

SKRIPSI

HUBUNGAN KETERDAPATAN PIRIT DAN GENANGAN DENGAN BEBERAPA SIFAT KIMIA TANAH PADA LAHAN SAWAH PASANG SURUT (STUDI KASUS DI DESA LUPAK DALAM KECAMATAN KAPUAS KUALA)

**SYARIF JATI HIDAYATULLAH
213020401050**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
2025**

HUBUNGAN KETERDAPATAN PIRIT
DENGAN BEBERAPA SIFAT KIMIA TANAH DAN GENANGAN
PADA LAHAN SAWAH PASANG SURUT
(STUDI KASUS DI DESA LUPAK DALAM
KECAMATAN KAPUAS KUALA)

SYARIF JATI HIDAYATULLAH
213020401050

*Skripsi ini merupakan salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian
pada Jurusan Budidaya Pertanian*

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
2025**

RINGKASAN

SYARIF JATI HIDAYATULLAH, 213020401050. **Hubungan Keterdapatan Pirit dan Genangan Dengan Beberapa Sifat Kimia Tanah pada Lahan Sawah Pasang Surut (Studi Kasus di Desa Lupak Dalam Kecamatan Kapuas Kuala).** Di bawah bimbingan Akhmat Sajarwan dan Shella Agnessy J. Winerungan.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh potensi sekaligus kendala lahan sawah pasang surut yang berperan penting dalam mendukung ketahanan pangan nasional. Salah satu kendala utamanya ialah keberadaan lapisan pirit (FeS_2) yang apabila teroksidasi menghasilkan asam sulfat dan menurunkan pH tanah secara drastis. Kondisi tersebut menyebabkan penurunan kesuburan dan produktivitas lahan. Keparahan kemasaman tanah dipengaruhi oleh kedalaman lapisan pirit dan kondisi genangan air. Interaksi antara kedalaman pirit sebagai potensi bahaya dan genangan air sebagai faktor pengendali menjadi penentu kestabilan sifat kimia tanah. Penelitian ini bertujuan mengetahui hubungan kedalaman lapisan pirit dengan beberapa sifat kimia tanah serta genangan air pada lahan sawah pasang surut di Desa Lupak Dalam, Kecamatan Kapuas Kuala.

Penelitian dilakukan dengan pendekatan deskriptif-kuantitatif melalui metode survei lapangan pada Juli hingga Agustus 2025. Sampel tanah diambil dari lapisan olah sedalam 0–20 cm di tiga titik pengamatan yang ditentukan secara purposive berdasarkan variasi mikrotopografi. Kedalaman lapisan pirit diuji di lapangan menggunakan larutan hidrogen peroksida, sedangkan tinggi genangan air diukur langsung pada setiap titik. Analisis laboratorium meliputi pengukuran pH tanah dalam air dan KCl, kandungan aluminium dan hidrogen dapat ditukar, besi dan sulfat larut, serta kapasitas tukar kation. Data dianalisis secara deskriptif dan dilanjutkan dengan analisis hubungan antarvariabel untuk mengetahui pengaruh kedalaman pirit dan tinggi genangan terhadap sifat kimia tanah.

Hasil penelitian menunjukkan kedalaman lapisan pirit berkisar antara 70–80 cm dan tinggi genangan air 9–28 cm. Lapisan pirit tergolong stabil karena berada di bawah lapisan jenuh air sehingga belum mengalami oksidasi. Semakin dalam lapisan pirit, nilai pH tanah cenderung meningkat, sedangkan pirit yang dangkal memiliki kandungan hidrogen dapat ditukar lebih besar sebagai sumber kemasaman aktif. Genangan air yang lebih dalam mampu menekan pembentukan sulfat hasil oksidasi sehingga menjaga kestabilan sifat kimia tanah. Parameter kapasitas tukar kation dan aluminium dapat ditukar tidak menunjukkan hubungan nyata terhadap kedalaman pirit. Secara keseluruhan, lapisan pirit di lokasi penelitian tergolong aman, namun pengelolaan tata air dan pemantauan muka air tanah secara berkala tetap diperlukan untuk mencegah oksidasi yang dapat meningkatkan kemasaman dan menurunkan produktivitas lahan.

ABSTRACT

THE RELATIONSHIP BETWEEN PYRITE OCCURRENCE AND FLOODING WITH SEVERAL SOIL CHEMICAL PROPERTIES IN TIDAL RICE FIELDS (CASE STUDY IN LUPAK DALAM VILLAGE KAPUAS KUALA DISTRICT)

SYARIF JATI HIDAYATULLAH

This study analyzed the relationship between pyrite (FeS_2) occurrence, flooding, and soil chemical properties in tidal rice fields, where shallow pyrite oxidation causes severe soil acidity. Pyrite depth (potential hazard) and flooding (hazard controller) are crucial in determining soil fertility. The research used a descriptive-quantitative survey in Lupak Dalam Village (July–August 2025). Topsoil (0–20 cm) was collected from three purposively selected points. Pyrite depth (70–80 cm) was measured in-situ and water level (9–28 cm) was measured directly. Soil properties (pH H_2O , pH KCl, H-dd, Soluble SO_4^{2-} , etc.) were analyzed correlationally. Results showed deeper pyrite correlated with higher topsoil pH ($r = 0.998$ for pH KCl) and lower H-dd ($r = -0.963$). Deeper flooding strongly correlated with lower Soluble Sulfate ($R^2 = 0.7864$), confirming its effectiveness in suppressing sulfuric acid formation. Since the pyrite is deep and saturated, the area is safe from severe oxidation. The study recommends proper water management and regular groundwater monitoring to maintain the reductive condition of the pyrite layer.

Keywords: pyrite depth, soil chemical properties, tidal swamp soils, soil acidity, land management.

ABSTRAK

HUBUNGAN KETERDAPATAN PIRIT DAN GENANGAN DENGAN BEBERAPA SIFAT KIMIA TANAH PADA LAHAN SAWAH PASANG SURUT (STUDI KASUS DI DESA LUPAK DALAM KECAMATAN KAPUAS KUALA)

SYARIF JATI HIDAYATULLAH

Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan keterdapatan pirit (FeS_2), perilaku genangan, dan sifat kimia tanah pada sawah pasang surut, di mana oksidasi pirit dangkal menyebabkan kemasaman tanah ekstrem. Kedalaman pirit (potensi bahaya) dan genangan (pengendali) krusial menentukan kesuburan tanah. Penelitian deskriptif-kuantitatif survei dilakukan di Desa Lupak Dalam (Juli–Agustus 2025). Sampel tanah olah (0–20 cm) diambil dari tiga titik purposive. Kedalaman pirit (70–80 cm) dan tinggi genangan (9–28 cm) diukur. Parameter kimia tanah (pH H_2O , pH KCl, H-dd, SO_4^{2-} Larut, dll.) dianalisis korelasional. Hasil menunjukkan pirit yang semakin dalam berkorelasi dengan pH tanah olah yang lebih tinggi ($r = 0.998$ untuk pH KCl) dan H-dd yang lebih rendah ($r = -0.963$). Genangan yang lebih dalam berkorelasi sangat kuat dengan SO_4^{2-} Larut yang lebih rendah ($R^2 = 0.7864$), membuktikan genangan efektif menekan pembentukan asam sulfat. Karena pirit berada di kedalaman yang aman dan jenuh air, lahan tergolong aman dari oksidasi parah. Disarankan pengelolaan tata air yang tepat dan pemantauan muka air tanah berkala untuk menjaga kondisi reduktif lapisan pirit.

Kata kunci: kedalaman pirit, sifat kimia tanah, sawah pasang surut, kemasaman tanah, pengelolaan lahan.

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, November 2025



Syarif Jati Hidayatullah
213020401050

**HUBUNGAN KETERDAPATAN PIRIT
DENGAN BEBERAPA SIFAT KIMIA TANAH DAN GENANGAN
PADA LAHAN SAWAH PASANG SURUT
(STUDI KASUS DI DESA LUPAK DALAM
KECAMATAN KAPUAS KUALA)**

SYARIF JATI HIDAYATULLAH
213020401050

Program Studi Agroteknologi
Jurusan Budidaya Pertanian

Disetujui Oleh,

Pembimbing I


Dr. Ir. Akhmat Sajarwan, M.P.
Tanggal :

Pembimbing II,


Ir. Shella, A. J. W., M.Si.
Tanggal :

Mengetahui,



Jurusan Budidaya Pertanian,

Ketua,

Dr. Ir. Susi Kresnatita, M.P.
NIP. 196607181994012001

LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI

HUBUNGAN KETERDAPATAN PIRIT DENGAN BEBERAPA SIFAT KIMIA TANAH DAN GENANGAN PADA LAHAN SAWAH PASANG SURUT (STUDI KASUS DI DESA LUPAK DALAM KECAMATAN KAPUAS KUAL)

Oleh :

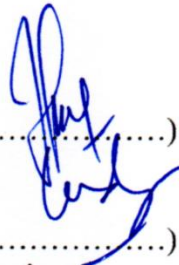
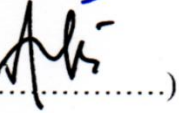
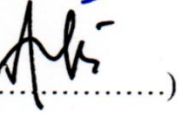
SYARIF JATI HIDAYATULLAH

213020401050

Telah dipertahankan di Hadapan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Agroteknologi Jurusan Budidaya Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Palangka Raya

Hari/Tanggal : Jumat / 28 November 2025
Waktu : 08.30 WIB - selesai
Tempat : Ruang Sidang Jurusan Budidaya Pertanian

Tim Penguji

- | | | |
|----------------------------------|--------------|--|
| 1. Dr. Ir. Akhmat Sajarwan, M.P. | (Ketua) | (..... ) |
| 2. Ir. Shella A. J. W., M.Si. | (Sekretaris) | (..... ) |
| 3. Dr. Ir. Vera Amelia, M.Si. | (Anggota) | (..... ) |

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Syarif Jati Hidayatullah, lahir di Palangka Raya pada tanggal 8 Juni 2003. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, putra dari pasangan Bapak Muhamad Zainal dan Ibu Heny Yusita.

Riwayat pendidikan yang telah ditempuh adalah sebagai berikut:

1. Tahun 2015, menyelesaikan pendidikan di SD Negeri 7 Bukit Tunggal, Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya.
2. Tahun 2018, menyelesaikan pendidikan di SMP Negeri 1 Palangka Raya, Kecamatan Pahandut, Kota Palangka Raya.
3. Tahun 2021, menyelesaikan pendidikan di SMA Negeri 5 Palangka Raya, Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya.
4. Tahun 2021, diterima sebagai mahasiswa Universitas Palangka Raya, Fakultas Pertanian, Jurusan Budidaya Pertanian, Program Studi Agroteknologi melalui jalur SBMPTN.

Selama menjalani pendidikan di Universitas Palangka Raya, penulis mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata Tematik (KKN-T) pada tahun 2024 di Desa Selat Baning, Kecamatan Katingan Kuala, Kabupaten Katingan. Melaksanakan kegiatan magang di Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kota Palangka Raya pada tahun 2024 dengan tema “Pendekatan Terpadu Budidaya Padi (*Oryza sativa*) di Lahan Gambut”.

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian (S.P.), penulis melaksanakan penelitian skripsi dengan judul “Hubungan Keterdapatan Pirit dan Genangan Dengan Beberapa Sifat Kimia Tanah pada Lahan Sawah Pasang Surut (Studi Kasus di Desa Lupak Dalam Kecamatan Kapuas Kuala)”. Penelitian ini dilaksanakan di bawah bimbingan Bapak Dr. Ir. Akmat Sajarwan, MP. (Dosen Pembimbing I), dan Ibu Ir. Shella A. J. W., M.Si. (Dosen Pembimbing II).

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul: “Hubungan Keterdapatan Pirit dan Genangan Dengan Beberapa Sifat Kimia Tanah pada Lahan Sawah Pasang Surut (Studi Kasus di Desa Lupak Dalam Kecamatan Kapuas Kuala)”.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak menerima bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan tulus penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada:

1. Yth. Bapak Dr. Ir. Akhmat Sajarwan, M.P., selaku Dosen Pembimbing I, atas bimbingan, arahan, motivasi, serta fasilitas yang diberikan dengan penuh kesabaran sejak awal hingga selesainya penelitian ini.
2. Yth. Ibu Ir. Shella A. J. W., M.Si., selaku Dosen Pembimbing II, atas segala masukan, koreksi, dan dukungan selama proses penyusunan skripsi.
3. Yth. Ibu Dr. Ir. Vera Amelia, M.Si., selaku dosen pembahas atas saran dan koreksi yang sangat berarti selama seminar dan ujian skripsi.
4. Seluruh dosen dan staf di Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya atas ilmu dan pelayanan terbaik yang telah diberikan selama masa studi penulis.
5. Kedua orang tua dan keluarga tercinta atas doa, kasih sayang, serta dukungan moral dan material yang tak ternilai.
6. Teman-teman seperjuangan, khususnya Reinhard Yossi Sitorus, Alfito Febrian, dan Roy Imanuel Sirait selaku rekan penelitian lapangan yang ikut serta ke Kecamatan Kapuas Kuala. Serta Daniel Axcel Adiwidya, Vania Febiola, Fardian Dandi Julianto, Khoirunnisa Durothul Hikmah, dan

Okta Mahesa Putra atas curahan pikiran dan semangat selama proses penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan, baik dari segi isi maupun penyajian. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk penyempurnaan di masa mendatang.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menjadi kontribusi nyata dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang ilmu tanah dan pengelolaan lahan pasang surut.

Palangka Raya, November 2025

Syarif Jati Hidayatullah

DAFTAR ISI

RINGKASAN	iii
ABSTRACT	iv
ABSTRAK	v
LEMBAR PERNYATAAN	vi
LEMBAR PENGESAHAN	vii
LEMBAR PESETUJIAN TIM PENGUJI	viii
RIWAYAT HIDUP	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Tanah Sawah Pasang Surut	4
2.1.1. Karakteristik Umum dan Klasifikasi	4
2.1.2. Keunikan Kondisi Redoks	5
2.2. Pirit (FeS_2).....	5
2.2.1. Pembentukan Pirit.....	5
2.2.2. Reaksi Oksidasi dan Pembentukan Asam Sulfat	6
2.2.3. Keterdapatannya Pirit dan Bahaya Potensial.....	6
2.3. Sifat Kimia Tanah.....	7
2.3.1. pH Tanah (pH H_2O dan KCl).....	7
2.3.2. Al dan H dapat ditukar	7
2.3.3. Fe larut dan SO_4^{2-} Larut	8
2.4. Genangan Pada Lahan Sawah Pasang Surut	8
2.4.1. Mekanisme Pengendalian Genangan Terhadap Pirit	8
2.4.2. Perilaku Genangan dan Implikasinya	9
2.5. Hubungan antara Kedalaman Pirit dan Genangan Air Terhadap Sifat Kimia Tanah	9

III.	METODE PENELITIAN.....	11
3.1.	Waktu dan Tempat.....	11
3.2.	Bahan dan Alat	12
3.3.	Pendekatan dan Jenis Penelitian.....	12
3.4.	Pelaksanaan Penelitian	12
3.4.1.	Pengujian Kedalaman Pirit (FeS_2) dan Pengambilan Sampel	12
3.4.2.	Analisis Laboratorium	13
3.5.	Analisis Data	13
3.6.	Penyajian Hasil	14
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	16
4.1.	Sebaran Kedalaman Pirit (FeS_2) dan Genangan.....	16
4.1.1.	Sebaran Kedalaman Pirit	16
4.1.2.	Tinggi Genangan.....	19
4.2.	Hasil Analisis Kimia Tanah	20
4.3.	Hubungan Keterdapatn Pirit Terhadap Sifat Kimia Tanah	22
4.3.1.	pH H_2O dan pH KCl.....	22
4.3.2.	Al-dd dan H-dd	23
4.3.3.	Fe Larut.....	25
4.3.4.	Sulfat Larut (SO_4^{2-})	26
4.3.5.	Kapasitas Tukar Kation (KTK).....	27
4.4.	Pengaruh Tinggi Genangan terhadap Sifat Kimia Tanah	28
4.4.1.	pH H_2O dan pH KCl.....	28
4.4.2.	Al-dd dan H-dd	30
4.4.3.	Fe Larut.....	31
4.4.4.	Sulfat Larut (SO_4^{2-})	32
4.4.5.	Kapasitas Tukar Kation (KTK).....	33
V.	PENUTUP.....	36
5.1.	Kesimpulan	36
5.2.	Saran.....	36

DAFTAR PUSTAKA

RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN

DARTAR TABEL

No.	Judul	Hal
1.	Kedalaman Lapisan Pirit pada Setiap Titik Pengamatan	17
2.	Kedalaman Genangan Air pada Setiap Titik Pengamatan.....	19
3.	Hasil Analisis Laboratorium Tanah Sawah Pasang Surut di Desa Lupak Dalam.....	20

DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Hal
1.	Peta Lokasi Sawah Desa Lupak Dalam	11
2.	Peta Titik Pengambilan Sampel	17
3.	Peta Sebaran Kedalaman Pirit	18
4.	Hubungan antara Kedalaman Pirit dengan pH Tanah.....	22
5.	Hubungan antara Kedalaman Pirit dengan Al-dd dan H-dd Tanah ...	23
6.	Hubungan antara Kedalaman Pirit dengan Kandungan Fe Larut	25
7.	Hubungan antara Kedalaman Pirit dengan Kandungan Sulfat	26
8.	Hubungan antara Kedalaman Pirit dengan Kapasitas Tukar Kation .	27
9.	Hubungan Tinggi Genangan Air dengan pH	29
10.	Hubungan Tinggi Genangan Air dengan Kandungan Al-dd dan H-dd	30
11.	Hubungan Tinggi Genangan Air dengan Konsentrasi Fe Larut	31
12.	Hubungan Tinggi Genangan Air dengan Konsentrasi Sulfat	33
13.	Hubungan Tinggi Genangan Air dengan Nilai Kapasitas Tukar Kation.....	34

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Hal
1.	Dokumentasi Kegiatan Lapangan	42
2.	Peta Administratif Desa Lupak Dalam.....	43
3.	Peta Lokasi Sawah Desa Lupak Dalam	44
4.	Peta Lokasi Titik Pengambilan Sampel.....	45
5.	Peta Sebaran Kedalaman Pirit di Titik Sampel	46
6.	Output Analisis Korelasi SPSS Kedalaman <i>Pirit</i> dengan Sifat Kimia Tanah	47

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M., & Siregar, R. 2020. Variability of pyrite depth and soil pH in acid sulfate soils. *International Journal of Soil Science*, 15(4), 221–229.
- Adnan, Y. *et al.* 2020. Hubungan kedalaman lapisan pirit dengan pH dan ketersediaan aluminium pada lahan sulfat masam. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 7(1), 1–8.
- Adrinal, *et al.* 2018. Ketersediaan air tanah pada lahan kelapa sawit yang dikonversi dari lahan sawah di Kabupaten Pasaman Barat Provinsi Sumatera Barat. *Seminar Nasional IV PAGI 2018 – UMI*. Fakultas Pertanian UMI.
- Ahmad, T., S. Budiman, & R. Yulianti. . 2024. Toksisitas Fe dan kompetisi reduksi sulfat di lahan pasang surut: Implikasi terhadap Fe terlarut. *Jurnal Ilmu Tanah*, 10(1), 1–10.
- Anwar, K. 2019. *Analisis Hidrologi Lahan Rawa Pasang Surut di Delta Kapuas*. Palangka Raya: Borneo Research Institute.
- Asdi, K. *et al.* 2020. Dampak variasi kedalaman pirit terhadap kemasaman aktif dan potensial tanah sawah pasang surut. *Agroplanta Journal*, 8(2), 110–118.
- Bakti, S. & Junaidi, E. 2021. Teknik deteksi pirit dan implikasinya pada pengelolaan kesuburan tanah sawah pasang surut. *Jurnal Ilmu Pertanian Agros*, 23(1), 1–10.
- Basri, M. *et al.* 2018. Konsentrasi sulfat terlarut sebagai indikator aktualisasi kemasaman pirit pada tanah aluvial. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 20(2), 98–105.
- Dewi, R., & Rangkuti, R. 2022. Perubahan redoks dan kelarutan Fe pada tanah sulfat masam tergenang. *Jurnal Tanah Tropika Indonesia*, 29(1), 45–55.
- Dharmawan, B. *et al.* 2023. Pengaruh kedalaman lapisan sulfidik terhadap potensi kemasaman dan kapasitas tukar kation pada tanah sulfat masam. *Jurnal Lahan Suboptimal*, 12(1), 45–56.
- Efendi, Y. 2014. Potensi dan kendala pirit dalam pada pengembangan lahan pertanian pasang surut. *Jurnal Agronomi*, 42(3), 201–210.
- Farida, F. *et al.* 2022. Karakteristik terlarut dan pada berbagai kedalaman pirit di lahan pasang surut. *Agroekoteknologi Tropika*, 11(3), 250–260.
- Fitriani, A., Wahyuni, T., & Hidayat, R. 2023. Analisis spasial dan variasi sifat kimia tanah sulfat masam berdasarkan toposekuen mikro. *Jurnal Tanah Tropika*, 28(2), 75–86.
- Foster, L., Peng, X., & Wu, C. 2021. Cation exchange capacity and organic matter dynamics in acid sulfate soils under flooding regimes. *Soil Systems*, 5(3), 48–59.

- Handayani, S. *et al.* 2022. Studi dan toksisitas pada padi di lahan sulfat masam dengan sistem tata air berbeda. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(1), 1–9.
- Hardjo, S. 2023. *Ekologi dan Pengelolaan Lahan Rawa dan Pasang Surut* (Edisi ke-3). Jakarta: Rineka Cipta.
- Hasanah, R., Yuwono, N., & Mulyadi, D. 2022. Hubungan mikrotopografi dan kedalaman genangan terhadap pembentukan pirit di lahan sulfat masam. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Alam Tropika*, 11(2), 120–131.
- Herlina, S., Wibisono, A., & Sari, D. 2020. Stabilitas pirit pada berbagai kondisi redoks tanah pasang surut. *Agrotekno Journal*, 15(1), 44–53.
- Hidayat, R. *et al.* 2024. Korelasi genangan dan ketersediaan hara pada lahan sawah pasang surut dengan pirit dangkal. *Jurnal Ilmu Pertanian Tropika*, 1(1), 1–12.
- Huang, C., Li, M., & Zhang, T. 2021. Iron toxicity and reduction-oxidation balance in flooded acid sulfate soils. *Environmental Geochemistry and Health*, 43(7), 2801–2813.
- Irawan, E. *et al.* 2023. Peran bahan organik dalam meningkatkan kapasitas tukar kation pada tanah sulfat masam. *Indonesian Journal of Agronomy*, 51(2), 150–160.
- Junaidi, E. *et al.* 2021. Dinamika sulfat terlarut dan kaitannya dengan kedalaman pirit di lahan sawah pasang surut. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 45(1), 11–20.
- Kamal, M., Rahma, N., & Indrawan, A. 2021. Reaksi oksidasi sulfidik dan implikasinya terhadap kemasaman tanah pasang surut. *Jurnal Agrohidrologi*, 9(2), 133–142.
- Kurniasih, L., Wati, D., & Sasmita, E. 2023. Pengaruh kedalaman pirit terhadap kejenuhan Al dan kemasaman potensial tanah sawah. *Jurnal Lahan Suboptimal*, 13(1), 22–33.
- Kurniawan, B. *et al.* 2016. Klasifikasi dan distribusi pirit pada tanah gambut dan mineral di Kalimantan. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 18(1), 50–61.
- Latif, F., Purwanti, H., & Sofyan, T. 2020. Dinamika KTK tanah sulfat masam di bawah kondisi genangan. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan Tropika*, 21(2), 167–176.
- Lestari, E., Munir, M., & Rahmawati, T. 2020. Dinamika reduksi sulfat pada lahan rawa sulfat masam dengan kedalaman genangan berbeda. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan Tropika*, 22(3), 190–199.
- Marzuki, A. *et al.* 2020. Pengaruh pH terhadap kelarutan aluminium dan dampaknya pada pertumbuhan tanaman. *Jurnal Agritek*, 28(4), 301–310.
- Mulyani, A. & Sarwani, M. 2013. Potensi dan kendala pengembangan lahan rawa pasang surut untuk pertanian. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 7(2), 75–84.

- Noor, M. 2011. *Lahan Rawa: Sifat dan Pengelolaan Tanah Sulfat Masam*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Nugraha, Y., Widodo, S., & Hartini, E. 2021. Mobilisasi Fe pada tanah sawah pasang surut akibat fluktuasi muka air tanah. *Jurnal Tanah dan Air Indonesia*, 19(2), 110–119.
- Primayuda, S., S. Susilawati, & A. Fauzi. . 2022. Oksidasi pirit dan peran H^+ dari dekomposisi organik dalam dinamika pH tanah sulfat masam. *Jurnal Agronomi*, 12(3), 150–160.
- Purnomo, J. 2024. *Analisis Spasial dan Temporal Kesuburan Tanah di Lahan Pasang Surut*. Bogor: IPB Press.
- Purwanto, H. 2018. *Potensi dan Kendala Lahan Pasang Surut di Indonesia*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Rachman, A. *et al.* 2019. Hubungan kedalaman pirit dan tingkat kemasaman tanah sawah pasang surut. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 15(2), 85–95.
- Rahardjo, D., Kusuma, H., & Putri, A. 2021. Kestabilan lapisan sulfidik pada tanah pasang surut terhadap fluktuasi muka air tanah. *Jurnal Geopedologi Indonesia*, 3(2), 85–94.
- Riska, S. 2023. Korelasi aluminium dan hidrogen dapat ditukar dengan tingkat produktivitas padi di lahan sulfat masam. *Agricola Journal*, 13(2), 40–50.
- Rosadi, I. 2022. Pengelolaan air berkelanjutan untuk stabilisasi pirit pada tanah rawa. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 12(1), 1–10.
- Santoso, I., Prasetyo, B., & Wahid, L. 2018. Pengaruh kedalaman genangan terhadap kemasaman tanah sawah pasang surut. *Jurnal Tanah dan Air*, 15(2), 88–97.
- Sari, D. 2020. Penentuan potensial pada berbagai tipe tanah masam dan kaitannya dengan toksisitas Al. *Jurnal Kimia Tanah*, 4(1), 15–25.
- Shamshuddin, J. *et al.* 2017. Formation and classification of acid sulfate soils in Malaysia and their management for sustainable rice production. *Soil Science and Plant Nutrition*, 63(1), 1–15.
- Siregar, S. 2017. Dinamika kondisi redoks pada lahan sawah pasang surut dan implikasinya terhadap unsur hara. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 34(2), 101–110.
- Subagyo, H. 2013. *Morfologi, Klasifikasi, dan Survei Tanah Sulfat Masam*. Jakarta: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Sugiyono. 2019. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (2nd ed.). Bandung: Alfabeta.
- Suhardjo, M., F. Amirullah, & T. Bachtiar. . 2022. Interaksi pirit, H-dd, dan kapasitas tukar kation pada lahan rawa. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 16(2), 88–98.

- Sulaeman, Y. *et al.* 2020. Pengelolaan air dan dampaknya terhadap sifat kimia tanah sulfat masam. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 39(2), 87–96.
- Susanto, T. 2021. Peran mikroorganisme dalam pembentukan pirit pada sedimen rawa. *Jurnal Mikrobiologi Pertanian*, 10(3), 150–160.
- Wahyudi, U. 2015. Pengaruh sistem drainase terbuka terhadap oksidasi pirit dan penurunan tanah. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(4), 301–310.
- Wibowo, B. *et al.* 2022. Identifikasi gejala dan pencegahan keracunan besi pada tanaman padi di lahan pasang surut. *Jurnal Proteksi Tanaman*, 11(1), 20–30.
- Wijaya, F., Gunawan, P., & Dewi, N. 2019. Variasi elevasi mikro dan implikasinya terhadap kedalaman lapisan sulfidik di lahan pasang surut. *Jurnal Agroekologi Indonesia*, 8(1), 55–66.
- Yulianti, M. . 2016. Stabilitas pirit dan pengaruh genangan terhadap sifat kimia tanah di lahan rawa. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 10(1), 1–8.
- Zhou, W., Zhang, Q., & Chen, Y. . 2019. Sulfate dynamics and oxidation behavior in acid sulfate soils. *Geoderma*, 337, 512–522.