

## Status Hara Fosfat Tanah pada Siklus Tanam ke dua Kelapa Sawit (*Elaeis queneensis jacq*) pada Tanah Ultisol

### *Status of Soil Phosphate Nutrient on Second Cycles Planting of Oil Palm (Elaeis queneensis jacq) on Ultisol*

Joko Tandiono<sup>1&2\*</sup>), Nelvia<sup>1</sup>, dan Wawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Riau

Jl. Binawidya KM 12.5 Simpang Baru, Pekanbaru. Riau 28293

<sup>2</sup>Agronomy department, Minamas Research Centre

The Plaza Office Tower Lt. 36 Jl. MH. Thamrin Kav 28 – 30 Jakarta Pusat.

Penulis untuk korespondensi: 082283114537

Email: joko.tandiono@gmail.com

#### ABSTRACT

The development of oil palm plantations in Indonesia has grown rapidly to reach 33 million hectares by 2016. In the first planting cycle, oil palm obtained a fairly intensive fertilizer application that can reach 1-1.2 tons / hectare / year, but this high application of fertilizer is not accompanied by high nutrient absorption by palm. The aim of this research is to know the impact of the highly intensive application of P fertilizer on the first planting cycle of oil palm to the accumulation of various forms of P fraction in soil. The study was conducted by Randomized Block Design. The treatment is the age of oil palm plantation in the second planting cycle consisting of 5 levels consisting of 1 year, 2 years, 3 years, 4 years, and 4 years with EFB application every year. The results showed that the total phosphate content at 4 years old was 251.48% significantly different from the 1 to 3 year old plants, although P available was not significantly different for every plant age. The inclusion of P organic and Al-P values were not significantly different for all plant age, although the 4-year-old plant with EFB application gave the second highest P organic value of 1.63 g / kg and the Al-P cover was 47.15 g / kg. The 4-year-old plant plots with EFB also have the highest values for Fe-P covered parameters, Ca-P and Fe P respectively of 340.85 g / kg, 4.59 g / kg and 25.93 g / kg although this value is not significantly different with age of other palms.

---

Keywords: fractionation of phosphate, ultisol, second cycle planting

#### ABSTRAK

Perkembangan perkebunan kelapa sawit di Indonesia mengalami pertumbuhan yang sangat pesat sehingga mencapai 33 juta hektar pada tahun 2016. Pada siklus tanam pertama, kelapa sawit mendapatkan aplikasi pupuk yang cukup intensif yang dapat mencapai 1-1,2 ton/hektar/tahunnya, akan tetapi tingginya aplikasi pupuk ini tidak disertai dengan penyerapan unsur hara yang tinggi oleh tanaman kelapa sawit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak dari aplikasi pupuk P yang sangat intensif pada siklus tanam pertama kelapa sawit terhadap akumulasi berbagai bentuk fraksi P di dalam tanah. Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Kelompok. Sebagai perlakuan adalah umur tanaman kelapa sawit pada siklus tanam ke dua yang terdiri dari 5 taraf yang terdiri dari umur 1 tahun, 2 tahun, 3 tahun, 4 tahun, dan 4 tahun dengan aplikasi TKKS setiap tahunnya. Hasil penelitian menunjukkan kandungan fosfat total pada umur 4 tahun sebesar 251.48 % berbeda nyata dibandingkan dengan tanaman umur 1 sampai 3 tahun, walaupun

Editor: Siti Herlinda et. al.

ISBN : 978-979-587-748-6

kandungan P tersedia tidak berbeda nyata untuk setiap umur tanaman. Nilai P occluded dan Al-P terselimut tidak berbeda nyata untuk semua umur tanaman, walaupun tanaman umur 4 tahun dengan aplikasi TKKS memberikan nilai P organik tertinggi kedua yaitu 1.63 g/kg dan nilai Al-P terselimut 47.15 g/kg. Plot tanaman berumur 4 tahun dengan TKKS juga memiliki nilai tertinggi untuk parameter Fe-P terselimut, Ca-P dan Fe P yaitu masing masing 340.85 g/kg, 4,59 g/kg dan 25.93 g/kg meskipun nilai ini tidak berbeda nyata dengan umur tanaman lainnya.

---

Kata kunci: fraksionasi fosfat, ultisol, siklus tanam ke dua

## PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan tanaman penghasil minyak nabati yang paling tinggi dibandingkan tanaman penghasil minyak nabati lainnya. Sejalan dengan produksi minyak nabati yang tinggi tersebut, tanaman kelapa sawit membutuhkan pasokan unsur hara dalam jumlah besar yang diperoleh dari tanah dan pupuk (Goh, 2004). Akan tetapi, aplikasi pemupukan yang sangat intensif pada usaha perkebunan kelapa sawit yang mencapai 1,012 – 1,215 ton/ha/tahun tidak diimbangi dengan penyerapan unsur hara yang baik bagi tanaman kelapa sawit. Efisiensi penyerapan hara Nitrogen oleh kelapa sawit berkisar 36%, untuk pemupukan Fosfat berkisar 29%, untuk pemupukan Kalium berkisar 70% dan untuk pemupukan Magnesium efisiensi penyerapan berkisar 60%. (Prabowo.et.al 2002).

Hara P merupakan hara makro bagi tanaman yang dibutuhkan dalam jumlah banyak setelah N dan lebih banyak daripada K. Fosfat diperlukan oleh tanaman untuk pembentukan *adenosin di-* dan *triphosphate* (ADP dan ATP) yang merupakan sumber energi untuk proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Marschner, 1997). Selain itu kecukupan P sangat penting untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan bagian vegetative dan reproduktif tanaman; meningkatkan kualitas hasil; dan ketahanan tanaman terhadap penyakit. Dengan demikian, pengelolaan hara P merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam meningkatkan produksi pertanian.

Rendahnya efisiensi penyerapan pupuk P dibandingkan dengan jenis pupuk lainnya dalam budidaya tanaman kelapa sawit menjadikan pengelolaan hara P menjadi salah satu fokus dalam budidaya tanaman kelapa sawit. Pengelolaan hara P harus memperhatikan faktor tanaman dan ketersediaannya di dalam tanah. Ketersediaan P di dalam tanah tergantung kepada: jumlah dan jenis mineral tanah, pH tanah, pengaruh kation, pengaruh anion, tingkat kejenuhan P, bahan organik, waktu dan suhu, dan penggenangan. Hara P bersifat immobil di dalam tanah karena sebagian besar P tanah dijerap menjadi bentuk tidak tersedia bagi tanaman. Berdasarkan tingkat mobilitasnya di dalam tanah, bentuk-bentuk P dapat dibedakan menjadi: P larut, P labil (tererap), dan P non labil (P mineral primer dan sekunder), dan P organik. P larut berada dalam reaksi keseimbangan dengan P labil, P non labil, dan P organik. Bentuk P selain P larut biasanya disebut sebagai P teretensi atau P terikat.

Ketersediaan P untuk pertumbuhan tanaman tergantung kepada mobilitasnya di dalam tanah dan keseimbangan antara bentuk P larut dan terjerap. Bila P dalam larutan tanah meningkat (misal karena pemberian pupuk P) maka P akan segera dijerap oleh koloid tanah menjadi bentuk tidak tersedia (sementara waktu), proses ini disebut sebagai jerapan (*adsorption*). Namun demikian bila P dalam larutan tanah turun (misal P diserap tanaman atau tercuci) maka P terjerap tersebut akan segera lepas ke dalam larutan sehingga bisa diserap tanaman, proses ini disebut sebagai pelepasan (*desorption*). Proses jerapan dan

pelepasan P di dalam tanah mengendalikan bentuk-bentuk P tanah sehingga sangat penting dalam mempengaruhi ketersediaan P tanah.

## **BAHAN DAN METODE**

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan September 2016. Lokasi penelitian terletak di Kec Tualang Kab Siak Sri Indrapura, Riau. Lokasi ini terletak pada ketinggian 35,4 m dpl topografi bergelombang sampai berbukit. Penelitian dilakukan dengan eksperimen menggunakan Rancangan Acak Kelompok. Sebagai perlakuan adalah tingkat umur tanaman kelapa sawit pada siklus tanam ke dua yang terdiri dari 5 taraf umur tanaman ( 1 tahun, 2 tahun, 3 tahun, 4 tahun – tanpa aplikasi tandan kosong kelapa sawit, 4 tahun dengan aplikasi tandan kosong kelapa sawit). Masing masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

### **Pengambilan contoh tanah**

Pengambilan sampel tanah tiap petak penggunaan lahan menggunakan cara modifikasi dari protokol yang ditetapkan ICRAF yaitu setiap petak penggunaan lahan yang terpilih dibuat petak transek berukuran 120 m x 5 m, dimana dalam transek tersebut dibagi menjadi 3 subtransek yang merupakan kelompok. Arah transek dibuat searah lereng sehingga subtransek selalu terdiri atas subtransek 1 bagian atas, subtransek 2 bagian tengah dan subtransek 3 bagian bawah. Pengambilan sample dilakukan pada setiap ulangan pada setiap sistem penggunaan lahan, permukaan tanah yang akan diambil dibersihkan dari vegetasi yang tumbuh di atasnya. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan bor tanah dengan kedalaman sampel tanah yang diambil sampai dengan 30 cm dari permukaan tanah. Sampel tanah yang telah diambil kemudian dikompositkan dan ditimbang seberat 1000 g/sampel dan dimasukkan kedalam plastik yang telah diberi label sebelumnya.

### **Penetapan fraksionasi P**

Ekstraksi fraksi P diperoleh dengan cara Jackson (1958) dengan modifikasi lamanya waktu pengocokan. Untuk bahan pereaksi reduksi dipakai cara Murphy dan Riley (1964). Sebanyak 1 g contoh tanah dimasukan ke dalam tabung sentrifusi. Ditambahkan 50 ml 1 N  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , dikocok selama 0.5 jam, lalu disentrifusi selama 15 menit atau lebih dengan kecepatan 2500 rpm. Ekstraknya disaring dan diukur sebagai  $\text{NH}_4\text{Cl-P}$ . Ke dalam sisa tanah ditambahkan 50 ml 0.5 N  $\text{NH}_4\text{F}$  netral, dikocok selama 2.5 jam, dan sentrifusi selama 15 menit. Ekstraknya disaring dan diukur sebagai fraksi Al-P ( $\text{NH}_4\text{F-P}$ ). Cuci sisa tanah ini sebanyak dua kali dengan NaCl jenuh (25 ml tiap kali pencucian). Tambahkan ke dalamnya sebanyak 50 ml 0.1 N NaOH, kocok selama 2.5 jam dan sentrifusi selama 15 menit. Pindahkan ekstrak ini kedalam tabung sentrifusi yang lain, kemudian tambahkan 2 ml 2N  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan beberapa tetes  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat, lalu sentrifusi. Ekstrak tersebut disaring dan diukur sebagai fraksi Fe-P ( $\text{Na OH-P}$ ). Cuci sisa tanah tadi 2 kali dengan NaCl jenuh seperti sebelumnya. Kemudian tambahkan ke dalamnya 50 ml 0.5 N  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , kocok selama 1 jam, dan sentrifusi selama 15 menit. Ekstraknya disaring dan diukur, sebagai fraksi Ca-P ( $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-P}$ ). Ke dalam sisa tanah, ditambahkan 40 ml 0.3 M Sodium Sitrat ( $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) dan 5 ml  $\text{NaHCO}_3$ , lalu panaskan didalam water bath pada suhu  $80^\circ\text{C}$ . Kemudian tambahkan 1.0 g  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ , sementara penambahannya, suspensi diaduk dengan pengaduk gelas. Pertahankan suhu suspensi  $80^\circ\text{C}$  selama 15 menit, sambil dikocok, lalu sentrifusi selama 15 menit. Ekstraknya disaring ke dalam labu ukur 100 ml. Cuci sisa tanah ini 2 kali dengan 25 ml NaCl jenuh, dan gabungkan hasil cucian tersebut ke dalam labu ukur 100 ml tadi. Tepatkan volumenya hingga tanda tera, dan ukur sebagai fraksi Fe-P terselimut.

*Editor: Siti Herlinda et. al.*

*ISBN : 978-979-587-748-6*

Tambahkan 50 ml 0.5 N  $\text{NH}_4\text{F}$  ke dalam sisa tanah, kocok 1 jam, lalu sentrifusi selama 15 menit. Ekstraknya disaring dan diukur sebagai Al-P terselimut. Untuk pengukuran masing-masing fraksi dari ekstrak disediakan larutan pereaksi-reduksi Murphy dan Riley (1964), homogenkan, dan biarkan selama 15 menit. Kemudian, ukur kadar P masing masing fraksi pada spectrophotometer gelombang 660 dengan larutan standart sebagai pembanding.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### P total dan P tersedia

Fosfat tanah dibagi menjadi tiga golongan berdasarkan tingkat kecepatan untuk tersedia bagi tanaman, yaitu Fosfat tanah yang sangat cepat tersedia yaitu P larut (P tersedia – Bray II); P cepat tersedia bagi tanaman yang meliputi bentuk inorganik P (Fe, Al, dan Ca-P) dan P lambat tersedia yang meliputi bentuk organik-P dan residu P. Di alam, ketiga bentuk P tanah berada dalam reaksi keseimbangan satu sama lain. Penelitian Nursyamsi *et. al* (2011) yang dilaksanakan pada tanah Dystrudepts menunjukkan bahwa sebagian besar P di dalam tanah berada dalam bentuk yang lambat tersedia yaitu berkisar 72 % sedangkan sisanya termasuk cepat dan sangat cepat tersedia. Namun demikian bentuk P lambat tersedia merupakan bentuk P cadangan yang sangat penting dalam mensuplai P sedang dan cepat tersedia.

Table 1. Nilai P total dan P tersedia pada berbagai umur tanaman kelapa sawit siklus ke dua

Umur tanaman kelapa sawit siklus ke dua (tahun)	P Total	P Tersedia (Bray II)
	---- g/kg ----	
1	81,59 b	5,60 bc
2	63,45 b	4,16 c
3	146,9 b	7,95 bc
4 - tanpa aplikasi TKKS	122,54 b	5,86 c
4 - dengan aplikasi TKKS	251,48 a	7,13 bc

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada  $\alpha = 0,05$  menurut Tukey's studentized test.

Perubahan kandungan P total dan P tersedia pada setiap umur tanaman kelapa sawit siklus ke dua ditampilkan pada Tabel 1 diatas. Hasil Uji lanjut dengan menggunakan uji beda Tukey's nyata jujur memperlihatkan nilai P total tidak berbeda nyata untuk masing masing umur tanaman kelapa sawit. Tabel diatas juga memperlihatkan pengaruh aplikasi tandan kosong dalam meningkatkan P total dan P tersedia. Tanaman berumur 4 tahun dengan aplikasi TKKS memiliki nilai P total tertinggi dan berbeda nyata dengan semua plot umur tanaman 4 tahun tanpa TKKS. Tandan kosong kelapa sawit mengandung unsur hara P sebanyak 0.78 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$  dalam setiap ton TKKS atau setara dengan 1.7 Kg pupuk TSP yang menjadi tersedia di dalam tanah untuk diserap tanaman kelapa sawit dalam 85 hari setelah aplikasi ( Caliman, *et. al*, 2001).

Tanaman kelapa sawit umur ke 4 dengan aplikasi TKKS memiliki nilai total P di dalam tanah yang tertinggi yaitu sebesar 251,48 ppm. Namun demikian kadar P total tanah tidak selalu menggambarkan tingkat ketersediaan P tanah karena ketersediaan P tanah selain tergantung kadar P total tanah juga tergantung kadar aktual dan daya sangga P tanah. Peningkatan ketersediaan P juga disebabkan oleh bahan organik baik secara langsung melalui proses mineralisasi maupun tidak langsung membantu pelepasan P yang terfiksasi.

*Editor: Siti Herlinda et. al.*

ISBN : 978-979-587-748-6

Hal ini sejalan dengan penelitian Minardi, dkk (2011) bahwa asam- asam organik terutama asam humat dan asam fulvat hasil dari dekomposisi akan membentuk senyawa kompleks (khelat) dengan Al dan Fe sehingga membantu melepaskan fosfat (P).

### P organik dan P anorganik

Rock phosphate (batuan fosfat) sebagai sumber pupuk P utama dalam area penelitian ini merupakan sumber pupuk P yang bersifat lambat tersedia bagi tanaman dengan kelarutan berkisar 7.5 – 8%. Selanjutnya P-alam yang dibenamkan ke dalam tanah akan mengalami disosiasi membebaskan ion  $H_2PO_4^-$  dan  $HPO_4^{2-}$  (Havlin *et al.*, 1999). Ion fosfat tersebut segera memasuki sistem keseimbangan P larut dan P terjerap sehingga konsentrasi kedua bentuk P tersebut meningkat. Di tanah yang diteliti ternyata agen penjerap P yang terdeteksi adalah  $Ca^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ , dan koloid organik. Selain itu agen penjerap P lainnya kemungkinan besar adalah koloid liat atau mineral primer dan sekunder yang ditunjukkan oleh kadar bentuk residu-P tanah yang sangat tinggi. Semua agen penjerap tersebut berperan penting dalam mengendalikan ketersediaan P tanah.

Perubahan kandungan P organik dan P anorganik seiring dengan umur tanaman kelapa sawit disajikan dalam table 2.

Tabel 2. Kandungan P organik dan P anorganik pada berbagai umur tanaman kelapa sawit siklus ke dua

Umur tanaman kelapa sawit siklus ke dua	P Organik	P anorganik		
		Al - P	Fe - P	Ca - P
		---- g/kg ----		
1	1.83 a	0.12 ab	6.01 c	0.23 b
2	0.75 a	0.10 b	9.87 c	1.85 b
3	0.99 a	0.23 ab	22.22 bc	2.81 b
4 - tanpa aplikasi TKKS	1.08 a	0.12ab	16.23 c	2.91 b
4 - dengan aplikasi TKKS	1.63 a	0.15 ab	25.94 bc	4.59 b

Keterangan : angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada  $\alpha = 0,05$  menurut Tukey's studentized test

Kation  $Ca^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ , dan  $Fe^{3+}$  berperan dalam menjerap P menjadi bentuk Ca-P, Al-P, dan Fe-P. Mekanisme jerapan P oleh ketiga kation tersebut dapat melalui jembatan kation (kation dapat dipertukarkan bereaksi dengan  $H_2PO_4^-$ ) atau bisa pula kation bebas bereaksi dengan  $H_2PO_4^-$  membentuk senyawa garam fosfat yang mengendap (Tan, 1998). Diantara ketiga kation tersebut, kation  $Fe^{3+}$  paling penting dalam menjerap P di tanah yang diteliti karena kadarnya di dalam tanah tertinggi. Tabel 2 diatas menunjukkan bahwa nilai Fe-P merupakan nilai P anorganik yang terbesar dibandingkan dengan bentuk P anorganik lainnya. Hal ini sejalan dengan penelitian Nursyamsi, *et. al* (2011) yang menyebutkan pada tanah masam umumnya kation  $Al^{3+}$  dan  $Fe^{3+}$  sebagai agen penjerap sedangkan pada tanah alkalin, sebagai agen penjerap adalah  $Ca^{2+}$  dan Mg.

Koloid liat yang bermuatan positif dapat menjerap P yang berbentuk  $H_2PO_4^-$  baik secara langsung maupun melalui *water interface*. Selain itu koloid liat yang bermuatan negative juga dapat menjerap P melalui mekanisme jembatan kation (*cation bridging*). Kation  $Ca^{2+}$  dan  $Mg^{2+}$  (pada tanah netral dan alkalin) serta  $Al^{3+}$  dan  $Fe^{3+}$  (pada tanah masam) dapat berperan sebagai jembatan kation. Sementara itu mekanisme jerapan P oleh koloid organik mirip dengan jerapan P oleh koloid inorganik, yaitu koloid yang bermuatan

positif menjerap P langsung, sedangkan koloid yang bermuatan negatif melalui mekanisme jembatan kation (Tan, 1998).

### **P Occluded**

Kandungan nilai P occluded pada berbagai tipe penggunaan lahan ditampilkan pada tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Kandungan P occluded pada berbagai penggunaan lahan

Umur Tanaman kelapa sawit siklus ke dua	P Occluded	
	Al - P terselimut	Fe - P terselimut
	---- g/kg ----	
1	48,11 a	253,90 b
2	53,70 a	293,84 ab
3	42,14 a	297,97 ab
4 – tanpa aplikasi TKKS	49,76 a	291,03 ab
4 – dengan aplikasi TKKS	47,15 a	340,85 ab

Keterangan: angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada  $\alpha = 0,05$  menurut Tukey's studentized test.

Pada tabel 3 diatas terlihat bahwa kandungan Al-P terselimut pada umur tanaman kelapa sawit 4 tahun yang mendapat aplikasi tandan kosong kelapa sawit lebih kecil dibandingkan dengan plot umur 4 tahun tanpa aplikasi Tandan kelapa sawit. Hal ini dikarenakan aktifitas Al yang menurun dikarenakan membentuk senyawa khelat dengan asam organik terutama asam humat dan asam fuvat. Tabel 3 diatas juga menunjukkan bahwa nilai Al-P dan Fe-P meningkat seiring dengan umur tanaman kelapa sawit. Hal ini dikarenakan selain bahwa sumber pupuk P yang digunakan dalam perkebunan kelapa sawit adalah pupuk batuan fosfat dengan kelarutan rendah (7.5% - 8%) juga dikarenakan bahwa semakin lama P bersentuhan dengan tanah maka semakin banyak P terfiksasi sehingga terbentuk Al-P dan Fe-P yang sukar larut dan occluded (Mei, dkk. 2017)

### **KESIMPULAN**

1. Aplikasi tandan kosong kelapa sawit pada tanah Ultisol pada tipe penggunaan lahan tanaman kelapa sawit siklus ke dua meningkatkan P total dan P tersedia.
2. Bentuk P pada tanah Ultisol di dominasi dengan bentuk P occluded (Al – P dan Fe – P terselimut) yang merupakan bentuk tidak tersedia bagi tanaman.
3. Fe merupakan ion yang lebih kuat menjerap unsur hara fosfat pada tanah Ultisol di lokasi penelitian ini yang diindikasikan dengan tingginya nilai Fe-P dan Fe-P terselimut dibandingkan dengan nilai P yang terjerap oleh Al maupun Ca.

### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Head of Minamas Research Centre, Bpk Jamaluddin Nasir yang telah memberikan izin atas publikasi ini dan kepada semua staff Agronomi dan Analitical laboratorium yang telah membantu penulis selama perkerjaan di lapangan dan analisa tanah.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Editor: Siti Herlinda et. al.  
ISBN : 978-979-587-748-6

- Caliman.J.P., Budi Martha., and Sloan Saletes.,2001. Dynamics of Nutrient Release from Empty Fruit Bunches in Field Conditions and Soil Characteristics Changes. <https://www.researchgate.net>.
- Goh K.J. 2004. Fertiliser recommendation systems for oil palm : estimating the fertiliser rates. Proc. MOSTA Best Practices Workshops – Agronomy & Crop Management. Malaysian Oil Scientists and Technologies Association, Kuala Lumpur.
- Havlin, J.L., J.D. Beaton., S.L. Tisdale., dan W.L. Nelson. 1999. *Soil Fertility and Fertilizers. An Introduction to Nutrient Management. Sixth ed.* Prentice Hall, New Jersey.
- Marschner.H., 1997. Mineral Nutrition of Higher Plant. 2<sup>nd</sup> edition. Academic press. Harcourt brace & Company, Publisher. Tokyo.
- Mei. N.S, Sudarso, dan Darmawan. 2017. Pengaruh Bahan Organik Terhadap ketersediaan Fosfor Pada Tanah Tanah Kaya Al dan Fe. Buletin tanah dan Lahan.Januari 2017.
- Minardi. S., Syamsiyah. J., dan Sukoco. 2011. Pengaruh Bahan organik dan Pupuk Fosfor terhadap Ketersediaan dan Serapan Fosfor Pada Andisols dengan Indikator Tanaman jagung manis. Jurnal Ilmu tanah dan Agroklimatologi.
- Noto Edi Prabowo, Tohiruddin.L, Fairhust.T.H, Foster.H.L and Evi Navisah N. 2002. Efficiency of fertiliser recovery by oil palm in Sumatra. In Proceeding of International Oil Palm Conference. Nusa Dua, Bali.
- Nursyamsi. D., L. Anggria., dan Nurjaya. 201. Pengaruh Pemberian P-Alam terhadap Jerapan dan Bentuk - Bentuk P Tanah pada Dystrudept Cibatok, Bogor. Jurnal Tanah dan Iklim. No 34/2011.
- Tan. K.H. 1998. Dasar Dasar Kimia Tanah. Gadjah mada University Press. Yogyakarta.