

## EFISIENSI SERAPAN HARA BEBERAPA JENIS PUPUK PADA BIBIT KELAPA SAWIT

### *NUTRIENTS USE EFFICIENCY OF SEVERAL TYPES OF FERTILIZERS ON THE OIL PALM SEEDLING*

Eko Noviandi Ginting, Suroso Rahutomo dan Edy Sigit Sutarta

**Abstrak** Efisiensi pupuk merupakan rasio antara jumlah hara yang diserap tanaman dengan jumlah hara yang diaplikasikan lewat pupuk. Efisiensi pupuk yang tinggi digambarkan dengan semakin banyaknya hara yang dapat diserap tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efisiensi beberapa jenis pupuk terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit. Penelitian dilakukan di Pusat Penelitian Kelapa Sawit Medan, Sumatera Utara. Sebanyak empat perlakuan dengan tiga ulangan disusun menggunakan rancangan acak lengkap. Perlakuan yang dicobakan adalah: 1) P0 = Kontrol/tanpa pupuk; 2) P1 = Pupuk majemuk Briket, 3) P2 = Pupuk majemuk granular, dan 4) P3 = Pupuk tunggal lengkap yang terdiri dari Urea, TSP, MoP, dan Kieserit. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa (i) serapan hara (*nutrient uptake*) N, P, K dan Mg pada perlakuan Pupuk majemuk briket lebih tinggi sekitar 11%; 21%; 9%; dan 23% dibanding perlakuan pupuk majemuk granular dan 5%; 1%; 1% dan 19% lebih tinggi dibanding perlakuan P3; (ii) efisiensi serapan hara (*recovery efficiency*) N, P, K dan Mg perlakuan pupuk majemuk briket lebih tinggi sekitar 18%; 42%; 16%; dan 20% dibanding perlakuan pupuk majemuk granule dan lebih tinggi sekitar 8%; 1%; 2%; dan 19% dibanding perlakuan pupuk tunggal; dan (iii) efisiensi agronomis (*agronomic efficiency*) N, P, K dan Mg pada perlakuan pupuk majemuk briket lebih tinggi sekitar 26% dan 18% dibanding nilai efisiensi agronomis hara N, P, K,

dan Mg pada perlakuan pupuk majemuk granular dan pupuk tunggal lengkap.

**Kata kunci:** efisiensi, serapan hara, efisiensi agronomis, kelapa sawit.

**Abstract** *Fertilizer efficiency is a ratio between the amount of nutrient that absorbed by the plant and the amount of nutrient that applied through fertilizer. The efficiency of a fertilizer can be defined as the number of nutrients that can be absorbed by the plant. The objective of this study was to compare the efficiency of three types of fertilizers on the oil palm seedling. This research was conducted on Indonesian Oil Palm Research Institute at Medan, North Sumatra, Indonesia. Four treatments with three replications were arranged by a completely randomized design. The treatments are: 1) P0 = control/no fertilizer; 2) P1 = Briquette compound fertilizer, 3) P2 = Granular compound fertilizer, and 4) P3 = single-nutrient fertilizer; Urea, TSP, MoP, and Kieserite. The results showed that (i) nutrients uptake (NU) of N, P, K, and Mg on briquette compound fertilizer relatively higher about 11%; 21%; 9%; and 23% compare to granular compound fertilizer and 5%; 1%; 1% and 19% higher than P3 respectively; (ii) recovery efficiency (RE) of N, P, K, and Mg on briquette compound fertilizer were 18%; 42%; 16%; and 20% higher than granular compound fertilizer and 8%; 1%; 2%; and 19% than single-nutrient fertilizer; while (iii) agronomic efficiency (AE) of N, P, K, and Mg on Briquette compound fertilizer were higher about 26% (for each nutrient) compare to Granular compound fertilizer and 18% higher (for each nutrient) than single-nutrient fertilizer.*

**Keywords:** efficiency; nutrient uptake; agronomic efficiency; oil palm.

---

*Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit*

Eko Noviandi Ginting (✉)  
Pusat Penelitian Kelapa Sawit  
Jl. Brigjen Katamsno No. 51 Medan, Indonesia  
Email: eko81\_novandy@yahoo.com

## PENDAHULUAN

Nitrogen, Phosphor, Kalium dan Magnesium merupakan hara makro esensial yang dibutuhkan oleh tanaman untuk dapat tumbuh dan berproduksi dengan optimal. Pada tanaman kelapa sawit, pemupukan menghabiskan biaya sekitar 40-60% dari total biaya pemeliharaan (Sutarta dan Winarna, 2003). Namun, dengan porsi biaya yang cukup besar tersebut permasalahan mendasar dalam pemupukan yang masih banyak dihadapi oleh pekebun adalah masalah efisiensi pemupukan yang rendah.

Tingkat efektivitas dan efisiensi pupuk berhubungan dengan banyaknya hara yang diserap tanaman dari sejumlah hara yang diberikan kepada tanaman lewat pupuk. Penggunaan pupuk konvensional (pupuk tunggal) di perkebunan kelapa sawit dianggap memiliki tingkat efisiensi yang rendah. Lebih dari setengah jumlah pupuk konvensional yang diaplikasikan hilang tercuci oleh air, dan hal ini bukan saja menyebabkan kerugian ekonomis yang tinggi, namun juga mengakibatkan polusi lingkungan yang serius (Rashidzadeh dan Olad, 2014; Eghbali *et al.*, 2015; Azeem *et al.*, 2014; Zhang *et al.*, 2011; Kuscu *et al.*, 2014). Jin *et al.* (2011) juga memperkirakan bahwa kehilangan hara pada penggunaan pupuk konvensional antara 30-70%, tergantung oleh metode aplikasi dan kondisi tanah. Selanjutnya Chandra *et al.*, (2009) menyatakan, dengan menggunakan pupuk *slow release* maka dosis pupuk menjadi lebih kecil, efisiensi pemupukan meningkat, dan permasalahan pencemaran lingkungan dapat teratasi.

Dewasa ini teknologi pupuk berkembang cukup pesat, hal ini ditandai dengan banyaknya bermunculan jenis pupuk di pasaran yang menawarkan peningkatan efektivitas dan efisiensi dibanding pupuk konvensional. Salah satu teknologi pupuk yang banyak didiskusikan oleh pekebun ataupun petani saat ini adalah teknologi *slow release*. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pupuk *slow release* memiliki tingkat efektivitas dan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan pupuk konvensional (Fageria and Carvalho, 2014; Xu *et al.*, 2013). Carson *et al.*, (2014) dan Chen *et al.*, (2008) menyatakan bahwa dibandingkan pupuk Nitrogen konvensional, pupuk Nitrogen *slow release* dapat mendistribusikan hara lebih merata sehingga dapat mengurangi kehilangan hara. Selanjutnya Trenkel (2010) menyatakan bahwa penggunaan pupuk yang memiliki sifat *slow release*

dapat mengurangi kehilangan hara sebesar 20-30% jika dibandingkan dengan pupuk konvensional. Salah satu karakteristik yang mempengaruhi tingkat efektivitas pupuk *slow release* adalah ukuran partikel pupuk. Hasil penelitian Qiao *et al.*, (2016) menunjukkan bahwa pengurangan ukuran kisi pupuk pada skala nano berkontribusi dalam meningkatkan kapasitas penyerapan air dengan mengurangi laju penyerapan air sehingga meningkatkan efektivitas sifat *slow release* pupuk. Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk membandingkan tingkat efisiensi serapan hara antara pupuk tunggal dengan pupuk majemuk *slow release* pada bibit kelapa sawit.

## BAHAN DAN METODE

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di ruangan terbuka di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan, Sumatera Utara. Percobaan lapangan dilakukan selama 6 (enam) bulan pada tahun 2015 pada pembibitan tahap *main nursery*. Media tanam yang digunakan adalah sub soil yang diambil pada kedalaman 20-40 cm dari permukaan tanah di kebun percobaan Aek Pancur, Deli Serdang, Sumatera Utara. Berat tanah untuk media tanam bibit per *polybag* adalah sebanyak 20 kg.

Penelitian disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) tunggal satu faktor dengan 4 (empat) perlakuan dan 3 (tiga) ulangan sehingga total ada 12 unit percobaan. Perlakuan yang dicobakan dalam penelitian ini adalah: 1) tanpa pemupukan sebagai kontrol (P0); 2) aplikasi pupuk NPK majemuk briket (P1), 3) pupuk NPK majemuk *granular* (P2), dan 4) pupuk tunggal terdiri dari urea, TSP, MoP, dan kieserite (P3). Acuan dosis pupuk tunggal maupun majemuk yang diaplikasikan untuk setiap unit percobaan adalah 3,8 gram N; 2,3 gram P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 5,7 gram K<sub>2</sub>O; dan 0,2 gram MgO. Acuan dosis tersebut dihitung berdasarkan standar pemupukan bibit kelapa sawit dari bibit berumur 14 minggu sampai 24 minggu. Komposisi hara pupuk majemuk briket maupun granule ini adalah 16-10-24-0,75 TE, sedangkan kandungan hara pada pupuk tunggal sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Aplikasi perlakuan dilakukan setelah bibit ditanam pada media tanam, dimana bibit yang digunakan adalah bibit berumur 3 bulan (*pre-nursery*). Untuk

perlakuan P1, pupuk diaplikasikan dengan cara dibenam sedalam ± 3 cm dari permukaan tanah. Sementara untuk perlakuan P2 dan P3, pupuk diaplikasikan dengan cara tabur merata di permukaan tanah. Parameter penelitian yang diamati adalah pertumbuhan vegetatif tanaman yang meliputi tinggi dan diameter batang, berat kering tanaman dan efisiensi pupuk pada masing-masing perlakuan. Selama penelitian berlangsung tidak dilakukan penyiraman bibit kelapa sawit, dengan kata lain sumber air tanaman hanya berasal dari hujan. Tingkat efisiensi masing-masing perlakuan pupuk diukur berdasarkan efisiensi penggunaan hara oleh bibit kelapa sawit dari masing-masing perlakuan pemupukan atau yang lebih dikenal dengan *Nutrient use efficiency* (NUE).

NUE dalam penelitian ini dihitung dengan menggunakan beberapa indeks agronomi yaitu: (1) *Nutrient Uptake/NU*; (2) *Apparent Recovery Efficiency/RE*; (3) *Physiological Efficiency/PE*; dan (4) *Agronomic Efficiency/AE* (Dobermann, 2007; Roberts, 2008; Snyder, 2009). NU memberikan gambaran banyaknya hara yang diserap tanaman dari dalam tanah, RE akan menjawab banyaknya hara yang diserap oleh tanaman dari hara yang diberikan lewat pupuk, dengan demikian RE memberikan gambaran potensi banyaknya hara yang hilang dari sistem tanaman. Sementara PE mencerminkan besarnya kenaikan produksi (berat kering total tanaman) dari setiap unit hara yang diserap tanaman dan AE akan menjawab besarnya peningkatan produksi tanaman dari setiap unit hara yang diberikan. NU, RE, PE, dan AE dihitung berdasarkan persamaan 1-4.

$$NU = \frac{\text{Kadar Hara} \times \text{Total Berat Kering Tanaman (gram)}}{\dots\dots\dots(1)}$$

Dimana :  
 NU = Serapan Hara (*Nutrient Uptake*)

$$RE = \frac{(\text{gram serapan hara P1,2,3} - \text{gram serapan hara P0})}{\text{gram hara yang diberikan}} \times 100 \% \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :  
 RE = Efisiensi Serapan Hara (*Recovery efficiency*)  
 P1,2,3 = Perlakuan P1, P2, P3  
 P0 = Perlakuan P0 (tanpa pupuk)

$$PE = \frac{(\text{gram berat kering P1,2,3} - \text{gram berat kering P0})}{(\text{gram serapan hara P1,2,3} - \text{gram serapan hara P0})} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :  
 PE = Efisiensi Fisiologi (*Physiological Efficiency*)  
 P1,2,3 = Perlakuan P1, P2, P3  
 P0 = Perlakuan P0 (tanpa pupuk)

$$AE = \frac{(\text{gram berat kering P1,2,3} - \text{gram berat kering P0})}{\text{gram hara yang diberikan}} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :  
 AE = Efisiensi Agronomis (*Agronomic efficiency*)  
 P1,2,3 = Perlakuan P1, P2, P3  
 P0 = Perlakuan P0 (tanpa pupuk)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil analisis tanah awal dan curah hujan

Fraksi tanah didominasi fraksi pasir yang mencapai 62%, sedangkan tekstur tanah tergolong lempung berpasir. Tanah tergolong masam dengan pH 5,7. Kadar C relatif rendah yaitu 0,48%, karena sampel tanah diambil dari lapisan sub soil yang tidak memperoleh akumulasi bahan organik langsung dari dekomposisi serasah tanaman. Kadar hara lain seperti

N dan P serta K, Ca, Na, dan Mg yang merupakan kation tertukar juga tergolong rendah. Tingginya kandungan fraksi pasir, rendahnya C organik dan kapasitas tukar kation (KTK) tanah yang hanya sebesar 7,52 me/100 g merupakan beberapa indikator akan rendahnya kemampuan tanah dalam hal menyerap dan menyediakan hara untuk pertumbuhan tanaman, sehingga diharapkan serapan hara akan tinggi. Hasil analisis awal tanah yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis awal tanah yang digunakan sebagai media tanam.

Table 1. Initial analysis of soil sample used as planting media.

Fraksi (%)			pH H <sub>2</sub> O	C	N	C/N	P	KT (me/100g)*			∑ KT	KTK	Ald d	KB	
Pasir	Debu	Liat	(1:2, 5)	%	%		(ppm)	K	Ca	Na	M g	---(me/100g)---	---	(%)	
62	27	10	5.7	0.48	0.05	9.6	5.71	0.22	0.43	0.03	20	1.4 9	7.5 2	0.1 7	20

Keterangan: \*atas dasar berat kering oven 105C, KT: kation tertukar, ∑KT: Jumlah kation tertukar, KTK = kapasitas tukar kation, KB=kejenuhan basa

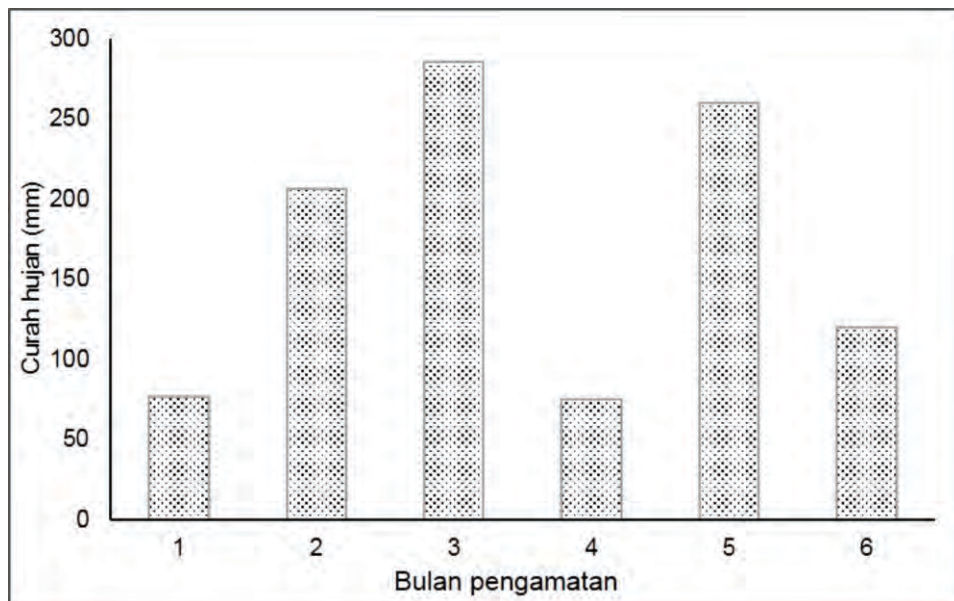
Note: \* based on oven dry weight with 1050C; KT: exchangeable cations; ∑KT: total of exchangeable cations; KTK: cation exchange capacity; KB: base saturation.

Rerata curah hujan bulanan selama penelitian adalah sebesar 128 mm/bulan, Hidayat *et al.*, (2013) menyatakan bahwa besarnya evapotranspirasi potensial (ETP) tanaman kelapa sawit di lapangan sebesar 4 mm/hari atau sekitar 120 mm/bulan. Dengan demikian maka untuk memenuhi kebutuhan air tanaman kelapa sawit dibutuhkan curah hujan setidaknya sama dengan kebutuhan air tanaman. Berdasarkan hal tersebut maka dapat diasumsikan kebutuhan air bibit kelapa sawit selama penelitian dapat terpenuhi dari air hujan.

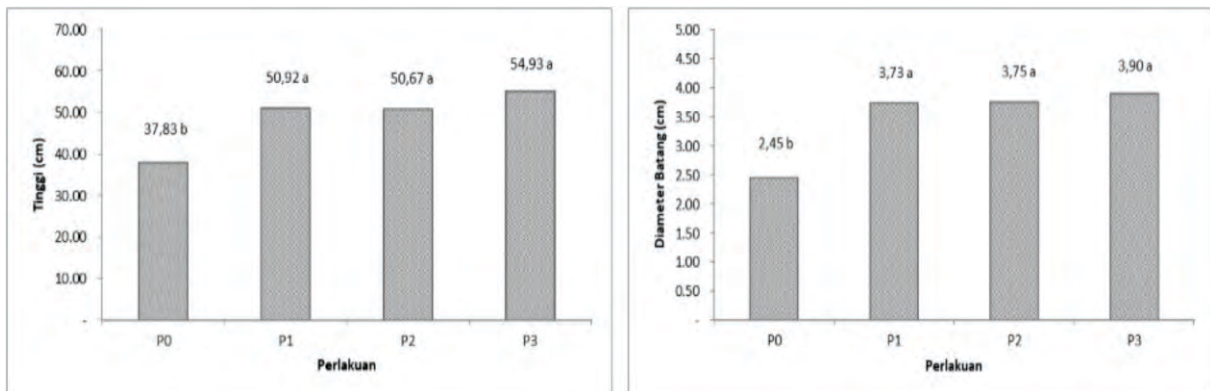
### Vegetatif Tanaman

Tinggi dan diameter batang tanaman pada perlakuan pemupukan (P1, P2, dan P3) secara nyata lebih tinggi sekitar 32% dibanding perlakuan kontrol (P0) (Gambar 2). Hasil ini mengindikasikan bahwa untuk dapat tumbuh dan berkembang dengan baik, bibit kelapa sawit membutuhkan hara yang cukup yang dalam hal ini diperoleh dari pupuk yang diaplikasikan. Suriatna (2002) menyatakan bahwa pada masa

pertumbuhan vegetatif, tanaman sangat membutuhkan hara, terutama Nitrogen, sehingga apabila pada masa ini tanaman kekurangan hara khususnya Nitrogen, maka pertumbuhan tanaman akan terhambat dan tanaman menjadi kerdil. Tambunan (2009) juga menyatakan bahwa tanaman membutuhkan hara yang cukup untuk proses fotosintesis guna menghasilkan fotosintat dan asimilat yang akan dimanfaatkan tanaman untuk keperluan pertumbuhan vegetatif. Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa walaupun secara statistik menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antara perlakuan P1, P2 dan P3 terhadap tinggi dan diameter batang tanaman, namun tinggi dan diameter batang tertinggi diperoleh pada perlakuan P3. Urutan pengaruh perlakuan terhadap tinggi tanaman dari yang tertinggi sampai yang terendah adalah P3 > P1 > P2 > P0, sementara urutan pengaruh perlakuan terhadap diameter batang tanaman dari yang tertinggi sampai yang terendah mengikuti pola P3 > P2 > P1 > P0.



Gambar 1. Curah hujan bulanan selama penelitian  
Figure 1. Monthly rainfall during the study.



Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak Duncan ( $p=0,05$ )  
Note: Values followed by same letters are not significantly different based on Duncan test ( $p=0,05$ )

Gambar 2. Rerata tinggi tanaman (kiri) dan diameter batang (kanan) pada setiap perlakuan.  
Figure 2. Average of height of plant (left) and stem diameter (right) on each treatment

### Berat Kering, Kadar Hara Tanaman, dan Serapan Hara

Perlakuan pemupukan (P1, P2 dan P3) secara nyata mempengaruhi bobot kering atas (daun, pelepah dan batang) dan akar tanaman dibandingkan control (tanpa pupuk). Berat kering total tertinggi diperoleh pada perlakuan P1 yaitu sebesar 84,703 gram diikuti dengan perlakuan P3 dan P2 masing-masing sebesar 76,133 gam dan 73,180 gram yang berbeda nyata

dengan berat kering total pada perlakuan P0 yang hanya sebesar 29,857 gram. Namun demikian hasil analisis statistik menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata antara perlakuan P1, P2 dan P3 (Tabel 2).

Berat kering tanaman merupakan parameter pertumbuhan tanaman yang mencerminkan status nutrisi tanaman dimana berat kering merupakan cerminan besarnya asimilat yang dapat dihasilkan melalui proses fotosintesis (Syahrovoy *et al.*, 2015).

Hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa pada bibit kelapa sawit, berat kering tajuk (batang dan daun) memiliki proporsi 61 - 71% dari berat kering total (tajuk + akar) tanaman. Dengan kata lain, biomassa akar bibit kelapa sawit dalam penelitian ini hanya sekitar 29-39% dari total biomassa bibit. Rata-rata berat kering pada perlakuan pemupukan dalam penelitian ini adalah sebesar 78,01 gram atau sekitar dua kali lebih tinggi dibanding rerata berat kering pada kontrol yang hanya sebesar 29,59 gram.

Uji statistik menunjukkan bahwa kadar hara tanaman pada seluruh perlakuan tidak berbeda nyata

satu dengan yang lain kecuali pada kadar hara Mg dimana perlakuan kontrol memiliki kadar hara Mg yang nyata lebih tinggi dibanding perlakuan pemupukan (Tabel 3). Hal ini diduga disebabkan adanya efek pengenceran (*dilution effect*) yang terjadi pada perlakuan P0, dimana kadar hara yang diperoleh dipengaruhi oleh berat bio massa yang dihasilkan. Jarrell dan Beverly, (1981) menyatakan bahwa ketika pertumbuhan tanaman dibatasi oleh ketersediaan hara, maka kecepatan akumulasi bahan kering tanaman meningkat lebih cepat dibanding kecepatan akumulasi hara, dan hal ini menyebabkan konsentrasi hara tanaman menjadi rendah.

Tabel 2. Rerata berat kering atas, akar dan total tanaman pada setiap perlakuan  
*Table 2. Average of upper plant dry weight, roots, and total on each treatment*

Perlakuan	Rata-rata Berat Kering atas (gram)	Rata-rata Berat Kering akar (gram)	Rata-rata Berat Kering Total (gram)
P0	18,020 b	11,567 b	29,857 b
P1	59,433 a	25,270 a	84,703 a
P2	50,157 a	23,023 a	73,180 a
P3	53,837 a	22, 297 a	76,133 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak Duncan ( $p=0,05$ ).

*Note: Means value followed by the same letter indicate no significant differences within the column, as determined by Duncan test ( $p = 0,05$ ).*

Serapan setiap hara merupakan hasil perkalian antara kadar hara tanaman dengan berat kering tanaman (Li *et al.*, 2015). Hasil uji statistik memperlihatkan bahwa perlakuan pemupukan berpengaruh nyata pada serapan semua hara. Tabel 3 menunjukkan bahwa serapan hara N, P, K, dan Mg tertinggi diperoleh pada perlakuan P1 namun tidak berbeda nyata secara statistik dibandingkan perlakuan P2 dan P3. Hal ini mengindikasikan bahwa jumlah hara yang dilepaskan dari pupuk pada perlakuan P1 relatif lebih besar dibanding P2 dan P3. Diduga proses pelepasan hara N, P, K, dan Mg pada perlakuan P1 bertepatan dengan saat tanaman membutuhkan N, P, K, dan Mg untuk tumbuh dan berkembang. Dobermann (2007) menyatakan bahwa efisiensi serapan dipengaruhi oleh keseimbangan antara kebutuhan tanaman dengan jumlah hara yang dilepas dari pupuk. Selanjutnya Tambunan *et al.*,

(2014) juga menyatakan bahwa hal yang mempengaruhi efisiensi serapan hara adalah unsur hara yang dilepas dari pupuk, semakin banyak hara yang dilepas oleh pupuk maka akan semakin tinggi efisiensi pemupukan. Selain itu, serapan hara juga berhubungan erat dengan perkembangan perakaran tanaman. Pada perkembangan akar yang baik maka serapan hara juga akan semakin baik. Pada Tabel 2 terlihat bahwa berat kering akar tanaman pada perlakuan P1 lebih tinggi dibandingkan P2 dan P3, yang mengindikasikan bahwa perkembangan akar tanaman pada perlakuan P1 lebih baik dibanding P2 dan P3. Hal ini diduga disebabkan oleh efektivitas dari pupuk briket pada perlakuan P1 yang lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya.

Tabel 3. Rerata kadar hara dan serapan hara tanaman pada setiap perlakuan.  
 Table 3. Average of plant nutrients content and nutrient uptake on each treatment.

Perlakuan	Kadar Hara (%)			
	N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)
P0	0,97 a	0,113 a	1,480 a	0,257 a
P1	0,98 a	0,093 a	1,357 a	0,220 b
P2	1,00 a	0,090 a	1,437 a	0,233 b
P3	1,04 a	0,107 a	1,490 a	0,223 b
Rerata	1,00	0,103	1,440	0,235
Perlakuan	Serapan hara/NU (gram/pot)			
	N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)
P0	0,29 b	0,04 b	0,44 b	0,07 b
P1	0,83 a	0,08 a	1,15 a	0,19 a
P2	0,74 a	0,07 a	1,05 a	0,17 a
P3	0,79 a	0,08 a	1,14 a	0,17 a
Rerata	0,66	0,07	0,94	0,15

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak Duncan ( $p=0,05$ ).

Note: Means value followed by the same letter indicate no significant differences within the column, as determined by Duncan test ( $p = 0,05$ ).

#### Nutrient Use Efficiency (NUE): Efisiensi Serapan Hara (RE), Efisiensi Fisiologi (PE) dan Efisiensi Agronomis (AE)

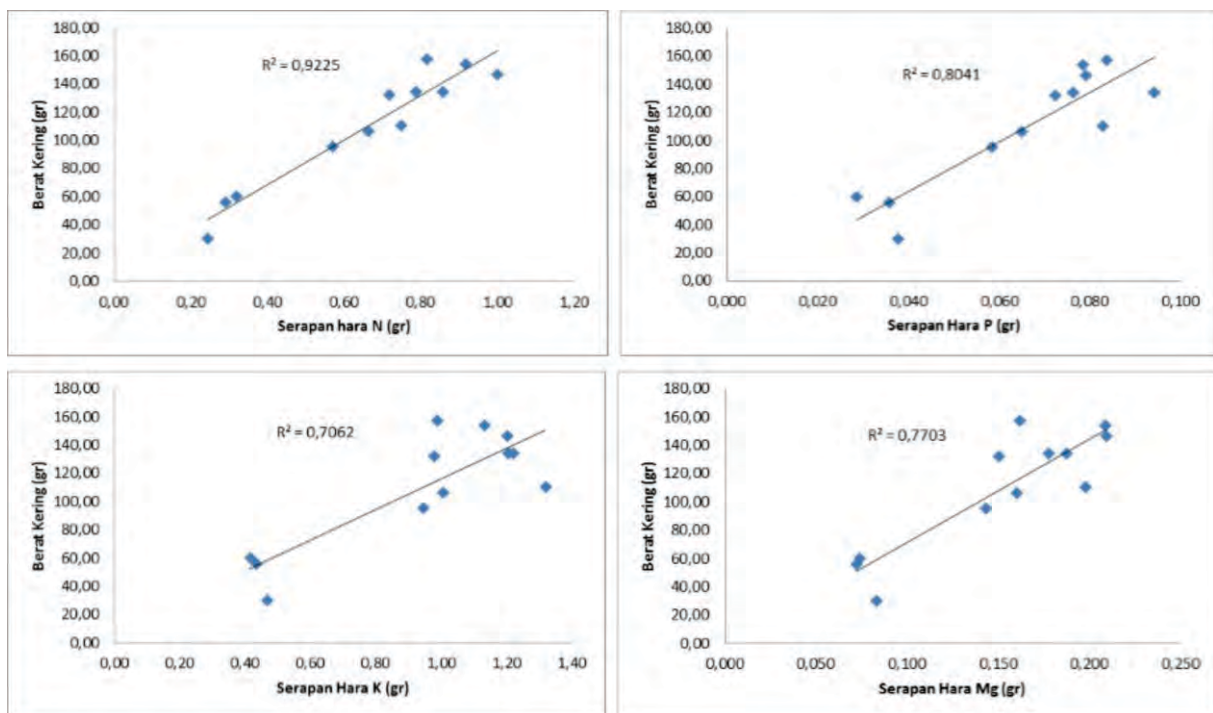
Efisiensi serapan hara (RE) merupakan perbandingan antara jumlah hara yang diserap oleh tanaman dengan jumlah hara yang diberikan lewat pupuk. Besarnya serapan hara pada masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 4. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa serapan hara N, P, K, dan Mg tanaman pada perlakuan pemupukan (P1, P2, P3) nyata lebih tinggi dibandingkan kontrol (P0). Penambahan hara lewat pupuk pada perlakuan pemupukan menyebabkan jumlah hara yang tersedia di dalam tanah menjadi lebih tinggi dibanding perlakuan kontrol, sehingga hara yang diserap bibit kelapa sawit pada perlakuan pemupukan lebih tinggi dibandingkan kontrol.

Secara statistik, efisiensi serapan hara N, P, K, dan Mg pada perlakuan P1, P2, dan P3 tidak berbeda

nyata satu dengan yang lainnya. Sama halnya dengan serapan hara, efisiensi serapan hara tertinggi pada penelitian ini juga diperoleh pada perlakuan P1. Rata-rata efisiensi serapan hara N pada penelitian ini sebesar 13,22% yang mengindikasikan sekitar 87% hara N hilang dari sejumlah hara N yang diberikan. Zepa dan Fox (2011), Kissel *et al.*, (2009) serta Elliot dan Fox (2014) menyatakan bahwa hilangnya N dari pupuk akibat penguapan berkisar antara 10-50%. Nilai efisiensi serapan N tersebut masih terlalu kecil jika dibanding dengan hasil-hasil penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa nilai serapan hara N oleh tanaman umumnya sebesar 30-50% (Sheoran *et al.*, 2016). Hal ini disebabkan sangat dinamisnya hara N di dalam tanah, dimana hara N mengalami denitrifikasi dan volatilisasi atau terkadang terimmobilisasi di dalam bahan organik tanah. Dari seluruh hara yang diamati serapan hara P memiliki serapan paling kecil. Hal ini mungkin disebabkan oleh ketersediaan unsur P yang rendah di dalam tanah. Efisiensi serapan hara P

umumnya rendah hal ini dikarenakan hara P merupakan salah satu hara yang memiliki mobilitas dan ketersediaan yang rendah di dalam tanah yang disebabkan oleh adanya fiksasi P oleh unsur lain (Roberts, 2008; Shaheen *et al.*, 2007). Gambar 3 memperlihatkan hubungan antara serapan hara N, P, K, dan Mg tanaman terhadap berat kering tanaman. Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa semakin tinggi

serapan hara maka semakin tinggi berat kering tanaman, yang berarti kebutuhan hara tanaman sejalan dengan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Hal ini menunjukkan ada hubungan liner antara kebutuhan hara dengan fase pertumbuhan tanaman, dimana semakin berkembangnya vegetatif tanaman maka semakin banyak hara yang dibutuhkan oleh tanaman.



Gambar 3. Hubungan serapan hara tanaman dengan berat kering tanaman  
 Figure 3. Correlation between plant nutrients uptake with dry weight biomass.

Efisiensi fisiologis menggambarkan besarnya peningkatan produksi (berat kering) dari setiap gram hara yang diserap tanaman. Tabel 4 menunjukkan efisiensi fisiologis dari masing-masing perlakuan bervariasi terhadap masing-masing jenis hara. Efisiensi fisiologis hara P diperoleh pada perlakuan P2 yang berbeda nyata dengan P3 namun tidak berbeda nyata dengan P1, selanjutnya efisiensi fisiologis hara K nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan P1 yang berbeda nyata dengan P3 namun tidak berbeda nyata dengan P2. Sementara untuk efisiensi hara N dan Mg masing-masing perlakuan tidak berbeda nyata satu dengan yang lainnya. Pola efisiensi fisiologis dari yang terbesar sampai dengan yang terkecil adalah:  $P > Mg > N > K$ . Pola ini menggambarkan bahwa dalam

penelitian ini, hara P merupakan hara yang memiliki kontribusi yang paling besar terhadap peningkatan berat kering tanaman, diikuti hara Mg, N, dan K. Dengan kata lain, dibanding hara N, K, dan Mg, tanaman memberikan respon yang paling besar terbesar terhadap hara P. Hal ini mungkin disebabkan hara P merupakan hara yang menjadi faktor pembatas terbesar terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman dibanding hara lainnya.

Efisiensi agronomis (AE) merupakan ukuran peningkatan hasil, dalam hal ini berat kering tanaman, dari setiap unit hara yang berikan lewat pupuk. Dengan kata lain, efisiensi agronomis menggambarkan respon tanaman terhadap hara yang diberikan. Nilai efisiensi



agronomis tertinggi untuk semua jenis hara (N, P, K, dan Mg) dalam penelitian ini diperoleh pada perlakuan P1 (Tabel 4). Hal ini mungkin berkaitan dengan ukuran partikel sebenarnya dari pupuk briket yang lebih halus dibanding jenis pupuk lainnya. Ukuran butiran tunggal dari pupuk yang digunakan dalam penelitian ini memang lebih besar dibanding jenis pupuk lainnya, namun pada dasarnya pupuk briket yang digunakan

dalam penelitian ini merupakan hasil *pressing* dari butiran-butiran halus pupuk sehingga membentuk ukuran yang lebih besar. Adanya proses *pressing* dari pupuk briket tersebut diduga berpengaruh dalam meningkatkan sifat *slow release* dari pupuk briket. Namun demikian, hasil uji statistik menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata antara perlakuan P1, P2 dan P3.

Tabel 4. Efisiensi Serapan Hara (RE), Efisiensi Fisiologis (PE) dan Efisiensi Agronomis (AE) pada masing-masing perlakuan

Table 4. Nutrient uptake efficiency (RE), Physiology Efficiency (PE), and Agronomic Efficiency on each treatment

Perlakuan	Efisiensi Serapan hara/RE (%)			
	N	P	K	Mg
P1	14,31 a	2,07 a	12,40 a	56,40 a
P2	12,12 a	1,46 a	10,72 a	47,08 a
P3	13,24 a	2,04 a	12,20 a	47,59 a
<b>Rata-rata</b>	<b>13,22</b>	<b>1,86</b>	<b>11,77</b>	<b>50,36</b>
Perlakuan	PE (gram BK/gram hara diserap)			
	N	P	K	Mg
P1	101,38 a	1.158,3 ab	78,79 a	490,27 a
P2	100,08 a	1.339,9 a	70,92 ab	480,69 a
P3	92,81 a	1.008,4 b	67,56 b	496,45 a
<b>Rerata</b>	<b>98,10</b>	<b>1.168,8</b>	<b>72,42</b>	<b>289,14</b>
Perlakuan	AE (gram BK/gram hara diaplikasi)			
	N	P	K	Mg
P1	14,50 a	23,96 a	9,67 a	275,58 a
P2	12,91 a	18,95 a	7,65 a	217,97 a
P3	11,47a	20,24 a	8,16 a	222,78 a
<b>Rerata</b>	<b>12,69</b>	<b>20,97</b>	<b>8,46</b>	<b>241,11</b>

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak Duncan ( $p=0,05$ ).

Note: Means value followed by the same letter indicate no significant differences within the column, as determined by Duncan test ( $p = 0,05$ ).

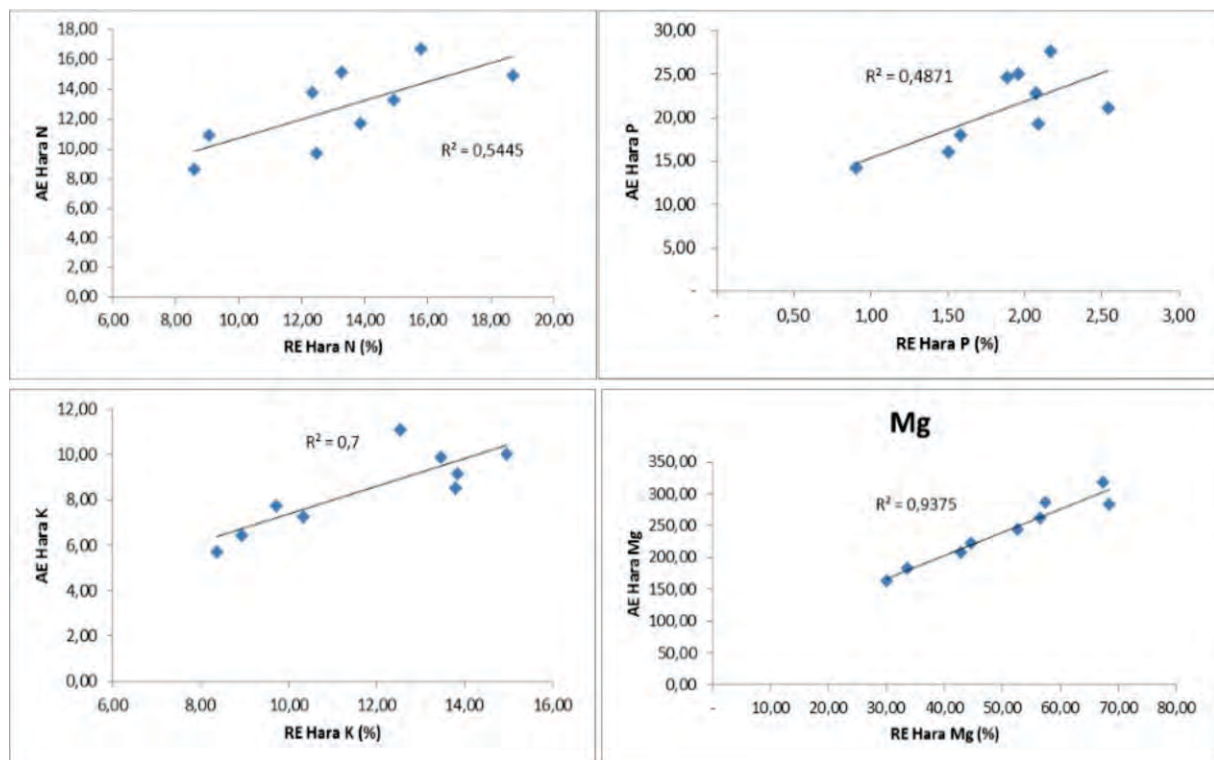
Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa rata-rata nilai efisiensi agronomis dari yang terbesar sampai yang terkecil mengikuti pola Mg > P > N > K. Pola nilai efisiensi agronomis ini berbanding terbalik dengan pola banyaknya hara yang diaplikasikan, dimana

dalam penelitian ini jumlah hara yang diaplikasikan dari yang terkecil sampai yang terbesar mengikuti pola Mg < P < N < K. Hasil ini membuktikan bahwa jika hara N, P, K, dan Mg diaplikasikan secara bersamaan, maka nilai efisiensi agronomis masing-masing hara

berbanding terbalik terhadap jumlah masing-masing hara yang diaplikasikan. Dengan kata lain, semakin kecil jumlah suatu hara yang diaplikasikan dibanding hara lainnya maka akan semakin tinggi nilai efisiensi hara tersebut dibanding hara lainnya. Sebagai contoh, dalam penelitian ini jumlah hara terkecil yang diaplikasikan adalah hara Mg yaitu sebesar 0,2 gram dan yang terbesar adalah hara K yaitu sebesar 5,7 gram. Dari hasil perhitungan nilai efisiensi agronomis diperoleh rata-rata nilai efisiensi agronomis hara Mg sebesar 241,11 sementara rata-rata nilai efisiensi

agronomis hara K hanya sebesar 8,46.

Gambar 4 menunjukkan hubungan antara efisiensi serapan hara dengan efisiensi agronomis tanaman. Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa ada hubungan linier antara efisiensi serapan hara dengan efisiensi agronomis. Hubungan tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat efisiensi serapan hara maka semakin tinggi juga efisiensi agronomis dengan kata lain semakin efisien hara yang diserap tanaman dari hara yang diberikan maka akan semakin besar peningkatan berat kering tanaman.



Gambar 4. Hubungan antara efisiensi serapan hara (RE) dengan efisiensi agronomis (AE).

Figure 4. The correlation between nutrient uptake efficiency (RE) with Agronomic Efficiency.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara statistik tidak ada perbedaan yang nyata antara perlakuan P1, P2 dan P3 terhadap seluruh parameter efisiensi penggunaan hara yaitu NU, RE, dan AE. Namun demikian, perlakuan P1 memiliki nilai efisiensi yang relatif lebih tinggi dibanding P2 dan P3, dengan nilai sebagai berikut:

1. Serapan hara (*Nutrient Uptake*) N, P, K dan Mg tertinggi diperoleh pada perlakuan P1 masing-masing sebesar 0,83; 0,08; 1,15; dan 0,19 gram/pot, dimana nilai ini lebih tinggi sekitar 11%; 21%; 9%; dan 23% lebih tinggi dibanding perlakuan P2 dan 5%; 1%; 1% dan 19% lebih tinggi dibanding perlakuan P3.
2. Nilai efisiensi serapan hara (*Nutrient Uptake Efficiency*) N, P, K dan Mg pada perlakuan P1

masing-masing sebesar 14,31; 2,07; 12,40; 56,40, dimana nilai ini lebih tinggi sekitar 18%; 42%; 16%; dan 20% dibanding perlakuan P2 dan lebih tinggi sekitar 8%; 1%; 2%; dan 19% dibanding perlakuan P3.

- 3 Nilai efisiensi agronomis (*Agronomic Efficiency*) untuk hara N, P, K dan Mg pada perlakuan P1 masing-masing sebesar 14,50; 23,96; 9,67; dan 275,58 dimana nilai AE pada P1 tersebut lebih tinggi sekitar 26% dan 18% dibanding nilai AE hara N, P, K, dan Mg pada perlakuan P2 dan P3.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azeem, B., K. KuShaari., Zakaria B.M., A. Basit, and T.H. Thanh. 2014. Review on materials & methods to produce controlled release coated urea fertilizer. *Journal of Controlled Release*. 181: 11–21.
- Carson, L.C., M. Ozores-Hampton, and K.T. Morgan. 2014. Effects of controlled-release fertilizer nitrogen rate, placement, source, and release duration on tomato growth with seepage irrigation in Florida. *Hortscience*. 49(6): 798–806.
- Chandra, P.K., K. Ghosh, and C. Varadachari. 2009. A new slow-releasing iron fertilizer. *Chemical Engineering Journal*. 155: 451–456.
- Chen, D., H. Suter, and A. Islam. 2008. Prospects of improving efficiency of fertilizer nitrogen in Australian agriculture: a review of enhanced efficiency fertilizers. *Aust. J. Soil Res.* 46(4): 289–301
- Dobermann, A. 2007. Nutrient use efficiency – measurement and management. In: Proc. “IFA International Workshop on Fertilizer Best Management Practices”, Brussels, Belgium. p1-28.
- Eghbali Babadi, F., R. Yunus, S.A. Rashid, M.A.M. Shalleh, and S. Ali. 2015. New coating formulation for the slow release of urea using a mixture of gypsum and dolomitic limestone. *Particuology*. 23: 62-67.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.partic.2014.12.011>.
- Elliot, J.R., and T.R. Fox. 2014. Ammonia Volatilization Following Fertilization with Urea or Ureaform in a Thinned Loblolly Pine Plantation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 78: 1469 - 1473 .  
<http://dx.doi.org/10.2136/sssaj2013.12.0512n>
- Fageria, N.K., and M.C.S. Carvalho. 2014. Comparison of conventional and polymer-coated urea as nitrogen sources for lowland rice production. *J. Plant Nutr.* 37(8): 1358–1371.
- Hidayat T.C., I.Y. Harahap, Y. Pangaribuan, S. Rahutomo, W.A. Harsanto, dan W.R. Fauzi. 2013. *Air dan Kelapa Sawit*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
- Jarrell, W.M. and R.B. Beverly. 1981. The dilution effect in plant nutrition studies. *Advances in agronomy*. 34: 197-224.
- Jin, S., G. Yue, L. Feng, Y. Han, X. Yu, and Z. Zhang. 2011. Preparation and Properties of a Coated Slow-Release and Water-Retention Biuret Phosphoramidate Fertilizer with Superabsorbent. *J. Agric. Food Chem.* 59: 322–327.
- Kissel, D.E., M.L. Cabrera, N. Vaio, J.R. Craig, J.A. Rema, and L.A. Morris. 2009. Forest floor composition and ammonia loss from urea in a loblolly pine plantation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 73(2): 630–637.  
<http://dx.doi.org/10.2136/sssaj2007.0377>.
- Li. Y. M., M. Elson, D. Zhang, Z. He, R.C. Sincher, and V. Baligar. 2015. Macro and Micro Nutrient Uptake Parameters and Use Efficiency in Cacao Genotypes as Influenced by Levels of Soil-Applied K. *International Journal of Plant & Soil Sciences*. IJPSS. 7(2): 80-90.
- Kuscu, H., A. Turhan, and N. Ozmen. 2014. Optimizing levels of water and nitrogen applied through drip irrigation for yield quality, and water productivity of processing tomato (*Lycopersicon esculentum mill.*). *Hortic. Environ. Biotechnol.* 55(2): 103–114.
- Qiao. D., H. Liu., L. Yu., Bao. X., Simon. G.P., Petinakis. E., and L. Chen. Preparation and characterization of slow-release fertilizer encapsulated by starch-based superabsorbent polymer. *Carbohydrate Polymers* 147 (2016)

- 146-154.
- Rashidzadeh, A. and A. Olad. 2014. Slow-released NPK Fertilizer Encapsulated by NaAlg-g-Poly(AA-co-AAm)/MMT Superabsorbent Nanocomposite, Carbohydrate Polymers. <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.08.010> . Diakses pada Tanggal 20 Mei 2018.
- Roberts, T.L. 2008. Improving Nutrient Use Efficiency. *Turk J Agric For.* 32: 177-182.
- Shaheen. A.M., M. Mona, A. Mouty, H. Aisha, H. Ali, and F.A. Rizk. 2007. Natural and chemical phosphorus fertilizers as affected onion plant growth, bulbs yield and its some physical and chemical properties. *Austral. J. Basic Appl. Sci.* 1: 519-524.
- Sheoran, P., V. Sardana, S. Singh, A. Kumar, A. Mann, and P. Sharma. 2016. Agronomic and physiological assessment of nitrogen use, uptake, and acquisition in sunflower. *International Journal of Plant Production.* 10(2): 109-122.
- Suriatna, S. 2002. Metode Penyuluhan Pertanian. Medyatama Sarana Perkasa, Jakarta.
- Sutarta, E.S. dan Winarna. 2003. Langkah alternatif di bidang teknis pemupukan di masa krisis ekonomi. Dalam "Lahan dan Pemupukan Kelapa Sawit" eds.1.
- Syahrovy M., A. Purba, T.C. Hidayat, dan F. Hidayat. 2015. Respon pertumbuhan bibit kelapa sawit terhadap pemberian pupuk cair urine sapi. *J. Pen. Kelapa sawit.* 23(3):137-145.
- Snyder, C.S. 2009. Nutrient Use Efficiency: Global Challenges, Trends, and the future. In: Proc of the symposium Nutrient Use Efficiency. IPNI: 10-17.
- Tambunan, E.R. 2009. Respon pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L.) pada media tumbuh subsoil dengan aplikasi kompos limbah pertanian dan pupuk anorganik. Tesis. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Tambunan, A.S., Fauzi, dan H. Guchi. 2014. Efisiensi pemupukan P terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung (*Zea mays* L.) pada tanah Andisol dan Ultisol. *J. Online Agroekotnologi.* 2(2): 414-426.
- Trenkel, M.E. 2010. Slow and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Efficiency in Agriculture. Second edition. IFA. Paris.
- Xu, M., D. Li, J. Li, D. Qin, Y. Hosen, H. Shen, R. Chong, and X.H. He. 2013. Polyolefin-coated urea decreases ammonia volatilization in a double rice system of southern China. *Agron. J.* 105: 277-284.
- Zerpa, J. L., and T. R. Fox. 2011. Controls on volatile NH<sub>3</sub> losses from loblolly pine plantations fertilized with urea in the southeast USA. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 75: 2 5 7 - 2 6 6 . <http://dx.doi.org/10.2136/sssaj2010.0101>.
- Zhang, T.Q., K. Liu, C.S. Tan, J. Warner, and Y.T. Wang. 2011. Processing tomato nitrogen utilization and soil residual nitrogen as influenced by nitrogen and phosphorus additions with drip fertigation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 75(2): 738-745.