

**PEMETAAN KARAKTERISTIK FISIKA TANAH PADA BEBERAPA PENGGUNAAN
LAHAN DI DESA PAK BULU KABUPATEN MEMPAWAH**

**MAPPING OF SOIL PHYSICAL CHARACTERISTICS IN SEVERAL LAND USES IN PAK
BULU VILLAGE, MEMPAWAH REGENCY**

¹Zafhaizar Fadhly¹, Junaidi², Rini Hazriani³

^{1,2,3}Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura

ABSTRACT

This research aims to map and provide information related to the characteristics of soil physical properties on rice fields, secondary forests, and oil palm plantations in Pak Bulu Village, Mempawah Regency with a total area of 99.87ha. This research uses the geographic random system method by categorizing soil physical properties in each land unit using the ArcGIS application. The implementation of this activity was carried out by taking soil samples as many as 11 sample points on 6 land units and then analyzed in the laboratory. Stages in the research are data processing, map making and presentation of results. The results showed different characteristics in each land use, which in paddy fields have loamy soil texture, clayey loam to silty loam, low bulk density, high field capacity moisture content, porous soil total porosity and moderate to rather slow permeability. Secondary forest land use has a loamy to sandy loam soil texture, medium bulk density, medium field capacity moisture content, good to poor total soil porosity, moderately slow to fast soil permeability, and oil palm plantation land use has a sandy loam soil texture, medium to high bulk density, moderate field capacity moisture content, poor total soil porosity, and moderately slow soil permeability.

Key-words: Land use, Mapping, Soil physics

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemetaan dan memberikan informasi terkait karakteristik sifat fisika tanah pada lahan sawah, hutan sekunder, dan perkebunan kelapa sawit di Desa Pak Bulu Kabupaten Mempawah dengan total luas area 99,87 ha. Penelitian ini menggunakan metode sistem acak geografis dengan mengkriteriakan sifat fisika tanah pada tiap satuan lahan dengan menggunakan aplikasi ArcGIS. Pelaksanaan kegiatan ini dilakukan dengan pengambilan sampel tanah sebanyak 11 titik sampel pada 6 satuan lahan kemudian dianalisis di laboratorium. Tahapan dalam penelitian yaitu pengolahan data, pembuatan peta dan penyajian hasil. Hasil penelitian menunjukkan karakteristik yang berbeda pada tiap penggunaan lahan, yang dimana pada lahan sawah memiliki tekstur tanah lempung, lempung berliat hingga lempung berdebu, bobot isi rendah, kadar air kapasitas lapang tinggi, porositas total tanah porous dan permeabilitas sedang hingga agak lambat. Penggunaan lahan hutan sekunder memiliki tekstur tanah lempung hingga lempung berpasir, bobot isi sedang, kadar air kapasitas lapang sedang, porositas total tanah baik hingga kurang baik, permeabilitas tanah agak lambat hingga cepat, dan penggunaan lahan perkebunan kelapa sawit memiliki tekstur tanah lempung berpasir, bobot isi sedang hingga tinggi, kadar air kapasitas lapang sedang, porositas total tanah kurang baik, dan permeabilitas tanah agak lambat.

Kata kunci: Fisika tanah, Pemetaan, Penggunaan Lahan

¹ Alamat penulis untuk korespondensi: Zafhaizar Fadhly. Email: fhaizarza@gmail.com

PENDAHULUAN

Desa Pak Bulu berperan dalam menyumbangkan produksi berbagai komoditas pertanian di Kecamatan Anjongan Kabupaten Mempawah, seperti kelapa sawit dan padi setiap tahunnya. Desa Pak Bulu sendiri dengan luas total area sebesar 624 ha, memiliki 26,1% kawasan yang merupakan gabungan persawahan serta kebun kelapa sawit yang produksinya membantu memenuhi nilai produksi Kecamatan Anjongan. Penggunaan lahan terbesar di Desa Pak Bulu masih merupakan hutan sekunder, sebesar 65,5% dari total keseluruhan penggunaan lahan. Penggunaan lahan lainnya yang dapat tersebar di Desa Pak Bulu berupa pemukiman, lahan terbuka dan pertambangan, serta semak belukar.

Kurangnya informasi dikalangan petani setempat mengenai identifikasi sifat fisika tanah, menyebabkan petani terus melakukan pengolahan tanah serta pemberian pupuk anorganik secara terus-menerus agar tanah yang diolah dapat memberikan hasil yang maksimal. Akan tetapi hal tersebut tidak baik untuk jangka panjang karena dapat menurunkan kualitas tanah. Sifat fisika tanah berbeda pada setiap penggunaan lahan, kemiringan lereng, dan jenis tanahnya, oleh karena itu perlu adanya penelitian pemetaan sifat fisika tanah untuk dijadikan dasar pemahaman kepada petani setempat dan memberikan dampak positif dalam mengurangi penggunaan pupuk secara berkelanjutan.

Penggunaan lahan yang berbeda dapat mempengaruhi sifat fisika tanahnya oleh karena itu perlu dilakukan pemetaan sifat fisika tanah pada berbagai penggunaan lahan di desa ini. Pemetaan tersebut akan memberikan informasi yang berguna bagi petani dalam menentukan jenis tanaman yang cocok untuk tanaman pada masing-masing lahan, serta memberikan informasi bagi pemerintah dan masyarakat

sekitar dalam pengambilan kebijakan terkait pengelolaan di daerah tersebut.

Pemetaan karakteristik fisika tanah adalah proses memetakan berbagai sifat fisik tanah di suatu area tertentu. Sifat fisik tanah mencakup tekstur tanah, struktur tanah, bobot isi tanah, porositas tanah, kadar air kapasitas lapangan, dan permeabilitas tanah. Pemetaan ini penting karena sifat fisik tanah mempengaruhi kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman, penetrasi air, infiltrasi air, retensi air, dan banyak lagi. Peta mempunyai peran yang penting terutama dalam pengamatan lapangan, membuat laporan penelitian, atau mempelajari banyak fenomena yang terkait dengan kehidupan manusia. Ada dua jenis data yang dapat ditampilkan dalam peta: data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif dapat digambarkan dalam bentuk jumlah atau nilai, sedangkan data kualitatif berkaitan dengan fenomena sosial (Abidin, 2007).

METODE

Penelitian dilaksanakan di Desa Pak Bulu Kecamatan Anjongan Kabupaten Mempawah dan analisis tanah dilakukan di Laboratorium Fisika Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura. Penelitian ini menggunakan sistem acak fisiografi berdasarkan peta satuan lahan yang diperoleh dari overlay peta penggunaan lahan, peta jenis tanah dan peta kelas lereng. Lokasi penelitian memiliki luas 99,87 ha yang terdiri dari 6 satuan lahan dengan kode peta SL1, SL2, SL3, SL4, SL5, dan SL6. SL1&SL4 merupakan penggunaan lahan sawah, SL2&SL5 merupakan penggunaan lahan hutan sekunder dan SL3&SL6 merupakan penggunaan lahan kelapa sawit. Diperoleh 11 titik pengamatan dengan kode peta T1a, T1b, T2a, T2b, T2c, T3a, T4a, T4b, T5a, T5b, dan T6a. Hasil pengolahan data yang didapatkan dari hasil penelitian ini diplottingkan berdasarkan pada peta tanah dan

dibuat zonasi sesuai sifat fisika tanah. Hasil penelitian dilakukan pembuatan peta sifat fisika tanah yang dibuat dengan menggunakan aplikasi ArcGIS 10.6.1, dihasilkan lima jenis peta sifat fisika tanah yaitu peta tekstur tanah, bobot isi tanah, kadar air kapasitas lapangan, porositas total tanah, dan permeabilitas tanah dengan skala masing-masing 1:15.000

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tekstur Tanah

Tekstur tanah pada lokasi penelitian terdapat beragam persentase fraksi yang menunjukkan dominan kelas tekstur tanah

lempung dengan kelas testur lempung berliat, lempung berdebu, dan lempung berpasir. Persentase fraksi tanah tertera pada Tabel 1. Tekstur tanah pada SL1 dan SL4 dengan penggunaan lahan sawah memiliki kriteria tekstur tanah lempung, lempung berliat, dan lempung berdebu yang dimana didominasi oleh fraksi debu 37,14-64,25%, hal ini disebabkan karena fraksi debu mempunyai ukuran yang relative halus dan sangat mudah terbawa oleh aliran permukaan sehingga mudah terangkut oleh air ke daerah yang lebih rendah, akibatnya semakin kearah lembah maka fraksi debu semakin meningkat.

Tabel 1. Hasil Analisis Tekstur Tanah

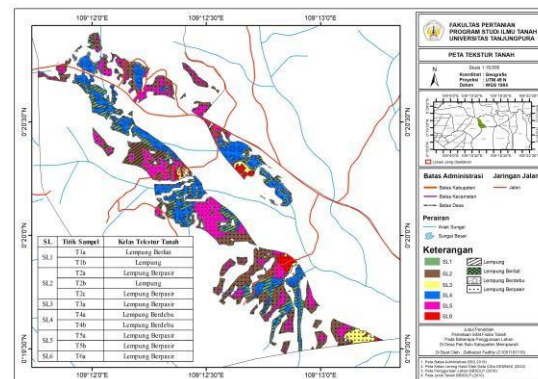
SL	Kode Sampel	Fraksi (%)			Kelas Tekstur
		Pasir	Debu	Liat	
SL1	T1a	22,13	46,55	31,32	Lempung Berliat
	T1b	36,54	37,14	26,32	Lempung
	T2a	66,09	21,73	12,18	Lempung Berpasir
SL2	T2b	43,8	33,09	23,11	Lempung
	T2c	58,66	25,88	15,46	Lempung Berpasir
SL3	T3a	64,8	22,96	12,24	Lempung Berpasir
SL4	T4a	9,54	64,25	26,21	Lempung Berdebu
	T4b	9,17	63,43	27,4	Lempung Berdebu
SL5	T5a	61,24	25,54	13,22	Lempung Berpasir
	T5b	62,41	24,2	13,39	Lempung Berpasir
SL6	T6a	66,74	22,06	11,2	Lempung Berpasir

Sumber: Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Universitas Tanjungpura, 2023

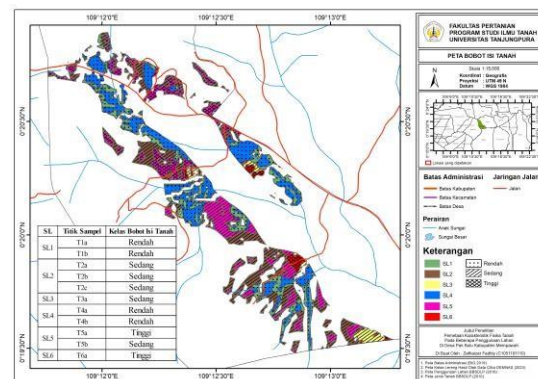
Tabel 2. Hasil Analisis Bobot Isi Tanah

SL	Kode Sampel	Bobot Isi (g/cm ³)	Kriteria
SL1	T1a	0,63	Rendah
	T1b	0,7	Rendah
	T2a	1,14	Sedang
SL2	T2b	1,08	Sedang
	T2c	1,03	Sedang
SL3	T3a	1,18	Sedang
SL4	T4a	0,87	Rendah
	T4b	0,8	Rendah
SL5	T5a	1,35	Tinggi
	T5b	1,1	Sedang
SL6	T6a	1,27	Tinggi

Sumber: Laboratorium Fisika dan Konservasi Tanah Universitas Tanjungpura, 2023



Gambar 1. Peta Tekstur Tanah Skala 1:15.000



Gambar 2. Peta Bobot Isi Tanah Skala 1:15.000

Fraksi debu juga merupakan partikel atau bahan tanah yang peka terhadap erosi, sehingga pada posisi lereng atas banyak air ditahan dipermukaan tanah. Tekstur lempung berdebu termasuk ke dalam kategori tanah berlempung yang bertekstur sedang. Karakter tanah bertekstur sedang mudah terisi air dan udara karena semakin banyak ruang pori yang terbentuk (Wibowo, 2011). SL2 dengan penggunaan lahan hutan sekunder memiliki kriteria tekstur tanah lempung hingga lempung berpasir dimana pada lahan ini didominasi oleh fraksi pasir dengan 43,80-66,09%. SL3 dengan penggunaan lahan perkebunan kelapa sawit memiliki kriteria tekstur tanah lempung berpasir yang dimana didominasi fraksi pasir dengan 64,80%. SL5 dengan penggunaan hutan

sekunder memiliki kriteria tekstur tanah lempung berpasir yang dimana didominasi oleh fraksi pasir dengan 61,24-62,41%. SL 6 dengan penggunaan Perkebunan kelapa sawit memiliki kriteria tekstur tanah lempung berpasir yang dimana didominasi oleh fraksi pasir dengan 66,74%. Fraksi pasir berpengaruh terhadap bobot isi, semakin banyak persentase fraksi pasir memiliki bobot isi yang tinggi. Hal itu disebabkan karena ukuran fraksi pasir yang sangat kasar, tanah yang didominasi oleh fraksi pasir mengalir air lebih cepat (kapasitas infiltrasi dan permeabilitas yang tinggi) daripada tanah yang didominasi oleh fraksi debu dan liat, menurut Dariah *et al.* (2006). Peta tekstur tanah tertera pada Gambar 1.

Bobot Isi

Bobot isi tanah pada SL1 dan SL4 dengan penggunaan lahan sawah memiliki kriteria bobot isi yang rendah. SL2 dan SL5 dengan penggunaan lahan hutan sekunder memiliki kriteria bobot isi yang sedang hingga tinggi. SL3 dan SL6 dengan penggunaan lahan Perkebunan kelapa sawit memiliki kriteria bobot isi yang sedang hingga tinggi. Nilai dan kriteria bobot isi tanah tertera pada Tabel 2. Rendahnya bobot isi pada lahan sawah dipengaruhi oleh tingginya C organik (6,24-7,08%). Karbon organik pada lahan sawah lebih tinggi dibandingkan pada hutan sekunder dan lahan kelapa sawit.

Menurut Endriani & Zulhalena (2002) semakin tinggi bahan organik tanah maka semakin rendah bobot isi tanah dan semakin tinggi total ruang porinya. Tingginya bobot isi pada beberapa titik di hutan sekunder dan Perkebunan kelapa sawit dipengaruhi oleh didominasi oleh fraksi pasir yang tinggi. Tingginya fraksi pasir menyebabkan bobot isi menjadi tinggi. Menurut Foth (1998), tanah bertekstur pasir memiliki ukuran partikel yang lebih besar daripada tanah bertekstur liat, dan tanah bertekstur pasir memiliki luas permukaan yang lebih kecil. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa partikel pasir lebih berat

dari pada partikel liat. Peta bobot isi tanah tertera pada Gambar 2.

Kadar Air Kapasitas Lapangan

Kadar air kapasitas lapangan menunjukkan bahwa SL1 dan SL4 dengan penggunaan lahan sawah memiliki kriteria yang tinggi dengan nilai (64,73 – 67,28%Vol). SL2 dan SL5 dengan penggunaan lahan hutan sekunder memiliki kriteria mulai dari sedang hingga tinggi dengan nilai (31,90 – 45,35%Vol). SL3 dan SL6 dengan penggunaan lahan perkebunan kelapa sawit memiliki kriteria yang sedang dengan nilai (43,70 – 46,09%Vol). Nilai kadar air kapasitas lapangan dan kriteria tertera pada Tabel 3.

Kadar air kapasitas lapangan penggunaan lahan sawah memiliki nilai yang tinggi dari penggunaan lahan hutan sekunder dan perkebunan kelapa sawit. Tingginya kadar air tanah di lokasi sawah dipengaruhi oleh porositas tanah dan bahan organik tanah, porositas tanah pada lahan sawah memiliki nilai porositas yang tinggi dengan kriteria porous dan kandungan bahan organik yang sangat tinggi. Tingginya porositas tanah dapat meningkatkan ruang pori dalam tanah sehingga kemampuan dalam menyerap air akan lebih tinggi.

Tabel 3. Hasil Analisis Kadar Air Kapasitas Lapangan

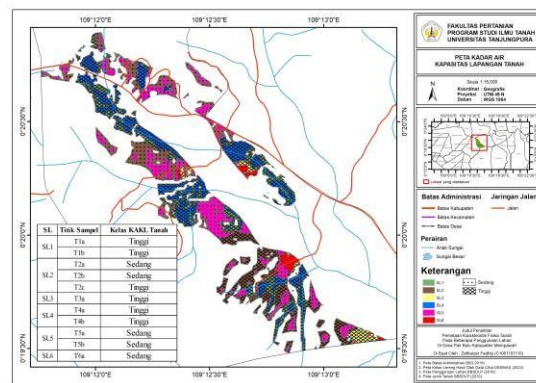
SL	Kode Sampel	Kadar Air Kapasitas Lapangan (pF 2,54) (%Grav)	Kadar Air Kapasitas Lapangan (pF 2,54) (%Vol)	Kriteria
SL1	T1a	103,35	65,11	Tinggi
	T1b	94,56	66,14	Tinggi
	T2a	34,29	39,23	Sedang
SL2	T2b	40,04	43,09	Sedang
	T2c	44,11	45,25	Tinggi
SL3	T3a	38,99	46,01	Tinggi
SL4	T4a	77,26	67,1	Tinggi
	T4b	167,97	67,28	Tinggi
SL5	T5a	28,01	37,79	Sedang
	T5b	28,9	31,9	Sedang
SL6	T6a	34,44	43,7	Sedang

Sumber: Laboratorium Fisika dan Konservasi Tanah Universitas Tanjungpura, 2023

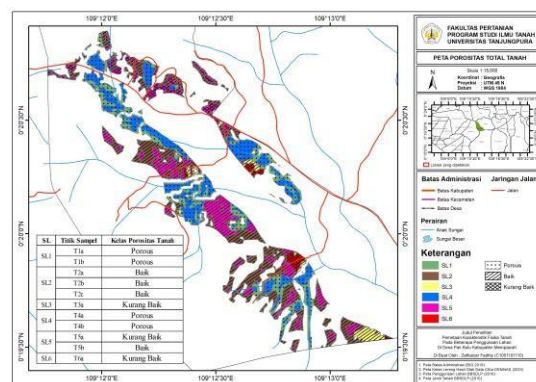
Tabel 4. Hasil Analisis Porositas Total Tanah

SL	Kode Sampel	Porositas Total (%)	Kriteria
SL1	T1a	73,82	Porous
	T1b	69,11	Porous
	T2a	53,42	Baik
SL2	T2b	55,66	Baik
	T2c	57,72	Baik
SL3	T3a	50,84	Kurang Baik
SL4	T4a	63,95	Porous
	T4b	65,51	Porous
SL5	T5a	44,47	Kurang Baik
	T5b	54,04	Baik
SL6	T6a	47,55	Kurang Baik

Sumber: Laboratorium Fisika dan Konservasi Tanah Universitas Tanjungpura, 2023



Gambar 3. Peta Kadar Air Kapasitas Lapangan Skala 1:15.000



Gambar 4. Peta Porositas Total Tanah Skala 1:15.000

Pada penggunaan lahan hutan sekunder yaitu SL2 dan SL5 dan perkebunan kelapa sawit yaitu SL3 dan SL6 memiliki kriteria kadar air

yang dominan sedang yang dimana pada lokasi tersebut memiliki nilai porositas tanah yang baik hingga kurang baik. Pernyataan tersebut

didukung oleh Tarigan (2007), bahan organik, dan ukuran pori tanah dimana makin tinggi bahan organik tanah, air tersedia makin tinggi. Selain itu Yulipriyanto (2010), juga menyatakan bahwa peningkatan porositas tanah terjadi karena adanya bahan organik yang mampu menahan air dalam jumlah yang lebih besar daripada beratnya sendiri. Peta Kadar Air Kapasitas Lapangan tertera pada Gambar 3.

Porositas Total Tanah

Porositas tanah pada lokasi penelitian bahwa SL1 dan SL4 dengan penggunaan lahan sawah memiliki nilai porositas tanah tertinggi dari penggunaan lahan lainnya dengan kriteria porositas total tanah yang porous dengan nilai persentase (63,95-73,82%), SL2 dan SL5 dengan penggunaan lahan hutan sekunder memiliki kriteria porositas total tanah yang kurang baik hingga baik dengan nilai persentase (44,47-57,72), SL3 dan SL6 dengan penggunaan lahan perkebunan kelapa sawit memiliki kriteria porositas total tanah yang kurang baik dengan nilai persentase (47,55-50,84%). Nilai persentase dan kriteria porositas total tanah tertera pada Tabel 4.

Nilai porositas total tanah menunjukan penggunaan lahan sawah yaitu SL1 dan SL4 memiliki nilai porositas lebih tinggi dari penggunaan lahan hutan sekunder dan perkebunan kelapa sawit. Tingginya nilai porositas pada lahan sawah dipengaruhi oleh C-organik yang sangat tinggi. Pernyataan tersebut didukung oleh (Utomo, 1994) bahan organik memiliki tekstur yang halus sehingga ruang pori dalam tanah lebih banyak dan tanah menjadi lebih gembur. Penggunaan lahan hutan sekunder yaitu SL2 dan SL5 memiliki kriteria porositas total tanah yang dominan baik. Sedangkan rendahnya nilai porositas tanah pada lahan hutan sekunder yaitu SL3 dan SL6 dipengaruhi oleh bobot isi yang tinggi, sesuai yang dikatakan (Gurning, 2018) pada penelitiannya menyebutkan tingginya bobot isi tanah dapat menyebabkan nilai porositas tanah rendah.

Bobot isi yang tinggi pada SL3 dan SL6 dikarenakan kandungan fraksi pasir yang tinggi. Harjowigeno (2015) makin padat suatu tanah makin tinggi bobot isi yang berarti semakin kecil pori tanah makin sulit meneruskan air atau ditembus akar tanaman. Hasil peta porositas total tanah tertera pada Gambar 4.

Porositas Total Tanah

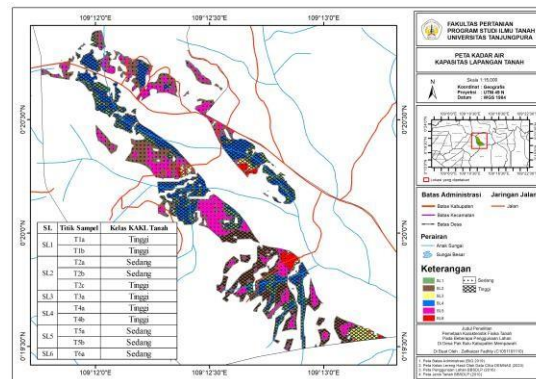
Permeabilitas tanah pada lokasi penelitian menunjukkan berbagai macam kriteria permeabilitas tanah pada SL1 dan SL4 dengan penggunaan lahan sawah memiliki kriteria permeabilitas yang sedang. SL2 dan SL5 dengan penggunaan lahan hutan sekunder memiliki kriteria permeabilitas mulai dari agak lambat hingga cepat, SL3 dan SL 6 dengan penggunaan lahan perkebunan kelapa sawit memiliki kriteria permeabilitas yang agak lambat. Nilai dan kriteria permeabilitas tanah tertera pada Tabel 5.

Permeabilitas tanah pada penggunaan lahan perkebunan kelapa sawit memiliki nilai terendah yaitu (1,39 – 1,65 cm/jam) dengan kriteria yang agak lambat hal ini disebabkan karena pada lahan perkebunan kelapa sawit memiliki nilai bobot isi yang tergolong tinggi. Selain itu agak lambatnya permeabilitas tanah pada penggunaan lahan kelapa sawit dikarenakan terjadinya pemadatan tanah yang disebabkan oleh aktivitas pengolahan lahan perkebunan kelapa sawit. Lee (1990) mengatakan pengolahan tanah memengaruhi permeabilitas tanah, pemadatan oleh peralatan berat dapat menyebabkan tanah menjadi kurang mampu menyerap air. Penggunaan lahan sawah dengan nilai (2,25 – 3,90 cm/jam) memiliki kriteria permeabilitas tanah sedang karena pada lahan sawah memiliki kandungan bahan organik sangat tinggi dan tekstur tanah halus yang didominasi oleh fraksi debu. Mulyono (2019) mengatakan tanah berfraksi halus secara umum menghasilkan tanah yang memiliki nilai permeabilitas yang rendah.

Tabel 5. Hasil Analisis Permeabilitas Tanah

SL	Kode Sampel	Permeabilitas (cm/jam)	Kriteria
SL1	T1a	2,56	Sedang
	T1b	2,96	Sedang
SL2	T2a	1,74	Agak Lambat
	T2b	19,31	Cepat
	T2c	2,74	Sedang
SL3	T3a	1,39	Agak Lambat
SL4	T4a	2,25	Sedang
	T4b	3,9	Sedang
SL5	T5a	16,45	Cepat
	T5b	14,41	Cepat
SL6	T6a	1,65	Agak Lambat

Sumber: Laboratorium Fisika dan Konservasi Tanah Universitas Tanjungpura, 2023



Gambar 5. Peta Permeabilitas Tanah Skala 1:15.000

Penggunaan lahan hutan sekunder memiliki kriteria permeabilitas yang dominan cepat, namun ada sebagian kecil wilayah pada hutan sekunder juga memiliki kriteria yang sedang dan agak lambat. Cepatnya laju permeabilitas tanah disebabkan oleh tekstur tanah yang berpasir serta bahan organik yang tinggi. Menurut Dariah, et.al. (2006) pada tanah yang didominasi oleh fraksi pasir akan mengalir air lebih cepat (kapasitas infiltrasi dan permeabilitas yang tinggi) dibanding dengan tanah yang didominasi oleh fraksi debu dan liat, hal ini disebabkan karena ukuran fraksi pasir yang sangat kasar. Hasil peta permeabilitas tanah tertera pada Gambar 5.

KESIMPULAN

1. Pada lahan persawahan memiliki tekstur tanah lempung, lempung berliat dan lempung berdebu, memiliki bobot isi yang rendah dengan nilai (0,63-0,87 gr/cm³), kadar air kapasitas lapang yang tinggi dengan nilai (64,73-67,28 %Vol), porositas total tanah yang porous dengan nilai (63,95-73,82%), dan permeabilitas yang tergolong sedang dengan nilai (2,25-3,90 cm/jam).
2. Pada lahan hutan sekunder memiliki tekstur tanah lempung dan lempung berpasir, memiliki bobot isi yang tergolong sedang hingga tinggi dengan nilai (1,03-1,35 gr/cm³), kadar air kapasitas lapang yang

sedang hingga tinggi dengan nilai (31,90-45,25%Vol), porositas total tanah yang kurang baik hingga baik dengan nilai (44,47-57,72%), dan permeabilitas yang cepat dengan nilai (16,45-54,81 cm/jam) namun ada sebagian kecil wilayah yang permeabilitasnya yang sedang (2,74 cm/jam) dan agak lambat (1,74 cm/jam).

3. Pada penggunaan lahan perkebunan kelapa sawit memiliki tekstur tanah lempung berpasir, memiliki bobot isi yang sedang (1,18 gr/cm²) dan tinggi (1,27 gr/cm³), kadar air kapasitas lapangan yang tergolong sedang dengan nilai (43,70-46,09%Vol), porositas total tanah yang kurang baik (47,55%-50,84%), dan permeabilitas tanah yang agak lambat dengan nilai (1,39-1,65 cm/jam).
4. Interaksi hasil tertinggi diberikan oleh Gando Keta yang diratun saat tanaman utama mencapai fase daun bendera.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin HZ, 2007. *Konsep Dasar Pemetaan*. Kelompok Keilmuan Geodesi ITB. Bandung.
- Dariah, A., Yusrial, dan Mazwar. 2006. *Penetapan Konduktivitas Hidrolik Tanah dalam Keadaan Jenuh: Metode Laboratorium: Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Endriani, Zulhalena dan Refliati. 2002. Efek Residu Pupuk Bokashi Terhadap Sifat Fisika Ultisol Dan Hasil Kedelai. *Jurnal Stigma*. 10 (2): 192-195.
- Foth, H. D., 1998. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Penerjemah Purbayanti, E.D., D.R. Lukiwati, dan R. Trimulatsih. Terjemahan dari Fundamental of Soil Science. UGM Press. Yogyakarta.
- Gurning, E.J. 2018. *Karakteristik Sifat Fisika Tanah pada Tutupan Lahan di Kecamatan Sei Nimhai Kabupaten Langkat* [Skripsi]. Sumatera Utara: Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Sumatera Utara.
- Hardjowigeno S. 2015. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Penerbit Akademika Pressindo. Jakarta
- Lee, R. 1990. *Hidrologi Hutan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Tarigan, 2007. Efektivitas embung untuk irigasi tanaman hortikultura di Cikakak Sukabumi. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*. 10 (1): 1-6.
- Yulipriyanto, H. 2010. *Biologi Tanah dan Strategi Pengolahannya*. Graha ilmu. Yogyakarta.
- Utomo dan Naza, 2003. *Bertanam Padi Sawah Tanpa Olah Tanah*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Wibowo, Y.S. 2011. Perilaku Sifat Fisik Dan Keteknikan Tanah Residual Batuan Vulkanik Kuartir Di Daerah Cikijing, Majalengka, Jawa Barat. *Riset Geologi dan Pertambangan*. 21 (2): 131-139.