

**PENGARUH BERBAGAI JARAK DARI SALURAN *LAND APPLICATION* (LA)
TERHADAP SIFAT FISIK DAN KIMIA TANAH DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT**

***The Influence of Various Distances from Land Application (LA) Channels on The Physical and
Chemical Properties of Soil in Oil Palm Plantations***

R. Febril Agusta Aryanto

Ilmu pertanian, Program Pascasarjana, Universitas Riau, Pekanbaru, Riau, Indonesia

Kampus Bina Widya KM 12,5, Simpang Baru Panam Pekanbaru

Email: febril.agusta@gmail.com HP: 082285427759

ABSTRACT

Land Application (LA) is the utilization of liquid waste from the palm oil industry to be used as a fertilizer or fertilization of oil palm plants in oil palm plantation areas. This study aims to analyze the seepage distance of Palm Oil Mill Liquid Waste (LCPKS) from the LA channel on the physical and chemical properties of the soil, as well as compare productivity between land given and those not given LCPKS. The research was conducted at PTPN V Artificial Sei Garden during three months, from January to March 2021, sampling was carried out on land granted by LA and NLA. LA land was taken at distances of 1 m (LA1), 2 m (LA2) and 3 m (LA3) from the LCPKS application channel with depths of 0-30 cm and 30-60 cm which were taken zigzag three times and then analyzed in the laboratory. The physical properties of the soil, soil chemistry and productivity obtained are intact soil extraction (bulk density, permeability, moisture content and porosity) and non-whole soil extraction (cation exchange capacity, C-Organic, N, P, K). The data obtained were analyzed using Anova test and BNT test. The results showed that the closer to the flat bed, the better the physical and chemical properties of the soil, thus affecting bulk density, permeability, moisture content, porosity, cation exchange capacity (CEC), C-Organic, Total N, P available, K available, pH, Na, Ca, and Mg and productivity on land given LCPKS is higher than not given.

Keywords: waste of palm oil factory liquid

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas hasil perkebunan yang mempunyai peran cukup penting dalam kegiatan perekonomian di Indonesia karena kemampuannya menghasilkan minyak nabati yang banyak dibutuhkan oleh sektor industri (BPS, 2019). Kelapa sawit di Indonesia mengalami perkembangan, hal ini terlihat dari luas areal perkebunan kelapa sawit pada tahun 2018 sebesar 14,33 juta hektar dengan produksi mencapai 42,9 juta ton CPO. Selanjutnya pada tahun 2019, luas areal perkebunan kelapa sawit meningkat sebesar 1,88% menjadi 14,60 juta hektar dengan peningkatan produksi CPO sebesar 12,92% menjadi 48,42 juta ton (BPS, 2019).

Selain menghasilkan CPO, kelapa sawit juga menghasilkan limbah berbentuk padat, cair, dan gas (Banuwa dan Pulung, 2007). Untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan, maka limbah cair pabrik kelapa sawit dapat digunakan sebagai pupuk (Zulkarnain, 2014). Limbah cair pabrik kelapa sawit dapat digunakan sebagai pupuk organik adalah endapan effluent land application (Basuki et al., 2015). *Land Application* (LA) adalah pemanfaatan limbah cair dari industri kelapa sawit untuk digunakan sebagai bahan penyubur atau pemupukan tanaman kelapa sawit dalam areal perkebunan kelapa sawit itu sendiri.

Limbah hasil produksi kelapa sawit pada LA memiliki unsur hara N, P dan K sehingga dapat mengurangi kebutuhan pupuk dan salah satu upaya untuk menghindari pencemaran lingkungan. Limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) yang disalurkan diantara tanaman kelapa sawit dapat berfungsi sebagai pupuk organik dengan meningkatnya 0,164% N-total, 151,26 ppm P-tersedia, dan 0,90 me/100 g K-tukar dibandingkan tanpa aplikasi LCPKS (0,158% N-total, 7,78 ppm P-tersedia, dan 0,098 me/100 g K-tukar). Pemberian LCPKS dosis 2 kg/tanaman pada tanah podsolik merah kuning dapat meningkatkan luas daun dan panjang daun bibit kelapa sawit selama 6 bulan masing-masing 23,53 cm dan 244,55 cm² dibandingkan tanpa LCPKS (5,90 cm dan 53,26 cm²) (Tampubolon et al., 2019). Menurut Askriyandayani (2006) jarak 60cm dari parit aplikasi limbah cair pabrik kelapa sawit paling berpengaruh dan semakin jauh dari parit maka kadar N-total, P-tersedia, K-tukar dan KTK semakin menurun. Pemberian limbah cair pabrik kelapa sawit nyata meningkatkan sifat kimia tanah pada jarak 3 m dari tanaman kelapa sawit (Banuwa dan Pulung, 2007). Kadar unsur hara tanah yang diberikan limbah cair pabrik kelapa sawit pada kedalaman 30-60 cm mengalami peningkatan dibandingkan dengan kontrol (Bakri dan Widiastuti, 2015). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jarak rembesan limbah cair pabrik kelapa sawit dari saluran land application terhadap sifat fisik dan kimia tanah, serta membandingkan produktivitas antara lahan yang diberikan LCPKS dengan yang tidak diberikan LCPKS.

METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Sei Buatan PTPN V jalan raya siak KM 55 Desa Sawit Permai Kecamatan Dayun Kabupaten Siak Provinsi Riau. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Riau Jalan Bina Widya km 12,5 Kelurahan Simpang Baru Kecamatan Tampan. Waktu penelitian dan pengambilan data dilakukan selama tiga bulan yaitu dari bulan Januari sampai Maret 2021.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : cangkul, ring sampel, tumbilang, pisau, parang, meteran gulung, penggaris, alat tulis, alat dokumentasi, oven, timbangan analitik dan alat untuk analisis sifat fisik dan kimia tanah di laboratorium.

Bahan yang digunakan adalah sampel tanah yang diambil pada lahan yang diberikan LA dan NLA pada perkebunan kelapa sawit di kebun PTPN V Sei Buatan, alumunium foil, kantong plastik, kertas label, tali rapia dan bahan-bahan kimia untuk kegiatan analisis sifat fisik dan kimia tanah di laboratorium.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah survei dan pengumpulan data primer maupun sekunder. Data primer antara lain: bulk density, permeabilitas, kadar air, tekstur tanah, porositas, pH, kapasitas tukar kation (KTK dan kejenuhan basa, kadar C-Organik, kadar N, kadar P, kadar K dan basa-basa yang dapat ditukar (K, Na, Ca, Mg). Data sekunder berupa: peta lokasi, iklim, topografi, riwayat perkebunan dan data-data pendukung lainnya yang didapat dari PTPN V Sei Buatan.

Penentuan lokasi penelitian menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu pengambilan sampel dengan memilih lokasi sesuai dengan tujuan penelitian. Titik sampel yang diambil sebanyak

tiga titik pada lahan yang diberikan LA yaitu 1, 2 dan 3 meter dari flatbed mengarah ke pohon kelapa sawit dan satu titik pada lahan yang tidak diberikan LA atau NLA, dimana setiap titik diambil sampel pada kedalaman yang berbeda yaitu 0-30 cm dan 30-60 cm.

Analisis Data

Data yang diperoleh ditabulasi dan dibandingkan serta dianalisis menggunakan uji Anova, apabila hasil analisis ragam menunjukkan perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan uji BNT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bulk Density

Pemberian limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) terbukti dapat menurunkan bulk density dibandingkan lahan yang tidak diberikan LCPKS. Nilai BD terendah terdapat pada jarak 1 dan 2 meter dari flatbed, hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan dengan jarak 1, 2 dan 3 meter serta kedalaman yg berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap *bulk density*. Aplikasi LCPKS cenderung menurunkan BD tanah dibandingkan dengan tanpa aplikasi LCPKS. Hal ini disebabkan semakin banyak limbah yang diaplikasikan maka semakin banyak bahan organik yang disumbangkan ke dalam tanah. Bahan organik dalam tanah berperan sebagai perekat (pengikat) partikel tanah sehingga agregasi tanah menjadi baik, ruang pori tanah meningkat dan BD menurun (Silalahi dan Nelvia, 2017). *Bulk Density* tanah pada kedalaman 0-30 cm dan 30-60 cm disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Bulk Density* Tanah pada Kedalaman 0-30 cm dan 30-60 cm

Perlakuan	<i>Bulk density</i> (g/cm ³)	
	0-30 cm	30-60 cm
1 meter dari <i>flatbed</i>	0.92 ^a	1.23 ^b
2 meter dari <i>flatbed</i>	0.92 ^a	1.14 ^a
3 meter dari <i>flatbed</i>	1.04 ^b	1.24 ^b
<i>Non land application</i>	1.24 ^c	1.19 ^a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5%.

Bulk density merupakan petunjuk kepadatan tanah. Makin padat suatu tanah makin tinggi nilai BD tanahnya, yang berarti makin sulit meneruskan air atau ditembus akar tanaman. Tanah yang lebih padat memiliki BD yang lebih besar dari tanah yang sama tetapi kurang padat. Pada umumnya tanah lapisan atas pada tanah mineral mempunyai BD yang lebih rendah dibandingkan dengan tanah dibawahnya. Bulk density ini berperan terhadap infiltrasi, kepadatan tanah, permeabilitas, tata air, struktur, dan porositas tanah. Nilai BD tanah mineral berkisar 1-0,7 g/cm³, sedangkan tanah organik umumnya memiliki BD antara 0,1-0,9 g/cm³. Umumnya BD itu berkisar dari 1,1-1,6 g/cm³. Beberapa jenis tanah yang mempunyai BD kurang dari 0,90 g/cm³ (misalnya tanah Andosol), bahkan ada yang kurang dari 0,10 g/cm³ misalnya tanah gambut (Kurniawan, 2018).

Permeabilitas

Pemberian LCPKS pada tanah perkebunan kelapa sawit dapat meningkatkan permeabilitas tanah. Hal ini sesuai dengan penelitian Chaniago (2009), lahan yang diaplikasikan LCPKS

meningkatkan permeabilitas tanah, yaitu aplikasi tahun 2007 memiliki permeabilitas 2.69 cm/jam, sedangkan aplikasi tahun 2008 memiliki permeabilitas 3.39 cm/jam. Hal ini diakibatkan oleh ukuran pori pada tanah bertekstur liat memiliki ruang pori yang kecil. Banyak faktor yang mempengaruhi tingkat permeabilitas tanah, terutama tekstur, struktur, stabilitas agregat, porositas, distribusi ukuran pori, kekontinyuan pori dan kandungan bahan organik. Permeabilitas tanah meningkat apabila agregasi butir-butir tanah menjadi remah, adanya saluran bekas lubang akar tanaman yang terdekomposisi, adanya bahan organik dan porositas tanah yang tinggi (Mulyono et al., 2019).

Tabel 2. Permeabilitas Tanah pada Kedalaman 0-30 cm dan 30-60 cm

Perlakuan	Permeabilitas (cm/jam)			
	0-30 cm	Kelas Pemeabilitas	30-60 cm	Kelas pemeabilitas
1 meter dari <i>flatbed</i>	6.52 ^b	Agak Cepat	5.60 ^c	Sedang
2 meter dari <i>flatbed</i>	8.42 ^c	Agak Cepat	5.67 ^c	Sedang
3 meter dari <i>flatbed</i>	8.28 ^c	Agak Cepat	4.27 ^a	Sedang
<i>Non land application</i>	5.80 ^a	Sedang	4.97 ^b	Sedang

Sumber: Mulyono et al., (2019)

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5%.

Menurut Djufri et al., (2019), cepat lambatnya permeabilitas tanah dipengaruhi oleh kandungan bahan organik, tekstur tanah dan struktur tanah. Tanah yang bertekstur pasir akan lebih cepat permeabilitasnya dibanding tanah yang bertekstur debu dan lempung. Jika dilihat dari tabel 2 tekstur tanah perlakuan LA1, LA2 dan LA3 kedalaman 0-30 cm adalah lempung berpasir. Sedangkan perlakuan NLA kedalaman 0-30 cm dan perlakuan LA1, LA2, LA3 dan NLA kedalaman 30-60 cm adalah lempung liat berpasir. Tanah bertekstur liat secara umum menghasilkan tanah yang memiliki nilai permeabilitas lambat.

Kadar Air

Kadar air semakin rendah jika jarak tanah dari saluran aplikasi limbah cair semakin jauh dan semakin tinggi jika jarak tanah dari saluran aplikasi LCPKS semakin dekat. Hal ini disebabkan karena bahan organik bersifat porus, ketika diberikan ke dalam tanah akan menciptakan ruang pori di dalam tanah sehingga berat isi tanah menjadi turun. Ruang pori tanah yang stabil memudahkan air mengalir ke bawah dan diserap oleh matriks tanah sehingga kemampuan tanah menahan air dapat meningkat (Adrinal et al., 2018).

Tabel 3. Kadar Air Tanah pada Kedalaman 0-30 cm dan 30-60 cm

Perlakuan	Permeabilitas (cm/jam)			
	0-30 cm	Kelas Pemeabilitas	30-60 cm	Kelas pemeabilitas
1 meter dari <i>flatbed</i>	6.52 ^b	Agak Cepat	5.60 ^c	Sedang
2 meter dari <i>flatbed</i>	8.42 ^c	Agak Cepat	5.67 ^c	Sedang
3 meter dari <i>flatbed</i>	8.28 ^c	Agak Cepat	4.27 ^a	Sedang
<i>Non land application</i>	5.80 ^a	Sedang	4.97 ^b	Sedang

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5%.

Limbah cair kelapa sawit mengandung bahan organik, dimana bahan organik tanah dapat memperbaiki sifat-sifat fisik tanah salah satunya memperbaiki laju pergerakan air dan total ruang pori yang saling berkaitan atau berbanding lurus. Tingginya total ruang pori tanah maka akan semakin banyak air yang lolos ke bawah dan rendahnya total ruang pori tanah maka lalu lintas air jadi terhambat. Semakin banyaknya akar atau perkembangan akar semakin giat, maka laju infiltrasi juga semakin meningkat dan hal ini sejalan dengan peningkatan persentase pori-pori tanah. Total ruang pori tanah yang tinggi dan bobot isi tanah yang rendah juga mempengaruhi kadar air kapasitas lapang. Jika tanah mempunyai nilai bobot isi yang rendah dan total ruang pori tinggi berarti tanah tersebut longgar, sehingga air mudah masuk kedalam tanah akibatnya kadar air tanah menjadi lebih tinggi. Kadar air yang optimal bagi tanaman dan kehidupan mikroorganisme adalah sekitar kapasitas lapang (Silalahi dan Nelvia, 2017).

Pororitas

Porositas semakin rendah jika jarak tanah dari saluran aplikasi limbah cair semakin jauh dan semakin tinggi jika jarak tanah dari saluran aplikasi limbah cair pabrik kelapa sawit semakin dekat. Hal ini disebabkan karena porositas dipengaruhi oleh bahan organik tanah. Berdasarkan penelitian Surya et al. (2017), bahan organik dapat meningkatkan porositas tanah sebesar 17,66%. Setiap 1% pemberian bahan organik berpengaruh terhadap kenaikan porositas tanah sebesar 21,87%. Semakin tinggi bahan organik maka semakin rendah bobot volume tanah dan semakin tinggi total ruang pori tanah.

Tabel 4. Porositas Tanah pada Kedalaman 0-30 cm dan 30-60 cm

Perlakuan	Kadar Air (%)	
	0-30 cm	30-60 cm
1 meter dari <i>flatbed</i>	30.74c	23.38b
2 meter dari <i>flatbed</i>	25.75a	22.13a
3 meter dari <i>flatbed</i>	22.93a	20.20a
<i>Non land application</i>	27.73b	21.82a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5%.

Bahan organik dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme di dalam tanah, dimana mikroorganisme tanah ini mempengaruhi peningkatan porositas total melalui proses mineralisasi. Selain dari dalam tanah mikroorganisme ini juga berasal dari mikroorganisme perombak limbah yang digunakan untuk pengolahan LCPKS, dimana kuantitatif mikroba semakin meningkat dengan pemberian endapan limbah (Silalahi dan Nelvia, 2017). Kandungan bahan organik yang tinggi dapat meningkatkan kualitas sifat fisik tanah, melalui perangsangan aktivitas biologi tanah hingga pembentukan struktur tanah yang mantap. Bahan organik tanah membantu proses granulasi tanah dapat mengakibatkan penurunan berat isi tanah dan mengurangi tingkat pemadatan tanah. Semakin banyak granulasi tanah yang terbentuk, maka ruang pori yang tersedia juga akan semakin banyak (Surya et al., 2017).

pH Tanah

Aplikasi bahan organik seperti tandan kosong pada perkebunan kelapa sawit mampu mengurangi pengasaman tanah melalui pelepasan kation basa sekaligus meretensi hara tanah. Oleh karena itu, penambahan bahan organik akan sangat bermanfaat bagi perbaikan kesuburan tanah masam dengan konsentrasi kejenuhan Al dan Fe yang tinggi. Asupan bahan organik tersebut akan mengalami proses dekomposisi atau turnover menghasilkan senyawa asam organik (asam humat dan asam fulvat). Asam humat dan asam fulvat dari hasil dekomposisi bahan organik berperan penting dalam mereduksi Al pada tanah sehingga produksi ion H⁺ akibat terhidrolisisnya Al akan menurun. Gugus karboksil (-COOH) dan gugus hidroksil (OH⁻) yang terdapat pada asam-asam organik akan meningkatkan aktivitas ion OH⁻. Ion ini akan menetralkan konsentrasi ion H⁺ yang berada dalam larutan tanah, sehingga dapat meningkatkan pH tanah. Aplikasi bahan organik seperti tandan kosong pada perkebunan kelapa sawit mampu mengurangi pengasaman tanah melalui pelepasan kation basa sekaligus meretensi hara tanah. Oleh karena itu, penambahan bahan organik akan sangat bermanfaat bagi perbaikan kesuburan tanah masam dengan konsentrasi kejenuhan Al dan Fe yang tinggi (Farrasati et al., 2019).

Tabel 5. pH Tanah pada Kedalaman 0-30 cm dan 30-60 cm

Perlakuan	Potensial Hidrogen (pH)	
	0-30 cm	30-60 cm
1 meter dari <i>flatbed</i>	7.58c	7.23c
2 meter dari <i>flatbed</i>	5.99b	4.84b
3 meter dari <i>flatbed</i>	5.86b	4.75b
<i>Non land application</i>	4.39a	4.17a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5%.

Nilai pH tanah yang diaplikasi LCPKS mengalami peningkatan dibandingkan dengan tanah NLA. Hal ini dikarenakan jenis limbah yang berbentuk cair menjadikan limbah ini mudah tercampur dan unsur-unsur yang terkandung lebih cepat berikatan. Pada umumnya, hara mudah diserap akar pada pH sekitar netral karena pada pH tersebut hara mudah larut dalam air. Nilai pH dapat menurun apabila bahan organik belum terdekomposisi secara sempurna dan akan meningkat bila bahan organik telah terdekomposisi sempurna. Teknik penambahan bahan organik yang kontinyu dan lebih cepat terdekomposisi merupakan salah satu solusi yang dapat diterapkan karena mampu meningkatkan pH tanah sehingga kesuburan tanah meningkat (Farrasati et al., 2019).

Kapasitas Tukar Kation

Kapasitas Kapasitas Tukar Kation tertinggi untuk kedalaman 0-30 cm terdapat pada perlakuan LA1 yaitu 13.69, dimana KTK termasuk kedalam kriteria rendah. Sedangkan untuk perlakuan LA2, LA3 dan NLA yaitu 5.77, 9.66 dan 5.26 termasuk kedalam kriteria sangat rendah. KTK untuk kedalaman 30-60 cm semua perlakuan menunjukkan nilai <5 (Tabel 4.7), dimana KTK termasuk kedalam kriteria sangat rendah. Dapat dikatakan bahwa KTK dilokasi pengamatan tergolong sangat rendah. Hal ini disebabkan karena salah satu yang mempengaruhi nilai KTK tanah adalah kandungan humus tanah dan jenis mineral liat. Tanah yang didominasi oleh fraksi oksida-hidrat Al dan Fe biasanya memiliki muatan negatif yang rendah pada permukaan koloid, sehingga nilai KTK tanah

biasanya rendah. Kondisi ini sering ditemukan pada tanah-tanah mineral (lahan kering) yang terdapat di iklim tropika basah. Sebaliknya, tanah-tanah yang memiliki bahan organik sedang hingga tinggi, biasanya memiliki KTK tanah yang relative lebih tinggi daripada tanah-tanah yang rendah bahan organik. Berdasarkan hal ini, maka penyebab rendahnya KTK tanah di lokasi pengamatan adalah karena tanah tersebut memiliki kandungan bahan organik yang rendah (Sufardi et al., 2017).

Tabel 6. KTK Tanah pada Lokasi Pengamatan

Perlakuan	Kapasitas Tukar Kation (KTK)	
	0-30 cm	30-60 cm
1 meter dari <i>flatbed</i>	13.69b	4.73a
2 meter dari <i>flatbed</i>	5.77a	3.56a
3 meter dari <i>flatbed</i>	9.66a	3.47a
<i>Non land application</i>	5.26a	4.75a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5%.

Bahan organik tanah cenderung tidak dapat mempengaruhi peningkatan KTK dengan optimal pada kondisi pH <5.55. Rendahnya nilai C-organik (<1 %) dan minimnya kandungan liat akan berdampak pada nilai KTK karena fraksi bahan organik tanah yang memiliki muatan negatif semakin sedikit. Hal tersebut berdampak pada lemahnya kompleks humus dengan kation basa yang dapat ditukar serta kompleks humus yang tidak stabil. Selain itu, disosiasi gugus fungsional seperti karboksil dan fenolik hidroksil menghambat proses pertukaran kation. dalam tanah sehingga KTK cenderung tidak mengalami peningkatan (Farrasati et al., 2019). Faktor-faktor yang dapat meningkatkan KTK didasarkan pada jumlah liat dan bahan organik. Rendahnya kandungan liat (8,28%) menyebabkan rendahnya KTK (Darlita et al., 2017).

Kejenuhan Basa

Kejenuhan Basa tertinggi untuk kedalaman 0-30 cm terdapat pada perlakuan LA1 yaitu 99.0 dan yang terendah pada perlakuan LA3 yaitu 43.8. KB tertinggi untuk kedalaman 30-60 cm terdapat pada perlakuan LA1 yaitu 110.1 dan yang terendah pada perlakuan LA3 yaitu 33.4. Hal ini disebabkan karena adanya proses iluviasi kation seperti Ca, Mg, K, Na ke horison yang lebih dalam. Kejenuhan basa berhubungan erat dengan pH tanah, jika kejenuhan basa tinggi maka pH tanah tinggi, karena semakin tinggi kejenuhan basa artinya tanah didominasi oleh kation basa dan semakin sedikit jumlah kation-kation masam. Jika kejenuhan basa rendah berarti banyak terdapat kation-kation masam yang terperap kuat di koloid tanah (Arabia et al., 2012).

Tabel 7. Kejenuhan Basa Tanah pada Kedalaman 0-30 cm dan 30-60 cm

Perlakuan	Kejenuhan Basa	
	0-30 cm	30-60 cm
1 meter dari <i>flatbed</i>	99.0b	110.1c
2 meter dari <i>flatbed</i>	51.2a	46.3a
3 meter dari <i>flatbed</i>	43.8a	33.4a
<i>Non land application</i>	81.2b	74.5b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5%.

Hasil perhitungan KB menunjukkan bahwa nilai KB tanah juga bervariasi antara jenis tanah. Persentase kejenuhan basa tanah ternyata tidak sejalan dengan KTK tanah. Nilai KTK tanah biasanya berkorelasi positif dengan kejenuhan basa, karena semakin tinggi KTK berarti kadar kation basa dalam tanah akan semakin tinggi pula. Namun pada kasus tanah ini, ternyata rendahnya KTK tidak selalu diikuti dengan makin rendahnya KB tanah (Sufardi et al., 2017). Kriteria KB di kedalaman 0-30 pada perlakuan LA1 yaitu 99.0% dan perlakuan NLA yaitu 81.2% termasuk kedalam kriteria sangat tinggi. Perlakuan LA2 dan LA3 termasuk kedalam kriteria sedang. Kriteria KB di kedalaman 30-60 cm pada perlakuan LA1 yaitu 110.1% dan perlakuan NLA yaitu 74.5% termasuk kedalam kriteria sangat tinggi. Perlakuan LA2 termasuk kedalam kriteria sedang dan perlakuan LA3 termasuk kedalam kriteria rendah. Dapat dikatakan bahwa KB dilokasi pengamatan tergolong tinggi.

KB merupakan salah satu indikator yang menunjukkan subur tidaknya suatu tanah. Tingkat kesuburan tanah dapat diketahui berdasarkan nilai KB yang dimiliki tanah tersebut. Horison teratas cenderung memiliki nilai pH yang mendekati netral, sehingga persentase KB juga menunjukkan reaksi tanah yang netral. Hal ini dapat dikaitkan dengan adanya kandungan bahan organik di horison teratas, meskipun tidak dalam jumlah banyak. Bahan organik dapat menyebabkan reaksi netral pada tanah yang bereaksi masam. Sebaliknya, bahan organik menyebabkan reaksi masam pada tanah yang bereaksi basa. Berdasarkan hasil analisis KB yang didapat, maka dapat dikatakan tanah di lokasi penelitian tergolong pada tanah yang memiliki kesuburan yang rendah (Andalusia et al., 2016).

Kadar C-Organik

Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa pengaplikasian LCPKS dengan jarak dan kedalaman yg berbeda berpengaruh nyata terhadap kadar c-organik. Semakin dekat jarak tanah dari saluran aplikasi LCPKS, semakin tinggi kadar c-organiknya. Tingginya kadar c-organik disebabkan karena adanya kandungan beahan organik terlarut dan padat yang berasal dari LCPKS. Bahan organik mengandung kadar karbon (C) dapat mencapai sekitar 48%-58% dari berat total bahan organik (Silalahi dan Nelvia, 2017).

Tabel 8. C-Organik Tanah pada Kedalaman 0-30 cm dan 30-60 cm

Perlakuan	C-Organik (%)	
	0-30 cm	30-60 cm
1 meter dari <i>flatbed</i>	11.25d	3.06c
2 meter dari <i>flatbed</i>	7.56c	2.88b
3 meter dari <i>flatbed</i>	4.98b	2.64b
<i>Non land application</i>	0.98a	0.56a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5%.

Kadar c-organik tertinggi di kedalaman 0-30 cm terdapat pada perlakuan LA1 yaitu jarak 1 meter dari saluran aplikasi LCPKS yaitu 11.25%, dimana kandungan c-organik termasuk kedalam kriteria sangat tinggi. Sedangkan perlakuan NLA yaitu 0.98% termasuk kedalam kriteria sangat rendah. Kadar c-organik tertinggi di kedalaman 30-60 cm terdapat pada perlakuan LA2 yaitu jarak 2 meter dari saluran aplikasi limbah cair pabrik kelapa sawit yaitu 3.06%, dimana termasuk kedalam kriteria tinggi. Perlakuan NLA yaitu 0.56% termasuk kedalam kriteria rendah. Menurut Nurrohman et al. (2018) kandungan bahan organik (C-organik) dalam tanah mencerminkan kualitas tanah, di

mana kandungan bahan organik dikatakan sangat rendah apabila <2%, dan rendah apabila >2% kandungan bahan organik yang berkisar 2-10% memiliki peranan yang sangat penting.

Semakin dekat jarak tanah dari saluran aplikasi LCPKS, semakin tinggi kadar c-organiknya. Tingginya kadar c-organik disebabkan karena adanya kandungan bahan organik terlarut dan padat yang berasal dari LCPKS. Bahan organik mengandung kadar karbon (C) dapat mencapai sekitar 48%-58% dari berat total bahan organik. Apabila bahan organik telah mengalami dekomposisi maka akan dihasilkan sejumlah senyawa karbon seperti CO₂, CO₃⁻², HCO₃⁻, CH₄, dan C. Diantara senyawa karbon sederhana tersebut, CO₂ adalah yang paling banyak. Semakin jauhnya jarak tanah dari saluran aplikasi LCPKS, kadar c-organik semakin rendah. Hal ini disebabkan karena bahan organik melalui pemberian limbah cair kelapa sawit telah mengalami dekomposisi. Proses dekomposisi bahan organik menghasilkan senyawa yang lebih sederhana, CO₂ dan H₂O, sehingga dapat menurunkan kandungan bahan organik tanah (Silalahi dan Nelvia, 2017).

Kadar Nitrogen (N)

Kadar N tertinggi pada kedalaman 0-30 cm terdapat pada perlakuan LA1 yaitu 0.40%, dimana kadar N termasuk kedalam kriteria sedang. Perlakuan LA2, LA3 dan NLA termasuk kedalam kriteria rendah. Kadar N tertinggi pada kedalaman 30-60 cm terdapat pada perlakuan LA1 yaitu 0.10%, dimana kadar N termasuk kedalam kriteria rendah. Perlakuan LA2, LA3 dan NLA termasuk kedalam kriteria sangat rendah. Dapat dikatakan bahwa kadar N dilokasi pengamatan tergolong rendah. Rendahnya kadar N pada tanah perkebunan kelapa sawit disebabkan karena N hilang dengan mudah melalui pencucian atau penguapan (Darlita et al., 2017). Penurunan kadar nitrogen dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu terjadinya pencucian unsur hara di atas permukaan tanah (leaching), terikat mineral liat jenis illit, diserap tanaman, dan mikroorganisme.

Tabel 9. Kadar N Tanah pada Kedalaman 0-30 cm dan 30-60 cm

Perlakuan	Nitrogen (%)	
	0-30 cm	30-60 cm
1 meter dari <i>flatbed</i>	0.41c	0.10a
2 meter dari <i>flatbed</i>	0.19b	0.08a
3 meter dari <i>flatbed</i>	0.12a	0.06a
<i>Non land application</i>	0.08a	0.05a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5%.

Terhambatnya proses infiltrasi mengakibatkan terjadinya aliran permukaan di waktu hujan, aliran ini dapat mengangkut tanah sehingga tanah mudah tererosi. Proses erosi mengakibatkan kesuburan tanah menurun karena pada tanah bagian atas (top soil) telah terjadi pengangkutan dan pencucian unsur hara. Jumlah populasi perhektar juga mempengaruhi rendahnya kadar N pada tanah. Semakin tinggi tingkat kerapatan dan jumlah suatu pertanaman mengakibatkan semakin tinggi tingkat persaingan antar tanaman dalam hal mendapatkan unsur hara, terutama unsur N yang mudah diserap tanaman.

Hilangnya N melalui pencucian umum terjadi pada tanah-tanah yang bertekstur kasar, kandungan bahan organik sangat sedikit dan nilai kapasitas tukar kation (KTK) rendah. Rendahnya kandungan unsur N serta unsur hara lain dapat terjadi pada tanah yang memiliki tingkat kemasaman tinggi (pH 5,5), hal ini umum terjadi pada tanah yang diusahakan dalam bidang pertanian. Sebanyak

97-99% dari N di tanah berada sebagai kompleks organik dan lambat menjadi tersedia bagi tanaman melalui dekomposisi mikroorganisme. Jadi cukup sulit untuk menduga kapan N akan tersedia, berapa banyak ketersediaannya dan apa yang akan terjadi terhadap N bila telah tersedia (Tarigan, 2018).

Kadar Fosfor (P)

Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa pengaplikasian LCPKS dengan jarak dan kedalaman yg berbeda berpengaruh nyata terhadap kadar P. Kadar P tertinggi untuk kedalaman 0-30 cm terdapat pada perlakuan LA1 yaitu 1135.2% dan yang terendah pada perlakuan NLA yaitu 63.7%. Kadar P pada kedalaman 0-30 cm untuk setiap perlakuan menunjukkan nilai >35 (Tabel 10), dimana kadar P termasuk kedalam kriteria sangat tinggi. Kadar P tertinggi untuk kedalaman 30-60 cm terdapat pada perlakuan LA1 yaitu 222.8% dan yang terendah pada perlakuan NLA yaitu 14.9%. Kadar P pada kedalaman 30-60 cm untuk setiap perlakuan LA yaitu >35, dimana kadar P juga termasuk kedalam kriteria sangat tinggi. sedangkan perlakuan NLA yaitu 14.9% termasuk kedalam kriteria rendah. Dapat dikatakan bahwa kadar P dilokasi pengamatan tergolong sangat tinggi. Hal ini dapat disebabkan karena kadar P yang terdapat pada LCPKS belum tersedia bagi tanaman, sehingga penyerapan fosfor oleh akar tanaman belum optimal. Sebagian besar P dalam tanah umumnya tidak tersedia bagi tanaman meskipun keadaan lapangan paling ideal. Masalah utama pada tanah-tanah masam adalah kekahatan P, fiksasi P yang tinggi dan keracunan Al, Mn dan kadang-kadang Fe. Kekahatan P pada umumnya parah disebabkan terikatnya unsur-unsur tersebut secara kuat pada tanah seperti mineral liat tipe 1 : 1 dan oksida-oksida Al dan Fe, maupun reaksi antara P dengan Al, sehingga unsur P tidak tersedia untuk tanaman (Fazrin et al., 2014).

Tabel 10. Kadar P Tanah pada Kedalaman 0-30 cm dan 30-60 cm

Perlakuan	Fosfor (%)	
	0-30 cm	30-60 cm
1 meter dari <i>flatbed</i>	1135.2d	222.8b
2 meter dari <i>flatbed</i>	683.0c	194.5b
3 meter dari <i>flatbed</i>	546.6b	75.0a
<i>Non land application</i>	63.7a	14.9a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5%.

Perbedaan kandungan antara P-total dan P-tersedia yaitu fosfor cenderung bereaksi dengan komponen tanah membentuk senyawa yang relatif tidak larut sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Fiksasi fosfat merupakan salah satu kendala kesuburan tanah pada tanah-tanah yang mineralnya dipengaruhi oleh muatan variabel. Selain itu, tekstur tanah yang didominasi pasir menyebabkan P mudah tercuci ke lapisan bawah (Darlita et al., 2017).

Keberadaan unsur hara P juga sangat erat kaitannya dengan pH tanah, semakin tinggi tingkat kemasaman tanah maka unsur P menjadi semakin tidak tersedia. Posfor adalah unsur hara yang mudah terikat dengan unsur lain. Sebagian besar P terikat oleh partikel tanah dan sebagian organik dan hanya sedikit sekali dalam bentuk tersedia dalam larutan tanah (Rosmalinda dan Susanto, 2018).

Produktivitas

Untuk mendapatkan produksi yang optimal, karakteristik dan faktor-faktor yang mempengaruhi produksi harus dipahami dan diusahakan berada pada hasil yang optimal. Hasil

produktivitas berkaitan dengan pengaruh pemberian bahan organik limbah cair pabrik kelapa sawit yang mempengaruhi berat tandan sebagai salah satu parameter komponen hasil. Data rerata berat tandan buah Tahun Tanam 2016 yang diamati sejak Januari sampai Maret 2021 menunjukkan bahwa pemberian limbah cair kelapa sawit secara nyata dapat meningkatkan rerata berat tandan buah.

Tabel 11. Produktivitas

Perlakuan	Jumlah tandan/pokok	produktivitas (ton/ha)	berat tandan rata-rata
<i>Land application</i>	1.81a	2.76a	8.26b
<i>Non land application</i>	1.98b	2.03a	5.09a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji BNT pada taraf 5%.

Penurunan produksi tandan buah segar (TBS) disebabkan karena adanya kendala dalam pemenuhan kebutuhan air. Kemarau panjang merupakan salah satu penyebab terjadinya penurunan sex-ratio tanaman kelapa sawit atau menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah betina yang gugur. Penurunan sex-ratio dan peningkatan jumlah bunga yang gugur akan menurunkan produktifitas tanaman kelapa sawit. Produktivitas tanaman yang menurun akan mempengaruhi jumlah limbah pabrik kelapa sawit. Ketika jumlah limbah pabrik menurun maka manfaat yang diterima tanaman dari aplikasi limbah pabrik kelapa sawit juga akan sedikit sehingga tidak bisa membantu tanaman dari defisit air (Prayitno, et al., 2008). Menurut Mangoensoekarjo dan Toyib (2007), pembentukan bunga sangat dipengaruhi oleh unsur hara dan air, apabila tanaman kekurangan air dan unsur hara maka bunga akan gugur atau aborsi. Kerawanan aborsi bunga biasanya terjadi pada lima bulan sebelum bunga mekar.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, dapat diambil kesimpulan bahwa, Semakin dekat dengan flat bed maka semakin baik sifat fisik dan kimia tanah, jarak 1 m dari flat bed lebih baik dibandingkan dengan jarak lainnya sehingga mempengaruhi bulk density, permeabilitas, kadar air, porositas, kapasitas tukar kation (KTK), C-Organik, N Total, P tersedia, K tersedia, pH, Na, Ca, dan Mg serta produktivitas pada lahan yang diberikan LCPKS lebih tinggi dibandingkan dengan lahan yang tidak diberikan, yang mana mempengaruhi berat tandan buah per pokok dan hasil produksinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrinal, A. Saidi, Gusmini, R. D. Wulandari dan E. L. Putri. 2018. Ketersediaan Air Tanah Pada Lahan Kelapa Sawit Yang Dikonversi Dari Lahan Sawah Di Kabupaten Pasaman Barat Provinsi Sumatera Barat. *Prosiding Seminar Nasional Limau Manis Padang*: 382-441. Padang.
- Andalusia, B., Zainabun dan T. Arabia. Karakteristik Tanah Ordo Ultisol di Perkebunan Kelapa Sawit PT. Perkebunan Nusantara I (Persero) Cot Girek Kabupaten Aceh Utara. *Jurnal Kawista* 1(1): 45-49.
- Arabia, T., Zainabun dan I. Royani. 2012. Karakteristik Tanah Salin Krueng Raya Kecamatan Mesjid Raya Kabupaten Aceh Besar. *J. Managemen Sumber Daya Lahan* 1(1): 32-42.
- Badan Pusat Statistik. 2019. Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2019.

- Banuwa, I. S. Dan M. A. Pulung. 2007. Pengaruh *Land Application* Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit terhadap Ketersediaan Unsur Hara dalam Tanah dan Kandungannya pada Tanaman Kelapa Sawit. *J. Tanah Trop* 13(1): 35-40.
- Basuki, S. I. Saputra dan Idwar. 2015. Pemberian Endapan *Effluent Land Application* Pabrik Kelapa Sawit Pada Media Pmk Di Pembibitan Utama Kelapa Sawit (*Elaeis guinensis* Jacq.). *J. Jom Faperta* 2(1): 1-11.
- Chaniago, A. 2009. Pengaruh Lama Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit PT. Amal Plantation terhadap Beberapa Sifat Fisika Tanah di Desa Tapian Kandis Kecamatan Palembang kabupaten Agam. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Padang.
- Darlita, R. R., B. Joy dan R. Sudirja. 2017. Analisis Beberapa Sifat Kimia Tanah Terhadap Peningkatan Produksi Kelapa Sawit pada Tanah Pasir di Perkebunan Kelapa Sawit Selanggun. *J. Agrikultura* 28(1): 15-20.
- Djufri, A. N. H., J. A. Rombang dan J. S. Tasirin. 2019. Erodibilitas Tanah Pada Kawasan Hutan Lindung Gunung Masarang. *J. Ilmu Kehutanan* 1(1): 1-11.
- Farrasati, R., I. Pradiko, S. Rahutomo, E. S. Sutarta, H. Santoso dan F. Hidayat. 2019. C-organik Tanah di Perkebunan Kelapa Sawit Sumatera Utara: Status dan Hubungan dengan Beberapa Sifat Kimia Tanah. *J. Tanah dan Iklim* 43(2): 157-165.
- Kurniawan. D. 2018. Kajian Nilai Kepadatan Tanah (*Bulk Density*) dalam Alih Guna Lahan Dari Monokultur Tebu Menjadi Agroforestri Berbasis Sengon di Kedungkandang Malang. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Mulyono, A., H. Lestiana dan A. Fadilah. 2019. Permeabilitas Tanah Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Tanah Aluvial Pesisir DAS Cimanuk, Indramayu. *J Ilmu Lingkungan* 17(1): 1-6.
- Nurrohman, E., A. Rahardjanto dan S. Wahyuni. 2018. Studi Hubungan Keanekaragaman Makrofauna Tanah dengan Kandungan C-Organik dan Organophosfat Tanah di Perkebunan Cokelat (*Theobroma cacao* L.) Kalibaru Banyuwangi. *J. Bioeksperimen* 4(1): 1-10.
- Prayitno, Spto, dkk. 2008. Produktivitas Kelapa Sawit Yang Di Pupuk Dengan Tandan Kosong Dan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Ilmu Pertanian* 15(1):37-38
- Rosmalinda dan A. Susanto. 2018. Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Dalam Memperbaiki Sifat Kimia Tanah Gambut. *J. Teknologi Agro-Industri* 5(2): 58-65.
- Silalahi, F. A. Dan Nelvia. 2017. Sifat Fisik Tanah Pada Berbagai Jarak Dari Saluran Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *J. Dinamika Pertanian* 33(1): 85-94.
- Sufardi, Darusman, Zaitun, S. Zakaria, and T.F. Karmil. 2017. Chemical characteristics and status of soil fertility on some dryland areas of Aceh Besar District (Indonesia). Proceeding of International Conference on Sustainable Agriculture. Yogyakarta 17-18.
- Surya, J. A., Y. Nuraini dan Widiyanto. 2017. Kajian Porositas Tanah Pada Pemberian Beberapa Jenis Bahan Organik Di Perkebunan Kopi Robusta. *J. Tanah dan Sumberdaya Lahan* 4(1): 463-471.
- Tarigan, J. V. C. 2018. Karakteristik Sifat Kimia Tanah Pada Tutupan Lahan Di Kecamatan Sei Bingai Kabupaten Langkat. *Skripsi* Fakultas Kehutanan Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Zulkarnain. 2014. Perubahan Beberapa Sifat Kimia Tanah Akibat Pemberian Limbah Cair Industri Kelapa Sawit dengan Metode *Land Application*. *J. Agrifor* 13(1): 125-130.