

SKRIPSI

ANALISIS SIFAT BIOLOGI TANAH PADA RHIZOSFER *Nephrolepis biserrata* DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

**OKTAVIANA HOTTARULI MUNTHE
223020401064**



**FAKULTAS PERTANIAN, KEHUTANAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
2026**

**ANALISIS SIFAT BIOLOGI TANAH PADA RHIZOSFER
Nephrolepis biserrata DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT**

OKTAVIANA HOTTARULI MUNTHER
223030401122

*Skripsi ini merupakan salah satu syarat
untuk memperoleh gelar sarjana pertanian
pada jurusan budidaya pertanian*

**FAKULTAS PERTANIAN, KEHUTANAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
2026**

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Palangka Raya, Juli 2026



OKTAVIANA HOTTARULI MUNTHE
223020401064

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS SIFAT BIOLOGI TANAH PADA RHIZOSFER *Nephrolepis biserrata* DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

OKTAVIANA HOTTARULI MUNTHE
223030401122

Program Studi Agroteknologi
Jurusan Budidaya Pertanian

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing 1



Dr. Ir. SUSTIKAH, M.P.
NIP. 196406251990022002

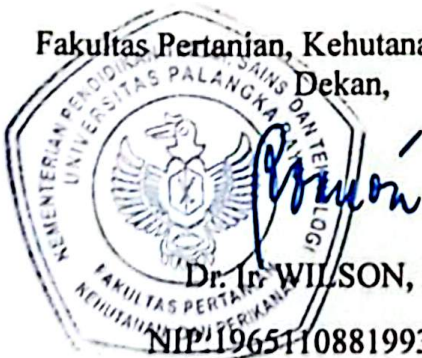
Dosen Pembimbing 2



Dr. Ir. Hj. RAHMAWATI BUDI MULYANI, MP
NIP. 196210251987102001

Mengetahui

Fakultas Pertanian, Kehutanan dan Perikanan
Dekan,



Dr. Ir. WILSON, M.Si.
NIP. 1965110881993021001

Jurusan Budidaya Pertanian
Ketua,



Dr. Ir. SUSI KRESNATITA, M.P.
NIP. 196607181994012001

LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI
ANALISIS SIFAT BIOLOGI TANAH PADA RHIZOSFER
***Nephrolepis biserrata* DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT**

Oleh:

OKTAVIANA HOTTARULI MUNTHE
223020401064

Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Agroteknologi Jurusan Budidaya Pertanian
Fakultas Pertanian

Universitas Palangka Raya

Hari/Tanggal : Rabu 22 Juli 2026

Waktu : 08.00 - 10.00 Wib

Tempat : Ruang Sidang

Tim Penguji

- | | | |
|--|-----------|---------|
| 1. Dr. Ir. SUSTIYAH, M.P | (Ketua) | (.....) |
| 2. Dr. Ir. Hj. RAHMAWATI BUDI MULYANI, M.P. (Sekretaris) | (.....) | (.....) |
| 3. Dr. Ir. AHKMAT SAJARWAN, M.P. | (Anggota) | (.....) |

RINGKASAN

OKTAVIANA HOTTARULI MUNTHE. 223020401064. **Analisis Sifat Biologi Tanah Pada Rhizosfer *Nephrolepis biserrata* Di Perkebunan Kelapa Sawit.** Dibawah bimbingan ibu Dr. Ir. SUSTIYAH, M.P., dan ibu Dr. Ir. Hj. RAHMAWATI BUDI MULYANI, M.P.

Penggunaan tanaman penutup tanah di perkebunan kelapa sawit sangat krusial untuk menjaga stabilitas ekosistem lahan. Namun, pada tanah marginal seperti tanah sulfat masam yang memiliki pH ekstrem rendah ($<3,5$) serta toksisitas Aluminium (Al) dan Besi (Fe) yang tinggi, tanaman penutup konvensional jenis legum (LCC) sulit berkembang. Sebagai alternatif, *Nephrolepis biserrata* atau pakis pedang lokal menunjukkan adaptabilitas superior. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi, mengidentifikasi, dan menganalisis indeks keanekaragaman mikroba (jamur dan bakteri) serta kandungan sifat tanah (C-organik, N-total, pH, suhu, dan kelembapan) pada rhizosfer *Nephrolepis biserrata* (pakis pedang) di perkebunan kelapa sawit lahan sulfat masam. Penelitian ini dilakukan dari bulan Februari hingga Juni 2026 di PT. Lifere Agro Kapuas (LAK), Kecamatan Mantangai, Kabupaten Kapuas, Kalimantan Tengah. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada kedalaman 0-30 cm di tiga tipologi lahan dengan umur kelapa sawit 13–14 tahun dengan membandingkan tiga kondisi pengelolaan vegetasi: lahan tanpa *N. biserrata* (G32), lahan dengan *N. biserrata* tidak dikelola (G19), dan lahan dengan *N. biserrata* dikelola (F32). Metode penelitian menggunakan metode deskriptif melalui survei lapangan dan analisis laboratorium menggunakan metode *Simple Random Sampling*. Hasil isolasi jamur menemukan dua genus utama, yaitu *Fusarium* sp. dan *Trichoderma* sp.. Pada lahan dikelola (F32), agens hayati *Trichoderma* sp. sangat mendominasi (9 isolat) dibandingkan *Fusarium* sp. (1 isolat), yang mengindikasikan terbentuknya tanah supresif alami. Hasil isolasi bakteri mengidentifikasi genus *Bacillus* sp. pada lahan tanpa pakis (G32); *Bacillus* sp. dan *Bacillus mycoides* pada lahan tidak dikelola (G19); serta *Bacillus* sp., *Bacillus mycoides*, dan *Pseudomonas* sp. pada lahan dikelola (F32). Tanaman penutup tanah *Nephrolepis biserrata* yang dikelola secara intensif terbukti efektif meningkatkan kesehatan biologi tanah sulfat masam di perkebunan kelapa sawit. Tindakan manajemen vegetasi mendorong pertumbuhan mikroba fungsional seperti *Trichoderma* sp. dan *Pseudomonas* sp., meningkatkan indeks keanekaragaman hayati tanah ke tingkat sedang, memperbaiki pH tanah menuju netral, serta mendepositokan kadar C-Organik yang tinggi tanpa mengganggu kestabilan mikroklimat fisik tanah.

ABSTRACT

Analysis of Soil Biological Properties in the Rhizosphere of *Nephrolepis biserrata* in Oil Palm Plantations

OKTAVIANA HOTTARULI MUNTHE

This study aimed to isolate, identify, and analyze the diversity index of soil microbes (fungi and bacteria) as well as soil chemical and physical properties (organic C, total N, pH, temperature, and moisture) in the rhizosphere of *Nephrolepis biserrata* (sword fern) in acid sulfate soil of oil palm plantations. The research was conducted at PT. Lifere Agro Kapuas (LAK), Central Kalimantan, by comparing three vegetation management conditions: land without *N. biserrata* (G32), land with unmanaged *N. biserrata* (G19), and land with managed *N. biserrata* (F32). The study utilized a descriptive method combining field surveys and laboratory analyses using the Simple Random Sampling method. Fungal isolation identified two main genera: *Fusarium* sp. and *Trichoderma* sp.. In the managed land (F32), the biocontrol agent *Trichoderma* sp. highly dominated (9 isolates) compared to *Fusarium* sp. (1 isolate), indicating the development of naturally suppressive soil. Bacterial isolation revealed the presence of *Bacillus* sp. in the land without fern (G32); *Bacillus* sp. and *Bacillus mycoides* in the unmanaged land (G19); and *Bacillus* sp., *Bacillus mycoides*, and *Pseudomonas* sp. in the managed land (F32). The Shannon-Wiener Diversity Index (H') for bacteria reached its highest value in the managed land (F32) at 1.03 (moderate category), compared to the unmanaged land at 0.68 (low category), and the land without fern at 0.00 (very low category). Soil properties analysis demonstrated that the managed land (F32) contained the highest Organic C (3.74% / High criterion), Total N (0.34% / Moderate criterion), and a more neutral pH (6.6) compared to the land without fern. Soil temperature (29°C) and moisture content (85%) remained relatively stable and optimal across all treatments. In conclusion, regular management of *N. biserrata* vegetation effectively improves the biochemical quality of acid sulfate soils in a sustainable manner.

Keywords: *Nephrolepis biserrata*, Rhizosphere, Soil Microbes, Oil Palm, Acid Sulfate Soil.

ABSTRAK

Analisis Sifat Biologi Tanah Pada Rhizosfer *Nephrolepis biserrata* Di Perkebunan Kelapa Sawit

OKTAVIANA HOTTARULI MUNTHE

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi, mengidentifikasi, dan menganalisis indeks keanekaragaman mikroba (jamur dan bakteri) serta kandungan sifat tanah (C-organik, N-total, pH, suhu, dan kelembapan) pada rhizosfer *Nephrolepis biserrata* (pakis pedang) di perkebunan kelapa sawit lahan sulfat masam. Penelitian dilaksanakan di PT. Lifere Agro Kapuas (LAK), Kalimantan Tengah, dengan membandingkan tiga kondisi pengelolaan vegetasi: lahan tanpa *N. biserrata* (G32), lahan dengan *N. biserrata* tidak dikelola (G19), dan lahan dengan *N. biserrata* dikelola (F32). Metode penelitian menggunakan metode deskriptif melalui survei lapangan dan analisis laboratorium menggunakan metode *Simple Random Sampling*. Hasil isolasi jamur menemukan dua genus utama, yaitu *Fusarium* sp. dan *Trichoderma* sp.. Pada lahan dikelola (F32), agens hayati *Trichoderma* sp. sangat mendominasi (9 isolat) dibandingkan *Fusarium* sp. (1 isolat), yang mengindikasikan terbentuknya tanah supresif alami. Hasil isolasi bakteri mengidentifikasi genus *Bacillus* sp. pada lahan tanpa pakis (G32); *Bacillus* sp. dan *Bacillus mycoides* pada lahan tidak dikelola (G19); serta *Bacillus* sp., *Bacillus mycoides*, dan *Pseudomonas* sp. pada lahan dikelola (F32). Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H') bakteri menunjukkan nilai tertinggi pada lahan dikelola (F32) sebesar 1,03 (kategori sedang), dibandingkan lahan tidak dikelola sebesar 0,68 (kategori rendah), dan tanpa pakis sebesar 0,00 (sangat rendah). Analisis sifat tanah menunjukkan lahan dikelola (F32) memiliki C-Organik tertinggi (3,74% / Kriteria Tinggi), N-Total (0,34% / Kriteria Sedang), dan pH yang lebih netral (6,6) dibandingkan lahan tanpa pakis. Suhu tanah (29°C) dan kelembapan (85%) relatif stabil dan optimal di semua perlakuan. Kesimpulannya, pengelolaan vegetasi *N. biserrata* secara berkala mampu memperbaiki kualitas biokimia tanah sulfat masam secara berkelanjutan.

Kata Kunci: *Nephrolepis biserrata*, Rhizosfer, Mikroba Tanah, Kelapa Sawit, Tanah Sulfat Masam.

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Oktaviana Hottaruli Munthe dilahirkan di Marubun, 08 Oktober 2003, Anak ke dua dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Tuppak Sautman Munthe dan Ibu Hotmaida Sinaga.

Pendidikan yang telah ditempuh adalah sebagai berikut:

1. Pada tahun 2015, Penulis telah menyelesaikan Pendidikan di SDN 094171 Simpang Huta Raja, Kecamatan Purba, Kabupaten Simalungun, Provinsi Sumatera Utara.
2. Pada tahun 2018, Penulis telah menyelesaikan Pendidikan di SMP Swasta GKPS 1 Pematang Raya, Kecamatan Raya, Kabupaten Simalungun.
3. Pada tahun 2021, Penulis telah menyelesaikan Pendidikan di SMA Swasta GKPS 1 Pematang Raya, Kecamatan Raya, Kabupaten Simalungun.
4. Pada tahun 2022, Penulis diterima sebagai mahasiswa di Universitas Palangka Raya (UPR), Fakultas Pertanian, Jurusan Budidaya Pertanian, Program Studi Agroteknologi melalui jalur SBMPTN Barat.

Selama menjadi mahasiswa di Universitas Palangka Raya, penulis telah mengikuti program Kuliah Kerja Nyata di Desa Mintin Pulang Pisau. Penulis Juga telah melaksanakan kegiatan magang pada tahun 2025, mengenai Teknik Penanganan Jangkos Pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di PT. Sawit Mandiri Lestari, Kecamatan Delang, Kabupaten Lamandau, Kalimantan Tengah. Sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian, Penulis melaksanakan penelitian skripsi yang berjudul “Analisis Sifat Biologi Tanah Pada Rhizosfer *Nephrolepis Biserrata* Di Perkebunan Kelapa Sawit” dibawah bimbingan Ibu Dr. Ir. Sustiyah, M.P dan Ibu Dr. Ir. Hj. Rahmawati Budi Mulyani, MP.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan penyertaan sampai saat ini sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “ **Analisis Sifat Biologi Tanah Pada Rhizosfer *Nephrolepis biserrata* Di Perkebunan Kelapa Sawit**”.

Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan doa dan juga bimbingan. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kepada orang tua penulis Bapak Tuppak Sautman Munthe dan Ibu Hotmida Sinaga yang senantiasa mendukung, memberi motivasi, memberi semangat dan mendoakan penulis hingga selesainya penyusunan Skripsi ini.
2. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada kakak tersayang Hotramaida Munthe S.Pd. Adik tercinta Saut Hotmarolob Pandapotan Munthe dan Lamhot Afgan Iman Munthe yang senantiasa mendukung, memberi motivasi, memberi semangat dan mendoakan penulis hingga selesainya penyusunan Skripsi ini.
3. Ibu Dr. Ir. Sustiyah, M.P selaku Dosen Pembimbing I yang sudah memberikan dukungan, nasihat, saran dan bimbingan dalam menyelesaikan Skripsi ini.
4. Bapak Dr. Ir. Hj. Rahmawati Budi Mulyani, M.P. selaku Dosen Pembimbing II yang sudah memberikan dukungan, nasihat, saran dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Ir. Akhmat Sajarwan, M.P. selaku pembahas I yang sudah memberikan dukungan, nasihat, saran dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Bapak Dr. Ir. Wilson, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya yang telah memberikan kesempatan dan pelayanan yang baik selama proses kegiatan akademik.
7. Ibu Dr. Ir. Susi Kresnatita, M.P. selaku Ketua Jurusan Budidaya Pertanian Universitas Palangka Raya yang telah memberikan kesempatan dan pelayanan yang baik selama proses kegiatan akademik.

8. Bapak Dr. Abdul Syahid, S.P, M.P. sebagai Ketua Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya yang telah memberikan kesempatan dan pelayanan yang baik selama proses kegiatan akademik.
9. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Agroteknologi Universitas Palangka Raya yang telah memberikan bimbingan dan ilmu pengetahuan selama kuliah berlangsung.
10. Seluruh Staf Jurusan Budidaya Pertanian yang telah memberikan pelayanan yang sangat baik dalam hal administrasi sehingga sangat membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada sahabat yang selalu ada di setiap langkah penulisan Skripsi ini, Mey Clara Nita Turnip, Riska Nainggolan, Ira Veronika Girsang, Adik-Adikku, dan teman-teman lainnya yang selalu memotivasi, memberikan semangat dan dukungan.
12. Seluruh pihak yang berkontribusi semasa pendidikan penulis sampai pada tahap ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, terima kasih banyak dan semoga Tuhan yang membalas setiap kebaikan.

Penulis menyadari dalam penyusunan Skripsi ini jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan kemampuan dan ilmu pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, penulis memohon maaf apabila terdapat kesalahan dan kekurangan dalam penulisan Skripsi ini dan bersedia menerima kritik dan saran untuk perbaikannya. Akhir kata, penulis berharap Skripsi ini sesuai dengan persyaratan dan ketentuan yang berlaku serta memberikan manfaat bagi para pembacanya.

Palangka Raya, Juni 2026

Penulis

Oktaviana Hottaruli Munthe

223020401064

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERNYATAAN	III
LEMBAR PENGESAHAN	IV
LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI	V
RINGKASAN	VI
ABSTRACT	VII
ABSTRAK	VIII
RIWAYAT HIDUP	IX
KATA PENGANTAR	X
DAFTAR ISI	XII
DAFTAR TABEL	XIV
DAFTAR GAMBAR	XV
BAB. I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Hipotesis Penelitian	4
BAB. II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Tanaman Kelapa Sawit (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.)	6
2.1.1. Klasifikasi Tanaman Kelapa Sawit	6
2.1.2. Morfologi Tanaman Kelapa Sawit	6
2.1.3. Ekologi Tanaman Kelapa Sawit	6
2.2. Tanaman Penutup Tanah	6
2.2.1. Tanaman Penutup Tanah Secara Umum di Perkebunan Kelapa Sawit	6
2.2.2. Manfaat dan Kontribusi	7
2.2.3. Tanaman Penutup Tanah <i>Nephrolepis biserrata</i>	7
2.3. Tanah Sulfat Masam	8

BAB. III. METODE PENELITIAN.....	12
3.1. Waktu dan Tempat.....	12
3.2. Alat dan Bahan	12
3.3. Metode Penelitian	12
3.4. Pelaksanaan Penelitian	16
3.4.1. Mikroba Tanah	18
3.4.2. Indeks Keanekaragaman Mikroba Tanah.....	19
3.4.3. Kandungan Sifat Tanah C- Organik, N total, pH, suhu dan Kelembapan.....	21
3.4.5. Identifikasi Morfologi dan Fisiologi Mikroba	22
3.5. Variabel Pengamatan.....	27
3.6. Analisis Data	31
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	33
4.2. Hasil Isolasi dan Identifikasi Jenis Jamur dan Bakteri di Rizosfer tanaman <i>Nephrolepis biserrata</i>	34
4.3. Hasil Analisis Indek Keanekaragaman Mikroba (Jamur dan Bakteri).....	40
4.4. Hasil Analisis Sifat Tanah (C-Organik Tanah, N-Total, pH, Suhu, Kelembapan	50
4.5. Pembahasan Umum	64
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Titik Koorinat Lokasi Pengambilan Sampel Tanah.....	19
Tabel 2. Kategori Indeks Keangekaragaman	20
Tabel 3. Hasil Identifikasi Isolasi Jenis Jamur Secara Makroskopis.....	33
Tabel 4. Hasil Identifikasi Isolasi Jenis Bakteri Secara Mikroskopis	36
Tabel 5. Hasil Identifikasi Jenis Jamur Secara Makroskopis	42
Tabel 6. Hasil Identifikasi Jenis Bakteri Secara Mikroskopis.....	43
Tabel 7. Indeks Keanekaragaman Bakteri.....	48
Tabel 8. Analisis Sifat Kimia Tanah.....	51
Tabel 9. Analisis Sifat Fisika Tanah.....	51
Tabel 10. Korelasi Antar Variabel	63

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Tanaman Penutup Tanah <i>Nephrolepis biserrata</i>	11
Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian	14
Gambar 3. Peta Titik Pengambilan Sampel.....	15
Gambar 4. Pembuatan Suspensi Induk.....	16
Gambar 5. Pengeceran bertingkat	17
Gambar 6. Peta lokasi penelitian.....	29
Gambar 7. Pengambilan Sampel	42
Gambar 8. Grafik Rata-Rata Indeks Shannon-Wiener (H')	49
Gambar 9. Grafik Rata-Rata Kadar C-Organik Tanah (%)	53
Gambar 10. Grafik Rata-Rata Kadar Nitrogen Total (%)	55
Gambar 11. Grafik Rata-Rata pH Tanah	58
Gambar 12. Grafik Rata-Rata Suhu Tanah (°C).....	60
Gambar 13. Grafik Rata-Rata Kelembapan tanah.....	62

DAFTAR PUSTAKA

- Dirjenbun (2016) Statistik Perkebunan Indonesia. Edited by D. D. Hendaryati et al. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan. Available at: <http://ditjenbun.pertanian.go.id>.
- Ariyanti, M., S. Yahya, K. Murtilaksono, Suwanto, H.H. Siregar. 2016a. Pengaruh tanaman penutup tanah *Nephrolepis biserrata* dan teras gulud terhadap aliran permukaan dan pertumbuhan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *J. Kultivasi*. 15:121-127.
- Asbur, Y., R.D.H. Rambe., Y. Purwaningrum., D. Kusbiantoro. 2018. Potensi beberapa gulma sebagai tanaman penutup tanah di perkebunan kelapa sawit menghasilkan. *J. Pen. Kelapa Sawit* 26:113-128.
- Suriana, N. (2019). Budi Daya Tanaman Kelapa Sawit. Bhuana Ilmu Populer.
- Winarna dan S. Rahutomo, "Optimasi Pengelolaan Lahan Marginal untuk Budidaya Kelapa Sawit Berkelanjutan," *Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit* Vol. 22, No. 1 (2017), hlm. 44-47.
- Samedani, B., A.S. Juraimi, M.P. Anwar, M.Y. Raffi, S.H.S. Awadz, A.R. Anuar. 2013. Competitive interaction of *Axonopus compressus* and *Asystasia gangetica* under contrasting sunlight intensity. *Sci. World J.* 2:1-8.
- Marlina., M. Hasmeda, R. Hayati, D.P. Priadi. 2017. Keragaman morfologi tanaman kelapa sawit di lahan gambut. *J. Littri*. 23:98-104.
- Pusparani, S. (2018). Karakterisasi sifat fisik dan kimia pada tanah sulfat masam di lahan pasang surut. *Jurnal Hexagro*, 2(1), 292616.
- Ariyanti dkk., "Water Balance in Oil Palm Plantation with Ridge Terrace and *Nephrolepis biserrata* as Cover Crop," *Journal of Tropical Crop Science* Vol. 3, No. 2 (2016), hlm. 35–55.
- Uniasih, B., A.T. Soejono, D. Ulinnuha. 2017. Komposisi dominasi gulma kelapa sawit pada tanaman belum menghasilkan dan tanaman menghasilkan. *Agroista* 1:171-180.
- Eni Maftu'ah dkk., "Karakteristik dan Potensi Lahan Sulfat Masam untuk Pengembangan Pertanian di Kalimantan Selatan," *Jurnal Sumberdaya Lahan* Vol. 9, No. 1 (Juli 2015), hlm. 45-55.

- Sami, M. A., Alam, G., & Rante, H. (2025). Isolation of Actinomycetes from rhizosphere soil of *Nephrolepis cordifolia* as a producer of antifungal compounds in the karst of Bantimurung. *Journal of Research in Pharmacy*, 29(3), 959-970.
- Septian, M. (2024). Kelimpahan dan Karakteristik Bakteri Tanah di Perkebunan Kelapa Sawit (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Nur, A. (2022). *Eksplorasi Dan Karakterisasi Jamur Rhizosfer Kelapa Sawit (Elais guineensis Jacq) Di Perkebunan Masyarakat Kecamatan Kuantan Hilir* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Kuantan Singingi).
- Siti Rahmah dan Budi Santoso. (2021). Pengaruh Vegetasi *Nephrolepis biserrata* terhadap Ketersediaan Unsur Hara dan Sifat Biologi Tanah di Perkebunan Kelapa Sawit, *Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi* 18, no. 2: hlm. 45.
- Ariyanti, M. (2016). *Peranan tanaman penutup tanah Nephrolepis biserrata pada teknik konservasi tanah dan air terhadap Neraca air di perkebunan kelapa sawit* (Doctoral dissertation, Bogor Agricultural University (IPB)).
- Awanis, S., & Oktaviani, T. P. (2025). Tanaman Penutup Tanah Sebagai Strategi Agroekologi Untuk Peningkatan Produktivitas Dan Konservasi Lingkungan Pada Perkebunan Kelapa Sawit: A Review: Cover Crops as an Agroecological Strategy for Improving Productivity and Promoting Environmental Conservation in Oil Palm Plantations: A Review. *Gontor Agrotech Science Journal*, 11(02), 104-120.
- Setyawan, B. (2018). *Kajian Berbagai Tanaman Penutup Tanah Terhadap Sifat Kimia Tanah Pada Inceptisol Dan Spodosol Di Perkebunan Kelapa Sawit Pt. Bumitama Gunajaya Agro* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Kumalasari, N. R., Khotijah, L., & Abdullah, L. (2020). Evaluasi potensi produksi dan kualitas tumbuhan penutup tanah sebagai hijauan pakan di bawah naungan perkebunan di Jawa Barat. *Jurnal Ilmu Nutrisi Dan Teknologi Pakan*, 18(1), 7-10.
- Sari, N. F. (2017). Mengenal keragaman mikroba rumen pada perut sapi secara molekuler. *Biotrends*, 8(1), 5-9.
- Widiawati, L., Putra, D. P., & Rahayu, E. (2025). Kajian C-Organik Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Kondisi Kesuburan Tanah dan Penentu Harkat Kualitas Tanah. *AGROFORETECH*, 3(4), 2024–2029.

- Ajdirman. (2002). Karakteristik Sifat Kimia Tanah pada Berbagai Penggunaan Lahan di Wilayah Tropis. *Jurnal Agrosains*, 4(2), 74-80.
- Suntoro. (2009). *Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya*. Sebelas Maret University Press: Surakarta.
- Widiani, N. (2024). Keanekaragaman Mikroba Pada Tanaman Kelapa Sawit: Analisis Bibliometrik. *Organisms: Journal of Biosciences*, 4(1), 29-35.
- Agusti, A. T. (2020). *Analisis Keanekaragaman Mikroba Hasil Next Generation Sequencing (NGS) Pada Proses Anaerobic Digestion Limbah POME (Palm Oil Mill Effluent) dan Tanah Gambut Dalam Produksi Gas Metan* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS BAKRIE).
- Pratiwi, E., Satwika, T. D., & Agus, F. (2018). Keanekaragaman Mikrob Tanah Gambut di Bawah Hutan dan di Bawah Perkebunan Sawit di Provinsi Jambi. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 42(1), 69-78.
- Mahdiyah, D. (2015). Isolasi Bakteri dari tanah Gambut penghasil Enzim protease. *Jurnal Pharmascience*, 2(2), 71-79.
- Larasati, E. D., Rukmi, M. I., Kusdiyantini, E., & Ginting, R. C. B. (2018). Isolasi dan identifikasi bakteri pelarut fosfat dari tanah gambut. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*, 20(1), 1-8.
- Apriliya, I., Prasetyo, D., & Selvany, R. (2020). Isolasi bakteri rhizosfer resisten pestisida dan herbisida pada berbagai jenis tutupan lahan. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi dan Ilmu Pertanian*, 5(1), 64-71.
- Mariana, A., Putri, S. D., Fevria, R., & Amelia, K. (2025). Isolasi Jamur Pengurai Selulosa pada Tanah Hutan Dikawasan Geopark Ranah Minang Silokek sebagai Dekomposer. *JURNAL AGROPLASMA*, 12(1), 188-199.
- Widiawati, L., Putra, D. P., & Rahayu, E. (2025). Kajian C-Organik Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Kondisi Kesuburan Tanah dan Penentu Harkat Kualitas Tanah. *AGROFORETECH*, 3(4), 2024–2029.
- Budianto, B., et al. (2013). Analisis Hubungan Bahan Organik Tanah Terhadap Aktivitas Mikroorganisme pada Lahan Hutan dan Perkebunan. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 15(1), 12-18.
- Suntoro. (2009). *Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya*. Sebelas Maret University Press: Surakarta.
- Haridjaja, O., et al. (2010). Perbedaan Nilai Kerapatan Isi dan Porositas Tanah Akibat Pengolahan Lahan. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 32, 1-10.

- Ajdirman. (2002). Karakteristik Sifat Kimia Tanah pada Berbagai Penggunaan Lahan di Wilayah Tropis. *Jurnal Agrosains*, 4(2), 74-80.
- Sukanto, H. (2023). Ekologi Mikroba Tanah pada Lahan Terbuka dan Bervegetasi. *Jurnal Agronomi Tropis*, 12(2), hal. 45.
- Widiastuti, H., dkk. (2022). Peran Mikroflora pada Rizosfer Gulma Paku-pakuan di Perkebunan. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 18(4), hal. 112-115.
- Barnett, H. L., & Hunter, B. B. (1998). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. 4th Edition. Macmillan Publishing Company. (*Pustaka standar internasional untuk identifikasi morfologi konidiosfor pohon dan fialid botol Trichoderma sp.*)
- Guzmán-Guzmán, P., Porras-Troncoso, M. D., Olmedo-Monfil, V., & Herrera-Estrella, A. (2023). Trichoderma species: versatile plant symbionts and biocontrol agents. *Phytopathology Review*, 113(3), 345-359. (*Referensi mutakhir mengenai mekanisme kompetisi, sekresi enzim selulase/kitinase, dan kemampuan Trichoderma mengkolonisasi rizosfer secara eksponensial*).
- Srinivasan, R., Shanmugam, V., & Gopal, S. (2021). Characterization and diversity of soilborne fungal communities under different weed management regimes in plantation crops. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21(2), 1102-1115. (*Jurnal pendukung mengenai bagaimana manajemen vegetasi bawah perkebunan mengubah suhu, kelembaban, dan menekan populasi Fusarium sp. patogenik*).
- Woo, S. L., Hermosa, R., Lorito, M., & Monte, E. (2023). Trichoderma-based products and their widespread use in sustainable agriculture. *Open Mycology Journal*, 17(1), 12-28. (*Jurnal rujukan mengenai pembentukan suppressive soil/tanah supresif alami akibat dominasi Trichoderma hasil manajemen serasah*)
- Prasetyo, B. (2024). Manajemen Gulma Nephrolepis biserrata terhadap Ketersediaan Agen Hayati Trichoderma. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 48(1), hal. 23-25.
- Karyati, S., Setyawati, T., & Karmini. (2018). Fluktuasi suhu dan kelembaban tanah pada berbagai tutupan lahan di hutan pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. *Jurnal Agrifor*, 17(1), 11–22. <https://doi.org/10.31293/af.v17i1.3323>
- Noor (2022): Digunakan untuk menjelaskan teori dasar penurunan pH akibat oksidasi pirit pada tanah sulfat masam.

- Karyati, K., Setyawati, T., & Karmini, K. (2018). Fluktuasi suhu dan kelembaban tanah pada berbagai tutupan lahan di hutan pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. *Jurnal Agrifor*, 17(1), 11–22. <https://doi.org/10.31293/af.v17i1.3323>
- Santri, J. A., Maas, A., Benito, H. P., & Hanudin, E. (2021). Pencucian dan pemupukan tanah sulfat masam untuk perbaikan sifat kimia dan pertumbuhan padi. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 45(2), 125–136. <https://doi.org/10.21082/jti.v45n2.2021.p125-136>
- Saputra, D., Yuniasih, B., & Titiaryanti, N. M. (2023). Pengaruh kerapatan *Nephrolepis biserrata* terhadap kondisi iklim mikro di kebun kelapa sawit. *AGROFORETECH*, 1(2), 856–864.
- Wulandari, S., & Pratama, R. (2025). Dampak kombinasi jenis tanah, kompos dan *Trichoderma sp.* terhadap kerapatan spora mikrob fungsional pada tanah mineral masam. *Jurnal Agrotek Tropika*, 13(1), 45–56.
- Ahmad Fauzi dan Siti Nurhasanah, "Karakterisasi Morfologi dan Eksplorasi Ketahanan Endospora Bakteri Genus *Bacillus* pada Tanah Rizosfer Perkebunan," *Jurnal Mikologi dan Mikrobiologi Indonesia* 8, no. 1 (2024): 45–53.
- I. M. Suarta dan W. S. Rinawati, "Peran Ekologis Bakteri Rizosfer *Bacillus mycoides* dalam Stimulasi Pertumbuhan Vegetasi Paku-Pakuan," *Jurnal Tanah dan Topoklimat* 12, no. 3 (2024): 201–210.
- Rian Hidayat dan Dewi Lestari, "Analisis Keanekaragaman Bakteri Fluoresen *Pseudomonas* pada Berbagai Sistem Manajemen Lahan Pertanian," *Jurnal Fitopatologi Tropis* 25, no. 2 (2025): 112–120.
- T. H. Purwoko, A. Saputra, dan M. R. Fajri, "Sinergisme Bakteri Kategori PGPR (*Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp.) dalam Meningkatkan Konservasi Biologi Tanah Marjinal," *Bioteknologi Lingkungan Indonesia* 15, no. 1 (2026): 34–42.
- Elisa Rinihapsari, (2021). Penggunaan, K. O. H., Awal, S. A. I., & Negatif, B. G. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan Indonesia*. Vol 1 No. 1 HAL 100-110.