

**ANALISIS SIFAT FISIK TANAH GAMBUT PADA PERKEBUNAN KELAPA SAWIT
PTPN 4 AJAMU II PERK. MERANTI PAHAM**

*Analysis of Physical Properties of Peat Soil on Palm Oil Plantation PTPN 4 Ajamu II
Meranti Paham*

Suratni Afrianti^{1*}, Rian Gordon Sitorus² dan Edwina Zainal³

^{1,2)}*Program Studi Agroteknologi, Universitas Prima Indonesia, Medan, Indonesia*

³⁾*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta*

^{1*)}*suratniafrianti@unprimdn.ac.id*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan beberapa sifat fisik tanah gambut antara tanah yang belum ditanami kelapa sawit, tanah dengan usia tanam tahun 1999, dan tanah dengan usia tanam tahun 2009. Penelitian dilaksanakan di perkebunan PTPN 4 Ajamu II Perkebunan Meranti Paham, Kecamatan Panai Hulu, Kabupaten Labuhan Batu, Provinsi Sumatera Utara pada bulan Maret 2023. Metode yang digunakan adalah penelitian deskriptif dengan metode observasi. Titik pengambilan sampel ditentukan menggunakan metode purposive random sampling. Sampel tanah diambil menggunakan bor belgi dengan kedalaman 20 cm - 40 cm, kemudian dilakukan analisis di laboratorium. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata nilai bulk density tanah yang belum ditanami kelapa sawit adalah 0,15025 g/cm³, yang termasuk dalam kategori kepadatan rendah. Sementara itu, rata-rata nilai bulk density pada tanah dengan usia tanam tahun 2009 adalah 0,17575 g/cm³, juga termasuk dalam kategori kepadatan rendah, dan rata-rata nilai bulk density pada tanah dengan usia tanam tahun 1999 adalah 0,12625 g/cm³, yang juga termasuk dalam kategori kepadatan rendah. Selanjutnya, berdasarkan hasil pengukuran porositas, tanah yang belum ditanami kelapa sawit memiliki nilai porositas sebesar 79,375%, tanah dengan usia tanam tahun 2009 memiliki nilai porositas sebesar 76,5425%, dan tanah dengan usia tanam tahun 1999 memiliki nilai porositas sebesar 74,3%. Penelitian ini juga mengukur partikel density, dengan nilai rata-rata partikel density untuk tanah yang belum ditanami kelapa sawit sebesar 0,7425 g/cm³, nilai rata-rata partikel density untuk tanah dengan usia tanam tahun 2009 sebesar 0,79 g/cm³, dan nilai rata-rata partikel density untuk tanah dengan usia tanam tahun 1999 sebesar 0,517 g/cm³. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat penurunan pada partikel density dan porositas tanah pada perkebunan kelapa sawit. Nilai porositas tanah gambut yang diperoleh termasuk dalam kriteria yang sangat baik. Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang karakteristik lahan dan tanah, yang dapat menjadi dasar untuk pengelolaan yang lebih efektif dan berkelanjutan di perkebunan kelapa sawit.

Kata kunci : sifat fisik, kelapa sawit, gambut, porositas, partikel density

ABSTRACT

This research aims to analyze the differences in several physical properties of peat soil between unplanted soil, soil with oil palm planting in 1999, and soil with oil palm planting in 2009. The study was conducted in the PTPN 4 Ajamu II Meranti Paham Plantation, Panai Hulu Sub-district, Labuhan Batu Regency, North Sumatra Province on March 2023. The research method used was descriptive research with an observational approach. The sampling points were determined using purposive random sampling method. Soil samples were taken using a belgian auger with a depth of 20 cm - 40 cm, and then analyzed in the laboratory. The analysis results showed that the average bulk density value of unplanted soil was 0.15025 g/cm³, which falls under the category of low density. Meanwhile, the average bulk density value of soil with oil palm planting in 2009 was 0.17575 g/cm³, also falling under the category of low density, and the average bulk density value of soil with oil palm planting in 1999 was 0.12625 g/cm³, also falling under the category of low density. Furthermore, based on the porosity measurements, the unplanted soil had a porosity value of 79.375%, the soil with oil palm planting in 2009 had a porosity value of 76.5425%, and the soil with oil palm planting in 1999 had a porosity value of 74.3%. This research also measured particle density, with an average particle density value of 0.7425 g/cm³ for unplanted soil, 0.79 g/cm³ for soil with oil palm planting in 2009, and 0.517 g/cm³ for soil with oil palm planting in 1999. The results showed a decrease in particle density and soil porosity in the oil palm plantation. The obtained values of peat soil porosity fall within the criteria of excellent quality. This research provides a deeper understanding of land and soil characteristics, which can serve as a basis for more effective and sustainable management in oil palm plantations.

Keywords: physical properties, oil palm, peat soil, porosity dan particle density

PENDAHULUAN

Perkebunan kelapa sawit memiliki peran yang sangat penting dalam ekonomi Indonesia dan merupakan salah satu sektor pertanian yang berkembang pesat (Situmorang & Afrianti, 2020). PTPN 4 Ajamu II Perkebunan Meranti Paham adalah salah satu perkebunan kelapa sawit yang terletak di wilayah tersebut. Di perkebunan ini, tanah gambut merupakan jenis tanah yang dominan. Tanah gambut memiliki karakteristik fisik yang unik, yang mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman kelapa sawit (Zak, *et al.*, 2022). Tanah gambut terbentuk melalui proses akumulasi material tumbuhan yang terdekomposisi sebagian di bawah kondisi perairan yang tergenang atau lembab dengan tingkat oksigen yang rendah (Polyakov & Abakumov, 2020). Sifat fisik tanah gambut termasuk kandungan bahan organik yang tinggi, keasaman yang tinggi, tingkat drainase yang rendah, serta kapasitas penyimpanan air yang rendah (Dai, *et al.*, 2020). Hal ini menyebabkan tanah gambut memiliki tantangan dalam pengelolaan perkebunan kelapa sawit.

Pemahaman yang mendalam tentang sifat fisik tanah gambut pada perkebunan kelapa sawit PTPN4 Ajamu II Perkebunan Meranti Paham penting untuk mengoptimalkan produktivitas dan

keberlanjutan perkebunan. Analisis sifat fisik tanah gambut akan memberikan informasi yang diperlukan dalam mengidentifikasi masalah dan potensi perbaikan yang dapat dilakukan (Agustina, 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi dan menganalisis secara mendalam sifat fisik tanah gambut pada perkebunan kelapa sawit PTPN4 Ajamu II Perkebunan Meranti Paham. Salah satu aspek penting yang perlu dianalisis adalah tekstur tanah. Tanah gambut memiliki tekstur yang khas, dengan komposisi partikel yang berbeda-beda. Penelitian ini akan menyelidiki partikel density, bulk density, dan porositas tanah gambut (Zhao, *et al.*, 2019).

Partikel density mengacu pada berat partikel tanah gambut per volume tertentu. Analisis partikel density akan memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang kepadatan partikel dalam tanah gambut. Informasi tentang partikel density dapat memberikan petunjuk mengenai ruang pori dan struktur tanah, yang berdampak pada kemampuan tanah untuk menyimpan air dan nutrisi serta pertumbuhan akar tanaman kelapa sawit (Hanafiah, 2004).

Selanjutnya, bulk density adalah ukuran dari berat tanah gambut per volume total tanah. Pengukuran bulk density akan memberikan informasi tentang tingkat

kepadatan keseluruhan tanah gambut, nilai bulk density gambut sangat ditentukan oleh tingkat kematangan gambut. Rendahnya nilai bulk density ini akan bisa berpengaruh terhadap kemudahan akar tanaman untuk berpenetrasi ke dalam lapisan tanah gambut, namun penetrasi akar ini akan dibatasi oleh genangan air gambut dan tingkat kemasaman tanah, selain itu rendahnya bulk density akan berpengaruh pada kekuatan tanah untuk menahan batang tanaman hal ini menyebabkan batang tanaman di areal gambut cenderung untuk tumbuh tidak lurus sebagai akibat tanah tidak kuat menahan batang tanaman (Nugroho, 2018),

Selain itu, analisis porositas tanah gambut juga akan dilakukan dalam penelitian ini. Porositas mengacu pada jumlah ruang pori di dalam tanah gambut. Penelitian ini akan mengidentifikasi porositas total, porositas terbuka, dan porositas terkompresi. Porositas yang baik penting untuk menyediakan ruang udara dan sirkulasi air yang memadai di dalam tanah, yang mempengaruhi pertumbuhan dan kesehatan sistem akar tanaman kelapa sawit.

Dengan menganalisis Partikel Density, Bulk Density, dan Porositas Tanah Gambut, penelitian ini akan memberikan pemahaman yang lebih lengkap tentang sifat fisik tanah gambut pada perkebunan kelapa sawit PTPN4 Ajamu II Perkebunan Meranti Paham. Hasil

penelitian ini akan memberikan wawasan yang penting untuk perencanaan dan pengelolaan perkebunan kelapa sawit, termasuk pemilihan praktik pengairan, pemupukan yang tepat, dan peningkatan struktur tanah gambut untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan perkebunan.

Penelitian ini tidak hanya bermanfaat bagi PTPN4 Ajamu II Perkebunan Meranti Paham, tetapi juga akan memberikan kontribusi penting pada pengelolaan perkebunan kelapa sawit secara umum pada lahan gambut. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam merancang strategi pengelolaan tanah yang lebih baik, termasuk praktik pengairan, penggunaan pupuk, dan pemilihan varietas yang sesuai dengan kondisi tanah gambut.

Selain itu, penelitian ini juga akan memberikan wawasan tentang pelestarian lingkungan dan keberlanjutan perkebunan kelapa sawit. Tanah gambut merupakan ekosistem yang rentan terhadap degradasi dan pengeringan. Penelitian ini akan membantu dalam pengembangan praktik pengelolaan yang berkelanjutan, dengan mempertimbangkan keseimbangan antara kebutuhan pertanian dan pelestarian ekosistem gambut.

METODOLOGI PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Lokasi pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan di Afdeling VI (enam) dan II (dua) perkebunan kelapa sawit. Pengambilan sampel dilakukan pada tiga titik yang mewakili tiga kondisi tanah yang berbeda, yaitu tanah gambut yang belum ditanami kelapa sawit, tanah gambut dengan tahun tanam 2009, dan tanah gambut dengan tahun tanam 1999. Titik koordinat pengambilan sampel yang tercatat adalah sebagai berikut:

1. Titik Koordinat Pengambilan Sampel Tanpa Tanaman Kelapa Sawit: 2°16'26"N 100°10'43"E
2. Titik Koordinat Pengambilan Sampel Tahun Tanam 2009 2: 2°16'36"N 100°10'18"E
3. Titik Koordinat Pengambilan Sampel Tahun Tanam 1999: 2°19'53"N 100°09'09"E

Pengambilan sampel dilakukan dari satu blok untuk setiap kondisi tanah gambut yang diteliti. Lokasi pengambilan sampel yang tercatat ini akan menjadi acuan untuk proses pengambilan sampel dalam penelitian ini. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2023.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan metode observasi, yaitu pengambilan sampel dengan pengamatan langsung ke lapangan yang dilakukan di lahan

perkebunan kelapa sawit dengan usia tanam yang belum ditanami kelapa sawit, usia tanam 2009 dan 1999. Penentuan titik dilakukan dengan purposive random sampling (Sugiyono, 2012:53). Terdapat 4 titik pengambilan sampel di dalam 1 blok dengan luas dalam 1 blok 28-30 Ha. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan bor belgi dengan kedalaman 20 cm – 40 cm dan rata – rata berat sampel tanah 72g analisis sampel tanah di laboratorium. Data yang dikumpulkan berupa data primer yaitu hasil analisis yaitu: berat isi (bulk density), permeabilitas dan porositas tanah, serta ditambah data sekunder berupa kondisi umum tempat pengambilan sampel. Pengambilan sampel dilakukan dengan cara di bor belgi dengan kedalaman 20 cm - 40 cm. Sampel tanah yang telah dikumpulkan kemudian dikompositkan dan ditimbang dengan masing-masing dalam 1 (satu) kali untuk setiap umur tanaman, kemudian setiap sampel diberi label. Pengamatan yang dilakukan adalah vegetasi yang dominan (gulma) dan kondisi di sekitar lokasi penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bulk Density

Berdasarkan data pada Tabel 1, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata nilai bulk density tanah yang belum ditanami kelapa sawit adalah 0,15025 g/cm³, yang

menandakan bahwa kepadatan tanah tersebut termasuk dalam kategori rendah. Pada tanah dengan usia tanam 2009, rata-rata nilai Bulk Density adalah 0,17575 g/cm³, juga termasuk dalam kategori rendah. Sedangkan pada tanah dengan usia tanam 1999, rata-rata nilai Bulk Density adalah 0,12625 g/cm³, yang juga termasuk dalam kategori rendah.

Tabel 1. Hasil analisa hasil bulk density

Tahun Tanam	Hasil (g/cm ³)				Rata - rata
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	
Tanpa Tanaman Kelapa Sawit	0,182	0,168	0,129	0,122	0,15025
Tahun Tanam 2009	0,162	0,178	0,164	0,199	0,17575
Tahun Tanam 1999	0,137	0,115	0,145	0,108	0,12625

Sumber: Data primer setelah diolah, (2023)

Berdasarkan data yang diperoleh, rata-rata nilai bulk density tanah yang belum ditanami kelapa sawit adalah 0,15025 g/cm³. Nilai ini mengindikasikan bahwa kepadatan tanah pada area tersebut termasuk dalam kategori rendah. Hal ini dapat dikaitkan dengan struktur tanah gambut yang cenderung longgar dan memiliki tingkat kompresibilitas yang relatif tinggi (Radjagukguk, 1997).

Berdasarkan hasil ini tanah gambut pada perkebunan PTPN 4 Ajamu memiliki kepadatan yang rendah, baik pada tanah yang belum ditanami kelapa sawit maupun pada tanah dengan usia tanam tahun 2009 dan 1999.

Hal ini menunjukkan sifat fisik tanah yang umumnya longgar dan memiliki tingkat porositas yang relatif tinggi (Toková, *et al.*, 2020). Keadaan ini dapat memberikan keuntungan dalam hal pergerakan air dan aerasi tanah, yang penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman kelapa sawit.

Namun, perlu diingat bahwa nilai bulk density hanya memberikan gambaran tentang kepadatan tanah secara keseluruhan. Analisis lebih lanjut mengenai struktur dan tekstur tanah, serta kualitas agregat tanah, dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang sifat fisik tanah gambut pada perkebunan kelapa sawit ini. Informasi tersebut penting untuk mengembangkan strategi pengelolaan tanah yang tepat, termasuk pengaturan irigasi, pemupukan, dan perlindungan terhadap degradasi tanah (Afrianti, *et al.*, 2022).

Porositas

Berdasarkan nilai pengukuran porositas yang telah dilakukan (Tabel 2), tanah yang belum ditanami kelapa sawit memiliki nilai porositas sebesar 79,375 (g/cm³). Sementara itu, tanah dengan tahun tanam 2009 memiliki nilai porositas sebesar 76,5425(g/cm³), dan tanah dengan tahun tanam 1999 memiliki nilai porositas sebesar 74,3(g/cm³). Dari hasil ini, dapat disimpulkan bahwa tanah dalam

penelitian ini memiliki kriteria porositas Pourus (Arsyad, 1975).

Tabel 2. Hasil porositas

Tahun Tanam	Hasil (g/cm ³)				Rata -rata
	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	
Tanpa Tanaman Kelapa Sawit	75,06	78,18	78,13	86,13	79,3 75
Tahun Tanam 2009	79,49	81,45	73,11	72,12	76,5 425
Tahun Tanam 1999	69,6	82,3	64,63	80,71	74,3

Sumber : Data primer setelah diolah, (2023)

Dengan demikian, berdasarkan hasil pengukuran dan analisis porositas tanah, dapat disimpulkan bahwa tanah dalam penelitian ini memenuhi kriteria porositas yang sangat baik, baik pada tanah yang belum ditanami kelapa sawit, tanah dengan tahun tanam 2009, maupun tanah dengan tahun tanam 1999. Faktor ini dapat mendukung pertumbuhan dan kesehatan tanaman kelapa sawit dalam perkebunan tersebut (Foth, 1978).

Namun, perlu diingat bahwa pengukuran porositas tanah hanyalah satu aspek dalam analisis sifat fisik tanah gambut. Parameter lain seperti bulk density dan struktur tanah juga perlu dipertimbangkan secara holistik untuk mendapatkan pemahaman yang lebih lengkap tentang sifat fisik tanah gambut pada perkebunan kelapa sawit (No, 2019).

Pengukuran porositas tanah merupakan aspek penting dalam analisis sifat fisik tanah gambut pada perkebunan kelapa sawit. Porositas tanah merupakan indikator yang sangat relevan karena berhubungan dengan kemampuan tanah untuk menyimpan air, pertukaran gas, serta perkembangan dan kesehatan sistem akar tanaman (Arsyad, 1975).

Berdasarkan hasil pengukuran, tanah yang belum ditanami kelapa sawit pada perkebunan PTPN 4 Ajamu memiliki nilai porositas sebesar 79,375%. Nilai ini menunjukkan tingkat porositas yang sangat baik. Porositas yang tinggi pada tanah gambut memungkinkan ruang pori yang cukup besar untuk menyimpan air, oksigen, dan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman kelapa sawit. Selain itu, porositas yang tinggi juga berkontribusi pada sirkulasi udara yang baik di dalam tanah, membantu pertukaran gas yang penting bagi aktivitas biologi dan keseimbangan mikroorganisme tanah (Siti, *et al.*, 2021).

Selanjutnya, tanah dengan tahun tanam 2009 memiliki nilai porositas sebesar 76,5425%, sementara tanah dengan tahun tanam 1999 memiliki nilai porositas sebesar 74,3%. Meskipun terdapat sedikit perbedaan antara keduanya, kriteria porositas masih dianggap sangat baik. Hal ini menunjukkan

bahwa usia tanam kelapa sawit tidak secara signifikan mempengaruhi porositas tanah gambut pada perkebunan ini.

Dalam konteks pengelolaan perkebunan kelapa sawit, porositas tanah yang tinggi merupakan faktor yang sangat diinginkan. Porositas yang tinggi memungkinkan air yang cukup disimpan dalam tanah, mengurangi risiko kekeringan dan memberikan pasokan air yang memadai bagi tanaman kelapa sawit. Selain itu, sirkulasi udara yang baik melalui ruang pori tanah memfasilitasi pertukaran gas dan membantu mengoptimalkan proses pernapasan akar tanaman (Susiani, 2020).

Partikel Density

Berdasarkan data Tabel 3 yang disajikan, hasil penelitian ini memberikan informasi mengenai partikel density tanah gambut pada perkebunan kelapa sawit PTPN4 Ajamu II Perkebunan Meranti Paham. Untuk tanah yang belum ditanami kelapa sawit, diperoleh nilai rata-rata partikel density sebesar 0.7425 g/cm^3 . Partikel density merupakan ukuran dari kepadatan partikel padat dalam tanah. Nilai ini menunjukkan sejauh mana partikel padat terkompaksi dalam suatu volume tertentu. Pada tanah dengan partikel density yang rendah, terdapat lebih banyak ruang pori antara partikel-partikel padat tanah.

Sementara itu, untuk tanah dengan tahun tanam 2009, diperoleh nilai rata-rata partikel density sebesar 0.79 g/cm^3 . Nilai ini menunjukkan bahwa tanah dengan usia tanam tersebut memiliki partikel density yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan tanah yang belum ditanami kelapa sawit. Artinya, pada tanah dengan tahun tanam 2009, partikel padat tanah sedikit lebih terkompaksi, dan ruang pori antar partikelnya sedikit lebih sedikit dibandingkan dengan tanah yang belum ditanami.

Tabel 3. Hasil partikel density

Tahun Tanam	Rata -rata
Tanpa Tanaman Kelapa Sawit	0,7425
Tahun Tanam 2009	0,79
Tahun Tanam 1999	0,517

Sumber : Data primer setelah diolah, (2023)

Selanjutnya, untuk tanah dengan tahun tanam 1999, diperoleh nilai rata-rata partikel density sebesar 0.517 g/cm^3 . Nilai ini menunjukkan bahwa pada tanah dengan usia tanam tersebut, partikel density tanah lebih rendah dibandingkan dengan tanah yang belum ditanami kelapa sawit dan tanah dengan tahun tanam 2009. Hal ini mengindikasikan bahwa pada tanah dengan tahun tanam 1999, terdapat lebih banyak ruang pori antara partikel-partikel padat tanah.

Dalam konteks pertanian, partikel density tanah yang rendah pada perkebunan

kelapa sawit PTPN4 Ajamu II Perkebunan Meranti Paham merupakan keadaan yang menguntungkan. Partikel density yang rendah mengindikasikan adanya ruang pori yang cukup dalam tanah, memungkinkan pergerakan air dan pertukaran gas yang optimal, serta memberikan aerasi yang baik bagi sistem akar tanaman.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada perkebunan kelapa sawit PTPN4 Ajamu II Perkebunan Meranti Paham, beberapa kesimpulan dapat diambil:

1. Tanah gambut pada perkebunan PTPN4 Ajamu II Perkebunan Meranti Paham memiliki sifat fisik yang cukup menguntungkan untuk pertumbuhan tanaman kelapa sawit. Porositas tanah gambut pada area tersebut menunjukkan nilai rata-rata yang tinggi, baik pada tanah yang belum ditanami kelapa sawit, tanah dengan tahun tanam 2009, maupun tanah dengan tahun tanam 1999.
2. Nilai rata-rata bulk density tanah pada penelitian ini menunjukkan kepadatan tanah yang rendah pada semua kondisi tanam yang diteliti. Hal ini mengindikasikan bahwa tanah gambut pada perkebunan ini memiliki struktur yang longgar dan tidak terlalu padat. Dibuktikan pada tanaman kelapa sawit di

atas umur 10 tahun setelah tanam, tidak tumbuh tegak dengan sempurna.

3. Penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang sifat fisik tanah gambut pada perkebunan kelapa sawit PTPN4 Ajamu II Perkebunan Meranti Paham. Hasil penelitian menunjukkan bahwa porositas tanah gambut memiliki nilai yang cukup tinggi, sementara bulk density tanah memiliki nilai yang rendah. Informasi ini penting dalam pengelolaan perkebunan kelapa sawit, termasuk dalam perencanaan sistem irigasi, pemupukan, dan perlindungan terhadap degradasi tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, S., Irvan, Nur, T. B., & Delvian. (2022). Utilization of effluent biodigester as a bioactivator for the decomposition of rice husk (*Oryza sativa*) into compost. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 1115 (1). <https://doi.org/10.1088/17551315/1115/1/012069>
- Agustina. (2019). Pengaruh Energi Pemasakan Terhadap Nilai Kepadatan Tanah. *SIGMA Tek.* Vol. 2 (2). doi: 10.33373/sigma.v2i2.2067.
- Arsyad, S. (1975). *Konservasi Tanah dan Air*. Penerbit IPB. Bogor.
- Dai, S., Bechtel, A., Eble, C. F., Flores, R. M., French, D., Graham, I. T., Hood, M. M., Hower, J. C., Korasidis, V. A., Moore, T. A., Püttmann, W., Wei, Q., Zhao, L., & O'Keefe, J. M. K. (2020). Recognition of peat depositional environments in coal: A review. *International Journal of Coal Geology*. 219 (January), 103383. <https://doi.org/10.1016/j.coal.2019.103383>

- Foth, H.D., (1978). *Dasar – Dasar Ilmu Tanah*. Edisi VI. Erlangga. Jakarta.
- Hanafiah, K.A. (2004). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta
- No, V. (2019). Aplikasi cangkang telur ayam boiler dan pupuk mikoriza terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq*) pada tanah sulfat masam di pre nursery. Vol. 2 (2): 58–67.
- Nugroho, Y. (2018). *Budidaya Sengon Laut (Paraserianthes falcataria (L) Nielson di Lahan Rawa*. Laporan Penelitian. Banjarbaru Kalimantan Selatan.
- Polyakov, V., & Abakumov, E. (2020). Stabilization of organic material from soils and soil-like bodies in the lena river delta (13C-NMR spectroscopy analysis). *Spanish Journal of Soil Science*. Vol 10 (2): 170–190. <https://doi.org/10.3232/SJSS.2020.V10.N2.05>.
- Radjagukguk, B. (1997). *Peat Resource of Indonesia: Its Extent, Characteristics and a Development Possibilities*. Paper Presented at the Third Seminar on the Geening with Peat Held at Waseda University. Tokyo.
- Situmorang, V. H., & Afrianti, S. (2020). Keanekaragaman makrofauna tanah pada perkebunan kelapa sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*) PT. Cinta raja. *Perbal: Jurnal Pertanian Berkelanjutan*. Vol. 8 (3): 176–186.
- Sugiyono. (2012). *Netode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Alfabeta. Bandung.
- Susiani. (2020). *Analisis Sifat Fisik Tanah Gambut pada Umur Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis Jacq.) yang Berbeda di Desa Bangko Sempurna Kabupaten Rokan Hilir. UIN Suska Riau*. Riau.
- Toková, L., Igaz, D., Horák, J., & Aydin, E. (2020). Effect of biochar application and re-application on soil bulk density, porosity, saturated hydraulic conductivity, water content and soil water availability in a silty loam haplic luvisol. *Agronomy*. Vol 10 (7). <https://doi.org/10.3390/agronomy10071005>.
- Zak, D., Maagaard, A. L., & Liu, H. (2022). Restoring Riparian Peatlands for Inland Waters: A European Perspective. *Encyclopedia of Inland Waters, Second Edition*. 3 (November): 276–287. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819166-8.00127-4>.
- Zhao, Y., Si, B., Zhang, Z., Li, M., He, H., & Hill, R. L. (2019). A new thermal conductivity model for sandy and peat soils. *Agricultural and Forest Meteorology*. 274 (May): 95–105. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.04.004>.