**Agroekotek View**
Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa

**Vol. 8 Issue 1, Maret 2025**

E-ISSN: 2715-4815

# Perubahan Nilai $Fe^{3+}$ dengan Pemberian Zeolit pada Tanah Sulfat Masam Pasang Surut

*Changes in Fe3+ Values with the Addition of Zeolite to Tidal Acid Sulfate Soil*

**Wira Megantara Putra*, Nurlaila, Untung Santoso**

*Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat, Indonesia.*

**e-mail pengarang korespondensi: wirap209@gmail.com*

Diterima: 20 Desember 2024; Diperbaiki: 21 Februari 2025; Disetujui: 16 Maret 2025

**How to Cite:** Wira, M.P., Nurlaila, dan Santoso. U., (2024). Perubahan Nilai $Fe^{3+}$ dengan Pemberian Zeolit pada Tanah Sulfat Masam Pasang Surut. *Agroekotek View*, Vol 8 (No. 1), halaman 35-41.

***ABSTRACT***

*Acid sulfate soils are usually found in lowland areas with flat topography around coasts or large rivers influenced by tidal waters. These soils are prone to periodic flooding and drought due to very acidic conditions and frequent waterlogging, resulting in low fertility. The causes of infertility in acid sulfate soils are low nutrient levels and high levels of toxic elements. Zeolite can be a solution because it increases soil fertility, reduces toxic compounds, raises pH, improves soil structure, and has high base saturation. Additionally, zeolite can reduce Al and Fe content in wetland soils. This research aims to determine the degradation of Fe values by administering sulfate soil zeolite during high tide periods.The study was conducted from April 2023 to August 2023 at the Integrated Agroecotechnology Laboratory and the Agricultural Swamp Land Standardization Testing Instrument Laboratory. This research uses a qualitative test method, employing a systematic literature review to determine the effect of zeolite incubation duration on Fe content and pH in tidal acid sulfate soils. The results showed that there was a change in the $Fe^{3+}$ value by administering zeolite in the Z3 treatment with a dose of 11 tons $ha^{-1}$ with $Fe^{3+}$ results of 196.15 ppm and was able to reduce Fe levels in acid sulfate soil and the Z3 pH obtained was 3.41, there was a very small increase.*

***Copyright © 2025 Agroekotek View. All rights reserved.***

***Keywords:***
*Zeolit, Tidal Acid Sulfate Soil, Fe (Iron), pH*

## Pendahuluan

Tanah sulfat masam memiliki potensi dan prospek yang cukup baik untuk menjadi areal pengembangan pertanian ke depan guna mendukung peningkatan ketahanan pangan, diversikasi produksi dan pengembangan agribisnis. Luas tanah sulfat masam sekitar 6,7 juta hektar di Indonesia dan luasnya akan terus bertambah akibat hilangnya lapisan gambut yang terdapat pada lapisan atas tanah sulfat masam (Noor, 2004). Kondisi tanah sulfat masam yang beracun menimbulkan permasalahan untuk mendukung sektor pertanian yang disebabkan banyaknya kandungan logam yang meracuni tanaman pertanian.

Tanah sulfat masam menjadi beracun disebabkan adanya kandungan pirit yang timbul ke permukaan dikarenakan gerakan pada tanah yang menyebabkan lapisan pirit atau

sulfidik mengalami proses oksidasi. Sehingga, pirit pada tanah sulfat masam membentuk unsur logam seperti Fe maupun Al dan menigkatkan keasaman tanah. Tanah sulfat masam biasanya dijumpai pada daerah dataran rendah dengan topografi umumnya datar dan terletak pada daerah sekitar pantai atau sungai-sungai besar dan mendapat pengaruh dari pasang-surutnya air laut/sungai, sehingga dalam suatu periodik waktu tertentu tanah sulfat masam dapat mengalami penggenangan dan agak kering. Kondisi yang sangat masam dan lingkungan yang sering tergenang menyebabkan tanah sulfat masam memiliki tingkat kesuburan yang rendah (Noor, 2004). Beberapa hal yang menyebabkan tanah sulfat masam tidak subur adalah rendahnya kandungan unsur hara dan tingginya kandungan unsur yang dapat bersifat racun bagi tanaman (Shamshuddin *et al*., 2004).

Menurut Taher (1990) dan Satari *et al*., (1990) Saat tergenang Fe akan mengalami kondisi reduktif sehingga tanah sulfat masam yang semula $Fe^{3+}$ menjadi $Fe^{2+}$. Hal ini akan mengurangi nilai dari $Fe^{3+}$ sedangkan tanah yang terkena oksigen tanpa ada genangan yang menghalangi secara langsung akan membentuk $Fe^{3+}$ menjadi lebih banyak. Beberapa macam upaya untuk mengatasi masalah Fe telah dilakukan seperti dengan penambahan bahan organik, pemakaian varietas yang tahan terhadap racun pada tanah sulfat masam dan pemberian pembenah tanah. Penggunana bahan pembenah tanah untuk menjerap ion logam pada tanah sulfat masam bisa menjadi cara untuk mengurangi kadar kandungan ion logam seperti Fe pada tanah sulfat masam, yaitu penggunan zeolit sebagai penjerap ion logam Fe.

Zeolit mineral alam yang banyak terdapat di Indonesia. Merupakan salah satu dari beberapa pembenah tanah selain dari kapur atau lainya yang mampu untuk menjerap kandungan logam yang beracun pada tanah sulfat masam. Kapasitas yang dimiliki zeolit mampu untuk menjerap unsur logam seperti Fe maupun Al, kemampuan untuk menjerap didukung dengan struktur zeolit yang memiliki pori-pori pada rongga sehingga mampu untuk melakukan menyerap sejumlah atom tergantung dari seberapa besar pori yang dimiliki zeolit (Solikah dan Utami, 2014). Zeolit dapat digunakan sebagai adsorben ion logam $Fe^{3+}$ (Hendrawan, 2010; Renni *et al*., 2018). Zeolit meningkatkan kesuburan tanah dengan mereduksi senyawa asam organik toksik, memperbaiki pH, dan struktur tanah. (Susilawati *et al*., 2011).

## Bahan dan Metode

Dalam penelitian yang dilakukan menggunakan beberapa bahan zeolit, tanah sulfat masam pasang surut, air. Serta peralatan yang digunakan yang dilakukan pada proses penelitian berupa cangkul, karung toples, gelas plastik, alat tulis, kamera, timbangan analitik, pH meter digital, ayakan 10 mesh, spatula/sendok, shaker mesin. Dalam penelitiannya yang dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Agroekoteknologi dan Laboratorium Balai Standarisasi Pengujian Standar Instrumen (BSIP) Pertanian Lahan Rawa di Banjarbaru. Penelitian ini dilaksanakan selama 5 bulan dari bulan April hingga dengan Agustus 2023. Penelitian ini menggunakan metode uji kualitatif, menggunakan penelitian kajian pustaka (systematic literature review) untuk mengetahui perubahan nilai $Fe^{3+}$ dengan pemberian zeolit pada tanah sulfat masam pasang surut . yakni dengan pemberian dosis sebagai berikut:

Z1 = 9 ton $ha^{-1}$, Z2 = 10 ton $ha^{-1}$ , Z3 = 11 ton $ha^{-1}$ ,Z4 = 12 ton $ha^{-1}$,Z5 = 13 ton $ha^{-1}$

Pengambilan tanah. Tanah yang dipakai untuk keperluan inkubasi diambil di Desa Sungai Rangas Kabupaten Banjar Provinsi Kalimantan Selatan. Sampel tanah yang sudah didapat kemudian dimasukkan kedalam ember.

Persiapan inkubasi. Tanah penelitian yang sudah diambil kemudian di diamkan dan di kering angin kan selama 3 hari sebelum dilakukan pemberian zeolit. Tanah yang sudah kering anginkan selanjutnya di homogenkan dengan mengayak menggunakan ayakan 10 mesh. kemudian dimasukan ke wadah toples ukuran kecil sebanyak 200 g pada tiap toples. Setiap toples diberikan kode perlakuan sesuai dengan perlakuan yang diberikan. Zeolit dilakukan inkubasi selama 4 minggu pada wadah toples.

Pengaplikasian dosis zeolit. Tanah yang telah dimasukkan ke dalam toples, diberikan zeolit sesuai dosis yang akan dilakukan penelitian. Tanah yang sudah diberikan zeolit, dicampur atau diaduk secara merata. Zeolit sebelumnya dilakukan penumbukan dan disaring dengan ukuran 80 mesh untuk memberikan bentuk yang homogen.

Inkubasi zeolit pada tanah. Tanah dilakukan inkubasi untuk melihat perubahan yang terjadi pada tanah. Inkubasi diberikan waktu sesuai perlakuan untuk mendapatkan reaksi terbaik yang dilakuan tiap perlakuan.

Pemeliharaan tanah inkubasi. Tanah yang sudah diberikan perlakuan dan dalam masa inkubasi, dilakukan pemeliharaan dengan cara disiramkan air ketika kondisi tanah kering inkubasi dengan. Tujuannya supaya perlakuan yang diberikan ketanah dapat bereaksi secara maksimal.

Pengamatan percobaan. Pengamatan dilakukan dengan mengukur Fe dan pH dari tanah sebelum diberikan zeolit yang telah di inkubasi selama empat minggu. Pengujian Fe dan pH dilakukan di laboratorium Balai Standarisasi Pengujian Standar Instrumen (BSIP) Lahan Rawa di Banjarbaru.

**Hasil dan Pembahasan**

Tabel 1. Hasil analisis Zeolit pada $Fe^{3+}$ dan pH pada tanah sulfat masam pasang surut

| No | Perlakuan | Parameter | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Dosis | pH | Fe $^{3+}$ (ppm) | Nilai |
| 1 | Sempel awal | | 3,39 | 272,15 | Sangat tinggi |
| 2 | Z1 | 9 ton $ha^{-1}$ | 3,39 | 209,2 | Sangat tinggi |
| 3 | Z2 | 10 ton $ha^{-1}$ | 3,38 | 241,5 | Sangat tinggi |
| 4 | Z3 | 11 ton $ha^{-1}$ | 3,41 | 196,15 | Sangat tinggi |
| 5 | Z4 | 12 ton $ha^{-1}$ | 3,37 | 296,5 | Sangat tinggi |
| 6 | Z5 | 13 ton $ha^{-1}$ | 3,4 | 228,55 | Sangat tinggi |

Keterangan: Sangat rendah : 1>3 ppm, Rendah : 3 > 5 ppm, Sedang : 5 > 19 ppm, Tinggi : 19 > 53 ppm, Sangat tinggi : 53 < ppm

Hasil analisis yang didapat pada penelitian seperti tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan Z3 yang mampu memberikan hasil yang terbaik dibandingkan perlakuan lain pada Fe yaitu sebesar 196,15 ppm. Hasil analisis untuk pH pada tiap perlakuan tidak jauh berbeda dengan sampel awal yaitu 3,39. Hal ini bisa dijelaskan bahwa zeolit memiliki kemampuan untuk menetralkan keasaman tanah (pH tanah) pada tanah sulfat masam dengan cara menjerap kation yaitu ion $H^+$ yang mana zeolit menghasilkan ion $OH^-$ dari hasil hidrolisis silikat yang terjadi saat zeolit bersifat basa bertemu dengan air sehingga menghasilkan $OH^-$ (Narulita *et al.* 2023) yang mampu mengikat ion $H^+$ sehingga terjadi penurunan kadar

Ion $H^+$ pada tanah sulfat masam di lain sisi struktur pada zeolit yang mampu untuk mengikat ion $H^+$.

Kemampuan dari zeolit yang mampu untuk menghasilkan ion $OH^-$ tidak cukup untuk menjerap $H^+$ yang ada pada tanah sulfat masam. Karena zeolit memiliki kencederungan untuk menjerap kation $NH_4^+$ kemudian zeolit yang telah dijerap menghasilkan muatan negatif yang menyebabkan ion $OH^-$ kurang begitu berpegaruh untuk menetralkan pH tanah (Narulita *et al.* 2023 dalam Nursanti dan Kumala 2019).

Ion $H^+$ dihasilkan dari reaksi oksidasi ketika pirit beraksi dengan udara sehingga tejadi proses kimia yang menghasilkan ion $H^+$. Hal ini menyebabkan keasaman pada tanah meningkat dan pH menjadi lebih rendah. Selain dari pirit, Al pada tanah sulfat masam yang mengalami hidrolisi akan mengalami reaksi yang menyebabkan terbentuknya kandungan ion $H^+$ yang bebas (Hakim *et al*., 1986). Banyaknya ion $H^+$ yang dihasilkan, menyebabkan pH pada tanah sulfat masam susah untuk meningkat. Ion-ion logam yang berlebihan membuat zeolit kesulitan untuk menjerap $H^+$ alhasil pH pada tanah sulfat masam tidak mengalami peningkatan.

Hasil analisis pada tabel 1 menyatakan terjadi penurunan Fe untuk perlakuan Z3 yang terjadi pada tanah sulfat masam. Penurunan tersebut dapat diperkuat dengan kemampuan dari zeolit untuk menjerap ion Fe yang berada pada tanah sulfat masam sehingga terjadi penurunan kosentrasi dan kapasitas dari pori-pori yang luas memungkinkan Fe untuk dijerap oleh zeolit. Perlakuan lain seperti Z4 terjadi penambahan Fe pada perlakuan yang bisa terjadi peningkatan senyawa humik yang ada pada tanah sulfat masam hal ini seperti dijelaskan oleh (Purba *et al.* 2015) bahwa asam asam organik mampu mengikat senyawa logam sehingga meningkatkan pH pada tanah sulfat masam.

Penjerapan yang terjadi pada perlakuan Z3 sangat tinggi dibandingkan dengan Z5. Hal tersebut, dikarenakan zeolit memiliki batasan ketika melakukan penjerapan terhadap logam seperti tingkat jenuh yang ada pada zeolit yang mampu mengurangi tingkat penjerapan pada Fe, selain itu Ion logam yang ada pada tanah sulfat masam sangat beragam sehingga penjerapan zeolit sulit untuk fokus hanya pada Fe saja. Penelitian yang dilakukan oleh Priono (2018) menunjukan terjadi penurunan Fe dan Al pada pengaplikasian zeolit pada tanah sulfat masam, dan juga pada penelitian Kosmulsi (2001) dikatakan zeolit bisa menjerap ion logam seperti Mg, Cu, Pb, Cd, Hg, Cr, sehingga menguatkan penjerapan yang terjadi pada Z5 kurang optimal.

Zeolit tidak melakukan penjerapan dengan baik disebabkan adanya pengotor yang berada pada permukaan pori-pori zeolit. Sehingga, mempengaruhi proses terjadinya penjerapan pada Fe dan menurunkan daya serap dari zeolit (Ngapa, 2017) menjelaskan bahwa pori-pori zeolit berisi molekul air dan oksida-oksida logam yang kemungkinan sebagai pengotor pada permuakan zeolit. Struktur pada zeolit secara tidak langsung berpengaruh terhadap penjerapan zeolit sehingga penjerapan kurang optimal, serta ukuran zeolit semakin kecil maka luas permukaan lebih besar dan laju penjerapan akan semakin besar (Putri dan Side dalam Yamliha *et al.* 2013). laju penjerapan akan menjadi besar di sebabkan banyaknya jumlah partikel yang tersedia sehingga ion logam akan

sering terjadi interaksi pada molekul seperti silika dan alumina yang menyebabkan terjadinya penjerapan secara masif. Berkaitan dengan pori-pori, semkain kecil suatu partikel khusunya zeolit, maka penjerapan yang terjadi pada zeolit akan memungkinkan banyaknya ion logam yang akan terjerap kedalam pori-pori zeolit (Khairinal, 2000).

Proses penjerapan yang terjadi pada zeolit dipengaruhi oleh luas permukaan pori yang mampu menampung logam lain sehingga penjerap terjadi. Penjerapan dengan ukuran diameter besar akan mempengaruhi penjerapan disebabkan rongga yang ada pada pori sehingga dibutuhkan waktu untuk zeolit masuk kedalam keadaan jenuh ketimbang zeolit dengan ukuran diameter kecil. Permana (2013) menjelaskan diameter zeolit < 0,5 cm mampu meningkatkan penjerapan pada Krom sebesar 92,2% sedangkan untuk zeolit > 0,5 cm sebanyak 86,65%. Mekanisme pada zeolit yaitu ion Fe akan berinteraksi dengan molekul silika dan alumina yang akan menjerap ion logam, sehingga akan terjadinya proses adsorben. penjerapan yang terjadi tidak hanya satu lapisan luas permukaan zeolit tetapi beberapa lapisan sehingga penjerapan tidak hanya pada satu tempat dan bersifat heterogen atau molekul didaam zeolit pada permukaan tidak semua memilki kemampuan penjerap yang sama kuat dengan permukaan lainya sehingga penjerapan untuk satu tempat dan tempat lain berbeda hal ini mengacu pada model isotherm adsorspi Freudlinch (Ho, 1999; dalam Hasan *et al*., 2021).

Nilai pada tabel 1 menunjukan tingginnya ion logam Fe pada tanah sulfat masam. Pemberian zeolit dengan dosis 9 ton $ha^{-1}$ hingga 13 ton $ha^{-1}$ belum cukup mampu untuk menurunkan kadar ion logam Fe pada tanah sulfat masam pasang surut mencapai nilai tinggi. Penjerapan yang dilakukan oleh zeolit belum terfokus pada Fe dikarenakan banyaknya kandungan ion logam pada tanah sulfat masam yang menyebabkan molekul silika dan alumina menarik ion logam lain seperti Mg, Cu, Pb, Cd, Hg, Cr.

## Kesimpulan

Terdapat perubahan nilai Fe3+ dengan pemberian zeolit pada perlakuan Z3 dengan pemberian dosis 11 ton ha-1 dengan hasil Fe3+ sebesar 196,15 ppm.

## Daftar Pustaka

Hakim, N., Nyakpa, M.Y., Lubis, A.M., Nugroho, S.G., Diha, M.A., Hong, G.B.,Bailey, H.H. (1986). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung.

Hasan, A. Yerizam .M., dan Yahya, M.H.(2021). *Mekanisme Adsorben Zeolit dan Manganese Zeolit Terhadap Logam Besi* (*Fe*). Prodi Terapan Teknologi Kimia Industri, Politeknik Negri Sriwijaya.

Hendrawan, A. (2010). *Adsorpsi Unsur Pengotor Larutan Natrium Silikat Menggunakan Zeolit Alam Karang nunggal*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.

Ho, Y. S., dan McKay, G. (1999). *Pseudo-second Order Model for Sorption Processes, Pro. Biochem*., 3(4), p 451-465.

Kosmulski, M. 2001. *Chemical properties of material surfaces, Surfactant Science Series, 102*. Marcel Dekker New York.

Narulita, A.F.,Widodo R.A., Afany, M.R., (2023). *Pengaruh Pemberian Pupuk Bokasih dan Zeolit sebagai Bahan Pembenah Tanah terhadap Ketersediaan Nitrogen*

*Tanah Regosol*. Program Studi Ilmu Tanah, Universitas Pembangunan Nasional. Sleman, Yogyakarta.

Ngapa Y.D. (2017) Kajian Penaruh Asam-Basa pada Akttivasi Zeolit dan Karakteristiknya sebagai Adsorben Pewarna Biru Metilena. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*.

Noor, M. (2004). *Lahan rawa: Sifat dan Pengelolaan Tanah bermasalah Sulfat Masam*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.

Nursanti, I. dan Kumala, N. 2019. Peranan zeolit dalam peningkatan kesuburan tanah pasca penambangan. *Jurnal Media Pertanian* 4(2):88-91.

Permana, A.F. (2013). *Analisis Pengaruh Ukuran Diameter Zeolit Terhadap Penurunan Warna dan Krom* (*CR*) *pada Air Bunangan Industri Tekstil*. Program Studi Teknik Lingkungan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Priono, T. Syaifuddin, dan Salamiah. (2018). *Pengaruh Zeolit Alam terhadap Kadar Fe-larut dan Al-dd pada Tanah Sulfat Masam di Desa Sungai Rangas Kecamatan Martapura Barat Kabupaten Banjar*. Jurusan Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat.

Purba, M.A., Fauuzi, Sari, K. (2015). *Pengaruh Pemberian Fosfat Alam dan Bahan Organik pada Tanah Sulfat Masam Potensial Terhadap P-Tersedia Tanah dan Produksi Padi* (*Oryza sativa L.*). Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian USU. Medan.

Putri S.E., dan Side S.(2020). *Analisis Kandungan Oksida Loam Zeolit Alam Sulawesi Selatan Teraktivasi Asam Klorida*. Jurusan Kimia, Universitas Negeri Makassar.

Renni, C. P., Mahatmanti, F. W., & Widiarti, N. (2018). Pemanfaatan Zeolit Alam Teraktivasi sebagai Adsorben Ion Logam Fe (III) dan Cr (VI). *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(1), hlm 65–70.

Satari, G. , Nurpilihan dan Y. Sumarni. 1990. *Masalah keracunan besi dalam keragaman tanaman padi pada agroekosistem sawah*. Dalam *Prosiding Pengelolaan Sawah Bukaan Baru Menunjang Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi di Padang*. Padang: Fakultas Pertanian Universitas Ekasakti dan Balitan Sukarami. Hlm 329 – 314.

Shamshuddin, J., M. Syarwani, S. Fauziah and I. Van Ranst. (2004). A Laboratory study on pyrite oxidation in acid sulphate soils. *Soil. Science Plant Analyst*. 35 (1 & 2), p 117 – 129.

Solikah, S., & Utami, B. (2014). *Perbedaan Penggunaan Adsorben dari Zeolit Alam Teraktivasi dan Zeolit Terimmobilisasi Dithizon Untuk Penyerapan Ion Logam Tembaga* ( $Cu^{2+}$ ). Seminar Nasional Kimia Dan Pendidikan Kimia VI, January, p 342–354.

Susilawati, H.L., M Ariani, R Kartikawati, dan P Setyanto. (2011). *Ameliorasi Tanah Gambut Meningkatkan Produksi Padi Dan Menekan Emisi Gas Rumah Kaca*. Retrived Januari 10, 2023, from http://www.litbang.pertanian.go.id /download/one/98/file/Ameliorasi-Tanah-Gambut.

Taher, A. (1990). *Perpadian dunia, transmigrasi, dan pengelolaan sawah bukan baru di Indonesia*. Hlm 121-147. Dalam *Prosiding Pengelolaan Sawah Bukaan Baru Menunjang Swasembada Pangan dan Program Transmigrasi*. Fakultas Pertanian Universitas Ekasakti Padang dan Balitan Sukarami Solok.

Yamliha, A., Argo, B. D., dan Nugroho, W. A.. 2013. Pengaruh Ukuran Zeolit terhadap Penyerapan Karbondiaoksida ($CO_2$) Pada Aliran Biogas. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 1(2) hlm, 67-72.