

Analisis Indeks Kualitas Tanah pada Perkebunan Jeruk di Distrik Teluk Kimi Nabire, Papua Tengah

Aprilia Damayanti¹, Ishak Musaad^{1*}, Amin Mbusango¹

¹Jurusan Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Papua, Jln. Gunung Salju, Kampus UNIPA Amban Manokwari, Papua Barat

Email: i.musaad@unipa.ac.id

Submit : 13-03-2026

Revisi : 08-05-2026

Diterima : 08-06-2026

ABSTRACT

Citrus production in Nabire Regency, Central Papua, has declined, despite the region's reputation as a leading producer of sweet orange. This decline is believed to be related to soil degradation due to land management and intensive use of chemical fertilizers. This study aimed to analyze the physical, chemical, and biological properties of the soil and determine the soil quality index (SQI) in citrus plantations in Teluk Kimi District, Nabire Regency, Central Papua. The method used was a survey, with soil quality scoring based on Lal's criteria. Soil samples were taken at a depth of 0-30 cm from four plantation locations and one forest site as a comparison. Parameters observed included bulk density, porosity, texture, pH, Cation Exchange Capacity (CEC), Base Saturation (BSC), total nitrogen (N-total), organic carbon (C-organic), available phosphorus (P-available), total mycorrhizae, and total mesofauna. The results showed that the soil bulk density and porosity were generally good, but the texture was dominated by clay (a limiting factor due to extreme weight). The soil was very acidic with low nutrient content and biological activity. The soil quality index across all fields is classified as poor, with scores ranging from 31 to 36. The main limiting factors include pH, KB, available P, total N, mycorrhizae, and mesofauna. Improved soil management through liming, organic matter addition, and monitoring of fertilizer and pesticide use is recommended to sustainably improve soil quality and citrus productivity.

Keywords: Citrus, Limiting factor, Nabire, Soil acidity, Soil quality index

ABSTRAK

Produksi jeruk di Kabupaten Nabire, Papua Tengah menurun meskipun daerah ini terkenal sebagai penghasil jeruk manis di Papua. Penurunan tersebut diduga terkait dengan penurunan kualitas tanah akibat pengelolaan lahan dan penggunaan pupuk kimia yang intensif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat fisik, kimia, dan biologi tanah serta menentukan indeks kualitas tanah (IKT) pada lahan perkebunan jeruk di Distrik Teluk Kimi, Kabupaten Nabire Papua Tengah. Metode yang digunakan adalah metode survei, dan skoring kualitas tanah berdasarkan kriteria Lal. Sampel tanah diambil pada kedalaman 0-30 cm dari empat lokasi lahan perkebunan, dan satu lokasi lahan hutan sebagai pembandingan. Parameter yang diamati meliputi berat volume, porositas, tekstur, pH, Kapasitas Tukar Kation (KTK), Kejenuhan Basa (KB), Nitrogen total (N-total), Karbon organik (C-organik), Fosfor tersedia (P-tersedia), total mikoriza dan total mesofauna. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum berat volume dan porositas tanah tergolong baik, namun tekstur didominasi liat (faktor pembatas berat ekstrem). Tanah bersifat sangat masam dengan kandungan hara dan aktivitas biologi rendah. Nilai indeks kualitas tanah di seluruh lahan tergolong buruk dengan kisaran skor 31-36. Faktor pembatas utama meliputi pH, KB, P-tersedia, N-total, mikoriza dan mesofauna. Disarankan agar dilakukan perbaikan pengelolaan tanah melalui pengapuran, penambahan bahan organik, serta pengawasan penggunaan pupuk dan pestisida untuk meningkatkan kualitas tanah dan produktivitas jeruk secara berkelanjutan.

Kata Kunci : Faktor pembatas, Indeks kualitas tanah, Jeruk, Kemasaman tanah, Nabire

1 Pendahuluan

Agribisnis komoditas hortikultura, khususnya tanaman jeruk (*Citrus sp.*), kini menempati posisi strategis dalam struktur ketahanan pangan dan ekonomi pertanian di Indonesia. Volume produksi jeruk nasional pada tahun 2024 telah menyentuh angka yang sangat masif, yakni mencapai 2.447.897,462 ton (BPS, 2025). Sentra-sentra produksi tidak lagi terkonsentrasi di satu pulau saja, melainkan telah terdistribusi hampir di seluruh provinsi. Diversitas spasial ini sekaligus membuktikan tingginya tingkat adaptabilitas genetik dari berbagai varietas tanaman hortikultura unggulan lokal. Pembagian ini terlihat jelas dari sebaran jeruk siam yang sangat adaptif di lahan rawa dan dataran rendah, jeruk keprok yang berproduksi optimal di dataran tinggi, hingga jeruk pamelos yang memiliki daya tahan serta pasarnya tersendiri. Tren positif dalam budidaya jeruk nusantara ini, secara fundamental digerakkan oleh pergeseran kurva permintaan pasar (*market demand*).

Minat dan partisipasi petani merespons sinyal pasar yang menjanjikan prospek ekonomi komersial yang tinggi dengan membudidayakan ragam varietas jeruk lokal. Peningkatan volume dan kualitas jeruk nusantara menjadi keunggulan komparatif berupa tingkat kesegaran (*freshness level*), harga yang lebih kompetitif, serta kekayaan cita rasa khas spesifik lokasi (*terroir*). Kualitas buah jeruk mencakup tingkat kemanisan (*Brix*), ukuran, ketebalan kulit, dan warna. Pertumbuhan vegetatif dan generatif yang optimal hanya dapat dicapai apabila tanaman dibudidayakan pada tanah dengan profil fisik, kimia, dan biologi yang berstatus baik (Guo et al., 2023; Singh et al., 2025).

Kualitas tanah didefinisikan sebagai kapasitas tanah untuk berfungsi dalam batas ekosistem alami atau yang dikelola dan untuk mempertahankan produktivitas tanaman sambil mengurangi degradasi tanah. Berbagai parameter atau indikator tanah telah diidentifikasi untuk memperkirakan praktik pengelolaan dan karakteristik tanah. Istilah kualitas tanah digambarkan sebagai komponen dari ekosistem yang mendukung pertumbuhan dan produktivitas tanaman, mengatur aliran air, menjaga kualitas lingkungan dan meningkatkan kesehatan hewan dan manusia (Yeilagi et al., 2021; Isong et al., 2022).

Kualitas tanah merupakan indikator kemampuan jangka panjang suatu lahan dalam menjalankan fungsi ekologisnya. Peran tanah sebagai media tanam untuk memacu produktivitas vegetasi dan juga mencakup keseimbangan parameter fisik, kimia, dan biologi tanah yang saling terintegrasi (Purba et al., 2021). Kualitas tanah mempengaruhi performa agronomis tanaman baik secara kuantitas dan kualitas produksi hortikultura. Karakteristik tanah Papua memiliki potensi hara alami yang sangat menunjang budidaya tanaman spesifik lokasi. Kabupaten Nabire menjadi pusat produksi jeruk manis di Papua Tengah. Sejak awal tahun 2000-an, "Jeruk Nabire" telah menjadi simbol identitas daerah yang bernilai ekonomi tinggi dan memiliki daya tarik wisata agro. Distribusi pasar yang luas melampaui batas Kabupaten hingga Sorong, Manokwari, Jayapura, Serui, dan luar Papua.

Keberlanjutan produksi ini sangat bergantung pada kesehatan tanah sebagai fondasi utama ekosistem perkebunannya.

Dinamika pembangunan wilayah telah memicu pergeseran geospasial perkebunan jeruk ke arah barat yaitu Distrik Wanggar, Makimi, dan Teluk Kimi (Bimas dan Penyuluhan Pertanian, 2016). Degradasi luasan lahan dari 644 ha dengan produksi 14.270 ton (2013) menjadi 558 ha dan produksi 12.690 ton (2022). Penurunan ini mengindikasikan adanya konversi lahan dan tantangan untuk mempertahankan produktivitas di lahan pengembangan baru. Ketersediaan hara yang terbatas membutuhkan adanya pemupukan eksternal. Pupuk pun menjadi faktor pembatas (*limiting factor*) bagi kuantitas hasil dan kualitas organoleptik, terutama akumulasi gula untuk rasa manis yang konsisten.

Pemulihan produktivitas jeruk manis di Nabire menjadi penting karena adanya pergeseran lahan perkebunan dan keterbatasan ketersediaan hara di dalam tanah. Masniar (2018), menemukan adanya perbedaan karakteristik tanah yang cukup signifikan di Distrik Teluk Kimi, yang berpengaruh terhadap kualitas maupun jumlah hasil panen. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memetakan sebaran Indeks Kualitas Tanah (IKT) secara multidimensi pada area perkebunan jeruk di Distrik Teluk Kimi. Diharapkan penelitian ini menjadi solusi preskriptif bagi manajemen lahan jeruk yang lebih tangguh di Kabupaten Nabire, Papua Tengah.

2 Metode Penelitian

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Distrik Teluk Kimi, Kabupaten Nabire, Papua Tengah. Letak Kabupaten Nabire pada koordinat 134°35'–136°33'BT, 2°25'– 3°56'LS (Gambar 1). Waktu penelitian pada Oktober 2024 sampai Januari 2025.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Prosedur Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ring sampel, bor tanah (*auger*), laptop, alat tulis, plastik sampel, meteran, kertas label, pisau, *coolbox*, timbangan, mortal, botol semprot, gelas cup, pH meter, saringan 2 mm dan 0,5 mm, mesin pengcocok, beaker glass, labu ukur, gelas ukur, botol kocok plastik, tabung reaksi, cawan petri, pipet dan spatula. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sampel tanah, aquades, alkohol 70%, KCL, asam sulfat (H_2SO_4), kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$), H_2O_2 , NaOH, agar *Tryptic Soy* dan medium agar kentang. Penelitian ini menggunakan metode survei dan metode skoring untuk penentuan kualitas tanah. Metode skoring adalah teknik analisis data kuantitatif yang digunakan untuk memberikan nilai pada masing-masing parameter dalam sebuah survei. Data lapangan dan hasil analisis di laboratorium, dikumpulkan lalu di kategorikan berdasarkan *skoring*. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada lima lokasi yaitu HU (Hutan), KJ 1 (Kebun Jeruk 1), KJ 2 (Kebun Jeruk 2), KJ 3 (Kebun Jeruk 3), KJ 4 (Kebun Jeruk 4) yang tersebar di 3 area kebun jeruk. Sampel tanah diambil pada kedalaman 0-30 cm menggunakan bor tanah dan ring sampel. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Papua, dan Laboratorium Tanah, Tanaman, Pupuk, Air BPSIP Maros, Sulawesi Selatan.

Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan pada penelitian ini meliputi sifat kimia tanah yang terdiri atas KTK (Kapasitas Tukar Kation), Kejenuhan Basa (KB), pH, C-organik, Nitrogen-total dan P-tersedia (Eviati et al., 2023). Sifat Fisik Tanah yang dianalisis adalah tekstur tanah, porositas, berat jenis. Pengamatan struktur tanah di lapangan menggunakan *feeling method* berdasarkan kriteria yang sudah ditentukan. Sifat biologi tanah yang diukur adalah total keragaman dan kelimpahan *mesofauna*.

Analisis Data.

Analisis penilaian kualitas tanah menggunakan pengkategorian (kategorisasi) faktor pembatas dan penilaian skor relatif pada masing-masing indikator kualitas tanah berdasarkan metode (Lal et al., 1994). Kualitas tanah ditentukan dengan menghitung nilai Indeks Kualitas Tanah (IKT) yang merupakan penjumlahan skor nilai tiap indikator kualitas tanah dengan persamaan:

$$IKT = SF + SK + SB$$

,Keterangan : IKT = Indeks Kualitas Tanah; SF= Sifat Fisika; SK= Sifat Kimia; SB= Sifat Biologi. Nilai IKT yang telah didapat dikelompokkan menjadi 5 kelas yaitu sangat baik (<20), baik (20-25), sedang (25-30), buruk (30-40) dan sangat buruk (>40).

3 Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis sifat fisik, kimia dan biologi tanah untuk menentukan kualitas tanah pada perkebunan jeruk dengan kode HU (Hutan), KJ 1(Kebun Jeruk 1), KJ 2 (Kebun Jeruk 2), KJ 3 (Kebun Jeruk 3), KJ 4 (Kebun Jeruk4) disajikan pada Tabel 1 sampai 5.

Sifat fisik tanah

Beberapa sifat fisik tanah yang tidak optimal dapat menghambat pertumbuhan dan produksi jeruk di Distrik Kimi Nabire. Hasil analisis Berat Volume (BV) dan porositas tanah disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis berat volume (bv) dan porositas tanah pada perkebunan jeruk

No	Lahan	Berat Volume (BV)	Skor	Porositas (%)	Skor
1	HU	0,66	1	72,4	1
2	KJ 1	1,26	2	24,42	1
3	KJ 2	1,01	1	46,77	1
4	KJ 3	0,92	1	49,56	1
5	KJ 4	0,98	1	51,03	1

Sumber: Faktor Pembatas dan Skor Relatif (Triadiawarman *et al.*, 2022)

Nilai Faktor Pembatas; 1. Tanpa faktor pembatas; 2. Faktor pembatas ringan; 3. Faktor pembatas sedang; 4. Faktor pembatas berat; 5. Faktor pembatas ekstrim (Lal, 1994).

Berdasarkan hasil analisis berat volume tanah menunjukkan bahwa pada lahan HU, KJ 2, KJ 3, KJ 4 tergolong faktor pembatas skor 1 (faktor tanpa pembatas), sedangkan lokasi KJ 1 tergolong faktor pembatas 2 (faktor pembatas ringan). Tekstur tanah pada lokasi penelitian didominasi oleh liat dan lempung berliat. Kedua tekstur tanah ini memiliki ukuran pori yang kecil dan banyak sehingga dapat menahan air serta kepadatan tanah yang tinggi. Porositas yang tinggi di lokasi penelitian juga dapat menyebabkan berat volume tanah menjadi kecil, karena pori-pori yang banyak dan besar dapat mengurangi berat volume tanah. Menurut Triadiawarman (2022), berat volume berkaitan erat dengan pengelolaan tanah yang mempengaruhi kepadatan tanah, akar tanaman, dan aerasi. Berat volume tanah juga dipengaruhi oleh penggunaan tanah tersebut, semakin intensif penggunaan lahan maka tanah akan semakin padat jika tidak disertai dengan pemberian pupuk organik.

Nilai porositas tanah pada lokasi HU, KJ1, KJ2, KJ 3 dan KJ 4 termasuk faktor pembatas 1 (tanpa faktor pembatas). Tingginya porositas membuat volume pori yang tidak terisi oleh bahan padat juga besar. Hal ini menyebabkan berat volume tanah rendah karena bahan padat memiliki berat yang lebih kecil dibandingkan dengan volume tanah yang memiliki porositas rendah. Menurut Syawal *et al.* (2017), porositas total tanah mempengaruhi daya simpan air secara maksimum oleh tanah, semakin besar nilai porositasnya maka semakin besar daya simpan air dan udara di antara partikel-partikel tanah. Porositas yang terlalu tinggi juga dapat menurunkan stabilitas struktur tanah, terutama pada tanah bertekstur halus seperti liat (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil analisis tekstur tanah pada perkebunan jeruk

No	Lahan	%			Kelas Tekstur	Skor
		Pasir	Debu	Liat		
1	HU	25,37	30,40	44,22	C	5
2	KJ 1	25,78	30,24	43,98	C	5
3	KJ 2	12,57	8,20	79,23	C	5
4	KJ 3	20,32	36,99	42,69	C	5
5	KJ 4	26,91	35,54	38,27	CL	4

Keterangan : L = loam (lempung); Si = silt (debu); S = sand (pasir); C = clay (liat), SiL = silty clay loam (lempung liat berdebu), CL = clay loam (lempung berliat), SL = sandy loam (lempung berpasir). Nilai Faktor Pembatas; 1. Tanpa faktor pembatas; 2. Faktor pembatas ringan; 3. Faktor pembatas sedang; 4. Faktor pembatas berat; 5. Faktor pembatas ekstrim (Lal, 1994).

Hasil analisis tekstur tanah pada lahan HU, KJ 1, KJ 2, KJ 3 adalah liat dengan nilai faktor pembatas 5 (faktor pembatas ekstrim), sedangkan pada lahan KJ 4 adalah lempung berliat dengan nilai faktor pembatas 4 (faktor pembatas berat). Hal ini menunjukkan bahwa tekstur tanah pada lokasi pengamatan termasuk halus hingga agak halus yang berarti tanah tersebut mampu menahan air dan unsur hara dengan cukup baik, tetapi memiliki drainase dan aerasi yang terbatas. Tekstur tanah berpengaruh besar terhadap infiltrasi, kapasitas menahan air, aerasi, dan pengolahan tanah. Fraksi liat yang tinggi menyebabkan tanah menjadi padat dan sulit diolah, terutama ketika kondisi tanah basah, karena struktur agregat mudah rusak dan pori-pori makro berkurang (Salam, 2020).

Sifat Kimia Tanah

Beberapa sifat kimia tanah seperti pH, P-tersedia, KTK, KB, C-organik, dan N total sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman, khususnya tanaman jeruk di Teluk Kimia. Hasil analisis pH dan P-tersedia disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis pH dan P-tersedia tanah pada perkebunan jeruk

No	Lahan	pH (H ₂ O)	Kriteria	Skor	P-tersedia (ppm)	Skor
1	HU	5,7	Agak Masam	3	2,7	5
2	KJ 1	4,4	Sangat Masam	5	3,75	5
3	KJ 2	3,3	Sangat Masam	5	10,25	4
4	KJ 3	3,97	Sangat Masam	5	4,9	5
5	KJ 4	5,3	Masam	4	2,75	5

Nilai Faktor Pembatas; 1. Tanpa faktor pembatas; 2. Faktor pembatas ringan; 3. Faktor pembatas sedang; 4. Faktor pembatas berat; 5. Faktor pembatas ekstrim (Lal, 1994)

Nilai kemasaman (pH) tanah pada lahan HU tergolong faktor pembatas 3 (sedang), lahan KJ 1, KJ 2, KJ 3 faktor pembatas 5 (faktor pembatas ekstrim) dan pada lahan KJ 4 nilainya tergolong faktor pembatas 4 (pembatas berat). Variasi pH tanah mulai dari 5,7 hingga 3,3 menunjukkan tingkat kemasaman yang tinggi, memberikan indikasi rendahnya kesuburan tanah. Salah satu penyebab (pH rendah karena curah hujan yang tinggi, menyebabkan pencucian basa-basa seperti Ca, Mg, K sangat intensif. Selama ini perkebunan jeruk pada lokasi penelitian di Teluk Kimi sangat bergantung pada pemupukan dengan menggunakan pupuk kimia.

Fosfor tersedia pada semua lokasi sangat rendah. Pada lahan HU, KJ 1, KJ 3 dan KJ 4 tergolong faktor pembatas 5 (faktor pembatas ekstrim) sedangkan pada lahan KJ 2 tergolong faktor pembatas 4 (faktor pembatas berat). Hal tersebut karena nilai pH tergolong rendah sampai sangat rendah. Pada pH tanah yang rendah, fosfor dapat bereaksi dengan logam-logam seperti aluminium (Al) dan besi (Fe) membentuk senyawa yang tidak larut sehingga fosfor menjadi tidak tersedia bagi tanaman (Robbo *et al.*, 2025). Reaksi tanah (pH) juga mempengaruhi aktivitas mikroorganisme yang berperan dalam siklus fosfor sehingga berpengaruh terhadap ketersediaan fosfor bagi tanaman. Rendahnya kandungan P di dalam tanah yaitu disebabkan karena rendahnya cadangan mineral yang mengandung P dan rendahnya pH tanah (Li *et al.*, 2023; Sari *et al.*, 2017).

Hasil analisis Kapasitas Tukar Kation (KTK) dan Kejenuhan Basa (KB) tanah pada perkebunan jeruk di Distrik Teluk Kimi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil analisis kapasitas tukar kation dan kejenuhan basa tanah pada perkebunan jeruk

No	Lahan	KTK (cmol (+)/kg)	Skor	KB (%)	Skor
1	HU	14,74	4	1,75	5
2	KJ 1	8,7	4	98,13	1
3	KJ 2	29,63	2	81,25	1
4	KJ 3	24,40	3	70,74	1
5	KJ 4	17,85	3	1,40	5

Nilai Faktor Pembatas; 1. Tanpa faktor pembatas; 2. Faktor pembatas ringan; 3. Faktor pembatas sedang; 4. Faktor pembatas berat; 5. Faktor pembatas ekstrim (Lal, 1994)

Hasil analisis KTK menunjukkan bahwa nilai KTK pada lahan HU dan KJ 1 tergolong faktor pembatas 4 (faktor pembatas berat). Lahan KJ 2 tergolong faktor pembatas 2 (faktor pembatas ringan) dan lahan KJ 3 serta KJ 4 tergolong faktor pembatas 3 (faktor pembatas sedang). Hal ini menunjukkan perbedaan kemampuan tanah dalam menyimpan dan menyediakan hara. Rendahnya KTK pada KJ 1 menunjukkan tanah kekurangan bahan organik, sedangkan pada LH sangat dipengaruhi oleh jenis mineral liat. Rendahnya KTK menyebabkan hara mudah terlindi. Nilai KTK 17,85-24,40 me 100g⁻¹ (sedang) dan 29,63 me 100g⁻¹ (tinggi) pada lahan KJ2,KJ3, KJ4 ideal untuk budidaya jeruk karena mampu mempertahankan har yang bersumber dari pupuk yang diberikan. Menurut Salam (2020) bahwa nilai KTK sangat beragam dan tergantung pada sifat dan ciri tanah tersebut. Selain itu, jumlah bahan organik dan macam mineral liat mempengaruhi tinggi rendahnya nilai KTK. Menurut Williams, (2022), bahwa tradisi dan budaya juga seringkali memiliki dampak signifikan pada karakteristik fisik dan kimia tanah yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman.

Berdasarkan hasil analisis Kejenuhan Basa pada lahan HU dan KJ 4 tergolong faktor pembatas 5 (faktor pembatas ekstrim) sedangkan pada lahan KJ 1, KJ 2 dan KJ 3 tergolong faktor pembatas 1 (tanpa faktor pembatas). Nilai KB dan pH tanah memiliki hubungan timbal balik yang erat dalam menentukan kesuburan tanah (Robbo, *et al.*, 2025). Jika pH tanah rendah menyebabkan KB rendah, dan sebaliknya tanah yang mempunyai pH tinggi

mempunyai KB yang tinggi. Kemasaman tanah di lokasi penelitian pada KJ 1, KJ 2 dan KJ 3 tergolong dalam faktor pembatas ekstrim tetapi kejenuhan basa tergolong tanpa faktor pembatas. Hasil KB yang tinggi terjadi karena KB dihitung berdasarkan perbandingan antara jumlah kation basa dan total KTK. Meskipun jumlah basa sedikit, jika nilai KTK nya rendah, persentase kejenuhan basanya relatif tinggi. Penggunaan pupuk yang intensif seperti KCl atau urea dapat meningkatkan kation basa. Pada lahan HU dan KJ 4, pH tanah tergolong dalam faktor pembatas sedang hingga faktor pembatas berat tetapi KB tergolong dalam faktor pembatas ekstrim. Rendahnya KB dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Perbaikan KB pada tanah dapat dilakukan dengan cara pemupukan, pengapuran dan pengelolaan air yang baik. Nilai N-total dan C-organik tanah di Distrik Teluk Kimi, Kabupaten Nabire disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil analisis N-total dan C-Organik tanah pada perkebunan jeruk

No	Lahan	N-total (%)	Skor	C-organik	Skor
1	HU	0,20	5	2,86	3
2	KJ 1	0,19	4	1,89	3
3	KJ 2	0,38	3	2,12	3
4	KJ 3	0,2	4	2,59	3
5	KJ 4	0,21	3	0,21	3

Nilai Faktor Pembatas; 1. Tanpa faktor pembatas; 2. Faktor pembatas ringan; 3. Faktor pembatas sedang; 4. Faktor pembatas berat; 5. Faktor pembatas ekstrim (Lal, 1994)

Hasil analisis terhadap parameter N-total dan C-Organik di Distrik Teluk Kimi (Tabel 5) mengungkap adanya degradasi kesuburan kimiawi yang cukup signifikan, yang secara langsung berimplikasi pada kapasitas produksi tanaman jeruk. Lahan HU menunjukkan status faktor pembatas ekstrem (Skor 5) dengan kadar N-total sebesar 0,20%, sementara area KJ 1 dan KJ 3 terjebak pada faktor pembatas berat (Skor 4). Defisiensi nitrogen yang masif ini secara alami menyebabkan pH tanah berada pada rentang agak masam hingga sangat masam. Kondisi asiditas yang tinggi ini menciptakan lingkungan yang suboptimal bagi bakteri pelaku proses nitrifikasi. Transformasi nitrogen dari bentuk amonium menjadi nitrat menjadi terhambat. Fluktuasi kelembapan tanah, suhu mikroklimat, dan keterbatasan stok bahan organik yang bertindak sebagai buffer ketersediaan nitrogen memperparah kondisi lingkungan (Ayiti & Babalola 2022; Guo et al., 2021).

Kandungan C-Organik pada seluruh lokasi (HU, KJ 1 hingga KJ 4) hasil klasifikasi termasuk dalam faktor pembatas sedang (Skor 3). Level C-Organik meskipun saat ini mampu memfasilitasi aktivitas mikroorganisme dan retensi air secara moderat, status ini masih berada di bawah ambang ideal untuk mendopang ekosistem perkebunan jeruk yang produktif. Rendahnya karbon organik mengindikasikan perlunya transisi dari pola budidaya konvensional menuju manajemen lahan berbasis konservasi melalui pengembalian residu tanaman ke dalam tanah, aplikasi kompos, serta pengintegrasian pupuk organik untuk

memperbaiki struktur tanah dan kapasitas tukar kation. Pengelolaan hara yang presisi menjadi krusial mengingat tanaman jeruk mensyaratkan kondisi spesifik berupa kedalaman solum minimal 1 m dengan tekstur lempung hingga lempung berpasir untuk menjamin drainase dan aerasi yang optimal. Ambang batas pH tanah yang ideal untuk optimasi metabolisme jeruk manis berada pada kisaran 5,5 - 6,5. Kondisi tanah yang bersifat masam di lokasi penelitian menjadi hambatan budidaya jeruk. Tanaman akan mengalami cekaman abiotik yang diakibatkan adanya hambatan serapan hara mikro dan kegagalan perkembangan morfologi buah secara sempurna. Perbaikan pH tanah dapat dilakukan melalui pengapuran (*liming*) dan peningkatan input bahan organik (Enesi et al., 2023), terutama pada lahan dengan faktor pembatas sedang-berat di Distrik Teluk Kimi agar memiliki indeks kualitas tanah yang baik.

Sifat Biologi Tanah

Hasil analisis total mikoriza dan total mesofauna dari lokasi HU (lahan hutan) dan lokasi 1 sampai 4 (lahan perkebunan jeruk) disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil analisis total mikoriza (skoring) dan total mesofauna pada perkebunan jeruk

No	Lahan	Total Mikoriza	Skor	Total Mesofauna	Skor
1	HU	47 (4)	4	2	1
2	KJ 1	25 (4)	4	0	1
3	KJ 2	40 (4)	4	4	2
4	KJ 3	53 (4)	4	5	3
5	KJ 4	33 (4)	4	6	3

Keterangan: Skor 1 (kualitas rendah); Skor 2 (sedang); Skor 3 (baik) Skor 4 (sangat baik)

Hasil analisis total mikoriza tergolong faktor pembatas 4 (buruk). Rendahnya mikoriza pada lahan tersebut dikarenakan pH tanah yang rendah dan ketersediaan P yang tinggi. Mikoriza hidup pada pH tanah yang agak masam. Ketersediaan P dalam di tanah rendah, mikoriza dapat meningkatkan kemampuan tanaman untuk menyerap P. Jika ketesediaan P tanah tinggi, aktivitas mikoriza akan menurun. Hal ini menyebabkan tanaman tidak lagi membutuhkan mikoriza untuk membantu menyerap P. Siklus biogeokimia fosfor dalam agroekosistem dimediasi oleh mikroba tanah (Enebe & Babalola, 2021). Pemupukan yang berlebihan berdampak terhadap keseimbangan mikroorganisme tanah. Pupuk NPK secara signifikan mengurangi kelimpahan relatif *Chloroflexia* dan *Firmicutes*, namun meningkatkan *Actinobacteria* dan *Proteobacteria* (Bongoua-Devisme et al., 2024)

Populasi total mesofauna di lokasi penelitian terklasifikasi ke dalam kategori faktor pembatas buruk. Hal ini menunjukkan adanya penurunan integritas ekosistem tanah. Keberadaan fauna tanah merupakan hasil dari interaksi pH, nutrien (N, P, K), ketersediaan stok karbon, struktur vegetasi dan kondisi mikroklimat lingkungan (Zhang et al., 2022). pH dan kadar bahan organik adalah faktor utama untuk keberlangsungan hidup organisme tanah. Fluktuasi pH yang ekstrem di luar batas akan mengganggu kemampuan sistem hidup organisme tanah. Degradasi komunitas mesofauna di wilayah ini juga disebabkan

adanya praktik manajemen lahan yang intensif. Penggunaan pestisida anorganik dan metode pengendalian gulma yang agresif secara sistemik menurunkan keanekaragaman hayati tanah (Wardhani & Husamah, 2025; Beaumelle et al., 2023). Hasil analisis laboratorium ditemukan 17 individu yang terbagi ke dalam tiga kelompok takson, yakni *Acari*, *Hymenoptera*, dan *nematoda*, masing-masing 8, 6, dan 3 individu. Rendahnya jumlah populasi dan kekayaan spesies ini menandakan bahwa fungsionalitas biologi tanah di perkebunan tersebut sedang mengalami tekanan lingkungan yang berat, sehingga memerlukan intervensi pemulihan ekosistem untuk mengembalikan peran mesofauna sebagai bioindikator kesuburan tanah yang vital. Menurut Schlöter et al., (2018) pertanian intensif dengan penggunaan pupuk dan pestisida anorganik serta perubahan iklim menjadi beban pada fungsi tanah.

Indeks Kualitas Tanah

Indeks kualitas tanah yang ditentukan berdasarkan sifat fisik, kimia, dan biologi (Tabel 7). Hasil perhitungan nilai IKT pada kebun jeruk menunjukkan nilai kualitas tanah buruk. Faktor penentu penyebab kualitas tanah buruk adalah tekstur, pH, KB, P-tersedia, N-total, total mikoriza dan total mesofauna.

Tabel 7. Indeks kualitas tanah pada lahan perkebunan jeruk

No	Parameter	Lahan				
		HU	KJ 1	KJ 2	KJ 3	KJ 4
1	BV	0,66 (1)	1,26 (2)	1,01 (1)	0,92 (1)	0,98 (1)
2	Tekstur	C (5)	C (5)	C (5)	C (5)	CL (4)
3	Porositas	72,24 (1)	24,41 (1)	46,77 (1)	49,56 (1)	51,03 (1)
4	pH	5,7 (3)	4,4 (5)	3,3 (5)	2,97(5)	5,3(4)
5	KTK	14,74 (4)	8,7 (4)	29,63 (2)	24,40 (3)	17,85 (3)
6	KB	1,75(5)	98,13(1)	81,25 (1)	70,74 (1)	1,40(5)
7	P-tersedia	2,7 (5)	3,75(5)	10,25 (4)	4,9 (5)	0,21(3)
8	N-total	0,20(4)	0,19(4)	0,38(3)	0,2(4)	0,21(3)
9	C-organik	2,86(3)	1,89(3)	2,12(3)	2,32(3)	2,59(3)
10	Total Mikoriza	47(4)	25(4)	40(4)	53(4)	33(4)
11	Total Mesofauna	2 (1)	0(1)	4 (2)	5 (3)	6 (3)
Nilai Total Skor dan Korelasi Kualitas Lahan						
IKT		36 (B)	35 (B)	31 (B)	35 (B)	34 (B)

Nilai Indeks Kualitas Tanah <20 (Sangat Baik); 25-30 (Sedang); 30-40 (Buruk); >40 (SB).

Faktor pengelolaan tanah oleh petani dan ketergantungan penggunaan pupuk anorganik mengakibatkan rusaknya kualitas tanah. Kandungan bahan organik menurun dan aktivitas mikroorganisme tidak optimal. Kualitas tanah menentukan kualitas lingkungan, produktivitas tanah, keamanan pangan dan kesehatan manusia yang saling berinteraksi. Produktivitas tanah mempengaruhi kemampuan tanah untuk dapat memberikan hasil tanaman yang optimal. Tanah yang produktif adalah tanah yang relatif subur dan berkualitas (Cahyana et al., 2026).

4 Kesimpulan

Indeks kualitas tanah di empat lokasi lahan perkebunan jeruk Distrik Teluk Kimi, berdasarkan sifat fisik, kimia dan biologi tanah termasuk kategori buruk. Rendahnya

kualitas tanah disebabkan pH sangat masam, kandungan hara dan aktivitas biologi rendah. Nilai indeks kualitas tanah di seluruh lahan tergolong buruk dengan kisaran skor 31-36. Faktor pembatas utama yaitu pH, KB, P-tersedia, N-total, mikoriza dan mesofauna. Nilai total skor kualitas tanah pada lahan KJ2 lebih rendah (kualitas tanah lebih baik) dibandingkan lahan yang lain. Pengelolaan tanah melalui pengapuran, penambahan bahan organik, serta pengawasan penggunaan pupuk dan pestisida untuk meningkatkan kualitas tanah dan produktivitas tanaman jeruk secara berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Ayiti, O. E., & Babalola, O. O. (2022). Factors Influencing Soil Nitrification Process and the Effect on Environment and Health. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, 821994. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.821994>
- Beaumelle, L., Tison, L., Eisenhauer, N., Hines, J., Malladi, S., Pelosi, C., Thouvenot, L., & Phillips, H. R. P. (2023). Pesticide effects on soil fauna communities—A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 60(7), 1239–1253. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14437>
- Bimas & Penyuluhan Pertanian. (2016). *Luas Dan Produksi Tanaman Jeruk*. Dinas Pertanian, Kab Nabire.
- Bongoua-Devisme, A. J., Kouakou, S. A. A., Kouadio, K.-K. H., & Lemonou Michael, B. F. (2024). Assessing the influence of diverse phosphorus sources on bacterial communities and the abundance of phosphorus cycle genes in acidic paddy soils. *Frontiers in Microbiology*, 15, 1409559. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1409559>
- BPS. (2025). *Produksi Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan Menurut Provinsi dan Jenis Tanaman, 2024*. Badan Pusat Staistik.
- Cahyana, D., Karolinoerita, V., Manurung, E. D., & Wulanningtyas, H. S. (2026). Bridging the conceptual gap between soil quality and soil health for one health. *Soil Security*, 22, 100219. <https://doi.org/10.1016/j.soisec.2025.100219>
- Enebe, M., & Babalola, O. (2021). The Influence of Soil Fertilization on the Distribution and Diversity of Phosphorus Cycling Genes and Microbes Community of Maize Rhizosphere Using Shotgun Metagenomics. *Genes*, 12(7), 1022. <https://doi.org/10.3390/genes12071022>
- Enesi, R. O., Dyck, M., Chang, S., Thilakarathna, M. S., Fan, X., Strelkov, S., & Gorim, L. Y. (2023). Liming remediates soil acidity and improves crop yield and profitability—A meta-analysis. *Frontiers in Agronomy*, 5, 1194896. <https://doi.org/10.3389/fagro.2023.1194896>
- Eviati, Sulaeman, Herawaty, L., Anggria, L., Usman, Tantika, H. E., Prihatini, R., & Wuningrum, P. (2023). *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. BPSI Tanah dan Pupuk.
- Guo, D., Bayu, B., Pan, K., Shen, S., Zhang, J., Jiang, X., Yu, Z., Li, J., & Luo, H. (2021). Response of nitrification and nitrifying microorganisms to different nitrogen sources in the acid Ultisols of Jinyun Mountain. *Soil Science and Plant Nutrition*, 67(5), 576–584. <https://doi.org/10.1080/00380768.2021.1963639>
- Guo, H., Zheng, Y.-J., Wu, D.-T., Du, X., Gao, H., Ayyash, M., Zeng, D.-G., Li, H.-B., Liu, H.-Y., & Gan, R.-Y. (2023). Quality evaluation of citrus varieties based on phytochemical profiles and nutritional properties. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1165841. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1165841>

- Isong, I. A., John, K., Okon, P. B., Ogban, P. I., & Afu, S. M. (2022). Soil quality estimation using environmental covariates and predictive models: An example from tropical soils of Nigeria. *Ecological Processes*, 11(1), 66. <https://doi.org/10.1186/s13717-022-00411-y>
- Lal, R. (1994). *Methods and Guidelines for Assessing Sustainable Use of Soil and Water Resources in the Tropics*. Dept. of Agronomy, Ohio State University.
- Li, Y., Lu, X., Su, J., & Bai, Y. (2023). Phosphorus availability and planting patterns regulate soil microbial effects on plant performance in a semiarid steppe. *Annals of Botany*, 131(7), 1081–1095. <https://doi.org/10.1093/aob/mcad012>
- Masniar. (2018). *Karakteristik Tanah Dan Kesesuaian Lahan Untuk Pengembangan Jeruk Manis (Citrus sinensis L.) Di Kabupaten Nabire*. Universitas Papua.
- Purba, T., Ningsih, H., Purwaningsih, Junaedi, A. S., Gunawan, B., Junairiah, Refa Firgiyanto, & Arsi. (2021). *Tanah dan Nutrisi Tanaman*. Yayasan kita menulis.
- Robbo, A., Azizah, F. R., Setianingsih, T. E., Musaad, I., Siahaan, L., Yulina, H., Djuuna, I. A. F., Paise, E. K., & Sulichantini, E. D. (2025). *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. CV Get Press Indonesia.
- Salam, A. K. (2020). *Ilmu Tanah*. Global Madani Press.
- Sari, M. N., Sudarsono, & Darmawan. (2017). Pengaruh Bahan Organik Terhadap Ketersediaan Fosfor Pada Tanah-Tanah Kaya Al Dan Fe. *Buletin Tanah dan Lahan*, 1(1), 65–71.
- Schlöter, M., Nannipieri, P., Sørensen, S. J., & Van Elsas, J. D. (2018). Microbial indicators for soil quality. *Biology and Fertility of Soils*, 54(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s00374-017-1248-3>
- Singh, N., Sharma, R. M., Dubey, A. K., Sharma, N., Awasthi, O. P., Saha, S., Bharadwaj, C., Sevanti, A. M., Shivran, M., Akshay, Kadam, D. M., & Kumar, A. (2025). Developing new interspecific citrus hybrids for improved fruit quality: Physico-chemical and sensory characterization. *Journal of Agriculture and Food Research*, 24, 102453. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.102453>
- Syawal, F., Rauf, A., & Rahmawaty. (2017). Upaya Rehabilitasi Tanah Sawah Terdegradasi Dengan Menggunakan Kompos Sampah Kota Di Desa Serdang Kecamatan Beringin Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Pertanian Tropik*, 4(3). <https://doi.org/10.32734/jpt.v4i3.3089>
- Triadiawarman, D., Amprin, A., & Sinta, K. (2022). Analisis Indeks Kualitas Tanah pada Lahan Sawah di Desa Cipta Graha, Kecamatan Kaubun. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 10(2), 131–140. <https://doi.org/10.36084/jpt.v10i2.453>
- Vernica Williams. (2023). The role of geography, climate, and organisms in soil development. *Global Journal of Plant and Soil Sciences*, 7(1), 1.
- Wardhani, D. S. P. & Husamah. (2025). Evaluasi Dampak Penggunaan Pestisida terhadap Kualitas Tanah pada area Pertanian Sayur-Mayur. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi X*, 11(1), 212–216.
- Yeilagi, Sh., Rezapour, S., & Asadzadeh, F. (2021). Degradation of soil quality by the waste leachate in a Mediterranean semi-arid ecosystem. *Scientific Reports*, 11(1), 11390. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-90699-1>
- Zhang, Y., Peng, S., Chen, X., & Chen, H. Y. H. (2022). Plant diversity increases the abundance and diversity of soil fauna: A meta-analysis. *Geoderma*, 411, 115694. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.115694>