

Pemberian Beberapa Dosis Mikroorganisme Selulolitik dan Pupuk Anorganik Dosis Rendah pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis jacq*) yang Belum Menghasilkan

Gusmawartati, Sampoerno, dan Marsaulina Sitorus

Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Riau
Jln. HR. Subrantas km 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru, 28293
Email : gusmawarti@yahoo.com

Abstract

This research aimed to determine the effect of the interaction between cellulolytic microorganisms and inorganic fertilizers on the growth of immature oil palm plantations. This research has been conducted in PT.Tunggal Perkasa Plantation Air Molek, District Pasir Peny, Riau. This study use Factorial Completely Randomized Design with three replication, the first factor is cellulolytic microorganisms composed of 4 levels (0 mL / plant, 10 mL / plant, 20 mL / plant, 30 mL / plant) and the second factor was inorganic fertilizer treatment consisting of 2 levels (half the recommended dose and 3/4 the recommended dose). The results showed that the interaction of cellulolytic microorganisms and doses of inorganic fertilizers have significant effect on the increase in the number of midrib and circumference of stem. Cellulolytic microorganisms gave significant effect on plant height increment, while the inorganic fertilizers showed significant effect on the increase of the circumference of stem and number of leaflets.

Keywords: *cellulolytic microorganisms, inorganic fertilizers, palm oil*

1. Pendahuluan

Propinsi Riau merupakan daerah pengembangan kelapa sawit di Indonesia. Pada tahun 2011 luas areal perkebunan kelapa sawit Riau telah mencapai 2.256.538 ha atau 27,82% dari luas areal perkebunan kelapa sawit Indonesia dengan produksi 6.932.572 ton CPO (BPS Riau, 2012). Tanaman kelapa sawit yang belum menghasilkan (TBM) memerlukan pemeliharaan yang sesuai untuk mencapai pertumbuhan vegetatif normal dan fase generatif yang produktif.

Upaya yang dilakukan untuk memenuhi ketersediaan unsur hara tanah yang dibutuhkan tanaman sebagai nutrisinya adalah pemberian bahan organik dan pemberian pupuk anorganik. Pemberian bahan organik berperan antara lain untuk memperbaiki struktur tanah, menaikkan daya serap air, mendukung aktivitas mikroorganisme tanah yang berperan dalam proses pelapukan bahan-bahan organik segar menjadi humus. Pemupukan yang efisien dan efektif pada TBM sangat penting untuk mencapai produktivitas tanaman yang baik.

TBM perlu pemeliharaan yang lebih intensif untuk mencapai produksi yang maksimal pada saat Tanaman Menghasilkan (TM). Upaya untuk memenuhi ketersediaan

hara tanah bagi tanaman dapat dilakukan dengan mensinergiskan penggunaan mikroorganisme selulolitik (MOS) dan pupuk anorganik. MOS merombak selulosa menghasilkan glukosa yang dapat digunakan mikroorganisme heterotrop lainnya sebagai sumber karbon dalam proses dekomposisi bahan organik, diharapkan pupuk anorganik yang diberikan sepenuhnya dapat terserap dan dimanfaatkan oleh tanaman. Penggunaan MOS dalam dekomposisi bahan organik dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Hasil penelitian Gusmawartati (2012) mengungkapkan bahwa pemberian mikroorganisme selulolitik dengan beberapa kali penyiraman dapat memperbaiki kesuburan tanah gambut dan meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit di *prenursery*. Gusmawartati dkk (2011) menyatakan bahwa pemberian mikroorganisme selulolitik dan pupuk NPK dosis rendah cenderung meningkatkan pertumbuhan dan produksi bawang merah. Dosis 10 mL mikroorganisme selulolitik dan 1/3 anjuran pupuk urea, TSP, KCl meningkatkan secara nyata berat kering tanaman 55 HST (hari setelah tanam).

Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh interaksi pemberian MOS dan pupuk anorganik dosis

rendah (dibawah dosis rekomendasi) atau faktor tunggalnya terhadap pertumbuhan tanaman kelapa sawit yang belum menghasilkan.

2. Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Perkebunan PT. Tunggal Perkasa Plantation Air Molek, Kecamatan Pasir Peny, Kabupaten Indragiri Hulu-Riau, selama 4 bulan dimulai dari bulan Juli sampai Oktober 2012.

Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) faktorial. Faktor pertama pemberian MOS terdiri dari 4 taraf: 0, 10, 20, 30 mL/tanaman, faktor kedua pemberian pupuk anorganik terdiri dari 2 taraf: 1/2, 3/4 dosis anjuran. Diulang 3x sehingga terdapat 24 unit percobaan. 1x dosis anjuran adalah Urea 400 g, MOP: 500 g, Kieserit: 250 g, Borat: 75 g, NPK: 2000 g atau sesuai standar operasional pelaksanaan (SOP) pemupukan di PT. Tunggal Perkasa Plantation. Jarak tanam yang digunakan adalah pola segitiga sama sisi yaitu 9 m x 9 m x 9 m dengan jarak antar barisan 7.79 m sehingga diperoleh 143 tanaman/hektar. Ukuran lubang tanam 60 cm x 60 cm x 60 cm, sebagai pupuk dasar ke dalam lubang tanam diberi pupuk rock posphat 250 gr dan 10 kg TKS. Setelah tanam TKS diberikan dengan cara disebar merata di sekeliling tanaman (piringan) dengan dosis 210 kg/pohon setiap tahun. Sebagai penutup tanah digunakan tanaman kacang-kacangan jenis *Mucuna bracteata*. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiangan, pengendalian hama dan penyakit serta kastrasi.

Parameter yang diamati yaitu pertambahan tinggi tanaman, pertambahan lingkaran bonggol, pertambahan jumlah pelepah dan jumlah anak daun, pengamatan tambahan analisis jaringan/daun pelepah ke-9 (destruksi basah) dan analisis tanah N total (metode Kjeldhal), C-organik (metode Walkley dan Black), pH (metode volumetri). Pengamatan dilakukan pada akhir penelitian. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan sidik ragam atau ANOVA dan dilanjutkan dengan DNMRT (*Duncan's New Multiple Range Test*) pada taraf 5%.

3. Hasil dan Pembahasan

- 3.1. Pengaruh interaksi pemberian MOS dan pupuk anorganik dosis rendah (dibawah rekomendasi/anjuran) terhadap pertumbuhan kelapa sawit yang belum menghasilkan

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian MOS dan pupuk anorganik dosis rendah berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan kelapa sawit yang belum menghasilkan (TBM) umur 21 bulan. Rata-rata Pertambahan Tinggi Tanaman, Pertambahan Lingkaran Bonggol, Pertambahan Jumlah Pelepah dan Jumlah Anak Daun Kelapa Sawit yang Belum Menghasilkan dengan Pemberian Mikroorganisme Selulolitik dan Pupuk Anorganik Dosis Rendah dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan pemberian MOS dan pupuk anorganik dosis rendah berpengaruh nyata terhadap pertambahan lingkaran bonggol dan pertambahan jumlah daun kelapa sawit. Pemberian pupuk anorganik 3/4 dosis anjuran dan 30 mL MOS/tanaman memberikan pertambahan lingkaran batang yang tertinggi yaitu 40,00 cm meningkat secara nyata 100% jika dibandingkan dengan tanpa pemberian MOS dengan dosis pupuk anorganik yang sama yaitu pertambahan lingkaran bonggol hanya 20,00 cm. Apabila pupuk anorganik dikurangi dosisnya menjadi 1/2 x dosis anjuran maka tanpa pemberian MOS meningkatkan pertambahan lingkaran bonggol menjadi 36,66 cm dan berbeda tidak nyata dengan pemberian pupuk anorganik 3/4 dosis anjuran dan 30 mL MOS/tanaman. Hal ini diduga ada sinergis antara pemberian pupuk anorganik dengan MOS dalam meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman, dimana aktivitas mikroorganisme meningkat sehingga pupuk anorganik yang diberikan sepenuhnya dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Pemberian mikroorganisme selulolitik telah mampu memberikan nutrisi yang seimbang bagi kebutuhan tanaman untuk tumbuh dan berkembang. Pelapukan bahan organik menghasilkan asam-asam organik seperti gugus asam humat dan asam fulfat yang memegang peranan penting dalam pengikatan unsur hara sehingga tersedia bagi tanaman. Asam humat dan asam fulfat merupakan senyawa

Tabel 1. Rata-rata Pertambahan Tinggi Tanaman, Pertambahan Lingkaran Bonggol, Pertambahan Jumlah Pelepah dan Jumlah Anak Daun Kelapa Sawit yang Belum Menghasilkan dengan Pemberian Mikroorganisme Selulolitik dan Pupuk Anorganik Dosis Rendah

| MOS+Pupuk Anorganik Dosis rendah | Parameter | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--|-----------------------------|
| | Pertambahan Tinggi tanaman (cm) | PertambahanLing kar bonggol (cm) | Pertambahan Jumlah pelepah (helai) | Jumlah anak daun (helai) |
| 0 mL+1/2 dosis anjuran | 63.67 a | 36.66 a | 13.33 abc | 229.67 a |
| 10 mL+1/2 dosis anjuran | 52.17 a | 28.00 abc | 11.66 c | 224.33 a |
| 20 mL+1/2 dosis anjuran | 48.00 a | 35.00 ab | 13.66 ab | 216.00 a |
| 30 mL+1/2 dosis anjuran | 80.00 a | 32.66 ab | 13.00 abc | 213.33 a |
| 0 mL+3/4 dosis anjuran | 39.00 a | 20.00 bc | 13.00 abc | 195.00 a |
| 10 mL+3/4 dosis anjuran | 47.83 a | 27.33 abc | 14.00 a | 205.33 a |
| 20 mL+3/4 dosis anjuran | 53.00 a | 15.66 c | 12.00 bc | 212.00 a |
| 30 mL+3/4 dosis anjuran | 73.33 a | 40.00 a | 14.33 a | 214.67 a |

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT taraf 5%.

kompleks yang berperan penting dalam reaksi-reaksi kimia dan biokimia di dalam tanah seperti Kejenuhan Basa (KB) dan Kapasitas Tukar Kation (KTK). Menurut Stevensen (1982) bahwa kontribusi gugus fungsional hasil perombakan bahan organik adalah berkisar 85 – 90 % sehingga menempati porsi terbesar terhadap muatan. Hasil penelitian Gusmawartati dan Wardati (2012) bahwa pemberian mikroorganisme selulolitik mampu memperbaiki kesuburan tanah gambut sebagai media pembibitan kelapa sawit dimana serapan hara N, P dan K bibit kelapa sawit berada pada batas optimum sampai tinggi dengan peningkatan tinggi tanaman rata-rata 14% dan lingkaran bonggol rata-rata 13% berdasarkan standar pertumbuhan bibit kelapa sawit dari PPKS.

Hal ini didukung oleh hasil analisis jaringan tanaman (Lampiran 2) bahwa kandungan unsur hara N, P dan K dalam jaringan tanaman pada pemberian 30 mL MOS/tanaman dan pupuk anorganik 3/4 x dosis anjuran menunjukkan serapan hara yang terbaik dari pada semua perlakuan yang diberikan. Bila dibandingkan dengan pada pemberian dosis pupuk anorganik yang sama (3/4 x dosis anjuran) dan tanpa pemberian MOS serapan hara N, P dan K meningkat berturut-turut: 2,63% menjadi 2,94%; 0,158% menjadi 0,178% dan 1,22% menjadi 1,42%. Ke tiga unsur hara tersebut merupakan unsur hara esensial utama yang dibutuhkan tanaman dalam pertumbuhannya. Hardjowigeno (2007) menyatakan bahwa nitrogen berguna untuk merangsang pertumbuhan batang dan daun, membantu pembentukan klorofil, dan penting pula dalam pembentukan enzim-enzim, hormon dan vitamin. Fosfor berguna untuk merangsang perkembangan akar, memperkuat batang dan menambah ketahanan tanaman terhadap penyakit. Kalium penting karena dapat membantu transportasi hasil-hasil fotosintesis, merangsang perkembangan akar, dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit dan kekeringan.

Begitu juga terhadap penambahan jumlah pelepah, pemberian pupuk anorganik 1/2 x dosis anjuran dan tanpa pemberian MOS berbeda tidak nyata bila pemberian pupuk anorganik ditingkatkan menjadi 3/4 x dosis anjuran dengan pemberian 30 mL MOS/tanaman. Hal ini didukung oleh hasil analisis tanah Lampiran 1 dimana C-organik tanah setelah penelitian pada tanpa pemberian MOS dan pupuk anorganik 1/2 x dosis anjuran lebih tinggi yaitu 4,44% bila dibandingkan dengan pemberian 30 mL MOS/tanaman dan pupuk anorganik 3/4 x dosis anjuran kandungan C-organiknya 4,03%. Sugito dkk (1995) mengatakan bahwa oksidasi senyawa-senyawa yang mengandung karbon organik merupakan sumber energi bagi mikroorganisme heterotrof untuk sintesis sel-selnya. Sel-sel baru yang terbentuk merupakan akumulasi cadangan unsur hara di dalam tanah. Hal ini tercermin dari analisis jaringan tanaman (Lampiran 2). Optimalnya aktivitas mikroorganisme selulolitik yang diberikan menyebabkan proses mineralisasi dan immobilisasi hara berjalan dengan baik, sehingga ketersediaan hara bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman tercukupi, baik secara konsentrasi maupun keseimbangannya dengan hara lain sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Tabel 1 juga menunjukkan bahwa pemberian MOS dan pupuk anorganik dosis rendah berbeda tidak nyata terhadap penambahan tinggi tanaman dan jumlah anak daun meskipun kondisi lingkungan telah diubah melalui pemberian MOS dan pupuk anorganik. Hal ini terjadi diduga karena bawaan dari faktor internal tanaman kelapa sawit. Faktor genetik dari tiap genotipe tanaman kelapa sawit yang menyebabkan penambahan tinggi dan jumlah anak daun yang hampir sama. Pangaribuan (2001) menyatakan disamping tergantung pada umur tanaman jumlah anak daun juga ditentukan oleh sifat genetik dari tanaman kelapa sawit. Waktu penelitian yang singkat (4 bulan) diduga belum cukup untuk melihat pengaruh pemupukan yang diberikan. Hasil yang sama juga diperoleh Gusmawartati (2012) bahwa pemberian beberapa dosis MOS dengan beberapa kali penyiraman pada bibit kelapa sawit di pre-nursery berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi maupun lingkaran bonggol bibit.

3.2. Pengaruh pemberian mikroorganisme selulolitik terhadap pertumbuhan kelapa sawit yang belum menghasilkan

Hasil sidik ragam dan uji lanjut DNMRT taraf 5% terhadap penambahan tinggi tanaman, penambahan lingkaran bonggol, penambahan jumlah pelepah dan jumlah anak daun dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian 30 mL MOS/tanaman berbeda nyata dengan semua perlakuan pada penambahan tinggi tanaman kelapa sawit yang belum menghasilkan umur 21 bulan. Pemberian 30 mL MOS/tanaman memberikan tinggi tanaman tertinggi yaitu 76,66 cm meningkat 49,3% jika dibandingkan dengan tanpa pemberian MOS (0 mL MOS/tanaman). Hal ini diduga bahwa pemberian 30 mL MOS/tanaman menyebabkan penyediaan hara yang dibutuhkan tanaman melalui proses perombakan bahan organik oleh MOS telah tersedia cukup baik sehingga tidak terjadi persaingan hara antara tanaman dan mikroorganisme tanah. Sekitar 30-40% dari selulosa yang dipecah/dipisahkan oleh *decomposing organism* (MOS) diubah ke dalam bahan sel (Sutedjo dkk, 1991). Hal ini didukung oleh Handayanto dan Hairiah (2007) menyatakan aktivitas mikroorganisme tanah melakukan proses dekomposisi bahan organik sebagai penyedia unsur hara yang mendukung pertumbuhan tanaman.

Tabel 2 juga menunjukkan pemberian MOS berpengaruh tidak nyata terhadap penambahan lingkaran bonggol, penambahan jumlah pelepah dan jumlah anak daun Kelapa Sawit yang Belum Menghasilkan dengan Pemberian Beberapa Dosis MOS. Namun secara angka pemberian MOS cenderung memperbaiki pertumbuhan tanam, dimana pemberian 30 mL/tanaman memberikan peningkatan terhadap penambahan lingkaran bonggol, penambahan jumlah pelepah dan jumlah anak daun bila dibandingkan dengan tanpa pemberian MOS. Hal ini diduga waktu penelitian yang singkat (4 bulan) belum cukup untuk melihat pengaruh pemupukan (MOS) secara tunggal terhadap penambahan lingkaran bonggol, penambahan jumlah pelepah dan jumlah anak daun yang merupakan organ-organ tanaman yang berasal dari

Tabel 2. Rata-rata Pertambahan Tinggi Tanaman, Pertambahan Lingkar Bonggol, Pertambahan Jumlah Pelepah dan Jumlah Anak Daun Kelapa Sawit yang Belum Menghasilkan dengan Pemberian Beberapa Dosis Mikroorganisme Selulolitik

| MOS+Pupuk Anorganik Dosis rendah | Parameter | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|--|--|-----------------------------|
| | Pertambahan Tinggi tanaman (cm) | PertambahanLi ngkar bonggol (cm) | Pertambahan Jumlah pelepah (helai) | Jumlah anak daun (helai) |
| 0 mL+1/2 dosis anjuran | 63.67 a | 36.66 a | 13.33 abc | 229.67 a |
| 10 mL+1/2 dosis anjuran | 52.17 a | 28.00 abc | 11.66 c | 224.33 a |
| 20 mL+1/2 dosis anjuran | 48.00 a | 35.00 ab | 13.66 ab | 216.00 a |
| 30 mL+1/2 dosis anjuran | 80.00 a | 32.66 ab | 13.00 abc | 213.33 a |
| 0 mL+3/4 dosis anjuran | 39.00 a | 20.00 bc | 13.00 abc | 195.00 a |
| 10 mL+3/4 dosis anjuran | 47.83 a | 27.33 abc | 14.00 a | 205.33 a |
| 20 mL+3/4 dosis anjuran | 53.00 a | 15.66 c | 12.00 bc | 212.00 a |
| 30 mL+3/4 dosis anjuran | 73.33 a | 40.00 a | 14.33 a | 214.67 a |

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMR taraf 5%.

differensiasi sel. Martoyo (2001) menyatakan bahwa respon pupuk terhadap pertambahan jumlah daun pada umumnya kurang memberikan gambaran yang jelas karena pertumbuhan daun erat hubungannya dengan umur tanaman. Hasil yang sama juga diperoleh Gusmawartati (2012) bahwa pemberian beberapa dosis MOS dengan beberapa kali penyiraman pada bibit kelapa sawit di pre-nursery berpengaruh tidak nyata terhadap lingkar bonggol bibit. Kelapa Sawit merupakan tanaman tahunan dengan laju pertumbuhan relatif lambat.

3.3. Pengaruh Pemberian Pupuk Anorganik Dosis Rendah Terhadap Pertumbuhan Kelapa Sawit yang Belum Menghasilkan

Hasil sidik ragam pemberian pupuk anorganik dosis rendah terhadap pertumbuhan kelapa sawit yang belum menghasilkan (TBM) umur 21 bulan berpengaruh nyata, untuk lebih jelas hasil uji lanjut DNMR taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan pemberian pupuk anorganik 1/2 x dosis anjuran memberikan pertambahan lingkar batang maupun jumlah anak daun tertinggi yaitu berturut-turut 33,08 cm dan 220,83 helai berbeda nyata pemberian pupuk anorganik 3/4 x dosis anjuran. Hal ini diduga penambahan dosis pupuk anorganik menyebabkan ketidakseimbangan hara bagi pertumbuhan tanaman bahkan kemungkinan

bersifat toksik terlihat bahwa pertumbuhan tanaman menurun dengan ditingkatkannya pemberian pupuk anorganik hingga 3/4 x dosis anjuran. Hakim *et al.*, (1986) menyatakan bahwa apabila ketersediaan hara melebihi kebutuhan tanaman maka akan menjadi racun bagi tanaman tersebut.

4. Kesimpulan

Pemberian mikroorganisme selulolitik (MOS) 30 mL/tanaman pada pemberian pupuk anorganik 3/4 x dosis anjuran meningkatkan pertumbuhan kelapa sawit. Peningkatan pertambahan lingkar bonggol tanaman kelapa sawit yang belum menghasilkan (TBM) umur 21 bulan secara nyata 100%. Pemberian mikroorganisme selulolitik (MOS) hingga 30 mL/tanaman cenderung memberikan peningkatan pertambahan tinggi tanaman, lingkar batang, dan jumlah pelepah. Pemberian 1/2 dosis pupuk anorganik memberikan hasil tertinggi pada pertambahan lingkar batang dan jumlah anak daun tanaman kelapa sawit yang belum menghasilkan (TBM) umur 21 bulan.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktur dan Tim Riset PT. Tunggal Perkasa Plantation yang telah memberi izin dan memfasilitasi sehingga terlaksananya penelitian ini serta bersedia bekerja sama dengan Tim

Tabel 3. Rata-rata Pertambahan Tinggi Tanaman, pertambahan lingkar bonggol, pertambahan jumlah pelepah dan jumlah anak daun Kelapa Sawit yang Belum Menghasilkan dengan Pemberian Pupuk Anorganik Dosis Rendah

| Pupuk Anorganik Dosis Rendah | Parameter | | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|--|--|-----------------------------|
| | Pertambahan Tinggi tanaman (cm) | Pertambahan Lingkar bonggol (cm) | Pertambahan Jumlah pelepah (helai) | Jumlah anak daun (helai) |
| 1/2 dosis anjuran | 60.95 a | 33.08 a | 12.91 a | 220.83 a |
| 3/4 dosis anjuran | 53.29 a | 25.75 b | 13.33 a | 206.75 b |

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMR pada taraf 5%.

Peneliti dari Laboratorium Ilmu Tanah Divisi Biologi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Riau. Terima kasih yang sama juga disampaikan kepada karyawan di Afdeling Charly yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik Provinsi Riau. 2012. Riau Dalam Angka. BPSPR. Pekanbaru.
- Gusmawartati. 2012. Aplikasi Mikroorganisme Selulolitik Dan Frekuensi Penyiraman Pada Pembibitan Awal Kelapa Sawit Di Tanah Gambut. *J. Natural B.* 4 / I. Universitas Brawijaya, Malang. Hal: 297 – 304
- Gusmawartati, Sompoerno dan Wardati. 2011. Pemberian Mikroorganisme Selulolitik dan Pupuk NPK Dalam Meningkatkan Produksi Bawang Merah Di Lahan Gambut. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Pertanian Terpadu Berbasis Organik Menuju Pengembangan Pertanian Berkelanjutan.* Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. hal: 35-46
- Hakim, N., Nyakpa, Y., Lubis, Nugroho, G., Saul, R., Diha, A., Hong, B. G., dan Bailey. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah.* Universitas Lampung. Palembang.
- Handayanto, E., dan Hairiah, K. 2007. *Biologi Tanah (Landasan Pengelolaan Tanah Sehat).* Pustaka Adipura. Yogyakarta.
- Hardjowigeno, S. 2007. *Ilmu Tanah.* Akademika Pessindo. Jakarta
- Sugito, YY, Nuraini dan E Nihayati. 1995. *Sistem Pertanian Organik.* Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sutedjo, M. Kartasapoerta, dan Sastroatmodjo. 1991. *Mikrobiologi Tanah.* PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Stevensen, F. J. 1982. *Humus Chemistry.* John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Pangaribuan, Y. 2001. *Studi Karakter Morfofisiologi Tanaman Kelapa Sawit Di Pembibitan Terhadap Cekaman Kekeringan.* Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Martoyo, K. 2001. *Sifat Fisik Tanah Ultisol Pada penyebaran Akar Tanaman Kelapa Sawit.* Warta. PPKS. Medan