



## KARAKTERISTIK SIFAT FISIKA TANAH PADA BERBAGAI KELAS UMUR TEGAKAN KELAPA SAWIT DI PT. PP. LONDON SUMATERA INDONESIA, Tbk UNIT SEI MERAH ESTATE

SURATNI AFRIANTI<sup>1</sup>, MAHARDIKA P. PURBA<sup>2</sup>, KRISTINA NAPITUPULU<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Fakultas Agro Teknologi Universitas Prima Indonesia

Email : suratniafrianti@unprimdn.ac.id

### ABSTRAK

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu komoditas perkebunan di Indonesia sebagai sumber devisa, lapangan kerja dan sumber kesejahteraan bagi petani dan pengusaha. Pola penggunaan lahan mempengaruhi sifat dari tanah terutama sifat fisika suatu tanah, karena penggunaan atau pengolahan tanah dapat mengakibatkan terputusnya sistem kapiler tanah dan rusaknya batas-batas horizon tanah yang menimbulkan kemunduran sifat-sifat fisika tanah dan kimia, seperti kehilangan unsur hara dan bahan organik. Penelitian ini bertujuan untuk Menganalisis sifat fisika tanah (tekstur, struktur, warna tanah, *bulk density*, *partikel density*, porositas tanah, kadar air tanah) pada berbagai kelas umur tegakan kelapa sawit siklus tanam keempat. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode survei dengan analisis deskriptif. Sampel tanah yang di ambil adalah TBM I, TBM II, TBM III dan TM I, TM II, TM III dan Sampel tanah diuji di laboratorium untuk masing-masing karakteristik sifat fisika tanah. Hasil penelitian menunjukkan sifat fisika tanah di PT. PP. London Sumatra Indonesia, Tbk unit Sei Merah Estate menunjukkan tekstur tanah Lempung Berpasir, Struktur tanah *granular* atau remah, Nilai *Bulk Density* menunjukkan rendah, porositas tanah masih tinggi, warna tanah terlihat relatif gelap, dan kadar air tanah masih relatif normal.

Kata kunci: Kelapa Sawit, Sifat, Fisika, Tanah

### PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu komoditas perkebunan di Indonesia sebagai sumber devisa, lapangan kerja dan sumber kesejahteraan bagi petani dan pengusaha. Sejak tahun 2008, minyak sawit menggeser dominasi minyak kedelai dunia dan sekaligus menempatkan minyak sawit sebagai

sumber penting minyak nabati dunia. Pada tahun 2014, minyak sawit memiliki pangsa dunia sebesar 42,1% (Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia, 2014). Kebutuhan minyak sawit cenderung terus meningkat setiap tahun. Hal ini mendorong perkebunan kelapa sawit untuk terus menambah luasan areal tanam. Hingga tahun 2014, luas

perkebunan kelapa sawit diperkirakan sekitar 10,9 juta ha dengan produksi *Crude Palm Oil* (CPO) sebesar 29,3 juta ton (Badan Pusat Statistik, 2014).

Umur dan jenis vegetasi juga dapat mempengaruhi sifat-sifat tanah dan kualitas tanah, karena jenis dan umur vegetasi yang berbeda mempunyai kemampuan yang berbeda pula untuk melindungi tanah dari pengaruh erosi. Hal ini disebabkan oleh perbedaan luasan kanopi tanaman yang menutup tanah pada berbagai tingkat umur tanaman (Yasin *et al*, 2006).

Tanaman budidaya seperti halnya tanaman kelapa sawit memiliki luasan kanopi dan penutupan lahan yang berbeda bila dibandingkan dengan tanaman hutan yang tumbuh rapat. Sementara itu untuk melindungi tanah dari pengaruh erosi maka dilakukan penanaman tanaman penutup tanah. Tanaman penutup tanah secara nyata dapat melindungi tanah dari ancaman kerusakan tanah oleh bahaya erosi serta dapat juga memperbaiki sifat fisika, kimia, serta biologi tanah melalui perombakan bahan organik yang berasal dari pelapukan atau dekomposisi dari vegetasi itu sendiri. Hal ini juga dapat mempertahankan siklus hara di dalam tanah sehingga kehilangan hara yang disebabkan proses erosi tidak terlalu besar (Rusman, 1999).

Arsyad (2006), dalam Suryani (2011) mengemukakan bahwa kerusakan tanah adalah hilangnya atau menurunnya fungsi tanah, baik sebagai sumber unsur hara tumbuhan maupun sebagai matriks tempat akar tumbuhan berjangkar dan tempat air tersimpan. Pembukaan lahan hutan menjadi lahan pertanian atau perkebunan dapat diduga sebagai penyebab rusaknya struktur tanah baik di lapisan atas maupun lapisan bawah. Kandungan bahan organik di dalam tanah sangat mempengaruhi kerapatan butir tanah. Semakin banyak kandungan bahan organik yang terkandung dalam tanah, maka makin kecil nilai kerapatan

partikelnya. Selain itu, dalam volume yang sama, bahan organik memiliki berat yang lebih kecil daripada benda padat tanah mineral yang lain. Sehingga jumlah bahan organik dalam tanah mempengaruhi kerapatan butir. Akibatnya tanah permukaan kerapatan butirnya lebih kecil daripada sub soil. Dengan adanya bahan organik, menyebabkan nilai kerapatan partikel semakin kecil (Hanafiah, 2007).

Menurut Rosyidah dan Wirosoedarmo (2013), sifat fisik tanah yang perlu diperhatikan adalah terjadinya masalah *degradasi* struktur tanah akibat fungsi pengelolaan. Selain itu pada lahan budidaya yang tidak tererosi, bahan organik hilang secara cepat. Hal tersebut ditemukan di *Missouri Agricultural Experiment Station* bahwa sebagai hasil budidaya lebih dari 60 tahun, tanah pada keadaan yang tidak tererosi, bahan organik hilang sepertiganya, kehilangan tersebut lebih besar pada awal budidaya dibandingkan budidaya selanjutnya. Kehilangan bahan organik sekitar 25% pada 20 tahun awal, sekitar 10% pada 20 tahun kedua dan hanya sekitar 7% pada 20 tahun ketiga. Penggunaan lahan secara terus menerus, mengakibatkan tanah di lahan tersebut memiliki sifat fisik yang berbeda-beda. Pengolahan tanah yang berbeda dapat mempengaruhi sifat tanah, baik fisik, kimia dan biologi tanah.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilaksanakan di perkebunan kelapa sawit PT. PP. London Sumatra Indonesia, Tbk unit Sei Merah Estate, pada bulan Maret – Mei 2018 dan dilanjutkan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Contoh tanah utuh merupakan contoh tanah yang diambil dari lapisan tanah tertentu dalam keadaan tidak terganggu, sehingga kondisinya hampir menyamai kondisi di lapangan. Contoh tanah tersebut digunakan untuk keperluan berbagai analisis sifat fisika

tanah seperti: Bulk density dan porositas tanah. Metode ini dilakukan dengan cara:

1. Membersihkan permukaan tanah dibersihkan dari rerumputan dan sampah,
2. Menimbang berat Ring sampel terlebih dahulu sebelum digunakan,
3. Pada tanah diletakkan bagian runcing Ring sampel menghadap ke tanah kemudian ditekan sehingga keseluruhan ring masuk kedalam tanah,
4. Tanah yang berada di ring sampel kira-kira telah muncul diatas bibir ring bagian atas, maka penekanan dihentikan kemudian bagian bawahnya dipotong dengan pisau atau sekop, Ring yang sudah terisi tanah lalu diratakan sehingga kedua permukaan ring baik atas maupun bawah betul-betul rata dengan kedua bibir ring sampel,

5. Pada masing-masing bibir sampel ditutup dengan tutup ring yang terbuat dari plastik,

Ring sampel yang sudah berisi tanah lalu dimasukkan kedalam kantong plastik atau kotak, supaya aman dalam pengangkutannya dan sedapat mungkin segera dianalisa.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Identifikasi Siklus Tanam Perkebunan Kelapa Sawit

Siklus tanam di perkebunan PT. PP. London Sumatra Indonesia, Tbk unit Sei Merah Estate, berada pada siklus tanam ke-4. Dimana siklus tanaman pertama dan siklus tanaman kedua ditanami dengan tanaman karet, dan pada siklus tanaman ketiga dan keempat ditanami dengan tanaman kelapa sawit. Hasil analisis sifat fisik tanah disajikan pada Tabel 2.

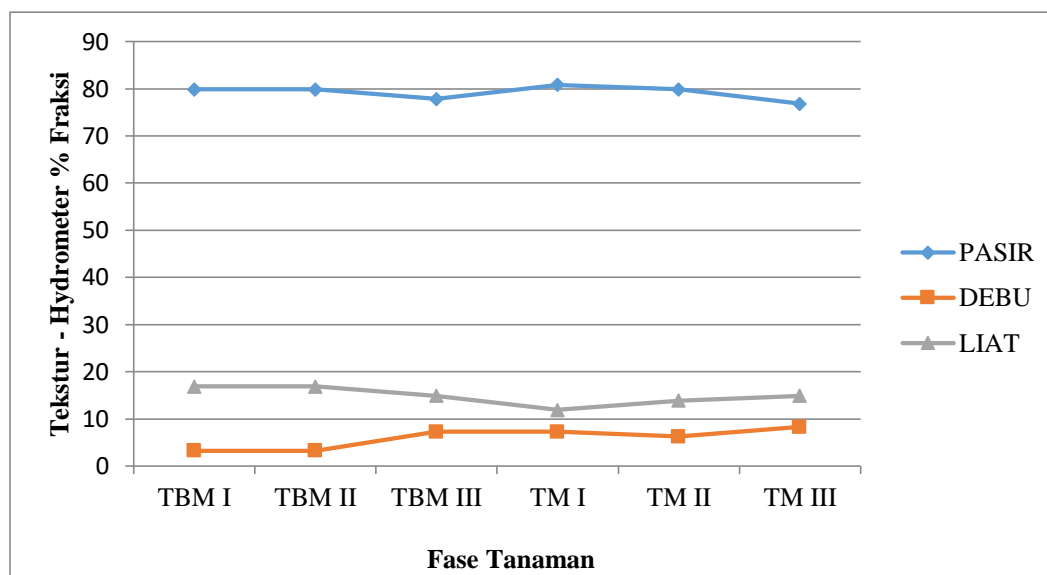
Tabel 2. Sifat Fisika Tanah

No Lab	No Lapangan	Parameter						
		Tekstur – Hydrometer % Fraksi			Tekstur	BD g/cm <sup>3</sup>	Porositas %	Kadar Air %
Pasir	Debu	Liat						
1.	TBM I	79,84	3,28	16,88	Lp	0,82	69,10	18,6
2.	TM I	80,84	7,28	11,88	Lp	1,08	59,40	10,4
3.	TBM II	79,84	3,28	16,88	Lp	1,26	52,63	12,6
4.	TM II	79,84	6,28	13,88	Lp	1,05	60,53	7,4
5.	TBM III	77,84	7,28	14,88	Lp	1,00	62,11	9,0
6.	TM III	76,84	8,28	14,88	Lp	0,89	66,39	8,2

Keterangan :

Lp : Lempung Berpasir

## Tekstur Tanah



Gambar 5. Grafik Tekstur Tanah

Berdasarkan hasil penelitian, keadaan tekstur tanah pada TBM 1, TBM II, TBM III dan TM I, TM II, TM III, menunjukkan bahwa tekstur tanah Lempung Berpasir. Hanafiah (1995) menyatakan bahwa tanah yang bertekstur lempung berpasir lebih baik jika dibandingkan dengan tanah yang bertekstur lempung, karena didominasi pasir maka banyak terdapat pori-pori makro disebut lebih porous, makin besar porous tanah maka makin mudah air dan udara untuk bersirkulasi (*drainase* dan *aerasi*). Didukung oleh pernyataan

Setyowati (2007) jika semakin tinggi persentase pasir dalam tanah, makin banyak ruang pori-pori diantara partikel tanah semakin dapat memperlancar gerakan udara dan air.

Selanjutnya Hanafiah (1995) juga menyatakan bahwa tanah yang bertekstur kasar atau tanah berpasir berarti tanah yang mengandung minimal 70% pasir atau pasir berlempung. Tanah Lempung Berpasir memiliki kemampuan memegang air dan mengandung unsur hara tinggi, serta kondisi tanahnya lebih subur dengan mengandung nitrogen dan bahan organik lebih banyak. Selanjutnya

Darmawijaya (1990) dalam Buhang (2009) mengatakan bahwa tidak adanya perbedaan kelas tekstur pada beberapa satuan lahan disebabkan oleh satuan lahan tersebut mempunyai bahan induk yang sama, disamping itu tekstur tanah menyatakan sifat tanah yang sukar mengalami perubahan.

Pada penelitian sebelumnya (studi kasus desa Toro Kecamatan Kulawi Kabupaten Sigi Sulawesi Tengah : Taman Nasional Lore Lindu) lahan hutan sekunder (pasir 13,4%, debu 33,4%, liat 19,4) dengan ketinggian 1056 mdpl dan hutan primer (pasir 40,1%, debu 45,6%, liat 14,3) dengan ketinggian 1896 mdpl yang memiliki kelas tekstur Lempung (Rustam *et al.*, 2016).

Tekstur tanah hutan lebih berkembang dari lahan pertanian, yang salah satu penyebabnya adalah pengaruh bahan organik tanah. Pada proses dekomposisi bahan organik akan menghasilkan asam-asam organik yang merupakan pelarut efektif bagi batuan dan mineral-mineral primer (pasir dan debu) sehingga lebih mudah pecah menjadi ukuran yang lebih kecil seperti lempung selain itu, jumlah dan kerapatan akar lebih tinggi pada

hutan akan mempercepat penghancuran secara fisika sehingga fraksi yang lebih halus akan cepat terbentuk (Arifin, 2011).

### Partikel Density

Kerapatan partikel adalah bobot *massa* partikel padat persatuan volume tanah, biasanya tanah memiliki kerapatan partikel yaitu  $2,6 \text{ g/cm}^3$ . Kerapatan partikel erat hubungannya dengan kerapatan massa. Hubungan kerapatan partikel dan kerapatan massa dapat menentukan pori-pori pada tanah (Hanafiah, 2004).

*Partikel density* dinyatakan dalam berat (gram tanah persatuan volume  $\text{cm}^3$ ) tanah. Jadi bila  $1 \text{ cm}^3$  padatan tanah beratnya 2,6 g, maka *partikel density* tanah tersebut adalah  $2,6 \text{ g/cm}^3$  (Pedro, 2001).

Pada umumnya Tanah mineral mempunyai kisaran *partikel density* antara  $2,6 - 2,9 \text{ g/cm}^3$ . Berat jenis rata-rata butiran tanah dan mineral  $2,65 \text{ g/cm}^3$  untuk kepentingan praktis. Sebagai bahan perbandingan berat jenis tanah-tanah organik jauh lebih kecil yaitu  $0,5-0,8 \text{ g/cm}^3$ . Berat jenis butiran berubah dengan ukuran butiran atau dengan perubahan pori-pori. Berat jenis tanah mineral rata-rata merupakan berat jenis mineral yang paling banyak terdapat dalam tanah (Madjid, 2010).

Kandungan bahan organik di dalam tanah sangat mempengaruhi kerapatan butir tanah. Semakin banyak kandungan bahan organik yang terkandung dalam tanah, maka makin kecil nilai kerapatan partikelnya. Selain itu, dalam volume yang sama, bahan organik memiliki berat yang lebih kecil daripada benda padat tanah mineral yang lain. Sehingga jumlah bahan organik dalam tanah mempengaruhi kerapatan butir. Akibatnya tanah permukaan kerapatan butirnya lebih kecil daripada sub soil. Dengan adanya bahan organik, menyebabkan nilai kerapatan partikel semakin kecil (Hanafiah, 2007).

### Porositas Tanah

Porositas tanah adalah sifat tanah yang menyatakan keadaan total pori tanah yang penting untuk ketersediaan air maupun *sirkulasi* udara dalam tanah (Arsyad, 1989). Selanjutnya Menurut Hardjowigeno (2007), porositas tanah dipengaruhi oleh kandungan bahan organik, struktur, ukuran pori dan tekstur tanah. Porositas tanah tinggi jika bahan organik tinggi. Tanah-tanah dengan struktur remah atau *granular* mempunyai porositas yang lebih tinggi daripada tanah-tanah yang berstruktur pejal. Sedangkan untuk jenis tanah pada lokasi penelitian tanah pasir pada umumnya memiliki kandungan bahan organik yang rendah dan tidak memiliki struktur tanah sehingga porositas cenderung buruk. Selanjutnya Hanafiah (1995) menyatakan bahwa tanah yang bertekstur lempung berpasir lebih baik jika dibandingkan dengan tanah yang bertekstur lempung, karena didominasi pasir maka banyak terdapat poripori makro disebut lebih poreus, makin besar poreus tanah maka makin mudah air dan udara untuk bersirkulasi (*drainase* dan *aerasi*). Yang didukung oleh pernyataan Setyowati (2007) jika semakin tinggi persentase pasir dalam tanah, makin banyak ruang pori-pori diantara partikel tanah semakin dapat memperlancar gerakan udara dan air.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di PT. PP. London Sumatera Indonesia, Tbk unit Sei Merah Estate, Porositas Tanah pada TBM I 69,10%, TBM II 52,63%, TBM III 62,11% dan TM I 59,40%, dan TM II 60,53%, TM III 66,39. Data dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa porositas tanah masih tinggi.

Pada penelitian sebelumnya (studi kasus desa Toro Kecamatan Kulawi Kabupaten Sigi Sulawesi Tengah : Taman Nasional Lore Lindu) lahan hutan sekunder 58,72% dengan ketinggian 1056 m dpl, sedangkan pada

bagian hutan primer 48,78% dengan ketinggian 1896 mdpl (Rustam *et al.*,2016). Maka dapat ditarik kesimpulan porositas tanah pada lahan perkebunan kelapa sawit PT. PP. London Sumatera Indonesia, Tbk unit Sei Merah Estate tidak berbeda jauh dibandingkan dengan lahan hutan sekunder dan primer.

Hal di atas sesuai dengan pendapat Hardjowigeno (1992) bahwa porositas yang tinggi, maka bahan organik dapat memperkecil *bulk density* tanah karena bahan organik jauh lebih ringan dari pada mineral dan bahan organik juga memperbesar porositas tanah. Semakin tinggi bahan organik tanah akan semakin rendah *bulk density* dan semakin tinggi porositasnya. Pernyataan tersebut didukung oleh Junaedi (2010) yang menyatakan bahwa semakin tinggi bahan organik tanah semakin rendah bobot volume tanah dan semakin tinggi ruang pori.

#### 4.5. Warna Tanah

Warna tanah menunjukkan kandungan bahan organik tanah tersebut. Makin tinggi kandungan bahan organik, warna tanah makin gelap. Hal ini dapat dilihat pada lampiran *Tally Sheet* Pengamatan, bahwa tanah cenderung lebih gelap. Pada Tanaman Belum Menghasilkan (TBM) warna tanah merah kekuningan (*yellowish red*) sampai coklat kuat (*strong brown*), namun pada Tanaman Menghasilkan (TM) warna tanah coklat kemerahan (*reddish brown*) sampai coklat gelap (*dark brown*).

Pada penelitian sebelumnya di Kebun Adolina PTPN IV pada Beberapa Generasi Tanam. Pada generasi kontrol yang belum pernah ditanami kelapa sawit warna tanah dari hitam kecokelatan hingga coklat kekuningan terang dengan nilai *chroma* dan *hue* dari 2/2 10 YR - 6/3 2,5 Y. Pada generasi 1 yang baru sekali ditanami kelapa sawit memiliki warna tanah coklat gelap hingga abu-abu kekuningan dengan nilai *chroma* dan *hue* masing-masing 3/3 10YR - 5/3 2,5 Y, generasi 3 warna tanah

yang didapati, yaitu warna hitam kecokelatan hingga coklat kuning langsung dengan nilai *chroma* dan *hue* 2/3 10 YR - 4/3 2,5 Y dan pada generasi 4 diperoleh hasil analisis warna tanah dari warna tergelap hingga terang, yaitu coklat gelap hingga coklat abu-abu kekuningan dengan nilai *chroma* dan *hue* 3/3 10 YR - 5/4 2,5 Y (Simarmata *et al.*,2017).

Dari hasil penelitian yang saya lakukan di perkebunan kelapa sawit PT. PP. London Sumatera Indonesia, Tbk unit Sei Merah Estate warna tanah relatif gelap, dan tidak berbeda jauh dari penelitian sebelumnya yang dilakukan di Kebun Adolina PTPN IV oleh peneliti lainnya.

Tanah yang memiliki warna relatif gelap memiliki tingkat kesuburan tanah yang tinggi begitupula sebaliknya bila warnanya cenderung muda tingkat kesuburan tanahnya rendah. Karena warna tanah yang relatif gelap itu mengandung banyak bahan mineral di dalamnya dan bahan mineral inilah yang nantinya akan menyuburkan tanah. selain mineral, pada tanah yang mempunyai warna yang cenderung gelap tanahnya gembur, terdapat banyak cacing yang hidup di dalamnya dan juga sisa bahan organik (Rafi'i, 1982).

#### KESIMPULAN

Berdasarkan sifat fisika tanah hasil penelitian dan uraian pembahasan dapat diambil kesimpulan, tekstur tanah di PT. PP. London Sumatera Indonesia, Tbk unit Sei Merah Estate Lempung Berpasir, Struktur tanah *granular* atau remah, Nilai *Bulk Density* menunjukkan rendah, porositas tanah masih tinggi, warna tanah terlihat relatif gelap, dan kadar air tanah masih relatif normal.

#### DAFTAR PUSTAKA

Anwar, E.K., P. Kabar, & Subowo. 2006. Pemanfaatan cacing tanah

- Pheretima hupiensis untuk meningkatkan produksi tanaman jagung. *Jurnal Penelitian Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Islam Sumatera Utara* 25(1): 42-51.
- Arsyad, S. 2006. *Konservasi tanah dan Air*. IPB Press, Bogor.
- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Jurusan Tanah Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Arifin, Z. 2011 Analisis Nilai Indeks Kualitas Tanah Entisol Pada Penggunaan Lahan Yang Berbeda. *Agroteksos* 21 (1) : 4754.
- Atmojo, W.S. 2003. Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolannya. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Barchia, M. F. 2009. *Agroekosistem Tanah Masam*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Binkley, D. 1987. *Forest Nutrition Management*. A Willey Interscience Publication. New York Cheichester-Brisbane- Toronto- Singapore.
- Burdiono, M., 2012. Pemanfaatan Serasah Tebu Sebagai Mulsa Terhadap Pemadatan tanah Akibat Lintasan Roda Traktor pada PG. Takalar. Program Studi Keteknikan Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin Makasar. Skripsi (di publikasikan).
- Buhang, A., 2009. Sifat Fisik Tanah Pada Tegakan Agroforestri Sederhana Dan Kompleks di Kawasan Zona Penyangga Taman nasional Lore Lindu Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi. Program Studi Manajemen Hutan, Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Tadulako Palu, Sulawesi Tengah. Skripsi. (tidak dipublikasikan)
- BPS. 2014. *Statistik Kelapa Sawit Indonesia*. Badan Pusat Statistik Indonesia. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2007. *Road Map Kelapa Sawit (Elaeis guineensis)*. Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2008. *Kebijakan pengembangan kelapa sawit sberkelanjutan*. Makalah disampaikan pada Seminar Implementasi RSPO di Indonesia, Bogor, 10 Juni 2008.
- Foth H. D. 1994. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*, Edisi 6. Adisoemarto S. Jakarta: Erlangga. Terjemahan dari: *Fundamental of Soil Science*.
- GAPKI. 2014. *Industri Minyak Sawit Indonesia Menuju 100 Tahun NKRI*. Membangun Kemandirian Ekonomi, Energi dan Pangan Secara Berkelanjutan. Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia.
- Hardjowigeno S. 2007. *Ilmu Tanah*. Jakarta: CV Akademika Pesindo.
- Hardjowigeno, S. 2003. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Akademika Presindo. Jakarta.
- Hanafiah, K.A., 2005. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Raja Grafindo, Jakarta.
- Hanafiah, Kemas Ali. 2004. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT. RajaGrafindoPersada. Jakarta.

- Haridjaja O.S.R.P Sitorus dan K.R Brata,. 1983. Penuntun Praktikum Fisika Tanah. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Hasibuan B A. 2006. Ilmu Tanah. Universitas Sumatra Utara, Fakulta Pertanian. Medan.
- Hanafiah K A. 2007. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada.
- Hanafiah, A. S., T. Sabrina., H. Guchi. 2009. Biologi dan Ekologi Tanah. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Hanafiah, K.A., I. Anas, A. Napoleon, & N. Ghoffar. 2003. Biologi Tanah. Ekologi dan Makrobiologi Tanah. Divisi Buku Perguruan Tinggi. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Herlina. 2002. Analisis Kelayakan Finansial dan Kesempatan Kerja Proyek Konversi Tanaman Karet Menjadi Tanaman Kelapa Sawit pada PTPN VI (Persero) Kebun Rimbo Satu Kabupaten Tebo Provinsi Jambi [skripsi] Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Islami, T dan Istomo. 1995. Hubungan Tanah, Air dan Tanaman. IKIP-Semarang Press.
- Junaedi, H., 2010. Perubahan Sifat Fisika Ultisol, Akibat Konversi Hutan Menjadi Lahan Pertanian. J. Hidrolitan 1:2 ISSN 2086-4825.
- Madjid, A. 2009. Dasar-dasar Ilmu Tanah. <http://dasar2ilmutanah.blogspot.com/2009/04/fisikatanah-bagian-6-airtanahdan.html>. Diakses pada tanggal 21 maret 2017.
- Manfarizah, Syamaun, Nurhaliza S. 2011. Karakteristik Sifat Fisika Tanah di University Farm Station Bener Meria. Agrista. 15. (1) 1-9
- Mustofa, A. 2007. Perubahan Sifat Fisik, Kimia dan Biologi Tanah Pada Hutan Alam yang Diubah Menjadi Lahan Pertanian di Kawasan Taman Nasional Gunung Leuser. [Skripsi]. Bogor: IPB
- Murniati, Nawir, Rumboko. 2008. Rehabilitasi Hutan Indonesia. CIFOR. Bogor.
- Mardiana S. 2007. Perubahan Sifat-Sifat Tanah pada Kegiatan Konversi Hutan Alam Rawa Gambut menjadi Perkebunan Kelapa Sawit. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Mukhlis., Sarifuddin., dan H. Hanum. 2011. Kimia Tanah. Teori dan Aplikasi. USU-Press. Medan.
- Mustofa, A. 2007. Perubahan Sifat Fisik, Kimia dan Biologi Tanah Pada Hutan Alam yang Diubah Menjadi Lahan Pertanian di Kawasan Taman Nasional Gunung Leuser. [Skripsi]. Bogor: IPB
- Setyowati,D, L. 2007. Sifat Fisik Tanah dan Kemampuan Tanah dalam Meresapkan Air. Jurusan Geografi FIS UNNES. Vol 4 Nomor 2 tahun 2004 halaman 114.
- Simarmata E J, Rauf A, Hidayat B. 2017. Kajian Karakteristik Fisik Tanah di Lahan Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis guinensis* Jacq.) Kebun Adolina PTPN IV pada Beberapa Generasi Tanam. *Jurnal Ilmu*



- Pertanian Indonesia (JIPI)*. 22 (3):191-197.
- Suprayogo, et. al. 2004. Degradasi Sifat Fisik Tanah Sebagai Akibat Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Sistem Monokultur:Kajian Perubahan Makroporositas. Jurusan tanah Universitas Brawijaya. Malang.Hal. 62.
- Suryani, 2011. Dinamika sifat fisik tanah pada areal pertanaman Kakao akibat alih guna lahan hutan di kecamatan papalang Kabupaten mamuju. Jurusan Kehutanan UNHAS. Makassar:2-3.
- Saribun, S.D., 2007. Pengaruh Jenis Penggunaan Lahan dan Kelas kemiringan Lereng Terhadap Bobot Isi, Porositas Total, dan Kadar Air Tanah Pada SUB-DAS Cikapundung Hulu. Fakultas Pertanian, Jurusan Ilmu Tanah, Universitas Padjadjaran Jatinangor. Skripsi (dipublikasikan)
- Soepardi, G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Jurusan Tanah. Institut Pertanian. Bogor.
- Tolla,M.E., 2004. Perencanaan Pengelolaan Cagar Alam Pangi Binangga. PU/Magang. Prodi Manajemen Hutan. Jurusan Budidaya Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Tadulako (tidak dipublikasikan).
- [RAM] Redaksi Agro Media. 2007. Petunjuk Pemupukan. Jakarta: Agro Media Pustaka.
- Rahmawati N E. 2007. Dampak Pembukaan Lahan Hutan Terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Biologi Tanah. [Skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Rustam, Umar H, Yusran. 2016. Sifat fisika tanah pada berbagai tipe penggunaan lahan di sekitar taman nasional lore lindu (studi kasus desa toro kecamatan kulawi kabupaten sigi sulawesi tengah). *Warta rimba*. 4(1):132-138.
- Rafi'i.1982. "ilmu tanah". Bandung:Angkasa Bandung.
- Widianto, Hairiah, Suharjito, Sardjono. 2003. Fungsi dan Peran Agroforestri. World Agroforestry Centre (Icraf). Bogor.
- Waluyaningsih, S.R. 2008. Studi Analis Kualitas Tanah Pada Beberapa Penggunaan Lahan dan Hubungannya dengan Tingkat Erosi di SubDAS Keduang. Wonogiri. Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Sebelas Maret. Tesis (Tidak dipublikasikan).
- Wiskandar. 2002. Pemanfaatan Pupuk Kandang Untuk Memperbaiki Sifat Fisik Tanah di Lahan Kritis yang Telah diteras. KongresNasionalVII.