

Pengaruh *Leguminosa Cover Crop (LCC) Mucuna Bracteata* pada Tiga Kemiringan Lahan Terhadap Sifat Kimia Tanah dan Perkembangan Akar Kelapa Sawit Belum Menghasilkan

Effect of *Leguminosa Cover Crop (LCC) Mucuna Bracteata* on Three Land Slope to The Chemical Soil Properties and Root Growth of Immature Oil Palms

Ariyan Saputra¹, Wawan²

Program Studi Agroteknologi, Jurusan Agroteknologi
Fakultas Pertanian Universitas Riau, Kode Pos 28293, Pekanbaru
Email ;ariyan.putra90@yahoo.com/082386916708

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of using LCC *Mucuna bracteata* on three of land slope to soil chemical properties and root growth of immature oil palms. This research conducted in PTPN V Unit Lubuk Dalam, Siak and analysis of soil chemistry in the soil Laboratory Faculty of Agriculture University of Riau. This research conducted january to june 2016. The research used split plot design. The level of land slope (K) as the main plot consists of: K1 = slope 2%, K2 = 7%, K3 = 13%. *Mucuna bracteata* (M) as the subplot consist of: M0 = cleaned *Mucuna bracteata* and M1 = overgrown *Mucuna bracteata*. The variabls observed were soil pH, organic-C, total-N, total-P, total-K, cation exchange capacity, base saturation, root dry weight, root volume and root occupy. The results showed: (1) the interaction between slope level and used of *Mucuna bracteata* did not effect all parameters of soil chemical properties and root growth; (2) at the overgrown LCC *Mucuna bracteata*, soil pH, organic-C, total-N, total-P, total-K, cation exchange capacity, exchangeable bases (Ca, Mg, Na dan K), base saturation is more higher compared with the cleaned LCC *Mucuna bracteata* land; (3) The different level of land slope (%) has the different soil pH, organic-C, total-P, total-K, cation exchange capacity. The more higher of the land slope (%) so soil pH, organic-C, total-P, total-K, cation exchange capacity become lower; And (4) using of *Mucuna bracteata*, slope level and the interaction between slope level and used of *Mucuna bracteata* was not effect to root dry weight, root volume and root occupy.

Keywords: *Mucuna bracteata*, land slope and soil chemical properties

PENDAHULUAN

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu tanaman perkebunan yang mengalami perkembangan pesat di Provinsi Riau. Luas perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau pada tahun 2014 sebesar 2.296.849 ha dengan total produksi tandan buah segar (TBS) sebesar 7.037.636 ton dan terus mengalami peningkatan pada tahun 2015 yang mana luasnya mencapai 2.398.328 ha dengan total produksi tandan buah segar

(TBS) sebesar 7.442.557 ton (Badan Pusat Statistik, 2015).

Tanah yang berpotensi dalam pengembangan perkebunan kelapa sawit di Riau yaitu tanah mineral masam. Tanah mineral masam yang dikembangkan sebagai areal perkebunan kelapa sawit di Riau sebagian besar terdapat pada wilayah bertopografi datar hingga bergelombang dan bahkan ada yang bertopografi bergelombang hingga berbukit. Hal itu,

1. Mahasiswa Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

2. Staf Pengajar Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

berarti bahwa areal pertanaman kelapa sawit di Riau memiliki tingkat kemiringan yang beragam.

Kemiringan lahan merupakan faktor yang perlu diperhatikan sejak dari penyiapan lahan pertanian, usaha penanaman dan pengawetan lahan. Menurut Haridjaja dkk. (1991) tingkat kemiringan lahan yang berbeda akan memberikan dampak terhadap laju aliran permukaan dan erosi yang berbeda pula. Lahan yang miring memiliki potensi terjadinya kerusakan tanah akibat erosi sehingga menyebabkan turunnya kandungan bahan organik tanah yang diikuti dengan berkurangnya kandungan unsur hara dan ketersediaan air tanah bagi tanaman. Salah satu usaha untuk mengurangi aliran permukaan dan erosi yakni penggunaan *leguminosa cover crop* (LCC).

Tanaman penutup tanah memegang peranan penting dalam mempengaruhi aliran permukaan dan erosi yang terjadi. Tanaman penutup tanah dapat melindungi tanah dari proses penghancuran agregat oleh hujan dan menurunkan aliran permukaan. Penggunaan LCC merupakan salah satu cara yang tepat untuk memperbaiki atau menjaga kesuburan tanah dengan menekan gulma yang ada,

mengurangi laju erosi, meningkatkan ketersediaan bahan organik dan nitrogen dalam tanah (Barthes, 2004).

Salah satu tanaman penutup tanah yang dapat digunakan adalah *Mucuna bracteata*, tanaman ini dikenal sebagai LCC MB. Tanaman ini sangat toleran dan dapat tumbuh dengan baik pada berbagai jenis tanah dibandingkan tanaman penutup tanah lainnya. Menurut Hairiah dkk. (2000) tanaman LCC dapat memberikan masukan bahan organik sebanyak 2-3 ton/ha pada umur 3 bulan dan 3-6 ton/ha sampai umur 6 bulan. Menurut Siagian (2003) *Mucuna bracteata* mampu memproduksi biomasa yang tinggi dan mengandung N lebih tinggi dari tanaman penutup tanah lainnya. Hasil penelitian Sembiring (2015) mendapatkan bahwa peningkatan dosis mulsa organik *Mucuna bracteata* menghasilkan peningkatan volume akar, berat kering akar dan *root occupy* pada tanaman kelapa sawit menghasilkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *Mucuna bracteata* pada tiga kemiringan lahan berbeda terhadap sifat kimia tanah dan perkembangan akar kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) belum menghasilkan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan di PT. Perkebunan Nusantara V Kecamatan Lubuk Dalam, Siak. Penelitian dilaksanakan di afdeling inti 1 PTPN V Kebun Lubuk Dalam pada areal replanting tahun tanam 2013 (TBM III) dengan jenis tanah Dystropepts. Analisis sifat kimia tanah dilakukan di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Riau. Penelitian berlangsung selama 6 bulan dari bulan Januari–Juni 2016.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tanaman LCC *Mucuna bracteata*, tanaman kelapa sawit belum

menghasilkan (TBM III), kertas label, karet gelang dan plastik bening. Alat-alat yang digunakan dalam pengambilan sampel di lapangan yaitu bor belgi, meteran, *clinometer*, pisau cutter, gunting, cangkul, parang, alat tulis dan kamera. Sedangkan alat-alat yang digunakan di laboratorium yaitu gelas ukur, erlemeyer, labu ukur, pipet takar, tabung reaksi, botol kocok, pH meter, timbangan analitik, oven, shaker, *Spectrofotometer*, *Atomic Absorption spectrofotometer* (AAS) dan peralatan lainnya yang dibutuhkan untuk analisis kimia tanah di laboratorium.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan Rancangan Petak Terbagi (RPT) yang terdiri dari: Tingkat kemiringan lahan (K) sebagai petak utama (*main plot*) terdiri dari 3 taraf yaitu: K1 = kemiringan lahan 2%, K2 = kemiringan lahan 7% dan K3 = kemiringan lahan 13%. Penggunaan *Mucuna bracteata* (M) sebagai anak petak (*sub plot*) yang terdiri dari 2 taraf yaitu: M0 = Lahan yang dibersihkan LCC MB M1 = Lahan yang ditumbuhi MB.

Pengambilan sampel tanah dilakukan di luar piringan tanaman kelapa sawit berumur 3 tahun yang ditumbuhi *Mucuna bracteata* dan dibersihkan *Mucuna bracteata*. Pengambilan sampel menggunakan bor belgi pada kedalaman 0-20 cm. Pengambilan sampel untuk analisis sifat kimia tanah dilakukan sebanyak dua kali, pengambilan sampel pertama dilakukan tiga minggu setelah *Mucuna bracteata* dibersihkan, sedangkan pengambilan sampel kedua dilakukan setelah tiga bulan pada perlakuan kelapa sawit yang dibersihkan *Mucuna bracteata* dan perlakuan kelapa sawit yang ditumbuhi *Mucuna bracteata*. Sampel tanah yang diambil yakni satu titik pada sampel tanaman. Sampel tanah diambil setiap titik sampel dikompositkan setiap unit percobaan, kemudian diambil 1 - 2 kilogram untuk dianalisis di laboratorium.

Penentuan tanaman sampel dilakukan dengan metode *Simple Random sampling* yaitu dengan cara memberi nomor pada semua tanaman yang terdapat dalam setiap anak petak, kemudian

mengundi nomor tanaman yang terpilih secara acak sampai diperoleh 3 tanaman/anak petak, sehingga dalam satu petak utama digunakan 18 tanaman yang dijadikan sebagai tanaman sampel. Total tanaman sampel yang digunakan dalam penelitian yaitu 54 tanaman.

Pengamatan sifat kimia tanah

Sifat kimia tanah yang diamati dalam penelitian ini yaitu pH tanah, C-organik, N-total, P-total, K-total, kapasitas tukar kation, basa-basa yang dipertukarkan dan kejenuhan basa.

Pengamatan Perkembangan Akar Tanaman Kelapa Sawit

Pengamatan pertumbuhan akar tanaman kelapa sawit dilakukan dengan metode penggalian tanah (*root profil trenching*) yaitu membuat kolam tanah dengan ukuran 11.5 cm x 11.5 cm x 10 cm pada jarak 2 m dari piringan tanaman kelapa sawit. Akar pada kolom tanah dipisahkan dari tanah dengan metode *hand sortir*. Akar selanjutnya dibersihkan dari tanah yang menempel kemudian dilakukan pengamatan berat kering, volume akar dan persentase volume tanah yang ditempati akar (*root occupy*). Pengamatan *root occupy* didapatkan dari membagi volume akar dengan volume kolom tanah kali 100%.

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan menggunakan sidik ragam (ANOVA). Hasil sidik ragam dilanjutkan dengan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5%.

Mucuna bracteata setelah 3 minggu dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Kimia Tanah Awal Penelitian

Hasil analisis sifat kimia tanah pada lahan kelapa sawit yang dibersihkan

Tabel 1. Hasil analisis sifat kimia tanah setelah 3 minggu pembersihan LCC MB

Sifat kimia Tanah	Tingkat kemiringan lahan		
	2%	7%	13%
pH (H ₂ O)	5,13 R	5,01 R	5,06 R
C-organik (%)	4,68 T	4,00 T	4,00 T
N-total (%)	0,1312 R	0,1311 R	0,1310 R
P-total (mg/100 g)	20,17 S	19,44 R	19,17 R
K-total (mg/100 g)	7,99 SR	6,25 SR	5,78 SR
KTK (me/100 g)	24,36 T	23,09 S	21,83 S
Ca ²⁺ -dd (me/100 g)	1,27 SR	1,21 SR	1,18 SR
Mg ²⁺ -dd (me/100 g)	0,83 R	0,53 R	0,27 SR
Na ⁺ -dd (me/100 g)	0,09 SR	0,09 SR	0,08 SR
K ⁺ -dd (me/100 g)	0,02 SR	0,01 SR	0,01 SR
Kejenuhan basa (%)	9,07 SR	7,96 SR	7,05 SR

Keterangan; T= tinggi, S= sedang, R= rendah, SR= sangat rendah (Pusat penelitian tanah (1983))

Menurut kriteria klasifikasi sifat kimia tanah berdasarkan Pusat penelitian tanah (1983) pada 3 lahan dengan kemiringan berbeda memiliki perbedaan hanya pada parameter P-total, KTK dan Mg-dd, sedangkan parameter yang lainnya tidak berbeda. Kadar P-total dan KTK pada lahan dengan kemiringan 2% lebih tinggi dibandingkan dengan kemiringan 7% dan 13%, sementara pada kemiringan 7% dan 13% tidak berbeda. Kadar Mg-dd pada kemiringan 2% lebih tinggi dibandingkan dengan kemiringan 7% dan

13%, walaupun kriteria antara kemiringan 2% dan 7% tidak berbeda, tetapi pada kemiringan 13% kriterianya sangat rendah. Secara umum dapat disimpulkan bahwa lahan dengan kemiringan yang semakin besar, sifat kimia tanahnya semakin rendah. Hal ini disebabkan tingkat aliran permukaan dan erosi yang semakin besar (Assouline, 2006). Penelitian Daud (2007) bahwa tingkat kemiringan yang semakin besar menyebabkan lapisan tanah atas (top soil) dan lapisan bahan organik menjadi terkikis.

Sifat Kimia Tanah Bulan Ke-3

Kemasaman Tanah (pH)

Hasil sidik ragam (Lampiran 6a) menunjukkan bahwa pH tanah pada kedalaman 0 – 20 cm dipengaruhi oleh tingkat kemiringan dan penggunaan LCC *Mucuna bracteata* (MB), tidak Tabel 3. Rerata pH tanah pada tingkat kemiringan dan penggunaan LCC *Mucuna bracteata* (MB)

dipengaruhi oleh interaksi antara tingkat kemiringan dengan penggunaan LCC MB. Hasil uji lanjut DNMRD pada taraf 5% terhadap pH tanah disajikan pada Tabel 3.

Tingkat kemiringan (%)	pH tanah		Rata-rata
	Dibersihkan MB	Ditumbuhi MB	
2%	4,95 a	5,23 a	5,06 a
7%	4,95 a	5,12 a	5,04 a
13%	4,89 a	4,97 a	4,93 b
Rata-rata	4,91 b	5,11 a	

Keterangan : Angka – angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMR pada taraf 5 %

Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata pH tanah pada lahan kelapa sawit yang ditumbuhi LCC MB lebih tinggi dibandingkan dengan dibersihkan LCC MB. Menurut kriteria klasifikasi sifat kimia tanah, lahan yang ditumbuhi LCC MB dan dibersihkan LCC MB termasuk dalam kriteria masam (4,5-5,5). Perbedaan nilai pH lebih tinggi pada lahan yang ditumbuhi LCC MB ini diduga adanya aktivitas bahan organik dari LCC MB yang dapat mengikat ion Al diikuti dengan berkurangnya ion H^+ . Menurut Hairiah dkk. (2002) pelapukan bahan organik dapat mengikat atau mengkhelat Al dan Mn oleh asam-asam organik yang dihasilkan. Selanjutnya Soepardi (1983) menyatakan bahwa adanya senyawa organik memungkinkan terjadinya khelat, yaitu senyawa organik yang berikatan

dengan kation logam (Fe, Mn, dan Al) pada pH tanah yang masam.

Tabel 3 juga menunjukkan bahwa pH tanah pada tingkat kemiringan lahan 13% lebih rendah dibandingkan dengan kemiringan 7% dan kemiringan 2%. Dilihat dari data awal penelitian pada lahan yang dibersihkan LCC MB terjadi penurunan pH tanah di setiap taraf kemiringan lahan, walaupun masih termasuk kriteria masam (4,5-5,5). Hal ini disebabkan terjadinya pencucian kation-kation basa yang disebabkan aliran permukaan sehingga pH tanah menurun. Barchia (2009) menunjukkan bahwa kation-kation NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ dan K^+ mengalami pencucian dan hilang dari daerah perakaran tanaman yang disebabkan oleh air hujan, sehingga kation-kation asam seperti Al dan H^+ mendominasi daerah perakaran tanaman.

C-organik

Hasil sidik ragam (Lampiran 6b) menunjukkan bahwa C-organik tanah pada kedalaman 0 – 20 cm dipengaruhi oleh tingkat kemiringan dan penggunaan LCC *Mucuna bracteata* (MB), tidak

dipengaruhi oleh interaksi antara tingkat kemiringan dengan penggunaan LCC MB. Hasil uji lanjut DNMR pada taraf 5% terhadap C-organik disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata C-organik tanah pada tingkat kemiringan dan penggunaan LCC *Mucuna bracteata* (MB)

Tingkat kemiringan (%)	C-organik (%)		Rata-rata
	Dibersihkan MB	Ditumbuhi MB	
2%	4,00 a	5,82 a	4,91 a
7%	3,76 a	4,71 a	4,23 ab
13%	3,41 a	4,29 a	3,85 b
Rata-rata	3,72 b	4,94 a	

Keterangan : Angka – angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMR pada taraf 5 %

Tabel 4 menunjukkan bahwa C-organik pada lahan kelapa sawit yang ditumbuhi LCC *Mucuna bracteata* lebih tinggi dibandingkan dengan yang dibersihkan LCC *Mucuna bracteata*. Menurut kriteria klasifikasi sifat kimia tanah, lahan yang ditumbuhi LCC MB dan dibersihkan LCC MB termasuk dalam kriteria tinggi. Hal ini disebabkan adanya

penambahan bahan organik yang dihasilkan LCC MB melalui daun dan ranting. Islami dan Utomo (1995) menjelaskan daun dan ranting merupakan makanan bagi mikroorganisme tanah yang selanjutnya hasil dekomposisinya akan menambah bahan organik tanah. Peningkatan bahan organik akan meningkatkan kandungan C-organik tanah.

LCC *Mucuna bracteata* yang tumbuh di lahan kelapa sawit akan meningkatkan jumlah bahan organik di dalam tanah. Ketebalan LCC *Mucuna bracteata* di setiap tingkat kemiringan lahan juga berbeda. Semakin tinggi ketebalan LCC *Mucuna bracteata*, maka bahan organik yang dihasilkan akan semakin banyak. LCC MB akan menghasilkan serasah-serasah sehingga dapat mengembalikan bahan organik pada permukaan tanah melalui guguran-guguran daun, batang, ranting. Serasah yang dihasilkan didekomposisikan melalui kegiatan mikroorganisme tanah sehingga kandungan bahan organik tanah meningkat. Serasah yang gugur akan terbentuk humus yang berguna untuk menaikkan kapasitas infiltrasi tanah, dengan demikian erosi akan berkurang (Sarief, 1985).

N-total

Hasil sidik ragam (Lampiran 6c) menunjukkan bahwa N-total hanya dipengaruhi penggunaan LCC *Mucuna bracteata*, tidak dipengaruhi oleh tingkat kemiringan lahan maupun interaksi

Tabel 4 juga menunjukkan bahwa C-organik tanah pada tingkat kemiringan lahan 13% berbeda tidak nyata dengan kemiringan lahan 7%, akan tetapi berbeda nyata dengan tingkat kemiringan lahan 2%. Dilihat dari data awal penelitian pada lahan yang dibersihkan LCC MB terjadi penurunan C-organik tanah di setiap taraf kemiringan lahan, walaupun masih termasuk kriteria tinggi (3,01-5,00%). Penurunan kandungan C-organik akibat penambahan kemiringan yang semakin besar, sehingga aliran permukaan dan erosi juga semakin besar. Selanjutnya Menurut Arsyad (2000) dengan semakin curamnya lereng maka aliran permukaan akan semakin besar dimana tanah yang banyak mengandung bahan organik akan turut terangkut dan terbawa ke tempat yang lebih rendah.

tingkat kemiringan lahan dengan penggunaan LCC *Mucuna bracteata*. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% terhadap N-total disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rerata N-total tanah pada tingkat kemiringan dan penggunaan LCC *Mucuna bracteata* (MB)

Tingkat kemiringan (%)	Kandungan N-total (%)		Rata-rata
	Dibersihkan MB	Ditumbuhi MB	
2%	0,09 a	0,27 a	0,18 a
7%	0,07 a	0,22 a	0,14 a
13%	0,07 a	0,19 a	0,13 a
Rata-rata	0,07 b	0,23 a	

Keterangan : Angka – angka pada kolom yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT pada taraf 5 %

Tabel 5 menunjukkan bahwa N-total pada lahan kelapa sawit yang ditumbuhi LCC MB lebih tinggi dibandingkan dengan yang dibersihkan LCC MB. Nilai N-total pada lahan kelapa sawit yang ditumbuhi LCC MB termasuk dalam kriteria sedang dan dibersihkan LCC MB termasuk sangat rendah. Nilai N-total yang lebih tinggi pada ditumbuhi LCC MB karena LCC MB menghasilkan biomassa

dari waktu ke waktu berupa serasah yang mengandung N. Menurut Siagian (2003) *Mucuna bracteata* mampu memproduksi biomasa yang tinggi dan mengandung N lebih tinggi dari tanaman penutup tanah lainnya.

Adanya bintil akar Pada tanaman MB juga mempengaruhi peningkatan nilai N-total di dalam tanah. Menurut Karyudi dan Siagian (2005) hara nitrogen yang

diperoleh dari tanaman MB sebanyak 66% berasal dari gas N₂ hasil simbiosis dengan bakteri *rhizobium* membantu proses bintil akar untuk menambah N₂ dari udara. Menurut Dutta (1970), bintil akar menandakan adanya simbiosis mutualisme antara tanaman kacang dengan bakteri *rhizobium* sehingga dapat memfiksasi nitrogen bebas menjadi nitrogen yang tersedia bagi tanaman.

Tabel 5 juga menunjukkan bahwa N-total tanah tidak dipengaruhi oleh tingkat kemiringan lahan. Walaupun demikian, terdapat kecenderungan penurunan N-total P-total

Hasil sidik ragam (Lampiran 6d) menunjukkan bahwa P-total tanah pada kedalaman 0 – 20 cm dipengaruhi oleh tingkat kemiringan dan penggunaan LCC *Mucuna bracteata* (MB), tidak

Tabel 6. Rerata P-total tanah pada tingkat kemiringan dan penggunaan LCC *Mucuna bracteata*.

Tingkat kemiringan (%)	Kandungan P-total (mg/100 g)		Rata-rata
	Dibersihkan MB	Ditumbuhi MB	
2%	24,14 a	25,23 a	24,69 a
7%	18,63 a	25,56 a	22,09 a
13%	11,94 a	23,02 a	17,48 b
Rata-rata	18,24 b	24,60 a	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%

Tabel 6 menunjukkan bahwa P-total pada lahan kelapa sawit yang ditumbuhi LCC MB lebih tinggi dibandingkan dengan lahan yang dibersihkan LCC MB. Hal ini disebabkan akar LCC MB menyerap hara P anorganik pada lapisan bawah kemudian disimpan dalam bentuk P organik, selanjutnya dipindahkan ke lapisan atas melalui serasah (daun, ranting) yang gugur ke permukaan tanah. Penambahan serasah (bahan organik) dapat menjadi sumber unsur hara N, P dan S serta unsur mikro lainnya (Hardjowigeno, 2003).

Dilihat dari kriteria nilai P-total, lahan kelapa sawit yang ditumbuhi LCC MB termasuk dalam kriteria sedang dan lahan kelapa sawit yang dibersihkan LCC MB termasuk rendah-sedang. Ketersediaan

pada tingkat kemiringan lahan yang semakin besar. Dilihat dari data awal penelitian pada lahan yang dibersihkan LCC MB terjadi penurunan N-total tanah di setiap taraf kemiringan lahan, dari kriteria rendah (0,10-0,20%) hingga sangat rendah (< 0,10%). Hal ini disebabkan terangkutnya bahan organik dan unsur hara termasuk N yang disebabkan aliran permukaan dan erosi. Tambun dkk. (2013) bahwa tingkat kemiringan yang semakin besar, kehilangan N yang disebabkan erosi juga semakin besar.

dipengaruhi oleh interaksi antara tingkat kemiringan dengan penggunaan LCC MB. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% terhadap P-total tanah disajikan pada Tabel 6.

P dalam tanah dipengaruhi oleh pH tanah (Tabel 3). Menurut Hakim, dkk. (1986) pH tanah yang sangat rendah menyebabkan terjadinya fiksasi P oleh ion-ion Al, Fe dan Ca yang akan membentuk senyawa tidak larut. pH tanah yang masam banyak unsur P yang telah berada di dalam tanah, maupun yang diberikan ke tanah sebagai pupuk, tetapi terikat oleh unsur-unsur Al dan Fe sehingga tidak dapat digunakan tanaman (Hardjowigeno, 2010).

Tabel 6 juga menunjukkan bahwa P-total tanah pada tingkat kemiringan lahan 13% lebih rendah dibandingkan dengan kemiringan lahan 7% dan tingkat kemiringan lahan 2%. Aliran permukaan dan erosi dipengaruhi oleh curah hujan. Rata-rata curah hujan bulanan pada saat penelitian 186,3 mm. Hasil penelitian

Weesies dkk (1994) menunjukkan bahwa terjadi penurunan kandungan fosfor, air

K-total

Hasil sidik ragam (Lampiran 6e) menunjukkan bahwa K-total tanah pada kedalaman 0 – 20 cm dipengaruhi oleh tingkat kemiringan dan penggunaan LCC *Mucuna bracteata* (MB), tidak

Tabel 7. Rerata K-total tanah pada tingkat kemiringan dan penggunaan LCC *Mucuna bracteata*

Tingkat kemiringan (%)	Kandungan K-total (mg/100 g)		Rata-rata
	Dibersihkan MB	Ditumbuhi MB	
2%	7,90 a	12,48 a	10,19 a
7%	6,14 a	10,98 a	8,56 ab
13%	5,62 a	9,65 a	7,64 b
Rata-rata	6,55 b	11,04 a	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%

Tabel 7 menunjukkan bahwa K-total pada lahan kelapa sawit yang ditumbuhi LCC MB lebih tinggi dibandingkan dengan yang dibersihkan LCC MB. Hal ini disebabkan adanya penambahan bahan organik dari LCC MB, selain itu akar LCC MB mengambil hara dari tanah lapisan bawah dipindahkan ke lapisan atas melalui gugur serasah sehingga terjadi peningkatan kandungan K-total. Hal ini sesuai dengan Karyudi dan Siagian (2001) bahwa LCC MB dapat memberikan tambahan unsur hara P, K dan Mg ke dalam tanah.

Tabel 7 juga menunjukkan bahwa semakin besar tingkat kemiringan lahan, K-total tanah semakin menurun. Dilihat

Kapasitas tukar kation (KTK)

Hasil sidik ragam (Lampiran 6f) menunjukkan bahwa KTK tanah pada kedalaman 0 – 20 cm dipengaruhi oleh tingkat kemiringan dan penggunaan LCC *Mucuna bracteata* (MB), tidak

Tabel 8. Rerata KTK tanah pada tingkat kemiringan dan penggunaan LCC *Mucuna bracteata*.

Tingkat kemiringan (%)	Kapasitas Tukar Kation (me/100 g)		Rata-rata
	Dibersihkan MB	Ditumbuhi MB	
2%	23,90 a	35,22 a	29,56 a
7%	22,80 a	30,75 a	26,77 a
13%	21,47 a	25,71 a	23,59 b
Rata-rata	22,72 b	30,56 a	

tersedia, dan bahan organik akibat erosi.

dipengaruhi oleh interaksi antara tingkat kemiringan dengan penggunaan LCC MB. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% terhadap K-total tanah disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7.

dari data penelitian (Lampiran 4) jumlah curah hujan dalam penelitian ini memiliki rata-rata curah hujan bulanan 186,3 mm dengan intensitas hujan sedang hingga deras. Intensitas hujan akan mempengaruhi aliran permukaan dan erosi. Penelitian Suryanto (2016) bahwa intensitas hujan mempunyai korelasi yang kuat (dominan) terhadap aliran permukaan. Hasil penelitian Castro dan Rodriguez (1958) dalam Sanchez (1976) bahwa tingkat kemiringan dan vegetasi yang berbeda, akan mempengaruhi erosi dan unsur hara yang hilang (N, P, K, Ca dan Mg) di daerah tersebut.

dipengaruhi oleh interaksi antara tingkat kemiringan dengan penggunaan LCC MB. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% disajikan pada Tabel 8.

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%

Tabel 8 menunjukkan bahwa lahan kelapa sawit yang ditumbuhi LCC MB memiliki kapasitas tukar kation lebih tinggi dibandingkan dengan lahan yang dibersihkan LCC MB.) Nilai KTK tanah yang lebih tinggi pada lahan yang ditumbuhi LCC MB disebabkan adanya penambahan bahan organik LCC MB yang akan menghasilkan humus yang merupakan sumber muatan negatif tanah, sehingga akan meningkatkan kapasitas pertukaran kation (KTK). Sumber muatan negatif humus sebagian besar berasal dari gugus karboksil (-COOH) dan fenolik (-OH) (Buckman dan Nyle, 1982). Bahan organik memberikan kontribusi yang nyata terhadap KTK tanah (Stevenson, 1994). Hal ini juga sejalan dengan penelitian Maharany (2011) bahwa penggunaan teknik biopori dan mulsa vertikal pada berbagai kemiringan lahan berpengaruh nyata terhadap KTK tanah, pH, P-tersedia dan basa-basa yang dapat dipertukarkan.

Tabel 8 juga menunjukkan bahwa kapasitas tukar kation pada tingkat **Basa-basa yang dapat dipertukarkan**

Hasil sidik ragam (Lampiran 6g) menunjukkan bahwa basa-basa yang dapat dipertukarkan hanya dipengaruhi penggunaan LCC *Mucuna bracteata*, tidak dipengaruhi oleh tingkat kemiringan kecuali kation Mg-dd, maupun interaksi Tabel 9. Rerata basa-basa yang dapat dipertukarkan (Ca-dd, Mg-dd, Na-dd dan K-dd) pada tingkat kemiringan dan penggunaan LCC *Mucuna bracteata*

kemiringan lahan 13% lebih rendah dibandingkan dengan kemiringan lahan 7% dan tingkat kemiringan lahan 2%. Dilihat dari data awal penelitian pada lahan yang dibersihkan LCC MB terjadi penurunan KTK tanah di setiap taraf kemiringan lahan, walaupun masih termasuk kriteria sedang (17-24 me/100 g). Kemiringan lahan yang semakin besar, aliran permukaan dan erosi juga semakin besar sehingga kation-kation basa seperti Ca, Mg, Na dan K tercuci oleh air hujan. Siregar dkk. (1983) telah melakukan penelitian di Sumatera Utara pada tanaman karet belum menghasilkan yang berumur satu tahun dengan jenis tanah ultisol dengan kemiringan lereng 20% dan curah hujan 2.322 mm/tahun dengan hari hujan sebanyak 114 hari bahwa perkebunan karet yang gawangan yang ditanam penutup tanah mengalami erosi yang lebih sedikit dibandingkan dengan lahan tanpa penutup tanah.

tingkat kemiringan dengan penggunaan LCC *Mucuna bracteata*. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% terhadap basa-basa yang dapat dipertukarkan disajikan pada Tabel 9.

Kandungan kation basa Ca²⁺

Tingkat kemiringan (%)	Penggunaan LCC MB		Rata-rata
	Dibersihkan MB	ditumbuhi MB	
2%	1,20 a	3,49 a	0.35 a
7%	1,18 a	3,43 a	0.31 a
13%	1,14 a	3,45 a	0.30 a
Rata-rata	0.18 b	0.46 a	

Kandungan kation basa Mg²⁺

2%	1.19 a	2.01 a	1.60 a
7%	0.81 a	1.74 a	1.28 ab
13%	0.48 a	1.35 a	0.91 b

Rata-rata	0.83 b	1.70 a	
Kandungan kation basa Na ⁺			
2%	0.09 a	0.17 a	0.13 a
7%	0.07 a	0.12 a	0.09 a
13%	0.07 a	0.10 a	0.08 a
Rata-rata	0.07 b	0.13 a	
kandungan kation basa K ⁺			
2%	0.01 a	0.05 a	0.03 a
7%	0.01 a	0.04 a	0.02 a
13%	0.01 a	0.04 a	0.02 a
Rata-rata	0.01 b	0.04 a	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%

Tabel 9 menunjukkan bahwa basa-basa yang dapat dipertukarkan pada lahan kelapa sawit yang ditumbuhi LCC MB lebih tinggi dibandingkan dengan lahan yang dibersihkan LCC MB. Nilai basa-basa yang dapat dipertukarkan yang lebih tinggi pada lahan yang ditumbuhi LCC MB diduga adanya penambahan Bahan organik yang dihasilkan LCC *Mucuna bracteata* mengalami proses dekomposisi dan mineralisasi akan menghasilkan senyawa-senyawa sederhana Ca, Mg dan unsur-unsur hara lainnya (Sevindrajuta, 1996). Soepardi (1983), menyatakan bahwa dari proses dekomposisi bahan organik dalam tanah akan dihasilkan unsur-unsur hara seperti N, P, K, Fe, Ca, Mg dan unsur-unsur hara lainnya menjadi bentuk anorganik sehingga dapat tersedia untuk

Kejenuhan basa

Hasil sidik ragam (Lampiran 6h) menunjukkan bahwa kejenuhan basa hanya dipengaruhi penggunaan LCC *Mucuna bracteata*, tidak dipengaruhi oleh tingkat kemiringan maupun interaksi tingkat kemiringan dan penggunaan LCC. Tabel 10. Rerata kejenuhan basa tanah pada

dikosumsi oleh jasad renik maupun tanaman.

Tabel 9 juga menunjukkan bahwa basa-basa yang dapat dipertukarkan (Ca, Na dan K) tidak dipengaruhi oleh tingkat kemiringan, kecuali kation Mg. Kation Mg pada tingkat kemiringan lahan 13% berbeda tidak nyata dengan kemiringan lahan 7%, akan tetapi berbeda nyata dengan kemiringan lahan 2%. Rendahnya kation K, Ca, Mg dan Na pada lahan yang dibersihkan LCC MB disebabkan tererosinya tanah pada lapisan atas sehingga menyebabkan hilangnya kation-kation tersebut dari daerah perakaran. Castro dan Rodriguez (1958) dalam Sanchez (1976) hilangnya kation-kation basa (Ca,Mg) disebabkan oleh erosi.

kemiringan dengan penggunaan LCC *Mucuna bracteata*. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% terhadap kejenuhan basa tanah disajikan pada Tabel 10.

tingkat kemiringan dan penggunaan LCC

Tingkat kemiringan (%)	Kejenuhan basa (%)		Rata-rata
	Dibersihkan MB	Ditumbuhi MB	
2%	10,44 a	16,26 a	13,70 a
7%	9,30 a	17,63 a	13,46 a
13%	8,22 a	19,19 a	13,35 a
Rata-rata	9,32 b	17,69 a	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%

Tabel 10 menunjukkan bahwa kejenuhan basa pada lahan kelapa sawit yang ditumbuhi LCC MB lebih tinggi dibandingkan dengan lahan yang dibersihkan LCC MB. Menurut kriteria klasifikasi sifat kimia tanah lahan yang ditumbuhi LCC MB dan dibersihkan LCC MB termasuk dalam kriteria sangat rendah. Nilai kejenuhan basa yang lebih tinggi pada lahan yang ditumbuhi LCC MB diduga adanya penambahan bahan organik yang dihasilkan *mucuna bracteata*. Semakin tinggi kandungan bahan organik maka semakin meningkat KTK tanah (Utomo, dkk, 2016). Nilai kejenuhan basa (KB) tanah merupakan persentase dari total KTK yang diduduki oleh kation-kation basa yaitu Ca, Mg, Na, K. Kemudahan pelepasan kation terjerap untuk tanaman tergantung pada tingkat kejenuhan basa (Tan, 1997).

Tabel 10 juga menunjukkan bahwa kejenuhan basa tidak dipengaruhi oleh

tingkat kemiringan, namun pada kemiringan 2% cenderung peningkatan nilai KB. Penggunaan LCC MB pada lahan kelapa sawit dapat menghambat limpasan air hujan yang jatuh langsung ke tanah dan pengangkutan partikel tanah oleh curah hujan yang tinggi. Menurut Sullivan (2003) dari segi penutupannya pada permukaan tanah *Mucuna bracteata* dapat membentuk jalinan tanaman yang sedemikian rapat sehingga permukaan tanah terlindung dari hempasan air hujan yang deras secara langsung dan melindungi tanah dari sinar matahari langsung serta dapat menstabilkan suhu tanah. Hal ini akan mencegah terjadinya pencucian basa-basa pada lahan oleh air hujan dan lajunya aliran permukaan yang menyebabkan terjadinya erosi. Hardjowigeno (2010) menjelaskan bahwa basa-basa umumnya mudah tercuci, sehingga dapat menyebabkan rendahnya kejenuhan basa pada tanah.

Perkembangan Akar Tanaman Kelapa Sawit

Berat Kering Akar

Hasil sidik ragam (Lampiran 6i) menunjukkan bahwa berat kering akar tidak dipengaruhi oleh tingkat kemiringan, penggunaan LCC *Mucuna bracteata* maupun interaksi antara tingkat

kemiringan dengan penggunaan LCC *Mucuna bracteata*. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% terhadap berat kering akar (g) disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Rerata berat kering akar tanaman kelapa sawit pada tingkat kemiringan dan penggunaan LCC *Mucuna bracteata*

Tingkat kemiringan (%)	Berat kering akar (g)		Rata-rata
	Dibersihkan MB	Ditumbuhi MB	
2%	1,59 a	1,98 a	1.78 a
7%	0,66 a	1,20 a	0.93 a
13%	0,21 a	0,75 a	0.48 a
Rata-rata	0,82 a	1.31 a	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%

Tabel 11 menunjukkan bahwa berat kering akar pada lahan kelapa sawit yang ditumbuhi LCC MB berbeda tidak nyata dibandingkan dengan yang dibersihkan

LCC MB. Tabel 11 juga menunjukkan bahwa tingkat kemiringan 2% berbeda tidak nyata dengan kemiringan 7% dan 13% terhadap berat kering akar. Walaupun

demikian, terdapat kecenderungan peningkatan berat kering akar pada lahan yang ditumbuhi MB yang disebabkan oleh perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Hasil penelitian Sembiring (2015) mendapatkan bahwa peningkatan dosis mulsa organik *Mucuna bracteata* menghasilkan peningkatan volume akar, berat kering akar dan *root occupy* secara linier pada tanaman kelapa sawit menghasilkan yang disebabkan oleh perbaikan sifat-sifat tanah. Perbaikan sifat fisik tanah ditunjukkan dengan penurunan bobot isi, peningkatan total ruang pori dan infiltrasi. Perbaikan sifat kimia tanah berupa peningkatan nilai pH, N-total, basa-basa dapat ditukarkan, kejenuhan basa dan P-total tanah. Perbaikan sifat biologi tanah terlihat dengan

Root occupied

Hasil sidik ragam (Lampiran 6j) menunjukkan bahwa *root occupied* tidak dipengaruhi oleh tingkat kemiringan, penggunaan LCC *Mucuna bracteata* maupun interaksi antara tingkat Tabel 12. Rerata *root occupied* pada tingkat kemiringan dan penggunaan LCC *Mucuna bracteata*

meningkatnya jenis dan populasi makrofauna tanah, mesofauna tanah serta total mikroba. Perbaikan sifat tanah tersebut dapat meningkatkan ketersediaan air, udara dan unsur hara sehingga membuat akar-akar tanaman kelapa sawit baik itu berat akar, bobot kering akar dan volume akar meningkat secara nyata.

Hardjowigeno (1993) menjelaskan bahwa pengaruh bahan organik terhadap tanah dan pertumbuhan tanaman adalah sebagai berikut: i. Granulator yaitu memperbaiki struktur tanah, ii. Sumber unsur hara bagi tanaman, iii. Menambah kemampuan tanah untuk menahan unsur hara (kapasitas tukar kation menjadi tinggi), iv. Sumber energi bagi mikroorganisme, dan v. Menambah kemampuan tanah untuk menahan air.

kemiringan dengan penggunaan LCC *Mucuna bracteata*. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% terhadap *root occupied* disajikan pada Tabel 12.

Tingkat Kemiringan (%)	Root occupy (%)		Rata-rata
	Dibersihkan MB	Ditumbuhi MB	
2%	0,50 a	0,55 a	0.52 a
7%	0,40 a	0,42 a	0.41 a
13%	0,17 a	0,32 a	0.25 a
Rata-rata	0,36 a	0,43 a	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%

Tabel 12 menunjukkan bahwa *root occupied* pada lahan kelapa sawit yang ditumbuhi LCC MB berbeda tidak nyata dibandingkan dengan yang dibersihkan LCC MB. Tabel 12 juga menunjukkan bahwa tingkat kemiringan 2% berbeda tidak nyata dengan kemiringan 7% dan 13% terhadap *root occupied*. Hal ini dikarenakan sifat-sifat tanah yang kurang mendukung terhadap pertumbuhan tanaman seperti sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Menurut Suriatna (1998), fosfor berperan dalam proses pembelahan

sel dan proses respirasi, sehingga mendorong pertumbuhan tanaman, diantaranya pertumbuhan akar.

LCC *Mucuna bracteata* (MB) mengalami dekomposisi menjadi bahan organik, interaksi bahan organik dengan partikel tanah akan menciptakan struktur tanah yang menjadi sarang dan memperbesar pori tanah sehingga akar dapat berkembang. Hal ini didukung oleh pernyataan Hanafiah (2010) yang menyatakan bahwa tanah dengan struktur yang baik akan mempunyai kondisi

drainase dan aerasi yang baik pula, sehingga lebih memudahkan sistem perakaran tanaman untuk berpenetrasi dan

menyerap (absorpsi) hara dan air, sehingga pertumbuhan dan produksi akar meningkat.

Volume Akar

Hasil sidik ragam (Lampiran 6k) menunjukkan bahwa volume akar tidak dipengaruhi oleh tingkat kemiringan, penggunaan LCC *Mucuna bracteata* maupun interaksi antara tingkat

kemiringan dengan penggunaan LCC *Mucuna bracteata*. Hasil uji lanjut DNMRT pada taraf 5% terhadap volume akar disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Rerata volume akar pada tingkat kemiringan dan penggunaan LCC *Mucuna bracteata*

Tingkat Kemiringan lahan (%)	volume akar (cm ³)		Rata-rata
	Dibersihkan MB	Ditumbuhi MB	
2%	6,66 a	7,33 a	7.00 a
7%	5,33 a	5,66 a	5.50 a
13%	2,33 a	4,33 a	3.33 a
Rata-rata	4,77 a	5,77 a	

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%

Tabel 13 menunjukkan bahwa lahan kelapa sawit yang ditumbuhi LCC MB menghasilkan peningkatan volume akar yang berbeda tidak nyata dibandingkan yang dibersihkan LCC MB. Tingkat kemiringan 2% meningkatkan volume akar yang berbeda tidak nyata dengan kemiringan 7% dan 13%. Interaksi tingkat kemiringan dengan lahan kelapa sawit yang ditumbuhi LCC MB meningkatkan volume akar yang berbeda tidak nyata terhadap interaksi tingkat kemiringan dengan penggunaan LCC MB lainnya. Walaupun demikian, terdapat kecenderungan peningkatan volume akar pada lahan yang ditumbuhi MB karena adanya penambahan bahan organik ke dalam tanah yang akan menyuplai hara dan membantu pertumbuhan tanaman termasuk akar tanaman. Hasil penelitian Antari (2014) mendapatkan bahwa pemberian

mulsa organik nyata meningkatkan volume akar tanaman kelapa sawit dibandingkan tanpa pemberian mulsa organik. Hal ini dikarenakan mulsa organik yang lambat laun akan terdekomposisi (terjadi mineralisasi) akan menyumbangkan unsur hara untuk tanaman.

Penggunaan LCC MB pada lahan kelapa sawit, dapat memperbaiki agregat tanah dan meningkatkan ketersediaan unsur hara yang berakibat pada pertumbuhan tanaman termasuk akar. Menurut Musnawar (2003) bahwa pemberian pupuk organik disamping meningkatkan kandungan unsur hara juga mampu memperbaiki struktur tanah, membuat agregat atau butiran tanah menjadi besar atau mampu menahan air sehingga aerasi di dalamnya menjadi lancar dan dapat meningkatkan perkembangan akar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Interaksi antara tingkat kemiringan dan penggunaan LCC *Mucuna bracteata* tidak mempengaruhi semua parameter sifat kimia tanah dan pertumbuhan akar

tanaman kelapa sawit belum menghasilkan.

Pada lahan yang ditumbuhi LCC MB, pH tanah, C-organik, N-total, P-total,

K-total, kapasitas tukar kation, basa-basa yang dapat dipertukarkan (Ca, Mg, Na dan K) dan kejenuhan basa lebih tinggi dibandingkan dengan lahan yang dibersihkan LCC MB. Tingkat kemiringan lahan yang berbeda (%) memiliki pH tanah, C-organik, P-total, K-total dan kapasitas tukar kation yang berbeda. Semakin tinggi tingkat kemiringan lahan

Saran

Dalam usaha perbaikan sifat kimia tanah di lahan kelapa sawit belum menghasilkan dapat diaplikasikan teknik

(%) maka pH tanah, C-organik, P-total, K-total dan kapasitas tukar kation semakin rendah

Penggunaan LCC MB, Tingkat kemiringan lahan maupun Interaksi antara tingkat kemiringan dan penggunaan LCC *Mucuna bracteata* tidak mempengaruhi Berat kering akar, volume akar dan *root occupy*.

konservasi dengan menggunakan LCC *Mucuna bracteata* dan lebih disarankan pada tingkat kemiringan lahan >13%.

DAFTAR PUSTAKA

Antari, R. S. 2014. **Pengaruh pemberian mulsa organik terhadap sifat fisik dan kimia tanah serta pertumbuhan akar kelapa sawit**. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak dipublikasikan)

Arsyad, S. 2000. **Konservasi Tanah dan Air**. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Assouline, S.. 2006. **Effects of rainfall intensity and slope gradient on the dynamics of interrill erosion during soil surface sealing**. Catena 66:211 - 220.

Badan Pusat Statistik. 2013. **Riau Dalam Angka**. Pekanbaru.

Barchia, M.F. 2009. **Agroekosistem Tanah Mineral Masam**. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Barthes, B.A. Azontonde. E. Blanchart. G. Girardin. R. Oliver. 2004. **Effect of legume cover crop (*Mucuna pruriens* var *utilis*) on soil carbon in an ultisol under maize cultivation in Southren Benin, Soil Use Manag**. Volume 20:231-239.

Daud S. S. 2007. **Pengaruh jenis penggunaan lahan dan kelas**

kemiringan lereng terhadap bobot isi, porositas total dan kadar air tanah

pada Sub-DAS Cikapundung Hulu. Skripsi Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Jatinangor. (Tidak dipublikasikan).

Hairiah, K. Widanto, S.R. Otami, D. Suprayoga. Sunaryo, S.M. Sitompul, B. Lusiana, R. Mulia, Noordwijk dan Cadish, G. 2000. **Pengelolaan tanah masam secara biologi**. AgroBio 4(2):56-61

Hairiah, K. S.R. Utami, B. Lusiana, dan M.V. Noordwijk. 2002. **Neraca hara dan karbon dalam sistem agroforestri. dalam wanulca: model simulasi untuk sistem agroforestri**. International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF). 105 – 124.

Hanafiah, K. A .2010. **Dasar-Dasar Ilmu Tanah**. Raja Grafindo Persada. Jakarta.

Hardjowigeno, S. 1993. **Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis**. Akademika Pressindo. Jakarta.

_____. 2003. **Ilmu Tanah**. Akapress. Jakarta.

- _____. 2010. **Ilmu Tanah**. Edisi ketiga. PT. Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Haridjaja, O. Murtalaksono, Sudarmo dan Rachman. 1991. **Hidrologi Pertanian**. IPB Press. Bogor.
- Maharany, R. 2011. **Perbaikan sifat tanah kebun kakao pada berbagai kemiringan lahan dengan menggunakan teknik biopori dan mulsa vertikal**. Program studi pascasarjana Agroteknologi, Fakultas Pertanian USU. Medan. (Tidak dipublikasikan).
- Munsnawar, E, I. 2003. **Pupuk Organik**. Penebar swadaya. Jakarta.
- Sanchez, H.P. 1976. **Properties and Management of Soil in the Tropics**. John Wiley and Sons. New York.
- Sarief, S. 1985. **Konsevasi Tanah dan Air**. Pustaka Buana. Bandung.
- Sembiring, I. S. BR. 2015. **Sifat kimia tanah dystropepts dan pertumbuhan akar tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) yang diaplikasi mulsa organik *Mucuna bracteata***. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Riau. Pekanbaru. (Tidak dipublikasikan).
- Sevindrajuta. 1996. **Peranan cacing tanah (*Pontoscolex corethrurur*) dan macam bahan organik dalam perbaikan beberapa sifat fisika Ultisol Rimbo Data dan hasil kedelai**. Thesis. Program Pascasarjana Universitas Andalas. Padang.
- Siagian, N. 2003. **Potensi dan Pemanfaatan *Mucuna Bracteata* Sebagai Penutup Tanah di Perkebunan Karet**. Balai Penelitian Karet Sungai Putih. Medan.
- Soepardi, G. 1983. **Sifat dan Ciri Tanah**. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sullivan P. 2003. **Overview of Cover Crops and Green Manures**. Fundamentals of Sustainable Agriculture. ATTRA-National Sustainable Agriculture Information Service. 22p.
- Stevenson, F.J. 1994. **Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reaction**. Second Ed. New York: John Wiley & Sons. Inc. 496p.
- Tan K.H. 1997. **Degradasi Mineral Tanah oleh Asam Organik, Interaksi Mineral Tanah dengan Bahan Organik dan Mikrobia**. (Eds P.M. Huang and M. Schnitzer)(Transl. Didiek Hadjar Goenadi), pp. 1-42. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Utomo, M. Sudarsono, Rusman, B. Sabrina, T. Lumbanraja, J. Wawan. 2016. **Ilmu Tanah Dasar-Dasar dan Pengelolaan**. Prenadamedia Group. Jakarta.