



JURNAL RONA TEKNIK PERTANIAN

ISSN: 2085-2614; e ISSN : 2528-2654

Journal homepage: <https://jurnal.usk.ac.id/RTP>



Pengaruh Kombinasi Vermikompos dan Zeolit Terhadap Nitrogen, Fosfor, dan Kalium Tanah Ultisol

Nur Rahma Annisa¹⁾, Fikrinda^{1*)}, Zuraida¹⁾

¹⁾Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh

*E-mail: fikrinda@usk.ac.id

Abstrak

Ultisol merupakan lahan suboptimal yang memiliki kendala ketersediaan hara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kombinasi vermicompos dan zeolit terhadap nitrogen, fosfor, dan kalium tanah ultisol. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan tujuh perlakuan dan tiga ulangan sehingga terdapat 21 satuan percobaan. Perlakuan yang diuji yaitu kontrol (K_0), 10 g pot^{-1} vermicompos (K_1), 10 g pot^{-1} vermicompos + 15 g pot^{-1} zeolit (K_2), 20 g pot^{-1} vermicompos (K_3), 20 g pot^{-1} vermicompos + 15 g pot^{-1} zeolit (K_4), 30 g pot^{-1} vermicompos (K_5), 30 g pot^{-1} vermicompos + 15 g pot^{-1} zeolit (K_6). Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi vermicompos sebagai perlakuan tunggal maupun berkombinasi dengan zeolit meningkatkan K-dd secara nyata. Peningkatan dosis vermicompos meningkatkan P tersedia dan K-dd, sedangkan penambahan dosis zeolite meningkatkan K-dd dan menurunkan P-tersedia. Aplikasi vermicompos dalam dosis tinggi (30 g pot^{-1}) memberikan pengaruh terbaik terhadap hara nitrogen, fosfor, dan kalium pada tanah ultisol.

Kata Kunci: unsur hara, suboptimal, tanah ultisol, vermicompos, zeolit

The Effect Of Vermicompost And Zeolite On Nitrogen, Phosphorus, And Potassium Of Ultisol Soil

Nur Rahma Annisa¹⁾, Fikrinda^{1*)}, Zuraida¹⁾

¹⁾Department of Soil Science, Agriculture Faculty, Syiah Kuala University, Banda Aceh

*E-mail: fikrinda@usk.ac.id

Abstract

Ultisol soil is a suboptimal land that has constraints on nutrient availability. This study aimed to determine the effect of the combination of vermicompost and zeolite on nitrogen, phosphorus, and potassium in ultisol soil. This study used a Randomized Block Design with seven treatments and three replications, so there were about 21 experimental units. The factors were control (K_0), 10 g pot^{-1} vermicompost (K_1), 10 g pot^{-1} vermicompost + 15 g pot^{-1} zeolite (K_2), 20 g pot^{-1} vermicompost (K_3), 20 g pot^{-1}

vermicompost + 15 g pot⁻¹ zeolite (K₄), 30 g pot⁻¹ vermicompost (K₅), 30 g pot⁻¹ vermicompost + 15 g pot⁻¹ zeolite (K₆). Results showed that the vermicompost as a single treatment or in combination with zeolite had increased exchangeable K significantly. The increase of vermicompost had effect on increasing available P and exchangeable K, while the increase of zeolite had increased the exchangeable K but decreased available P. In conclusion, the best application for ultisol soil is the use of vermicompost at 30 g pot⁻¹ (K₅).

Keywords: nutrients, suboptimal, ultisol soil, vermicompost, zeolite

PENDAHULUAN

Ultisol memiliki penyebaran yang luas sehingga menjadi pertimbangan petani untuk memanfaatkan lahannya sebagai lahan pertanian, namun tanah ini mempunyai masalah kesuburan terutama ketersediaan hara (Fikrinda *et al.*, 2022; Setiawan *et al.*, 2022). Kondisi ini menjadi kendala untuk pengembangannya sebagai lahan budidaya tanaman sehingga diperlukan upaya meningkatkan produktivitasnya.

Pemberian bahan pembaik tanah (amelioran) seperti vermikompos dan zeolit merupakan solusi alternatif terhadap penggunaan pupuk kimia sebagai penyedia hara bagi tanaman. Vermikompos merupakan jenis kompos yang terbentuk karena bantuan cacing tanah. Seperti halnya kebanyakan pupuk organik, vermikompos mengandung berbagai unsur hara baik makro maupun mikro (Sharma *et al.*, 2022) sehingga dapat menyuplai dan meningkatkan ketersediaan hara-hara tersebut bagi tanaman. Cacing tanah yang berperan dalam pembuatan vermikompos juga membantu memperbaiki struktur tanah dengan membuat saluran-saluran mikro yang memungkinkan akar tanaman untuk tumbuh lebih baik dan mengakses unsur hara yang lebih banyak (Namserna *et al.*, 2022). Dengan demikian, penggunaan vermikompos dapat mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia dan berkontribusi terhadap keberlanjutan pertanian secara keseluruhan (Aryani *et al.*, 2019).

Seperti halnya vermikompos, zeolit juga membantu penyediaan dan pelepasan hara yang dibutuhkan tanaman. Mineral ini juga berperan dalam peningkatan kapasitas tukar kation tanah, mengurangi terjadinya *leaching*, serta bekerja sebagai pupuk yang berpelepasan lambat (Jakkula & Wani, 2018). Selain itu, mineral ini juga meningkatkan efisiensi penggunaan air, berfungsi sebagai bahan pemantap tanah (*soil conditioner*) dan dapat mengurangi resiko logam berat seperti Cu dan Zn yang berasal dari pupuk organik (Jakkula & Wani, 2018; Sun *et al.*, 2022).

Berdasarkan pemikiran tersebut, penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh vermikompos dan zeolit terhadap perubahan sifat kimia ultisol ini diharapkan menjadi tambahan wawasan untuk pengembangan ultisol sebagai lahan budidaya tanaman.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Bahan tanah Ultisol yang digunakan diambil dari Desa Jalin, Kecamatan Jantho, Kabupaten Aceh Besar. Analisis hara N, P, dan K dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala dan Laboratorium Penelitian Tanah dan Tanaman. Kegiatan penelitian berlangsung pada September sampai dengan November 2022.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga ulangan seperti dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan percobaan penelitian dengan 1 faktor 7 taraf

Perlakuan	Ulangan		
	1	2	3
Tanpa amelioran	K ₀ U ₁	K ₀ U ₂	K ₀ U ₃
10 g pot ⁻¹ vermikompos	K ₁ U ₁	K ₁ U ₂	K ₁ U ₃
10 g pot ⁻¹ vermikompos + 15 g pot ⁻¹ zeolit	K ₂ U ₁	K ₂ U ₂	K ₂ U ₃
20 g pot ⁻¹ vermikompos	K ₃ U ₁	K ₃ U ₂	K ₃ U ₃
20 g pot ⁻¹ vermikompos + 15 g pot ⁻¹ zeolit	K ₄ U ₁	K ₄ U ₂	K ₄ U ₃
30 g pot ⁻¹ vermikompos	K ₅ U ₁	K ₅ U ₂	K ₅ U ₃
30 g pot ⁻¹ vermikompos + 15 g pot ⁻¹ zeolit	K ₆ U ₁	K ₆ U ₂	K ₆ U ₃

Metode Penelitian

Pengambilan dan penyiapan sampel tanah

Bahan tanah ultisol (kedalaman 0-20 cm) diambil pada beberapa titik secara acak dan dikompositkan. Selanjutnya bahan tanah tersebut dikering-anginkan dan diayak dengan ayakan tanah berukuran diameter lubang 2 mm. Sebagian bahan tanah tersebut dipersiapkan untuk dimasukkan ke dalam pot percobaan masing-masing seberat 2 kg dan sebagian digunakan untuk analisis sifat kimia tanahnya meliputi pH, C-organik, N-total, P, dan K-dapat ditukar sebagai informasi kualitas awal tanah.

Aplikasi Vermikompos dan Zeolit

Vermikompos dan zeolit sesuai perlakuan dicampurkan secara merata dengan bahan tanah yang telah dipersiapkan di dalam pot-pot percobaan. Setelah itu, media tanah tersebut disiram dengan air dan diinkubasi selama 30 hari pada kondisi 75% kapasitas lapang (KL). Kondisi air pada media tersebut dipertahankan selama masa inkubasi tersebut dengan cara menutup pot tersebut dengan plastik hitam dan diikat erat. Penimbangan pot dilakukan setiap hari untuk mengetahui jumlah air yang perlu ditambahkan.

Analisis Hara

Analisis hara tanah dilakukan setelah masa inkubasi berakhir. Analisa N-total dilakukan dengan metode Kjeldahl (Walkley & Black, 1934), P-tersedia dengan metode Bray 2 (Bray & Kurtz, 1945), sedangkan K-dapat ditukar (K-dd) dengan metode ekstraksi 1 N amonium asetat pH 7,0 (Thomas, 1982).

Analisis Data

Data dianalisis secara statistik dengan analisis varian (ANOVA) dan apabila ada perbedaan yang nyata diantara kombinasi perlakuan tersebut maka diuji lanjut dengan metode BNJ pada taraf 5%. Analisis data dilakukan menggunakan *software* Microsoft excel 2010.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik ultisol lokasi penelitian

Berdasarkan peta jenis tanah RTRW Kecamatan Jantho Kabupaten Aceh Besar dan pengamatan langsung profil tanah di lapangan, bahan tanah yang berasal dari Desa Jalin, Kecamatan Jantho, Kabupaten Aceh Besar ini diklasifikasikan sebagai ultisol. Beberapa sifat kimia bahan tanah tersebut berada pada kriteria rendah, yaitu hara makro utama N, P dan K serta kandungan C-organik dan pH tanah (Tabel 2). Hal ini menyebabkan ultisol tidak mampu menyediakan hara esensial utama untuk mencukupi kebutuhan tanaman dan dengan keberadaan C organik yang kurang menyebabkan kandungan bahan organik tanah tidak mampu memperbaiki kesuburan secara menyeluruh secara fisik, kimia, dan biologi. Dengan demikian dapat dinyatakan status kesuburan tanah ultisol dilokasi penelitian juga tergolong rendah.

Tabel 2. Hasil analisis sifat kimia tanah ultisol lokasi penelitian

Sifat Kimia Tanah	Nilai	Kriteria
pH	4,97	Asam
C-Organik (%)	1,80	Rendah
N-total (%)	0,13	Rendah
P tersedia (mg kg ⁻¹)	4,30	Rendah
K-dapat ditukar (cmol kg ⁻¹)	0,11	Rendah

Kandungan N-Total tanah ultisol dengan aplikasi vermikompos dan zeolit

Nitrogen merupakan unsur hara makro yang terdapat dalam jumlah terbatas pada tanah bereaksi masam. Kadar N total tanah berbeda tidak nyata tanpa atau dengan aplikasi vermikompos dan zeolit (Tabel 3). Tingginya keasaman tanah ultisol menjadi penghambat mineralisasi N dari vermikompos. Pada pH rendah terutama dengan adanya ion aluminium, aktivitas mikroorganisme menjadi terhambat (Spohn & Stendahl, 2024). Febrianna *et al.* (2018) juga menunjukkan adanya korelasi positif antara pH dengan N-total tanah. Selain itu, adanya rongga pada zeolit berperan sebagai perangkap senyawa N yang dilepaskan dari dekomposisi vermikompos (Rajiman *et al.*, 2021; Torma *et al.*, 2014). Hal ini berkontribusi terhadap rendahnya kadar N tanah.

Tabel 3. Hasil analisis rata-rata N-total akibat pengaruh kombinasi vermikompos dan zeolit

Perlakuan	N-Total (%)	Kriteria
Tanpa amelioran	1,12	Rendah
10 g pot ⁻¹ vermikompos	1,14	Rendah
10 g pot ⁻¹ vermikompos + 15 g pot ⁻¹ zeolit	1,12	Rendah
20 g pot ⁻¹ vermikompos	1,13	Rendah
20 g pot ⁻¹ vermikompos + 15 g pot ⁻¹ zeolit	1,13	Rendah
30 g pot ⁻¹ vermikompos	1,14	Rendah
30 g pot ⁻¹ vermikompos + 15 g pot ⁻¹ zeolit	1,14	Rendah

Kandungan P-Tersedia tanah ultisol dengan aplikasi vermikompos dan zeolit

Besarnya nilai P-tersedia tanah mengindikasikan besarnya P yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman dari tanah. Hasil penelitian (Tabel 4) menunjukkan bahwa pemberian amelioran vermikompos baik dengan atau tanpa zeolit tidak meningkatkan

status ketersediaan P yaitu sangat rendah. Hal ini diduga berhubungan dengan pH tanah yang masam, yang dapat melarutkan unsur-unsur logam yang akan bereaksi dengan P membentuk ikatan kompleks sehingga P tidak tersedia. Menurut Ros *et al.* (2017), pH tanah merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi ketersediaan P. Tanah-tanah yang ber-pH rendah seperti Ultisol mengandung kation-kation asam seperti Al dan Fe yang dapat menyerap P (Kamran *et al.*, 2020) sehingga ketersediaannya menjadi berkurang.

Tabel 4. Hasil analisis rata-rata P-tersedia akibat pengaruh kombinasi vermikompos dan zeolit

Perlakuan	P-Tersedia (mg kg ⁻¹)	Kriteria
Tanpa amelioran	1,47	Sangat rendah
10 g pot ⁻¹ vermikompos	1,51	Sangat rendah
10 g pot ⁻¹ vermikompos+15 g pot ⁻¹ zeolit	1,40	Sangat rendah
20 g pot ⁻¹ vermikompos	1,59	Sangat rendah
20 g pot ⁻¹ vermikompos+15 g pot ⁻¹ zeolit	1,57	Sangat rendah
30 g pot ⁻¹ vermikompos	1,77	Sangat rendah
30 g pot ⁻¹ vermikompos+15 g pot ⁻¹ zeolit	1,51	Sangat rendah

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa peningkatan dosis vermikompos meningkatkan ketersediaan P tanah dan kadar P tersedia tertinggi dijumpai akibat aplikasi vermikompos dalam dosis yang tinggi (30 g pot⁻¹). Vermikompos merupakan sumber P organik yang dilepaskan ke tanah secara lambat. Hasil penelitian Mukhtar *et al.* (2020) menunjukkan ketersediaan P di tanah secara terus menerus meningkat selama tujuh minggu inkubasi amandemen organik. Asam-asam organik yang terkandung pada bahan organik berkontribusi terhadap berkurangnya fiksasi P oleh Al dan Fe tanah (Walpolo & Hettiarachchi, 2020) sehingga meningkatkan P tersedia tanah.

Kandungan Kalium dapat dipertukarkan tanah ultisol dengan aplikasi vermikompos dan zeolit

Bentuk kalium yang dapat dipertukarkan (K-dd) memegang peranan penting dalam nutrisi tanaman karena dapat dimanfaatkan langsung oleh tanaman. Hasil penelitian (Tabel 5) menunjukkan ameliorasi tanah dengan vermikompos dan zeolit meningkatkan secara nyata kadar K-dd tanah. Kadar K-dd tertinggi dijumpai akibat aplikasi 30 g vermikompos dan 15 g zeolit yang berbeda nyata dengan perlakuan-perlakuan lainnya.

Tabel 5. Hasil analisis rata-rata K-dd akibat pengaruh kombinasi vermikompos dan zeolit

Perlakuan	K-dd (cmol kg ⁻¹)	Kriteria
Tanpa perlakuan	0,17 ^a	Rendah
10 g pot ⁻¹ vermikompos	0,23 ^{ab}	Rendah
10 g pot ⁻¹ vermikompos + 15 g pot ⁻¹ zeolit	0,25 ^{bc}	Rendah
20 g pot ⁻¹ vermikompos	0,26 ^{bc}	Rendah
20 g pot ⁻¹ vermikompos + 15 g pot ⁻¹ zeolit	0,30 ^c	Sedang
30 g pot ⁻¹ vermikompos	0,30 ^c	Sedang
30 g pot ⁻¹ vermikompos + 15 g pot ⁻¹ zeolit	0,44 ^d	Sedang

Meningkatnya K-dd akibat perlakuan 30 g vermikompos dan 15 g zeolit karena adanya zeolit yang menyumbangkan kalium, sehingga meningkatkan K-dd tanah. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 5, bahwa vermikompos dengan dosis yang sama (30 g) tanpa zeolit belum dapat meningkatkan nilai K-dd tanah (perlakuan 30 g vermikompos tidak berbeda dengan perlakuan 20 g vermikompos+15 g zeolit). Ketika dikombinasikan dengan zeolit maka K-dd tanah meningkat, meskipun seperti halnya P, vermikompos juga merupakan sumber kalium organik (Eckhardt *et al.*, 2018). Penambahan K dari vermikompos pada dosis tersebut diduga tidak lagi menjenuhi rongga-rongga pada zeolit, karena rongga-rongga pada zeolit telah terjenuhi pada dosis vermikompos yang lebih rendah (20 g pot⁻¹) dan selanjutnya zeolit membebaskan K yang diserap yang dipertukarkan dengan unsur lain dari mineralisasi vermikompos. selain itu, pemberian vermikompos ke tanah meningkatkan aktivitas mikroorganisme yang terlibat dalam siklus hara sehingga dari aktivitas mikroorganisme tersebut juga dapat meningkatkan unsur hara K dalam larutan tanah (Namserna *et al.*, 2022).

Selain vermikompos, zeolit juga menyumbang kalium ke tanah. Zeolit memiliki pori yang berisi kation-kation termasuk K (Murnita, 2019) sehingga merupakan mekanisme mineral ini untuk menyuplai sekaligus mencegah terjadinya pencucian K. Dengan demikian, aplikasi kombinasi vermikompos dan zeolit merupakan cara yang efektif untuk meningkatkan ketersediaan K.

KESIMPULAN

Kombinasi vermikompos dan zeolit sangat nyata meningkatkan K-dd tanah, namun tidak nyata terhadap N-total dan P-tersedia tanah. Peningkatan dosis vermikompos meningkatkan kadar P tersedia dan K-dd tanah sedangkan penambahan zeolit pada perlakuan vermikompos dengan berbagai dosis meningkatkan K-dd tanah, namun menurunkan kadar P tersedia tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Aryani, N., Hendarto, K., Wiharso, D., & Niswati, A. (2019). Peningkatan Produksi Bawang Merah dan Beberapa Sifat Kimia Tanah Ultisol Akibat Aplikasi Vermikompos dan Pupuk Pelengkap. *Journal of Tropical Upland Resources (J. Trop. Upland Res.)*, 1(1), 145–160. <https://doi.org/10.23960/jtur.vol1no1.2019.18>
- Bray, R. H., & Kurtz, L. T. (1945). Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. In *Soil Science* (Vol. 59, Issue 1, pp. 39–45). <https://doi.org/10.1097/00010694-194501000-00006>
- Eckhardt, D. P., Redin, M., Santana, N. A., Conti, L. De, Dominguez, J., Jacques, R. J. S., & Antoniolli, Z. I. (2018). Cattle Manure Bioconversion Effect on the Availability of Nitrogen, Phosphorus, and Potassium in Soil. *Revista Brasileira de Ciência Do Solo*, 42, 1–10. <https://doi.org/10.1590/18069657rbcS20170327>
- Febrianna, M., Prijono, S., & Kusumarini, N. (2018). Pemanfaatan Pupuk Organik Cair untuk Meningkatkan Serapan Nitrogen serta Pertumbuhan dan Produksi Sawi (*Brassica juncea* L.) Pada Tanah Berpasir. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 5(2), 2549–9793. <http://jtsl.ub.ac.id>
- Fikrinda, F., Khalidin, K., & Arabia, T. (2022). Recovering Soil Quality of Elephant Grass-Cultivated Suboptimal Land through Mycorrhizae and Organic Fertilizer. *KnE Life Sciences*, 2022, 180–192. <https://doi.org/10.18502/klS.v7i3.11119>
- Jakkula, V. S., & Wani, S. P. (2018). Zeolites: Potential soil amendments for improving nutrient and water use efficiency and agriculture productivity. *Scientific Reviews & Chemical Communications*, 8(1), 119. www.tsijournals.com
- Kamran, M. A., Nkoh, J. N., Xu, R. K., & Jiang, J. (2020). Enhancing phosphorus

- availability in two variable charge soils by the amendments of crop straw biochars. *Arabian Journal of Geosciences*, 13(12). <https://doi.org/10.1007/s12517-020-05441-4>
- Muktamar, Z., Lifia, L., & Adiprasetyo, T. (2020). Phosphorus availability as affected by the application of organic amendments in Ultisols. *Sains Tanah*, 17(1), 16–22. <https://doi.org/10.20961/stjssa.v17i1.41284>
- Murnita. (2019). Pengaruh Pencucian dan Pemberian Zeolit serta Kalkium terhadap Distribusi K pada Tanaman dan K Tercuci. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 3(1), 82–90.
- Namserna, H. J., Suparno, A., Lindongi, L. E., Tan, T., & Budiyanto, Y. S. (2022). Pengaruh Penambahan Kalium Nitrat pada Media Vermikompos terhadap Kandungan Hara Jaringan dan Hasil Selada (*Lactuca sativa* L.). *Jurnal AGROTEK*, 10(2), 61–71. <https://faperta.unipa.ac.id/%7C61>
- Rajiman, R., Yekti, A., & Munambar, S. (2021). Pengaruh Dosis Zeolit terhadap Karakteristik Tanah dan Hasil Cabai Merah di Lahan Sub Optimal Pasir Pantai. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 21(2), 99–107. <https://doi.org/10.25181/jppt.v21i2.2009>
- Ros, M. B. H., Hiemstra, T., Groenigen, J. W. Van, Chareesri, A., & Koopmans, G. F. (2017). Exploring the pathways of earthworm-induced phosphorus availability. *Geoderma*, 303(August 2016), 99–109. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.05.012>
- Setiawan, F., Sarno, S., Afrianti, N. A., & Supriatin, S. (2022). Pengaruh Pemberian Biochar Batang Singkong dan Pemupukan P terhadap Sifat Kimia Tanah Ultisol yang Ditanami Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(1), 85–94.
- Sharma, R., Kandel, S., Khadka, S., & Chaudhary, S. (2022). *Nutrient contents in different sources of organic manures used in different farms of Bhaktapur district , Nepal*. 5, 150–156.
- Spohn, M., & Stendahl, J. (2024). Soil carbon and nitrogen contents in forest soils are related to soil texture in intearaction with pH and metal cations. *Geoderma*, 441, 116746. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2023.116746>
- Sun, L., Li, S., Gong, P., Song, K., Zhang, H., & Sun, Y. (2022). Stabilization of Zinc in Agricultural Soil Originated from Commercial Organic Fertilizer by Natural Zeolite. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1210), 1–9.
- Thomas, G.W. 1982. Exchangeable cations. In: A.L. Page (ed.). *Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and microbiological properties* (2nd ed.) Agronomy 9:159-165
- Torma, S., Vilcek, J., Adamisin, P., Huttmanova, E., & Hronec, O. (2014). Influence of natural zeolite on nitrogen dynamics in soil. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38(5), 739–744. <https://doi.org/10.3906/tar-1311-13>
- Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of digestion method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. In *Soil Science* (pp. 37: 29-38). https://journals.lww.com/soilsci/citation/1934/01000/an_examination_of_the_degtjareff_method_for.3%0Ahttp://journals.lww.com/soilsci/citation/1934/01000/an_examination_of_the_degtjareff_method_for.3.aspx
- Walpol, B. C., & Hettiarachchi, R. H. A. N. (2020). Organic manure amended with phosphate solubilizing bacteria on soil phosphorous availability. *Journal of Agricultural Sciences - Sri Lanka*, 15(2), 142–153. <https://doi.org/10.4038/jas.v15i2.8796>