

PENGARUH PEMBERIAN LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT TERHADAP BEBERAPA SIFAT KIMIA TANAH DAN PERTUMBUHAN BIBIT KELAPA SAWIT PADA PEMBIBITAN UTAMA

*(The Influence of Liquid Oil Palm Factory Waste on Some Soil Chemical Properties and
Growth of Oil Palm Seeds on Main Breeding)*

Restu Ramadhan^{1*}, Gindo Tampubolon¹ dan Ermadani¹

¹⁾*Fakultas Pertanian Universitas Jambi, Mendalo Darat, Jambi*

^{*)}*Corresponding author: resturamadhan000@gmail.com*

ABSTRACT

This research was carried out with the aim of examining the effect of providing palm oil mill effluent (LCPKS) on several soil chemical properties (pH, C-organic, and CEC) and the growth of oil palm seedlings in the main nursery. The research was conducted for 5 months, starting from March 6, 2020 to August 15, 2020 in the main nursery area for oil palm plantation companies, Belanti Jaya Village, Mersam District, Batanghari Regency, Jambi Province. The research was conducted using a Complete Acaka Design (CRD) based on the age and height of the oil palm seedlings that were uniform. The treatments used were based on the POME dosage, namely 0 L, 4 L, 5 L, 6.6 L, 10 L, and 20 L POME given every week for 20 months. Each treatment was repeated 4 times so that 24 experimental units were obtained and each unit consisted of 4 oil palm seeds so that the total number of seeds used in the study was 96 oil palm seeds. In the maintenance of seedlings, inorganic fertilizers were also given using compound fertilizers, namely NPKMg 15: 15: 16: 4, NPKMg 12: 12: 17: 2, and kiserit. The results showed that POME could increase pH from acidic to slightly acidic to neutral, C-organic from very low to moderate to very high conditions, but it could not increase soil CEC. The highest increase in pH and C-organic occurred in the 20 liter POME treatment. The provision of POME was able to increase height increase, increase in stem diameter, increase in the number of leaves, shoot dry weight, dry weight of the roots of the roots, and be able to provide an index of seed strength so that the seeds were able to be transferred to the field with seedlings of 9 months. The highest increase in oil palm seedling growth occurred in the 4 liter POME treatment.

Keywords: *POME, pH, C-organic, CEC, Oil palm seeds*

ABSTRAK

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mengkaji pengaruh dari pemberian limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) terhadap beberapa sifat kimia tanah (pH, C-organik, dan KTK) dan pertumbuhan bibit tanaman kelapa sawit di pembibitan utama. Penelitian dilaksanakan selama 5 bulan yaitu dimulai pada tanggal 06 Maret 2020 sampai 15 Agustus 2020 di areal pembibitan utama perusahaan perkebunan kelapa sawit Desa Belanti Jaya, Kecamatan Mersam, Kabupaten Batanghari, Provinsi Jambi. Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acaka Lengkap (RAL) yang

berdasarkan umur dan tinggi bibit tanaman kelapa sawit yang seragam. Perlakuan yang digunakan berdasarkan dosis LCPKS yaitu 0 L, 4 L, 5 L, 6,6 L, 10 L, dan 20 L LCPKS yang diberikan setiap minggu selama 20 bulan. Setiap perlakuan diulang 4 kali sehingga diperoleh 24 unit percobaan dan masing-masing unit terdiri atas 4 bibit kelapa sawit sehingga jumlah semua bibit yang digunakan dalam penelitian yaitu 96 bibit kelapa sawit. Pada pemeliharaan bibit juga diberikan pupuk anorganik dengan menggunakan pupuk majemuk yaitu NPKMg 15:15:16:4, NPKMg 12:12:17:2, dan kiserit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LCPKS dapat meningkatkan pH dari kondisi masam menjadi agak masam sampai netral, C-organik dari kondisi sangat rendah menjadi sedang sampai sangat tinggi, namun tidak dapat meningkatkan KTK tanah. Peningkatan tertinggi pada pH dan C-organik terjadi pada perlakuan 20 liter LCPKS. Pemberian LCPKS mampu meningkatkan pertambahan tinggi, pertambahan diameter batang, pertambahan jumlah daun, berat kering tajuk, berat kering akar, dan mampu memberikan indeks kekokohan bibit sehingga bibit sudah mampu untuk dipindahkan ke lapangan dengan umur bibit 9 bulan. Peningkatan tertinggi pada pertumbuhan bibit kelapa sawit terjadi pada perlakuan 4 liter LCPKS (200 ml LCPKS diencerkan dengan 800 ml air).

Kata kunci: LCPKS, pH, C-organik, KTK, bibit kelapa sawit

PENDAHULUAN

Pembibitan tanaman kelapa sawit umumnya dengan sistem dua tahap yaitu pembibitan awal (*Pre Nursery*) dan pembibitan utama (*Main Nursery*). Pembibitan utama merupakan hasil dari pembibitan awal yang telah dipindahkan pada media tanam dengan ukuran polibag 40 x 50 cm, volume tanah 18 kg/polibag, dan dipelihara dari umur 3 – 12 bulan (Adnan, *et al.*, 2015). Media tanam pembibitan tanaman kelapa sawit yang terdiri dari campuran tanah lapisan atas dengan pupuk kandang (Hakim, *et al.*, 2018). Hal ini sejalan dengan Dirjenperkementan, (2014) bahan media tanam yang digunakan seharusnya tanah yang berkualitas baik, misalnya tanah yang diambil pada bagian atas pada ketebalan 10-20 cm, memiliki struktur yang baik, gembur dan terbebas dari kontaminasi hama dan penyakit. Bila tanah yang akan digunakan kurang gembur dapat dicampur pasir dengan perbandingan pasir : tanah adalah 3 : 1 (kadar pasir tidak melebihi dari 60%). Pada umumnya tanah yang digunakan sebagai media tanam pembibitan kelapa sawit berasal dari Ultisol.

Sebagian besar perkebunan kelapa sawit berada pada ordo tanah Ultisol. Tanah ini merupakan tanah yang telah mengalami pelapukan lebih lanjut dengan kriteria pH masam, C-organik rendah dan miskin akan unsur hara. Hasil penelitian Asih, *et al.*, (2019) Ultisol yang memiliki kandungan hara rendah akibat pencucian basa yang berlangsung secara intensif sehingga pH menjadi masam yaitu berkisar antara 4,04 – 4,53, kadar C-organik sangat rendah yaitu 0,54%, kapasitas tukar kation rendah yaitu 14,11 cmol/kg dan memiliki unsur hara N 0,09% dengan kriteria rendah, P 2,73 ppm dengan kriteria sangat rendah, dan K 0,09

cmol/kg dengan kriteria sangat rendah. Hasil penelitian Agusni dan Satriawan, (2012) Ultisol pada bagian atas dengan kedalaman 0-20 cm memiliki kandungan bahan organik 0,86 %. Sehingga diperlukan penambahan bahan organik pada Ultisol yang akan mampu memberikan pengaruh terhadap sifat fisika dan kimia tanah yang baik dan dapat menyediakan nutrisi bagi tanaman (Afrizon, 2017).

Tanaman kelapa sawit memerlukan pemupukan sejak di pembibitan sampai tanaman menghasilkan (TM). Masalah yang sering dihadapi pada saat pembibitan kelapa sawit adalah kemampuan tanah dalam penyediaan unsur hara secara terus menerus bagi pertumbuhan dan perkembangan kelapa sawit yang terbatas. Keterbatasan daya dukung dalam penyediaan unsur hara harus diimbangi dengan penambahan unsur hara melalui pemberian pupuk yang berbahan dasar organik agar tanah tetap menjaga kualitas sifat kimia yang dimilikinya (Sari, *et al.*, 2017).

Dalam mengoptimalkan efektivitas pupuk anorganik memerlukan kebutuhan pupuk organik sebagai unsur hara lengkap dan dapat mempertahankan mikroba untuk hidup di dalam media tanam pembibitan kelapa sawit. Salah satu bahan organik yang mudah diperoleh di perkebunan kelapa sawit yang dilengkapi dengan pabrik kelapa sawit adalah limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS).

Limbah cair pabrik kelapa sawit terdiri atas padatan terlarut dan tersuspensi, berupa koloid dan residu minyak dengan kandungan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) 27.000 mg/L dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) 68.000 mg/L sehingga dapat dikatakan tinggi dan pada sifat seperti ini LCPKS tidak dapat digunakan sebagai pupuk karena memiliki bahan-bahan organik terdegradasi dan mikroorganisme yang masih tertekan (Nursanti, 2012). Oleh karena itu LCPKS yang di olah dalam instalasi pengolahan air limbah (IPAL) menurut KepmenLH No 28 Tahun 2003 tentang Pedoman Teknis Pengkajian Pemanfaatan Air Limbah dari Industri minyak Sawit Pada Tanah di Perkebunan Kelapa Sawit bahwa LCPKS dengan tingkat maksimal BOD 5.000 mg/L dan pH 6,0 – 9,0 dapat diaplikasikan ke areal perkebunan kelapa sawit sebagai pupuk cair.

Limbah cair pabrik kelapa sawit pada kolam anaerobik sekunder dengan kandungan BOD 3.500 – 5.000 mg/L mengandung unsur hara P 675 mg/L, N 90 – 110 mg/L, K 1.000 – 1.850 mg/L dan Mg 250 – 320 mg/L (Ditjen PPHP Deptan, 2006). Selanjutnya ditambahkan hasil penelitian Rahayu *et al.*, (2008) bahwa LCPKS mengandung bahan organik yang secara kimia dan biologi dapat mempengaruhi kapasitas tukar kation (KTK) tanah (humus mempunyai KTK > 200 me/100 gr) dan merupakan cadangan unsur hara utama N, P, S dalam bentuk organik dan unsur mikro (Fe, Cu, Mn, Zn, B, Mo, dan Co) dalam bentuk khelat dan bagi mikroorganisme tanah merupakan sumber makanan.

Hasil penelitian Wijaya, *et al.*, (2015) pemberian pupuk 7,5 gr/bibit NPKMg 15:15:6:4 yang dikombinasikan dengan 3 liter LCPKS/bibit menghasilkan rata-rata tinggi bibit kelapa sawit lebih tinggi yaitu 27,59 cm jika dibandingkan dengan pemberian pupuk 7,5 gr/bibit NPKMg 15:15:6:4 tanpa kombinasi LCPKS yaitu 26,67 cm. Ditambah Sholeh, *et al.*, (2016) pemberian pupuk LCPKS 600 ml, 1.200 ml dan 1.800 ml yang ditambah dengan pupuk NPK tablet sebanyak 2 dan 4 tablet pada media tanah pembibitan tanaman kelapa sawit dapat meningkatkan pertambahan tinggi bibit tanaman sawit dengan rata-rata pertambahan tinggi 16,06 – 25,10 cm, pertambahan jumlah daun bibit yaitu dengan rata-rata 5,22 – 5,94 dan pertambahan diameter batang bibit yaitu dengan rata-rata 1,48 – 1,82.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di areal perkebunan kelapa sawit swasta yang berada di Desa Belanti Jaya, Kecamatan Mersam, Kabupaten Batanghari, Provinsi Jambi. Penelitian ini dilaksanakan selama 5 bulan (06 Maret sd 15 Agustus 2020).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah media tanam yang berasal dari lapisan atas Ultisol dengan kedalaman 0-20 cm dengan volume tanah 10 kg/polibag, bibit kelapa sawit Varietas Topaz hasil persilangan Deli Dura dengan Psifera Avros umur 4 bulan. Bibit yang digunakan memiliki bibit yang sehat, tinggi 30-35 cm, memiliki 6-8 helai pelepah daun dan memiliki diameter 1,5 cm. Limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) diambil dari kolam anerobik (kolam ke-4). Pupuk anorganik majemuk yang digunakan (15:15:6:4 dan 12:12:17:2) dan pupuk kiserit.

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan sebagai berikut:

- A₀ : Tanpa aplikasi LCPKS
- A₁ : 200 ml LCPKS diencerkan
dengan 800 ml air
- A₂ : 250 ml LCPKS diencerkan
dengan 750 ml air
- A₃ : 333,33 ml LCPKS diencerkan
dengan 666,67 air
- A₄ : 500 ml LCPKS diencerkan
dengan 500 ml
- A₅ : 1.000 ml LCPKS tanpa pengenceran

Setiap perlakuan diulang 4 kali sehingga diperoleh 24 unit percobaan. Untuk setiap unit percobaan terdiri dari 4 batang sehingga didapatkan jumlah seluruh bibit yaitu 96 bibit

dan semua bibit dijadikan menjadi tanaman sampel. Pemberian perlakuan diberikan 1 minggu sekali (setiap hari Sabtu) dengan dosis seperti pada pembuatan perlakuan setiap polibag dan diberikan sampai akhir penelitian yaitu selama 20 minggu. Pemberian perlakuan ke semua bibit tanaman dengan setiap perlakuan yang diberikan yaitu satu liter per bibit sehingga pemberian perlakuan juga disesuaikan dengan perkiraan pemberian air ke bibit tanaman kelapa sawit yang menggunakan *Sumisansui* yaitu 500 ml pada pagi hari dan 500 ml pada sore hari.

Pemberian perlakuan LCPKS diberikan sebanyak 20 kali selama penelitian (5 bulan). Pemberian pupuk anorganik yang menggunakan pupuk majemuk NPKMg (15:15:16:4) 35 gr/bibit yang diberikan setiap 2 minggu sekali dari bibit berumur 14 minggu sampai 24 minggu, NPKMg (12:12:17:2) 65 gr/bibit yang diberikan 4 minggu sekali dari bibit berumur 28 minggu sampai 36 minggu, dan Kiserit 10 gr/bibit yang diberikan pada umur 28 minggu.

Parameter yang diamati meliputi **karakteristik LCPKS**; pH, BOD, COD, TDS, Minyak dan Lemak, N-Total, P, K, Cd, Cu, Pb, dan Zn. **Sifat kimia tanah**; pH, C-organik, dan KTK. **Pertumbuhan bibit kelapa sawit**; pertambahan tinggi, pertambahan diameter, pertambahan jumlah daun, berat kering tajuk, berat kering akar, dan indeks kekokohan bibit.

Untuk menelaah pengaruh perlakuan limbah cair pabrik kelapa sawit terhadap sifat kimia tanah dan pertumbuhan bibit kelapa sawit dilakukan analisis ragam taraf α 5% dan untuk melihat perbedaan diantara perlakuan dilakukan uji lanjut yaitu Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD) dengan taraf α 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Hasil Analisis Tanah Awal

Rachim dan Mahfud, (2011) Ultisol merupakan tanah yang mempunyai horison argilik atau kandik, tidak memiliki fragipan, dan $KB < 35\%$. Berdasarkan hasil observasi dilapangan bahwa tanah yang digunakan sebagai media tumbuh pembibitan kelapa sawit merupakan tanah yang berasal dari Ultisol yang memiliki horizon argilik. Hal ini ditandai dengan adanya penimbunan liat pada horison A dan memiliki kelas tekstur tanah yang beragam dari tingkat halus (liat) sampai agak kasar (lempung liat berpasir).

Namun, pada penelitian ini untuk membuktikan bahwa tanah yang digunakan sebagai media tumbuh pembibitan kelapa sawit merupakan tanah yang berasal dari Ultisol dilakukan pengujian kesuburan tanah dengan parameter pH, C-Organik, dan KTK. Hasil analisis sifat kimia tanah sebelum diberikan perlakuan limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Keadaan Sifat Kimia Tanah (pH, C-organik, dan KTK) Sebelum Diberikan Perlakuan

Parameter	Hasil Uji	Kriteria*)
pH	4,44	masam
C-Organik	0,39 %	sangat rendah
KTK	6,89 cmol(+) kg ⁻¹	rendah

Keterangan: *) Kriteria Penilaian Sifat Kimia Tanah (Pusat Penelitian Tanah, 1983)

b. Karakteristik Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit yang di Aplikasikan

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai pH dan BOD sesuai dengan baku mutu oleh Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 28 Tahun 2003 yaitu tentang baku mutu limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) yang dapat diaplikasikan sebagai pupuk ke areal kebun kelapa sawit yaitu dengan pH 6-9 dan BOD < 5.000 mg/l. Nilai pH dan BOD menggambarkan bahwa LCPKS memiliki cukup banyak senyawa-senyawa organik. Nilai pH dan BOD menggambarkan bahwa LCPKS memiliki cukup banyak senyawa-senyawa organik. Senyawa organik tersebut merupakan bagian dari bahan organik, semakin tinggi nilai BOD yang di aplikasikan sesuai batas baku mutu maka semakin tinggi bahan organik yang disumbangkan kedalam tanah. Menurut Rahayu, *et al.*, (2008) senyawa-senyawa organik tersebut dapat memperbaiki sifat kimia dan fisika tanah. Sehingga dari pemberian LCPKS yang sesuai dengan baku mutu dapat memperbaiki kesuburan tanah sebagai pupuk organik dan dapat mengoptimalkan kinerja penggunaan pupuk anorganik dalam menyediakan unsur hara pada media tanam pembibitan kelapa sawit dan dapat dimanfaatkan oleh bibit kelapa sawit untuk bertumbuh dan berkembang.

Tabel 2. Hasil Analisis Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS)

Parameter	Satuan	Hasil Uji			Baku Mutu *)
		Maret	Juni	Juli	
pH	-	7,80	7,60	8,10	6 – 9
TDS	mg/L	5.550	4.860	5.380	-
BOD	mg/L	810	2.215	1.208	< 5.000
COD	mg/L	1.427	6.276	3.852	-
Minyak dan Lemak	mg/L	182	196	186	-
Amonia	mg/L	3,20	2,86	15,6	-
N-Total	mg/L	17,1	77,1	75	-
Phospat (P)	mg/L	4,13	1,61	1,64	-
Kalium (K)	mg/L	2.382	3.054	-	-
Cadmium (Cd)	mg/L	< 0,002	< 0,002	< 0,002	-
Cuprum (Cu)	mg/L	0,118	0,085	0,142	-
Timbal (Pb)	mg/L	< 0,03	< 0,03	< 0,03	-
Zink (Zn)	mg/L	0,287	0,124	-	-

Keterangan : *) Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 28 Tahun 2003

Sumber : Hasil analisa Lab. BLHD Pemerintah Provinsi Jambi, 2020

LCPKS yang diaplikasikan pada media tanam bibit kelapa sawit mengandung unsur hara makro (N, P, dan K) dan mikro (Cu dan Zn) sebagai sumber hara bagi bibit tanaman kelapa sawit.

Menurut Toda, *et al.*, (2017) kandungan unsur hara pada LCPKS dapat dikonversi menjadi kandungan unsur hara yang disumbangkan ke dalam tanah. Hasil konversi yang disumbangkan dari LCPKS dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Kandungan Unsur Hara Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (LCPKS) Menurut Dosis Perlakuan yang Diberikan Selama Penelitian.

Perlakuan	N-Total (mg)	Phospor (mg)	Kalium (mg)	Cadmium (mg)	Zink (mg)
A ₀	-	-	-	-	-
A ₁	68,4 - 308,4	6,42 - 16,52	9.528 - 12.216	0,008	0,5 - 1,15
A ₂	85,5 - 385,5	8,03 - 20,65	11.910 - 15.270	0,01	0,62 - 1,44
A ₃	112,86 - 508,86	10,59 - 27,26	15.721 - 20.156	0,013	0,82 - 1,89
A ₄	171 - 771	16,05 - 41,3	23.820 - 30.540	0,02	1,24 - 2,87
A ₅	342 - 1.542	32,1 - 82,6	47.640 - 61.080	0,04	2,48 - 5,74

c. Pengaruh Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah (pH, C-Organik, dan KTK)

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) berpengaruh sangat nyata terhadap pH, berpengaruh nyata terhadap C-organik, sedangkan pada pemberian LCPKS berpengaruh tidak nyata terhadap KTK tanah. Selanjutnya hasil UJBD α 0,05 pengaruh pemberian LCPKS terhadap pH, C-Organik, dan KTK tanah disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Keadaan Sifat Kimia Tanah (pH, C-organik, dan KTK) Berdasarkan Perlakuan

Perlakuan	pH	C-Organik (%)	KTK (cmol(+) kg ⁻¹)
A ₀	5,20 c (m)	1,26 b (r)	6,25 a (r)
A ₁	6,27 ab (am)	2,43 b (s)	7,09 a (r)
A ₂	5,83 bc (am)	3,31 b (t)	7,49 a (r)
A ₃	5,96 bc (am)	3,21 b (t)	6,77 a (r)
A ₄	5,95 bc (am)	3,12 b (t)	7,85 a (r)
A ₅	6,86 a (n)	5,65 a (st)	7,24 a (r)

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD) α 0,05
 (huruf) = Kriteria penilaian sifat kimia tanah (Pusat Penelitian, 1983)

pH

Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa pemberian perlakuan LCPKS mampu mengubah status pH dari masam menjadi agak masam sampai netral. Pemberian perlakuan terbaik terhadap peningkatan pH tanah tertinggi yaitu pada perlakuan 20 liter LCPKS. Perlakuan tersebut berbeda nyata terhadap perlakuan tanpa pemberian LCPKS, 5 liter LCPKS, 6,6 liter LCPKS, dan 10 liter LCPKS, namun berbeda tidak nyata pada perlakuan 4 liter LCPKS, sedangkan pada perlakuan 5 liter LCPKS berbeda tidak nyata terhadap tanpa pemberian LCPKS, 6,6 liter LCPKS, dan 10 liter LCPKS, namun berbeda nyata terhadap perlakuan 20 liter LCPKS. Terjadinya peningkatan pH karena diduga berasal dari asam-asam organik yang terdapat pada LCPKS yang mampu menetralkan keasaman di dalam tanah. Asam-asam organik yang terdapat dalam tanah membentuk senyawa kompleks dengan Al sehingga aktivitasnya berkurang. Hal ini sesuai dengan pendapat Nursanti dan Meilin, (2011) bahwa LCPKS merupakan pupuk organik cair yang dapat menyediakan senyawa-senyawa asam organik yang mampu meningkatkan nilai pH dari 5,39 menjadi 6,25.

C-Organik

Tabel 4 menunjukkan bahwa pemberian LCPKS mampu mengubah status kandung C-organik tanah dari kriteria rendah menjadi kriteria sedang sampai sangat tinggi. Pemberian perlakuan terbaik dalam meningkatkan kandungan C-organik tanah terdapat pada perlakuan 20 liter LCPKS. Perlakuan tersebut berbeda nyata terhadap semua perlakuan dalam meningkatkan C-organik tanah. Hal tersebut diduga karena senyawa-senyawa organik yang terdapat pada LCPKS dengan pemberian perlakuan tertinggi yaitu 20 liter mampu menyediakan bahan organik tertinggi sehingga dapat meningkatkan C-organik tanah. Sedangkan semakin menurunnya pemberian perlakuan maka semakin sedikit C-organik tanah yang disumbangkan oleh LCPKS. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Ermadani dan Ali., (2011) pada pemberian LCPKS dengan dosis 150.000 L/ha mampu meningkatkan C-organik 2,07% dibandingkan dengan dosis LCPKS 50.000 L/ha memiliki C-organik 0,71 %.

Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Tabel 4 menunjukkan bahwa pemberian LCPKS tidak memberikan perubahan status terhadap KTK tanah. Selanjutnya berdasarkan hasil UJBD α 0,05 menunjukkan bahwa seluruh perlakuan berbeda tidak nyata terhadap pemberian LCPKS. Namun nilai kandungan KTK tanah pada pemberian perlakuan 10 liter LCPKS lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Terjadinya Peningkatan nilai KTK tanah diduga berasal dari mineral liat tipe 1:1 (kaolinit) yang berasal dari koloid tanah. Hal tersebut sesuai dengan hasil observasi dilapangan bahwa tanah yang digunakan sebagai media tumbuh pembibitan kelapa sawit memiliki kelas tekstur tanah dari tingkat halus (liat) sampai agak kasar (lempung liat

berpasir). Sedangkan pada pemberian LCPKS yang belum mampu memberikan peningkatan KTK tanah diduga karena mikroorganisme yang terdapat pada LCPKS belum mampu mendekomposisikan bahan organik secara menyeluruh sehingga senyawa humik pada bahan organik tanah belum tersedia dan mengakibatkan pengaruh yang tidak berbeda nyata terhadap KTK tanah. Sejalan dengan pendapat Siregar, *et al.*, (2017) mengatakan bahwa peningkatan nilai KTK dipengaruhi oleh dekomposisi bahan organik yang dapat menghasilkan senyawa humik dan dapat menyediakan koloid-koloid tanah.

d. Pengaruh Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit pada Pembibitan Utama

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) mampu memberikan pengaruh sangat nyata terhadap pertambahan tinggi tanaman, pertambahan diameter batang, pertambahan jumlah daun/pelelepah, berat kering tajuk, dan berat kering akar. Hal ini terjadi karena pengaruh LCPKS mampu meningkatkan pH dan bahan organik tanah sehingga dapat mengoptimalkan kinerja pupuk anorganik NPKMg 15:15:6:4, NPKMg 12:12:7:2 dan kiserit dalam menyediakan unsur hara yang diperlukan bibit kelapa sawit untuk tumbuh dan berkembang. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Sholeh, *et al.*, (2016) menjelaskan bahwa pemberian LCPKS dan pupuk anorganik NPK berpengaruh nyata terhadap pertambahan tinggi, diameter, jumlah daun, berat kering akar dan berat kering tajuk. Sedangkan pada indeks kekokohan bibit berpengaruh tidak nyata terhadap pemberian perlakuan LCPKS. Nilai rata-rata pengaruh pemberian LCPKS terhadap tiap parameter dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Rata-Rata Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Pada Pembibitan Utama Berdasarkan Perlakuan

Perlakuan	Pertambahan Tinggi (cm)	Pertambahan Diameter Batang(mm)	Pertambahan Jumlah Daun/Pelelepah (helai)	Berat Kering Tajuk (g)	Berat Kering Akar (g)	Indeks kekokohan bibit
A ₀	33,58 c	19,49 c	5,00 c	72,80 c	17,20 c	2,03 a
A ₁	58,85 a	31,94 a	9,25 a	189,35 a	39,43 a	2,13 a
A ₂	52,30 b	29,59 ab	7,88 b	127,13 b	27,40 bc	2,02 a
A ₃	48,57 b	26,93 b	7,25 b	131,83 b	31,83 ab	2,04 a
A ₄	47,38 b	28,54 ab	7,13 b	131,33 b	35,80 ab	1,98 a
A ₅	29,78 c	20,90 c	5,69 c	62,75 c	15,88 c	1,94 a

Keterangan: Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda nyata berdasarkan Uji Jarak

Berganda Duncan (UJBD) α 5%

Tabel 5 menunjukkan bahwa pemberian 4 liter LCPKS mampu meningkatkan pertambahan tinggi tanaman, pertambahan diameter batang, pertambahan jumlah daun, berat kering tajuk, berat kering akar dan indeks kekokohan bibit kelapa sawit. Hal ini diduga karena jumlah mikroorganisme sudah mampu menguraikan bahan organik didalam media tumbuh bibit kelapa sawit. Pada dosis tertinggi 20 liter LCPKS memiliki pengaruh yang tidak baik terhadap pertumbuhan tinggi tanaman sehingga terjadi penghambatan terhadap pertambahan dan pertumbuhan bibit kelapa sawit. Hal ini terjadi karena jumlah mikroorganisme yang terdapat pada perlakuan 20 liter LCPKS belum mampu menguraikan bahan organik secara menyeluruh pada dosis tertinggi LCPKS. Nwoko dan Ogunyemi, (2010) bahwa pada pemberian dosis tertinggi LCPKS akan menyebabkan populasi mikroorganisme dibawah tekanan dan dapat menggagalkan efek menguntungkan dari suplai bahan organik. Sehingga pada dosis tertinggi mikroorganisme pada LCPKS memerlukan waktu yang lama untuk berperan sebagai pupuk organik dan dapat meningkatkan kesuburan tanah. Walaupun pada perlakuan 20 liter LCPKS berpengaruh tidak baik terhadap pertambahan dan pertumbuhan bibit, namun pada dosis LCPKS tersebut tidak berpengaruh buruk terhadap pertambahan dan pertumbuhan bibit kelapa sawit pada pembibitan utama.

Pertambahan Tinggi Tanaman

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) berpengaruh sangat nyata terhadap pertambahan tinggi bibit kelapa sawit. Selanjutnya hasil UJBD pada α 0,05 (Tabel 5) bahwa pemberian 4 liter limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) memberikan pengaruh lebih baik dari semua perlakuan dalam meningkatkan pertambahan tinggi bibit kelapa sawit. perlakuan tersebut berbeda nyata terhadap semua perlakuan LCPKS. Perlakuan rata-rata tertinggi juga terdapat pada pemberian perlakuan 4 liter LCPKS, sedangkan rata-rata terendah terdapat pada pemberian perlakuan 20 liter LCPKS.

Terdapatnya pengaruh sangat nyata diduga karena dengan pemberian LCPKS dapat meningkatkan efektivitas kinerja dari pupuk anorganik (NPKMg 15:15:6:4, NPKMg 12:12:7:2 dan kiserit) dalam menyediakan unsur hara esensial. Terjadinya peningkatan efektivitas kinerja pupuk anorganik dikarenakan LCPKS mampu meningkatkan pH menjadi agak masam sampai netral dan mampu meningkatkan C-organik menjadi tinggi sampai sangat tinggi (Tabel 4). Hal ini sejalan dengan pendapat Wijaya, *et al.*, (2015) bahwa LCPKS yang dikombinasikan dengan pupuk anorganik majemuk (NPKMg 15:15:6:4) dapat meningkatkan kinerja pupuk anorganik tersebut dalam penyediaan unsur hara sehingga dapat meningkatkan tinggi bibit pada pembibitan awal tanaman kelapa sawit. Ditambah hasil penelitian Lubis, *et al.*, (2015) pemberian bahan organik LCPKS pada tanah mampu

meningkatkan pH dari 4,83 dengan kriteria masam menjadi 6,09 dengan kriteria agak masam sehingga unsur N didalam tanah juga meningkat dari 0,23% menjadi 1,7%.

Pertambahan dan pertumbuhan tinggi bibit kelapa sawit dipengaruhi oleh serapan hara N yang tersedia pada tanah dan mampu merangsang pembelahan sel dan pemanjangan sel. Pada Tabel 5 rata-rata pertambahan tinggi bibit kelapa sawit tertinggi yaitu pada dosis 4 liter LCPKS yang memiliki jumlah unsur nitrogen (N) rata-rata yaitu 68,4 mg – 308,4 mg yang disumbangkan pada media tumbuh bibit kelapa sawit dan pada kondisi tersebut sudah mampu untuk meningkatkan pertambahan dan pertumbuhan tinggi bibit kelapa sawit. Hasil penelitian Tambunan, *et al.*, (2019) bahwa bahan organik yang mengandung N akan mempengaruhi kadar N total dan dapat membantu mengaktifkan sel-sel tanaman dan mempertahankan jalannya proses fotosintesis yang pada akhirnya mempengaruhi peningkatan pertumbuhan tinggi tanaman. Jika dibandingkan dengan jumlah N pada dosis 20 liter LCPKS memiliki nilai rata-rata yaitu 342 mg – 1.542 mg, namun pada kondisi tersebut rata-rata pertambahan tinggi bibit cenderung terhambat. Diduga karena faktor mikroorganisme pada LCPKS dengan dosis tertinggi membutuhkan proses dekomposisi yang lebih lama dan dapat mengakibatkan kehilangan unsur hara N dalam jumlah yang cukup besar. Sejalan dengan pendapat Hasibuan, (2010) menjelaskan bahwa untuk merombak bahan organik yang belum melapuk, mikroorganisme tanah banyak membutuhkan N, dimana N diambil dari tanah, sehingga terjadi kompetisi antara tanaman yang tumbuh diatas permukaan tanah dengan jasad-jasad renik yang membutuhkan N untuk keberlangsungan hidup.

Pertambahan Diameter Batang

Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) berpengaruh sangat nyata terhadap pertambahan diameter batang bibit kelapa sawit. Selanjutnya berdasarkan hasil UJBD pada α 0,05 (Tabel 5) menjelaskan bahwa pemberian 4 liter LCPKS berbeda nyata terhadap tanpa pemberian LCPKS, 6,6 liter LCPKS, dan 20 liter LCPKS, namun berbeda tidak nyata terhadap pemberian 5 liter LCPKS, dan 10 liter LCPKS. Pemberian 5 liter LCPKS berbeda tidak nyata terhadap pemberian 4 liter, 6,6 liter, dan 10 liter LCPKS akan tetapi berbeda nyata dengan pemberian tanpa perlakuan dan 20 liter LCPKS.

Terjadinya peningkatan diameter batang diduga karena LCPKS mampu meningkatkan pH menjadi agak masam (5,95) sampai netral (6,86) dan juga mampu meningkatkan C-organik menjadi sedang (2,43%) sampai sangat tinggi (5,65%) kondisi tersebut dapat menyediakan unsur hara didalam tanah. Lingga dan Marsono, (2002) salah satu unsur hara yang dapat meningkatkan diameter batang tanaman pada saat pertumbuhan vegetatif yaitu

unsur hara kalium (K). Hasil penelitian Rosmalinda dan Susanto, (2018) menjelaskan bahwa LCPKS yang diaplikasikan pada tanah media tumbuh bibit kelapa sawit mampu meningkatkan pH dari 3,24 menjadi 6,2 sehingga unsur hara K didalam tanah juga meningkat dari 0,36 me/100g menjadi 1,06 me/100g. Pada dosis 4 liter LCPKS mengandung unsur hara K 9.528 – 12.216 mg, sedangkan pada dosis tertinggi 20 liter LCPKS mengandung unsur hara K 47.640 – 61.080 mg (Tabel 6). Sehingga dapat dijelaskan bahwa unsur hara pada dosis 4 liter LCPKS sudah mampu untuk meningkatkan pertambahan dan pertumbuhan diameter batang. Hal ini terjadi karena pemberian LCPKS 4 liter mengandung unsur hara berada dalam jumlah yang seimbang dan sesuai dengan kebutuhan tanaman, namun pada pemberian dosis tertinggi 20 liter LCPKS diameter batang bibit kelapa sawit menurun hal ini diduga karena dosis LCPKS yang diberikan telah melebihi batas optimum sehingga mengakibatkan bibit tidak mampu lagi untuk menyerap unsur hara optimal. Penelitian ini sejalan dengan Sitompul, *et al.*, (2015) pemberian LCPKS dengan dosis terendah mampu meningkatkan diameter batang jika dibandingkan dengan perlakuan LCPKS dengan dosis tertinggi.

Pertambahan Jumlah Daun/Pelepah

Berdasarkan hasil sidik ragam pemberian limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) berpengaruh sangat nyata terhadap pertambahan jumlah daun/pelepah bibit kelapa sawit. Pada uji lanjut UJBD pada α 0,05 (Tabel 5) bahwa pemberian LCPKS terhadap penambahan jumlah daun/pelepah bibit kelapa sawit terbaik terdapat pada pemberian LCPKS 4 liter. Pemberian LCPKS 4 liter berbeda tidak nyata terhadap pemberian 5 liter, dan 10 liter LCPKS, namun berbeda nyata terhadap pemberian tanpa perlakuan (kontrol), 6,6 liter dan 20 liter LCPKS.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian Adnan, *et al.*, (2015) pemberian LCPKS yang digunakan sebagai penyuplai bahan organik mampu meningkatkan unsur hara didalam tanah sehingga dapat meningkatkan pertambahan dan pertumbuhan jumlah daun bibit kelapa sawit. Pada Tabel 4 dijelaskan bahwa LCPKS mampu meningkatkan pH menjadi agak masam (5,95) sampai netral (6,86) dan juga mampu meningkatkan C-organik menjadi sedang (2,43%) sampai sangat tinggi (5,65%), sehingga dapat menekan aktivitas unsur Fe dan Al yang dapat mengikat unsur hara P didalam tanah sehingga unsur P dapat tersedia bagi bibit untuk pertumbuhan daun. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Marlina, *et al.*, (2018) penggunaan LCPKS sebagai pupuk organik mengakibatkan terjadinya peningkatan pH dari 3,77 menjadi 3,87 sehingga unsur hara P juga meningkat dari 15,18 ppm menjadi 31,24 ppm. Ditambah Nurjaya, *et al.*, (2009) menyatakan unsur P berperan sangat penting pada pertumbuhan bibit kelapa sawit terutama dalam pertumbuhan daun tanaman.

Unsur hara P pada LCPKS dengan pemberian LCPKS 4 liter telah menyediakan unsur P-total sebesar 6,42 - 16,52 mg dengan ditambah pupuk anorganik yang sesuai dengan rekomendasi sudah mampu meningkatkan jumlah daun bibit lebih banyak dari semua perlakuan. Pada penelitian ini semakin tinggi dosis LCPKS yang diberikan pada media tanam bibit, penambahan dan pertumbuhan jumlah daun semakin menurun. Sejalan dengan Sitompul, *et al.*, (2015) bahwa semakin tinggi tingkat dosis LCPKS yang diberikan pada tanah bibit kelapa sawit maka jumlah daun semakin menurun.

Berat Kering Tajuk dan Berat Kering Akar

Berdasarkan pada sidik ragam memperlihatkan bahwa pemberian limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) pada bibit kelapa sawit berpengaruh sangat nyata terhadap berat kering tajuk dan berat kering akar. Pada uji lanjut UJBD pada α 0,05 (Tabel 5) bahwa rata-rata berat kering tajuk pada pemberian LCPKS 4 liter berbeda nyata terhadap semua perlakuan.

Tajuk tanaman bibit kelapa sawit merupakan kesatuan dari pertambahan tinggi, diameter dan jumlah daun bibit kelapa sawit sehingga semakin tinggi nilai pertambahan tinggi, diameter dan jumlah daun maka berat kering tajuk juga akan meningkat. Pada pemberian 4 liter LCPKS mampu meningkatkan pertambahan tinggi, diameter dan jumlah daun sehingga rata-rata berat kering tajuk lebih baik dari antar semua perlakuan. Hal ini dikarenakan LCPKS pada dosis 4 liter mampu meningkatkan pH dari masam menjadi agak masam dan C-organik dari rendah menjadi sedang (Tabel 4). Pada media tumbuh bibit kelapa sawit sehingga unsur hara yang diperlukan oleh bibit tanaman kelapa sawit seperti unsur hara N, P, dan K dapat tersedia pada media tumbuh dan juga dapat digunakan dalam laju fotosintesis sehingga dapat membentuk organ pada tanaman. Adnan, *et al.*, (2015) unsur hara N, P, dan K merupakan unsur yang paling dibutuhkan dalam proses fotosintesis sebagai penyusun senyawa-senyawa dalam tanaman yang nantinya akan diubah untuk membentuk organ tanaman seperti daun, batang dan akar. Ketersediaan unsur hara menentukan produksi berat kering tanaman yang merupakan hasil dari tiga proses yaitu proses pemupukan asimilat melalui proses fotosintesis, respirasi dan akumulasi senyawa organik (Sitompul, *et al.*, 2015).

Berat kering akar merupakan akumulasi hasil fotosintesis, serapan unsur hara, air, dan cahaya matahari, sehingga dalam hal ini pertumbuhan akar akan lebih baik apabila persediaan unsur hara tercukupi. Berdasarkan UJBD α 0,05 (Tabel 5) rata-rata paling baik pada berat kering akar terjadi pemberian 4 liter LCPKS yang berbeda nyata dengan pemberian tanpa pemberian LCPKS, 5 liter, dan 20 liter LCPKS, tetapi berbeda tidak nyata terhadap perlakuan 6,6 liter LCPKS dan 10 liter LCPKS dan pada perlakuan 5 liter LCPKS

berbeda tidak nyata terhadap perlakuan tanpa pemberian LCPKS, 6,6 liter LCPKS, 10 liter LCPKS, dan 20 liter LCPKS, tetapi berbeda nyata terhadap perlakuan 4 liter LCPKS. Pemberian 4 liter LCPKS memberikan hasil terbaik pada berat kering akar dibandingkan dengan perlakuan lainnya, diduga karena unsur hara yang terdapat pada perlakuan 4 liter LCPKS yaitu pada unsur hara N 68,4-308,4 mg, P 6,42-16,52, dan K 9.528-12.216 mg ditambah dengan pupuk anorganik (NPKMg 15:15:16:4, NPKMg 12:12:17:2, dan kiserit) sudah tercukupi dalam meningkatkan perkembangan akar. Selanjutnya pada pemberian LCPKS yang mampu meningkatkan pH dari kondisi masam menjadi agak masam sampai netral dan C-organik tanah dari kondisi sangat rendah menjadi sedang sampai sangat tinggi (Tabel 4) sehingga terjadinya peningkatan unsur hara N, P, K, dan Mg didalam tanah. Sejalan dengan penelitian Widiastuti, *et al.*, (2006) menyatakan bahwa pemberian LCPKS dengan dosis 1.200 ml dapat meningkatkan unsur hara N-total dari 0,9 g/kg menjadi 1,5 g/kg, P-tersedia dari 25,07 mg/kg menjadi 40,67 mg/kg, K dari 0,94cmol/kg menjadi 1,01 cmol/kg, dan Mg dari 1,06 cmol/kg menjadi 1,62 cmol/kg, kemudian unsur hara tersebut meningkat seiring dengan peningkatan pH menjadi 5,07 dan C-organik tanah menjadi 4,56%. Ditambah Wahyudi dan Irwan, (2005) bahwa pemberian pupuk atau bahan organik yang memiliki kandungan N yang cukup pada awal pertumbuhan tanaman dapat meningkatkan jumlah akar yang banyak. Selain hal tersebut, diduga bahwa Pemberian 4 liter LCPKS dapat meningkatkan aktivitas mikroba pada LCPKS mampu merangsang pertumbuhan akar. Ditambah Leiwakabesy dan Sutandi, (2004) menyatakan bahwa bahan organik sebagai sumber energi mikroorganisme dapat merangsang kegiatan biokimia dalam tanah seperti pengeluaran enzim fosfatase oleh mikroorganisme. Enzim tersebut merubah P menjadi tersedia dan merangsang pertumbuhan akar tanaman. Pemberian LCPKS yang berperan sebagai pupuk organik mampu meningkatkan ketersediaan unsur P dan menekan aktivitas unsur Fe dan Al dalam mengikat unsur P. Unsur P digunakan oleh tanaman sebagai peningkatan perkembangan akar untuk mencari maupun menyerap sumber air dan nutrisi bagi tanaman. Berdasarkan penelitian Ermadani dan Ali, (2011) pelepasan P tanah akibat pengikatan Al oleh senyawa-senyawa organik terlarut seperti asam-asam organik yang berasal dari LCPKS.

Indeks Kekokohan Bibit

Pada penelitian ini indeks kekokohan bibit digunakan sebagai indikator persiapan bibit kelapa sawit untuk mengetahui siap atau tidak dipindahkan ke lapangan. Indeks kekokohan bibit dapat dicari dengan perbandingan perbandingan antara tinggi batang bibit dengan diameter batang bibit (SNI 01-5006.7: 2002). Hasil sidik ragam (Tabel 5) menunjukkan

bahwa pada semua perlakuan memberikan pengaruh tidak nyata terhadap indeks kekokohan bibit.

Pada Tabel 6 kekokohan bibit memiliki rata-rata 1,94 – 2,13. Menurut Dickson *et al.*, (1960) nilai indeks kekokohan bibit yaitu berkisar antara 2 – 4 sudah siap untuk dipindahkan ke lapangan. Sehingga dapat dijelaskan bahwa bibit kelapa sawit yang diberikan perlakuan LCPKS sebanyak 4 liter, 5 liter, 6,6 liter sudah mampu untuk dipindahkan ke lapangan namun pada pemberian perlakuan 10 liter dan 20 liter LCPKS belum memiliki indeks kekokohan yang cukup untuk dipindahkan ke lapangan. Sedangkan pada tanpa pemberian LCPKS bibit sudah memiliki nilai indeks kekokohan yang cukup namun menurut kriteria yang ditinjau dari umur, tinggi, diameter batang dan jumlah pelepah belum memenuhi kriteria sebagai bibit yang sudah siap untuk dipindahkan ke lapangan. Menurut Harahap, *et al.*, (2005) standar bibit kelapa sawit yang dapat dipindahkan ke lapangan yaitu dengan kriteria umur bibit 12 bulan dengan tinggi 126,1 cm, diameter batang 60 mm, dan jumlah pelepah 18 – 19 dan memiliki nilai indeks kekokohan bibit yaitu 2,1.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemberian limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) dapat meningkatkan pH tanah dan C-Organik tanah, dimana peningkatan tertinggi diperoleh dari aplikasi 20 liter LCPKS yang diberikan secara bertahap yaitu 1.000 ml/minggu selama 20 minggu.
2. Pemberian LCPKS dapat meningkatkan tinggi, diameter, jumlah daun, berat kering tajuk, berat kering akar, dan indeks kekokohan bibit, dimana peningkatan tertinggi diperoleh dari aplikasi 4 liter LCPKS yang diberikan secara bertahap yaitu 200 ml/minggu selama 20 minggu.

Saran

Dari hasil percobaan tersebut disarankan untuk mengaplikasikan 200 ml dan 250 ml LCPKS dengan BOD 810 – 2.215 dengan interval waktu pemberian yaitu setiap minggu untuk dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan bibit tanaman kelapa sawit.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan SA, B Utoyono, dan A Kusumastuti. 2015. Pengaruh NPK dan Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di Main Nursery. Jurnal AIP, Vol 3 (2) : 69 – 81.
- Asih PW, SH Utami, dan S Kurniawan. 2019. Perubahan Sifat Kimia Tanah Setelah Aplikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit Pada Dua Kelas Tekstur Tanah. Jurnal Tanah dan Sumber Daya Lahan, Vol 6 (2) : 1313-1323

- Afrizon. 2017. Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Dengan Pemberian Pupuk Organik dan Anorganik. AGRITEPA, Vol. III No. 2 : 95 – 104
- Dickson A, AL Leaf, dan JF Hosner. 1960. *Quality Appraisal Of White Spruce and Pine Seedling Stocks In Nurserry*. State University College of Forestry at Syracuse University. New York. Vol 36 (1) : 10 - 13
- Direktorat Jendral Perkebunan Kementerian Pertanian. 2014. Pedoman Budidaya Kelapa Sawit. <http://ditjetbun.Pertanian.go.id>. (diakses 27 November 2019)
- Ditjen PPHP, Departemen Pertanian. 2006. Pedoman Penegelolaan Limbah Industri Kelapa Sawit. <https://id.scribd.com/doc/239559840/Pedoman-Pengelolaan-Limbah-Industri-Kelapa-Sawit>. Diakses Pada 24 Desember 2019.
- Ermadani dan A Muzar. 2011. Pengaruh Aplikasi limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Terhadap Hasil Kedelai dan Perubahan Sifat Kimia Tanah Ultisol. J. Agron. Indonesia, Vol 39 (3) : 160 – 167.
- Hakim M, Adiwijaya, T Darwis, dan A Julianto. 2018. Good Agriculture Practice Kelapa Sawit. Andi Press. Yogyakarta. 249 halaman
- Harahap IY, ES Sutarta, RY Purba dan NH Darlan. 2005. Peran Peupukan Terhadap Pertumbuhan dan Kesehatan Bibit Kelapa Sawit. Artikel Teknis Kelapa Sawit.
- Hasibuan DP. 2010. Pemberian Bahan Organik dan Fosfat Alam Untuk Mengurangi Penggunaan Pupuk Urea, SP-36, dan KCL pada Tanah Sulfat Masam dan Pertumbuhan Kedelai. Jurnal Agroteknologi Vol. 4 (3): 57 – 64.
- Leiwakabesy FM dan A Sutandi. 2004. Pupuk dan Pemupukan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Lingga P, dan Marsono. 2002. Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar Swadaya, Jakarta. 86-87 Halaman.
- Lubis DS, AS Hanafiah, dan M Sembering. 2015. Pengaruh pH Terhadap Pembentukan Bintil Akar, Serapan Hara N, P dan Produksi Tanaman pada Varietas Kedelai pada Tanah Inseptisol di Rumah Kasa. Jurnal Online Agroekoteknologi, Vol. 3 (3) 1111-1115
- Marlina, A Napoleon, dan D Budianta. 2018. Perubahan Beberapa Sifat Kimia dan Biologi Ultisol dan Serapan Hara N P K Serta Produksi Tandan Buah Segar yang Diberi LCPKS. Klorofil, Vol. 8 (1) 37-41
- Nur M. 2012. Analisis Pemanfaatan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit Untuk *Land Application*. Tidak ada publikasi.
- Nurjaya A, Kasno dan A Rachman. 2009. Penggunaan Fosfat Alam Untuk Tanaman Perkebunan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, Bogor.

- Nursanti I. 2012. Karakteristik Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Pada Proses Pengolahan Anaerob dan Aerob. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi* Vol 13 (4) : 67-72
- Nursanti I, dan A Meilin. 2011. Respon Bibit Kelapa Sawit Terhadap Pemberian Limbah Cair Pengolahan Kelapa Sawit (LCPKS) Sebagai Pupuk Organik di Pembibitan Awal. *Jurnal Ilmiah Batanghari Jambi* Vol. 11 (2): 70-74
- Nwoko CO dan S Ogunyemi. 2010. *Effect of Palm Oil Mill Effluent (POME) on Microbial Characteristics in a Humid Tropical Soil under Laboratory Conditions. International Journal of Environmental Science and Development*, Vol 1 (4) : 307-314.
- Rosmalinda, dan A Susanto. 2018. Aplikasi Limbah cair Pabrik Kelapa Sawit Dalam Memperbaiki Sifat Kimia Tanah. *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, Vol. 5 (2) 58-65
- Sari MN, Sudarsono, dan Darmawan. 2017. Pengaruh Bahan Organik Terhadap Ketersediaan Fosfor Pada Tanah-Tanah Kaya Al dan Fe. *Buletin Tanah dan Lahan* Vol 1 (1): 65-71
- Sitompul HA, H Yeti dan AE Yulia. 2015. Pemberian Air Limbah Pabrik Kelapa Sawit Terhadap Pertumbuhan Bibit Karet Stum Mini. *Jurnal Penelitian Fakultas Pertanian, Universitas Riau* Vol. 12 (1) : 34 – 40.
- Sholeh K, Wardati, dan Al Amri. 2016. Pemberian Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dan NPK Tablet Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Di Tanah Gambu Pada Pembibitan Utama. *Jurnal JOM Faperta* Vol. 3 (1) Tidak ada halaman
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-5006.7: 2002. SNI Tanaman Bagian 7: Istilah dan Definisi yang Berhubungan dengan Pembenihan dan Pembibitan Tanaman..
- Sitompul HA, H Yetti dan AE Yulia, 2015. Pemberian Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Terhadap Pertumbuhan Bibit Karet (*Havea brasiliensis*) stum Mini. *JOM Faperta* Vol 12 (1) Tidak ada halaman
- Siregar P, Fauzi, dan Supriadi. 2017. Pengaruh Pemberian Beberapa Sumber Bahan Organik dan Masa Inkubasi Terhadap Beberapa Aspek Kimia Kesuburan Ultisol. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU* Vol. 5 (2) : 256-264
- Syahputra E, Fauzi, dan Razali. 2015. Karakteristik Sifat Kimia Sub Grup Tanah Ultisol di Beberapa Wilayah Sumatera Utara. *Jurnal Agroekoteknologi* Vol 4 (1) : 1796 – 1803.
- Tambunan DS, Nelvia, dan Al Amri. 2019. Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Dengan Metoda Biopori Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) Belum Menghasilkan. *Jurnal Solum* Vol. 16 (1) : 19-28.
- Toda PC, SM Rochmiyati, dan TNB Santosa. 2017. Perbandingan Pemupukan Anorganik dan Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Terhadap Pertumbuhan dan Peroduksi Kelapa Sawit. *Jurnal Agromiast*. Vol 2 (2) : Tidak

- Wahyudin A dan AW Irwan. 2005. Pengaruh Dosis Kascing dan Bioaktivator Terhadap Pertumbuhan dan hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L) yang di Budidayakan Secara Organik. *Jurnal Kultivasi* Vol. 5 (2) : 136-140.
- Widiastuti, R Suryanto, D Mukhlis, dan Wahyuningsih. 2006. Pengaruh Pemanfaatan Limbah Cair Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit Sebagai Pupuk Terhadap Biodiversitas Tanah. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Wijaya IGA, J Ginting, dan Haryati. 2015. Respon Pertumbuhan Bibit Kelapa Saawit (*Elaeis guinensis* Jacq) di *Pre Nursery* Terhadap Pemberian Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dan Pupuk NPKMg (15:15:6:4). *Jurnal Online Agroekoteknologi*, Vol 3 (1) : 400 - 415