

Pengaruh Dosis dan Interval Waktu Pemberian Pupuk Organik Cair Daun Gamal Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*)

Dian Triadiawarman¹ dan Rudi²

^{1,2} Sekolah Tinggi Pertanian Kutai Timur, Sangatta, Kutai Timur, Kalimantan Timur.

¹ Email : diantriadi72@gmail.com

ABSTRACT

*The purpose of this study was to determine the effect of dosage and time intervals of liquid organic fertilizer from gamal (gliricidia) leaves of the growth and yield of mustard (*Brassica juncea L.*). The study was conducted in March 2019 to May 2019 in the STIPER Kutai Timur Agrotechnological Experiment Garden. The design used was a complete random factorial design, which was used for administering liquid organic fertilizer, which consists of 4 treatments called D_0 , D_1 , D_2 , and D_3 for the use of a dose of 0 mL L^{-1} , 40 mL L^{-1} , 80 mL L^{-1} , and 120 mL L^{-1} , respectively. Whereas, the application of time interval treatments consists of 3 treatments called I_1 , I_2 , and I_3 explaining that treatment was given every 3 days, 5 days, and 7 days, respectively. Analysis of variance followed by a least significant difference used to analyze the data, with 5% significance level. There was no interaction between the dose of organic fertilizer and the time interval of the measured variable. The results showed that the dose of organic fertilizer affected significantly on height, number of leaves, and fresh weight, while the time interval treatment had a significant effect on height and number of leaves.*

Keywords: Design experiment, Effective doses, Gliricidia leaves, Liquid Organic Fertilizer, Mustard.

ABSTRAK

Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dosis dan interval waktu pemberian pupuk organik daun gamal terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*Brassica juncea L.*). Penelitian dilakukan pada Maret 2019 s/d Mei 2019 di Kebun Percobaan Agroteknologi STIPER Kutai Timur. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan pola faktorial, dimana perlakuan pemberian dosis pupuk organik daun gamal terdiri atas 4 perlakuan yaitu : $D_0 = 0 \text{ ml L}^{-1}$, $D_1 = 40 \text{ ml L}^{-1}$, $D_2 = 80 \text{ ml L}^{-1}$, $D_3 = 120 \text{ ml L}^{-1}$, sedangkan perlakuan interval waktu pemberian terdiri atas 3 perlakuan yaitu $I_1 = 3$ hari sekali, $I_2 = 5$ hari sekali, $I_3 = 7$ hari sekali. Seluruh perlakuan diulang sebanyak 3kali. Data dianalisis dengan analisis sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil pada tingkat signifikansi 5%. Variabel yang diamati meliputi tinggi tanaman sawi, jumlah daun tanaman sawi, berat segar per tanaman sawi. Tidak terjadi interaksi antara perlakuan dosis pupuk organik cair daun gamal dan interval waktu pemberian terhadap seluruh variabel yang diukur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis pupuk organik cair daun gamal memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman (8,332), jumlah daun (7,911) dan berat segar (7,027), sedangkan perlakuan interval waktu pemberian berpengaruh nyata hanya pada tinggi tanaman (8,076) dan jumlah daun (7,683).

Kata kunci: Daun gamal, Dosis efektif, Rancangan percobaan, Pupuk Organik Cair, Sawi.

1 Pendahuluan

Keberadaan tanaman sawi sebagai salah satu komoditi sayuran sangat dibutuhkan dalam penyempurnaan gizi masyarakat (Jusuf, 2006). Sawi mengandung gizi yang cukup lengkap, sehingga apabila dikonsumsi sangat baik untuk mempertahankan kesehatan tubuh (Nurshanti, 2010). Sawi merupakan jenis sayuran yang digemari oleh masyarakat Indonesia. Konsumennya mulai dari golongan masyarakat kelas bawah hingga golongan

masyarakat kelas atas. Kandungan yang terdapat pada sawi adalah protein, lemak, karbohidrat, Ca, P, Fe, Vitamin A, Vitamin B, dan Vitamin C (Fahrudin, 2009).

Salah satu faktor yang menunjang produksi sawi tinggi adalah pemupukannya. Pemupukan adalah penambahan unsur hara pada tanah agar dapat dimanfaatkan oleh tanaman guna menunjang kebutuhan haranya. Unsur hara merupakan salah satu faktor penunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Penggunaan pupuk kimia tidak hanya berdampak positif tetapi memberikan dampak negatif apabila digunakan secara terus menerus dan dalam waktu yang relatif lama. Pengaruh negatif yang diberikan antara lain tanah menjadi cepat keras, tanah kurang mampu menyimpan air, dan menjadi asam, (Indrakusuma, 2000).

Tanah yang subur, akan tumbuh berbagai macam tanaman dengan baik. Proses pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh tingkat kesuburan tanah, agar tanaman tumbuh dengan baik dan hasil panen melimpah. Penggunaan pupuk organik mampu menjadi solusi dalam meningkatkan kesuburan tanah. Kelemahan pupuk organik pada umumnya adalah kandungan unsur hara yang rendah dan lambat tersedia bagi tanaman (Jusuf, 2006). Pupuk organik dapat berbentuk padat maupun cair. Kelebihan pupuk organik cair adalah unsur hara yang dikandungnya lebih cepat tersedia dan mudah diserap akar tanaman. Selain dengan cara disiramkan pupuk cair dapat digunakan langsung dengan cara disemprotkan pada daun atau batang tanaman (Pardosi dkk., 2014).

Salah satu tanaman yang termasuk golongan *leguminoceae* yang berpotensi sebagai pupuk organik cair yang dapat memicu pertumbuhan tanaman adalah gamal. Menurut Ibrahim (2002) dalam Jayadi (2009), daun gamal mengandung 3,15% N, 0,22% P, 2,65% K, 1,35% Ca, dan 0,41% Mg. Gamal memiliki keunggulan dibandingkan jenis *leguminoceae* lain yaitu mudah dibudidayakan, pertumbuhannya cepat, produksi biomasnya tinggi. Gamal juga mempunyai kandungan nitrogen yang cukup tinggi dengan C/N rendah, menyebabkan biomas tanaman ini mudah mengalami dekomposisi (Syahriani, 2014). Daun gamal dijadikan pupuk organik cair mempunyai kandungan nitrogen lebih tinggi sehingga sangat cocok jika diaplikasikan pada tanaman yang menghasilkan bagian vegetatif sebagai bagian tanaman yang dipanen.

2 Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret hingga Mei 2019, terhitung dari persiapan lahan sampai panen. Penelitian ini bertempat di Kebun Percobaan Program Studi Agroteknologi, STIPER Kutai Timur, Jl. Soekarno Hatta, Kecamatan Sangatta Utara, Kabupaten Kutai Timur.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, cangkul, sekop, gembor, gunting, timbangan, botol, gelas ukur, mistar, meteran dan plang kode perlakuan, sedangkan bahan

yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, pemberat, karung bawang, benih sawi, air, polybag, topsoil, gula merah, daun gamal, EM-4,

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan pola faktorial, dimana perlakuan pemberian dosis pupuk organik daun gamal terdiri atas 4 taraf : $D_0 = 0 \text{ mL}^{-1}$, $D_1 = 40 \text{ mL}^{-1}$, $D_2 = 80 \text{ mL}^{-1}$, $D_3 = 120 \text{ mL}^{-1}$, sedangkan perlakuan interval waktu pemberian terdiri atas 3 taraf $I_1 = 3$ hari sekali, $I_2 = 5$ hari sekali, $I_3 = 7$ hari sekali. Seluruh perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

Pelaksanaan penelitian meliputi pembuatan POC daun gamal, persiapan media tanam, penyemaian, penanaman, pemeliharaan, aplikasi POC daun gamal, panen. Data dianalisis dengan analisis sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil pada tingkat signifikansi 5%. Parameter yang diamati yaitu: Tinggi tanaman (cm) diukur, dari bagian tanaman yang berada di permukaan tanah sampai daun tanaman tertinggi tiap 7 hari sekali; jumlah daun (helai) dihitung setiap 7 hari sekali; dan berat segar per tanaman (gr) ditimbang pada akhir pengamatan.

3 Hasil Dan Pembahasan

Tinggi Tanaman Sawi (cm)

Hasil sidik ragam perlakuan dosis dan interval waktu pemberian POC daun gamal menunjukkan tidak ada interaksi pada tinggi tanaman sawi. Terlihat kedua perlakuan masing-masing menunjukkan berbeda nyata terhadap tinggi tanaman. Rataan tinggi tanaman sawi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh Dosis dan Interval Waktu Pemberian POC Daun Gamal terhadap Rataan Tinggi Tanaman Sawi (cm)

Perlakuan	Interval			Rata-Rata
	Dosis	I1	I2	
D0 (0 mL ⁻¹)	7,116	6,975	7,058	7,049 d
D1 (40 mL ⁻¹)	7,85	7,566	7,492	7,049 c
D2 (80 mL ⁻¹)	8,033	7,691	7,716	7,813 b
D3 (120 mL ⁻¹)	9,308	7,522	7,523	8,332 a
Rata-Rata	8,076 a	7,522 b	7,523 b	

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata pada uji BNT taraf 5%

Perlakuan dosis POC menghasilkan tinggi tanaman yang tertinggi pada 120 mL L⁻¹ dengan nilai sebesar 8,332 cm, sedangkan yang terendah pada dosis 0 mL L⁻¹ dengan nilai sebesar 7,049 cm. Hal ini diduga dosis 120 mL L⁻¹ mampu menyediakan unsur hara terutama nitrogen bagi tanaman, sehingga pemberian unsur hara dalam jumlah banyak akan memberikan respon tanaman terbaik. Menurut Handayanto (1998), pemberian bahan organik yang tinggi dapat menambah unsur hara esensial dan juga dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam tanah bagi tanaman terutama unsur hara N yang memiliki fungsi utama untuk perkembangan vegetatif tanaman seperti pertumbuhan tinggi tanaman.

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan tinggi tanaman pada perlakuan yang diberi pupuk organik cair daun gamal 120 mL L^{-1} , hal ini diduga pupuk organik cair tersebut mengandung unsur hara yang sangat dibutuhkan tanaman mampu memperbaiki struktur tanah terutama kapasitas penyerapan air dan penyedia unsur hara. Air sangat dibutuhkan pada proses fisiologi dan metabolisme dalam tanaman yang akan memicu pertumbuhan dan tinggi tanaman. Semakin banyak konsentrasi dari pupuk organik cair daun gamal maka semakin baik kondisi tanah, sehingga semakin meningkat proses penyerapan unsur hara makro (N, P, K) yang berperan dalam proses perkembangan sel tanaman salah satunya tinggi tanaman. Tisdale dkk., (1993) menyatakan bahwa fungsi bahan organik untuk meningkatkan kapasitas pengikat air dan memperbaiki struktur tanah.

Perlakuan interval waktu pemberian POC daun gamal, menghasilkan tinggi tanaman tertinggi pada perlakuan interval 3 hari sekali dengan nilai sebesar 8,076 cm, sedangkan hasil terendah pada perlakuan interval 5 hari sekali dengan nilai sebesar 7,522 cm. Hal ini disebabkan kemampuan bahan organik dari pupuk organik cair daun gamal dalam memperbaiki struktur tanah sehingga serapan akar berjalan dengan baik. Akar dalam tanah dapat dengan mudah melakukan intersepsi pada setiap pori-pori tanah. Air yang diikat oleh bahan organik akan diserap oleh akar, kemudian air tersebut digunakan sebagai pelarut unsur hara serta pemanjangan dan pembelahan sel yang akan mengakibatkan tinggi tanaman meningkat. Bahan organik secara langsung merupakan sumber hara N, P, K, unsur makro maupun unsur hara esensial lainnya (Stevenson, 1982). Unsur hara dalam bahan organik akan menstimulir perkembangan organ-organ vegetatif saat pertumbuhan, baik akar, batang dan daun.

Jumlah Daun Tanaman Sawi (Helai)

Hasil sidik ragam perlakuan dosis dan interval waktu pemberian POC Daun Gamal menunjukkan tidak ada interaksi terhadap jumlah daun tanaman sawi. Perlakuan dosis berpengaruh nyata, sedangkan perlakuan interval waktu pemberian dan berpengaruh pada rata-rata jumlah daun tanaman sawi. Rataan jumlah daun tanaman sawi dapat dilihat pada Tabel 2.

Perlakuan dosis POC menghasilkan jumlah daun tanaman yang tertinggi pada 120 mL L^{-1} dengan nilai sebesar 7,911 helai, sedangkan yang terendah pada dosis 0 mL L^{-1} dengan nilai sebesar 7,110 helai. Hal ini disebabkan tersedianya unsur hara N yang cukup tinggi dalam proses pertumbuhan dapat memacu proses fotosintesa sehingga mempercepat pertumbuhan vegetatif. Marsono dan Sigit (2001) bahwa unsur hara N diperlukan untuk pembentukan klorofil yang diperlukan dalam proses fotosintesis dan memacu pertumbuhan vegetatif tanaman. Menurut Hanafiah (2005) penggunaan pupuk nitrogen berperan menonjol terhadap bagian vegetatif tanaman (dedaunan dan pucuk). Penggunaan dosis yang tepat akan lebih mengoptimalkan hasil pucuk dari tanaman sawi.

Daun gamal jika dijadikan pupuk organik mempunyai kandungan nitrogen lebih tinggi sehingga sangat cocok jika diaplikasikan pada tanaman yang menghasilkan bagian vegetatif sebagai bagian tanaman yang dipanen. Tanaman sawi merupakan tanaman indikator yang mampu memberikan respons lebih baik serta kebutuhan haranya dapat terpenuhi oleh bentuk dan keragaman hara pupuk organik daun gamal tersebut (Oviyanti dkk., 2016).

Tabel 2. Pengaruh Dosis dan Interval Waktu Pemberian POC Daun Gamal terhadap Rataan Jumlah Daun Tanaman Sawi (helai)

Perlakuan	Interval			Rata-Rata
	Dosis	I1	I2	
D0 (0 mL ⁻¹)	7,166	7	7,166	7,110 d
D1 (40 mL ⁻¹)	7,583	7,25	7,5	7,444 c
D2 (80 mL ⁻¹)	7,833	7,75	7,583	7,722 b
D3 (120 mL ⁻¹)	8,15	7,75	7,833	7,911 a
Rata-Rata	7,683 a	7,437 c	7,520 b	

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata pada uji BNT taraf 5%

Perlakuan interval waktu pemberian POC, menghasilkan jumlah daun tanaman tertinggi pada perlakuan interval 3 hari sekali dengan nilai sebesar 7,683 helai, sedangkan hasil terendah pada perlakuan interval 5 hari sekali dengan nilai sebesar 7,437 helai. Hal tersebut disebabkan kebutuhan hara N bagi tanaman sawi mencukupi dalam waktu cepat sehingga pertumbuhan daun semakin baik, dengan adanya nitrogen yang dapat mempercepat proses fotosintesis sehingga pembentukan organ daun menjadi lebih cepat. Rahmah dkk., (2014) mengatakan bahwa kelimpahan nitrogen juga mendorong pertumbuhan yang cepat termasuk perkembangan daun, batang lebih besar dan berwarna hijau tua serta mendorong pertumbuhan vegetatif di atas tanah.

Berat Segar perTanaman (gr)

Hasil sidik ragam perlakuan dosis dan interval waktu pemberian POC Daun Gamal menunjukkan tidak ada interaksi pada rata-rata berat segar per tanaman sawi. Perlakuan dosis berpengaruh nyata, sedangkan perlakuan interval waktu pemberian berpengaruh tidak nyata pada rata-rata berat segar per tanaman sawi. Rataan berat segar per tanaman sawi dapat dilihat pada Tabel 3. Perlakuan dosis POC menghasilkan berat segar per tanaman yang tertinggi pada 120 mL⁻¹ dengan nilai sebesar 7,027 gram, sedangkan yang terendah pada dosis 0 mL⁻¹ dengan nilai sebesar 3,569 gram. Perlakuan interval waktu pemberian POC, menghasilkan berat segar per tanaman tertinggi pada perlakuan interval 3 hari sekali dengan nilai sebesar 5,666 gram, sedangkan hasil terendah pada perlakuan interval 7 hari sekali dengan nilai sebesar 5,155 gram. Hal itu diduga bahwa pemberian pupuk organik cair daun gamal yang memiliki kandungan N cukup dapat memacu pertumbuhan vegetatif menjadi lebih baik sehingga berpengaruh pada hasil tanaman sawi. Dhani dkk., (2013) menyatakan bahwa dengan adanya nitrogen dapat mempercepat proses fotosintesis sehingga pembentukan organ daun menjadi lebih cepat.

Hara N yang cukup dapat merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman. Lakitan (2011) juga menyatakan bahwa tanaman yang tidak mendapat unsur hara N sesuai dengan kebutuhan haranya akan tumbuh kerdil dan daun yang terbentuk kecil, sebaliknya tanaman yang mendapatkan unsur hara N yang sesuai dengan kebutuhan akan tumbuh tinggi dan daun yang terbentuk lebar. Semakin meningkat tinggi tanaman dan jumlah daun, maka akan semakin meningkat pula berat segar tanaman tersebut. Begitu pula sebaliknya, ketika pertumbuhan tanaman terhambat maka berat segar tanaman akan rendah. Hal itu sependapat dengan Prasetya dkk., (2009) yang menyatakan bahwa berat segar tanaman dipengaruhi oleh tinggi tanaman dan jumlah daun, semakin tinggi tanaman dan semakin banyak jumlah daunnya maka berat segar tanaman akan semakin tinggi.

Tabel 3. Pengaruh Dosis dan Interval Waktu Pemberian POC Daun Gamal terhadap Rataan Berat Segar Per Tanaman Sawi (gr).

Perlakuan	Interval			Rata-Rata
	Dosis	I1	I2	
D0 (0 mL ⁻¹)	3,916	3,916	2,875	3,569 d
D1 (40 mL ⁻¹)	5,25	5,083	4,916	5,083 c
D2 (80 mL ⁻¹)	6,25	6,083	5,916	6,083 b
D3 (120 mL ⁻¹)	7,25	6,916	6,916	7,027 a
Rata-Rata	5,666	5,499	5,155	

Keterangan : Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama berarti berbeda tidak nyata pada uji BNT taraf 5%

Perlakuan interval waktu pemberian POC daun gamal tidak menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap berat segar per tanaman. Hal ini terjadi karena pelepasan unsur hara pada interval tersebut belum dapat terjadi secara optimal. Hal ini sesuai pendapat Harjadi (1979) jika suatu tanaman yang sedang berada fase reproduktif dari perkembangan tanaman, maka karbohidrat hasil fotosintesis yang terjadi didaun tidak seluruhnya dipergunakan untuk pertumbuhan tanaman, akan tetapi disimpan (ditimbun) untuk perkembangan bunga, biji, buah atau alat-alat persediaan lainnya.

Perlakuan interval 3 hari sekali menunjukkan perlakuan yang paling efektif dibandingkan dengan perlakuan yang lain berdasarkan hasil berat segar per tanaman pada saat panen sesuai dengan harapan konsumen yaitu semakin banyak berat segar konsumsi per tanaman sawi yang dihasilkan.

4 Kesimpulan

Perlakuan dosis 120 mL L⁻¹ dan interval waktu pemberian 3 hari sekali POC daun gamal tidak terdapat interaksi, dan memberikan pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan tinggi, jumlah daun dan berat per tanaman sawi.

Daftar Pustaka

Dhani, H., Wardati, & Rosmimi. (2013). Pengaruh Pupuk Vermikompos Pada Tanah Inceptisol Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau* 1.1 (2014): 1-11.

- Fahrudin, F. (2009). *Budidaya Caisim (Brassica juncea L.) Menggunakan Ekstrak Teh dan Pupuk Kascing*. Skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Hanafiah, K.A. (2005). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Raja Grafindo Persada.
- Handayanto, E. (1998). *Pengelolaan Kesuburan Tanah*. Universitas Brawijaya Press..
- Harjadi, M. S. S. (1979). *Pengantar agronomi*. Jakarta: PT Gramedia, Jakarta.
- Indrakusuma. (2000). *Pupuk Organik Cair Supra Alam Lestari*. Yogyakarta: PT Surya Pratama Alam.
- Jayadi, M. (2009). Pengaruh Pupuk Organik Cair daun Gamal dan Pupuk Anorganik. Makassar: Universitas Hasanuddin. *Jurnal Agrisistem*, 5(2).
- Jusuf, L. (2006). Potensi Daun Gamal Sebagai Bahan Pupuk Organik Cair Melalui Perlakuan Fermentasi. *Jurnal Agrisistem*, 2(1) 6-15.
- Lakitan, B. (2011). *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Rajawali Press.
- Marsono, & Sigit, P. (2001). *Pupuk Akar Jenis dan Aplikasi*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Nurshanti, D.F. (2010). Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassicca juncea L.*) dengan Tiga Varietas Berbeda. *Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Baturaja*.
- Oviyanti, F., Syarifah, & Hidayah, N. (2016). Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Daun Gamal (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea L.*). *Jurnal Biota*, 2(1), 61-67.
- Pardosi, A. H., Irianto & Mukhsin. (2014). Respons Tanaman Sawi terhadap Pupuk Organik Cair Limbah Sayuran pada Lahan Kering Ultisol. Jambi: Universitas Jambi. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal 2014, Palembang 26-27 September 2014 ISBN: 979-587-529-9* (Vol. 9).
- Prasetya, B., Kurniawan, S. & Febrianingsih, M. (2009). Pengaruh Dosis dan Frekuensi Pupuk Cair Terhadap Serapan N dan Pertumbuhan Sawi (*Brassica juncea L.*) pada Entisol. *Jurnal Agritek*. 17(5),1022-1029.
- Rahmah, A., Munifatul, I., & Sarjana, P. (2014). Pengaruh Pupuk Organik Cair Berbahan Dasar Limbah Sawi Putih (*Brassica chinensis L.*) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung Manis (*Zea mays L. Var. Saccharata*). Semarang. *Anatomi Fisiologi*, 22(1) 65-71.
- Syahriani. (2014). Perbaikan Kualitas Lahan Kering melalui Pertanian Terpadu Rambutan, Jagung dan Gamal di Kabupaten Gowa. Skripsi. Jurusan Ilmu Tanah Fak Pertanian Universitas Hasanudin Makasar.
- Stevenson, F.J. (1982). *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. New York: John Wiley & Sons.
- Tisdale, S.L., W.L. Nelson, J.D. Beat, & J.L. Havlin. 1993. *Soil Fertility and Fertilizers*. New York : MacMillan Publ. Co..
- Tisdale. S. L., Nelson, W.L., Beaton, J. D., dan Halven, J.(1993). *Soil Fertility and Fertilizer*. New York: Macmillan Publ. Co.