

**KAJIAN BEBERAPA SIFAT FISIKA TANAH YANG DITANAMI
KELAPA SAWIT PADA UMUR DAN KELERENGAN YANG BERBEDA
(Studi Kasus Perkebunan Sawit Kelurahan Simpang Tuan, Kecamatan
Mendahara Ulu, Tanjung Jabung Timur)**

**Study of Some Physical Properties of Soil Planted with Oil Palm at Different
Ages and Slopes (A Case Study of Oil Palm Plantation in Simpang Tuan
Village, Mendahara Ulu District, East Tanjung Jabung)**

Laddy Megayanti, Zurhalena, Heri Junedi, Najla Anwar Fuadi *

Jurusan Agroekoteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Kampus Pinang Masak, Jambi 36361

*Penulis korespondensi : najlaaf@unja.ac.id

Abstract

Land clearing for oil palm plantations using heavy equipment will affect the physical properties of the soil, namely increasing soil compaction and decreasing soil porosity and soil moisture content. However, along with the growth of plantation crops such as oil palm, it is suspected that it can restore the physical properties of the soil. The aim of the study was to examine the differences in the physical characteristics of the soil at various ages of oil palm and the slope. The study was conducted in one of the oil palm plantations, Simpang Tuan Village, Mendahara Ulu District, Tanjung Jabung Timur Regency from March to May 2021. The study was carried out using the survey method, selecting representative areas using the Purposive Random Sampling method on oil palm plantation areas with various ages (newly planted, 5 years old, and 12 years old) and various marbles (0-3%, 3-8%, and 8-15%) with 3 replications. Parameters observed were soil texture, soil organic matter content, bulk density, water content, and soil permeability. The results showed that the older the age of oil palm plantations, the increase in organic matter content, total pore space, water content and soil permeability and a decrease in volume weight. The steeper the slope, the greater the weight of the soil volume and a decrease in the organic matter content, total pore space, water content and soil permeability.

Keywords: *land clearing, oil palm, physical properties, plant age, slope*

Pendahuluan

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) merupakan tanaman industri penghasil minyak maupun bahan bakar. Kelapa sawit merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang memiliki posisi penting dalam sektor pertanian karena menjadi tanaman penghasil minyak, dan menghasilkan nilai ekonomi terbesar pada tiap hektarnya. Tingginya peranan sawit dalam ekonomi di Indonesia akhirnya mendorong pihak pemerintah maupun swasta untuk berperan dalam mengembangkan kelapa sawit. Keberhasilan budidaya kelapa sawit ditentukan dari faktor lingkungan yaitu faktor tanah dan faktor iklim. Krisnohadi (2011) menyatakan bahwa tanah merupakan suatu komponen dalam pengembangan perkebunan termasuk juga pengembangan perkebunan kelapa sawit. Daya

dukung lahan pada perkebunan kelapa sawit merupakan aspek yang sangat penting dalam pengembangan budidaya kelapa sawit. Menurut Rosyidah dan Wirosoedarmo (2013), kegiatan budidaya yang terus menerus dapat menyebabkan terjadinya perubahan sifat fisik tanah. Kegiatan pengelolaan lahan mengakibatkan adanya perubahan sifat fisik tanah, kimia tanah dan biologi tanah.

Naldo (2011) menyatakan bahwa sifat fisik tanah sebagai salah satu penentu baik atau tidaknya suatu lahan dan lingkungan. Suatu lahan dikatakan baik apabila memiliki sifat fisik yang baik, hal tersebut juga berkaitan dengan penentu kualitas lingkungan yang baik. Sifat fisik tanah pada umumnya mengalami perubahan seiring dengan adanya kegiatan pengelolaan lahan. Sifat fisik

digunakan untuk mempertimbangkan dan menetapkan suatu lahan pertanian. Sifat fisik tanah mempengaruhi ketersediaan air, udara, maupun ketersediaan unsur hara tanaman sehingga sifat fisik tanah sangat mempengaruhi produktivitas tanaman secara maksimal.

Jambi merupakan salah satu provinsi penghasil kelapa sawit Indonesia, produksi kelapa sawit (CPO) di provinsi Jambi selalu mengalami peningkatan dimana pada tahun 2016 sebesar 1.435.141 mengalami peningkatan pada tahun 2017 dan 2018 dengan masing-masing sebesar 1.849.969 dan 2.691.270 (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2018). Salah satu areal perkebunan kelapa sawit yang ada di Jambi yaitu terletak di Kelurahan Simpang Tuan Kecamatan Mendahara Ulu Tanjung Jabung Timur. Kegiatan pengelolaan perkebunan di salah satu perkebunan kelapa sawit di Kelurahan Simpang Tuan melakukan pembukaan lahan untuk kegiatan pertanaman kelapa sawit menggunakan alat berat. Pembukaan lahan menggunakan alat berat menjadi suatu permasalahan karena menyebabkan adanya pemadatan tanah akibat dari lintasan alat berat. Kerusakan tanah akibat lintasan alat berat dapat merusak lapisan atas tanah (*top soil*) yang nantinya akan digunakan dalam kegiatan penanaman kelapa sawit. Menurut Putri (2019) dampak dari lintasan alat berat dapat menurunkan porositas tanah, penetrasi akar, kadar air tanah dan dapat meningkatkan kepadatan tanah.

Pembukaan lahan menjadi perkebunan memiliki dampak lainnya yaitu dapat mempengaruhi jumlah kandungan bahan organik dimana yang bersumber dari serasah bagian tanaman yang sudah mati. Bahan organik sendiri berperan sangat penting dalam mempertahankan sifat fisika tanah tetap baik, dimana jika kandungan bahan organik dalam tanah berkurang akan mempengaruhi sifat fisika tanah, sehingga sifat fisika tanah menjadi buruk. Okon *et al.* (2017) menyatakan jika pengisian bahan organik dan anorganik tidak tercukupi akan menyebabkan kehilangan kesuburan tanah. Seiring dengan pertumbuhan tanaman perkebunan seperti kelapa sawit diduga dapat mengembalikan sifat fisika tanah dimana hal ini didukung oleh Bahendra (2016) perubahan sifat fisik akibat pertanaman kelapa sawit dapat berubah seiring dengan peningkatan umur tanaman. Basiron dan Weng (2004) dan Aweto dan Enaruvbe (2010) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa usia tanaman akan menyebabkan variabilitas tanah karena diekstraksi dari tanah. Menurut Yasin *et al.* (2006), umur tanaman maupun vegetasi dapat mempengaruhi

perbedaan sifat fisik tanah maupun kualitas tanah, jenis dan umur tanaman memiliki kemampuan yang berbeda dalam melindungi tanah. Perbedaan sifat fisik tersebut diakibatkan luasan kanopi yang berbeda pada berbagai perbedaan umur sehingga juga memiliki kemampuan yang berbeda dalam melindungi tanah. Kajian mengenai beberapa sifat fisika tanah yang ditanami kelapa sawit penting dilakukan dengan tujuan agar dapat diketahui perbedaan karakteristik sifat fisika tanah pada berbagai umur kelapa sawit.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di perkebunan sawit Kelurahan Simpang Tuan Kecamatan Mendahara Ulu, Kabupaten Tanjung Jabung Timur. Jenis tanah di lokasi penelitian yaitu Inceptisol. Analisis contoh tanah dilakukan di Laboratorium Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jambi dan Laboratorium UPTD Terpadu Universitas Jambi. Penelitian berlangsung selama 3 bulan yaitu pada Maret 2021 sampai dengan Mei 2021.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel tanah utuh pada kedalaman 0-30 dan 30-60 cm dan sampel tanah terganggu yang diambil secara komposit. Alat yang digunakan adalah GPS (*Global Position System*), *abney level*, *ring sampel*, bor tanah mineral, pisau lapang, cangkul, *cutler*, triplek atau papan, kantong plastik, karet gelang, label, alat tulis, kamera, *software office*, *software Arc-GIS*, Aplikasi *Avenza MAP*, dan buku *Munsell Color Chart*.

Penelitian dilaksanakan dengan metode survei, pemilihan areal perwakilan dengan menggunakan metode *Purposive Random Sampling* pada areal tanaman sawit dengan berbagai umur yang berbeda sebanyak 3 ulangan. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada lahan sebagai berikut: T₁ = Lahan tanaman sawit baru tanam, lereng 3-8%, T₂ = Lahan tanaman sawit umur 12 tahun, lereng 3-8%, T₃ = Lahan tanaman sawit baru tanam, lereng 8-15%, T₄ = Lahan tanaman sawit umur 5 tahun, lereng 8-15%, dan T₅ = Lahan tanaman sawit umur 12 tahun, lereng 8-15%.

Tahapan penelitian yang dilakukan yaitu : persiapan, pembuatan peta kerja, *groundcheck* peta kerja, pengumpulan data dilapangan, dan analisis tanah di laboratorium. Parameter analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah tekstur tanah (metode hidrometer), kandungan bahan organik (metode *Loss on Ignition*), bobot volume (metode gravimetri), total ruang pori, kadar air tanah (metode gravimetri), dan permeabilitas (metode De Boodt berdasarkan Hukum Darcy)

Hasil dan Pembahasan

Kelas tekstur tanah

Hasil analisis kelas tekstur tanah pada beberapa umur tanaman kelapa sawit dengan kemiringan lereng disajikan dalam Tabel 2. Tanah pada beberapa umur tanaman kelapa sawit memiliki kelas tekstur lempung berdebu, lempung berliat, lempung, hingga lempung berpasir. Tekstur pada beberapa umur tanaman kelapa sawit dipengaruhi adanya pengaruh dari perbedaan bahan induk dan tingkat pelapukannya. Hasil analisis menunjukkan

perbedaan tekstur tanah pada umur tanaman dengan kelerengan dan kedalaman.

Perbedaan tekstur tanah tersebut dipengaruhi oleh kandungan fraksi-fraksi yang ada di dalamnya sehingga hal tersebut juga akan mempengaruhi sifat fisik tanah. Baik maupun buruknya sifat fisik suatu tanah dipengaruhi oleh tekstur tanah itu sendiri. Menurut Zurhalena dan Farni (2010), tekstur tanah tidak dipengaruhi oleh tipe penggunaan lahan ataupun perbedaan umur tanaman karena perubahan tekstur memerlukan rentang waktu yang lama.

Tabel 2. Tekstur tanah pada berbagai umur tanaman kelapa sawit.

Umur (Tahun)	Lereng (%)	Sampel	Tekstur tanah	
			Kedalaman 0-30 cm	Kedalaman 30-60 cm
0	3 – 8	T11	Lempung Berdebu	Lempung Berdebu
		T12	Lempung Berdebu	Lempung Berdebu
		T13	Lempung Berdebu	Lempung Berliat
5	3 – 8	T21	Lempung Berdebu	Lempung
		T22	Pasir Berlempung	Lempung Berpasir
		T23	Lempung Berpasir	Lempung Berpasir
	8 – 15	T51	Lempung Berdebu	Lempung
		T52	Lempung Berdebu	Lempung Berdebu
		T53	Lempung Berpasir	Lempung Berpasir
12	3 – 8	T31	Lempung Berpasir	Lempung Berdebu
		T32	Lempung Berpasir	Lempung
		T33	Pasir Berlempung	Lempung Berpasir
	8 - 15	T61	Lempung Berpasir	Lempung
		T62	Lempung Berdebu	Pasir Berlempung
		T63	Lempung Berdebu	Lempung Berdebu

Inceptisol merupakan tanah yang baru berkembang, biasanya memiliki tekstur yang beragam dari kasar hingga halus, tergantung pada tingkat pelapukan bahan induknya (Munir, 1996; Siregar *et al.*, 2018). Osinuga (2021) melaporkan bahwa terdapat variasi fraksi ukuran partikel pada umur tanaman dan kedalaman, pada perkebunan kelapa sawit didapatkan hasil fraksi pasir lebih tinggi dibandingkan dengan tanah hutan (tidak diolah). Pada lapisan 0-20 cm tingkat kepadatan tanah relatif lebih rendah dibandingkan pada lapisan 20-40 cm.

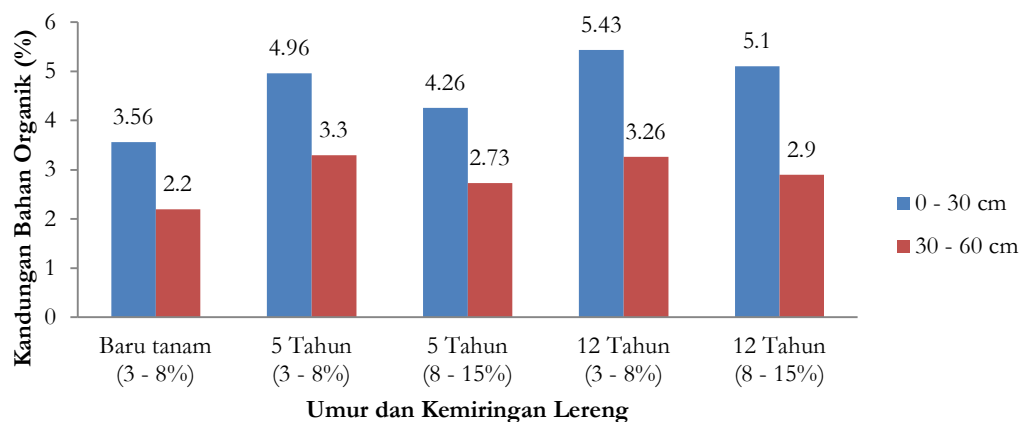
Kandungan bahan organik tanah

Kandungan bahan organik tanah pada beberapa umur tanaman kelapa sawit dengan kemiringan lereng disajikan pada Gambar 1. Kandungan bahan organik tanah pada umur tanaman 0 tahun adalah yang terendah yaitu 3,56% pada kedalaman 0-30 dan 2,2% pada kedalaman 30-60. Kandungan bahan organik tanah pada umur tanaman 5 tahun

dengan kemiringan lereng 3-8% yaitu 4,96% pada kedalaman 0-30 cm dan 3,38% pada kedalaman 30-60 cm. Kandungan bahan organik tanaman kelapa sawit umur 5 tahun lereng 8-15% yaitu 4,26% pada kedalaman 0-30 cm dan 2,73% pada kedalaman 30-60 cm. Tanaman sawit umur 12 tahun memiliki nilai rata-rata kandungan bahan organik tertinggi pada lereng 3-8% yaitu 5,43% pada kedalaman 0-30 cm dan 3,26% pada kedalaman 30-60 cm. Tanaman kelapa sawit umur 12 tahun lereng 8-15% memiliki nilai rata-rata kandungan bahan organik yaitu 5,1% pada kedalaman 0-30 cm dan 2,9% pada kedalaman 30-60 cm. Peningkatan lereng menyebabkan penurunan kandungan bahan organik tanah. Hal tersebut karena semakin miring permukaan tanah maka energi aliran air permukaan tanah (*run off*) juga akan meningkat sehingga aliran permukaan tersebut akan membawa serasah dan mengakibatkan kandungan bahan organik berkurang. Menurut Septianugraha dan Abraham (2014), penutup lahan

dengan kemiringan lereng dapat berpengaruh terhadap kandungan C organik tanah. Penutup lahan yang rapat dengan kelerengan tinggi memiliki kandungan C organik yang lebih rendah dibandingkan dengan penutup lahan yang rapat dengan kelerengan yang rendah. Sifat fisik dan kimia tanah pada penggunaan lahan yang berbeda

terkait dengan praktik pengelolaan suatu wilayah. Variasi spasial antar tanah dapat menyebabkan variasi tekstur yang akan ditemukan (Brahene *et al.*, 2016). Lapisan 0-20 cm nilai kerapatan isi tanah relative lebih rendah dibandingkan dengan lapisan 20-40 cm dimana kandungan bahan organiknya sangat rendah (Germer dan Sauerborn, 2008).

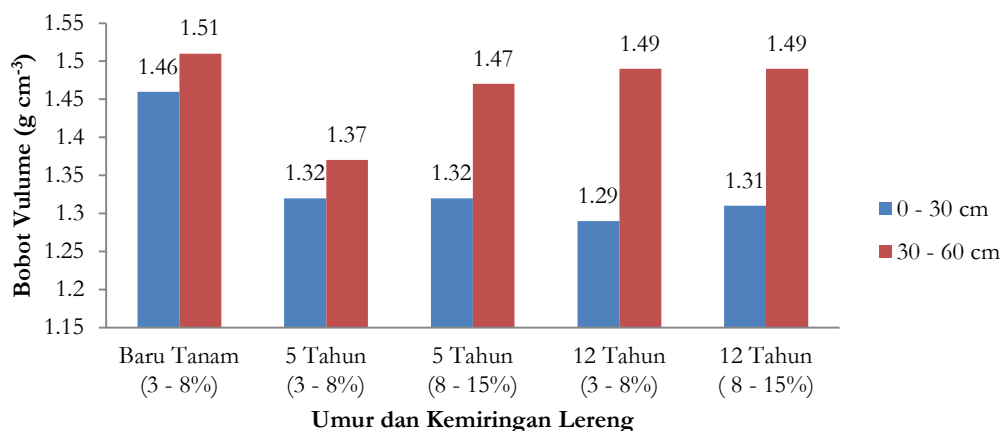


Gambar 1. Kandungan bahan organik tanah (%).

Bobot volume tanah

Bobot volume tanah pada beberapa umur tanaman kelapa sawit dengan kemiringan lereng dapat dilihat pada Gambar 2. Bobot volume meningkat seiring dengan meningkatnya umur tanaman kelapa sawit. Umur tanaman kelapa sawit 0 tahun memiliki bobot volume tanah tertinggi karena sebelumnya dilakukan pembukaan lahan menggunakan alat berat dimana akibat dari lintasan roda alat berat tanah tersebut tanahnya menjadi lebih padat. Selain itu, pada lahan umur tanaman kelapa sawit 0 tahun

juga memiliki kandungan bahan organik tanah terendah (Gambar 1) sehingga juga akan mempengaruhi kepadatan tanah. Umur tanaman kelapa sawit 5 tahun dan 12 tahun memiliki bobot volume tanah lebih rendah dibandingkan umur 0 tahun. Salah satu penyebab penurunan bobot volume yaitu pengaruh dari perkembangan akar dimana akan memecah tanah sehingga tanah lebih tidak padat. Selain itu tingkat kerapatan kanopi 5 tahun dan 12 tahun yang semakin meningkat sehingga dapat melindungi tanah dari tumbukan air hujan.



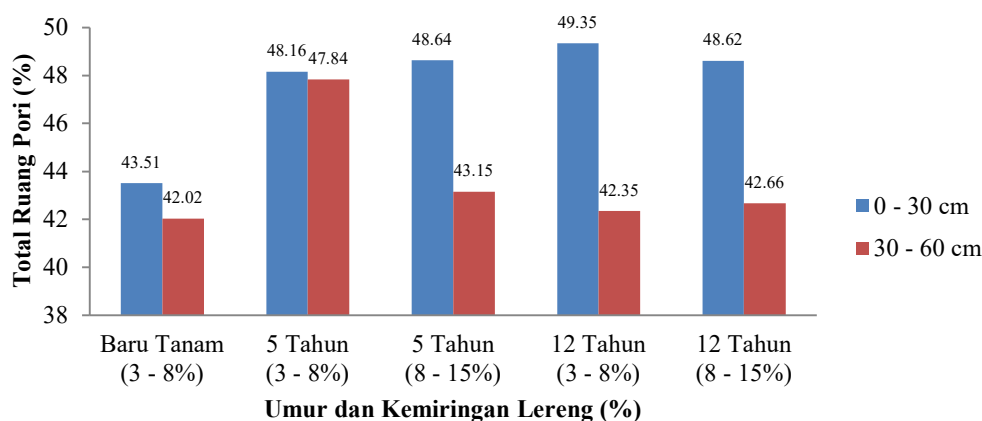
Gambar 2. Bobot volume (BV) tanah (g cm⁻³).

Pada kemiringan lereng terjadi peningkatan bobot volume seiring dengan meningkatnya kemiringan lereng. Beberapa faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya BV suatu tanah yaitu kandungan bahan organik tanah, tekstur tanah, jumlah pori tanah, dan perakaran tanaman. Kandungan bahan organik tanah yang tinggi dapat membuat nilai BV tanah dapat menurun. Tanah dengan bahan organik yang tinggi biasanya lebih gembur dibandingkan dengan tanah yang memiliki bahan organik yang lebih rendah. Bahan organik akan meningkatkan jumlah pori tanah lebih banyak sehingga kepadatan suatu tanah akan menurun. Bobot volume tanah dipengaruhi oleh struktur (dalam hal ruang pori), tekstur tanah (dalam hal ukuran dan kepadatan partikel) serta kandungan bahan organik (Islami dan Utomo, 1995; Prasetyo *et al.*, 2014). Menurut Baskoro dan Tarigan (2007), tanah dengan kadar bahan organik yang tinggi cenderung memiliki sifat fisik tanah yang baik dan stabil. Salah satu sifat fisik tanah yang stabil yaitu BV tanah yang rendah karena memiliki total ruang pori yang lebih poros. Adanya kegiatan pengolahan lahan dan tingkat kerapatan kanopi yang rendah akan menyebabkan peningkatan bobot volume tanah. Butir-butir hujan yang jatuh akan langsung mengenai tanah sehingga

tanah akan menjadi lebih padat (Putri *et al.*, 2017). Tingkat kerapatan kanopi yang tinggi dapat melindungi permukaan tanah agar tidak hancur akibat tumbukan air hujan, sehingga tidak terjadi penyumbatan pada pori tanah (Sandrawati *et al.*, 2016).

Total ruang pori

Nilai total ruang pori (TRP) dapat dilihat pada Gambar 3. Total ruang pori meningkat seiring dengan meningkatnya umur tanaman kelapa sawit. Peningkatan total ruang pori tanah dipengaruhi oleh meningkatnya kandungan bahan organik dan penurunan bobot volume tanah sehingga pada suatu tanah akan membentuk ruang pori lebih banyak sehingga akan terjadi peningkatan total ruang pori tanah. Tanah pada umur tanaman kelapa sawit 5 tahun memiliki nilai total ruang pori yang hampir sama karena pada bobot volume tanah juga memiliki nilai yang hampir sama, sedangkan pada kemiringan lereng 3-8% pada umur 12 tahun memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan kemiringan lereng 8-15%. Hal tersebut karena berhubungan dengan bobot volume yang semakin menurun dan kandungan bahan organik yang semakin meningkat.



Gambar 3. Total Ruang Pori (TRP) tanah (%)

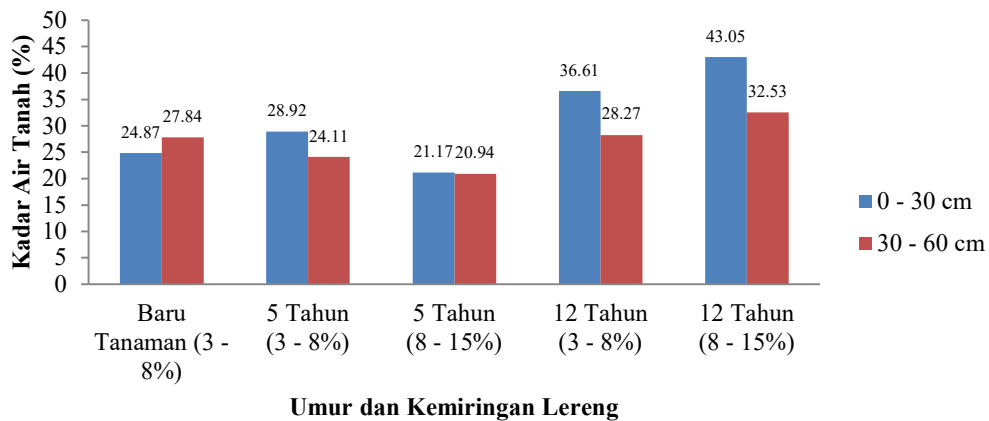
Yulipriyanto (2010) menyatakan bahwa keuntungan tingginya bahan organik dapat mengurangi bobot volume tanah. Bobot volume tanah yang rendah berhubungan dengan naiknya porositas tanah karena adanya fraksi-fraksi organik dan anorganik pada tanah. Menurut Hardjowigeno (2010), tanah yang memiliki bobot volume yang rendah memiliki nilai total ruang pori yang tinggi, sebaliknya tanah memiliki bobot volume yang tinggi memiliki nilai total ruang pori yang rendah.

Kadar air tanah

Nilai kadar air tanah dapat dilihat pada Gambar 4. Kadar air tanah meningkat seiring dengan meningkatnya umur tanaman kelapa sawit. Kandungan bahan organik yang tinggi dapat menurunkan kepadatan tanah sehingga jumlah pori suatu tanah akan tinggi dimana hal ini berpengaruh terhadap kemampuan tanah menyimpan air. Peningkatan jumlah serasah pada umur tanaman mempengaruhi jumlah bahan organik yang tersedia

sehingga akan mempengaruhi kadar air tanah. Kerapatan kanopi tanaman dapat mempengaruhi kadar air tanah karena semakin rapat suatu kanopi tanaman dapat meningkatkan terjadinya evaporasi suatu tanah atau terjadinya penurunan penguapan suatu tanah. Tanaman kelapa sawit umur 12 tahun memiliki tajuk yang lebih lebar dibandingkan umur tanaman 5 tahun dan 0 tahun. Peningkatan umur tanaman kelapa sawit memiliki pelepah yang lebih

banyak sehingga mampu menyumbangkan serasah tanaman yang tinggi dan bahan organik menjadi meningkat. Menurut Intara *et al.* (2011), kandungan bahan organik dapat menekan lajunya evaporasi. Tingginya kandungan bahan organik dapat meningkatkan kadar humus dalam tanah. Humus bersifat hidrofil, sehingga dapat meningkatkan daya serap air dalam tanah dan juga dapat meningkatkan daya simpan air menjadi tinggi.

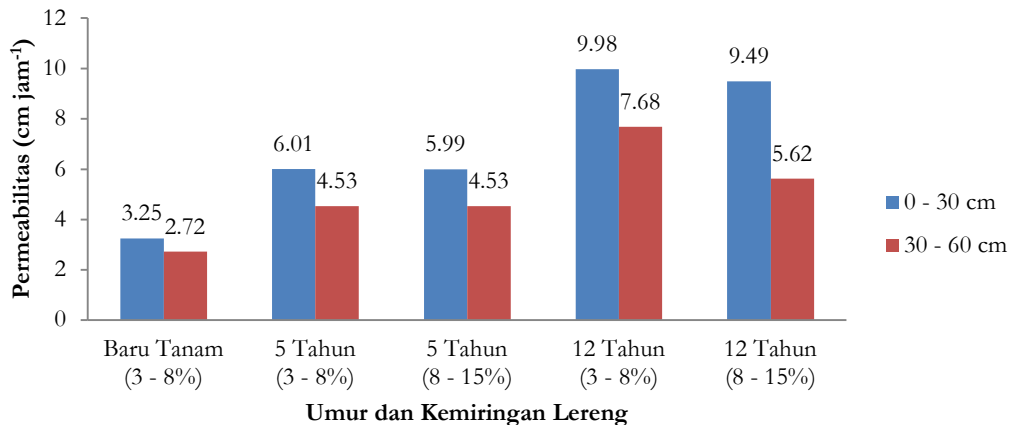


Gambar 4. Kadar air tanah (%)

Hasil pengamatan kandungan kadar air tanah pada setiap kemiringan lereng juga menunjukkan penurunan kandungan kadar air tanah seiring dengan meningkatnya kemiringan lereng. Pada kemiringan lereng 3-8% memiliki sifat fisik tanah yang lebih baik dibandingkan dengan tanah dengan kemiringan lereng 8-15%. Menurut Banjarnahor *et al.* (2018), penurunan kadar air tanah terkait dengan kemiringan lahan. Kadar air cenderung menurun seiring dengan meningkatnya kemiringan lereng.

Permeabilitas tanah

Permeabilitas tanah pada beberapa umur tanaman kelapa sawit dengan kemiringan lereng dapat dilihat pada Gambar 5. Permeabilitas tanah meningkat seiring dengan meningkatnya umur tanaman kelapa sawit. Peningkatan permeabilitas tanah di pengaruhi oleh kandungan bahan organik, total ruang pori yang semakin meningkat serta adanya penurunan bobot volume tanah.



Gambar 5. Nilai rata-rata permeabilitas tanah (cm jam⁻¹).

Nilai permeabilitas tanah turun seiring dengan meningkatnya kemiringan lereng. Kemiringan lereng 3-8% baik pada umur 5 dan 12 tahun lebih tinggi dibandingkan dengan kemiringan lereng 8-15% pada umur 5 dan 12 tahun. Penyebab terjadinya penurunan permeabilitas tanah dengan meningkatnya kemiringan lereng yaitu pengaruh dari besar kecilnya terjadi erosi pada tanah tersebut. Semakin curam lereng aliran permukaan semakin besar sehingga mempengaruhi kandungan bahan organik tanah yang akan berpengaruh juga terhadap bobot volume dan total ruang pori. Menurut Yulnafatmawita *et al.* (2008), tingginya kandungan bahan organik pada lapisan atas menyebabkan proses agregasi tanah baik. Bahan organik mampu menyatukan butir tunggal menjadi agregat mikro kemudian agregat mikro menjadi agregat makro yang mempunyai ruang pori yang seimbang antara pori mikro dan makro. Keseimbangan pori tanah mampu melewati air lebih cepat persatuan waktu dibanding tanah yang sama tetapi dengan kandungan bahan organik yang rendah. Beberapa faktor lain yang mempengaruhi permeabilitas suatu tanah yaitu tekstur tanah dan total ruang pori tanah. Tekstur tanah yang banyak mengandung pasir dapat meningkatkan permeabilitas tanah. Menurut Evarnaz *et al.* (2014), tekstur tanah yang banyak mengandung lebih banyak fraksi pasir dan memiliki kelas struktur lempung berpasir akan memiliki nilai permeabilitas yang cenderung tinggi. Kerapatan konfigurasi dari butiran pada suatu volume tanah menyebabkan nilai permeabilitas semakin rendah.

Kesimpulan

Semakin tua umur tanaman kelapa sawit terjadi peningkatan kandungan bahan organik, total ruang pori, kadar air dan permeabilitas tanah, tetapi terjadi penurunan bobot volume. Selain itu, semakin curam lereng terjadi peningkatan bobot volume tanah, serta terjadi penurunan kandungan bahan organik, total ruang pori, kadar air dan permeabilitas tanah.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pimpinan dan staf perkebunan sawit Kelurahan Simpang Tuan Kecamatan Mendahara Ulu, Kabupaten Tanjung Jabung Timur atas bantuannya dalam pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

Aweto, A.O. dan Enaruvbe, G.O. 2010. Catenary variation of soil properties under oil palm plantation

- in South Western Nigeria. Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management 3(1):1-10.
- Bahendra, F.P. 2016. Kajian Sifat Fisik Tanah Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* J.) pada Tingkat Umur yang Berbeda di PT. Agro Muko-Tanah Rekah Estate Propinsi Bengkulu. Universitas Andalas.
- Banjarnahor, N., Hindarto, K.S. dan Fahrurrozi. 2018. Hubungan kelerengan dengan kadar air tanah, pH tanah, dan penampilan jeruk Gerga di Kabupaten Lebong. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia 20(1):13-18.
- Basiron, Y. dan Weng, C.K. 2004. The oil palm and its Sustainability. Journal of oil Palm Research. 16(1):1-10.
- Baskoro, D.P.T dan Tarigan, S.D. 2007. Soil moisture characteristics on several soil types. Jurnal Tanah dan Lingkungan (9):77-81.
- Brahene, S.B., Owusu, B.E dan Abeko, M.K. Physicochemical properties of soils under oil palm plantations of different ages. Nature and Faune Journal 30(1):54-58.
- Evarnaz, N., Toknok A. dan Ramlah, A. 2014. Sifat fisik tanah di bawah tegakan eboni (*Diospyros celebica* Bakh) pada kawasan cagar alam Pangli Binangga Kabupaten Parigi Moutong. Warta Rimba 2(2):109-116.
- Germer, J. dan Sauerborn, J. 2008. Estimation of impact of oil palm plantation establishment on green house gas balance. Environmental and Sustainability Journal.10(6):697-716.
- Hardjowigeno, S . 2010. Ilmu Tanah. Jakarta, Akademika Presindo.
- Intara, Y.I., Sapei, A., Erizal, N., Sembiring, M.H.B dan Djoefrie. 2011. Pengaruh pemberian bahan organik pada tanah liat dan lempung berliat terhadap kemampuan mengikat air. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia 16(2):130-135.
- Islami, T. dan Utomo, W.H. 1995. Hubungan Tanah, Air dan Tanaman. IKIP Semarang Press. Semarang. 297 hal
- Krisnohadi, A. 2011. Analisis pengembangan lahan gambut untuk tanaman kelapa sawit Kabupaten Kubu Raya. Jurnal Teknologi Perkebunan & PSDL 1:1-7.
- Munir, M. 1996. Tanah-tanah Utama Indonesia. Dunia Pustaka Jaya.
- Naldo, R.A. 2011. Sifat Fisika Ultisol Limau Manis Tiga Tahun Setelah Pemberian Beberapa Jenis Pupuk Hijau.Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Andalas.
- Okon, M.A., Nwachukwu, M.N. dan Osujieke, D.N. 2017. Differences in physicochemical properties of soils under oil palm plantations of different age in Ohaji/Egbema Imo State. Internasional Journal of Research in Agriculture and Forestry 4(1):1-5.
- Osinuga, O. 2021. Dynamics in physicochemical properties of soils under oil palm plantations of different ages. Nigerian Journal of Soil Science 31(2):120-126.

- Prasetyo, R.A., Nugroho, A. dan Moenandir, J. 2016. Pengaruh sistem olah tanah dan berbagai mulsa organik pada pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) var. Grobogan. Jurnal Produksi Tanaman 1(6):486-495
- Putri, F. N. E. 2019. kajian pemadatan tanah akibat lintasan traktor roda 4 dan pemberian bahan organik (studi kasus di Lahan Perkebunan Tebu PTPN II Klumpang). Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara.
- Putri, M.D., Baskoro, DPT., Tarigan, SD. dan Wahjunie, E.D. 2017. Karakteristik Beberapa Sifat Tanah Pada Berbagai Posisi Lereng dan Penggunaan Lahan di DAS Ciliwung Hulu. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan 19(2):81-85.
- Rosyidiah, E. dan Wirosodarmo, R. 2013. Pengaruh sifat fisik tanah pada konduktivitas hidrolik jenuh di 5 penggunaan lahan (studi kasus di Kelurahan Sumbersari Malang). Agritech 33(3):340-345.
- Sandrawati, A., Setiawan, A. dan Kesumah, G. 2016. Pengaruh kelas kemiringan lereng dan penggunaan lahan terhadap sifat fisik tanah di kawasan penyangga Waduk Citrata Kecamatan Cipeundeuy Kabupaten Bandung Barat. SoilREns14(1):6-10.
- Septianugraha, R. dan Sunadikusumah, A. 2014. Pengaruh penggunaan lahan dan kemiringan lereng terhadap C-organik dan permeabilitas tanah di Sub DAS Cisangkuy Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung. Agrin 18(2):158-166.
- Siregar, H.B., Sumono, dan Nasution, D.L.S. 2018. Kajian sifat fisika tanah pada areal tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) yang sudah tidak produktif di PTP Nusantara III Rambutan. Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian 6(3):583-589.
- Yasin, S., Darfis, I. dan Candra, A. 2006. Pengaruh tanaman penutup tanah dan berbagai umur tanaman sawit terhadap kesuburan tanah Ultisol di Kabupaten Dharmasraya. Jurnal Solum III(1):34-39.
- Yulipriyanto, H. 2010. Biologi Tanah dan Strategi Pengolahannya. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Yulnafatmawita, Adrinal, dan Isminingsih, S. 2008. Kajian sifat fisika tanah pada pertumbuhan tanaman manggis (*Garcinia mangostana* L) di Kabupaten Lima Puluh Kota. Jurnal Solum 5(2):78- 87.
- Zurhalena dan Farni. Y 2010. Distribusi pori dan permeabilitas Ultisol pada beberapa umur pertanaman. Jurnal Hidrolitan 1(1):43-47.