



## Studi Perbandingan Aplikasi Silikat dan Mikroba Pelarut Fosfat untuk Mengurangi Rentensi Fosfor serta Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) pada Andisol.

Comparative Study of Silicate and Phosphate-Solubilizing Organisms Application for Reducing P Retention and Enhancing Corn Plant Growth (*Zea mays L.*) on Andisol

Asmiati, Mukhlis\* dan Mariani Sembiring

<sup>1</sup>Universitas Sumatera Utara, Medan, 20155, Indonesia

\*Corresponding Author : [mukhlisfpusumedan@gmail.com](mailto:mukhlisfpusumedan@gmail.com)

---

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received: 17 April 2025

Revised : 24 December 2025

Accepted : 25 December 2025

Available online

<https://talenta.usu.ac.id/joa>

E-ISSN: [2963-2013](https://doi.org/10.22342/jaet.2025.13.02.13029)

P-ISSN: [2337-6597](https://doi.org/10.22342/jaet.2025.13.02.13029)

---

### ABSTRACT

A greenhouse study comparing the application of Silicate (lemongrass leaves and rice straw) versus Phosphate-Solubilizing Organisms (phosphate-solubilizing bacteria and phosphate-solubilizing fungi) in reducing P retention and its effects on corn plant growth in Andisol soil. This study used a Non-Factorial Randomized Block Design (RBD) with treatments consisting of: control, lemongrass leaf silicate (433,20 g/pot), straw silicate (120,42 g/pot), phosphate-solubilizing bacteria (30 ml/pot), and phosphate-solubilizing fungi (30 ml/pot), with each treatment combination replicated 5 times. The observed parameters were soil pH ( $H_2O$ ), soil organic carbon, soil P-available, soil P retention, plant height, dry weight of plant canopy, dry weight of plant roots, and plant P uptake. The results of this study indicate that the application of lemongrass leaf silicate and straw silicate are more effective than the application of phosphate-solubilizing organisms in reducing P retention, increasing plant height, dry weight of plant tops, dry weight of roots, and phosphorus uptake. The phosphate-solubilizing bacteria were able to increase the available phosphorus in the soil the most, followed by the treatment with silicate from lemongrass leaves, the control group, phosphate-solubilizing fungi, and silicate from rice straw, however, overall, these effects were not statistically significant

**Keywords :** Andisol, Phosphate-Solubilizing Organisms, P Retention, Silicate  
**ABSTRAK**

---

#### How to cite:

Asmiati, Mukhlis, & Mariani Sembiring. (2025). Studi Perbandingan Aplikasi Silikat dan Mikroba Pelarut Fosfat untuk Mengurangi Rentensi Fosfor serta Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays L.*) pada Andisol. Jurnal Agroteknologi, 13(3), 94-99

Penelitian rumah kasa yang membandingkan pemberian Silikat (daun lalang dan jerami padi) dengan organisme pelarut Fosfat (bakteri pelarut fosfat dan jamur pelarut fosfat) dalam menurunkan retensi P dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman jagung di tanah Andisol. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Non Faktorial dengan perlakuan yang terdiri dari : kontrol, silikat daun lalang (433,20 g/pot), silikat jerami (120,42 g/pot), bakteri pelarut fosfat (30 mL/pot), dan jamur pelarut fosfat (30 mL/pot). Parameter yang diamati yaitu pH  $H_2O$  tanah, C-organik tanah, P-Tersedia tanah, retensi P tanah, tinggi tanaman, bobot kering tajuk tanaman, bobot kering akar tanaman dan serapan P tanaman. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian silikat lebih baik dibandingkan pemberian organisme pelarut fosfat dalam menurunkan retensi P, meningkatkan tinggi tanaman, bobot kering tajuk, bobot kering akar dan serapan P tanaman.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International.  
<http://doi.org/10.32734/ja.v13i3.20500>

Bakteri pelarut fosfat mampu meningkatkan P tersedia tanah paling tinggi, kemudian diikuti perlakuan silikat daun lalang, kontrol, jamur pelarut fosfat dan silikat jerami padi namun secara keseluruhan tidak berpengaruh nyata secara statistik.

**Kata Kunci :** Andisol, Organisme Pelarut Fosfat, Retensi P, Silikat

## 1. Pendahuluan

Menurut *Soil Taxonomy*, Andisol adalah tanah yang memiliki sifat tanah andik setebal  $\geq 60\%$  dari 60 cm tanah teratas atau  $\geq 60\%$  dari ketebalan tanah hingga kontak densik, litik atau paralitik, duripan atau horizon petrokalsik (kedalaman kontak densik, litik atau paralitik, duripan atau horizon petrokalsik  $< 60$  cm) (Soil Survey Staff, 2014).

Andisol merupakan jenis tanah yang ditemukan di daerah dataran tinggi sekitar gunung berapi (vulkan) yang umumnya menjadi sentra produksi hortikultura di Indonesia. Dalam bidang pertanian Andisol memiliki potensi yang tinggi karena sebagian besar wilayah Indonesia yang produktif berlokasi disekitar gunung berapi aktif atau bekas (Mukhlis, 2011).

Tanah Andisol ini dicirikan berwarna hitam gelap dengan bobot isi rendah dan didominasi oleh bahan amorf yang bermuatan variabel dan retensi Fosfat yang tinggi. Hal tersebut dipengaruhi oleh keberadaan mineral Alofan, Imogolit, Ferrihidrit atau kompleks Al-humus yang ada didalam tanah. Permasalahan utama pada Andisol adalah retensi Fosfat yang tinggi (retensi fosfat  $> 85\%$ ) sehingga ketersediaan fosfat bagi tanaman cukup rendah (Mukhlis, 2011). Pupuk P yang diberikan kedalam tanah sebagian besar dijerap oleh bahan amorf sehingga menjadi tak tersedia bagi tanaman, akibatnya kebutuhan akan pupuk P menjadi lebih banyak.

Beberapa penelitian menunjukkan hanya 13-15% dari P yang diberikan dapat diserap oleh tanaman, sehingga diperlukan pemakaian amelioratif untuk mengurangi pengaruh ini, antara lain dengan pemberian kapur, silika, bahan organik dan pupuk fosfat (Driessens dan Deckers, 2001). Penambahan pupuk P dalam jumlah yang banyak dapat menurunkan efisiensi, sedangkan penambahan bahan organik di daerah tropis tidak dapat bertahan lama sehingga pemberian bahan silikat merupakan suatu alternatif yang mungkin dapat dilakukan dalam mengurangi serapan P di tanah (Uehara dan Gilman, 1981).

Selain dengan pemberian bahan silikat, penambahan mikroba pelarut fosfat dapat membantu pelarutan P menjadi bentuk tersedia karena kemampuannya mengekskresikan sejumlah asam organik seperti asam formiat, asetat, propionate, laktat, fumarat dan suksinat. Asam-asam organik tersebut akan mengikat Al dan Fe sehingga membebaskan P yang terikat menjadi tersedia (Supriyadi dan Sudadi, 2001).

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pengaruh pemberian silikat dan organisme pelarut fosfat terhadap penurunan retensi P tanah Andisol dan pertumbuhan tanaman jagung.

## 2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kasa Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara dengan ketinggian tempat  $\pm 32$  meter diatas permukaan laut. Analisis sampel tanah dilakukan di Laboratorium Kimia Kesuburan Tanah, dan Laboratorium Riset dan Teknologi Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Februari 2024 sampai dengan Oktober 2024.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan tanah diambil dari Desa Kuta Rakyat, Kecamatan Naman Teran, Kabupaten Karo, Sumatera Utara sebagai media tumbuh tanaman jagung, benih jagung Bisi 18 sebagai tanaman indikator, daun lalang dan jerami padi sebagai bahan silikat, biakan bakteri dan jamur pelarut fosfat sebagai organisme pelarut fosfat, Pupuk TSP, Urea dan KCl sebagai pupuk dasar, air untuk menyiram tanah dan tanaman, dan bahan-bahan kimia untuk analisis tanah di Laboratorium.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu cangkul untuk mengambil tanah dan menghomogenkan tanah, ayakan 10 mesh untuk mengayak sampel tanah, polybag kapasitas 5 kg sebagai wadah media tanam, timbangan analitik untuk menimbang bahan, grinder untuk menghaluskan bahan silikat dan menggiling tajuk tanaman, oven untuk menurunkan kadar air, kertas label sebagai penanda setiap perlakuan pada polybag, meteran untuk mengukur tinggi tanaman, dan alat-alat laboratorium lainnya untuk keperluan analisis tanah dan tanaman.

Metode penelitian yang digunakan berupa rancangan acak kelompok (RAK) non faktorial dengan perlakuan yang terdiri dari K : kontrol, SL: silikat daun lalang (432,2 g/pot setara dengan 6 g SiO<sub>2</sub>/kg tanah), SJ: silikat jerami padi (120,42 g/pot setara dengan 6 g SiO<sub>2</sub>/kg tanah), BP: bakteri pelarut fosfat (30 mL/pot), JP: jamur pelarut fosfat (30 mL/pot). Perlakuan dilakukan sebanyak 5 ulangan sehingga terdapat  $5 \times 5 = 25$  total tanaman. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam atau Analysis of Variance (ANOVA) kemudian dilanjutkan dengan Uji Beda Rataan Polynomial Orthogonal (kontras) pada taraf uji 5%.

Pelaksanaan penelitian dimulai dari pengambilan sampel tanah di Kecamatan Neman Teran, kabupaten Karo. Selanjutnya persiapan media tanam pada polybag ukuran 5 kg di isi 4 kg berat tanah kering oven. Setelah di siapkan medianya, kemudian di aplikasikan SL dan SJ terlebih dahulu sesuai perlakuan, lalu di inkubasi selama 45 hari, setelah inkubasi dilakukan penanaman, pada usia 2 mst di aplikasikan BP dan JP sesuai perlakuan. Pada usia 3 mst dilakukan pengambilan sampel tanah dan dianalisis sesuai dengan parameter.

Sebelum penanaman, diaplikasikan pupuk dasar yaitu Urea 2,2 g/polybag , pupuk TSP 3,96 g/polybag, dan pupuk KCl 0,8 g/polybag. Benih jagung ditanam sebanyak 2benih/polybag, pada usia tanaman 2 mst dilakukan penjarangan. Tanaman jagung dipanen pada akhir masa vegetatif.

Parameter pengamatan penelitian ini yaitu: (a) parameter tanah berupa pH H<sub>2</sub>O metode Elektrometri, kadar C-Organik tanah (%) metode Walkey and Black, P-tersedia (ppm) metode Bray II, retensi P (%) metode blakemore dan (b) parameter tanaman berupa Tinggi Tanaman (cm), Bobot Kering Akar (g), Bobot Kering Tajuk (g), dan Serapan P tanaman (mg/tanaman).

### 3. Hasil Dan Pembahasan

#### **pH, C-Organik tanah, P-tersedia tanah, retensi P tanah, tinggi tanaman, bobot kering tajuk tanaman, bobot kering akar tanaman dan serapan P tanaman**

pH tanah, kadar C-Organik tanah, kadar P-tersedia tanah, retensi P tanah, tinggi tanaman, bobot kering tajuk tanaman, bobot kering akar tanaman dan serapan P tanaman akibat aplikasi bahan silikat dan organisme pelarut fosfat disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa pemberian amandemen Silikat (Si) daun lalang dan jerami padi lebih baik dalam parameter karakteristik tanah. Pemberian amandemen Silikat (Si) daun lalang dan jerami padi terbukti mampu meningkatkan kadar C-Organik tanah dan menurunkan tingkat rentensi P terbaik dibandingkan pemberian amandemen biologi. Peningkatan C-Organik pada tanah Andisol sama sekali tidak berpengaruh nyata karena tanah andisol sudah memiliki kadar C-Organik yang tinggi. Hal ini diungkapkan pada literatur Mukhlis (2011) bahwa akumulasi bahan organik merupakan karakteristik khas tanah Andisol. Kadar C-Organik ditanah andisol berkisar 0-200 g/kg. Alasan yang penting untuk akumulasi humus yang tinggi adalah stabilisasi humus akibat kompleksasi dengan Aluminium (Al).

Amandemen Silikat (Si) daun lalang dan jerami padi lebih baik dalam menurunkan retensi P pada tanah Andisol. Senyawa SiO<sub>2</sub> yang terkandung pada daun lalang dan jerami padi mampu berkompetisi dengan ion Fosfat pada sisi adsorpsi yaitu dengan cara menggantikan tempat unsur Fosfat yang dijerap/terikat oleh mineral alofan. Unsur Si yang terkandung pada daun lalang dan jerami bereaksi dengan gugus OH terbuka mencegah terikatnya Fosfat sehingga retensi P menurun. Sebagaimana dinyatakan oleh Rosmarkan dan Yuwono (2002) bahwa Silikat menggantikan unsur P dari kompleks pertukaran sehingga terjadi peningkatan ketersediaan P bagi tanaman.

Tabel 1. pH tanah, kadar C-Organik tanah, kadar P-tersedia tanah, retensi P tanah, tinggi tanaman, bobot kering tajuk tanaman, bobot kering akar tanaman dan serapan P tanaman.

Perlakuan	pH	P Tersedia	Retensi P	C Organik	Tinggi tanaman	Bobot Kering Akar	Bobot kering tajuk	Serapan P
Kontrol	5,09	---ppm---	---%---	---%---	---cm---	---g---	---g---	---mg---
Silikat Lalang	5,29	102,46	93,78	11,78	195,64	19,78	85,98	124,01
Silikat Jerami	5,26	60,38	92,64	10,98	194,42	14,34	71,81	83,62
Bakteri Pelarut Fosfat	5,13	133,07	94,02	9,96	169,24	8,68	47,36	69,20
Jamur Pelarut Fosfat	5,07	78,38	94,66	10,14	188,04	11,19	56,33	69,55
Uji Polinomial Orthogonal								
C1 : K vs SL, SJ, BP, JP	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
C2 : SL, SJ vs BP, JP	tn	tn	tn	tn	tn	**	*	*
C3 : SL vs SJ	tn	tn	tn	tn	tn	*	tn	tn
C4 : BP vs JP	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn

Ket : tn = tidak nyata, \* = nyata, \*\* = sangat nyata

Hal ini juga didukung oleh hasil penelitian Mukhlis (2010) yang menunjukkan bahwa pemberian silikat alami daun lalang mampu meningkatkan P tersedia tanah dikarenakan P yang terikat oleh Al dan/atau Fe terbebaskan oleh Si.

Pada perbandingan antara Si daun lalang dan jerami padi, diperoleh hasil bahwa jerami padi mampu menurunkan retensi P lebih baik dibandingkan daun lalang dengan selisih 1,14%. Selain dipengaruhi oleh masa inkubasi 45 hari ditambah 55 hari masa pertumbuhan vegetatif tanaman, hal ini diduga karena jerami padi mengandung 19,92%  $\text{SiO}_2$  sedangkan daun lalang mengandung 5,54%  $\text{SiO}_2$  sehingga jerami padi dapat menyediakan  $\text{SiO}_2$  lebih banyak.

Pemberian amandemen Silikat (Si) daun lalang dan jerami padi juga memiliki hasil terbaik dalam parameter pertumbuhan tanaman yaitu tinggi tanaman, bobot kering akar, bobot kering tajuk dan serapan P tanaman. Hal ini berkaitan dengan hasil analisis kadar P tersedia tanah pada perlakuan amandemen Silikat (Si) dengan kriteria yang tergolong sangat tinggi sehingga berpengaruh pada pertumbuhan akar tanaman. Penyerapan P yang cukup oleh akar tanaman mempengaruhi terjadinya transfer energi pada bagian tanaman yang lain yaitu batang dan daun tanaman, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik. Sebagaimana diungkapkan oleh Havlin *et al.*, (2017) bahwa P yang cukup dikaitkan dengan peningkatan pertumbuhan akar. Ketika  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  larut, akar tanaman berkembang secara luas di tanah. Meningkatnya poliferasi akar akan mendorong eksplorasi ekstensif terhadap tanaman yang telah diolah area tanah untuk nutrisi dan air.

Pemberian amandemen biologi berupa bakteri pelarut Fosfat mampu meningkatkan kadar P tersedia paling tinggi, kemudian diikuti perlakuan amandemen silikat daun lalang. Bakteri pelarut fosfat memiliki kemampuan melarutkan P melalui dua cara, yaitu dengan pelarutan fosfat anorganik dan pelarutan fosfat organik. Pada pelarutan P anorganik bakteri pelarut fosfat menghasilkan sejumlah asam organik yang dapat mengikat ion Fe, Al, Ca yang terikat dengan Fosfor melalui gugus hidroksil dan karboksil sehingga melepaskan fosfat yang terikat. Anion organik bersaing dengan ortofosfat pada permukaan tapak jeratan koloid tanah yang bermuatan positif, sehingga memperbesar peluang ortofosfat dapat diserap oleh tanaman. Pelarutan fosfat melalui asam organik ini seharusnya diiringi dengan penurunan retensi P pada tanah, namun berdasarkan hasil yang didapat penurunan retensi P yang diperoleh hanya selisih 0,36% dibandingkan kontrol, oleh sebab itu mekanisme pelarutan fosfat anorganik ini diduga bukanlah mekanisme pelarutan P utama yang terjadi pada penelitian ini.

Kadar P tersedia yang tinggi dari perlakuan amandemen biologi berupa bakteri pelarut fosfat ini juga disebabkan oleh pelarutan P secara organik oleh bakteri pelarut fosfat. Fosfor dalam bentuk organik merupakan Fosfor yang berasal dari bahan organik, seperti yang diketahui tanah andisol merupakan tanah dengan kadar bahan organik yang tergolong tinggi. Pelarutan Fosfat organik oleh bakteri pelarut Fosfat ialah dengan menghasilkan enzim fosfatase yang menjadi katalisator dalam proses mineralisasi fosfat organik menjadi anorganik yang tersedia bagi tanaman. Enzim Fosfatase molarutkan fosfat dengan mengkatalisis defosforilasi fosfoester atau ikatan fosfoanhidrida dari senyawa fosfat organik. Selain enzim fosfatase bakteri pelarut fosfat juga dapat menghasilkan enzim Fosfonatase dan Karbon-Fosfor (C-P) Liase, Enzim jenis ini mengkatalisis pemutusan ikatan C-P organofosfat sehingga meningkatkan ketersediaan fosfor bagi tanaman. Sebagaimana diungkapkan oleh Kumar dan Shastri (2017) bahwa Fosfat organik berjumlah sekitar 20-30% dari total fosfor dalam tanah. Pelarutan fosfat organik terjadi melalui proses mineralisasi yang dikatalis oleh beberapa enzim yaitu : Fosfatase asam non-spesifik (NSAPs), Fitase, Fosfonatase dan C-P liase. Hal ini juga sesuai dengan literatur Alexander (1977) Kecepatan mineralisasi juga meningkat dengan nilai pH yang sesuai bagi metabolisme mikroorganisme. Selain itu, kecepatan mineralisasi ternyata berkorelasi langsung dengan jumlah substrat. Tanah-tanah yang kaya fosfat organik merupakan tanah yang paling aktif bagi berlangsungnya proses mineralisasi.

Tingginya hasil kadar P tersedia pada pemberian amandemen biologi bakteri pelarut fosfat tidak sejalan dengan rendahnya angka serapan P oleh tanaman. Hal ini diduga terjadi penurunan aktivitas pelarutan fosfat oleh bakteri selama 34 hari menjelang tanaman panen, sehingga jumlah P yang dapat diserap tanaman terhitung lebih sedikit dibanding perlakuan amandemen silikat. Sebagaimana diungkapkan oleh Sulistijowati (2012), bahwa pelarutan yang terjadi diduga berkaitan dengan fase pertumbuhan bakteri dan setiap bakteri memiliki fase yang berbeda-beda. Selama masa inkubasi terjadi, nutrisi media sebagai tempat tinggal bakteri akan mulai habis yang dapat berakibat terjadi kompetisi nutrisi yang dapat mengakibatkan beberapa sel mati sehingga dapat terjadi penurunan pelarutan P. Hal yang sama diungkapkan pada literatur Sonia *et al.*, (2022), bahwa Semakin lama aktivitas bakteri pelarut fosfat dapat semakin menurun karena semakin terbatasnya sumber energi dan menyebabkan penurunan populasi, sehingga proses metabolisme sel juga menurun. Penurunan aktivitas pelarutan P oleh bakteri pelarut fosfat diduga juga disebabkan oleh aktivitas bakteri yang juga memanfaatkan fosfat sebagai sumber energi. Sejalan dengan literatur Respati (2017) yang mengungkapkan bahwa, penurunan ketersediaan P pada tanah juga disebabkan oleh adanya aktivitas bakteri yang memanfaatkan fosfat sebagai sumber energi dalam proses metabolismenya (Respati, 2017).

#### 4. Kesimpulan

Silikat (Si) daun lalang dan jerami padi lebih baik dibandingkan organisme pelarut Fosfat dalam menurunkan retensi P dan meningkatkan tinggi tanaman, bobot kering tajuk, bobot kering akar dan serapan P tanaman.

Silikat (Si) jerami padi lebih baik dalam menurunkan retensi P tanah dibandingkan Silikat (Si) daun lalang.

Bakteri pelarut fosfat lebih baik dibandingkan Silikat (Si) dalam meningkatkan P tersedia tanah Andisol

#### 5. Saran

Berdasarkan hasil penelitian bahan Silikat dan Organisme pelarut fosfat dapat diaplikasikan ke tanah sebagai bahan amandemen dalam meningkatkan ketersediaan P di tanah Andisol.

#### 6. Daftar Pustaka

Alexander, M. (1977). Introduction to Soil Mycrobiology. 2nd Ed. John Wiley and Sons. New York.  
467

- Driessen,P., & J. Deckers. (2001). Lecture Notes on the Mayor Soils of The World. World Soil Resources ReportNo.94. Food and Agriculture Organization (FAO). Rome.
- Havlin, J. L. S. L. Tisdale, W. L. Nelson, & J. D. Beaton.( 2017). *Soil Fertility and Fertilizers*. An Introduction To Nutrient Management 8th ed. Pearson India Education Services Pvt. Ltd.
- Kumar, R., & Shastri, B. (2017). Agro-Environmental Sustainability. In *Agro-Environmental Sustainability* (Vol. 1, pp. 271–303).
- Mukhlis. (2010). Sifat Kimia Tanah Andisol Akibat Pemberian Bahan Silikat. Laporan Topik Khusus. Program Doktor Ilmu Pertanian. Program Pasca Sarjana Fakultas Pertanian USU.
- Mukhlis. (2011). Tanah Andisol (Genesis, Klasifikasi, Karakteristik, Penyebaran dan Analisis). USU Press. Medan.
- Respati, N.Y., E. Yulianti & A. Rakhmawati. (2017). Kemampuan Pelarutan Fosfat oleh Bakteri Termofilik pada Variasi Suhu dan pH. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi*. 1-10.
- Rosmarkan, A., & Yuwono, N.W. (2002). Ilmu Kesuburan Tanah. Kanisiun Yogyakarta.
- Soil Survey Staff. (2014). Keys to Soil Taxonomy.12<sup>th</sup> edition. USDA Natural Resource Conservation Service. USA.