maupun kesegaran. Tekstur cabai yang awalnya mendapat skor 5 (sangat baik) mengalami penurunan menjadi 1,20 pada hari ke-12. Kesegaran juga

menunjukkan penurunan serupa, dari skor 5 menjadi 1,12. Cabai mengalami pelayuan, lunak dan penurunan kualitas fisik secara signifikan dalam waktu relatif singkat. Hal ini menunjukkan bahwa cabai merah yang tidak diberi perlakuan atmosfer termodifikasi sangat rentan terhadap kehilangan air, respirasi tinggi, serta serangan mikroba sehingga cepat mengalami pelayuan dan penurunan mutu (Kader, 2020; Wills et al., 2016). Gambar 5. Menunjukkan gambar cabai dengan perlakuan nitrogen dengan berbagai waktu penyimpanan.



Gambar 5. Perubahan fisik cabai dengan perlakuan nitrogen dan tanpa nitrogen dengan berbagai waktu penyimpanan.

Perlakuan kemasan nitrogen, penurunan kualitas terlihat lebih lambat. Tekstur cabai tetap baik hingga hari ke-9 dengan skor penilaian 3,44 dan mengalami penurunan menjadi 2,76 pada hari ke-12. Penilaian kesegaran menunjukkan penilaian cukup dengan skor 2,80 pada hari ke-12. Hasil ini masih lebih tinggi dibandingkan cabai tanpa nitrogen. Hal ini menunjukkan bahwa modifikasi atmosfer dengan penambahan nitrogen efektif dalam memperlambat proses respirasi, oksidasi, dan aktivitas mikroba yang berkontribusi pada kerusakan cabai merah. Hasil ini memperkuat bahwa MAP berbasis nitrogen efektif memperpanjang umur simpan cabai merah dan mempertahankan mutu organoleptiknya lebih baik dibandingkan penyimpanan biasa (Fonseca et.al, 2017).

4 Kesimpulan

Penerapan Modified Atmosphere Packaging (MAP) berbasis nitrogen terbukti mampu mempertahankan mutu fisik cabai merah selama penyimpanan pada suhu ruang. Pengemasan dengan nitrogen secara nyata menekan laju susut bobot dan menjaga kestabilan kadar air dibandingkan perlakuan tanpa nitrogen, sehingga kehilangan bobot pascapanen dapat dikurangi. Selain itu, kemasan nitrogen lebih efektif dalam mempertahankan atribut warna cabai merah, yang ditunjukkan oleh nilai kecerahan (L) dan kemerahan (a) yang relatif lebih stabil serta laju peningkatan nilai kekuningan (b) yang lebih rendah selama penyimpanan. Secara organoleptik, cabai merah yang dikemas dengan nitrogen memiliki tekstur dan kesegaran yang lebih baik serta umur simpan lebih panjang hingga 9–12 hari dibandingkan cabai tanpa nitrogen yang mengalami penurunan mutu signifikan setelah hari ke-6. Hasil ini menunjukkan bahwa MAP berbasis nitrogen berpotensi diterapkan sebagai teknologi pascapanen untuk mengurangi kehilangan mutu dan meningkatkan daya simpan cabai merah.

Daftar Pustaka

- Adinegoro, H., Manalu, L. P., Asgar, A., Yustiningsih, N., Purwanto, W., Sumarno, L., Henanto, H., Subandrio, Pramono, E. P., Lukas, A., Luthfiyanti, R., Widayanti, S. M., Risfaheri, Budiyo, A., & Arif, A. B. (2025). Establishing the Most Appropriate Modified Atmosphere Composition to Store Dewi Star Fruit (*Averrhoa carambola* L.). *Scientifica*, 2025(1), 6694951. <https://doi.org/10.1155/sci5/6694951>
- Agarwal, S., Verma, A., & Singh, R. (2018). Effect of nitrogen flushing on shelf-life of fried snacks. *Journal of Food Science and Technology*, 55(9), 3732–3740. <https://doi.org/10.1039/c8fo00817e>
- BPS. (2024). *Statistik Hortikultura 2024*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Berry, H. M., Lai, F., Kende, A., Rickett, D. V., Baxter, C. J., Enfissi, E. M. A., & Fraser, P. D. (2021). Understanding colour retention in red chilli pepper fruit using a metabolite profiling approach. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, 2, 100013. <https://doi.org/10.1016/j.fochms.2021.100013>
- FAO. (2022). *Food loss and waste in fruits and vegetables*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fonseca, S. C., & Oliveira, F. A. R. (2017). Respiration and modified atmosphere packaging. In: *Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables, and Flowers*. Wiley-Blackwell.
- Kader, A. A. (2020). *Postharvest biology and technology of horticultural crops*. University of California, Agriculture and Natural Resources.
- Liu, X., Zhang, Y., & Chen, L. (2025). Advances in modified atmosphere packaging for fresh produce: A review. *Postharvest Biology and Technology*, 210, 112456. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2025.112456>
- MacLaughlin, R., Patel, S., & Green, D. (2024). Role of nitrogen in modified atmosphere packaging: Mechanisms and applications. *Food Packaging and Shelf Life*, 32, 101074. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2024.101074>

- Nurjanah, R., Hidayat, R., & Siregar, A. (2023). Analisis kehilangan pascapanen cabai merah pada tingkat petani dan pedagang. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 11(2), 155–166.
- Olveira-Bouzas, V., Pita-Calvo, C., Romero-Rodríguez, M. A., & Vázquez-Odériz, M. L. (2023). Evaluation of a Packaging System in Pallets Under Modified Atmosphere to Extend the Shelf-life of 'Padrón' Peppers Stored at Refrigeration Temperature. *Food and Bioprocess Technology*, 16, 785-803. <https://doi.org/10.1007/s11947-022-02966-2>
- Pega, E. P., Bintoro, N., & Saputro, A. D. (2021). Rekayasa Teknologi Penyimpanan dengan Atmosfer Termodifikasi untuk Memperpanjang Umur Simpan dalam Penanganan Pascapanen Tomat. *agriTECH*, 41(3), 246. <https://doi.org/10.22146/agritech.54926>
- Sari, M., Hidayat, R., & Wibowo, A. (2022). Pengaruh kemasan atmosfer termodifikasi terhadap mutu cabai merah selama penyimpanan. *Jurnal*
- Sari, D., Pratama, H., & Yuliani, R. (2021). Pengaruh modified atmosphere packaging terhadap mutu cabai merah selama penyimpanan dingin. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 23(1), 45–54.
- Shen, X., Yuan, R., Wang, Y., & others. (2019). Effects of pressurized argon and nitrogen treatments in delaying the losses of moisture, ascorbic acid, color and firmness in produce. *Journal of Food Science*, 84(12).
- Wills, R., McGlasson, B., Graham, D., & Joyce, D. (2016). *Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables*. CABI.
- Yeboah, S., Hong, S. J., Park, Y., Choi, J. H., & Eum, H. L. (2023). Postharvest Quality Improvement of Bell Pepper (*Capsicum annuum* L. cv Nagano) with Forced-Air Precooling and Modified Atmosphere Packaging. *Foods*, 12(21), 3961. <https://doi.org/10.3390/foods12213961>

Rekayasa Material Komposit Berbasis Limbah Ampas Kopi dan Sekam Padi untuk Aplikasi di Industri Kimia

Sri Risdhiyanti Nuswantari¹ Abdullah Malik Islam Filardli², Mukhammad Himam Isomudin³, Gita Mawadah Yulianna⁴, Rahima Nilansari⁵, Yasyfa Husnan Prahardika⁶, Fadilah Puspita Sari⁷, Muhammad Syukron Lazim⁸, Muhammad Amyra Faiz⁹, Dawamul Khoir¹⁰, Dais Shiddik¹¹

^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11} Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia

¹sririsdhiyantinuswa@lecturer.undip.ac.id

Submit : 26-11-2025

Revisi : 31-12-2025

Diterima : 31-12-2025

ABSTRACT

The utilization of biomass waste as fillers in polymer composite materials represents a sustainable strategy to enhance the value of agricultural residues and support circular economy principles. This study aims to evaluate the effects of rice husk and spent coffee grounds as biomass fillers on the mechanical properties, as well as the durability and stability, of polypropylene (PP)-based composites. The composites were fabricated with filler weight fractions of 10% and 30% and subjected to tensile testing in accordance with ASTM standards. Durability performance was assessed through immersion tests in NaOH, HCl, and water. Changes in specimen length, width, and weight were statistically analyzed using analysis of variance (ANOVA) to determine the influence of chemical treatments and physical parameters. The results indicate that increasing the filler content to 30% tends to enhance tensile strength compared to the 10% filler fraction; however, all specimens still exhibit brittle behavior due to suboptimal interfacial bonding between the filler and the polymer matrix. Durability testing further reveals that the type of immersion medium has a statistically significant effect on composite stability, whereas physical parameters show no significant influence. The potential of integrating rice husk and spent coffee grounds as eco-friendly fillers in PP composites for non-structural applications.

Keywords: Circular economy, Chemical resistance, Coffee grounds, Polymer composite, Rice husk, Waste-based polymer.

ABSTRAK

Abstrak

Pemanfaatan limbah biomassa sebagai filler pada material komposit polimer merupakan strategi berkelanjutan untuk meningkatkan nilai tambah limbah pertanian dan mendukung prinsip ekonomi sirkular. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan sekam padi dan ampas kopi sebagai filler biomassa terhadap sifat mekanik serta ketahanan dan kestabilan komposit berbasis polipropilena (PP). Komposit dibuat dengan variasi fraksi filler 10% dan 30%, kemudian diuji kekuatan tarik menggunakan standar ASTM serta diuji ketahanannya melalui perendaman dalam larutan NaOH, HCl, dan air. Perubahan dimensi panjang, lebar, dan berat dianalisis menggunakan metode ANOVA untuk mengetahui pengaruh perlakuan kimia dan parameter fisik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan fraksi filler hingga 30% cenderung meningkatkan kekuatan tarik dibandingkan fraksi 10%, meskipun seluruh spesimen masih menunjukkan karakteristik getas akibat ikatan antarmuka *filler* matriks yang belum optimal. Uji ketahanan menunjukkan bahwa jenis media perendaman berpengaruh signifikan terhadap kestabilan spesimen, sedangkan parameter fisik tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Potensi integrasi sekam padi dan ampas kopi sebagai filler komposit PP untuk aplikasi non struktural berbasis material ramah lingkungan.

Kata kunci: Ampas kopi, Ekonomi sirkuler, Ketahanan kimia, Komposit polimer, Polimer berbasis limbah, Sekam Padi

1 Pendahuluan

Limbah pertanian umumnya dihasilkan dari kegiatan pascapanen dan industri pengolahan hasil pertanian, seperti jerami, sekam, dan residu organik lainnya. Sekam padi merupakan limbah yang dihasilkan dari proses penggilingan padi. Pada tahun 2022, Indonesia memproduksi sekitar 55,6 juta ton gabah kering giling (GKG) (Matin et al., 2023). Sekam padi dihasilkan sebanyak 11 juta ton setiap tahunnya (20% GKG) sebagai sumber energi yang potensial untuk produksi biogas (Lantasi et al., 2020). Proses produksi kopi juga menghasilkan sejumlah limbah yang signifikan. Sebanyak 45% dari total biji kopi yang diproses menjadi limbah, yang mencakup cangkang, kulit, dan limbah pembuangan kopi lainnya seperti ampas kopi (Pramesti et al., 2024). Limbah ini sering kali tidak dikelola dengan baik, meskipun memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai biomaterial dalam banyak aplikasi, termasuk sebagai pupuk organik, sumber energi alternatif, dan bahan baku untuk pembuatan produk baru seperti bioplastik (Syafri & Murnawan, 2025; Nury et al., 2023; Sisti et al., 2021). Limbah pertanian dapat dimanfaatkan kembali dan dikonversi menjadi produk bernilai tambah, seperti bioenergi, energi terbarukan, serta bahan baku industri ramah lingkungan yang mendukung prinsip pembangunan berkelanjutan (Koul et al., 2022).

Sekam padi merupakan sumber silika potensial, dengan kandungan silika mencapai 87%–97% berat kering setelah proses pembakaran sempurna, serta tersedia dalam jumlah melimpah dengan biaya yang relatif rendah (Hamidu et al., 2025). Ampas kopi merupakan biomassa lignoselulosa yang mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Ampas kopi dapat membentuk struktur berpori dengan luas permukaan yang tinggi melalui perlakuan termal, sehingga berpotensi meningkatkan interaksi antarmuka antara *filler* dan matriks. Karakteristik tersebut menjadikan ampas kopi sebagai material pengisi ramah lingkungan yang bernilai tambah dalam aplikasi rekayasa material berbasis komposit (Yang et al., 2025).

Filler berperan sebagai material tambahan yang digunakan untuk memodifikasi sifat fisik dan fungsional matriks polimer dalam sistem material komposit. Penambahan *filler* tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan sifat mekanik, tetapi juga untuk mengontrol parameter lain seperti kekakuan, stabilitas termal, serta karakteristik permukaan material. Kinerja *filler* dalam komposit sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel, luas permukaan, serta kualitas interaksi antarmuka antara *filler* dan matriks polimer. Ramesh et al. (2022), menyatakan bahwa ampas kopi memiliki potensi yang signifikan sebagai *filler* ramah lingkungan dalam sistem komposit polimer.

Pada penelitian ini, sekam padi dan ampas kopi dipilih sebagai *filler* dalam sistem komposit berbasis polipropilena (PP). Polipropilena merupakan matriks polimer yang

memiliki karakteristik ringan, serbaguna, ekonomis, serta ketahanan kimia yang baik, sehingga banyak digunakan dalam berbagai aplikasi rekayasa material. Berdasarkan potensi limbah biomassa tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan sekam padi dan ampas kopi sebagai *filler* terhadap sifat mekanik serta karakteristik material komposit polipropilena yang dihasilkan.

2 Metode

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Hot Plate, Neraca digital Ohaus kapasitas 220 gram, Oven, *Chopper*, Pengayak, Panci, Baskom, Nampan, Gelas beker ukuran 500 mL dan 250 mL, Pengaduk kaca, Sendok reagen, Termometer, Cetakan komposit, Mesin press hidrolik, Mesin potong spesimen, Mesin uji tarik (*Universal Testing Machine*), Jangka sorong, dan Lemari asam. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *pellet polipropilena* (PP), limbah ampas kopi, dan sekam padi.

Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini meliputi jenis limbah organik, yaitu sekam padi dan ampas kopi, serta fraksi massa *filler* dalam matriks polimer yang ditetapkan sebesar 10%, dan 30% berat terhadap total komposit. Variabel terkontrol dijaga konstan selama proses penelitian, meliputi suhu pencampuran *polimer-filler* sebesar 180 °C, ukuran partikel limbah organik <200 µm, waktu pencampuran selama 15 menit untuk memastikan dispersi partikel yang homogen, serta tekanan pencetakan komposit sebesar 5 MPa.

Prosedur Penelitian

Penelitian diawali dengan mempersiapkan limbah organik, yang dimana sekam padi dan ampas kopi dikeringkan di dalam oven pada suhu 70°C selama 24 jam untuk mengurangi kadar air. Limbah kemudian digiling hingga menjadi serbuk halus dengan ukuran partikel <200 mikron. Setelah itu dilakukan pencampuran dan pencetakan komposit dengan melelehkan polimer termoplastik pada suhu 180°C. selanjutnya menambahkan serbuk limbah organik dengan komposisi 10%, atau 30% berat) ditambahkan ke dalam polimer leleh dan diaduk selama 15 menit. Kemudian, campuran dituangkan ke dalam cetakan dan diberi tekanan 5 MPa hingga dingin dan mengeras. Dilakukan pembuatan spesimen uji yang dimana spesimen komposit dipotong sesuai standar ASTM D638 untuk pengujian kekuatan tarik, ketahanan kimia, dan daya serap air (Raj & Michailovich, 2021).

Pengujian dan Analisis Penelitian

Pengujian yang dilakukan meliputi uji kekuatan tarik yang dimana dilakukan dengan mesin uji tarik sesuai standar ASTM D638 Laboratorium Sipil dan Arsitektur, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, dan ASTM E8 di Laboratorium Material Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Kemudian ada uji ketahanan kimia, yang dimana sampel komposit direndam dalam larutan HCl 1M dan NaOH 1 M selama 24 jam pada suhu ruang,

kemudian dicatat perubahan massa dan dimensi. Komposit juga diuji daya serapnya dengan merendamnya dalam air selama 24 jam, lalu ditimbang untuk melihat perubahan massa.

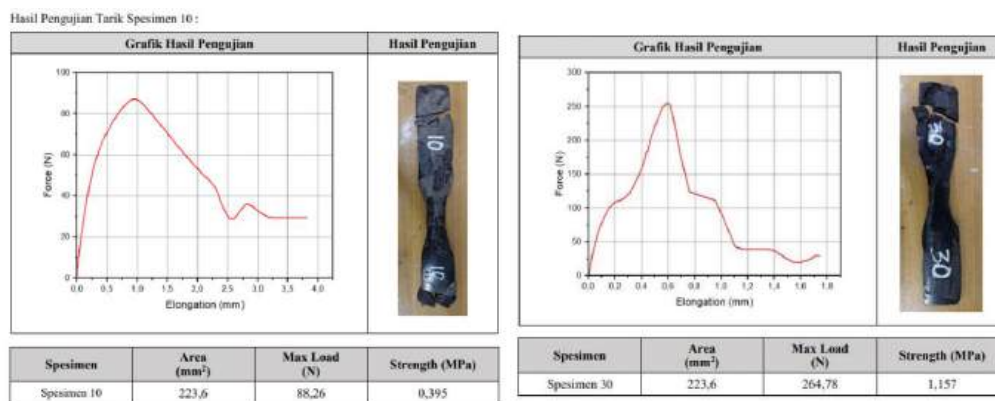
Analisis Data

Hasil uji diolah dengan analisis statistika ANOVA untuk mengevaluasi pengaruh jenis dan komposisi limbah terhadap sifat mekanik dan ketahanan kimia komposit.

3 Hasil

Kekuatan Mekanik Spesimen

Sifat mekanik komposit merupakan kemampuan material dalam menahan beban selama digunakan yang meliputi kekuatan tarik (*tensile strength*), modulus elastisitas (*young's modulus*) dan kekuatan impak (Nugroho, 2024). Berikut hasil uji kekuatan mekanis dari spesimen 10 dan 30.



Gambar 1. Grafik hasil pengujian spesimen 10 dan spesimen 30

Pada awal kurva menunjukkan daerah yang elastis yang mana menunjukkan bahwa material akan kembali ke bentuk semula jika gaya dihilangkan. Kemiringan garis mempresentasikan modulus elastisitas. Puncak kurva menunjukkan Max Load yang dapat ditahan oleh spesimen sebelum mulai mengalami deformasi plastis yang signifikan/patah. Setelah puncak kurva mulai menurun yang menunjukkan daerah plastis, dimana material mengalami deformasi permanen. Grafik menunjukkan kecuraman yang menunjukkan bahwa material relatif getas. Naik dan turunnya grafik disebabkan adanya penguatan atau orientasi internal pada material sebelum akhirnya melemah dan patah.

Perbandingan grafik gaya elongasi antara Spesimen 10 dan Spesimen 30 menunjukkan perbedaan respons mekanik yang signifikan akibat variasi kinerja *filler* biomassa dalam matriks polipropilena. Spesimen 30 memperlihatkan peningkatan gaya tarik yang lebih tajam hingga mencapai beban maksimum sebesar 264,78 N dengan kekuatan tarik 1,157 MPa, yang jauh lebih tinggi dibandingkan Spesimen 10 yang hanya mencapai beban maksimum 88,26 N dan kekuatan tarik 0,39 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa pada Spesimen 30 terjadi transfer tegangan yang lebih efektif antara matriks dan

filler sekam padi dan ampas kopi, sehingga material mampu menahan beban yang lebih besar sebelum mengalami kegagalan. Menurut Nugroho (2024), kekuatan tarik pada pemanfaatan abu sekam padi sebagai *filler* dalam komposit meningkat sebesar $\pm 18\%$ pada penambahan 10% ASP dibandingkan komposit tanpa *filler*. Nilai kekuatan tarik yang rendah ini mengindikasikan bahwa mekanisme transfer tegangan dari matriks ke *filler* belum berlangsung secara optimal. Fenomena serupa juga dilaporkan pada komposit berpenguat biomassa dengan fraksi dan ikatan antarmuka yang kurang baik, yang cenderung menghasilkan kekuatan tarik rendah sebelum terjadi kegagalan material (Gundara & Rahman, 2019).

Max Load yang ditunjukkan adalah 88,26 N (spesimen 10) dan 264,78 N (spesimen 30) merupakan nilai yang dapat ditahan oleh spesimen sebelum mulai mengalami deformasi plastis yang signifikan atau patah. Setelah melewati puncak, kurva mulai menurun, menunjukkan daerah plastis, di mana material mengalami deformasi permanen (Bruhns, 2021). Spesimen 30 menunjukkan elongasi maksimum yang lebih tinggi dan penurunan gaya yang berlangsung secara bertahap setelah titik maksimum, mengindikasikan mekanisme kegagalan progresif dan perilaku yang relatif lebih ulet. Kondisi ini merupakan kelebihan utama Spesimen 30 karena material tidak langsung mengalami patah getas, melainkan mampu menyerap energi deformasi lebih besar. Sebaliknya, Spesimen 10 menunjukkan penurunan gaya yang lebih cepat setelah mencapai puncak, disertai fluktuasi gaya yang lebih kecil, yang menandakan terjadinya kegagalan dini akibat lemahnya ikatan antarmuka *filler* matriks atau kemungkinan distribusi *filler* yang kurang homogen. Hal tersebut menjadi kelemahan Spesimen 10 karena membatasi kemampuan material dalam menahan deformasi dan beban tarik.

Penurunan yang cukup curam mengindikasikan material yang cenderung getas. Penambahan *filler* biomassa pada fraksi tertentu dapat memperbaiki sifat mekanik komposit akibat berkurangnya rongga (*void*) dan meningkatnya interaksi antarpartikel (Janowski et al., 2025). Sekam padi yang kaya silika serta partikel lignoselulosa dari ampas kopi berkontribusi terhadap peningkatan kekakuan dan kekuatan tarik komposit hingga mencapai kadar *filler* optimum (Fayzullin et al., 2025). Meskipun demikian, seluruh spesimen memiliki kekuatan yang rendah sehingga mudah getas.

Karakteristik Spesimen 10 masih menunjukkan adanya mekanisme kegagalan bertahap yang mengindikasikan peran *filler* biomassa dalam menahan propagasi retak, meskipun belum optimal. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa Spesimen 30 memiliki keunggulan dalam hal kekuatan tarik dan keuletan, sedangkan Spesimen 10

memiliki keterbatasan pada kemampuan transfer tegangan dan ketahanan deformasi. Perbedaan ini menegaskan pentingnya pengendalian komposisi, dispersi *filler*, dan kualitas interaksi antarmuka dalam pengembangan komposit polimer berbasis biomassa. Bila dibandingkan, material dengan konsentrasi limbah 30% cenderung memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan material dengan kandungan limbah 10%. Peningkatan kekuatan ini dipengaruhi oleh peran sekam padi dan ampas kopi yang berfungsi sebagai *filler* dalam matriks komposit, sehingga meningkatkan kepadatan dan efisiensi transfer beban antar fase.

Ketahanan dan Kestabilan Spesimen

Pengujian ketahanan dan kestabilan spesimen dilakukan melalui perendaman menggunakan larutan NaOH, HCl, dan air untuk mengevaluasi perubahan dimensi panjang, lebar, dan berat spesimen pada konsentrasi 10% dan 30%. Analisis statistik menggunakan metode ANOVA dua arah dilakukan untuk menentukan pengaruh jenis perlakuan kimia dan parameter fisik terhadap perubahan sifat spesimen.

Tabel 1. Anova spesimen konsentrasi 10%

Sumber Variasi	SS	df	MS	F	p-value	F kritis
Perlakuan kimia	1,171756	2	0,585878	2,815216	0,0044	6,944272
Parameter fisik	0,031622	2	0,015811	0,759744	0,525197	6,944272
Galat	0,083244	4	0,020811			
Total	1,286622	8				

Tabel 2. Anova spesimen konsentrasi 30%

Sumber Variasi	SS	df	MS	F	p-value	F kritis
Perlakuan kimia	2,054,022	2	1,027,011	9,546,685	0,030002	6,944,272
Parameter fisik	0,232156	2	0,116078	1,079,013	0,421927	6,944,272
Galat (Error)	0,430311	4	0,107578			
Total	2,716,489	8				

Berdasarkan hasil ANOVA pada spesimen dengan konsentrasi 10% (Tabel 1), faktor perlakuan kimia menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap ketahanan dan kestabilan spesimen, yang ditunjukkan oleh nilai p-value sebesar 0,0044 ($< 0,05$). Nilai F yang lebih besar dibandingkan F kritis mengindikasikan bahwa perbedaan jenis media perendaman memberikan respons yang berbeda secara nyata terhadap spesimen. Sebaliknya, faktor parameter fisik berupa panjang, lebar, dan berat tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan, dengan nilai p-value sebesar 0,525 ($> 0,05$). Hasil ini mengindikasikan bahwa pada konsentrasi 10%, perubahan ketahanan dan kestabilan spesimen lebih dipengaruhi oleh jenis perlakuan kimia dibandingkan variasi parameter fisik awal.

Hasil serupa juga ditunjukkan pada spesimen dengan konsentrasi 30% (Tabel 2), di mana faktor perlakuan kimia memberikan pengaruh yang signifikan terhadap respon spesimen dengan nilai p-value sebesar 0,030 ($< 0,05$). Sementara itu, faktor parameter fisik kembali tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan (p-value = 0,422). Temuan ini

menegaskan bahwa pada konsentrasi *filler* yang lebih tinggi, jenis media perendaman tetap menjadi faktor dominan yang memengaruhi ketahanan dan kestabilan spesimen.

Tabel 3. Perubahan fisik spesimen konsentrasi 10% setelah uji ketahanan

Parameter	NaOH	HCl	Air
Panjang	-0,2	-0,2	-0,3
Lebar	-0,1	-0,2	0,0
Berat	0,8	0,59	0,38

Tabel 4. Perubahan fisik spesimen konsentrasi 30% setelah uji ketahanan

Parameter	NaOH	HCl	Air
Panjang	0,1	-0,4	-0,9
Lebar	0,0	0,2	0,3
Berat	1,02	0,75	0,54

Perubahan fisik spesimen sebelum dan sesudah perendaman ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 4. Pada konsentrasi 10%, perendaman menggunakan NaOH dan HCl menyebabkan penyusutan dimensi panjang dan lebar spesimen, disertai dengan peningkatan berat. Fenomena ini mengindikasikan terjadinya interaksi kimia antara larutan dan struktur biomassa, yang memungkinkan penetrasi larutan ke dalam matriks material. Pada perendaman menggunakan air, spesimen mengalami penyusutan panjang tanpa perubahan lebar yang signifikan, dengan peningkatan berat yang lebih rendah dibandingkan perlakuan kimia. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun air tidak bersifat reaktif secara kimia, mekanisme difusi dan absorpsi tetap memengaruhi kestabilan fisik spesimen.

Pada konsentrasi 30%, respons spesimen terhadap perendaman menunjukkan pola yang lebih kompleks. Perlakuan NaOH menyebabkan peningkatan panjang dan berat spesimen tanpa perubahan lebar yang signifikan, yang mengindikasikan terjadinya pengembangan struktur akibat peningkatan porositas dan penyerapan larutan. Sebaliknya, perlakuan HCl menyebabkan penyusutan panjang yang disertai peningkatan lebar dan berat spesimen, yang mencerminkan terjadinya perubahan struktur internal material. Pada perendaman menggunakan air, spesimen mengalami penyusutan panjang dengan peningkatan lebar dan berat, yang terutama dipengaruhi oleh mekanisme penyerapan air dan pengembangan pori.

Perbedaan perubahan dimensi dan berat spesimen akibat perlakuan perendaman dapat dijelaskan berdasarkan mekanisme interaksi kimia dan fisik antara larutan dan struktur biomassa. Perlakuan menggunakan NaOH diketahui mampu melarutkan sebagian hemiselulosa dan lignin, sehingga membuka struktur lignoselulosa dan meningkatkan porositas material (Moramarco et al., 2025). Pada kondisi tertentu, peningkatan porositas ini tidak selalu diikuti oleh penurunan massa, melainkan meningkatkan kapasitas penyerapan larutan, yang tercermin dari bertambahnya berat spesimen setelah perendaman.

Perlakuan menggunakan HCl bekerja melalui mekanisme hidrolisis komponen hemiselulosa serta pelarutan mineral anorganik, yang menyebabkan deformasi dimensi spesimen dan pelemahan struktur internal. Namun demikian, terbukanya pori-pori material juga memungkinkan larutan masuk ke dalam matriks, sehingga meningkatkan berat spesimen (Tabish et al., 2024). Sementara itu, perendaman menggunakan air tidak melibatkan reaksi kimia yang signifikan, tetapi tetap menyebabkan perubahan dimensi dan berat akibat mekanisme difusi dan absorpsi air ke dalam struktur material.

Hasil pengujian ketahanan dan kestabilan spesimen menunjukkan bahwa jenis media perendaman lebih menentukan dibandingkan parameter fisik. Peningkatan konsentrasi *filler* biomassa dari 10% menjadi 30% memperkuat respons spesimen terhadap perlakuan kimia, yang tercermin dari perubahan dimensi dan berat yang lebih beragam. Temuan ini menegaskan pentingnya pemilihan kondisi perlakuan kimia dalam pengembangan komposit berbasis biomassa agar diperoleh kestabilan dimensi dan ketahanan material yang optimal.

4 Kesimpulan

Sekam padi dan ampas kopi berpotensi dimanfaatkan secara simultan sebagai *filler* biomassa dalam komposit berbasis polipropilena (PP), meskipun kinerja mekanik yang dihasilkan masih relatif rendah. Peningkatan fraksi *filler* hingga 30% menghasilkan peningkatan kekuatan tarik dibandingkan fraksi 10%, yang mengindikasikan peran *filler* dalam meningkatkan kepadatan material dan efisiensi transfer beban. Karakteristik mekanik seluruh spesimen masih cenderung getas yang menandakan bahwa ikatan antarmuka belum optimal. Evaluasi ketahanan melalui pengujian perendaman menunjukkan bahwa parameter fisik tidak memberikan pengaruh signifikan.

Pemanfaatan limbah biomassa sebagai *filler* komposit merupakan strategi untuk meningkatkan nilai tambah limbah pertanian dan mengurangi ketergantungan pada material berbasis sumber daya tak terbarukan. Meskipun kinerja mekanik yang dihasilkan masih terbatas untuk aplikasi struktural, material komposit ini berpotensi digunakan pada aplikasi non-struktural bernilai rendah hingga menengah. Rekayasa antarmuka, metode pencampuran, dan modifikasi *filler*, komposit berbasis limbah biomassa ini berpotensi menjadi material ramah lingkungan yang mendukung keberlanjutan industri dan pengelolaan limbah secara sirkular.

Daftar Pustaka

- Bruhns, O. T. (2020). Large deformation plasticity: From basic relations to finite deformation. *Acta Mechanica Sinica*, 36(2), 472–492.
<https://doi.org/10.1007/s10409-020-00926-7>
- Fayzullin, I., Gorbachev, A., Volfson, S., Zhakypova, G., Uderbayev, S., Nakyp, A., &

- Akylbekov, N. (2025). Influence of Different Dosages of Rice Husk Particles on Thermal, Physical, Mechanical and Rheological Properties of Polypropylene-Based Composites. *Journal of Composites Science*, 9(8), 443. <https://doi.org/10.3390/jcs9080443>
- Gundara, G., & Rahman, M. B. N. (2019). Sifat Tarik, Bending dan Impak Komposit Serat Sabut Kelapa-Polyester dengan Variasi Fraksi Volume. *JMPM (Jurnal Material dan Proses Manufaktur)*, 3(1). <https://doi.org/10.18196/jmpm.3132>
- Hamidu, I., Afotey, B., Kwakye-Awuah, B., & Anang, D. A. (2025). Synthesis of silica and silicon from rice husk feedstock: A review. *Heliyon*, 11(4), e42491. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42491>
- Janowski, G., Frącz, W., Bąk, Ł., Sikora, J. W., Tomczyk, A., Mrówka-Nowotnik, G., & Mossety-Leszczak, B. (2025). Effect of Coffee Grounds Content on Properties of PHBV Biocomposites Compared to Similar Composites with Other Fillers. *Polymers*, 17(6), 764. <https://doi.org/10.3390/polym17060764>
- Koul, B., Yakoob, M., & Shah, M. P. (2022). Agricultural waste management strategies for environmental sustainability. *Environmental Research*, 206, 112285. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112285>
- Lantasi, A. I. D., Syafrudin, & Budiyo. (2020). Rice husk as renewable energy for biogas production from biomass: Prospect and challenges. *E3S Web of Conferences*, 202, 06024. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020206024>
- Matin, H. H. A., Syafrudin, & Suherman. (2020). Solid State Anaerobic Digestion for Biogas Production from Rice Husk. *E3S Web of Conferences*, 202, 08005. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020208005>
- Moramarco, A., Ricca, E., Acciardo, E., Laurenti, E., & Bracco, P. (2025). Cellulose Extraction from Soybean Hulls and Hemp Waste by Alkaline and Acidic Treatments: An In-Depth Investigation on the Effects of the Chemical Treatments on Biomass. *Polymers*, 17(9), 1220. <https://doi.org/10.3390/polym17091220>
- Nugroho. (2024). Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi Sebagai Filler dalam komposit Polimer: Studi Karakteristik Mekanik dan Termal. *Tatal*, 3(1). <https://ejurnal.unisfat.ac.id/index.php/tatal/article/view/72/47>
- Nury, D. F., Luthfi, M. Z., Farohi, A. R., & Widjaja, T. (2023). Pengaruh Pre-Treatment Kimia dan Biologi Terhadap Produksi Biogas dari Kulit Kopi. *REACTOR: Journal of Research on Chemistry and Engineering*, 4(2), 47–53. <https://doi.org/10.52759/reactor.v4i2.99>
- Pramesti, F. S., Firnia, D., Putri, W. E., & Sodik, A. H. (2024). Applying coffee processing waste as an organic material against growth and yield of caisim plant (*Brassica chinensis* var. *Parachinensis*). *Gema Wiralodra*, 15(1), 156–166. <https://doi.org/10.31943/gw.v15i1.669>
- Raj, S. S., Michailovich, K. A., Subramanian, K., Sathiamoorthy, S., & Kandasamy, K. T. (2021). Philosophy of Selecting ASTM Standards for Mechanical Characterization of Polymers and Polymer Composites. *Materiale Plastice*, 58(3), 247–256. <https://doi.org/10.37358/MP.21.3.5523>
- Ramesh, M., Rajeshkumar, L. N., Srinivasan, N., Kumar, D. V., & Balaji, D. (2022). Influence of filler material on properties of fiber-reinforced polymer composites: A review. *E-Polymers*, 22(1), 898–916. <https://doi.org/10.1515/epoly-2022-0080>
- Sisti, L., Celli, A., Totaro, G., Cinelli, P., Signori, F., Lazzeri, A., Bikaki, M., Corvini, P., Ferri, M., Tassoni, A., & Navarini, L. (2021). Monomers, Materials and Energy from Coffee By-Products: A Review. *Sustainability*, 13(12), 6921. <https://doi.org/10.3390/su13126921>

- Syafri, M. H., & Murnawan, H. (2025). Pemanfaatan Optimal Limbah: Inovasi dan Teknologi Pembuatan Briket dari Ampas Kopi dan Kulit Ari Kelapa. *Industrika : Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 9(2), 303–313. <https://doi.org/10.37090/indstrk.v9i2.1974>
- Tabish, A. N., Irfan, M., Irshad, M., Hussain, M. A., Zeb, H., Jahangir, S., Shahzad, A., Siddiqi, M. H., Mujtaba, M. A., Fouad, Y., & Kalam, M. A. (2024). Optimization of waste biomass demineralization through response surface methodology and enhancement of thermochemical and fusion properties. *Scientific Reports*, 14(1), 27246. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-63471-4>
- Yang, S. B., Woo, M. J., Lee, D., Kim, J.-H., Nam, S. Y., & Kwon, D.-J. (2025). Mechanical and Anti-Icing Properties of Polyurethane/Carbon Fiber-Reinforced Polymer Composites with Carbonized Coffee Grounds. *Materials*, 18(19), 4533. <https://doi.org/10.3390/ma18194533>



Jurnal Pertanian Terpadu
Sekolah Tinggi Pertanian Kutai Timur
Jalan Soekarno-Hatta, Sangatta Kutai Timur, Kalimantan Timur
Kode Pos 75611, HP:082124319434 e-mail: jpt@stiperkutim.ac.id
Website: <http://ojs.stiperkutim.ac.id>



9 772354 725021