

**PENGARUH TIPE PENGGUNAAN LAHAN DAN  
CACING TANAH TERHADAP KESUBURAN TANAH :  
IMPLIKASI UNTUK OPTIMASI PEMUPUKAN  
PADI DAN KELAPA SAWIT**

***THE EFFECT OF LAND USE TYPE AND EARTHWORM  
POPULATIONS ON SOIL FERTILITY :  
IMPLICATIONS FOR FERLITIZATION OPTIMIZATION OF  
RICE AND OIL PALM***

Flavianus<sup>1)</sup>, Sulakhudin<sup>2)</sup>, Sutarman Gafur<sup>2a)</sup>

<sup>1)</sup>Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Bansir Laut,  
Kec.Pontianak Teggara, Kota Pontianak, Provinsi Kalimantan Barat, 78124,  
[leviflavianus@gmail.com](mailto:leviflavianus@gmail.com)

Flavianus<sup>1)</sup>, Sulakhudin<sup>2)</sup>, Sutarman Gafur<sup>2a)</sup>

<sup>2)</sup>Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Bansir Laut,  
Kec.Pontianak Teggara, Kota Pontianak, Provinsi Kalimantan Barat, 78124,  
[leviflavianus@gmail.com](mailto:leviflavianus@gmail.com)

\*Korespondensi: Flavianus; Telp/Hp: 089695201500; Email: [leviflavianus@gmail.com](mailto:leviflavianus@gmail.com)

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji ketersediaan unsur hara makro di Desa Gernis Jaya, Kecamatan Sepauk, Kabupaten Sintang, berdasarkan tipe penggunaan lahan, yaitu hutan alami, kebun kelapa sawit, dan ladang. Metode yang digunakan adalah survei lapang dengan analisis sampel tanah untuk menentukan kandungan unsur hara. Hasil menunjukkan bahwa tanah di semua tipe lahan memiliki pH masam (rata-rata 4,38–4,86), dengan kandungan C-organik dan N-total tertinggi di hutan sekunder. Ketersediaan P-total sangat tinggi di semua lahan, sedangkan K-dd, Ca-dd, Mg-dd, dan Na-dd umumnya rendah. Kapasitas Tukar Kation (KTK) tertinggi terdapat pada hutan sekunder. Populasi cacing tanah tertinggi ditemukan di hutan sekunder, berkontribusi pada peningkatan kandungan C-organik dan N-total. Rekomendasi pemupukan untuk padi tadah hujan adalah 235,82 kg/ha Urea dan 6,82 kg/ha SP36, sedangkan untuk kelapa sawit, dosis yang disarankan adalah 3,15 kg/pohon/tahun Urea dan 0,85 kg/pohon/tahun SP36.

**Kata Kunci : Kesuburan tanah, tipe lahan, unsur hara makro.**

***ABSTRACT***

*This study aims to examine the availability of macronutrients in Desa Gernis Jaya, Sepauk District, Sintang Regency, based on land-use types: natural forest, oil palm plantations, and farmland. The method employed includes field surveys and soil sample analysis to determine nutrient content. Results indicate that soils across all land types exhibit acidic pH (average 4.38–4.86), with the highest levels of organic carbon (C-organic) and total nitrogen (N-total) found in secondary forests. Total phosphorus (P-total) availability is very high across all land types, while exchangeable potassium (K-dd), calcium (Ca-dd), magnesium (Mg-dd), and sodium (Na-dd) are generally low. The highest cation exchange capacity (CEC) is recorded in secondary forests. Earthworm populations are also highest in secondary forests, contributing to increased C-organic and N-total levels. Fertilization recommendations for rainfed rice include 235.82 kg/ha Urea and 6.82 kg/ha SP36, while for oil palm, the suggested doses are 3.15 kg/tree/year Urea and 0.85 kg/tree/year SP36.*

**Keywords: Landuse types, macronutrients, soil fertility**

## PENDAHULUAN

Kesuburan tanah adalah kapasitas tanah untuk menyediakan unsur hara yang cukup dan seimbang untuk tanaman, yang dapat dipengaruhi oleh faktor alami maupun tindakan manusia (Ahmad, 2010). Salah satu faktor utama yang menentukan kesuburan tanah adalah ketersediaan unsur hara, yang dapat ditentukan melalui analisis tanah dan jaringan tanaman (Liuzza et al., 2020). Namun, di banyak wilayah, kurangnya informasi mengenai status unsur hara tanah menyebabkan pengelolaan lahan dan pemupukan yang tidak optimal, yang berpotensi menghambat produktivitas pertanian (Sumner, 2018).

Jenis tanah yang digunakan untuk pertanian, khususnya perkebunan kelapa sawit dan padi, memiliki peran penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Tanah Ultisol, yang banyak ditemukan di wilayah tropis, termasuk di lokasi penelitian ini, dikenal dengan sifatnya yang cenderung miskin unsur hara, memiliki pH rendah, dan reaksi masam akibat kandungan Al yang tinggi (Prasetyo & Suriadikarta, 2006). Perubahan penggunaan lahan, seperti konversi hutan menjadi lahan pertanian atau perkebunan, dapat mempengaruhi sifat tanah, mengurangi kesuburan, dan mengubah dinamika ketersediaan unsur hara. Oleh karena itu, penting untuk memahami bagaimana perbedaan tipe penggunaan lahan mempengaruhi ketersediaan unsur hara dalam tanah.

Berdasarkan penelitian yang ada, meskipun banyak studi mengenai kesuburan tanah dan ketersediaan unsur hara, sedikit yang secara spesifik membahas perbandingan ketersediaan unsur hara pada berbagai tipe penggunaan lahan di daerah tropis, terutama pada tanah Ultisol. Penelitian-penelitian sebelumnya lebih fokus pada aspek pengelolaan pemupukan secara umum tanpa mempertimbangkan perbedaan kondisi tanah yang disebabkan oleh konversi penggunaan lahan, seperti dari hutan menjadi kebun kelapa sawit atau ladang. Pada sisi lain, kurangnya informasi tentang pengelolaan unsur hara yang sesuai dengan kebutuhan tanaman di lahan perkebunan dan ladang menghambat upaya petani dalam mengoptimalkan produktivitas tanaman. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengisi celah pengetahuan yang ada dengan mengkaji secara mendalam ketersediaan unsur hara pada berbagai tipe penggunaan lahan dan menghubungkannya dengan praktik pemupukan yang tepat.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji ketersediaan unsur hara makro pada berbagai tipe penggunaan lahan, yaitu hutan alami, kebun kelapa sawit, dan ladang, serta menganalisis pengaruh jumlah cacing tanah terhadap ketersediaan unsur hara tersebut. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi dosis pemupukan yang tepat guna mendukung peningkatan produktivitas tanaman padi dan kelapa sawit, dengan mempertimbangkan kondisi ketersediaan unsur hara yang ada di lokasi penelitian.

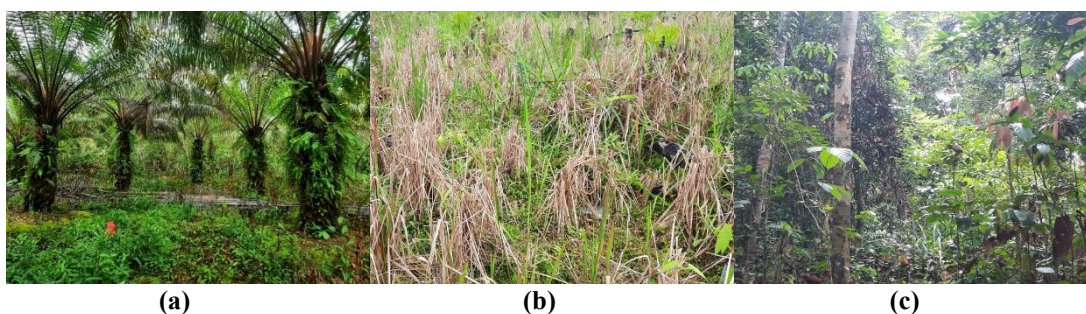
## MATER DAN METODE

### 1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan dengan pengamatan di lapangan dan analisis di laboratorium, yang dilakukan selama  $\pm$  6 bulan. Lokasi penelitian berada di Desa Gernis Jaya, Kecamatan Sepauk, Kabupaten Sintang, Kalimantan Barat, Indonesia yang secara geografis berada di antara 0014' Lintang Utara serta 0031' Lintang Selatan dan 110052' Bujur Timur serta 111022' Bujur Barat (Lampiran 1). Jenis tanah di lokasi penelitian dominan berupa Inceptisol dan Ultisol. beriklim tropika basah dengan

curah hujan rata-rata 319,9 mm per bulan, dan suhu rata-rata 27°C. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura.

Penelitian ini mencakup tiga tipe penggunaan lahan, yaitu kebun kelapa sawit (KS), ladang (L), dan hutan sekunder (HS). Kebun kelapa sawit merupakan alih fungsi dari ladang yang sebelumnya dibiarkan selama satu tahun dan kemudian diolah. Tanaman sawit yang digunakan adalah varietas Tanera, dengan pemupukan yang bervariasi mulai dari satu hingga empat kali setahun, tergantung lokasi. Produksi kelapa sawit di lahan ini berkisar antara 500-2000 kg/ha per panen. Hutan sekunder terbentuk setelah pembukaan hutan primer, dan sudah dipenuhi pohon besar setelah 10 tahun. Sementara itu, lahan ladang seluas digunakan untuk pertanian padi gogo dengan hasil 300-600 kg/ha per musim panen. Pemupukan ladang hanya dilakukan sekali dengan pupuk NPK 15-15-15 di awal tanam, tanpa pengapuran karena sebelumnya lahan dibakar. Ladang sering terendam air akibat curah hujan tinggi dan kondisi drainase yang buruk.



Gambar 1. Kondisi lahan dengan penggunaan untuk kelapa sawit (a), ladang (b), dan hutan sekunder (c)

## 2. Alat dan Bahan

Alat penelitian yang digunakan meliputi sekop, bor tanah, kantong plastik sampel, pisau/gunting, hygrometer, kertas label, box strap 25 cm x 25 cm, meteran, serta wadah/ember untuk menampung dan membersihkan cacing. Alat-alat ini mendukung pengambilan sampel tanah dan pemantauan kondisi lingkungan selama penelitian.

Bahan penelitian utama adalah sampel tanah yang diambil dari kebun kelapa sawit, ladang, dan hutan sekunder. Sampel diambil pada kedalaman 0-30 cm dan 30-60 cm untuk sawit, serta 0-30 cm untuk ladang dan hutan sekunder. Total ada 24 sampel yang diambil secara acak untuk dianalisis, sesuai dengan kedalaman perakaran (0-30 cm dan 30-60 cm).

## 3. Parameter dan Ekstraksi

Penelitian ini, parameter terdiri dari parameter utama dan pendukung. Setiap parameter dianalisis di laboratorium dan di lapangan menggunakan metode ekstraksi yang berbeda-beda. Parameter dan ekstraksi yang digunakan dapat dilihat sebagai berikut (Tabel 1).

Tabel 1. Parameter dan Metode Ekstraksi yang Digunakan dalam Penelitian

Parameter	Metode yang Digunakan
<b>Parameter Utama</b>	
Nitrogen Total Tanah	Metode <i>Kjeldahl</i> dengan satuan (%)
Fosfor Tersedia Tanah	Metode Bray I menggunakan <i>Spektrophotometer</i> dengan satuan ppm
Kalium Tanah	Metode ekstrak $\text{NH}_4\text{OAc}$ 1N pH 7, diukur menggunakan Flamephotometer dengan satuan $\text{cmol}(+)/\text{kg}$
Kapasitas Tukar Kation (KTK)	Pengestak $\text{NH}_4\text{OAc}$ 1N pH 7 dengan satuan $\text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$
Ca-dd dan Mg-dd	Pengestak $\text{NH}_4\text{OAc}$ 1N pH 7, pengukuran dengan AAS ( <i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> )
Kejenuhan Basa	Dihitung dengan rumus: $\text{KB} = \{(\text{Jumlah Kation Basa})/\text{KTK}\} \times 100 \%$
Al-dd dan H-dd	Ekstraksi KCl 1 N dalam status $\text{cmol}(+) \text{kg}^{-1}$
Reaksi Tanah (pH)	Pengukuran pH menggunakan pH meter dengan pelarut air 500 ml dan tanah 10 g
C-organik Tanah	Metode <i>Walkley and Black</i> , diukur dalam satuan persen
<b>Parameter Pendukung</b>	

Kelembaban Tanah	Pengukuran kelembaban dengan alat termometer pada lokasi pengambilan sampel
Tekstur Tanah	Pengamatan di laboratorium menggunakan metode Hydrometer
Bobot Isi (BI)	Menggunakan metode silinder dan oven pada temperatur 104°C, perhitungan berdasarkan rumus BI
Perhitungan Populasi Cacing Tanah	Menghitung jumlah cacing tanah menggunakan boxstrap 25 cm x 25 cm dan menghitung populasi

**4. Analisis Data**

Data hasil analisis tanah yang diperoleh dari laboratorium akan diolah untuk mencapai tujuan penelitian. Proses pengolahan data dilakukan dengan mengelompokkan hasil analisis berdasarkan kriteria sifat tanah, yang kemudian dikategorikan dalam status hara, mulai dari sangat tinggi hingga sangat rendah, sesuai dengan tinjauan literatur yang relevan.

Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel dan IBM SPSS, dengan pendekatan uji F dan uji lanjut. Uji F digunakan untuk menentukan apakah data berdistribusi normal atau tidak, diikuti dengan uji lanjut yang sesuai dengan hasil uji normalitas dan homogenitas. Metode uji lanjut yang diterapkan meliputi Duncan Multiple Range Test (DMRT), Tukey, dan Games-Howell, tergantung pada kondisi disitribusi normalitas dan homogenitas data.

**HASIL & PEMBAHASAN**

**1. Ketersediaan Unsur Hara Makro**

**1.1 Reaksi Tanah (pH)**

Rata-rata pH pada seluruh lahan dikategorikan sebagai masam (Tabel 5). Secara statistik, hal ini dinyatakan sebagai tidak ada perbedaan nyata, menunjukkan kondisi kemasaman tanah yang relatif serupa di seluruh lokasi penelitian. Berdasarkan data hasil analisis, uji korelasi *pearson* (Lampiran 2) menunjukkan bahwa terdapat korelasi secara negatif antara pH tanah dengan C-organik sebesar 0,513 secara sangat signifikan. Mendukung hal ini, Koefisien determinasi kemudian menunjukkan bahwa peningkatan nilai C-organik dalam tanah memberikan pengaruh sebesar 28,54% terhadap penurunan nilai pH tanah (Gambar 6).

Tabel 2. Sebaran pH H<sub>2</sub>O pada Lokasi Penelitian Berdasarkan Penggunaan Lahan

Ulangan	Kelompok Penggunaan Lahan			
	KS1	KS2	L	HS
1	4,36	4,82	5,08	4,79
2	4,82	5,16	4,32	4,72
3	4,89	4,9	4,34	4,59
4	4,79	4,92	4,92	4,45
5	4,68	4,66	4,33	3,88
6	4,65	4,67	4,94	3,87
Rerata	4,70 ± 0,17a	4,86 ± 0,17a	4,66 ± 0,33a	4,38 ± 0,37a
Kriteria BPT, 2009	Masam	Masam	Masam	Masam

Keterangan : angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji lanjut games-howell taraf 95%; KS1=Kelapa Sawit 0-30; KS2=Kelapa Sawit 30-60; L=Ladang; HS=Hutan Sekunder (BPT 2009)

Berikutnya, tanah dengan pH rendah beresiko mengalami pencucian kation esensial yang berakibat pada kekurangan nutrisi dan menghambat perkembangan tanaman (Osman 2018; Yadav *et al.* 2020). Selain itu, ketersediaan fosfor juga sangat dibatasi dalam kondisi masam, yang semakin memperburuk kelangkaan nutrisi di tanah (Osman 2018). Kondisi tanah masam juga meningkatkan kelarutan logam

beracun seperti aluminium (Al), yang merusak sistem akar dan mengganggu pengambilan air serta nutrisi oleh tanaman (Yadav *et al.* 2020; Graças *et al.* 2022).

**1.2 C-Organik**

Rata-rata C-organik bervariasi bergantung pada jenis penggunaan lahan (Tabel 6). Lahan kelapa sawit 0-30 cm (KS1) memiliki C-organik rata-rata sebesar 2,44% yang tergolong dalam kategori sedang, sementara pada kelapa sawit 30-60 cm (KS2), C-organik hanya 1,53% yang masuk kategori rendah. Lahan ladang (L) memiliki C-organik rata-rata sebesar 2,80% dan termasuk dalam kategori sedang. Sebaliknya, hutan sekunder (HS) menunjukkan tingkat C-organik tertinggi dengan rata-rata 4,28%, yang dikategorikan tinggi menurut kriteria BPT 2009. Secara statistik, hanya kelompok KS2 yang berbeda nyata dibandingkan dengan hutan sekunder, yang menunjukkan pengaruh jenis penggunaan lahan terhadap kandungan C-organik tanah.

Tabel 3. Sebaran C-organik (%) pada Lokasi Penelitian Berdasarkan Kelompok Penggunaan Lahan

Ulangan	Kelompok Penggunaan Lahan			
	KS1	KS2	L	HS
1	2,24	1,18	1,72	5,69
2	2,02	1,72	4,86	2,66
3	2,44	1,5	2,45	4,92
4	2,51	1,75	2,63	3,21
5	3,68	1,68	3,72	6,53
6	1,77	1,34	1,4	2,66
Rerata	2,44 ± 0,61ab	1,53 ± 0,21a	2,80 ± 1,18ab	4,28 ± 1,52b
Kriteria BPT, 2009	Sedang	Rendah	Sedang	Tinggi

Keterangan : angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji lanjut *games-howell* taraf 95%; KS1=Kelapa Sawit 0-30; KS2=Kelapa Sawit 30-60; L=Ladang; HS=Hutan Sekunder

Rendahnya nilai C-organik pada KS2 disebabkan oleh posisi lapisan tanah 30-60 cm yang bukan merupakan lapisan permukaan, sehingga akumulasi bahan organik lebih banyak terjadi pada KS1 yang berada di lapisan teratas. Kemiripan nilai C-organik antara KS1 dan L terjadi karena lahan kelapa sawit sebelumnya memang merupakan ladang yang dibiarkan selama 1 tahun (berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik lahan), juga suplai bahan organik dari aktivitas pruning pelepah sawit. Tingginya C-organik pada hutan sekunder (HS) disebabkan oleh input biomassa yang lebih tinggi, minimnya aktivitas pengelolaan, serta tingginya proses mineralisasi bahan organik oleh mikroba tanah (Liu *et al.* 2024). Dinamika C-organik seperti ini juga dinilai berperan sebagai faktor sumber Nitrogen (Chen *et al.* 2014), yang sebelumnya dijelaskan pada Gambar 2.

**1.3 N-Total**

Kondisi ketersediaan N-total pada masing-masing kelompok penggunaan lahan (Tabel 2). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan N-total (%) bervariasi berdasarkan kelompok penggunaan lahan. Pada lahan Kelapa Sawit 0-30 cm (KS1), rerata N-Total adalah 0,30 ± 0,06%, yang secara statistik tidak berbeda nyata dengan Ladang (L) yang memiliki rerata 0,32 ± 0,12%. Kedua nilai ini tergolong kategori sedang (BPT, 2009). Namun, lahan Kelapa Sawit 30-60 cm (KS2) menunjukkan kandungan N-total terendah sebesar 0,20 ± 0,03% dan masuk kategori rendah. Sebaliknya, Hutan Sekunder (HS) memiliki kandungan N-total tertinggi,

mencapai  $0,48 \pm 0,16\%$ , yang secara statistik berbeda nyata dengan KS2 dan berada dalam kategori sedang. Hasil ini menunjukkan bahwa hutan sekunder memiliki ketersediaan nitrogen yang lebih tinggi dibandingkan dengan lahan sawit dan ladang, yang dapat disebabkan oleh perbedaan karakteristik vegetasi dan siklus hara di setiap lahan.

Tabel 4. Sebaran N-total (%) pada Lokasi Penelitian Berdasarkan Kelompok Penggunaan Lahan

Ulangan	Kelompok Penggunaan Lahan			
	KS1	KS2	L	HS
1	0,27	0,16	0,21	0,61
2	0,26	0,23	0,53	0,31
3	0,29	0,2	0,28	0,55
4	0,31	0,23	0,3	0,36
5	0,43	0,23	0,42	0,71
6	0,23	0,17	0,18	0,31
Rerata	$0,30 \pm 0,06ab$	$0,20 \pm 0,03a$	$0,32 \pm 0,12ab$	$0,48 \pm 0,16b$
Kriteria BPT, 2009	Sedang	Rendah	Sedang	Sedang

Keterangan : angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji lanjut *games-howell* taraf 95%; KS1=Kelapa Sawit 0-30; KS2=Kelapa Sawit 30-60; L=Ladang; HS=Hutan Sekunder

#### 1.4 Fosfor (P)

Sebaran P-total dalam bentuk  $P_2O_5$  pada lokasi penelitian dapat dilihat sebagai berikut (Tabel 3). Rerata P-total pada masing-masing kelompok (Tabel 3) tidak menunjukkan perbedaan nyata secara statistik. Berdasarkan kriteria BPT 2009, seluruh kelompok penggunaan lahan termasuk kategori sangat tinggi untuk kandungan P-Total.

Dilihat dari uji korelasi *pearson*, meskipun P-total tidak berkorelasi signifikan dengan variabel apapun, namun korelasi tertinggi ditemukan antara P-total dengan Al-dd secara negatif (0,332). Hal ini memiliki hubungan, terutama pada tanah masam dimana mobilitas Al-dd dalam tanah beresiko meningkatkan fiksasi P dalam ikatan Al-P (Havlin et al., 2016). Ikatan ini yang menjadi faktor utama rendahnya ketersediaan P pada pH tanah masam, meskipun sudah dipupuk. Lebih dalam, apabila dilihat berdasarkan riwayat penggunaan setiap kelompok penggunaan lahan, Tingginya P-total dalam tanah dikarenakan seluruh lahan (termasuk hutan sekunder) pernah dan sedang diusahakan sebagai areal pertanian yang menambah input pupuk P lewat NPK majemuk. Input pupuk P yang diiringi dengan mobilitas ion  $Al^{3+}$  sebagai pengikat mengakibatkan tingginya P-total dalam tanah namun ketersediaannya rendah, walaupun pada penelitian ini nilai P-tersedia tidak dianalisa lebih lanjut.

Tabel 5. Sebaran P-total pada Lokasi Penelitian Berdasarkan Penggunaan Lahan

Ulangan	Kelompok Penggunaan Lahan			
	KS1	KS2	L	HS
1	15,88	7,19	25,58	14,4
2	18,00	25,27	20,89	23,69
3	17,42	14,09	9,19	17,97
4	18,03	39,46	4,83	11,25
5	43,53	17,61	37,08	25,05
6	23,69	20,04	44,33	23,77
Rerata	$22,76 \pm 9,60a$	$20,61 \pm 10,07a$	$23,65 \pm 14,04a$	$19,36 \pm 5,21a$

Kriteria BPT, 2009	Sangat Tinggi	Sangat Tinggi	Sangat Tinggi	Sangat Tinggi
Keterangan :	angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji lanjut <i>games-howell</i> taraf 95%; KS1=Kelapa Sawit 0-30; KS2=Kelapa Sawit 30-60; L=Ladang; HS=Hutan Sekunder			

### 1.5 Kalium (K-dd)

Rerata K-dd pada setiap kelompok penggunaan lahan (Tabel 4) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik antar kelompok berdasarkan uji lanjut *Games-Howell* pada taraf 95%. Berdasarkan kriteria BPT 2009, semua kelompok penggunaan lahan termasuk dalam kategori rendah untuk kadar K-dd. Ini mengindikasikan bahwa kadar kalium di tanah pada lokasi penelitian relatif seragam dan berada pada tingkat rendah, terlepas dari variasi penggunaan lahan.

Tabel 6. Sebaran K-dd (cmol(+)/kg) pada Lokasi Penelitian Berdasarkan Kelompok Penggunaan Lahan

Ulangan	Kelompok Penggunaan Lahan			
	KS1	KS2	L	HS
1	0,14	0,08	0,14	0,32
2	0,08	0,08	0,56	0,17
3	0,1	0,08	0,24	0,21
4	0,06	0,09	0,22	0,17
5	0,22	0,15	0,28	0,44
6	0,13	0,14	0,08	0,13
Rerata	0,12 ± 0,05a	0,10 ± 0,03a	0,25 ± 0,15a	0,24 ± 0,11a
Kriteria BPT, 2009	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah

Keterangan : angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji lanjut *games-howell* taraf 95%; KS1=Kelapa Sawit 0-30; KS2=Kelapa Sawit 30-60; L=Ladang; HS=Hutan Sekunder

### 1.6 Kalsium (Ca-dd)

Hasil uji lanjut *Games-Howell* menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antar kelompok, ditunjukkan dengan huruf yang sama di setiap kelompok (Tabel 8). Berdasarkan kriteria BPT 2009, seluruh kelompok penggunaan lahan tergolong dalam kategori sangat rendah untuk kadar Ca-dd. Hal ini mengindikasikan bahwa ketersediaan kalsium di lokasi penelitian secara umum rendah, terlepas dari perbedaan penggunaan lahan. Namun, Rata-rata kadar Ca-dd tertinggi ditemukan pada lahan Ladang ( $1,55 \pm 0,59$  cmol(+)/kg), sedangkan terendah pada Kelapa Sawit 30-60 cm ( $0,96 \pm 0,18$  cmol(+)/kg).

Tabel 7. Sebaran Ca-dd (cmol(+)/kg) pada Lokasi Penelitian Berdasarkan Kelompok Penggunaan Lahan

Ulangan	Kelompok Penggunaan Lahan			
	KS1	KS2	L	HS
1	1,42	0,92	1,22	1,31
2	1,07	0,88	2,27	1,04
3	1,88	1,29	1,25	1,03
4	0,8	0,7	1,16	1,06
5	1,14	0,97	2,46	2,5
6	1,07	1,01	0,92	0,93
Rerata	1,23 ± 0,34a	0,96 ± 0,18a	1,55 ± 0,59a	1,31 ± 0,54a
Kriteria BPT, 2009	Sangat Rendah	Sangat Rendah	Sangat Rendah	Sangat Rendah

Keterangan : angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji lanjut *games-howell* taraf 95%; KS1=Kelapa Sawit 0-30; KS2=Kelapa Sawit 30-60; L=Ladang; HS=Hutan Sekunder

### 1.7 Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Data (Tabel 10) menunjukkan rata-rata KTK tertinggi ditemukan pada Hutan Sekunder ( $15,61 \pm 5,17$  cmol(+)/kg), sedangkan yang terendah pada Kelapa Sawit 30-60 cm ( $7,69 \pm 1,01$  cmol(+)/kg). Meskipun terdapat variasi antar kelompok penggunaan lahan, hasil uji lanjut *Games-Howell* menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan, ditunjukkan dengan huruf yang sama pada semua kelompok.

Berdasarkan kriteria BPT 2009, seluruh kelompok penggunaan lahan tergolong dalam kategori rendah untuk KTK, mengindikasikan bahwa tanah di lokasi penelitian memiliki kapasitas rendah dalam menahan kation, yang dapat memengaruhi ketersediaan hara khususnya kation basa ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ , dan  $Na^+$ ) bagi tanaman. Uji korelasi *pearson* (Lampiran 2) menunjukkan bahwa terdapat korelasi sangat signifikan secara positif antara C-organik terhadap KTK pada lokasi penelitian ( $R=0,932$ ). Hal ini menunjukkan bahwa KTK di lokasi penelitian sangat dibantu oleh kondisi bahan organik dalam tanah, dengan pengaruh sebesar 87% (Gambar 4). Hal ini dikarenakan Bahan organik dapat meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah karena mengandung senyawa-senyawa yang memiliki banyak gugus aktif, seperti karboksil (-COOH) dan hidroksil (-OH), yang mampu melepaskan ion hidrogen ( $H^+$ ) dan meninggalkan muatan negatif (Yuniarti et al., 2023).

Tabel 8. Sebaran Kapasitas Tukar Kation (KTK) pada Lokasi Penelitian Berdasarkan Kelompok Penggunaan Lahan

Ulangan	Kelompok Penggunaan Lahan			
	KS1	KS2	L	HS
1	12,74	8,92	6,95	19,51
2	8,57	6,79	14,56	9,73
3	12,85	8,76	9,95	17,53
4	12,38	6,69	9,61	10,91
5	12,92	8,38	12,43	24,04
6	6,8	6,6	8,38	11,93
Rerata	$11,04 \pm 2,43a$	$7,69 \pm 1,01a$	$10,31 \pm 2,52a$	$15,61 \pm 5,17a$
Kriteria BPT, 2009	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah

Keterangan : angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji lanjut *games-howell* taraf 95%; KS1=Kelapa Sawit 0-30; KS2=Kelapa Sawit 30-60; L=Ladang; HS=Hutan Sekunder

### 1.8 Kejenuhan Basa (KB)

Sebaran kejenuhan basa (KB) pada lokasi penelitian menunjukkan variasi antar kelompok penggunaan lahan. Kelompok ladang (L) memiliki nilai rata-rata tertinggi sebesar  $26,40 \pm 5,06\%$ , yang dikategorikan sebagai rendah menurut kriteria BPT 2009. Kelapa sawit pada kedalaman 30-60 cm (KS2) juga menunjukkan nilai yang cukup tinggi dengan rata-rata  $21,64 \pm 3,15\%$ , namun masih termasuk kategori rendah. Sementara itu, kelapa sawit pada kedalaman 0-30 cm (KS1) dan hutan sekunder (HS) menunjukkan nilai KB yang lebih rendah, masing-masing  $19,18 \pm 5,18\%$  dan  $17,15 \pm 1,85\%$ , keduanya masuk dalam kategori sangat rendah. Uji lanjut *Games-Howell* menunjukkan bahwa kejenuhan basa di ladang (L) tidak berbeda nyata dengan KS1 dan KS2, namun berbeda secara signifikan dengan hutan sekunder (HS).

Tabel 9. Sebaran Kejenuhan Basa (KB) pada Lokasi Penelitian Berdasarkan Kelompok Penggunaan Lahan

Ulangan	Kelompok Penggunaan Lahan			
	KS1	KS2	L	HS
1	17,82	17,6	29,93	15,33
2	19,95	21,8	30,91	19,53
3	22,65	22,6	23,82	15,57
4	10,58	18,09	22,68	18,88
5	16,72	22,79	32,58	18,51
6	27,35	26,97	18,5	15,09
Rerata	19,18 ± 5,18ab	21,64 ± 3,15ab	26,40 ± 5,06a	17,15 ± 1,85b
Kriteria BPT, 2009	Sangat Rendah	Rendah	Rendah	Sangat Rendah

Keterangan : angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji lanjut *games-howell* taraf 95%; KS1=Kelapa Sawit 0-30; KS2=Kelapa Sawit 30-60; L=Ladang; HS=Hutan Sekunder

Hal ini sangat berkaitan dengan KTK dan kadar kation basa, karena KB adalah rasio kation-kation basa terhadap KTK (Tan, 2010). Kapasitas tukar kation pada hutan sekunder cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan ladang dan kebun sawit. Sementara itu, kadar kation basa pada ladang dan kebun sawit lebih tinggi, terutama akibat pemupukan serta pembakaran lahan yang umum dilakukan pada ladang, dibandingkan dengan hutan sekunder (kecuali unsur magnesium). Tinggi rendahnya KTK dan kation-kation basa pada setiap lahan dibahas pada bagian sebelumnya.

### 1.9 Kejenuhan *Aluminium* (%)

Aluminium dapat bermanfaat bagi tanaman dengan merangsang pertumbuhan dan mengurangi stres, tetapi juga dapat membatasi pertumbuhan dan produktivitas tanaman terutama pada tanah masam (Ofoe et al., 2023). Kondisi Aluminium dapat dipertukarkan ( $Al^{3+}$ ) pada lokasi penelitian ialah sebagai berikut (Tabel 12).

Tabel 10. Sebaran Kejenuhan Aluminium (%) pada Lokasi Penelitian Berdasarkan Kelompok Penggunaan Lahan

Ulangan	Kelompok Penggunaan Lahan			
	KS1	KS2	L	HS
1	8,87	17,26	17,41	7,38
2	4,67	3,83	14,56	25,08
3	4,05	14,73	22,11	8,27
4	3,63	5,98	9,68	14,67
5	7,12	30,55	6,84	7,07
6	11,91	26,21	9,79	8,47
Rerata	6,71 ± 2,96a	16,43 ± 9,72a	13,40 ± 13,40a	11,82 ± 6,45a
Kriteria BPT, 2009	Rendah	Sedang	Sedang	Sedang

Keterangan : angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji lanjut *games-howell* taraf 95%; KS1=Kelapa Sawit 0-30; KS2=Kelapa Sawit 30-60; L=Ladang; HS=Hutan Sekunder

Berdasarkan data di atas (Tabel 12), dapat dilihat bahwa lahan Kelapa Sawit 30-60 cm (KS2) memiliki rerata kejenuhan aluminium tertinggi (16.43%) sedangkan lapisan 30-60 cm justru berada pada kondisi terendah (6,71%). Hal ini terjadi karena pH tanah yang rendah (Tabel 5) menyebabkan kelarutan Aluminium yang kemudian termobilisasi ke lapisan tanah yang lebih dalam (Bache, 1985).

Uji korelasi *pearson* (Lampiran 2) tidak memperlihatkan hubungan yang signifikan antara kondisi Al-dd atau kejenuhan aluminium terhadap kandungan dan ketersediaan hara yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa kehadiran Aluminium di lokasi penelitian bersifat bawaan (*inherent*).

## 2. Populasi Cacing Tanah

### 2.1 Perbandingan Populasi Cacing Tanah

Cacing tanah berperan sebagai bioindikator kesehatan tanah (USDA 2020), yang berperan dalam meningkatkan ketersediaan nutrisi tanah lewat modifikasi struktur tanah (Medina-Sauza *et al.* 2019). Perbandingan populasi cacing tanah (ekor/m<sup>2</sup>) pada lokasi penelitian dapat dilihat sebagai berikut (Tabel 13). Berdasarkan data populasi cacing tanah, tidak ditemukan populasi cacing pada lahan Ladang (L). Alasan utama tidak ditemukan cacing pada lahan ladang adalah karena lahan sering dibakar, dan cenderung selalu basah pada saat lahan sedang dimanfaatkan untuk penanaman. Kedua hal ini menjadi faktor utama tidak ditemukan populasi cacing pada ladang.

Tabel 11. Perbandingan Populasi Cacing Tanah (ekor/m<sup>2</sup>) pada Berbagai Kelompok Penggunaan Lahan

Ulangan	Kelompok Penggunaan Lahan		
	KS	L	HS
1	0	0	0
2	0	0	0
3	112	0	0
4	0	0	0
5	256	0	400
6	0	0	0
Rerata	61 ± 96	0 ± 0	67 ± 149

Populasi cacing tanah pada perkebunan hutan sekunder (67 ± 149 ekor/m<sup>2</sup>) jauh lebih tinggi dibandingkan dengan perkebunan kelapa sawit (61 ± 96 ekor/m<sup>2</sup>). Hal ini disebabkan hutan sekunder memiliki bahan organik tanah yang lebih tinggi (Ma *et al.* 2024). Alasan berikutnya adalah data yang didapat bahwa hutan sekunder memiliki rerata kadar C-organik lebih tinggi (4,28%) dibandingkan dengan Kebun Sawit yang nyaris setengah kali lebih rendah (2,44%). Namun, lahan ladang justru memiliki nilai C-organik yang lebih tinggi dibandingkan dengan perkebunan kelapa sawit (2,80%). Meskipun demikian, faktor pembakaran lahan dan kondisi drainase yang buruk sebagaimana dijelaskan sebelumnya menjadi faktor utama tidak ada cacing pada area ladang. Hal ini menjelaskan bahwa faktor lingkungan berpengaruh terhadap keberadaan cacing tanah meskipun sumber bahan organik cukup tinggi (Singh *et al.* 2020).

### 1. Saran Pemupukan

Pemupukan yang tepat mencegah pengurangan nutrisi tanah, bahkan dapat meningkatkan hasil panen pada berbagai praktik pertanian tradisional mulai dari 8-21% (Jayashree *et al.* 2022). Pada lokasi penelitian, rekomendasi pemupukan akan berorientasi pada 2 (dua) komoditi yaitu Padi Tadah hujan (*Oryza sativa L.*) dan Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis Jacq.*). Pupuk yang diberikan mengarah pada perbaikan hara N, P, dan K lewat pemberian pupuk tunggal yang secara berurutan terdiri dari pupuk urea, SP36, dan KCl. Pupuk dalam bentuk ketiga tersebut seringkali digunakan oleh masyarakat dan dianggap lebih ekonomis.

Tabel 12. Saran Pemupukan N, P, dan K pada Ladang untuk Tanaman Padi Tadah Hujan

Ulangan	Rekomendasi Dosis Pemupukan (kg/ha)		
	Urea (45% N)	SP36 (36% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	KCl (60% K <sub>2</sub> O)
1	244,27	0,00	233,15
2	226,44	0,00	203,42
3	239,39	8,28	231,35
4	231,29	32,62	218,08
5	229,97	0,00	212,14
6	243,54	0,00	246,42
Rerata	235,82 ± 6,91	6,82 ± 11,93	224,09 ± 14,37

Tingkat aplikasi nitrogen optimal untuk kelapa sawit berusia  $\geq 4$  tahun adalah sekitar 1632 g (1,63 kg) N/pohon/Tahun, yang dapat meningkatkan produktivitas hingga 35% (Purwanto et al., 2017). Pengaplikasian pupuk fosfat yang setara dengan 443,75 g (0,44 kg) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/pohon/tahun merupakan dosis optimal yang dapat meningkatkan hasil Tandan Buah Segar (TBS) pada 7,2 ton/ha/tahun atau 55,38% (Purwanto & Sudradjat, 2020). Selanjutnya, aplikasi pupuk kalium yang setara dengan 2041,2 g (2,04 kg) K<sub>2</sub>O/pohon/tahun juga merupakan dosis optimal yang dapat meningkatkan hasil Tandan Buah Segar (TBS) pada 7,7 ton/ha/tahun atau 59,23% (Purwanto & Sudradjat, 2020). Berdasarkan perhitungan dari acuan ini, maka rekomendasi pemupukan untuk tanaman kelapa sawit dengan jarak tanam 8 x 9 meter atau 139 pohon dalam 1 hektar lahan per tahun (Tabel 16) adalah 3,15 ± 0,08 kg/pohon/tahun Urea (48% N), 0,85 ± 0,31 kg/pohon/tahun SP36 (36% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), dan 4,99 ± 0,17 kg/pohon/tahun KCl (60% K<sub>2</sub>O), atau setara dengan 437,32 ± 11,64 kg/ha/tahun Urea (48% N), 117,85 ± 43,69 kg/pohon/tahun SP36 (36% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), dan 692,97 ± 23,30 kg/pohon/tahun KCl (60% K<sub>2</sub>O).

Tabel 13. Rekomendasi Pemupukan N, P, dan K untuk Tanaman Kelapa Sawit di Perkebunan Kelapa Sawit Pada Lokasi Penelitian

Ulangan	Rekomendasi Dosis Pemupukan (kg/pohon/tahun)		
	Urea (45% N)	SP36 (36% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	KCl (60% K <sub>2</sub> O)
1	3,30	1,16	4,98
2	3,17	0,00	4,93
3	3,25	0,53	5,05
4	3,19	0,00	5,03
5	3,03	0,00	4,73
6	3,22	0,00	4,59
Rerata	3,15 ± 0,08	0,85 ± 0,31	4,99 ± 0,17

Keterangan : rekomendasi diberikan untuk tanaman sawit dengan jarak tanam 8 x 9 meter pada luas 1 hektar lahan

## KESIMPULAN DAN IMPLIKASI

### 1. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketersediaan unsur hara makro pada lokasi penelitian bervariasi tergantung pada jenis penggunaan lahan, yaitu Hutan Sekunder (HS), Ladang (L), dan Kelapa Sawit (KS). Kandungan N-total pada KS dan L berada pada kategori sedang dengan rerata masing-masing 0,30 ± 0,06% dan 0,32 ± 0,12%, sedangkan HS memiliki N-total tertinggi sebesar 0,48 ± 0,16%, yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan KS dan L.

Populasi cacing tanah menunjukkan variasi yang signifikan pada berbagai penggunaan lahan, dengan rerata populasi tertinggi ditemukan pada hutan sekunder ( $67 \pm 149$  ekor/m<sup>2</sup>) dibandingkan dengan kebun sawit ( $61 \pm 96$  ekor/m<sup>2</sup>), sementara pada lahan ladang tidak ditemukan populasi cacing sama sekali.

saran pemupukan untuk mendukung produksi tanaman padi dan kelapa sawit di lokasi penelitian didasarkan pada dosis optimal untuk masing-masing unsur hara makro. Pada tanaman padi tadah hujan, dosis pemupukan yang disarankan adalah  $235,82 \pm 6,91$  kg/ha Urea (48% N),  $6,82 \pm 11,93$  kg/ha SP36 (36% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), dan  $224,09 \pm 14,37$  kg/ha KCl (60% K<sub>2</sub>O). Selanjutnya untuk tanaman kelapa sawit, dosis optimal yang disarankan adalah  $3,15 \pm 0,08$  kg/pohon/tahun Urea (45% N),  $0,85 \pm 0,31$  kg/pohon/tahun SP36 (36% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), dan  $4,99 \pm 0,17$  kg/pohon/tahun KCl (60% K<sub>2</sub>O), yang setara dengan  $437,32 \pm 11,64$  kg/ha/tahun Urea,  $117,85 \pm 43,69$  kg/ha/tahun SP36, dan  $692,97 \pm 23,30$  kg/ha/tahun KCl. Pemupukan ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas kedua komoditi, dengan potensi peningkatan hasil sebesar 35% untuk kelapa sawit dan 8-21% untuk padi tadah hujan.

### 1. Implikasi

Penelitian ini merekomendasikan beberapa langkah lanjutan untuk pengembangan lebih lanjut. Studi mendalam tentang populasi cacing tanah dan perannya dalam distribusi unsur hara perlu dilakukan, mengingat data yang diperoleh masih terbatas. Penelitian juga disarankan mencakup penggunaan lahan lain untuk memahami bagaimana jenis lahan memengaruhi populasi cacing tanah dan ketersediaan hara makro. Selain itu, studi jangka panjang terhadap perubahan kualitas tanah dapat memberikan wawasan lebih komprehensif mengenai dinamika tanah, populasi cacing, dan ketersediaan hara dalam berbagai sistem budidaya.

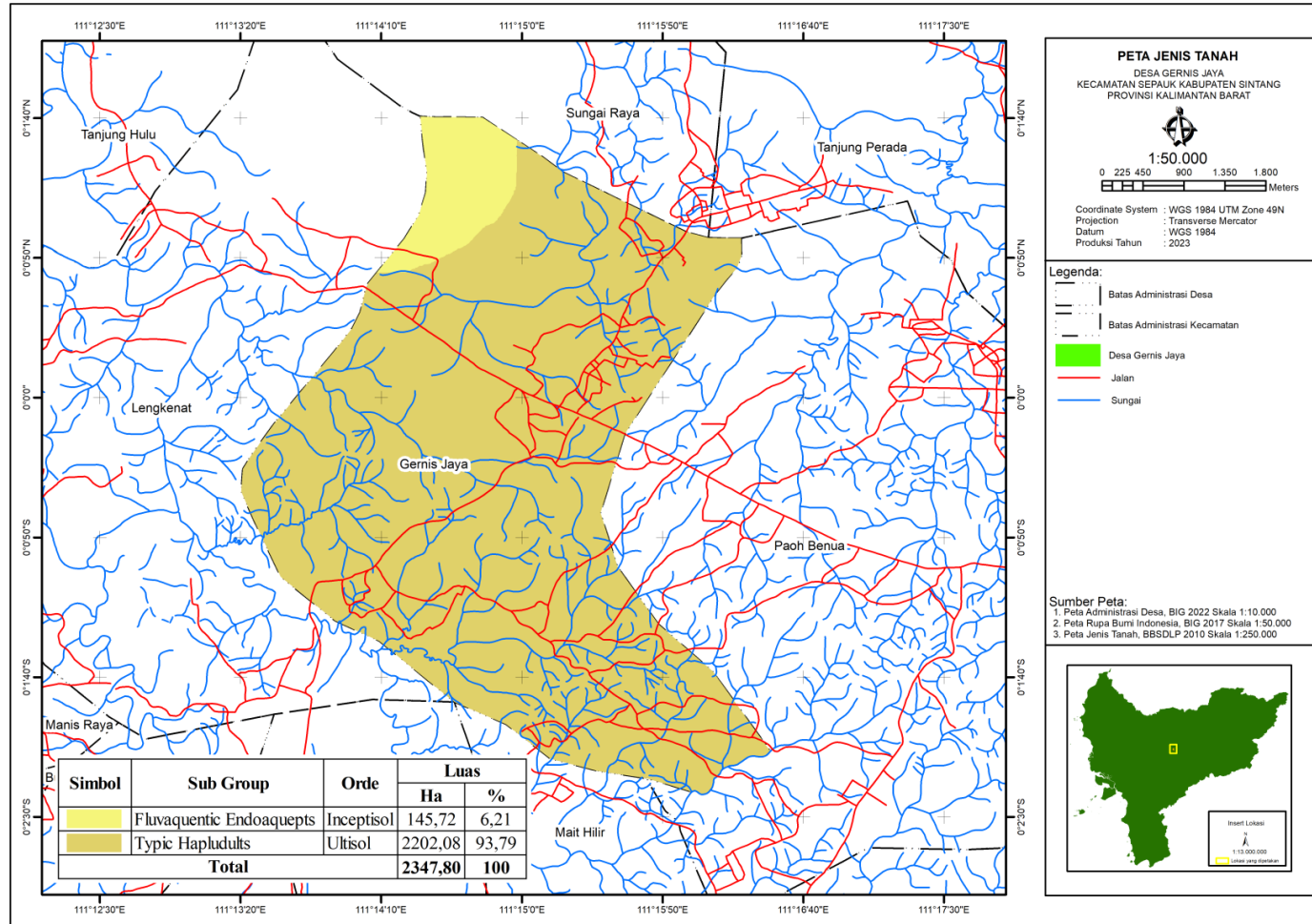
## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Y. (2010). *Analisis kadar hara makro dalam tanah pada tanaman agroforestri di Desa Tambun Raya Kalimantan Tengah*.
- Barrow, N. J., & Hartemink, A. E. (2023). The effects of pH on nutrient availability depend on both soils and plants. *Plant and Soil*, 487(1), 21–37. <https://doi.org/10.1007/s11104-023-05960-5>
- Benke, K., Robinson, N., Norng, S., Rees, D., & Leary, G. (2022). Epistemic Uncertainties in the Assessment of Regional Soil Acidification. *Environments*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/environments9080097>
- BPT, (Balai Penelitian Tanah). (2009). Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. In *Balai Penelitian tanah* (Issue 2). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- Graças, J. P., Jamet, E., & Lima, J. E. (2022). Advances towards understanding the responses of root cells to acidic stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 191, 89–98. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2022.09.022>
- Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L., & Beaton, J. D. (2016). *Soil Fertility and Fertilizers*. Pearson Education India.
- Hirzel, J., Paredes, M., Becerra, V., & Donoso, G. (2020). Response of direct seeded rice to increasing rates of nitrogen, phosphorus, and potassium in two paddy

- rice soils. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 80(2). <https://doi.org/10.4067/S0718-58392020000200263>
- Holford, I. C. R. (1997). Soil phosphorus: its measurement, and its uptake by plants. *Soil Research*, 35(2), 227–240.
- Jayashree, D., Pandithurai, O., Paul Jasmin Rani, L., Menon, P. K., Beria, M. V., & Nithyalakshmi, S. (2022). Fertilizer Recommendation System Using Machine Learning. In J. D. Peter, S. L. Fernandes, & A. H. Alavi (Eds.), *Disruptive Technologies for Big Data and Cloud Applications* (pp. 709–716). Springer Nature Singapore.
- Khaledian, Y., Brevik, E. C., Pereira, P., Cerdà, A., Fattah, M. A., & Tazikeh, H. (2017). Modeling soil cation exchange capacity in multiple countries. *Catena*, 158, 194–200.
- Ma, L., Shao, M., Wang, Y., Li, T., Jing, X., Jia, K., & Zhang, Y. (2024). The Characteristics and Influential Factors of Earthworm and Vermicompost under Different Land Use in a Temperate Area, China. *Forests*, 15(8). <https://doi.org/10.3390/f15081389>
- Malhi, S. S., Nyborg, M., Goddard, T., & Puurveen, D. (2011). Long-term tillage, straw management and N fertilization effects on quantity and quality of organic C and N in a Black Chernozem soil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 90(2), 227–241. <https://doi.org/10.1007/s10705-011-9424-6>
- Medina-Sauza, R. M., Álvarez-Jiménez, M., Delhal, A., Reverchon, F., Blouin, M., Guerrero-Analco, J. A., Cerdán, C. R., Guevara, R., Villain, L., & Barois, I. (2019). Earthworms building up soil microbiota, a review. In *Frontiers in Environmental Science* (Vol. 7, Issue JUN). <https://doi.org/10.3389/fenvs.2019.00081>
- Naz, M., Ghani, M. I., Atif, M. J., Raza, M. A., Bouzroud, S., Afzal, M. R., Riaz, M., Ali, M., Tariq, M., & Fan, X. (2023). Sodium and abiotic stress tolerance in plants. In *Beneficial Chemical Elements of Plants: Recent Developments and Future Prospects*. <https://doi.org/10.1002/9781119691419.ch13>
- Ofoe, R., Thomas, R. H., Asiedu, S. K., Wang-Pruski, G., Fofana, B., & Abbey, Lord. (2023). Aluminum in plant: Benefits, toxicity and tolerance mechanisms. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2022.1085998>
- Osman, K. T. (2018). Acid Soils and Acid Sulfate Soils. In K. T. Osman (Ed.), *Management of Soil Problems* (pp. 299–332). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-75527-4\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-75527-4_11)
- Prasetyo, B., & Suriadikarta, D. (2006). Karakteristik, Potensi, dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*, 25(2).
- Purwanto, O. D., & Sudradjat. (2020). Determination of optimum rate of phosphorus and potassium fertilizers for a four-year-old oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 418(1), 012048. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/418/1/012048>
- Tang, B., Rocci, K. S., Lehmann, A., & Rillig, M. C. (2023). Nitrogen increases soil organic carbon accrual and alters its functionality. *Global Change Biology*, 29(7), 1971–1983. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/gcb.16588>
- Thor, K. (2019). Calcium—nutrient and messenger. In *Frontiers in Plant Science* (Vol. 10). <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00440>

- USDA. (2020). *Cropland in-Field Soil Health Assesment Guide. Soil Health Technical Note No.450-06*. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
- Van Bich, N., Eyles, A., Mendham, D., Dong, T. L., Ratkowsky, D., Evans, K. J., Hai, V. D., Van Thanh, H., Van Thinh, N., & Mohammed, C. (2018). Contribution of harvest residues to nutrient cycling in a tropical *Acacia mangium* willd. plantation. *Forests*, 9(9). <https://doi.org/10.3390/f9090577>
- Yadav, D. S., Jaiswal, B., Gautam, M., & Agrawal, M. (2020). Soil Acidification and its Impact on Plants. In P. Singh, S. K. Singh, & S. M. Prasad (Eds.), *Plant Responses to Soil Pollution* (pp. 1–26). Springer Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-4964-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-15-4964-9_1)
- Yuniarti, A., Herdiyantoro, E. A., & Auliya. (2023). Increase in CEC, K-dd, K Uptake, Si-Total, and Rice Yield (*Oryza sativa* L.) Due to the Application of Organic and Inorganic Fertilizers, Different Doses on Ultisol. *JETISH: Journal of Education Technology Information Social Sciences and Health*, 2(2). <https://doi.org/10.57235/jetish.v2i2.789>

Lampiran 1. Peta Jenis Tanah di Desa Gernis Jaya



Lampiran 2. Hasil Uji Korelasi *Pearson*

		Correlations																								
		pH H2O	pH KCl	C-Organik	N-Total	P-total	Ca	Mg	K	Na	KTK	KB	Al-dd	H-dd	Pasir	Debu	Liat	Bobot isi	Cacing (ekor/m2)							
pH H2O	Pearson Correlation	1																								
	Sig. (2-tailed)																									
	N	24																								
pH KCl	Pearson Correlation	.674**	1																							
	Sig. (2-tailed)	0,000																								
	N	24	24																							
C-Organik	Pearson Correlation	-.534**	-.198	1																						
	Sig. (2-tailed)	0,007	0,354																							
	N	24	24	24																						
N-Total	Pearson Correlation	-.527**	-.206	.998**	1																					
	Sig. (2-tailed)	0,008	0,335	0,000																						
	N	24	24	24	24																					
P-total	Pearson Correlation	0,031	0,028	0,018	0,037	1																				
	Sig. (2-tailed)	0,887	0,898	0,935	0,863																					
	N	24	24	24	24	24																				
Ca	Pearson Correlation	-.498*	0,014	.613**	.604**		0,066	1																		
	Sig. (2-tailed)	0,013	0,948	0,001	0,002		0,760																			
	N	24	24	24	24	24	24	24																		
Mg	Pearson Correlation	-.487*	-.090	.870**	.863**	-.059	.732**	1																		
	Sig. (2-tailed)	0,016	0,674	0,000	0,000	0,786	0,000																			
	N	24	24	24	24	24	24	24	24																	
K	Pearson Correlation	-.552**	-.103	.818**	.804**	-.010	.740**	.815**	1																	
	Sig. (2-tailed)	0,005	0,633	0,000	0,000	0,964	0,000	0,000																		
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24																
Na	Pearson Correlation	-.536**	-.080	.720**	.702**	-.064	.649**	.705**	.934**	1																
	Sig. (2-tailed)	0,007	0,711	0,000	0,000	0,768	0,001	0,000	0,000																	
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24															
KTK	Pearson Correlation	-.565**	-.293	.932**	.933**	-.064	.595**	.802**	.674**	.583**	1															
	Sig. (2-tailed)	0,004	0,164	0,000	0,000	0,765	0,002	0,000	0,000	0,003																
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24														
KB	Pearson Correlation	0,030	.419*	-.131	-.148	0,067	.479*	0,185	0,310	0,338	-.313	1														
	Sig. (2-tailed)	0,890	0,042	0,543	0,491	0,755	0,018	0,387	0,140	0,107	0,136															
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24													
Al-dd	Pearson Correlation	-.373	-.299	0,233	0,214	-.332	0,168	0,320	.470*	.563**	0,191	0,189	1													
	Sig. (2-tailed)	0,072	0,155	0,273	0,316	0,113	0,433	0,127	0,020	0,004	0,372	0,378														
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24												
H-dd	Pearson Correlation	-.487*	-.397	.421*	0,400	-.193	0,359	.416*	.463*	.488*	.465*	-.042	.777**	1												
	Sig. (2-tailed)	0,016	0,055	0,040	0,053	0,367	0,085	0,043	0,023	0,016	0,022	0,847	0,000													
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24											
Pasir	Pearson Correlation	-.150	0,037	-.141	-.130	0,000	0,016	-.183	-.219	-.218	-.028	-.105	-.365	-.323	1											
	Sig. (2-tailed)	0,485	0,863	0,510	0,544	0,999	0,942	0,391	0,304	0,306	0,897	0,625	0,080	0,123												
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24											
Debu	Pearson Correlation	0,122	-.052	0,046	0,029	0,140	-.037	0,108	0,176	0,182	-.033	0,071	0,323	0,403	-.895**	1										
	Sig. (2-tailed)	0,569	0,810	0,830	0,894	0,513	0,865	0,616	0,410	0,396	0,878	0,741	0,124	0,051	0,000											
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24										
Liat	Pearson Correlation	0,126	0,002	0,226	0,231	-.217	0,024	0,219	0,188	0,178	0,110	0,111	0,269	0,056	-.720**	0,335	1									
	Sig. (2-tailed)	0,558	0,992	0,288	0,278	0,308	0,913	0,303	0,379	0,406	0,609	0,605	0,204	0,796	0,000	0,110										
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24									
Bobot isi	Pearson Correlation	.493*	0,212	-.534**	-.509*	0,206	-.460*	-.546*	-.432*	-.372*	-.575**	0,099	-.240	-.480*	-.075	-.034	0,212	1								
	Sig. (2-tailed)	0,014	0,320	0,007	0,011	0,335	0,024	0,006	0,035	0,073	0,003	0,646	0,259	0,018	0,726	0,875	0,320									
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24							
Cacing (ekor/m2)	Pearson Correlation	-.370	-.151	.532**	.548**	0,278	.479*	0,322	0,392	0,317	.600**	-.164	0,014	0,277	-.007	-.079	0,138	-.020	1							
	Sig. (2-tailed)	0,076	0,481	0,007	0,006	0,188	0,018	0,126	0,058	0,131	0,002	0,444	0,947	0,189	0,975	0,713	0,522	0,925								
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24						

Catatan : \*\*korelasi sangat signifikan 0,01 (99%)

\*korelasi signifikan 0,05 (95%)

Kolom kuning menandakan bahwa data berkorelasi secara signifikan hingga sangat signifikan