Jurnal Pertanian Agros Vol. 28, No.4, Oktober 2026: 262–269

PERBANDINGAN KETERSEDIAAN Fe-DTPA PADA TANAH SAWAH DENGAN RIWAYAT ROTASI TANAMAN BERBEDA DI LOMBOK BARAT

COMPARISON OF DTPA-EXTRACTABLE Fe IN RICE FIELD SOILS WITH DIFFERENT CROP ROTATION HISTORIES IN WEST LOMBOK

Intan Lusiana Dewi[1], Rika Andriati Sukma Dewi[2], Isnaniar Rahmatul Azizah[3], Lulu' Ayu Faezatiy[4], Intan Permata Hadi[5]

[1,2,3,4,5] Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram

ABSTRACT

Rice paddy soils undergo alternating wet and dry conditions that can alter redox processes and iron (Fe) availability. This study descriptively compared DTPA-extractable Fe (Fe-DTPA) in rice fields with different crop-rotation histories in West Lombok Regency. Sampling was conducted in June 2025 at three locations representing rice–rice–rice (PPP) in Labuapi, rice–rice–maize (PPJ) in Gerung, and rice–maize–maize (PJJ) in Lembar. At each location, soil was collected from five sampling points at depths of 0–20 and 20–40 cm. Samples from the five points were composited separately by depth, resulting in six composite samples. Each composite sample was analyzed three times in the laboratory; these were analytical replicates and not independent field replicates. Fe-DTPA was extracted using DTPA and measured by atomic absorption spectrophotometry (AAS). Descriptively, the highest Fe-DTPA concentrations occurred at the PPP site, with 10.10 mg kg^{-1} at 0–20 cm and 9.09 mg kg^{-1} at 20–40 cm. Values at the PPJ site were 6.39 and 2.84 mg kg^{-1}, respectively, while those at the PJJ site were 4.54 and 1.93 mg kg^{-1}. Fe-DTPA decreased with depth by approximately 57.5% at PJJ, 55.6% at PPJ, and 10.0% at PPP. The PPP site also had the lowest KCl pH. These patterns describe differences among three locations with different rotation histories; because each history was represented by only one location, the observations do not establish a causal effect of crop rotation. Further studies should include independent field replicates for each rotation history.

Key-words: DTPA extraction, iron availability, paddy soil, soil acidity, , soil depth,

INTISARI

Tanah sawah mengalami kondisi basah dan kering secara bergantian yang dapat mengubah proses redoks dan ketersediaan besi (Fe). Penelitian ini membandingkan secara deskriptif Fe yang diekstrak dengan DTPA (Fe-DTPA) pada lahan sawah dengan riwayat rotasi tanaman berbeda di Kabupaten Lombok Barat. Pengambilan sampel dilakukan pada Juni 2025 di tiga lokasi yang mewakili rotasi padi–padi–padi (PPP) di Labuapi, padi–padi–jagung (PPJ) di Gerung, dan padi–jagung–jagung (PJJ) di Lembar. Pada setiap lokasi, tanah diambil dari lima titik pada kedalaman 0–20 cm dan 20–40 cm. Tanah dari lima titik dikompositkan secara terpisah berdasarkan kedalaman sehingga diperoleh enam sampel komposit. Setiap sampel komposit dianalisis tiga kali di laboratorium; pengulangan tersebut merupakan ulangan analitik, bukan ulangan lapangan independen. Fe-DTPA diekstrak menggunakan DTPA dan konsentrasinya diukur dengan spektrofotometri serapan atom (AAS). Secara deskriptif, konsentrasi Fe-DTPA tertinggi dijumpai pada lokasi PPP, yaitu 10,10 mg kg^{-1} pada kedalaman 0–20 cm dan 9,09 mg kg^{-1} pada kedalaman 20–40 cm. Nilai pada lokasi PPJ masing-masing sebesar 6,39 dan 2,84 mg kg^{-1}, sedangkan pada lokasi PJJ sebesar 4,54 dan 1,93 mg kg^{-1}. Fe-DTPA menurun dengan bertambahnya kedalaman sekitar 57,5% pada PJJ, 55,6% pada PPJ, dan 10,0% pada PPP. Lokasi PPP juga memiliki pH KCl terendah. Pola ini menggambarkan perbedaan antar lokasi yang memiliki riwayat rotasi berbeda; karena setiap riwayat rotasi hanya diwakili satu lokasi, hasil ini tidak membuktikan pengaruh kausal rotasi tanaman. Penelitian lanjutan perlu menggunakan ulangan lapangan independen untuk setiap riwayat rotasi.

Kata kunci: ekstraksi DTPA, kedalaman tanah, ketersediaan besi, kemasaman tanah, tanah sawah

[1] Correspondence author: Intan Lusiana Dewi. email: intanlusianadewi@staff.unram.ac.id

PENDAHULUAN

Tanah sawah merupakan ekosistem pertanian yang memiliki karakteristik lingkungan tanah yang berbeda dari lahan kering karena mengalami perubahan kondisi basah dan kering sebagai konsekuensi dari pengelolaan air dan budidaya tanaman. Penggenangan dan drainase secara berulang menyebabkan perubahan potensial oksidasi-reduksi (*redox potential/Eh*), aktivitas mikroorganisme, serta transformasi berbagai unsur dalam tanah. Kondisi redoks yang berfluktuasi tersebut merupakan karakteristik penting tanah sawah karena memengaruhi proses biogeokimia dan ketersediaan unsur hara bagi tanaman (Kögel-Knabner et al., 2010).

Besi (Fe) merupakan salah satu unsur hara mikro yang dibutuhkan tanaman dan memiliki peranan penting dalam berbagai proses fisiologis, termasuk pembentukan klorofil dan aktivitas enzim. Dalam tanah, Fe mempunyai sifat redoks-aktif dan terutama berada dalam bentuk Fe^{3+} dan Fe^{2+}. Perubahan kondisi oksidatif dan reduktif dapat menyebabkan transformasi kedua bentuk tersebut sehingga memengaruhi mobilitas dan ketersediaan Fe di dalam tanah (Becker & Asch, 2005). Pada tanah sawah, penggenangan menciptakan kondisi reduktif yang memungkinkan Fe^{3+} mengalami reduksi menjadi Fe^{2+}, sedangkan drainase dapat meningkatkan kembali kondisi oksidatif dan mendorong terjadinya proses oksidasi Fe (Susilawati & Fahmi, 2013).

Dinamika Fe pada tanah sawah tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi penggenangan, tetapi juga oleh sifat kimia tanah dan kondisi lingkungan lainnya. Perubahan pH, potensial redoks, bahan organik, aktivitas mikroorganisme, serta kondisi kelembapan tanah dapat memengaruhi bentuk dan distribusi Fe dalam tanah (Susilawati & Fahmi, 2013). Penelitian Kusumaningtyas et al., (2015) juga menunjukkan bahwa perubahan tinggi muka air tanah dapat memengaruhi kandungan Fe tanah, yang berkaitan dengan perubahan kondisi reduksi-oksidasi selama periode penggenangan dan drainase. Dengan demikian, pengelolaan air pada lahan sawah merupakan salah satu faktor penting yang dapat memengaruhi dinamika Fe dalam tanah.

Selain pengelolaan air, pola budidaya dan rotasi tanaman berpotensi menghasilkan kondisi lingkungan tanah yang berbeda. Rotasi tanaman dapat menyebabkan perbedaan lama periode lahan tergenang, intensitas aerasi tanah, perkembangan sistem perakaran, jumlah dan kualitas residu tanaman yang dikembalikan ke tanah, serta aktivitas mikroorganisme. Perbedaan kondisi tersebut berpotensi memengaruhi proses reduksi dan oksidasi Fe serta distribusi Fe dalam tanah. Namun demikian, hubungan tersebut perlu dibuktikan melalui pengukuran ketersediaan Fe pada tanah dengan pola rotasi tanaman yang berbeda, karena perubahan pola budidaya tidak secara langsung dapat disamakan dengan perubahan bentuk kimia Fe tertentu (Marschner et al., 2011).

Pengukuran Fe tanah juga perlu mempertimbangkan bentuk Fe yang menjadi objek pengamatan. Kandungan Fe total tidak secara langsung menggambarkan fraksi Fe yang tersedia bagi tanaman. Salah satu metode yang banyak digunakan untuk mengukur unsur mikro tersedia dalam tanah adalah ekstraksi DTPA (*diethylenetriaminepentaacetic acid*). Metode DTPA dikembangkan oleh Lindsay & Norvell (1978) untuk mengekstrak Zn, Fe, Mn, dan Cu yang tersedia pada tanah, terutama pada kondisi tanah mendekati netral dan tanah berkapur. Ekstraksi DTPA menghasilkan fraksi unsur yang secara operasional digunakan sebagai indikator ketersediaan unsur mikro dalam tanah.

Kandungan Fe-DTPA juga dapat dipengaruhi oleh karakteristik tanah. Penelitian Katyal & Sharma (1991) pada berbagai jenis tanah menunjukkan bahwa Fe

yang terekstrak DTPA berkaitan dengan beberapa sifat tanah, terutama pH, bahan organik, kandungan liat, dan kondisi kelembapan tanah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ketersediaan Fe tidak hanya ditentukan oleh jumlah Fe dalam tanah, tetapi juga oleh kondisi kimia dan fisik tanah yang memengaruhi bentuk serta kelarutannya.

Sejumlah penelitian tentang dinamika Fe pada tanah sawah dalam kaitannya dengan penggenangan, drainase, pH, dan interaksi Fe–P telah banyak dilakukan. Namun, ini belum memberikan dasar yang cukup bahwa Fe-DTPA telah dibandingkan secara langsung pada sistem sawah dengan riwayat rotasi PPP, PPJ, dan PJJ di Lombok Barat. Kesenjangan pada penelitian ini adalah penyediaan data awal Fe-DTPA pada dua kedalaman tanah dari tiga lokasi yang memiliki riwayat rotasi berbeda. Kontribusi penelitian terbatas pada deskripsi pola nilai Fe-DTPA, pH KCl, dan P tersedia antar lokasi dan antar kedalaman, bukan pengujian pengaruh langsung rotasi tanaman.

Penelitian ini bertujuan membandingkan secara deskriptif ketersediaan Fe-DTPA pada tanah sawah dengan riwayat rotasi tanaman berbeda di Kabupaten Lombok Barat pada kedalaman 0–20 cm dan 20–40 cm, serta mendeskripsikan pola nilai Fe-DTPA bersama pH KCl dan P tersedia sebagai parameter pendukung.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Juni 2025 di tiga lokasi lahan sawah di Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat. Lokasi pertama berada di Kecamatan Labuapi, pada lahan sawah irigasi teknis dengan riwayat rotasi padi–padi–padi (PPP), pada koordinat 8°37′34,1″ LS dan 116°08′28,2″ BT. Lokasi kedua berada di Kecamatan Gerung, pada lahan sawah irigasi semi teknis dengan riwayat rotasi padi–padi–jagung (PPJ), pada koordinat 8°40′47,3″ LS dan 116°08′22,4″ BT. Lokasi ketiga berada di Kecamatan Lembar, pada lahan sawah tadah hujan dengan riwayat rotasi padi–jagung–jagung (PJJ), pada koordinat 8°42′05,0″ LS dan 116°04′38,2″ BT. Setiap riwayat rotasi diwakili satu lokasi sehingga perbandingan hasil diinterpretasikan secara deskriptif dan tidak digunakan untuk menyimpulkan pengaruh langsung pola rotasi tanaman.

Pengambilan sampel tanah dilakukan setelah tanaman padi dipanen. Pemilihan waktu pengambilan sampel dilakukan untuk memperoleh kondisi tanah pada akhir periode budidaya padi pada masing-masing pola rotasi tanaman.

Pola Rotasi Tanaman dan Pengambilan Sampel Tanah

Pada setiap lokasi, lima titik pengambilan sampel digunakan untuk mewakili kondisi lahan. Sampel diambil pada dua kedalaman, yaitu 0–20 cm dan 20–40 cm. Pada masing-masing kedalaman, tanah dari lima titik dalam satu lokasi dicampurkan secara merata menjadi satu sampel komposit. Jarak antar titik pengambilan dalam satu lokasi berkisar 7 meter.

Pada masing-masing kedalaman, tanah dari lima titik pengambilan sampel dalam satu lokasi dicampurkan secara merata sehingga membentuk satu sampel komposit. Dengan demikian, setiap pola rotasi tanaman menghasilkan satu sampel komposit untuk kedalaman 0–20 cm dan satu sampel komposit untuk kedalaman 20–40 cm.

Secara keseluruhan, diperoleh enam sampel komposit (tiga lokasi x dua kedalaman). Setiap sampel komposit selanjutnya dianalisis sebanyak tiga kali di laboratorium sebagai ulangan analitik. Oleh sebab itu, unit pembanding dalam penelitian ini adalah sampel komposit pada masing-masing lokasi dan kedalaman, bukan ulangan lapangan.

Preparasi Sampel Tanah

Sampel tanah komposit yang diperoleh dari lapangan dibawa ke laboratorium untuk dilakukan preparasi sebelum analisis Fe-DTPA. Sampel tanah dibersihkan dari akar,

sisa tanaman, kerikil, dan bahan lain yang tidak diperlukan. Selanjutnya, sampel dikeringanginkan pada suhu ruang hingga mencapai kondisi kering udara.

Tanah yang telah kering udara kemudian dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 2 mm untuk memperoleh sampel yang homogen. Sampel hasil preparasi selanjutnya digunakan untuk analisis Fe-DTPA.

Analisis Fe-DTPA

Fe tanah diekstrak menggunakan larutan DTPA yang mengandung 0,005 M DTPA, 0,1 M triethanolamine (TEA), dan 0,1 M $CaCl_2$ pada pH 7,3, sesuai konsentrasi yang dinyatakan dalam Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk Edisi 3 (Eviati et al., 2023). Sebanyak 10 gram sampel tanah kering angin yang telah dihaluskan dan lolos ayakan 2 mm ditambahkan 20 mL larutan pengekstrak DTPA, kemudian dikocok selama 2 jam. Campuran disaring untuk memperoleh filtrat, dan konsentrasi Fe dalam filtrat ditentukan menggunakan *atomic absorption spectrophotometer* (AAS) berdasarkan kurva kalibrasi larutan standar. Hasil dinyatakan sebagai Fe-DTPA (mg kg^{-1} tanah)

Setelah ekstraksi, suspensi disaring dan konsentrasi Fe dalam filtrat diukur menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Setiap sampel komposit dianalisis tiga kali. Dalam penelitian ini, Fe-DTPA didefinisikan sebagai Fe yang terekstrak menggunakan larutan DTPA dan digunakan sebagai indikator ketersediaan Fe tanah secara operasional. Nilai Fe-DTPA tidak diinterpretasikan sebagai kandungan Fe total atau sebagai pengukuran langsung terhadap bentuk Fe^{2+} dan Fe^{3+}.

Analisis Data

Data hasil analisis Fe-DTPA disusun berdasarkan pola rotasi tanaman dan kedalaman tanah. Tiga hasil pengukuran dari setiap sampel komposit digunakan untuk memperoleh nilai rata-rata dan variasi hasil analisis.

Data selanjutnya dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan ketersediaan Fe-DTPA berdasarkan riwayat rotasi tanaman dan kedalaman tanah. Hasil disajikan dalam bentuk tabel dan grafik yang menunjukkan nilai Fe-DTPA pada kedalaman 0–20 cm dan 20–40 cm untuk pola rotasi PPP, PPJ, dan PJJ.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketersediaan Fe-DTPA, pH KCl, dan P Tersedia

Hasil analisis ketersediaan Fe-DTPA, pH KCl, dan P tersedia pada tanah sawah dengan pola rotasi Padi-Jagung-Jagung (PJJ), Padi-Padi-Jagung (PPJ), dan Padi-Padi-Padi (PPP) disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, nilai Fe-DTPA menunjukkan variasi antar lahan dengan pola rotasi yang berbeda. Pada lapisan 0–20 cm, konsentrasi Fe-DTPA tertinggi ditemukan pada pola PPP sebesar 10,10 mg kg^{-1}, diikuti PPJ sebesar 6,39 mg kg^{-1} dan PJJ sebesar 4,54 mg kg^{-1}. Pada lapisan 20–40 cm, pola PPP juga menunjukkan nilai Fe-DTPA tertinggi, yaitu 9,09 mg kg^{-1}, sedangkan PPJ dan PJJ masing-masing sebesar 2,84 dan 1,93 mg kg^{-1}.

Secara deskriptif, pola PPP memiliki ketersediaan Fe-DTPA yang lebih tinggi dibandingkan dua pola lainnya pada kedua kedalaman. Namun, pola rotasi dalam penelitian ini berada pada lokasi yang berbeda sehingga perbedaan lokasi dan pola rotasi tidak dapat dipisahkan. Oleh karena itu, hasil tersebut menunjukkan adanya perbedaan kondisi tanah pada lahan dengan pola rotasi yang diamati, tetapi belum dapat digunakan untuk menyimpulkan bahwa pola rotasi secara kausal menyebabkan peningkatan atau penurunan Fe-DTPA.

Tabel 1. Ketersediaan Fe-DTPA, pH KCl, dan P tersedia pada berbagai pola rotasi tanaman

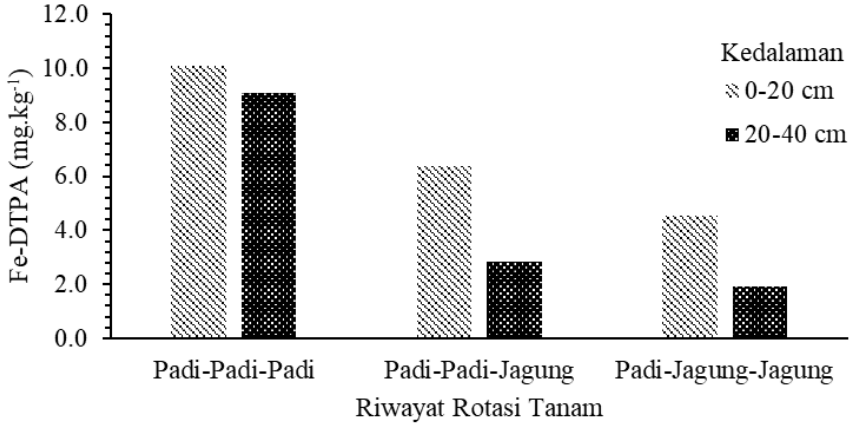
Pola rotasi	Kedalaman (cm)	Fe-DTPA (mg kg^{-1})	pH KCl	P tersedia (mg kg^{-1})
PJJ	0–20	4,54 ± 0,06	6,37 ± 0,12	5,73 ± 0,02
PJJ	20–40	1,93 ± 0,03	6,17 ± 0,06	2,93 ± 2,52
PPJ	0–20	6,39 ± 0,20	5,47 ± 0,12	2,01 ± 0,32
PPJ	20–40	2,84 ± 0,05	5,60 ± 0,00	3,88 ± 0,21
PPP	0–20	10,10 ± 0,28	4,27 ± 0,15	15,30 ± 0,22
PPP	20–40	9,09 ± 0,32	4,53 ± 0,12	4,51 ± 0,70

Nilai merupakan rerata ± simpangan baku dari tiga analisis laboratorium pada masing-masing sampel komposit.

Variasi Fe-DTPA Berdasarkan Kedalaman Tanah

Perbedaan ketersediaan Fe-DTPA juga terlihat berdasarkan kedalaman tanah. Pada pola PJJ, Fe-DTPA menurun dari 4,54 mg kg^{-1} pada kedalaman 0–20 cm menjadi 1,93 mg kg^{-1} pada kedalaman 20–40 cm. Pada pola PPJ, Fe-DTPA menurun dari 6,39 menjadi 2,84 mg kg^{-1}. Sementara itu, pada pola PPP penurunannya relatif lebih kecil, yaitu dari 10,10 menjadi 9,09 mg kg^{-1} Seperti pada Gambar 1.

Penurunan Fe-DTPA dengan bertambahnya kedalaman cukup jelas pada PJJ dan PPJ, sedangkan pada PPP perbedaannya relatif kecil. Kondisi ini menunjukkan bahwa distribusi Fe yang terekstrak. Besarnya penurunan Fe-DTPA dari lapisan 0–20 cm ke lapisan 20–40 cm menunjukkan variasi distribusi vertikal yang berbeda antar lokasi. Secara deskriptif, konsentrasi Fe-DTPA menurun sebesar 57,49% pada PJJ dan 55,56% pada PPJ, sedangkan pada PPP penurunannya hanya sebesar 10,00%. Perbedaan ini menunjukkan bahwa distribusi Fe yang dapat diekstrak dengan DTPA pada lapisan permukaan dan bawah tidak seragam pada ketiga lokasi penelitian. Variasi tersebut dapat berkaitan dengan perbedaan sifat kimia tanah antar lapisan, terutama kondisi pH.



Gambar 1. Nilai rata-rata Fe-DTPA dari tiga riwayat rotasi tanam

Pada tanah sawah, perubahan kondisi tergenang dan tidak tergenang menyebabkan perubahan kondisi redoks yang berperan penting dalam transformasi Fe. Dalam kondisi reduktif, Fe(III) dapat direduksi menjadi Fe(II) yang lebih larut, sedangkan ketika tanah kembali mengalami oksidasi, Fe(II) dapat mengalami oksidasi dan membentuk kembali senyawa Fe(III). Dinamika tersebut merupakan karakteristik penting biogeokimia tanah sawah (Wang et al., 2022).

Hasil ini juga sejalan dengan penelitian Susilawati dan Fahmi yang menjelaskan bahwa dinamika Fe pada tanah dipengaruhi oleh kondisi pH, Eh, bahan organik, aktivitas mikroorganisme, serta kondisi penggenangan dan pengeringan tanah.

Keterkaitan Fe-DTPA dengan pH Tanah

Nilai pH KCl menunjukkan pola yang berbeda antar lahan. Pada kedalaman 0–20 cm, pola PJJ memiliki pH tertinggi (6,37) dan Fe-DTPA terendah (4,54 mg kg^{-1}). Sebaliknya, pola PPP mempunyai pH terendah (4,27) dan Fe-DTPA tertinggi (10,10 mg kg^{-1}). Pola yang sama secara umum juga terlihat pada kedalaman 20–40 cm.

pH merupakan salah satu faktor yang memengaruhi kelarutan dan ketersediaan Fe, sehingga perubahan pH dapat menyebabkan perubahan jumlah Fe yang berada dalam bentuk yang dapat diekstrak oleh DTPA. Penelitian mengenai Fe-DTPA juga menunjukkan keterkaitan fraksi Fe yang terekstrak DTPA dengan sifat-sifat tanah, termasuk pH dan bahan organik (Katyal & Sharma, 1991).

Namun demikian, hubungan pada penelitian ini sebaiknya dipahami sebagai kecenderungan deskriptif, bukan sebagai hubungan sebab-akibat. Hal tersebut karena setiap pola rotasi hanya direpresentasikan oleh satu lokasi penelitian. Dengan demikian, faktor lokasi dan sifat tanah lainnya juga dapat berkontribusi terhadap perbedaan Fe-DTPA yang diamati.

Kecenderungan Fe-DTPA yang lebih tinggi pada lokasi dengan pH KCl lebih rendah dapat dipahami sebagai indikasi adanya keterkaitan antara reaksi tanah dan fraksi Fe yang dapat diekstrak menggunakan DTPA. Perubahan pH dapat memengaruhi kelarutan, adsorpsi, dan distribusi kimia unsur Fe di dalam tanah.

Keterkaitan Fe-DTPA dengan P Tersedia

P tersedia menunjukkan pola yang berbeda dengan Fe-DTPA. Pada lapisan 0–20 cm, lahan PPP mempunyai P tersedia paling tinggi (15,30 mg kg^{-1}) sekaligus Fe-DTPA paling tinggi (10,10 mg kg^{-1}). Sementara itu, PPJ mempunyai P tersedia paling rendah (2,01 mg kg^{-1}) dengan Fe-DTPA sebesar 6,39 mg kg^{-1}. Kemampuan oksida Fe dalam mengadsorpsi fosfat merupakan salah satu mekanisme yang memengaruhi retensi P di tanah (Borggaard, 1983).

Pada kedalaman 20–40 cm, P tersedia pada PPP menurun menjadi 4,51 mg kg^{-1}, sedangkan Fe-DTPA tetap relatif tinggi (9,09 mg kg^{-1}). Pada PPJ, P tersedia sebesar 3,88 mg kg^{-1}, sementara Fe-DTPA sebesar 2,84 mg kg^{-1}. Hasil tersebut menunjukkan bahwa variasi P tersedia tidak mengikuti pola perubahan Fe-DTPA secara konsisten. Interaksi Fe dan P pada tanah tergenang berkaitan dengan perubahan bentuk Fe dan mobilitas fosfat selama proses penggenangan dan pengeringan (Wang et al., 2019).

Secara kimia tanah, Fe dapat berinteraksi dengan fosfat. Akan tetapi, berdasarkan data penelitian ini belum dapat ditentukan sejauh mana interaksi Fe dan P berperan terhadap perbedaan P tersedia karena penelitian tidak secara langsung mengukur bentuk atau fraksi Fe yang mengikat P (Borggaard, 1983). Perbedaan pola Fe-DTPA dan P tersedia menunjukkan bahwa kedua parameter tersebut tidak selalu berubah secara searah pada setiap lokasi dan kedalaman. Pada lapisan 0–20 cm, lokasi PPP memiliki nilai Fe-DTPA dan P tersedia tertinggi, masing-masing sebesar 10,10 mg kg^{-1} dan 15,30 mg kg^{-1}. Sebaliknya, pada lapisan 20–40 cm,

nilai Fe-DTPA di lokasi yang sama tetap relatif tinggi sebesar 9,09 mg kg^{-1}, sedangkan P tersedia menurun menjadi 4,51 mg kg^{-1}. Lapisan Fe pada permukaan akar padi dapat berperan dalam retensi dan perpindahan fosfor di sekitar rizosfer (Linam et al., 2024).

Dengan demikian, P tersedia dalam penelitian ini lebih tepat digunakan sebagai parameter pendukung untuk menggambarkan kondisi kimia tanah, bukan sebagai faktor yang secara langsung menjelaskan variasi Fe-DTPA.

Implikasi Hasil terhadap Kondisi Tanah Sawah

Pembentukan lapisan Fe pada akar padi merupakan salah satu proses penting yang menghubungkan dinamika Fe dengan lingkungan rizosfer (Li et al., 2025).

Secara keseluruhan, lahan dengan pola PPP menunjukkan nilai Fe-DTPA yang paling tinggi pada kedua kedalaman, disertai pH KCl yang paling rendah. Sebaliknya, lahan PJJ menunjukkan pH relatif lebih tinggi dan Fe-DTPA lebih rendah. Pola PPJ berada pada kondisi antara kedua lahan tersebut.

Ketersediaan Fe yang diekstrak menggunakan DTPA merupakan suatu ukuran operasional, sehingga nilainya merepresentasikan fraksi Fe yang dapat diekstrak menggunakan larutan DTPA pada kondisi metode tersebut, bukan keseluruhan Fe tanah. Metode DTPA dikembangkan untuk mengekstrak unsur mikro termasuk Fe dan digunakan sebagai pendekatan untuk menilai ketersediaannya bagi tanaman (Yuan et al., 2026).

Dengan demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi Fe-DTPA pada lahan sawah berbeda menurut pola rotasi yang diamati dan kedalaman tanah, dengan variasi yang tampak berkaitan secara deskriptif dengan pH tanah. Akan tetapi, diperlukan penelitian lanjutan dengan beberapa ulangan lapangan pada setiap pola rotasi agar pengaruh pola rotasi terhadap Fe-DTPA dapat diuji secara statistik dan dipisahkan dari pengaruh lokasi.

KESIMPULAN

Hasil menggambarkan nilai Fe-DTPA bervariasi antar lokasi yang memiliki riwayat rotasi berbeda dan antar kedalaman tanah. Nilai Fe-DTPA tertinggi secara deskriptif ditemukan pada pola Padi-Padi-Padi (PPP), yaitu 10,10 mg kg^{-1} pada kedalaman 0–20 cm dan 9,09 mg kg^{-1} pada kedalaman 20–40 cm. Fe-DTPA cenderung lebih tinggi pada lapisan 0–20 cm, terutama pada pola PJJ dan PPJ. Secara deskriptif, Fe-DTPA menunjukkan kecenderungan lebih tinggi pada tanah dengan pH KCl yang lebih rendah, sedangkan P tersedia tidak menunjukkan pola yang konsisten dengan Fe-DTPA. Penelitian lanjutan perlu dilakukan mencakup beberapa ulangan lapangan independen untuk setiap riwayat rotasi serta pengukuran karakteristik tanah dan pengelolaan air yang relevan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Fakultas Pertanian, Universitas Mataram atas dukungan fasilitas dan administrasi yang diberikan selama pelaksanaan penelitian. Terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam kegiatan pengambilan sampel tanah, analisis laboratorium, pengolahan data, dan penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

Becker, M., & Asch, F. (2005). Iron toxicity in rice — conditions and management concepts. *J. Plant Nutr. Soil Sc*, *168*, 558–573. https://doi.org/10.1002/jpln.200520504

Borggaard, O. K. (1983). The influence of iron oxides on phosphate adsorption by soil. *Journal of Soil Science*, *34*(2), 333–341.

Eviati, Sulaeman, Herawaty, L., Anggria, L., Usman, Tantika, H. E., Prihatini, R., &

Wuningrum, P. (2023). *Petunjuk Teknis Edisi 3: Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

Katyal, J. C., & Sharma, B. D. (1991). DTPA-extractable and total Zn, Cu, Mn, and Fe in Indian soils and their association with some soil properties. *Geoderma*, *49*(1–2). https://doi.org/10.1016/0016-7061(91)90099-F

Kögel-Knabner, I., Amelung, W., Cao, Z., Fiedler, S., Frenzel, P., Han, X., Kölbl, A., & Amelung, W. (2010). Biogeochemistry of paddy soils. *Geoderma*, *157*(1–2), 1–14.

Kusumaningtyas, A. S., Cahyono, P., & Suntari, R. (2015). pH , Eh , Fe , Al dd, Mn dan P Terlarut Pada Tanaman Nanas Klon Gp3 Di Ultisol. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, *2*(1), 103–109.

Li, J., Zhang, Y., & Zhang, W. (2025). Iron plaque formation and its effects on phosphorus absorption in rice roots. *Chinese Bulletin of Botany*, *60*(1), 132–143.

Linam, F. A., Limmer, M. A., & Seyfferth, A. L. (2024). Contrasting roles of rice root iron plaque in retention and plant uptake of silicon, phosphorus, arsenic, and selenium in diverse paddy soils. *Plant and Soil*, *502*.

Lindsay, W. L., & Norvell, W. A. (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society of America Journal*, *42*(3), 421–428.

Marschner, P., Crowley, D., & Rengel, Z. (2011). Rhizosphere interactions between microorganisms and plants govern iron and phosphorus acquisition along the root axis—model and research methods. *Soil Biology and Biochemistry*, *43*(5), 883–894.

Susilawati, A., & Fahmi, A. (2013). Dinamika Besi pada Tanah Sulfat Masam yang Ditanami Padi. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, *7*(2), 67–75.

Wang, Y., Yuan, J. H., Chen, H., Zhao, X., Wang, D., Wang, S. Q., & Ding, S.-M. (2019). Small-scale interaction of iron and phosphorus in flooded soils with rice growth. *Science of the Total Environment*, *669*, 911–919.

Wang, Z., Liu, X., Liang, X., Dai, L., Li, Z., Liu, R., & Zhao, Y. (2022). Flooding-drainage regulate the availability and mobility process of Fe, Mn, Cd, and As at paddy soil. *Science of the Total Environment*, *817*.

Yuan, Z. F., Ge, T., Guan, D. X., He, B., Zhang, X., Li, Y., Zhu, Z., Li, G., Kim, P. J., Guggenberger, G., Xu, M., Chen, J., & Kuzyakov, Y. (2026). Iron plaque in paddy: Formation, properties, functions, and applications. *Soil Biology and Biochemistry*, *214*.