

**PENGARUH SLUDGE LIMBAH KELAPA SAWIT DAN  
PUPUK NPKMg (15:15:6:4) DALAM MEDIA TANAM ULTISOL  
TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT KELAPA SAWIT  
(*Elaeis guineensis* Jacq.) DI MAIN NURSERY**

**THE EFFECT OF PALM OIL WASTE SLUDGE AND  
NPKMg (15:15:6:4) FERTILIZER ON ULTISOL TO THE GROWTH OF  
PALM OIL (*Elaeis guineensis* Jacq.) SEEDLINGS IN MAIN NURSERY**

**Nanda Dwi Pramana<sup>1</sup>, Ardian<sup>2</sup>, Al Ikhsan Amri<sup>2</sup>**  
**Departement of Agrotechnology, Faculty Agriculture, University of Riau**

nandadwi409@gmail.com/085370155876

**ABSTRACT**

The research aimed to determine the effect of interaction giving palm oil waste sludge and NPKMg (15:15:6:4) fertilizer on Ultisol and get the best treatment to the growth of palm oil (*Elaeis guineensis* Jacq.) seedlings in main nursery. The research was conducted at the experimental field of the Faculty of Agriculture, University of Riau. This research was conducted from March to July 2015. The research used Completely Randomized Design factorial that consisting of two factors. The first factor is palm oil waste sludge (S) consists of 4 levels. The second factor is the NPKMg (15:15:6:4) fertilizer (P) consists of 3 levels. Both these factors resulted in 12 treatment combinations, each combination made 3 replications, so that there are 36 experimental units. Each experimental unit consisted of 2 plants, so the total crop was 72 plants. Parameters measured were the increase seedling height, the number of leaves increase, the increase hump diameter, leaf area, root volume and dry weight. Data were analyzed by analysis of variance and further tested using Duncan's New Multiple Range Test at the level of 5%. The results of the research showed that there is interaction between giving application palm oil waste sludge and NPKMg fertilizer on increase of seed hump diameter dan seed dry weight. Combination treatment of sludge dose with 100 g/plant and NPKMg fertilizer with 10,5 g/plant is the best treatment that can be recommended to get the growth palm oil seedling in main nursery on Ultisol.

**Keywords:** *palm oil, growth, Ultisol, palm oil waste sludge, NPKMg fertilizer*

**PENDAHULUAN**

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu komoditas perkebunan unggulan di Riau yang dijadikan sebagai sumber minyak nabati. Usaha dalam memenuhi permintaan minyak kelapa sawit yang terus meningkat dapat dilakukan dengan perluasan

areal perkebunan dan peremajaan tanaman sawit yang telah tua (*replanting*). Badan Pusat Statistik Riau (2014) mencatat luas perkebunan kelapa sawit pada tahun 2011 mencapai 2.256.538 ha dengan jumlah produksi 6.932.572 ton, tahun 2012 mencapai 2.372.402 ha dengan jumlah produksi 7.340.809 ton, dan

pada tahun 2013 mencapai 2.399.172 ha dengan jumlah produksi 7.570.854 ton dan dari luas areal lahan tersebut merupakan areal tanaman dalam kondisi tua dan tidak produktif.

Menurut data Dinas Perkebunan Provinsi Riau (2014), luas areal yang memasuki tahap *replanting* tahun 2014 mencapai 10.247 ha, sehingga membutuhkan bibit berkualitas dalam jumlah yang banyak yaitu 1.393.592 tanaman. Penyiapan bibit berkualitas dapat dilakukan melalui pembibitan yang baik. Salah satu faktor yang menentukan keberhasilan pembibitan adalah pemilihan medium tanam. Berkurangnya ketersediaan tanah yang subur di Riau sebagai media tanam bibit kelapa sawit menyebabkan harus dilakukannya pemanfaatan tanah marjinal yang berpotensi seperti tanah Ultisol.

Tanah Ultisol merupakan lahan kering dengan tingkat kesuburan rendah. Barnev (2009) menyatakan luas tanah Ultisol di Provinsi Riau adalah sekitar 2.270.000 ha.

Usaha dalam meningkatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit pada media Ultisol dapat dilakukan dengan pemberian pupuk organik dan pupuk buatan (anorganik). Pemberian pupuk organik dapat dilakukan dengan pemberian *sludge* dari limbah kelapa sawit.

*Sludge* merupakan limbah yang dihasilkan dari pengolahan kelapa sawit dalam bentuk cairan atau padatan dan mengandung unsur hara yang penting bagi pertumbuhan tanaman (Tindaon, 1994). *Sludge* mengandung unsur hara nitrogen, fosfor, kalium, magnesium dan kalsium yang dapat digunakan sebagai penambah unsur hara.

Pemberian bahan organik seperti *sludge* berperan dalam memperbaiki kehidupan mikroba di dalam tanah dan sebagai sumber hara bagi tanaman (Hakim, dkk., 1986). Lubis (1992) menyatakan bahwa setiap ton tandan buah segar kelapa sawit (TBS) yang diolah dapat menghasilkan sebanyak 0,7 ton limbah cair berupa lumpur (*sludge*). Volume yang sangat besar ini memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai pupuk organik dan mengurangi penggunaan pupuk anorganik.

Unsur hara di dalam *sludge* bersifat lambat tersedia bagi tanaman, sehingga perlu dikombinasikan dengan pupuk anorganik seperti pupuk NPKMg. Pupuk NPKMg lebih efisien dalam aplikasinya daripada pupuk tunggal, karena mudah didapat, terdiri dari beberapa unsur dan mudah diserap oleh tanaman.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh interaksi pemberian *sludge* limbah kelapa sawit dan pupuk NPKMg (15:15:6:4) dalam media tanam Ultisol terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di *main nursery* serta mendapatkan perlakuan terbaik dalam mendukung pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di *main nursery*.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan di kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Riau, Kampus Binawidya Km 12,5 Kelurahan Simpang Baru, Kecamatan Tampan, Pekanbaru. Penelitian ini dilaksanakan selama empat bulan yaitu dari bulan Maret sampai bulan Juli 2015.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit kelapa sawit Topas varietas Tenera umur 3 bulan, *sludge* limbah kelapa sawit, pupuk NPKMg (15:15:6:4), *top soil* Ultisol, air, insektisida Sevin 85 SP, dan fungisida Dithane M-45. Sedangkan alat-alat yang digunakan adalah cangkul, *polybag* ukuran 35 cm x 40 cm, meteran, gembor, penggaris, tali rafia, form data, kalkulator, alat tulis, *paranet*, timbangan, timbangan analitik, parang, pisau, kertas label, kayu, *oven*, alat tulis, ayakan 25 mesh, ember, *hand sprayer*, terpal, amplop padi, alat dokumentasi dan alat lainnya yang mendukung penelitian ini.

Penelitian ini dilaksanakan secara eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari : faktor pertama adalah pemberian *sludge* (S) dengan 4 taraf yaitu: S0 : *sludge* 0 g/ tanaman (0 ton/ha), S1 : *sludge* 50 g/tanaman (10 ton/ha), S2 : *sludge* 100 g/tanaman (20 ton/ha), S3 : *sludge* 150 g/ tanaman (30 ton/ha). Sedangkan faktor kedua adalah pupuk NPKMg (P) dengan 3 taraf yaitu: P0 : pupuk NPKMg 0 g/tanaman, P1 : pupuk NPKMg 10,5 g/tanaman, P2 : pupuk NPKMg 21 g/tanaman. Dari kedua faktor di atas diperoleh 12 kombinasi perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali, sehingga diperoleh 36 unit

percobaan, dimana setiap unit percobaan terdiri dari 2 bibit kelapa sawit, sehingga jumlah keseluruhan bibit adalah 72 bibit kelapa sawit. Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis secara statistik menggunakan Analisis Sidik Ragam dan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5 %.

Pelaksanaan penelitian yaitu persiapan tempat penelitian, persiapan medium tanam, persediaan bahan tanam, aplikasi perlakuan, penanaman bibit, pemeliharaan tanaman yang meliputi penyiraman, penyiangan, pengendalian hama dan penyakit. Parameter yang diamati adalah pertambahan tinggi bibit (cm), jumlah daun (helai), diameter batang (cm), luas daun (cm<sup>2</sup>), volume akar (ml) dan berat kering bibit (g).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pertambahan Tinggi Tanaman

Hasil pengamatan pertambahan tinggi bibit setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg berpengaruh tidak nyata, sedangkan faktor *sludge* dan faktor pupuk NPKMg berpengaruh nyata terhadap pertambahan tinggi bibit kelapa sawit. Hasil uji lanjut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata pertambahan jumlah daun bibit (cm) kelapa sawit umur 6 bulan dengan pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg

Dosis <i>Sludge</i> (g/tanaman)	Dosis Pupuk NPKMg (g/tanaman)			Rata-rata
	0	10,5	21	
0	10.41 e	15.40 bcd	14.66 cd	13.49 b
50	12.00 de	16.08 bc	15.83 bcd	14.36 b
100	17.41 abc	18.75 ab	18.58 abc	18.25 a
150	15.16 bcd	17.41 abc	21.00 a	17.86 a
Rata-rata	13.75 b	16.91 a	17.52 a	

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%

Tabel 2 menunjukkan kombinasi pemberian *sludge* dengan dosis 150 g/tanaman dan pupuk NPKMg dengan dosis 21 g/tanaman merupakan perlakuan terbaik terhadap pertambahan tinggi bibit kelapa sawit yaitu 21,00 cm. Hal ini diduga bahwa pemberian *sludge* sebagai bahan organik dapat memperbaiki sifat fisik, biologi dan kimia tanah sehingga pemberian pupuk NPKMg menjadi efektif dalam mendukung pertumbuhan vegetatif bibit kelapa sawit. Terserapnya unsur hara dari pemberian *sludge* dan NPKMg maka akan berpengaruh baik terhadap pertumbuhan tinggi bibit kelapa sawit.

Berdasarkan hasil analisis kandungan unsur hara dalam *top soil* Ultisol yaitu N 0,51% ditambah kandungan unsur hara dalam *sludge* yaitu N 2,1 %, P 0,44%, K 1,85% dan Mg 0,64% serta kandungan unsur hara dalam pupuk NPKMg yaitu N 15%, P15%, K 6% dan Mg 4%. Jumlah unsur hara N, P, K, dan Mg yang tersedia melalui pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg ke dalam media tanam Ultisol sudah mampu memenuhi kebutuhan hara untuk pertumbuhan bibit kelapa sawit yang

dianggap berkecukupan yaitu N 1,5%, P 0,2%, K 1% dan Mg 0,2%.

Pada perlakuan tanpa pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg menghasilkan tinggi bibit lebih rendah dari perlakuan lainnya yaitu 10,41 cm. Hal ini diduga unsur hara di dalam medium tanam tanpa pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg tidak mencukupi untuk meningkatkan pertumbuhan tinggi bibit karena tidak adanya penambahan unsur hara yang dapat dimanfaatkan bibit pada medium Ultisol. Hardjowigeno (1987) menyatakan bahwa tanah Ultisol memiliki pH masam, kandungan Al yang tinggi, dan unsur haranya yang rendah sehingga pertumbuhan tanaman akan terganggu.

Faktor pemberian *sludge* dapat meningkatkan pertambahan tinggi bibit kelapa sawit. Tabel 1 menunjukkan pemberian *sludge* dosis 100 g/tanaman berbeda tidak nyata dengan 150 g/tanaman dan berbeda nyata dengan pemberian *sludge* dosis 50 g/tanaman dan tanpa perlakuan *sludge* terhadap pertambahan tinggi bibit. Perlakuan *sludge* dosis 100 g/tanaman menunjukkan rata-rata pertambahan tinggi bibit tertinggi yaitu 18,25 cm. Hal ini diduga jumlah kandungan

unsur hara terutama unsur hara nitrogen (N) pada perlakuan *sludge* dosis 100 g/tanaman telah mencukupi kebutuhan unsur hara pada bibit sawit. Menurut Setjdamidjaja dan Wirasmoko (1994), unsur hara N berperan dalam merangsang pertumbuhan vegetatif, sehingga semakin banyak unsur hara N tercukupi menunjukkan pertumbuhan yang semakin baik, khususnya pertumbuhan batang yang memacu pertumbuhan tinggi tanaman.

Faktor pemberian pupuk NPKMg dapat meningkatkan pertambahan tinggi bibit kelapa sawit. Tabel 2 menunjukkan peningkatan dosis pupuk NPKMg cenderung meningkatkan pertambahan tinggi bibit kelapa sawit. Pemberian pupuk NPKMg dosis 10,5 g/tanaman berbeda tidak nyata dengan dosis 21 g/tanaman dan berbeda nyata dengan tanpa pemberian pupuk NPKMg terhadap pertambahan tinggi bibit. Pada pemberian pupuk NPKMg dosis 21 g/tanaman menunjukkan rata-rata pertambahan tinggi bibit tertinggi yaitu 17,52 cm. Hal ini diduga jumlah unsur hara yang tersedia pada perlakuan pupuk NPKMg dosis 10,5 g/tanaman sudah dapat mencukupi dan meningkatkan pertambahan tinggi bibit kelapa sawit.

Unsur hara yang terkandung di dalam pupuk NPKMg tersebut dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman akibat pemanfaatan unsur hara dalam proses metabolisme tanaman seperti fotosintesis. Asimilat dari proses fotosintesis ditranslokasikan ke bagian tanaman sehingga mendorong percepatan pembentukan dan

pembesaran sel baru, dimana hal ini akan berdampak pada pertambahan tinggi tanaman. Novizan (2005) menyatakan bahwa peran unsur hara pada tanaman diperlukan untuk proses pembelahan, pemanjangan sel dan pembentukan klorofil yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis untuk menghasilkan fotosintat.

Menurut Lingga dan Marsono (2001), bahwa penambahan unsur hara nitrogen (N) dapat merangsang pertumbuhan vegetatif yaitu cabang, batang dan daun yang merupakan komponen penyusun asam amino, protein dan pembentukan protoplasma sel sehingga dapat merangsang pertumbuhan tinggi tanaman. Fosfor (P) merupakan komponen utama asam nukleat yang berperan terhadap pembelahan sel pada jaringan meristem sehingga berpengaruh pada tinggi tanaman. Kalium (K) dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui perannya sebagai aktifator berbagai enzim, sehingga proses metabolisme dapat berjalan baik apabila unsur kalium dapat tercukupi, sedangkan magnesium (Mg) berperan dalam pembentukan klorofil, asam amino, vitamin, lemak dan gula serta berperan dalam transportasi fosfat dalam tanaman.

### **Pertambahan Jumlah Daun**

Hasil pengamatan pertambahan jumlah daun setelah dilakukan analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg berpengaruh tidak nyata, sedangkan faktor *sludge* dan faktor pupuk NPKMg berpengaruh nyata terhadap pertambahan jumlah daun. Hasil uji lanjut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata pertambahan jumlah daun bibit (helai) kelapa sawit umur 6 bulan dengan pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg

Dosis <i>Sludge</i> (g/tanaman)	Dosis Pupuk NPKMg (g/tanaman)			Rata-rata
	0	10,5	21	
0	4.00 c	4.66 bc	4.33 bc	4.33 b
50	4.50 bc	5.00 ab	5.00 ab	4.77 a
100	4.66 bc	4.83 b	4.83 b	4.83 a
150	4.66 bc	5.00 ab	5.66 a	5.11 a
Rata-rata	4.45 b	4.87 a	4.95 a	

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%

Tabel 3 menunjukkan bahwa kombinasi pemberian *sludge* dengan dosis 150 g/tanaman dan pupuk NPKMg dengan dosis 21 g/tanaman merupakan perlakuan terbaik terhadap pertambahan jumlah daun bibit kelapa sawit yaitu sebanyak 5,66 helai. Hal ini diduga pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg dapat menyediakan unsur hara yang cukup terutama unsur nitrogen dan fosfat yang berperan baik dalam pembentukan dan meningkatkan jumlah daun. Pada perlakuan tanpa pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg menghasilkan jumlah daun lebih sedikit dari perlakuan lainnya yaitu sebanyak 4 helai. Hal ini diduga bahwa unsur hara di dalam medium tanam tanpa pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg tidak mencukupi untuk meningkatkan pertambahan jumlah daun karena tidak adanya penambahan unsur hara yang dapat dimanfaatkan bibit pada medium Ultisol. Menurut Dwijoseputro (1985), tanaman akan tumbuh subur apabila unsur hara yang diperlukan oleh tanaman tersebut tersedia dalam jumlah yang sesuai untuk diserap tanaman sehingga mampu memberikan pengaruh baik bagi pertumbuhan tanaman.

Faktor pemberian *sludge* dapat meningkatkan pertambahan jumlah daun bibit kelapa sawit. Tabel 3 menunjukkan peningkatan dosis *sludge* cenderung meningkatkan pertambahan jumlah daun bibit kelapa sawit. Pemberian *sludge* dosis 50 g/tanaman, 100 g/tanaman dan 150 g/tanaman berbeda nyata dengan tanpa pemberian *sludge* terhadap pertambahan jumlah daun. Perlakuan *sludge* dosis 150 g/tanaman menunjukkan rata-rata pertambahan jumlah daun tertinggi yaitu sebanyak 5,11 helai. Hal ini diduga bahwa unsur hara nitrogen (N) dan fosfor (P) dari pemberian *sludge* sudah mencukupi kebutuhan N dan P tanaman dan dapat dimanfaatkan tanaman dalam proses fotosintesis. Lakitan (2007) menyatakan bahwa tanaman yang tidak mendapatkan tambahan nitrogen akan tumbuh kerdil serta daun terbentuk juga lebih kecil, tipis dan jumlahnya akan sedikit, sedangkan tanaman yang mendapat tambahan unsur hara nitrogen maka daun akan lebih banyak dan lebar. Suriatna (1988) menyatakan bahwa fosfor berperan dalam proses pembelahan sel, fotosintesis dan proses respirasi, sehingga mendorong pertumbuhan tanaman, diantaranya pertambahan

jumlah daun. Jika fosfor rendah maka pertumbuhan daun akan terhambat.

Faktor pemberian pupuk NPKMg juga dapat meningkatkan pertumbuhan jumlah daun bibit kelapa sawit. Tabel 3 menunjukkan setiap peningkatan dosis pupuk NPKMg cenderung meningkatkan pertumbuhan jumlah daun bibit kelapa sawit. Pemberian pupuk NPKMg pada dosis 10,5 g/tanaman berbeda tidak nyata dengan dosis 21 g/tanaman dan berbeda nyata dengan tanpa pemberian pupuk NPKMg terhadap pertumbuhan jumlah daun. Pada pemberian pupuk NPKMg dosis 21 g/tanaman menunjukkan rata-rata pertumbuhan jumlah daun tertinggi yaitu 4,95 helai. Hal ini diduga jumlah unsur hara yang tersedia pada perlakuan pupuk NPKMg dosis 10,5 g/tanaman sudah dapat mencukupi dan meningkatkan pertumbuhan jumlah daun bibit kelapa sawit.

Pertambahan jumlah daun sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara makro seperti N, P, K dan Mg di dalam medium tanam. Prawiranata dan Tjondronegoro (1995) menyatakan bahwa peningkatan laju fotosintesis akan diiringi dengan peningkatan jumlah daun, karena asimilat yang dihasilkan juga akan semakin meningkat sehingga dapat mempercepat membukanya daun baru.

### Pertambahan Diameter Batang

Hasil pengamatan pertumbuhan diameter batang setelah dilakukan analisis ragam (Lampiran 1.) menunjukkan bahwa interaksi pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg serta faktor *sludge* dan faktor pupuk NPKMg berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan diameter batang. Hasil uji lanjut disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata pertumbuhan diameter batang bibit (cm) kelapa sawit umur 6 bulan dengan pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg

Dosis <i>Sludge</i> (g/tanaman)	Dosis Pupuk NPKMg (g/tanaman)			Rata-rata
	0	10,5	21	
0	0.83 e	1.40 bcd	1.15 d	1.13 b
50	1.17 d	1.60 abc	1.51 abc	1.42 a
100	1.34 cd	1.69 ab	1.33 cd	1.45 a
150	1.40 bcd	1.46 bcd	1.80 a	1.55 a
Rata-rata	1.18 b	1.53 a	1.45 a	

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%

Tabel 4 menunjukkan bahwa kombinasi pemberian *sludge* dengan dosis 150 g/tanaman dan pupuk NPKMg dengan dosis 21 g/tanaman merupakan perlakuan terbaik terhadap pertumbuhan diameter batang bibit kelapa sawit yaitu 1,80

cm. Hal ini diduga unsur hara dalam pupuk NPKMg dapat diserap baik oleh tanaman akibat penambahan bahan organik yang mampu meningkatkan daya dukung tanah seperti perbaikan sifat fisik, biologi dan kimia tanah, sehingga kombinasi

pemberian *sludge* dan NPKMg memberi pengaruh baik terhadap pertambahan diameter batang bibit kelapa sawit.

Suwandi dan Chan (1982) menyatakan kombinasi pupuk anorganik dengan bahan organik dapat digunakan untuk meningkatkan metabolisme tanaman dan dapat memberikan asupan hara ke tanaman dalam jumlah yang mencukupi, dimana penyerapan unsur hara akan lebih efektif karena meningkatnya daya dukung tanah akibat penambahan bahan organik dalam tanah. Pada perlakuan tanpa pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg menghasilkan diameter batang lebih rendah dari perlakuan lainnya yaitu 0,83 cm. Hal ini diduga bahwa unsur hara di dalam medium tanam tanpa pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg tidak mencukupi untuk meningkatkan pertumbuhan diameter batang bibit kelapa sawit karena tidak adanya penambahan unsur hara yang dapat dimanfaatkan bibit pada medium Ultisol.

Faktor pemberian *sludge* dapat meningkatkan pertambahan diameter batang bibit kelapa sawit. Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa setiap peningkatan dosis *sludge* cenderung meningkatkan pertambahan diameter batang bibit kelapa sawit. Pemberian *sludge* dosis 50 g/tanaman, 100 g/tanaman dan 150 g/tanaman berbeda nyata dengan tanpa pemberian *sludge* terhadap pertambahan diameter batang. Perlakuan *sludge* dosis 150 g/tanaman menunjukkan rata-rata pertambahan diameter batang tertinggi yaitu 1,55 cm. Hal ini diduga bahwa unsur hara N, P dan K yang terkandung pada *sludge* sudah mampu mencukupi kebutuhan hara bibit dalam pertambahan diameter

batang. Unsur hara N, P dan K yang mencukupi menyebabkan kegiatan metabolisme tanaman meningkat diantaranya adalah fotosintesis yang berperan menghasilkan asimilat. Asimilat yang dihasilkan akan ditranslokasikan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman terutama pada bagian batang tanaman.

Unsur K lebih banyak dibutuhkan dalam proses pembesaran diameter batang. Hal ini sesuai pernyataan Leiwakabessy (1998), bahwa unsur kalium (K) sangat berperan dalam meningkatkan diameter batang, khususnya dalam peranannya sebagai jaringan yang menghubungkan antara akar dan daun pada proses transportasi unsur hara dari akar ke daun. Setyamidjaja (1986) menyatakan bahwa unsur hara kalium berperan dalam memperlancar fotosintesis dan membantu pembentukan protein dan karbohidrat sehingga diikuti dengan pembentukan dan perkembangan sel-sel baru yang menyebabkan terjadinya peningkatan tinggi tanaman, diameter batang dan total luas daun.

Faktor pemberian pupuk NPKMg dapat meningkatkan pertambahan diameter batang bibit kelapa sawit. Tabel 4 menunjukkan bahwa pemberian pupuk NPKMg dosis 10,5 g/tanaman berbeda tidak nyata dengan dosis 21 g/tanaman dan berbeda nyata dengan tanpa pemberian pupuk NPKMg terhadap pertambahan diameter batang. Pada pemberian pupuk NPKMg dosis 10,5 g/tanaman menunjukkan rata-rata pertambahan diameter batang tertinggi yaitu 1,53 cm, namun berbeda tidak nyata dengan pemberian pupuk NPKMg dosis 21 g/tanaman. Hal ini diduga bahwa jumlah unsur hara yang tersedia



dengan pemberian pupuk NPKMg dosis 10,5 g/tanaman sudah dapat mencukupi dan meningkatkan pertambahan diameter batang bibit kelapa sawit.

Unsur hara yang terkandung dalam pupuk NPKMg berperan meningkatkan pertambahan diameter batang, dimana batang merupakan salah satu bagian tanaman yang mendapat alokasi asimilat karena perannya sebagai jaringan pengangkut. Menurut Jumin (1986), batang merupakan daerah akumulasi pertumbuhan tanaman khususnya pada tanaman yang lebih muda sehingga dengan adanya unsur hara dapat mendorong pertumbuhan vegetatif tanaman diantaranya

pembentukan klorofil pada daun sehingga akan memacu laju fotosintesis. Semakin laju fotosintesis maka fotosintat yang dihasilkan akan memberikan ukuran pertambahan diameter batang yang besar.

### Luas Daun

Hasil pengamatan luas daun setelah dilakukan analisis ragam (Lampiran 1.) menunjukkan bahwa interaksi antara pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg berpengaruh tidak nyata, sedangkan faktor *sludge* dan pupuk NPKMg memberikan pengaruh nyata terhadap luas daun bibit kelapa sawit. Hasil uji lanjut disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata luas daun bibit ( $\text{cm}^2$ ) kelapa sawit umur 6 bulan dengan pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg

Dosis <i>Sludge</i> (g/tanaman)	Dosis Pupuk NPKMg (g/tanaman)			Rata-rata
	0	10,5	21	
0	107.15 f	153.89 cde	141.69 def	134.24 c
50	133.45 ef	189.89 bc	182.43 bc	168.59 b
100	174.61 bcd	208.22 ab	202.71 ab	195.18 a
150	175.10 bcd	200.10 b	240.31 a	205.17 a
Rata-rata	147.57 b	188.02 a	191.78 a	

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%

Tabel 5 menunjukkan bahwa kombinasi pemberian *sludge* dengan dosis 150 g/tanaman dan pupuk NPKMg dengan dosis 21 g/tanaman merupakan perlakuan terbaik terhadap luas daun bibit kelapa sawit yaitu 240,31  $\text{cm}^2$ . Hal ini diduga bahwa pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg mampu menyediakan unsur hara yang cukup untuk memberi pengaruh baik terhadap peningkatan luas daun bibit kelapa sawit. Pada perlakuan tanpa pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg menghasilkan

luas daun lebih kecil dari perlakuan lainnya yaitu 107,15  $\text{cm}^2$ . Hal ini diduga bahwa unsur hara di dalam medium tanam tanpa pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg belum mencukupi untuk meningkatkan luas daun bibit kelapa sawit karena tidak adanya penambahan unsur hara yang dapat dimanfaatkan bibit pada medium Ultisol.

Faktor pemberian *sludge* dapat meningkatkan luas daun bibit kelapa sawit. Tabel 5 menunjukkan bahwa setiap peningkatan dosis *sludge*

cenderung meningkatkan luas daun bibit kelapa sawit. Pemberian *sludge* dengan dosis 100 g/tanaman berbeda tidak nyata dengan 150 g/tanaman dan berbeda nyata dengan pemberian *sludge* dosis 50 g/tanaman dan tanpa pemberian *sludge* terhadap luas daun. Perlakuan *sludge* dosis 150 g/tanaman menunjukkan rata-rata luas daun tertinggi yaitu 205,17 cm<sup>2</sup> namun tidak berbeda nyata dengan dosis 100 g/tanaman. Hal ini diduga bahwa pemberian *sludge* dosis 100 g/tanaman sudah mencukupi kebutuhan unsur hara pada bibit sawit.

Bahan organik dalam medium tanam dapat menyuburkan tanah yang rendah unsur hara seperti jenis tanah Ultisol. *Sludge* sebagai bahan organik diduga mampu menyediakan unsur-unsur hara kepada tanaman dalam jumlah yang cukup seperti unsur N dan Mg yang berperan dalam pertumbuhan daun. Menurut Hakim dkk (1986), bahwa unsur nitrogen (N) adalah penyusun utama biomassa tanaman muda dan berperan dalam merangsang pertumbuhan vegetatif seperti merangsang pertumbuhan daun sedangkan unsur Mg berperan dalam perkembangan daun yaitu sebagai penyusun klorofil daun yang penting dalam proses fotosintesis. Fotosintesis yang berjalan dengan lancar akan berdampak langsung terhadap luas permukaan daun yang berfungsi menangkap cahaya matahari.

Faktor pemberian pupuk NPKMg dapat meningkatkan luas daun bibit kelapa sawit. Tabel 5 menunjukkan bahwa setiap peningkatan dosis pupuk NPKMg cenderung meningkatkan luas daun bibit kelapa sawit. Pemberian pupuk

NPKMg dosis 10,5 g/tanaman berbeda tidak nyata dengan dosis 21 g/tanaman dan berbeda nyata dengan tanpa pemberian pupuk NPKMg terhadap luas daun. Pemberian pupuk NPKMg dosis 21 g/tanaman menunjukkan rata-rata luas daun tertinggi yaitu 191,78 cm<sup>2</sup> namun tidak berbeda nyata dengan dosis 10,5 g/tanaman, sedangkan tanpa pemberian pupuk NPKMg menunjukkan luas daun terendah yaitu 147,57 cm<sup>2</sup>. Hal ini diduga bahwa perlakuan pupuk NPKMg dosis 10,5 g/tanaman sudah dapat mencukupi kebutuhan unsur hara dan meningkatkan luas daun bibit kelapa sawit.

Unsur hara yang terkandung dalam pupuk NPKMg sangat dibutuhkan oleh tanaman dalam pertumbuhannya, salah satunya yaitu dapat meningkatkan luas daun bibit kelapa sawit. Hakim dkk (1986) menyatakan bahwa unsur nitrogen berpengaruh terhadap luas daun, dimana pemberian pupuk yang mengandung nitrogen (N) dibawah optimal akan menurunkan luas daun. Sarief (1985) menyatakan bahwa fosfor (P) berperan dalam melakukan pembelahan sel seperti daun dan pucuk akan semakin panjang dan lebar daun tanaman. Lakitan (2000) menyatakan bahwa unsur kalium (K) berperan sebagai aktifator berbagai enzim dalam proses fotosintesis. Sarief (1986) menyatakan unsur magnesium (Mg) berperan sebagai inti penyusun klorofil pada daun. Klorofil yang terbentuk pada daun akan mempengaruhi luas daun, dimana semakin banyak klorofil yang terbentuk maka proses fotosintesis juga akan semakin meningkat.

### Volume Akar

Hasil pengamatan volume akar setelah dilakukan analisis ragam (Lampiran 1.) menunjukkan bahwa interaksi antara pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg

berpengaruh tidak nyata, sedangkan perlakuan faktor *sludge* dan faktor pupuk NPKMg berpengaruh nyata terhadap volume akar. Hasil uji lanjut disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata volume akar bibit (ml) kelapa sawit umur 6 bulan pada perlakuan *sludge* dan pupuk NPKMg

Dosis <i>Sludge</i> (g/tanaman)	Dosis Pupuk NPKMg (g/tanaman)			Rata-rata
	0	10,5	21	
0	34.83 e	38.33 cde	37.16 de	36.77 b
50	36.33 e	40.73 cde	48.33 bc	41.80 b
100	40.50 cde	47.33 bcd	55.00 ab	47.61 a
150	41.00 cde	44.66 cde	60.00 a	48.55 a
Rata-rata	38.16 b	42.76 b	50.12 a	

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%

Tabel 6 menunjukkan bahwa kombinasi pemberian *sludge* dengan dosis 150 g/tanaman dan pupuk NPKMg dengan dosis 21 g/tanaman merupakan perlakuan terbaik terhadap volume akar bibit kelapa sawit yaitu 60 ml. Hal ini diduga pemberian *sludge* dapat memperbaiki sifat fisik tanah dalam membentuk pori-pori sebagai ruang penetrasi akar. Dengan didukung adanya pemberian pupuk NPKMg, maka pertumbuhan dan perkembangan akar menjadi baik. Pada perlakuan tanpa pemberian *sludge* dan tanpa pupuk NPKMg menghasilkan volume akar lebih rendah dari perlakuan lainnya yaitu 34,83 ml dan tidak berbeda nyata dengan pemberian *sludge* dosis 50 g/tanaman dan tanpa pupuk NPKMg. Hal ini diduga unsur hara di dalam medium tanam tidak mencukupi untuk meningkatkan perkembangan akar bibit kelapa sawit.

Akar yang terbentuk berhubungan erat dengan pengaruh lingkungan khususnya kondisi tanah

yang memungkinkan pertumbuhan akar menjadi baik dan jumlahnya lebih banyak. Sesuai dengan pernyataan Lakitan (1996), bahwa sistem perakaran tidak hanya dipengaruhi oleh faktor genetik tetapi juga faktor lingkungan yaitu ketersediaan unsur hara, ketersediaan air dan suhu tanah adalah faktor yang berpengaruh pada pola penyebaran akar. Semakin tersedia unsur hara dan semakin bagus penyerapan unsur hara maka pertumbuhan tanaman akan semakin bagus terutama pada bagian akar.

Faktor pemberian *sludge* dapat meningkatkan volume akar bibit kelapa sawit. Tabel 6 menunjukkan bahwa setiap peningkatan dosis *sludge* cenderung meningkatkan volume akar. Pemberian *sludge* dosis 100 g/tanaman berbeda tidak nyata dengan dosis 150 g/tanaman dan berbeda nyata dengan pemberian *sludge* dosis 50 g/tanaman dan tanpa perlakuan terhadap volume akar. Perlakuan *sludge* dosis 150 g/tanaman menunjukkan rata-rata

volume akar tertinggi yaitu 48,55 ml. Hal ini diduga bahwa kandungan unsur hara dan bahan organik yang terkandung di dalam *sludge* dosis 100 g/tanaman dan 150 g/tanaman dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi medium tanam. Seiring meningkatnya pemberian *sludge* menyebabkan akar dapat tumbuh dan berkembang semakin baik akibat daya dukung medium tanam yang baik sehingga penyebaran akar dan pertumbuhannya akan semakin baik.

Perbaikan sifat fisik tanah berakibat pada aerasi atau tata udara tanah menjadi lebih baik dan meningkatkan daya pegang air sehingga air tersedia bagi tanaman. Aerasi yang baik menyediakan oksigen yang cukup untuk mikroorganisme tanah sehingga proses dekomposisi atau penguraian bahan organik dapat berjalan cepat. Sedangkan air yang tersedia berperan sebagai pelarut unsur hara di dalam tanah dan sebagai komponen utama pada tumbuhan.

Isroi (2006) menyatakan bahwa manfaat bahan organik bagi tanah dan tanaman dapat meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki struktur dan karakteristik tanah, serta meningkatkan kapasitas jerap air tanah.

*Sludge* berperan dalam melepaskan senyawa fosfat yang terikat oleh Al dan Fe di dalam tanah Ultisol sehingga unsur fosfat mudah tersedia dan terserap oleh tanaman. Koedadiri (2003) menyatakan bahwa bahan organik

berperan mengikat (*chelating*) Al dan Fe, sehingga unsur hara yang diberikan ke dalam tanah akan mudah tersedia terutama fosfor yang berfungsi dalam membentuk sistem perakaran. Hardjowigeno (2007) menyatakan bahwa unsur fosfor berperan dalam pembelahan sel, perkembangan akar, memperkuat batang dan metabolisme karbohidrat.

Faktor pemberian pupuk NPKMg juga dapat meningkatkan volume akar bibit kelapa sawit. Tabel 6 menunjukkan pemberian pupuk NPKMg pada dosis 21 g/tanaman berbeda nyata dengan pemberian pupuk NPKMg dosis 10,5 g/tanaman dan tanpa pemberian pupuk NPKMg terhadap volume akar. Pada pemberian pupuk NPKMg dosis 21 g/tanaman menunjukkan rata-rata volume akar tertinggi yaitu 50,12 ml, sedangkan tanpa pemberian pupuk NPKMg menunjukkan rata-rata volume akar terendah yaitu 38,16 ml. Hal ini diduga jumlah unsur hara pada pemberian pupuk NPKMg dosis 21 g/tanaman dapat mencukupi dan meningkatkan perkembangan akar bibit kelapa sawit.

Suseno (1974) menyatakan bahwa tanaman kekurangan unsur hara N, P, K, dan Mg akan menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat, akar menjadi lemah dan jumlah akar berkurang. Sarief (1986) menyatakan bahwa volume akar sangat erat kaitannya dengan unsur hara makro seperti N, P, K dan Mg.

serta faktor *sludge* dan faktor pupuk NPKMg berpengaruh nyata terhadap berat kering bibit kelapa sawit. Hasil uji lanjut disajikan pada Tabel 7.

### **Berat Kering Bibit**

Hasil pengamatan berat kering bibit setelah dilakukan analisis ragam (Lampiran 1.) menunjukkan interaksi pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg

Tabel 7. Rata-rata berat kering bibit (g) kelapa sawit umur 6 bulan pada perlakuan *sludge* dan pupuk NPKMg

Dosis <i>Sludge</i> (g/tanaman)	Dosis Pupuk NPKMg (g/tanaman)			Rata-rata
	0	10,5	21	
0	13.69 d	20.85 bc	15.98 cd	16.84 b
50	16.13 cd	20.82 bc	23.42 b	20.12 a
100	20.30 bc	23.08 b	25.77 ab	23.05 a
150	19.97 bc	20.20 bc	29.38 a	23.18 a
Rata-rata	17.52 b	21.24 a	23.64 a	

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom dan baris menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada taraf 5 %

Tabel 7 menunjukkan bahwa kombinasi pemberian *sludge* dengan dosis 150 g/tanaman dan pupuk NPKMg dengan dosis 21 g/tanaman merupakan perlakuan terbaik terhadap berat kering bibit yaitu 29,38 g. Hal ini diduga pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg menyebabkan penyerapan unsur hara yang berasal dari pupuk NPKMg akan lebih efektif karena meningkatnya daya dukung tanah akibat penambahan bahan organik dalam tanah. Suwandi dan Chan (1982) menyatakan bahwa kombinasi pupuk anorganik dan organik memberikan pertumbuhan tanaman yang lebih baik sehingga dapat meningkatkan berat basah dan berat kering tanaman.

Pada perlakuan tanpa pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg menghasilkan berat kering bibit terendah dari perlakuan lainnya yaitu 13,69 g. Hal ini diduga bahwa unsur hara di dalam medium tanam tanpa pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg belum mencukupi untuk meningkatkan berat kering bibit kelapa sawit dikarenakan tanah Ultisol memiliki kandungan unsur hara yang rendah sehingga memberikan berat kering bibit relatif rendah.

Faktor pemberian *sludge* dapat meningkatkan berat kering bibit kelapa sawit. Tabel 7 menunjukkan bahwa setiap peningkatan dosis *sludge* cenderung meningkatkan berat kering bibit. Pemberian *sludge* dosis 50 g/tanaman, 100 g/tanaman dan 150 g/tanaman berbeda nyata dengan tanpa pemberian *sludge* terhadap berat kering bibit. Perlakuan *sludge* dosis 150 g/tanaman menunjukkan rata-rata berat kering bibit tertinggi yaitu 23,18 g. Hal ini diduga kandungan unsur hara dan bahan organik di dalam *sludge* dapat mencukupi untuk pertumbuhan tanaman serta memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah seperti meningkatkan aktifitas mikroorganisme tanah, menyediakan unsur hara makro dan memperbaiki agregat tanah. Semakin baik sifat-sifat tanah maka penyerapan unsur hara oleh tanaman akan semakin baik sehingga asimilat yang dihasilkan dalam proses fotosintesis akan lebih banyak.

Prawiranata dan Tjondronegoro (1995) menyatakan bahwa berat kering tanaman mencerminkan status nutrisi suatu tanaman. Tanaman akan tumbuh subur jika unsur hara yang dibutuhkan tanaman tersedia dalam

jumlah yang cukup dan dapat diserap tanaman untuk proses fotosintesis.

Faktor pemberian pupuk NPKMg dapat meningkatkan berat kering bibit kelapa sawit. Tabel 7 menunjukkan setiap peningkatan dosis *sludge* cenderung meningkatkan berat kering bibit. Pemberian pupuk NPKMg dosis 10,5 g/tanaman dan 21 g/tanaman berbeda nyata dengan tanpa pemberian pupuk

NPKMg terhadap berat kering bibit. Pada pemberian pupuk NPKMg dosis 21 g/tanaman menunjukkan rata-rata berat kering bibit tertinggi yaitu 23,64 g namun tidak berbeda nyata dengan dosis 10,5 g/tanaman. Hal ini diduga bahwa unsur hara pada pemberian pupuk NPKMg dosis 10,5 g/tanaman sudah dapat mencukupi dan meningkatkan berat kering bibit kelapa sawit.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Interaksi pemberian *sludge* dan pupuk NPKMg terjadi pada parameter diameter batang dan berat kering bibit kelapa sawit
2. Pemberian kombinasi *sludge* dosis 150 g/tanaman dan pupuk NPKMg dosis 21 g/tanaman memberikan pertumbuhan terbaik terhadap parameter tinggi, jumlah daun, diameter batang, luas daun, volume akar dan berat kering bibit kelapa sawit
3. Pemberian *sludge* dosis 100 g/tanaman dan 150 g/tanaman memberikan pertumbuhan terbaik terhadap parameter tinggi, jumlah daun, diameter batang, luas daun, volume

akar dan berat kering bibit kelapa sawit

4. Pemberian pupuk NPKMg dosis 21 g/tanaman cenderung meningkatkan volume akar bibit kelapa sawit, namun memberikan hasil yang sama dengan dosis 10,5 g/tanaman pada parameter tinggi, jumlah daun, diameter, luas daun dan berat kering bibit kelapa sawit.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian, untuk mendapatkan pertumbuhan bibit kelapa sawit varietas Tenera di *main nursery* yang baik pada media tanam Ultisol disarankan menggunakan *sludge* dosis 100 g/tanaman dan pupuk NPKMg dosis 10,5 g/tanaman.

## DAFTAR PUSTAKA

BPS Provinsi Riau. 2014. **Riau dalam angka 2013**. BPS. Pekanbaru.

Barnev. 2009. **Ultisol**. <http://www.Iptek.Net.Id/Ind/?Mnu=8danchjstidanid=15>. Diakses pada tanggal 25 Desember 2014.

Dinas Perkebunan Provinsi Riau. 2014. **Riau Fokuskan**

**Peremajaan Perkebunan dan Tumpang Sari**. Pekanbaru. Riau. <http://m.bisnis.com/quick-news/read/20140331/78/215644/riau-fokuskan-peremajaan-perkebunan-dan-tumpang-sari>. Tanggal akses 1 Juni 2014.

Dwidjoseputro, D. 1993. **Pengantar Fisiologi**

- Tumbuhan.** PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hakim, N., M. Y. Nyakpa, A. M. Lubis, Sutopo, G. N., Rusdi, G. D., Hong, H. Bailey. 1986. **Dasar-Dasar Ilmu Tanah.** Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Hardjowigeno, S. 2007. **Ilmu Tanah.** Pustaka Utama. Jakarta.
- Harjadi, S. S. 1991. **Pengantar Agronomi.** PT. Gramedia. Jakarta.
- Isroi. 2006. **Pengomposan Limbah Padat Organik.** Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Bogor. <http://pustaka.litbang.deptan.go.id/publikasi/kompos.pdf> diakses pada tanggal 27/07/2015.
- Jumin, H. B. 1986. **Ekologi Tanaman Suatu Pendekatan Fisiologi.** Rajawali. Jakarta.
- Koedadiri, A. D. 2003. **Status dan Upaya Ketersediaan Fosfat Pada Beberapa Perkebunan Kelapa Sawit di Sumatera Utara.** Diakses dari <Http://Www.Iopri.Org/Vol.20> No.202-320 Desember 2014.
- Lakitan, B. 2000. **Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan.** PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2007. **Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman.** PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Leiwakabessy, F. M. 1988. **Kesuburan Tanah Jurusan Ilmu Tanah.** Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Lingga, P. dan Marsono. 2001. **Petunjuk Penggunaan Pupuk.** Penebar Swadaya. Jakarta.
- Novizan. 2005. **Petunjuk Pemupukan Yang Efektif Cetakan Pertama.** Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Prawiranata, W.S. dan P. Tjondronegoro. 1995. **Dasar-Dasar Fisiologi Tanaman Jilid II.** Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Sarief, F. S. 1986. **Kesuburan dan Pemupukan Tanah Pertanian.** Pustaka Buana. Bandung.
- Setyamidjaja, D. 1986. **Pupuk dan Pemupukan.** Simplex. Jakarta.
- Setyamidjaja, D. dan I. Wirasmoko. 1994. **Dasar-Dasar Ilmu Tanah.** Universitas Terbuka. Jakarta.
- Suriatna, S. 1988. **Pupuk dan Pemupukan.** Medyatina Sarana Perkasa. Jakarta.
- Suseno, H. 1974. **Fisiologi Tumbuhan.** Metabolisme Dasar. Departemen Botani Fakultas Pertanian IPB. Bogor. 277 hal.
- Suwandi dan F. Chan. 1982. **Pemupukan Pada Tanaman Kelapa Sawit Yang Telah Menghasilkan Dalam Budidaya Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.).** Pusat Penelitian Marihat Pematang Siantar. Medan. Hal 191 – 210.
- Tindaon, F. 1994. **Pengaruh pemberian limbah kelapa sawit, kapur dan pupuk P terhadap pasokan P dan Al dalam tanah serta serapannya oleh tanaman pada tanah PMK.** visi vol. 3 No. 3. Jakarta.