

## Pengaruh Pemberian Zeolit Alam Teraktivasi terhadap Sifat Kimia Tanah Podsolik

Lita Hertati, Hairil Ifansyah\*, Syaifuddin

Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat, Jalan Jenderal A. Yani KM 36 Simpang Empat, Banjarbaru 70714, Indonesia

\* Email penulis korespondensi: [hifansyah@ulm.ac.id](mailto:hifansyah@ulm.ac.id)

### Informasi Artikel

*Received* 19 Juli 2022

*Accepted* 12 November 2022

*Published* 16 November 2022

*Online* 16 November 2022

### Keywords:

*Ameliorant; Podzolic; Zeolit*

### Abstract

Podsolik soil in South Kalimantan has a low fertility rate including pH, organic matter, cation exchange capacity (CEC), solubility P, and has a high solubility of aluminum (Al) and iron (Fe). It causes fixation P by Al and Fe in the form of Al-P and Fe-P, which makes P difficult to dissolve in the soil. Zeolite is an ameliorant that is capable of improving soil chemical properties based on its ability to carry out ion exchange, adsorption, absorb molecules, increase fertilizer efficiency, increase soil CEC, and the availability of Ca, K, and P ions, which can reduce aluminum content. The purpose of this study was to identify the pattern of relationships caused by application of activated natural zeolite on Podsolik soil against pH, CEC, available P, soluble Fe, and exchangeable Al. This study was a pot experiment weighing 0.5 kg of soil, carried out in a greenhouse and arranged using CRD a single factor. The incubation period was carried out for eight weeks with three replications. The results showed that there was a relationship between the zeolite dose activated against the available P (the linear regression equation  $Y = 0.6 + 0.032 X$ ,  $R^2 = 0.4969$ , and  $r = 0.7006^*$ ), while the doses of zeolite had no significant effect on pH, CEC, soluble Fe, and exchangeable Al.

### 1. Pendahuluan

Tanah Podsolik di Indonesia banyak tersebar di Kalimantan, Sumatera, Sulawesi, dan Irian Jaya, yang memiliki potensi sangat besar untuk dikembangkan menjadi lahan pertanian (Hardjowigeno, 1995). Selain faktor lingkungan seperti iklim, ini juga dikarenakan tanah Podsolik di Kalimantan Selatan memiliki tingkat kesuburan yang rendah seperti tingginya kelarutan aluminium (Al) dan besi (Fe), memiliki pH dan kandungan bahan organik yang rendah, dan kapasitas tukar kation (KTK) yang rendah (Ongko, 2017). Masalah yang paling menonjol pada tanah Podsolik yaitu rendahnya kelarutan hara fosfor (P) karena selain jumlahnya yang sangat rendah, P juga banyak difiksasi oleh Al dan Fe bebas menjadi bentuk sukar larut, sedangkan P merupakan salah satu unsur utama yang diperlukan oleh tanaman (International Plant Nutrition Institute, 2013).

Usaha untuk mengatasi masalah tanah Podsolik dalam rangka menjadikannya sebagai lahan pertanian pada lahan kering yaitu dengan melakukan pengelolaan tanah yang tepat, pemanfaatan kapur untuk meningkatkan pH tanah, dan menambah unsur hara tanah melalui pemberian amelioran dan pemupukan, yang semuanya bertujuan untuk meningkatkan kesuburan tanah (Darwati, 2005; Ongko, 2017). Menurut Suwardi (2009) pada tanah-tanah yang memiliki KTK sangat rendah termasuk Podsolik, pemberian zeolit dapat meningkatkan KTK tanah dan mempertahankan kualitas tanah.

Zeolit merupakan mineral kristal aluminasilikat yang terdiri dari ion  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^+$ ,  $Mg^+$  yang membentuk kerangka tiga dimensi dari atom Si dan atom Al yang saling berhubungan (Khodanazary, 2013). Penerapan zeolit sebagai bahan amelioran mampu memperbaiki sifat kimia tanah didasarkan atas kemampuannya melakukan pertukaran ion, adsorpsi, penyerap molekul, meningkatkan efisiensi pemupukan, meningkatkan KTK tanah dan ketersediaan ion Ca, K, dan P, serta mampu menurunkan kandungan aluminium (Vidal, 2009; Jakkula, 2018; Tan, 2018). Sifat fisik dan kimia yang dimiliki zeolit yakni struktur berongga, berisi ion-ion logam yang dikelilingi

molekul air bebas bergerak dan adanya distribusi ion  $\text{Si}^{4+}$  oleh  $\text{Al}^{3+}$  pada pembentukan zeolit. Pengaruh zeolit terhadap sifat fisika dan kimia tanah dapat meningkatkan retensi terhadap unsur hara dan air (Ghazavi, 2015). Penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi pola hubungan yang ditimbulkan oleh pemberian zeolit pada tanah Podsolik terhadap pH, KTK, P-tersedia, Fe-larut dan Al-dd.

## 2. Bahan dan Metode

### 2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan September 2018 sampai dengan bulan Januari 2019. Pelaksanaan penelitian meliputi pemberian perlakuan, inkubasi, perkolasi dan analisis sifat fisika-kimia tanah dilakukan di Laboratorium Kimia dan Fisika Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat.

Bahan yang digunakan yaitu tanah Podsolik yang diambil di Kecamatan Mataraman Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan. Aktivasi zeolit menggunakan 130 g zeolit alam yang dimasukkan ke dalam gelas beker berisi 520 ml 1N HCl. Kemudian diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama dua jam dengan kecepatan 80 rpm sambil dipanaskan pada suhu 100 °C. Setelah itu suspensi dikocok menggunakan mesin pengocok selama 15 menit, selanjutnya disaring menggunakan kertas saring, sambil disiram menggunakan aquades. Setelah proses penyaringan selesai selanjutnya filtrat diukur pH nya menggunakan pH meter sampai pH filtrat stabil yaitu pada pH = 4,5. Kemudian dipanaskan di dalam oven pada suhu 105 °C selama 24 jam. Berdasarkan perlakuan aktivasi seperti di atas, telah dilakukan karakterisasi oleh Zaini (2018), yang dilakukan di laboratorium Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

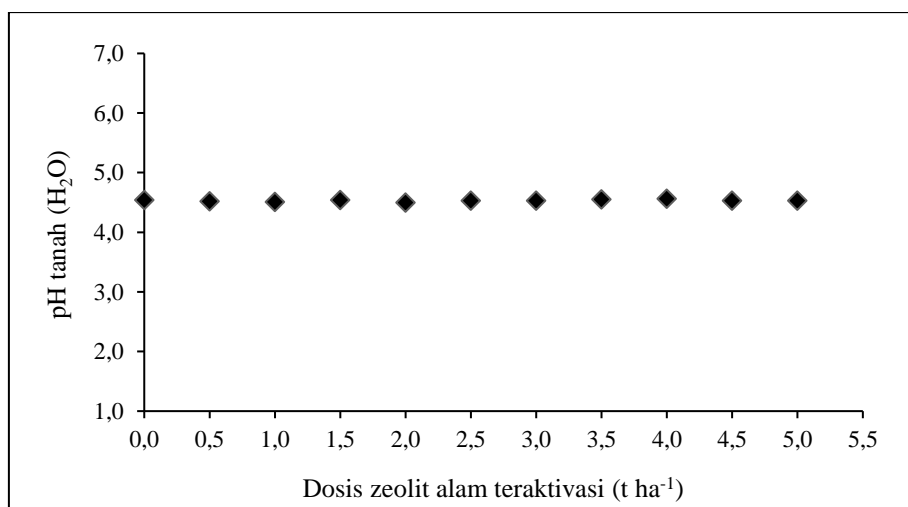
### 2.2. Pelaksanaan Penelitian

Analisis pendahuluan tanah meliputi kapasitas air lapang, pH  $\text{H}_2\text{O}$  (1:5 metode elektode glass), KTK (Ekstrak  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1M, pH 7,0), P-tersedia (metode Bray I), Fe-larut (Ekstrak  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1M, pH 4,8), dan Al-dd (Ekstrak KCl 1M). Perlakuan pada penelitian ini yaitu dengan mencampurkan tanah dengan dosis zeolit sesuai perlakuan. Lalu ditambahkan pupuk dasar dengan konsentrasi 100 ppm larutan induk yang diberikan 100 ml  $\text{pot}^{-1}$  dan ditempatkan pada 33 pot (termasuk ulangan). Setiap pot diberi kode sesuai dengan perlakuan yang diberikan (Z0 = tanpa zeolit, Z1 = 0,5  $\text{t ha}^{-1}$ , Z2 = 1  $\text{t ha}^{-1}$ , Z3 = 1,5  $\text{t ha}^{-1}$ , Z4 = 2  $\text{t ha}^{-1}$ , Z5 = 2,5  $\text{t ha}^{-1}$ , Z6 = 3  $\text{t ha}^{-1}$ , Z7 = 3,5  $\text{t ha}^{-1}$ , Z8 = 4  $\text{t ha}^{-1}$ , Z9 = 4,5  $\text{t ha}^{-1}$ , Z10 = 5  $\text{t ha}^{-1}$ ). Tanah diinkubasi dalam pot setelah diberi perlakuan selama delapan minggu. Pot yang sudah diberikan perlakuan dijaga kelembabannya  $\pm 60\%$  kapasitas lapang dengan cara penyiraman setiap hari.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Nilai pH dalam Tanah

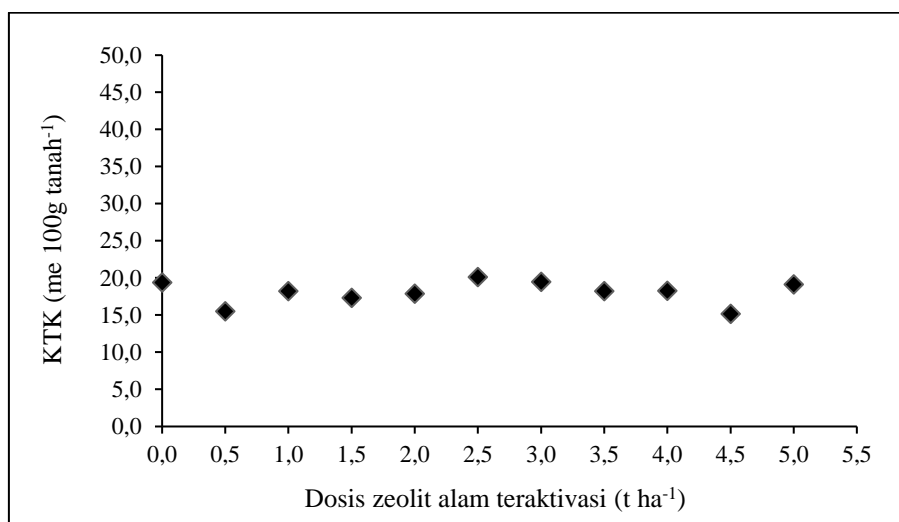
Pemberian zeolit teraktivasi dengan dosis yang semakin meningkat tidak menghasilkan hubungan yang signifikan ( $Y = 3 + 0,1138X$ ;  $R^2 = 0,1685$ ) terhadap perubahan pH tanah. Hubungan ini digambarkan dalam persamaan regresi  $Y = 4,52 + 0,0035X$  ( $R^2 = 0,1135$ ). Sebaran perubahan nilai pH tanah setelah pemberian zeolit alam teraktivasi disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Perubahan pH dalam larutan tanah Podsolik karena pemberian zeolit alam yang diaktivasi menggunakan 1N HCl.

### 3.2. Nilai KTK Tanah

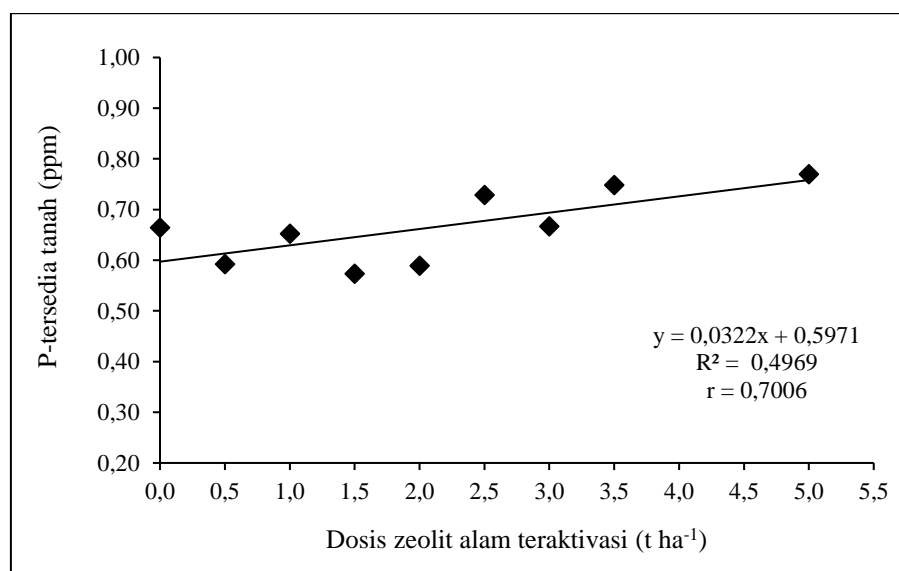
Hasil analisis regresi terhadap nilai KTK tanah karena pemberian zeolit teraktivasi menunjukkan pola yang tidak signifikan ( $Y = 18,01 + 0,0006x$ ;  $R^2 = 0,0002$ ). Sebaran perubahan nilai KTK tanah setelah pemberian zeolit alam teraktivasi disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perubahan KTK dalam larutan tanah Podsolik karena pemberian zeolit alam yang diaktivasi menggunakan 1N HCl.

### 3.3. Kadar P-larut dalam Tanah

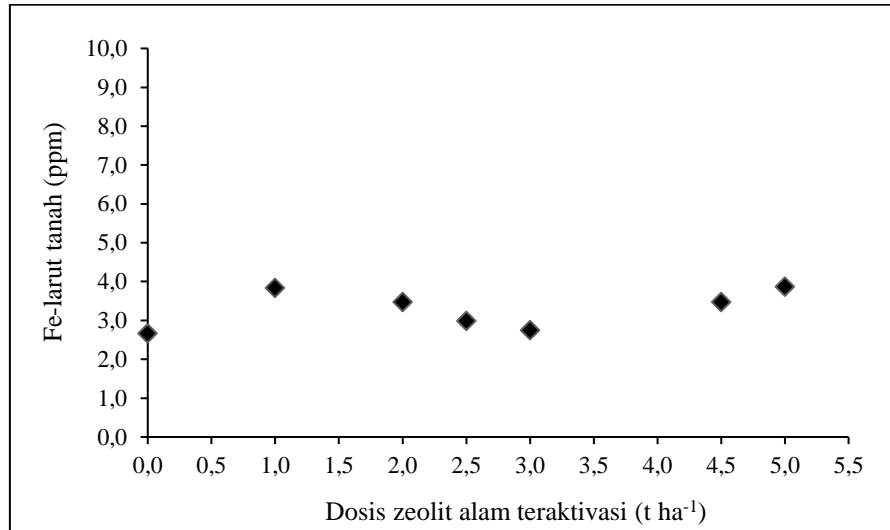
Hasil analisis regresi terhadap nilai pH tanah karena pemberian zeolit teraktivasi menunjukkan pola hubungan yang linear. Sebaran perubahan nilai P-tersedia pada tanah setelah pemberian zeolit alam teraktivasi disajikan pada Gambar 3. Pemberian zeolit teraktivasi dengan dosis yang semakin meningkat tidak menghasilkan perubahan yang nyata pada P-tersedia tanah. Nilai P-tersedia berada pada kisaran 0,65–0,77 (ppm).



Gambar 3. Perubahan P-tersedia dalam larutan tanah Podsolik karena pemberian zeolit alam yang diaktivasi menggunakan 1N HCl.

### 3.3. Kadar Fe-larut dalam Tanah

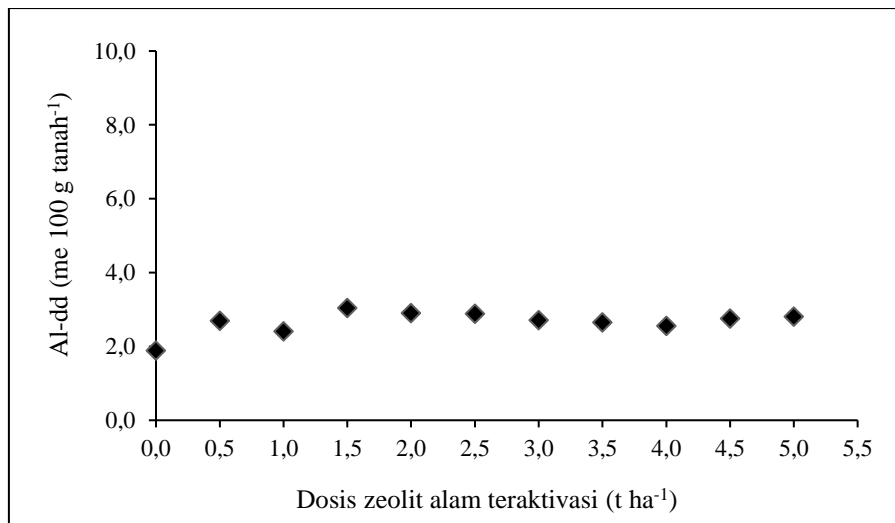
Sebaran perubahan nilai Fe-larut setelah pemberian zeolit alam teraktivasi disajikan pada Gambar 4. Pemberian zeolit teraktivasi dengan dosis yang semakin meningkat tidak menghasilkan pola hubungan yang signifikan terhadap perubahan Fe-larut tanah ( $Y = 3 + 0,1138X$ ;  $R^2 0,1685$ ). Nilai Fe-larut berada pada kisaran 2,67–3,87 (me 100 g tanah<sup>-1</sup>).



Gambar 4. Perubahan Fe-larut dalam larutan tanah Podsolik karena pemberian zeolit alam yang diaktivasi menggunakan 1N HCl.

### 3.4. Kadar Al-dd dalam Tanah

Sebaran perubahan nilai Al-dd tanah setelah pemberian zeolit alam teraktivasi disajikan pada Gambar 5. Hasil analisis regresi dengan persamaan  $Y = 2,4627 + 0,0785X$  ( $R^2 = 0,1685$ ). Pemberian zeolit teraktivasi dengan dosis yang semakin meningkat tidak menghasilkan perubahan yang nyata pada Al-dd tanah. Nilai Al-dd berada pada kisaran 1,88–3,04 (me 100g tanah<sup>-1</sup>).

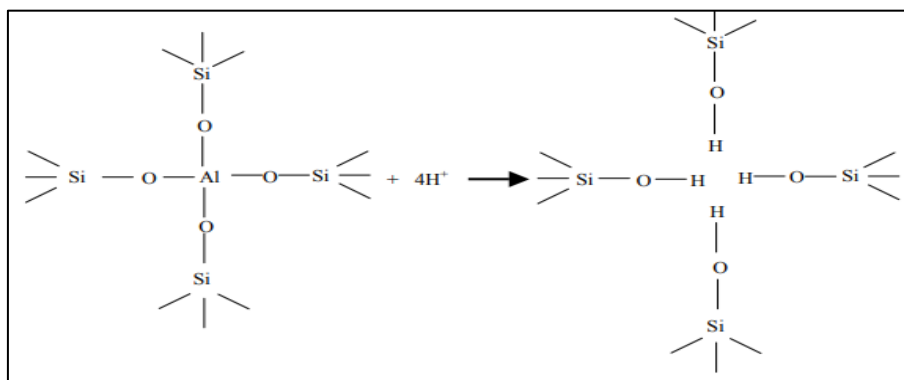


Gambar 5. Perubahan Al-dd dalam larutan tanah Podsolik karena pemberian zeolit alam yang diaktivasi menggunakan 1N HCl.

### 3.5. Pembahasan

Kualitas zeolit akan ditentukan oleh kemampuannya dalam melakukan pertukaran ion, adsorpsi, dan menurunkan kandungan aluminium (Suwardi, 2009). Kualitas zeolit dalam melakukan pertukaran ion dapat dilihat dari perubahan nilai kapasitas tukar kation dan kapasitas tukar anion yang disebabkan karena aktivasi dan modifikasi (Syafii et al., 2010). Aktivasi zeolit dapat dilakukan dengan larutan asam atau larutan basa (Lestari, 2010), aktivasi zeolit dengan menggunakan larutan asam sampai pH netral tingkat keberhasilannya sangat ditentukan oleh konsentrasi dan waktu yang optimum sehingga pada saat itu rasio Si/Al mencapai titik optimum dimana terjadinya peningkatan luas permukaan zeolit dan tidak terjadi kerusakan struktur yang besar (Syafii et al., 2010; Wahono, 2018). Cosinero (2018) juga menyebutkan bahwa struktur zeolit bergantung pada rasio aluminium-silikat, dan waktu kristalisasi. Sumari (2018) menyatakan proses aktivasi dengan menggunakan HCl dapat mengurangi pengotor melalui pertukaran ion dengan ion H<sup>+</sup>. Pengaruh aktivasi zeolit dengan HCl menyebabkan Al didalam rongga zeolit mengalami dealuminasi yaitu proses pengrusakan struktur kerangka zeolit dimana terjadi pemutusan

Al dalam kerangka menjadi Al diluar kerangka sehingga rasio Si/Al meningkat (Lestari, 2010). Proses dealuminasi pada zeolit alam dapat dilihat pada Gambar 6. (Buchori dan Budiono, 2003).



Gambar 6. Proses dealuminasi zeolit dengan aktivasi menggunakan larutan asam

Syafii et al. (2010) menyebutkan bahwa aktivasi zeolit yang dilakukan sampai pada pH netral menghasilkan  $\text{Si(OH)}_4$  dan substitusi Si di dalam  $\text{Si(OH)}_4$  oleh  $\text{Al}^{3+}$  yang akan meningkatkan nilai KTK. Hal ini dikarenakan  $\text{Si}^{4+}$  digantikan  $\text{Al}^{3+}$  yang mengakibatkan koloid ini kelebihan muatan negatif satu. Berdasarkan penelitian Priono (2017) menggunakan zeolit alam tanpa aktivasi dan Zaini (2018) dengan zeolit alam teraktivasi telah melakukan karakterisasi TEM (*Transmission Electron Microscope*) diperoleh ukuran butir zeolit sebesar 500-20 nm. Dari aktivasi yang telah dilakukan ternyata tidak terdapat perbedaan ukuran antara zeolit Klaten tanpa aktivasi dengan zeolite Klaten teraktivasi yang tersaji pada Tabel 1 (Zaini, 2018). Kemampuan zeolit mengadsorpsi sangat bergantung pada rasio Si/Al, rasio perbandingan Si dan Al sangat bervariasi salah satunya tergantung pada kondisi kimia lingkungan terbentuknya. Zeolit yang digunakan pada penelitian ini merupakan zeolit mordenit dengan perbandingan Si/Al = 2:5 termasuk dalam zeolit dengan kadar Si sedang, yang mana rasio sedang memiliki perbandingan Si/Al yaitu 2-5 (Munandar, 2004; Lestari, 2010; Ortegaa, 2015).

Tabel 1. Karakterisasi XRD zeolit alam Klaten

No	Jenis Zeolit	Kandungan (%)
1	Mordenit	38,0
2	Stellerite	2,5
3	Barreritw	1,3
4	Zeolit-L	1,4
5	Lainnya	56,8

Sumber : Priono (2017)

Data yang diperoleh dari hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terjadinya perubahan pola yang signifikan untuk nilai pH, KTK, Fe-larut, dan Al-dd, hal ini diduga karena tidak sempurnanya proses aktivasi zeolit. Aktivasi yang dilakukan menggunakan 1N HCl menghasilkan pH zeolit stabil pada pH 4,5. Kondisi inilah yang menjadi penyebab pH, KTK, Fe-larut dan Al-dd tanah tidak mengalami perubahan yang signifikan. Zeolit yang tidak teraktivasi sempurna (dalam larutan asam) mengalami protonisasi yang menghasilkan muatan positif sehingga Al dan Fe tidak terjerap dan tidak mengalami perubahan kuantitasnya dalam larutan tanah tetap dan tidak mengalami perubahan dalam kuantitas larutan tanah. Proses aktivasi yang tidak sempurna hanya mampu menghasilkan sedikit muatan negatif, dan sedikit peningkatan nilai pH tanah meskipun tidak signifikan. Hal inilah yang diduga menjadi penyebab meningkatnya ketersediaan P dengan pola linear yang cukup signifikan pada tanah percobaan (Gambar 3). Tanah Podsolik yang sebagian mineraloginya terdiri dari oksida besi, aluminium, dan mineral liat kaolinit (1:1) memiliki muatan tergantung pH, sehingga pada pH rendah terjadi peningkatan muatan positif yang pada akhirnya juga tidak terjadi peningkatan pada KTK tanah.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa terdapat hubungan positif antara dosis zeolit yang diaktivasi terhadap kadar P-tersedia dengan bentuk persamaan  $\hat{Y} = 0,6 + 0,032 X$  dengan koefisien determinasi  $R^2 = 0,4969$  dan koefisien korelasi  $r = 0,7006$  (\*), sedangkan hubungan dosis dengan pH, KTK, Fe-larut, dan Al-dd tidak terdapat hubungan yang nyata.

## Daftar Pustaka

- Buchori, L., Budiyo. 2003. Aktivasi zeolit dengan menggunakan perlakuan asam dan kalsinasi. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kinia Indonesia. Yogyakarta. pp. 211-225
- Cosinero, H.S.O., Conato, M.T. 2018. FAU-type/ANA-type zeolite synthesis from Philippine bentonite. International Conference on the Occurrence, Krakow, Poland.
- Darwati, R. 2005. Pengaruh pemberian gambut dan kapur terhadap perubahan pH tanah, kelarutan aluminium dan besi pada tanah Podsolik. Skripsi Sarjana Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- Ghazavi, R. 2015. The application effects of natural zeolite on soil runoff, soil drainage and some chemical soil properties in arid land area. International Journal of Innovation and Applied Studies 13(1), 172-177.
- Hardjowigeno, S. 1995. Ilmu Tanah. Penerbit Akademika Pressindo, Jakarta, 288p.
- International Plant Nutrition Institute. 2013. Closer Look at Phosphorus Uptake by Plants. A regional newsletter published by the International Plant Nutrition Institute (IPNI), Sattui Court Merced, Amerika Serikat.
- Jakkula, V.S., Wani, S.P. 2018. Zeolites: Potential soil amendments for improving nutrient and water use efficiency and agriculture productivity. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics 8(1), 1-15.
- Khodanazary, A., Boldaji, F., Tatar, A., Dastar, B. 2013. Effects of dietary zeolite and perlite supplementations on growth and nutrient utilization performance, and some serum variables in common carp, (*Cyprinus carpio*). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 13(3), 495-501. [dx.doi.org/10.4194/1303-2712-v13\\_3\\_12](https://doi.org/10.4194/1303-2712-v13_3_12)
- Lestari, D.Y. 2010. Kajian modifikasi dan karakterisasi zeolit alam dari berbagai negara. Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia 30 Oktober 2010, Yogyakarta.
- Munandar, A. 2014. Adsorpsi logam Pb dan Fe dengan zeolit alam teraktivasi asam sulfat. Skripsi Sarjana Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- Ongko, M.P. 2017. Perubahan fosfor, kalsium, magnesium dan kalium pada Podsolik Jasinga yang diberi amelioran dan fosfat alam dan korelasinya dengan pertumbuhan bibit kakao. Skripsi Sarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ortega, K., Miguel A.H., Roberto, P., Edgar, A., Omar, R., Fernando, R., Efrain, R., Alexey, P., Vitalii, P. 2015. Adsorption of Ar and N<sub>2</sub> on dealuminated mordenite tuffs. International Scientific Conference 15, 65 – 71. [doi.org/10.1016/j.proche.2015.10.010](https://doi.org/10.1016/j.proche.2015.10.010)
- Priono, T. 2017. Pengaruh zeolite alam terhadap kadar Fe-larut dan Al-dd pada tanah sulfat masam di Desa Sungai Rangas Kecamatan Martapura Barat Kabupaten Banjar. Skripsi Sarjana Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- Sumari, Sholihah, N., Aisyah, M.M., Oktaviani, I., Khilmi, N., Prakasa, Y.F. 2017. Effectiveness of modified natural zeolite through acid activation as a catalyst on cellulose conversion into glucose from cotton assisted by ultrasonic. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1093, 012011. [10.1088/1742-6596/1093/1/012011](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1093/1/012011).
- Suwardi. 2009. Teknik aplikasi zeolit di bidang pertanian sebagai bahan pembenah tanah. Jurnal Zeolit Indonesia 8(1), 33-38.
- Syafii F., Sugiarti, S., Charlena. 2010. Modifikasi zeolit melalui interaksi dengan Fe(OH)<sub>3</sub> untuk meningkatkan kapasitas tukar anion. Prosiding Seminar Nasional Sains III, Bogor, 13 November 2010, pp. 307-315.
- Tan, Y.W., Muhamad, N.A., Unonis, Muhamad, I.K., Shahirulikram, S., Ng, C.C., 2018. Mechanism in using commercial high efficient zeolite-base greenfeed slow release. Fertilizers Journal of Agricultural Chemistry and Environment 7(1), 1-9. [doi.org/10.4236/jacen.2018.71001](https://doi.org/10.4236/jacen.2018.71001)
- Wahono, S.K., Prasetyo, D.J., Jatmiko, T.H., Suwanto, A., Pratiwi, D., Hernawan, Vasilev, K. 2018. Transformation of mordenite-clinoptilolite natural zeolite at different calcination temperatures. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 251, 012009. [10.1088/1755-1315/251/1/012009](https://doi.org/10.1088/1755-1315/251/1/012009)

- Vidal, C., Broschek, U., Zuñiga, G., Bravo, L. 2009. Zeotreat: Multifunctional adsorbents for metal and sulphate removal in mining wastewaters from copper industry, chilean case. Proceeding of the International Mine Water Conference 19th – 23rd October 2009, Pretoria, South Africa, pp. 454-461.
- Zaini, A. 2018. Pengaruh zeolit alam teraktivasi terhadap kadar besi larut dan Al-dd pada tanah sulfat masam di Desa Sungai Rangas Kecamatan Martapura Barat Kabupaten Banjar. Skripsi Sarjana Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.