

Perubahan Beberapa Sifat Kimia Tanah Ultisol Akibat Pemberian Beberapa Pupuk Organik dan Waktu Inkubasi

Some Changes in Chemical Properties on Ultisol Soil Giving Due Some of Organic Fertilizer and The Incubation Period

Armada Karo Karo*, Alida Lubis, Fauzi

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, USU, Medan 20155

*Corresponding author: karokaroarmada@yahoo.com

ABSTRACT

This research was conducted in the room of Laboratory, Agriculture Faculty , University of North Sumatera, Medan and soil analyze in Analitical Laboratory of PT. Socfindo Medan in Maret-Juni 2016. This research used Completely Randomized Factorial Design, with 2 factors. The first factor is organic fertilizer consist of without organic fertilizers (P_0), compost of *Tithonia* (P_1), compost of durian's shell (P_2), compost of palm oil fruit bunches waste (P_3), chicken manure (P_4), compost of *Tithonia* + chicken manure (P_5), compost of durian's shell + chicken manure (P_6), compost of palm oil fruit bunches waste + chicken manure (P_7). The second factor is incubation period (I) are one week and two weeks. The result showed that application of organic fertilizer are compost of *Tithonia*, compost of durian's shell, compost of palm oil fruit bunches waste, chicken manure, and the mixed compost with chicken manure was significant for C-Organic, totally soil-N, totally soil-P, and K exchange soil in Ultisol. The period incubation was not significant for C-Organik, totally soil-N, totally soil-P, and K exchange. The interaction of organic fertilizer application and period of incubation treatments was not significant for all parametric.

Keywords : Chemical Property of Ultisol Soil, Organic Fertilizer, Period Incubation,.

ABSTRAK

Penelitian ini dilaksanakan di ruangan Laboratorium, Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan dan analisis tanah dilakukan di Laboratorium Analitik PT. Socfindo Medan pada bulan Maret sampai Juni 2016. Percobaan ini didesain dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial yang terdiri dari 2 faktor dan 3 ulangan. Faktor pertama adalah pemberian pupuk organik yang terdiri dari perlakuan kompos *Tithonia*, kompos kulit durian, kompos tandan kosong kelapa sawit, pupuk kandang ayam, *Tithonia* + pupuk kandang ayam, kulit durian + pupuk kandang ayam, tandan kosong kelapa sawit + pupuk kandang ayam. Faktor kedua adalah waktu inkubasi yaitu 1 minggu dan inkubasi 2 minggu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian kompos *Tithonia*, kompos kulit durian, kompos tandan kosong kelapa sawit, pupuk kandang ayam dan campuran kompos dengan pupuk kandang ayam berpengaruh nyata terhadap C-Organik, N-Total, P-Total, K-Tukar tanah. Perlakuan waktu inkubasi berpengaruh tidak nyata meningkatkan C-Organik, N-Total, P-Total, dan K-Tukar tanah. Interaksi antara perlakuan pemberian beberapa pupuk organik dan waktu inkubasi berpengaruh tidak nyata terhadap semua parameter yang diamati.

Kata Kunci : Pupuk Organik, Sifat Kimia Tanah Ultisol, Waktu Inkubasi.

PENDAHULUAN

Ultisol merupakan salah satu jenis tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran luas

mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia (Prasetyo dan Purwadikarta., 2006). Tanah Ultisol saat ini menjadi sasaran utama

perluasan pertanian Oleh karena itu tanah Ultisol perlu mendapat perhatian mengingat Ultisol memiliki banyak permasalahan yaitu, kandungan bahan organik tanah sangat rendah, kemasaman tanah, kejenuhan basa kurang dari 35 %, kejenuhan Al tinggi, KTK rendah, kandungan N, P, dan K rendah serta sangat peka terhadap erosi (Munir, 1996).

Untuk meningkatkan produktivitas tanah Ultisol dapat dilakukan dengan meningkatkan ketersediaan unsur hara dan sifat kimia tanah. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah melalui pemberian pupuk organik. Pupuk organik merupakan pupuk yang diperoleh dari hasil dekomposisi oleh mikroorganisme dari sisa-sisa tanaman dan hewan. Pupuk organik yang mengandung sejumlah unsur hara akan menyumbangkan unsur hara tersebut apabila bahan organik tersebut mengalami proses dekomposisi di dalam tanah.

Tanaman *Tithonia diversifolia* merupakan tanaman yang banyak tumbuh di pinggir jalan atau di sekitar daerah pertanian. Tanaman ini dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan kompos. Menurut penelitian Jama (2000) tanaman *Tithonia diversifolia* mengandung unsur hara yang tinggi terutama N, P, K, yaitu 3,5% N ; 0,38% P ; dan 4,1% K serta dapat meningkatkan pH tanah, menurunkan Al-dd serta meningkatkan kandungan unsur Ca dan Mg tanah.

Kulit durian memiliki potensi untuk dapat dijadikan sebagai bahan untuk pembuatan kompos, dengan tingginya produksi buah durian di Sumatera Utara. Menurut data Badan Pusat Statistik Tahun 2014, produksi buah durian di Sumatera Utara mencapai 88.041 ton pada tahun 2014. Menurut hasil penelitian Hutagaol (2003), bahwa pemberian kompos kulit buah durian dengan dosis takaran 20 ton/ha berpengaruh sangat nyata untuk menetralkan sebagian efek meracun Al dalam larutan tanah dan juga meningkatkan KTK tanah serta pH tanah.

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang merupakan hasil limbah industri dari pabrik kelapa sawit memiliki potensi untuk dapat dijadikan sebagai bahan untuk pembuatan kompos, mengingat begitu

banyaknya pabrik kelapa sawit yang ada di Indonesia saat ini. Menurut Darmosakoro dan Winarna (2001) menyatakan bahwa aplikasi TKKS dengan berbagai dosis tanpa maupun dengan tambahan pupuk organik secara nyata meningkatkan perubahan sifat kimia yaitu pH, C-organik, N-total, P-tersedia, Kapasitas Tukar Kation dan kejenuhan basa.

Pupuk kandang ayam merupakan sumber bahan organik yang dapat meningkatkan kesuburan tanah dan tanaman, sumber pupuk kandang saat ini sangat tinggi melihat banyaknya peternakan Ayam di Sumatera Utara. Menurut hasil penelitian Sihite (2016), pemberian pupuk kandang ayam dapat merubah pH tanah, N-total tanah, P-total tanah, serapan P dan pertumbuhan tanaman jagung pada tanah Inceptisol Kwala Bekala.

Inkubasi pupuk organik merupakan hal yang penting dalam proses mineralisasi bahan organik. Menurut Hamed (2014) yang menyatakan bahwa kandungan unsur hara yang diberikan dari pupuk organik pada tanah berkorelasi dengan lamanya proses mineralisasi yang dibutuhkan suatu pupuk organik untuk menyediakan hara bagi tanah. Inkubasi pupuk organik dilakukan untuk dapat memberikan kesempatan bagi mikroorganisme untuk dapat berkembang dan bermetabolisme untuk menguraikan kandungan pupuk organik menjadi senyawa-senyawa anorganik, dan memberikan waktu untuk pupuk organik dapat bereaksi dengan tanah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di ruangan Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara dan analisis tanah dilakukan di Laboratorium Analitik PT.Socfin Indonesia Medan. Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Maret sampai Juni 2016.

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah contoh tanah Ultisol yang diambil di Desa Kampung Dalam, Kecamatan Silangkitan, Kabupaten Labuhan Batu Selatan pada kedalaman 0-20 cm secara komposit, Pupuk organik berupa kompos

Tithonia, kompos tandan kosong kelapa sawit, kompos kulit durian, pupuk kandang ayam, air aquadest serta bahan-bahan kimia seperti Asam Sulfat, Kalium Dikromat, Air Destilasi, Asam Klorida, dan Pereaksi P Pekat.

Alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah alat-alat pertanian seperti cangkul, pot plastik, kantong plastik, plastik sampel, alat-alat tulis seperti spidol, kertas label, dan alat-alat Laboratorium lainnya untuk keperluan analisis tanah seperti timbangan, batang pengaduk, Neraca analitik, Spektrofotometer, Labu Ukur, Erlenmeyer, Pengaduk Magnetik, Tabung Reaksi, Botol Kocok, Labu Semprot, Alat Sentrifusi, Dispenser 10 mL, Pipet Ukur, dan SSA.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor perlakuan dan 3 ulangan. Faktor I yaitu pupuk organik (P) terdiri dari P_0 = tanpa pupuk organik, P_1 = Kompos *Tithonia*, P_2 = Kompos Kulit Durian, P_3 = Kompos TKKS, P_4 = Pupuk kandang Ayam, P_5 = Kompos *Tithonia* (50%) + Pukan Ayam (50%), P_6 = Kompos Kulit Durian (50%) + Pukan Ayam (50%) dan P_7 = Kompos TKKS (50%) + Pukan Ayam (50%). Faktor II yaitu waktu Inkubasi (I) terdiri dari I_1 = Inkubasi 1 minggu dan I_2 = Inkubasi 2 minggu.

Data dianalisa dengan sidik ragam berdasarkan model linier sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \Sigma jk$$

Data-data yang diperoleh akan diuji secara statistik berdasarkan analisa ragam pada dan dilakukan uji lanjutan bagi perlakuan yang nyata dengan menggunakan uji Jarak Berganda Duncan (Duncan Multiple Range Test) pada taraf 5%.

Parameter yang diamati adalah C-Organik, N-Total, P -Total, dan K-Tukar tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis sidik ragam pada parameter C-Organik menunjukkan bahwa perlakuan pemberian beberapa pupuk organik berpengaruh nyata terhadap C-Organik tanah Ultisol. Perlakuan waktu inkubasi berpengaruh

tidak nyata terhadap C-Organik tanah Ultisol. Sedangkan interaksi antara perlakuan pemberian beberapa pupuk organik dengan waktu inkubasi berpengaruh tidak nyata terhadap C-Organik tanah Ultisol.

Pada Tabel 1 parameter C-Organik dapat dilihat bahwa pemberian pupuk organik secara nyata meningkatkan C-Organik tanah, kecuali pada perlakuan kompos *Tithonia* (P_1), pupuk kandang ayam (P_4), dan kompos *Tithonia* + pupuk kandang ayam (P_5) yang berbeda tidak nyata. Hal ini disebabkan karena karbon (C) merupakan penyusun utama bahan organik, sehingga dengan penambahan bahan organik berupa kompos dan pupuk kandang ayam dapat menambah kadar C-organik pada tanah Ultisol. Hal ini sesuai dengan Hanafiah *et al* (2009) yang menyatakan bahwa kadar karbon dalam bahan organik dapat mencapai sekitar 48%-58% dari berat total bahan organik, sehingga dengan pengaplikasian bahan organik dengan kadar C-organik tinggi mampu menyuplai kadar C-organik bagi tanah dengan kadar C-organik rendah

Pemberian pupuk organik berupa kompos tandan kosong kelapa sawit (P_3) berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya kecuali dengan perlakuan kompos kulit durian (P_2) dan kompos kulit durian + pupuk kandang ayam (P_6) yang berbeda tidak nyata. Hal ini disebabkan karena dari hasil analisis awal menunjukkan bahwa kompos tandan kosong kelapa sawit memiliki kandungan C-organik tertinggi yaitu sebesar 39,87 %. Hal ini sesuai dengan Darmosarkoro dan Winarna (2001) yang menyatakan bahwa kompos tandan kosong kelapa sawit yang dihasilkan oleh pabrik kelapa sawit merupakan sumber hara potensial yang berfungsi sebagai bahan pembenah tanah karena tingginya kandungan karbon yang terdapat dalam bahan organik. Hal ini didukung oleh Anas (2000) bahwa dengan penambahan bahan organik berupa kompos tandan kosong kelapa sawit kedalam tanah rata-rata kandungan C-organik tanah meningkat sekitar 28-54%.

Pemberian pupuk organik berupa kompos kulit durian (P_2) berbeda nyata

dibandingkan dengan pemberian pupuk organik lainnya kecuali dengan perlakuan kompos tandan kosong kelapa sawit (P₂) dan kompos kulit durian + pupuk kandang ayam (P₆) yang berbeda tidak nyata. Hal ini disebabkan karena karbon (C) merupakan

penyusun utama dari bahan organik itu sendiri, sehingga dengan penambahan bahan organik baik bahan organik yang berupa kompos kompos kulit durian dapat menambah kandungan C-organik pada tanah Ultisol.

Tabel 1. Nilai Rataan C-Organik (%) tanah Ultisol akibat Pemberian Beberapa Pupuk Organik dan Waktu Inkubasi

Perlakuan	Waktu Inkubasi		Rataan
	I ₁ (1 minggu)	I ₂ (2 minggu)	
P ₀ (Tanpa pupuk organik)	0,78	0,97	0,88 d
P ₁ (Kompos <i>Tithonia</i>)	1,10	1,09	1,10 cd
P ₂ (Kompos Kulit durian)	1,24	1,46	1,35 ab
P ₃ (Kompos TKKS)	1,52	1,26	1,39 a
P ₄ (Pupuk kandang Ayam)	0,97	1,13	1,05 cd
P ₅ (<i>Tithonia</i> (50%) + Pukan Ayam (50%)	1,01	1,14	1,08 cd
P ₆ (Kulit durian (50%) + Pukan ayam (50%)	1,15	1,16	1,16 abc
P ₇ (TKKS (50%) + Pukan Ayam (50%)	1,11	1,14	1,13 bc
Rataan	1,06	1,13	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama adalah berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Hasil sidik ragam pada N-Total tanah menunjukkan bahwa perlakuan pemberian beberapa pupuk organik berpengaruh nyata terhadap N-Total tanah Ultisol. Perlakuan waktu inkubasi berpengaruh tidak nyata terhadap N-Total tanah Ultisol. Sedangkan interaksi antara perlakuan pemberian pupuk organik dengan waktu inkubasi berpengaruh tidak nyata terhadap N-Total tanah Ultisol.

Pada Tabel 2 N-Total tanah dapat dilihat bahwa pemberian beberapa pupuk organik secara nyata meningkatkan N-Total tanah Ultisol. Pemberian kompos tandan kosong kelapa sawit (P₃), pupuk kandang ayam (P₄), dan kompos *Tithonia* + pupuk kandang ayam (P₅) secara nyata meningkatkan N-Total tanah Ultisol dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal

ini dikarenakan bahan organik yang digunakan mengandung sejumlah unsur hara Nitrogen di dalamnya. Hal ini sesuai dengan Yu *et al* (2011) yang menyatakan bahwa kadar N anorganik pada tanah yang diberikan bahan organik lebih besar dibandingkan dengan pada tanah tanpa penambahan bahan organik, sehingga menunjukkan adanya reaksi mineralisasi dalam tanah atau adanya penambahan N anorganik yang dihasilkan dari pelapukan bahan organik sehingga unsur hara menjadi tersedia ke dalam tanah. Didukung oleh Rosmarkam dan Yuwono (2002) yang menyatakan bahwa bahan organik merupakan sumber nitrogen yang utama di dalam tanah, unsur hara Nitrogen tidak diperoleh dari hasil pelapukan batuan, melainkan berasal dari hasil pelapukan bahan organik.

Tabel 2. Nilai Rataan N-Total tanah (%) Ultisol akibat Pemberian Beberapa Bahan Organik dan Waktu Inkubasi

Perlakuan	Waktu Inkubasi		Rataan
	I ₁ (1 minggu)	I ₂ (2minggu)	
P ₀ (Tanpa pupuk organik)	0,17	0,19	0,18 c
P ₁ (Kompos <i>Tithonia</i>)	0,26	0,26	0,26 b
P ₂ (Kompos Kulit durian)	0,29	0,29	0,29 b
P ₃ (Kompos TKKS)	0,34	0,32	0,33 a
P ₄ (Pupuk kandang Ayam)	0,35	0,34	0,35 a
P ₅ (<i>Tithonia</i> (50%) + Pukan Ayam (50%)	0,36	0,31	0,33 a
P ₆ (Kulit durian (50%) + Pukan ayam (50%)	0,30	0,21	0,26 b
P ₇ (TKKS (50%) + Pukan Ayam (50%)	0,27	0,17	0,22 b
Rataan	0,28	0,27	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama adalah berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Tabel 3. Nilai Rataan P-Total (%) tanah Ultisol akibat Pemberian Beberapa Pupuk Organik dan Waktu Inkubasi

Perlakuan	Waktu Inkubasi		Rataan
	I ₁ (1 minggu)	I ₂ (2 minggu)	
P ₀ Tanpa pupuk organik	0,042	0,043	0,042 c
P ₁ Kompos <i>Tithonia</i>	0,058	0,062	0,060 b
P ₂ Kompos Kulit durian	0,069	0,071	0,070 ab
P ₃ Kompos TKKS	0,068	0,069	0,070 ab
P ₄ Pupuk kandang Ayam	0,058	0,063	0,060 b
P ₅ <i>Tithonia</i> (50%) + Pukan Ayam (50%)	0,068	0,072	0,070 ab
P ₆ Kulit durian (50%) + Pukan ayam (50%)	0,077	0,082	0,080 a
P ₇ TKKS (50%) + Pukan Ayam (50%)	0,065	0,069	0,067 ab
Rataan	0,063	0,066	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama adalah berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

Hasil sidik ragam pada P-Total tanah menunjukkan bahwa perlakuan pemberian beberapa pupuk organik berpengaruh nyata terhadap P-Total tanah Ultisol. Perlakuan waktu inkubasi berpengaruh tidak nyata terhadap P-Total tanah Ultisol. Sedangkan interaksi perlakuan pemberian pupuk organik dengan waktu inkubasi berpengaruh tidak nyata terhadap P-Total tanah Ultisol.

Dari Tabel 3 P-Total tanah dapat dilihat bahwa pemberian beberapa pupuk organik berpengaruh nyata meningkatkan P-Total tanah Ultisol. Hal ini dikarenakan pupuk organik yang digunakan mengandung sejumlah unsur hara fosfor dalam bentuk P₂O₅ di dalamnya, yang dapat meningkatkan kandungan unsur hara fosfor dalam tanah. Hal ini sesuai dengan Darmosarkoro dan Winarna

(2001) yang menyatakan bahwa pupuk organik yang mengandung sejumlah unsur hara akan menyumbangkan unsur hara tersebut apabila pupuk organik tersebut mengalami proses mineralisasi di dalam suatu tanah. Pemberian pupuk organik berupa pupuk kandang ayam (P₄) berpengaruh nyata meningkatkan P-Total tanah Ultisol dibandingkan dengan perlakuan tanpa pupuk organik (P₀) dan pemberian pupuk organik lainnya. Hal ini disebabkan karena kandungan P yang tinggi pada pupuk kandang ayam. Menurut Rosmarkan dan Yuwono (2002) bahwa kandungan unsur hara P₂O₅ pada kotoran ternak ayam sebesar 16 % , lebih besar dari pada kotoran hewan ternak lainnya yang lainnya, sehingga pupuk kandang ayam mampu menyumbangkan unsur hara

fosfor (P) pada tanah Ultisol yang memiliki kandungan fosfor (P) yang rendah.

Hasil sidik ragam pada K-Tukar tanah menunjukkan bahwa melalui pemberian beberapa pupuk organik berpengaruh nyata terhadap K-Tukar tanah Ultisol. Perlakuan waktu inkubasi berpengaruh tidak nyata terhadap K-Tukar tanah Ultisol. Sedangkan Interaksi perlakuan antara perlakuan pemberian pupuk organik dengan waktu inkubasi berpengaruh tidak nyata terhadap K-Tukar tanah Ultisol.

Dari Tabel 4 K-Tukar tanah dapat dilihat bahwa pemberian beberapa pupuk organik secara nyata meningkatkan K-Tukar tanah Ultisol, kecuali pada perlakuan kompos tandan kosong kelapa sawit (P₃) dan kompos tandan kosong kelapa sawit + pupuk kandang ayam (P₇) yang berbeda tidak nyata. Hal ini disebabkan karena pupuk organik yang digunakan juga mengandung sejumlah unsur hara kalium. Hal ini sesuai dengan Damanik *et al* (2010) bahwa penambahan

pupuk organik pada tanah akan menyumbangkan berbagai unsur hara terutama unsur hara makro seperti Nitrogen, Fosfor, Kalium, serta unsur hara mikro lainnya, meningkatkan kapasitas menahan air, dan meningkatkan aktivitas organisme tanah pada semua jenis tanah.

Perlakuan pemberian pupuk organik berupa kompos *Tithonia* (P₁) menghasilkan K-Tukar tanah paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena kompos *Tithonia* memiliki kandungan K₂O paling tinggi dibanding pupuk organik lainnya yaitu sebesar 10,08 me/100gr sehingga mampu menyuplai unsur hara Kalium ke dalam tanah Ultisol yang memiliki kandungan kalium yang rendah menurut kriteria sifat tanah). Hal ini didukung oleh Jama *et al* (2000) yang menyatakan bahwa *Tithonia* mengandung unsur hara Kalium (K) tinggi yaitu sebesar 4,1%, sehingga akan menyumbangkan unsur hara tersebut ke tanah.

Tabel 4. Nilai Rataan K-Tukar (me/100g) tanah Ultisol akibat Pemberian Beberapa Pupuk Organik dan Waktu Inkubasi

Perlakuan	Waktu Inkubasi		Rataan
	I ₁ (1 minggu)	I ₂ (2 minggu)	
P ₀ Tanpa pupuk organik	0,042	0,043	0,042 c
P ₁ Kompos <i>Tithonia</i>	0,058	0,062	0,060 b
P ₂ Kompos Kulit durian	0,069	0,071	0,070 ab
P ₃ Kompos TKKS	0,068	0,069	0,070 ab
P ₄ Pupuk kandang Ayam	0,058	0,063	0,060 b
P ₅ <i>Tithonia</i> (50%) + Pukan Ayam (50%)	0,068	0,072	0,070 ab
P ₆ Kulit durian (50%) + Pukan ayam (50%)	0,077	0,082	0,080 a
P ₇ TKKS (50%) + Pukan Ayam (50%)	0,065	0,069	0,067 ab
Rataan	0,063	0,066	

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama adalah berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf 5%.

SIMPULAN

Perlakuan pemberian beberapa pupuk organik baik berupa kompos dan pupuk kandang ayam berpengaruh nyata meningkatkan C-Organik tanah, N-Total, P-Total, K-Tukar tanah Ultisol. Perlakuan waktu inkubasi berpengaruh tidak nyata terhadap C-Organik, N-Total, P-Total, dan K-Tukar tanah Ultisol.

DAFTAR PUSTAKA

Anas, I. 2000. Potensi Sampah Kota untuk Pertanian Di Indonesia dalam Seminar dan Lokakarya Pengelolaan Sampah organik Untuk Mendukung Program Ketahanan Pangan dan Kelestarian Lahan Pertanian. Kongres MAPORINA, 6-7 September 2000, Malang. Hal. 1-11.

- Damanik, M. M. B., B. E. Hasibuan, Fauzi, Sarifuddin, dan H. Hanum., 2010. Kesuburan Tanah dan Pemupukan. USU Press. Medan.
- Darmosarkoro, W., dan Winarna, 2001. Penggunaan TKS dan Kompos TKS untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman. Dalam Darmosarkoro, *et al* (Eds). Lahan dan Pemupukan Kelapa Sawit Edisi 1. 2007. PPKS, Medan.
- Hamed, M.H., M.A. Desoky., A.M. Ghallab., M.A. Faragallah. 2014. Effect of Incubation Periods and Some Organic Materials on Phosphorus Forms in Calcareous Soils. Dept., Faculty of Agriculture, Al-Azhar University. Egypt.
- Hakim, N. M. Y. Nyakpa., A. M. Lubis., S. G. Nugroho., M. R. Saul., M. Diha., G. B. Hong., dan H. H. Bailey. 2006. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung. Lampung.
- Hanafiah, K. A. 2009. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Hutagaol, H.H. 2003. Efek Interaksi Perlakuan Kompos Kulit Durian dan Kapur Dolomit terhadap pH, P-tersedia, KTK dan Al-dd pada Tanah Masam. Skripsi Program Sarjana Universitas Sumatera Utara.
- Jama, B., C.A. Palm., R.J. Buresh., A.Niang., C.Gachengo., B. Amadalo. 2000. *Tithonia diversifolia* as a Green Manure for Soil Fertility Improvement in Western Kenya. Journal of Agroforestry Systems. 49 : 201-221.
- Munir, M. 1996. Tanah-Tanah Utama Di Indonesia, Karakteristik, Klasifikasi dan Pemanfaatannya. Pustaka Jaya. Jakarta. Hal. 216-238.
- Prasetyo, B. H. N. dan Suriadikarta, H. 2006. Karakteristik dan Sebaran Ultisol di Daerah Pametikanrata. Jurnal Tanah dan Iklim. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Rosmarkam, A dan N.W, Yuwono, 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Kanisius, Yogyakarta.
- Sihite, E. 2016. Perubahan Beberapa Sifat Kimia Tanah, Serapan P Dan Pertumbuhan Tanaman Jagung Pada Tanah Inceptisol Kwala Bekala Akibat Pemberian Pupuk Kandang Ayam Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Yu, M., X. Ding., S. Xue., S. Li., X. Liao., R.Wang. 2011. Effects of Organic Matter Application on Phosphorus Adsorption of Three Soil Materials. Guangdong Institute.