

Evaluasi Status Hara Kalium dan Kapasitas Tukar Ultisol Pada Perkebunan Kelapa Sawit

Abdul Muhlisin^{*}, Ermadani, Asmadi Sa'ad

Jurusan Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi
Jalan Raya Jambi – Ma. Bulian KM. 15 Mendalo Indah 36136
e-mail : abdulmuhlisin15@gmail.com (**Penulis untuk korespondensi*)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi status hara K dan KTK Ultisol pada perkebunan kelapa sawit tahun tanam 2002 dan tahun tanam 2009 serta hutan sekunder. Penelitian ini dilaksanakan dilahan perkebunan kelapa sawit milik PT. Sungai Bahar Pasifik Utama Estate Pijoan, Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi. Pembuatan plot utama dilakukan dengan cara mengambil garis transek berukuran 100 m x 20 m. Kemudian membuat sub-plot berukuran 20 m x 20 m dengan jarak antar sub-plot 5 m. Sampel tanah diambil pada kedalaman 0-15 cm dan 15-30 cm pada setiap penggunaan lahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan lahan yang berbeda menunjukkan perbedaan kandungan K-dd dan KTK tanah dimana tanah pada perkebunan kelapa sawit tahun tanam 2009 mempunyai kandungan K dan KTK yang lebih tinggi dibandingkan dengan hutan sekunder. Kandungan K-dd dan KTK cenderung menurun dengan semakin dalamnya tanah.

Kata kunci: *kalium, kapasitas tukar kation, kelapa sawit, hutan sekunder.*

PENDAHULUAN

Ultisol merupakan salah satu jenis tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran luas mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia. Sebaran terluas terdapat di Kalimantan (21.938.000 ha), diikuti di Sumatera (9.469.000 ha), Maluku dan Papua (8.859.000 ha), Sulawesi (4.303.000 ha), Jawa (1.172.000 ha), dan Nusa Tenggara (53.000 ha) (Subagyo *et al.*, 2004). Provinsi Jambi memiliki luasan Ultisol mencapai 2.726.633 ha atau 53% dari dataran Provinsi Jambi (Dinas Pertanian Tanaman Pangan, 2010).

Ultisol tergolong lahan marginal dengan tingkat produktivitas yang rendah, dimana kandungan haranya umumnya rendah karena terjadi pencucian basa secara intensif, serta kandungan bahan organik juga rendah yaitu <1,15% karena proses dekomposisi berjalan cepat terutama di daerah tropika dan juga sebagian ada yang terbawa erosi. Perubahan tutupan lahan menyebabkan perubahan ketersediaan unsur hara dan sifat-sifat tanah lainnya. Pembukaan lahan hutan selalu dikhawatirkan akan menyebabkan perubahan kandungan unsur hara yang terjadi (Alibasyah, 2016).

Tingkat kesuburan kimiawi tanah seperti kandungan unsur hara utama nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kemasaman tanah (pH), kapasitas tukar kation (KTK), kandungan bahan organik (C/N ratio) merupakan parameter penting untuk mengetahui merosotnya kesuburan tanah akibat alih fungsi lahan. Jumlah bahan organik, tipe tanah, jumlah mineral liat menentukan KTK pada kompleks absorpsi dan akan mempengaruhi pergerakan hara dari tanah ke akar tanaman. Semakin tinggi KTK maka semakin tinggi kemampuan kompleks absorpsi tanah untuk mengikat kation-kation. Kemampuan nilai tukar kation yang tinggi mencerminkan nilai kesuburan tanah (Purba *et al.*, 2018).

Tanaman kelapa sawit merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang menduduki posisi penting dalam sektor pertanian umumnya, dan sektor perkebunan khususnya. Nuraini *et al.* (2018) menyatakan bahwa kelapa sawit merupakan salah satu tanaman perkebunan yang saat ini menjadi sorotan publik dari beberapa aspek, baik dari aspek ekonomi maupun lingkungan. Ditinjau dari aspek ekonomi, tanaman kelapa sawit merupakan tanaman perkebunan yang mampu memberikan manfaat dalam meningkatkan pendapat petani dan masyarakat serta menghasilkan devisa bagi negara melalui industri dari kelapa sawit tersebut. Ditinjau dari aspek lingkungan, tanaman kelapa sawit kerap didominasi oleh isu-isu negatif. Isu/permasalahan lingkungan terfokus pada alih fungsi lahan hutan alam untuk dijadikan lahan perkebunan kelapa sawit sehingga terjadinya penebangan hutan, kehilangan keanekaragaman hayati, konflik tanah dan perubahan iklim.

Kalium termasuk salah satu unsur hara yang esensial untuk tanaman dan umumnya tanaman menyerap dalam bentuk ion K^+ . Unsur hara K pada tanaman kelapa sawit juga penting untuk penyusunan minyak dan mempengaruhi jumlah dan ukuran tandan. Kapasitas tukar kation ialah sifat kimia yang sangat erat hubungannya dengan kesuburan tanah. Tanah dengan KTK tinggi mampu menyerap dan menyediakan unsur hara lebih baik daripada tanah dengan KTK rendah. KTK pada jenis tanah berbeda-beda, dikarenakan pengaruh dari faktor lingkungan setempat. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi besarnya KTK tanah tergantung pada tekstur tanah, tipe mineral liat tanah, pH tanah dan kandungan bahan organik (Riniarti dan Setiawan, 2014).

BAHAN DAN METODE

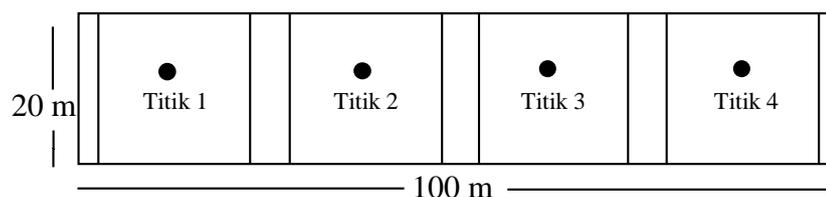
Penelitian ini dilaksanakan di lahan perkebunan kelapa sawit milik PT. Sungai Bahar Pasifik Utama Estate Pijoan Divisi Central, secara administrasi wilayah lokasi penelitian berada di Kelurahan Pijoan, Kecamatan Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi, Jambi

dan terletak pada ketinggian 48 m dpl. Lokasi Penelitian meliputi areal kebun kelapa sawit tahun tanam 2002 (01°36'34"-103°27'45" BT dan 01°36'22"-103°27'36" LS), kebun kelapa sawit tahun tanam 2009 (01°36'17"-103°27'30" BT dan 01°36'19"-103°27'31" LS) dan Hutan sekunder (01°36'14"-103°27'32" BT dan 01°36'21"-103°27'39" LS) dengan luas 320,09 ha dari luas seluruh perkebunan 503,95 ha dengan ordo tanah Ultisol. Sampel tanah dianalisis di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jambi dan Laboratorium Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi.

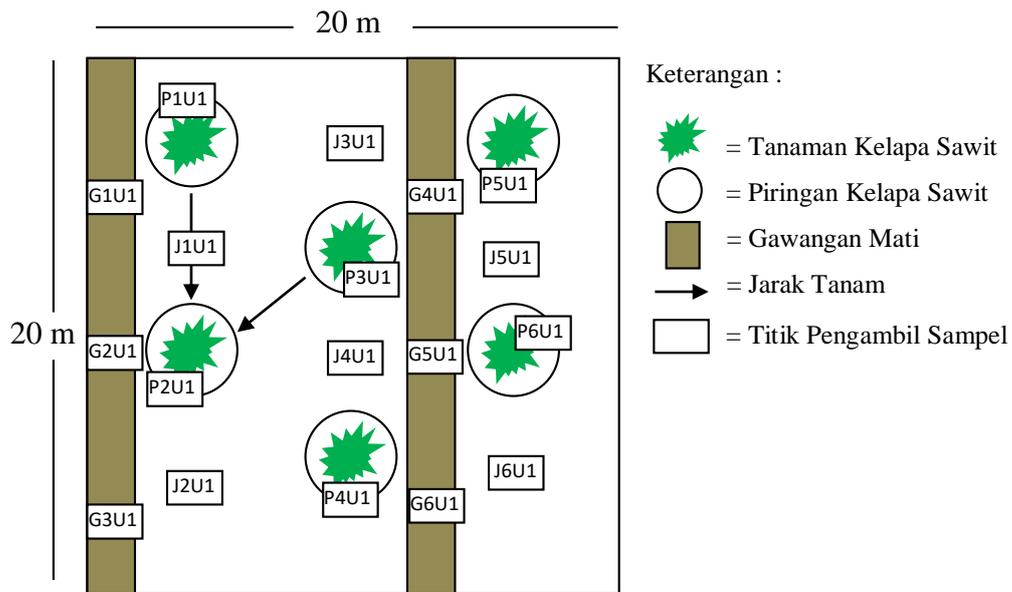
Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah contoh tanah terganggu yang diambil dari kebun kelapa sawit tahun tanam 2002, kebun kelapa sawit tahun tanam 2009 dan hutan sekunder serta bahan lain yang diperlukan untuk analisis sampel tanah di Laboratorium. Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah GPS (*Global Position System*), kompas, meteran, abney level, bor tanah mineral, *Cutter*, pisau lapang, kantong plastik, kertas label, spidol, koran bekas, cangkul, karet gelang, palu, mistar, balok dan alat tulis. Alat pendukung dalam pembuatan peta ialah laptop yang telah terinstal *software* Arcgis 10.1.

Metode Penelitian

Sampel tanah terganggu diambil pada kedalaman 0-15 cm dan 15-30 cm yang masing-masing diambil dari 6 piringan, 6 jarak tanam serta 6 gawangan mati dan dikompositkan guna untuk analisis pH, K-dd dan KTK tanah. Sedangkan untuk analisis tekstur tanah sampel diambil dari semua hasil boring tanah di setiap piringan, jarak tanam dan gawangan mati yang telah dikompositkan. Pembuatan plot utama dilakukan dengan cara mengambil garis transek berukuran 100 m x 20 m (Hairiah *et al.*, 2011). Kemudian membuat sub-plot berukuran 20 m x 20 m dengan jarak antar sub-plot 5 m, penentuan lokasi penelitian ditentukan berdasarkan kesamaan jenis tanah, ketinggian tempat dan kelas lereng yang sama disetiap umur tanaman kelapa sawit dan hutan sekunder yang akan diambil contoh tanahnya (Rahman *et al.*, 2018). Berikut adalah desain plot pengambilan sampel dan tata letak pengambilan sampel tanah komposit pada sub-plot:



Gambar 1. Desain Plot Pengambilan Sampel



Gambar 2. Tata Letak Pengambilan Sampel Tanah Komposit Pada Sub-Plot

Parameter Yang Diamati

Sampel tanah terganggu dilakukan analisis sifat kimia tanah dengan parameter dan metode sebagai berikut :

Tabel 1. Variabel Analisis Tanah dan Metode Analisis.

Parameter	Satuan Ukuran	Metode
Tekstur tanah	-	Pipet
pH Tanah	-	pH Meter (H ₂ O 1:2)
K-dd	cmol(+)/kg	Ekstraksi NH ₃ OAc 1M pH 7
KTK	cmol(+)/kg	Ekstraksi NH ₃ OAc 1M pH 7

Analisis dan Interpretasi Data

Data sifat kimia tanah yang diperoleh dianalisis dan diinterpretasi secara deskriptif menggunakan kriteria sifat kimia tanah dari Staff Pusat Penelitian Tanah (1983). Data kemudian diolah dengan analisis ragam untuk menguji pengaruh tipe penggunaan lahan terhadap ketersediaan hara K dan KTK. Perbedaan rata-rata K dan KTK di uji dengan Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tekstur Tanah

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa pada hutan sekunder, kebun kelapa sawit tahun tanam 2002 dan kebun kelapa sawit tahun tanam 2009 di kedalaman 15-30 cm memiliki kandungan liat yang tinggi dibandingkan pada kedalaman 0-15 cm. Hal ini diduga disebabkan oleh pengaruh dari proses eluviasi yang mana terjadinya translokasi dari horizon di atasnya akibat dari pencucian yang sangat intensif sehingga terjadinya penendapan liat pada kedalaman tersebut (Farrasati *et al.* 2019). Semakin kedalam maka kandungan liat semakin banyak, penelitian yang dilakukan oleh Riniarti dan Setiawan (2014) menyatakan bahwa kandungan liat pada hutan sekunder dan kebun kopi campuran umur 1 tahun berkisar antara 25,11–37,24% di kedalaman 0-10 cm, 45,53–47,36% di kedalaman 10-20 cm dan 48,27–51,23% di kedalaman 20-30 cm. Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Akbas *et al* (2017) dimana pada kedalaman tanah 0-30 cm memiliki kandungan pasir sebesar 26,6% dan kandungan liat sebesar 40,9%, sedangkan pada kedalaman tanah 30-60 cm memiliki kandungan pasir sebesar 28,5% dan kandungan liat sebesar 38,2% hal ini diduga karena tingginya curah hujan dapat mempengaruhi pencucian unsur-unsur hara mikro yang meresap kedalam tanah melalui pori-pori tanah.

Tabel 2. Hasil Analisis Tekstur Tanah pada Berbagai Penggunaan Lahan.

Penggunaan Lahan	Kedalaman (cm)	Pasir Debu Liat			Kelas Tekstur	Tingkat Kehalusan*
		%				
Hutan Sekunder	0-15	26,63	43,10	30,27	Lempung berliat	sedang
	15-30	21,68	33,60	44,72	Liat	sedang
Kelapa Sawit Tahun 2002	0-15	33,85	28,10	38,05	Lempung berliat	sedang
	15-30	18,47	16,72	64,81	Liat	sedang
Kelapa Sawit Tahun 2009	0-15	28,14	33,35	38,51	Lempung berliat	sedang
	15-30	17,77	30,65	51,58	Liat	sedang

Keterangan: *Kriteria berdasarkan Hardjowigeno (2007)

Sumber : Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian

Kemasaman Tanah (pH)

Data pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa pH tanah pada penggunaan lahan hutan sekunder tergolong masam yang berpengaruh tidak nyata dimana di kedalaman 0-15 cm sebesar 5,20 dan di kedalaman 15-30 cm sebesar 5,05. Pada penggunaan lahan kelapa sawit tahun tanam 2002 juga tergolong masam dengan tidak berbeda nyata dimana di kedalaman 0-15 cm sebesar 5,39 dan di kedalaman 15-30 cm sebesar 5,21. Pada penggunaan lahan kelapa sawit tahun tanam 2009 tergolong masam dengan berpengaruh nyata yaitu di kedalaman 0-15 cm sebesar 5,07 dan di kedalaman 15-30 cm sebesar 4,81. Kandungan pH tanah pada berbagai penggunaan lahan cenderung masam disebabkan oleh tingginya kandungan liat dan pencucian kation-kation yang digantikan oleh H^+ dan Al^{3+} . Menurut Riniarti dan Setiawan (2014) berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada hutan sekunder dan kebun kopi campuran umur 1 tahun memiliki nilai pH tanah yang semakin menurun menurut kedalaman tanah, dimana nilai pH pada hutan sekunder di kedalaman 0-10 cm sebesar 4,66 dan di kedalaman 10-20 cm sebesar 4,53 sedangkan pada kebun kopi campuran di kedalaman 0-10 cm memiliki nilai pH tanah sebesar 4,61 dan di kedalaman 10-20 cm sebesar 4,43 hal ini diduga karena meningkatnya konsentrasi H^+ pada kelas tekstur liat dalam tanah dapat menyebabkan pH tanah menjadi rendah, meningkatnya kemasaman tanah pada lahan pertanian dapat disebabkan juga oleh pencucian kation-kation yang digantikan oleh H^+ dan Al^{3+} . Perubahan tersebut karena meningkatnya konsentrasi H^+ dalam tanah sehingga menyebabkan pH tanah menjadi rendah.

Tabel 3. pH Tanah pada Berbagai Penggunaan Lahan.

Penggunaan Lahan	pH			
	0-15 cm	*Kriteria	15-30 cm	*Kriteria
Hutan Sekunder	5,20 a	masam	5,05 ab	masam
Kelapa Sawit Tahun 2002	5,39 a	masam	5,21 a	masam
Kelapa Sawit Tahun 2009	5,07 a	masam	4,81 b	masam

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang beda pada kolom yang sama menyatakan berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD) pada taraf ($\alpha = 5\%$)

**Kriteria berdasarkan Staff Pusat Penelitian Tanah (1983)*

Sumber : Laboratorium BPTP Jambi

Unsur Hara Kalium

Berdasarkan data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa K-dd pada penggunaan lahan hutan sekunder memiliki kriteria rendah pada kedalaman 0-15 cm sebesar 0,22 cmol(+)/kg dan pada kedalaman 15-30 cm sebesar 0,16 cmol(+)/kg. Pada penggunaan lahan kelapa

sawit tahun tanam 2002 memiliki kriteria rendah di kedalaman 0-15 cm sebesar 0,27 cmol(+)/kg dan pada kedalaman 15-30 cm sebesar 0,21 cmol(+)/kg. Pada penggunaan lahan kelapa sawit tahun tanam 2009 memiliki kriteria rendah di kedalaman 0-15 cm sebesar 0,26 cmol(+)/kg dan pada kedalaman 15-30 cm sebesar 0,18 cmol(+)/kg. Kandungan K sebagai unsur hara makro dibutuhkan untuk pertumbuhan dan produksi kelapa sawit cenderung menurun seiring pertambahan kedalaman tanah. Hal ini diduga karena unsur hara K difiksasi oleh koloid tanah itu sendiri sehingga ketersediaannya berkurang, sedangkan pada tanah berpasir unsur hara K lebih banyak hilang akibat tercuci.

Tabel 4. Kandungan K-dd Tanah pada Berbagai Penggunaan Lahan.

Penggunaan Lahan	K-dd (cmol(+)/kg)			
	0-15 cm	*Kriteria	15-30 cm	*Kriteria
Hutan Sekunder	0,22 b	rendah	0,16 c	rendah
Kelapa Sawit Tahun 2002	0,27 a	rendah	0,21 a	rendah
Kelapa Sawit Tahun 2009	0,26 a	rendah	0,18 b	rendah

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang beda pada kolom yang sama menyatakan berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD) pada taraf ($\alpha = 5\%$).

**Kriteria berdasarkan Staff Pusat Penelitian Tanah (1983)*

Sumber : Laboratorium BPTP Jambi

Menurut pendapat dari Ghiri dan Abtahi (2011) menyatakan bahwa unsur hara K dapat berasal dari pemupukan, pelapukan mineral yang mengandung K maupun dari pelepasan K dari permukaan koloid akibat adanya proses pencucian. K-dd pada penggunaan lahan sawit tahun tanam 2009 di kedalaman 15-30 cm lebih tinggi dibandingkan dengan hutan sekunder tetapi lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan lahan kelapa sawit tahun tanam 2002. Kandungan K-dd tanah mengalami peningkatan dari hutan sekunder menjadi perkebunan kelapa sawit tahun tanam 2002 dan mengalami penurunan pada perkebunan kelapa sawit tahun tanam 2009. Peningkatan kandungan K-dd pada perkebunan kelapa sawit tahun tanam 2002 diduga akibat pengaplikasian jenis pupuk NPK 13.8.27.4 di lapangan dilakukan pada bulan Juli untuk rotasi yang kedua sedangkan pada perkebunan kelapa sawit tahun tanam 2009 pengaplikasian jenis pupuk NPK 13.8.27.4 di lapangan dilakukan pada bulan Mei untuk rotasi yang kedua, sehingga hal ini mengakibatkan jumlah unsur hara K pada perkebunan kelapa sawit tahun tanam 2002 masih tersedia dipermukaan tanah dibandingkan perkebunan kelapa sawit tahun tanam 2009.

Kapasitas Tukar Kation

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa semakin dalam tanah maka KTK tanah akan semakin rendah dimana pada penggunaan lahan hutan sekunder di kedalaman 0-15 cm memiliki kriteria rendah sebesar 5,49 cmol(+)/kg dan pada kedalaman 15-30 cm memiliki kriteria sangat rendah sebesar 3,40 cmol(+)/kg. Pada penggunaan lahan kelapa sawit tahun tanam 2002 memiliki kriteria sangat rendah di kedalaman 0-15 cm sebesar 4,26 cmol(+)/kg dan pada kedalaman 15-30 cm memiliki kriteria sangat rendah sebesar 2,65 cmol(+)/kg. Pada penggunaan lahan kelapa sawit tahun tanam 2009 memiliki kriteria rendah di kedalaman 0-15 cm sebesar 5,30 cmol(+)/kg dan pada kedalaman 15-30 cm sebesar 4,41 cmol(+)/kg hal ini diduga disebabkan oleh ketersediaan c-organik yang lebih banyak tersedia dipermukaan tanah. Menurut penelitian dari Riniarti dan Setiawan (2014) yang dilakukan pada hutan sekunder dan kebun kopi campuran umur 1 tahun menunjukkan penurunan KTK seiring dengan kedalaman tanah dimana pada kedalaman 0-10 cm nilai KTK sebesar 6,10 cmol(+)/kg mengalami penurunan menjadi 5,15 cmol(+)/kg pada kedalaman 20-30 cm hal ini diduga karena dipengaruhi oleh kandungan bahan organik dimana semakin dalam tanah maka kandungan bahan organik akan semakin rendah pula. Hasil penelitian dari Rahman *et al* (2018) menunjukkan bahwa pada hutan sekunder kandungan c-organik menurun dari 2,5% di kedalaman 0-15 cm menjadi 0,6% di kedalaman 15-30 cm hal ini disebabkan karena akumulasi bahan organik lebih banyak tersedia dipermukaan.

Tabel 5. Kandungan KTK Tanah pada Berbagai Penggunaan Lahan.

Penggunaan Lahan	KTK (cmol(+)/kg)			
	0-15 cm	*Kriteria	15-30 cm	*Kriteria
Hutan Sekunder	5,49 a	rendah	3,40 b	sangat rendah
Kelapa Sawit Tahun 2002	4,26 b	sangat rendah	2,65 c	sangat rendah
Kelapa Sawit Tahun 2009	5,30 a	rendah	4,41 a	sangat rendah

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang beda pada kolom yang sama menyatakan perbedaan nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan (UJBD) pada taraf ($\alpha = 5\%$).

**Kriteria berdasarkan Staff Pusat Penelitian Tanah (1983).*

Sumber : Laboratorium BPTP Jambi

Kandungan KTK tanah mengalami penurunan dari hutan sekunder menjadi perkebunan kelapa sawit tahun tanam 2002 dan mengalami peningkatan pada perkebunan kelapa sawit tahun tanam 2009 di kedalaman 0-15 cm dan 15-30 cm. Hal ini diduga akibat terdapat jenis liat kolinit dan juga terdegradasinya bahan organik sehingga bahan

organiknya dominan mempengaruhi KTK. Jika dihubungkan dengan tekstur tanah, meningkatnya kandungan KTK pada penggunaan lahan kelapa sawit tahun tanam 2009 di kedalaman 15-30 cm diduga terdapat kandungan liat yang tinggi di kedalaman 15-30 cm, dimana kandungan liat yang tinggi dibawah tanah tersebut dipengaruhi oleh proses eluviasi. Jika dilihat dari pengaruh pengaplikasian pemupukan yang dilakukan di lapangan, pada penggunaan lahan kelapa sawit tahun tanam 2009 pengaplikasian jenis pupuk NPK 13.8.27.4 di lapangan dilakukan pada bulan Mei untuk rotasi yang kedua sedangkan pada perkebunan kelapa sawit tahun tanam 2002 pengaplikasian jenis pupuk NPK 13.8.27.4 di lapangan dilakukan pada bulan Juli untuk rotasi yang kedua, sehingga hal ini mengakibatkan kandungan KTK tanah pada perkebunan kelapa sawit tahun tanam 2009 lebih banyak tersedia di dalam tanah akibat dari proses pencucian dibandingkan perkebunan kelapa sawit tahun tanam 2002.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Penggunaan lahan yang berbeda menunjukkan perbedaan kandungan K-dd dan KTK tanah, dimana pada perkebunan kelapa sawit tahun tanam 2002 dan 2009 mempunyai kandungan K yang lebih tinggi dibandingkan hutan sekunder, dan KTK pada tanah (15-30 cm) perkebunan kelapa sawit tahun tanam 2009 lebih tinggi dari perkebunan kelapa sawit tahun tanam 2002 dan hutan sekunder.
2. Kandungan K-dd dan KTK menunjukkan kecenderungan menurun dengan semakin dalamnya tanah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Sungai Bahar Pasifik Utama Estate Pijoan Divisi Central, Kecamatan Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbas F, H Gunal, dan N Acir. 2017. Spatial variability of soil potassium and its relationship to land use and parent material. *Soil & Water Res.* Vol. 1 (4) : 202 - 211.
- Alibasyah MR. 2016. Perubahan beberapa sifat fisika dan kimia ultisol akibat pemberian pupuk kompos dan kapur dolomit pada lahan berteras. *Jurnal Floratek.* Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh. Vol. 11 (1) : 75 - 87.

- Dinas Pertanian Tanaman Pangan 2010. Laporan Tahunan Ditjen Tanaman Pangan 2010. Jambi.
- Farrasati R, I Pradiko, S Rahutomo, ES Sutarta, H Santoso, dan F Hidayat. 2019. C-Organik tanah di perkebunan kelapa sawit Sumatera Utara: Status dan hubungan dengan beberapa sifat kimia tanah. *Jurnal Tanah dan Iklim*. Vol. 43 (2) : 157 - 165.
- Ghiri MD, A Abtahi, N Karimian, HR Owliaei, and F Khormali. 2011. Kinetics of non-exchangeable potassium release as a function of clay mineralogy and soil taxonomy in calcareous soils of southern Iran. *Journal Archives of Agronomy and Soil Science*. Vol. 57 (4) : 343 - 363.
- Hairiah K, A Ekadinata, dan S Rahayu. 2011. Pengukuran cadangan karbon: dari tingkat lahan ke bentang lahan. *World agroforestry centre (ICRAF)*.
- Purba, R P C, B Sitorus dan M Sembiring. 2018. Kajian Kesuburan Tanah di Desa Sihiong, Sinar Sabungan dan Lumban Lobu Kecamatan Bonatua Lunasi Kabupaten Toba Samosir. Sumatera Utara. *Jurnal Agroekoteknologi*. Vol. 2 (4):1490-1499.
- Rahman N, A Neergaard, J Magid, GWJ Van de Ven, KE Giller, dan TB Bruun. 2018. Changes in soil organic carbon stocks after conversion from forest to palm oil plantations in Malaysia Borneo. *Journal of Environmental Research Letter*. Vol. 13 (1) : 1-10.
- Riniarti M, dan A Setiawan. 2014. Status kesuburan tanah pada dua tutupan lahan di kesatuan pengelolaan hutan lindung (KPHL) Batutegi Lampung. *Jurnal Sylva Lestari*. Vol. 2 (2) : 99 - 104.
- Nuraini, A Rauf, dan Jamilah. 2018. Evaluasi Karakteristik Sifat Kimia Tanah Di Lahan Perkebunan Kelapa Sawit Kebun Adolina PTPN IV Serdang Bedagai Pada Beberapa Generasi Tanam. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*. Sumatera Utara. Vol. 6 (3) : 453 - 459.
- Staf Pusat Penelitian Tanah. 1983. Terms of Reference Survey Kapabilitas Tanah. Pusat Penelitian Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian Bogor. Bogor.
- Subagyo H, N Suharta, dan AB Siswanto. 2004 Tanah tanah pertanian di Indonesia. hlm. 21-66 *dalam* Buku Sumber daya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.