

Pengaruh Mulsa Organik dan Volume Air Siraman pada Beberapa Sifat Kimia Tanah di Pembibitan Utama Kelapa Sawit

Effect of Organic Mulch and Watering Volume on Several Chemical Properties of Soil in Oil Palm Main-Nursery

Yan Sukmawan^{1*}, Alif K. R. Sesar¹, Yonathan Parapasan¹, dan Dewi Riniarti¹, Bambang Utoyo¹

¹Politeknik Negeri Lampung/Jurusan Budidaya Tanaman Perkebunan

*E-mail : ysukmawan@polinela.ac.id

ABSTRACT

The availability of water is one of the common factors affecting growth of oil palm seedlings, especially in the main nursery. Palm oil seedlings in the main nursery require about 2,000 ml of water.day⁻¹.plant⁻¹. Water loss occurs through transpiration and evaporation. This study aims to obtain the best type of organic mulch in several soil chemical properties, compare the effect of the volume of water on several soil chemical properties, and get the interaction between the types of organic mulch and the volume of water in several soil chemical properties. The study was arranged in a factorial pattern randomized block design with three replications. The first factor is the type of organic mulch, ie without mulch (M₀), rice straw mulch (M₁), rice husk mulch (M₂), and oil palm empty fruit bunches (M₄). The second factor is watering volume which consists of two levels, namely 1,000 ml.day⁻¹.plant⁻¹ (V₁) and 2,000 ml.day⁻¹.plant⁻¹ (V₂). Sample plants consist of three plants. Observations were made on C-organic level, total N-content, P-available level, K level, and soil pH. The results of the observation were tested by analysis of variance and continued with LSD at 95% confidence interval. The results showed that there was no interaction between the application of organic mulch and watering volume. The types of organic mulch of oil palm empty fruit bunches produce the highest soil pH and organic C-level. The watering volume 1,000 ml.day⁻¹.plant⁻¹ and 2,000 ml.day⁻¹.plant⁻¹ has no effect on the soil chemical properties observed.

Keywords: soil properties, subsoil, water efficiency, water loss

Disubmit : 27-09-2018; **Diterima :** 01-10-2018; **Disetujui :** 04-10-2018;

PENDAHULUAN

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) merupakan tanaman tropis golongan palma yang termasuk tanaman tahunan. Industri bibit kelapa sawit merupakan kontributor penting dalam produksi di Indonesia dan memiliki prospek pengembangan yang baik. Industri ini juga banyak berkontribusi dalam pembangunan daerah, dan sumber daya penting untuk penuntasan kemiskinan yang sedang digencarkan oleh pemerintah melalui budidaya pertanian. Komoditas ini mampu menciptakan lapangan kerja yang luas dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat khususnya pada petani (Risza, 2010). Produksi kelapa sawit di Indonesia berdasarkan status perusahaan pada tahun 2014—2016 mengalami peningkatan dengan komposisi 57% milik swasta, 35% dimiliki oleh petani, dan 8% dimiliki oleh pemerintah (Ditjenbun, 2016).

Cerahnya prospek komoditi kelapa sawit dalam perdagangan bibit-bibit unggul di Indonesia, mendorong masyarakat Indonesia dalam perluasan lahan kelapa sawit tersebut tidak saja pada lahan

pertanian yang produktif tetapi juga pada lahan marginal. Tanah-tanah yang banyak di jumpai di Indonesia yaitu tanah mineral masam (Oksana *et al.*, 2012; Mulyani dan Sarwani, 2013). Jenis tanah ini apabila digunakan untuk budidaya tanaman perkebunan terutama tanaman kelapa sawit dapat menimbulkan beberapa kendala, baik secara fisik, kimia maupun biologi. Selain itu, dengan kondisi curah hujan yang tinggi, dan aktivitas pemeliharaan yang tinggi mengakibatkan pemadatan tanah, serta dilihat dari tipe perakaran kelapa sawit yang dangkal menyebabkan bibit kelapa sawit pada umumnya tidak toleran terhadap cekaman kekeringan sehingga pada akhirnya akan menjadi faktor yang nyata mempengaruhi pertumbuhan bibit kelapa sawit (Maryani, 2012; Antari dan Manurung, 2014).

Air menjadi salah satu faktor pembatas dalam pertumbuhan bibit kelapa sawit khususnya di pembibitan utama. Air berperan penting sebagai pelarut unsur hara dan bahan baku proses fotosintesis, yang sangat diperlukan untuk translokasi unsur hara (Vidianto *et al.*, 2013; Song dan Banyo, 2011). Kekurangan air pada tanaman akan menyebabkan penghambatan pertumbuhan, kerusakan jaringan tanaman, dapat menyebabkan kematian pada tanaman jika berlangsung dalam jangka waktu lama, dan jika disertai kondisi suhu tinggi akibat penyinaran matahari akan memacu tingginya laju transpirasi. Bibit kelapa sawit memerlukan air yang tergolong cukup banyak, yaitu sekitar 2.000 ml.hari⁻¹ sehingga diperlukan sebanyak kurang lebih 20.000 l.hari⁻¹.hektar⁻¹ untuk menyirami seluruh bibit kelapa sawit di pembibitan utama apabila curah hujan tidak mencukupi.

Cekaman kekeringan dialami oleh tanaman karena keterbatasan air di lingkungan tumbuhnya. Cekaman kekeringan dapat terjadi karena kekurangan pasokan air yang sangat tinggi. Berbagai metode dapat diterapkan untuk mengatasi masalah ini, diantaranya adalah penggunaan mulsa. Penggunaan mulsa organik, mulsa organik dapat meningkatkan kelembaban tanah, menekan pertumbuhan gulma, dan mengurangi penguapan. Mulsa organik dapat memberikan sumbangan unsur hara apabila sudah mengalami dekomposisi yang baik, yang menjadi kelebihan mulsa organik dibandingkan dengan mulsa plastik. Dengan penggunaan mulsa, diharapkan mampu mengurangi konsumsi air di pembibitan utama dan tidak terjadi gangguan pada pertumbuhan bibit, maupun pada kualitas tanah (Cregg dan Suzuki, 2009).

Peranan mulsa dalam konservasi tanah dan air adalah: (a) melindungi tanah dari butir-butir hujan sehingga erosi dapat dikurangi dan tanah tidak mudah menjadi padat, (b) mengurangi penguapan sehingga sangat bermanfaat pada musim kemarau karena pemanfaatan air menjadi lebih efisien, (c) menciptakan kondisi lingkungan dalam tanah yang baik bagi aktivitas mikroorganisme tanah, (d) setelah melapuk bahan mulsa akan meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah, dan (e) menekan pertumbuhan gulma. Penggunaan mulsa dapat mengurangi laju evaporasi, meningkatkan cadangan air tanah, dan menghemat pemakaian air sampai 41%, dengan penggunaan mulsa akar-akar halus akan berkembang, dalam rentang waktu tertentu. Mulsa organik dapat terdekomposisi dan mineralisasi yang dapat memberikan tambahan hara, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman (Abdurachman *et al.*, 2005).

Tujuan penelitian ini yaitu mendapatkan jenis mulsa yang terbaik pada berbagai sifat tanah di pembibitan utama tanaman kelapa sawit, mendapatkan perbedaan volume air siraman pada berbagai sifat tanah di pembibitan utama terhadap tanaman kelapa sawit, dan mendapatkan interaksi yang terbaik pada berbagai sifat tanah di pembibitan utama terhadap tanaman kelapa sawit antara pengaruh jenis mulsa dan volum air siraman.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan mulai dari Juli sampai dengan Desember 2017. Lokasi penelitian di dalam rumah plastik, Unit Pembibitan Kelapa Sawit Politeknik Negeri Lampung, Rajabasa, Bandar Lampung. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Spectrofotometri, AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometer*), pipa paralon ½ inci, pisau *cutter*, timbangan digital, oven, cawan, dan desikatorng

digunakan antaralain. Bahan yang digunakan antara lain: bibit kelapa sawit DxP Simalungun umur 7 bulan, plastik ukuran 250 g, kertas label, alat tulis, pupuk NPK 16:16:16, dan akuades.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok (RAK) pola faktorial dengan 3 ulangan. Faktor I adalah jenis mulsa yaitu kontrol atau tanpa mulsa (M_0), mulsa jerami padi (M_1), mulsa sekam padi (M_2), dan mulsa tandan kosong kelapa sawit (M_3), dan faktor II adalah volume air siraman yang terdiri atas dua taraf yaitu: 1.000 ml hanya pada pagi hari (V_1) dan 1.000 ml pada pagi hari dan 1.000 ml pada sore hari (V_2). Setiap unit percobaan terdiri atas 3 tanaman sehingga total terdapat 72 tanaman, dengan demikian terdapat 8 kombinasi perlakuan yang akan diuji yaitu:

M_0V_1 : Tanpa mulsa dengan volume air siraman 1.000 ml.hari⁻¹tanaman⁻¹.

M_0V_2 : Tanpa mulsa dengan volume air siraman 2.000 ml.hari⁻¹tanaman⁻¹.

M_1V_1 : Mulsa jerami padi dengan air siraman 1.000 ml.hari⁻¹tanaman⁻¹.

M_1V_2 : Mulsa jerami padi dengan volume air siraman 2.000 ml.hari⁻¹tanaman⁻¹.

M_2V_1 : Mulsa sekam padi dengan volume air siraman 1.000 ml.hari⁻¹tanaman⁻¹.

M_2V_2 : Mulsa sekam padi dengan volume air siraman 2.000 ml.hari⁻¹tanaman⁻¹.

M_3V_1 : Mulsa tandan kosong sawit dengan volume air siraman 1.000 ml.hari⁻¹tanaman⁻¹.

M_3V_2 : Mulsa tandan kosong sawit dengan volume air siraman 2.000 ml.hari⁻¹tanaman⁻¹.

Pemindahan Bibit ke Rumah Plastik dan Penerapan Perlakuan

Sebelum dilakukan perlakuan, bibit kelapa sawit yang dipindahkan dari pembibitan utama ke rumah plastik terlebih dahulu dilakukan pemilihan bibit dengan kondisi yang baik dan seragam dengan rata-rata umur 7 bulan. Sebelum diterapkan masing-masing perlakuan, bibit kelapa sawit yang akan dipindahkan diairi sebanyak 2.000 ml.tanaman⁻¹. Bibit-bibit kelapa sawit disusun menjadi tiga kelompok sesuai dengan perlakuan. Pemberian mulsa dilakukan sesuai dengan perlakuan yang ditetapkan. Masing-masing jenis mulsa diberikan dengan takaran volume sebanyak 1 liter mulsa.tanaman⁻¹ atau setara dengan ketebalan 4 cm yang diukur dari atas permukaan bibir media tanam. Setelah itu mulsa diratakan dengan mengikuti kondisi permukaan media tanam.

Tandan kosong kelapa sawit yang digunakan diambil dari pabrik kelapa sawit Politeknik Negeri Lampung. Mulsa jerami padi diambil dari salah satu lahan pertanian sawah yang ada di Desa Hajimena, Lampung Selatan. Sebelum mulsa jerami padi dan tandan kosong kelapa sawit diberikan, dilakukan pencacahan terlebih dahulu. Hal ini dimaksudkan untuk mempermudah aplikasi dan memperbesar permukaan mulsa organik. Pemberian air dilakukan setiap hari sesuai dengan perlakuan.

Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada perubahan sifat kimia tanah, yaitu kadar C-organik, kadar N-total, kadar P-tersedia, kadar K, dan pH. Data variabel pengamatan berbagai sifat tanah diolah dengan tabel sidik ragam menggunakan SPSS (*statistical product solution*). Jika hasil menunjukkan perbedaan signifikan akan dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis ragam, didapatkan hasil bahwa jenis mulsa berpengaruh pada variabel pengamatan C-organik dan pH tanah. Volume air siraman tidak berpengaruh pada semua variabel yang diamati. Begitu juga dengan interaksi antara jenis mulsa dan volume air siraman tidak berpengaruh pada semua variabel yang diamati (Tabel 1).

Pemberian mulsa tandan kosong kelapa sawit menghasilkan kandungan C-organik tertinggi, yaitu 2,00%, sedangkan mulsa jerami padi dan sekam padi menghasilkan kandungan C-organik sebesar 1,27% dan 1,61%.

Tabel 1. Rekapitulasi pengaruh jenis mulsa dan volume air siraman terhadap beberapa sifat kimia tanah pada tanaman kelapa sawit di pembibitan utama

Variabel Pengamatan	Jenis Perlakuan	F-hitung	F-tabel	
			5%	1%
C-organik (%)	Jenis mulsa (M)	4,617	*	**
	Volume air siraman (V)	0,004	tn	tn
	M*V	0,774	tn	tn
N-total (%)	Jenis mulsa (M)	0,159	tn	tn
	Volume air siraman (V)	0,368	tn	tn
	M*V	0,339	tn	tn
P-Tersedia (ppm)	Jenis mulsa (M)	0,814	tn	tn
	Volume air siraman (V)	0,093	tn	tn
	M*V	1,314	tn	tn
K-total (%)	Jenis mulsa (M)	0,845	tn	tn
	Volume air siraman (V)	1,049	tn	tn
	M*V	0,533	tn	tn
pH	Jenis mulsa (M)	5,804	*	**
	Volume air siraman (V)	2,391	tn	tn
	M*V	0,096	tn	tn

Keterangan: * = berbeda nyata pada taraf 5%, ** = berbeda nyata pada taraf 1%, dan tn = tidak berbeda nyata

Pemberian mulsa tandan kosong kelapa sawit ini menunjukkan bahwa pemberian mulsa organik dapat meningkatkan kandungan C-organik tanah. Hasil ini didukung penelitian Simamora (2016) bahwa peningkatan C-organik tanah dapat terjadi karena adanya dekomposisi dari jerami padi atau sekam padi, sisa perakaran dan residu tanaman berupa bahan humus yang telah matang sehingga memiliki C/N rasio yang lebih kecil sehingga proses pelapukan bahan organik lebih cepat dan jumlah hara yang disumbangkan juga semakin baik dan dapat dimanfaatkan dengan cepat. Karbon (C) merupakan penyusun utama bahan organik dengan demikian semakin tinggi dosis bahan organik yang digunakan maka peningkatan C-organik juga semakin tinggi.

Bahan organik mengandung humus (asam humat) yang berperan dalam meningkatkan C-organik tanah dan secara tidak langsung dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme. Refiliaty *et al.* (2011) menambahkan bahwa peningkatan C-organik harus beriringan dengan penambahan bahan organik sehingga karbon akan masuk ke dalam jaringan mikrobial tanah untuk membentuk jaringan yang menyusun sel dan mentransformasikannya ke dalam bentuk humus. Tandan kosong kelapa sawit diduga mengandung humus yang lebih tinggi dan senyawa organik hasil mineralisasi. Bahan organik mempunyai peranan penting dalam kesuburan tanah, baik sifat fisika, kimia, dan biologi tanah yang secara tidak langsung dipengaruhi oleh bahan organik. Hal ini diperkuat oleh penelitian Mustofa (2007) yang menyatakan bahwa kandungan bahan organik yang mengandung humus harus dipertahankan tidak kurang dari 2%.

Penerapan mulsa jerami padi dan sekam padi menghasilkan nilai rata-rata pH tanah 4,76-4,79 dengan kriteria bersifat masam. Hal ini diduga bahwa penerapan mulsa organik mengandung bahan organik yang membuat pH tanah menjadi masam. Hasil ini didukung oleh pendapat Maulana (2014) yang menyatakan bahwa pemberian bahan organik pada tanah yang bersifat masam seperti tanah Ultisol dapat meningkatkan pH tanah. Hal ini dapat terjadi karena adanya bahan organik bersifat humus yang diberikan pada tanah yang

masam (pH rendah) dapat mengikat hidrogen pada gugus aktif berubah menjadi bermuatan positif ($-\text{COOH}_2^+$ dan $-\text{OH}_2^+$).

Tabel 2. Pengaruh jenis mulsa organik pada kandungan C-organik (%), N-total, P-tersedia, K-total, dan Ph tanah

Perlakuan Mulsa	C-organik (%)	N-total (%)	P-tersedia (ppm)	K-total (%)	pH
Mulsa organik					
M ₀ : Tanpa mulsa (Kontrol)	1,06 b	0,120	2,854	9,028	4,69 b
M ₁ : Jerami padi	1,27 b	0,130	4,350	7,541	4,76 ab
M ₂ : Sekam padi	1,61 ab	0,119	0,939	6,755	4,79 ab
M ₃ : Tandan kosong kelapa sawit	2,00 a	0,112	0,998	6,870	5,40 a
Volume air siraman					
V ₁ : 1.000 ml	1,45	0,114	2,008	8,131	4,74
V ₂ : 2.000 ml	1,48	0,126	2,562	6,966	4,76

Keterangan: Angka dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata berdasarkan hasil uji BNT pada taraf 5%

Aplikasi tandan kosong kelapa sawit menghasilkan nilai rata-rata pH tanah tertinggi yaitu 5,40. Hal ini diduga karena adanya perombakan mulsa tandan kosong kelapa sawit menjadi bahan organik. Hasil ini didukung oleh hasil penelitian Austin (2016) bahwa mulsa tandan kosong kelapa sawit memiliki nilai pH rata-rata 4,16-5,01 akan mengalami perombakan menjadi bahan organik. Hasil perombakan tersebut akan menghasilkan kation-kation basa dari bahan organik yang mampu meningkatkan pH. Hasibuan (2015) menambahkan bahwa proses pelapukan akan membebaskan basa yang menyebabkan pH tanah meningkat.

Penerapan mulsa organik menghasilkan kandungan N-total tanah dengan jenis mulsa jerami padi yaitu sebesar 0,130%, dengan mulsa sekam padi yaitu sebesar 0,119%, sedangkan dengan jenis mulsa tandan kosong kelapa sawit yaitu sebesar 0,112%. Hal ini diduga kandungan nitrogen pada penerapan mulsa organik mengalami pencucian unsur hara dari air siraman sehingga kandungan nitrogen menjadi rendah berdasarkan kriteria pusat penelitian tanah. Hasil ini didukung dengan pernyataan Mukhlis (2007) bahwa N-total yang mengalami pencucian, fiksasi, denitrifikasi sehingga cukup sulit untuk menduga kapan tersedia nitrogen dalam tanah karena lebih banyak nitrogen yang hilang karena tercuci atau melalui penguapan unsur hara. Pada tandan kosong kelapa sawit yang mengalami proses mineralisasi, unsur hara tersebut tidak seluruhnya dapat diserap oleh akar tanaman karena terimmobilisasi digunakan langsung oleh mikroorganisme tanah untuk menunjang kelangsungan hidupnya. Darmosarkoro & Winarna (2007) menambahkan bahwa tandan kosong kelapa sawit dapat menurunkan ketersediaan unsur N pada tanah karena unsur N termobilisasi dalam proses perombakan bahan organik oleh mikroorganisme tanah.

Perlakuan volume air siraman tidak memperlihatkan adanya perbedaan hasil pada sifat kimia tanah. Salah satu faktor penyebab hilangnya unsur hara tanah yaitu melalui pencucian (Patti *et al.*, 2013; Boerhendhy dan Amypalupy, 2016). Hasil ini kemungkinan terjadi karena volume air siraman tertinggi (2.000 ml.hari⁻¹) masih pada kisaran optimum kemampuan tanah menyerap air sehingga tingkat pencucian rendah. Kebutuhan air siraman pada bibit kelapa sawit di pembibitan utama berkisar antara 2.000—2.400 ml.hari⁻¹.

KESIMPULAN

Penerapan perlakuan jenis mulsa organik berpengaruh pada sifat kimia tanah kadar C-organik dan pH tanah. Jenis mulsa tandan kosong kelapa sawit memberikan hasil kadar C-organik dan pH tanah tertinggi, masing-masing berturut-turut 2,00% dan 5,40. Volume air siraman tidak mempengaruhi sifat kimia tanah

sampai dengan akhir pengamatan. Tidak terdapat interaksi antara jenis mulsa organik dan volume air siraman pada sifat kimia tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilaksanakan dengan pendanaan dari DIPA Politeknik Negeri Lampung dengan Nomor: 100.1/PL15.8/LT/2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A., S. Sutomo, dan N. Sutrisno. 2005. Teknologi Pengendalian Erosi Lahan Berlereng dalam Teknologi Pengelolaan Lahan Kering Menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan. Puslitbangtanak.
- Antari, R. dan G. M. Manurung. 2014. Pengaruh pemberian mulsa organik terhadap sifat fisik dan kimia tanah serta pertumbuhan akar kelapa sawit. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau* 1(1): 1-13.
- Austin, U. 2016. Dampak Lama Aplikasi Mulsa Tkks Terhadap Sifat Tanah Dan Perakaran Kelapa Sawit di Kebun PT. Sari Aditya Loka 1, Kecamatan Air Hitam, Kabupaten Sarolangun. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Jambi, Jambi.
- Boerhendhy, I. dan K. Amypalupy. 2016. Optimalisasi produktivitas karet melalui penggunaan bahan tanam, pemeliharaan, sistem eksploitasi dan peremajaan tanaman. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 30(1): 23-30.
- Cregg, B. M. dan R. Suzuki. 2009. Weed control and organic mulches affect physiology and growth of landscape shrubs. *Hort. Scienc.* 44(5): 1419–1429.
- Darmosarkoro, W. dan S. Rahutomo. 2007. Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Bahan Pembenh Tanah. *Jurnal Lahan dan Pemupukan Kelapa Sawit*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Ditjenbun. 2016. Statistik Perkebunan Indonesia Komoditi Kelapa Sawit 2014-2016. Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta.
- Hasibuan, A. S. Z. 2015. Pemanfaatan bahan organik dalam memperbaiki beberapa sifat tanah pasir pantai selatan Kulon Progo. *J. Planta Tropica of Agro Science* 3(1): 32-40.
- Maryani, A. T. 2012. Pengaruh volume pemberian air terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di pembibitan utama. *Bioplantae* 1(2): 64-74.
- Maulana, A.P. 2014. Pemberian bahan organik kompos jerami padi dan abu sekam padi dalam memperbaiki sifat kimia tanah ultisol serta pertumbuhan tanaman jagung. *Jurnal Online Agroteknologi* 14(432): 337-597.
- Mukhlis, 2007. Analisis Tanah dan Tanaman. USU Press. Medan.
- Mulyani, A. dan M. Sarwani. 2013. Karakteristik dan potensi lahan sub optimal untuk pengembangan pertanian di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 7(1): 47-55.
- Mustofa, A. 2007. Perubahan Sifat Fisik, Kimia dan Biologi Tanah pada Hutan Alam yang Diubah Menjadi Lahan Pertanian di Kawasan Taman Nasional Gunung Leuser. Skripsi. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Oksana, O., M. Irfan, dan U. Huda. 2012. Pengaruh alih fungsi lahan hutan menjadi perkebunan kelapa sawit terhadap sifat kimia tanah. *Jurnal Agroteknologi* 3(1): 29-34.

Sukmawan, Y., dkk: *Pengaruh Mulsa Organik Dan Volume Air Siraman Pada Beberapa Sifat Kimia*

Patti, P. S., E. Kaya, dan C. Silahooy. 2013. Analisis status nitrogen tanah dalam kaitannya dengan serapan N oleh tanaman padi sawah di Desa Waimital, Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat. *Agrologia* 2(1): 51-58.

Refliaty, Tampubolon, dan Hendriansyah. 2011. Pengaruh pemberian kompos biogas sapi terhadap perbaikan beberapa sifat fisik ultisol dan hasil kedelai. *Jurnal Hidrolitan* 2(3): 103-144.

Risza, S. 2010. *Masa Depan Perkebunan Kelapa Sawit Indonesia*. Kanisius. Yogyakarta.

Simamora, J.A. 2016. Perbaikan sifat kimia tanah sawah akibat pemberian bahan organik pada pertanaman semangka (*Citrullus Lanatus*). *Jurnal Agroteknologi* 16(617): 196-201.

Song, A. N. dan Y. Banyo. 2011. Konsentrasi klorofil daun sebagai indikator kekurangan air pada tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains* 11(2): 166-173.

Vidianto, D. Z., S. Fatimah, dan C. Wasonowati. 2013. Penerapan panjang talang dan jarak tanam dengan sistem hidroponik NFT (*nutrient film technique*) pada tanaman kailan (*Brassica oleraceae* var. *alboglabra*). *Agrovigor* 6(2): 128-135.