

Pengaruh Trichokompos terhadap Kadar P dari Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa*) pada Tanah Ultisol

*Effect of Trichocompost on P Content of Rosella (*Hibiscus Sabdariffa*) Flower Petals in Ultisol Soil*

Surya Wiatara Zebaoth^{*1}, Muhammad Noor²

¹Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat, Indonesia.

²Pusat Riset Tanaman Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Indonesia.

*Corresponding author's email: suryawiatara@gmail.com

Received: 1 Januari 2026; Revised: 4 Februari 2026; Approved: 10 Maret 2026

How to Cite: Zebaoth, S.W. & Noor, M. (2026).Pengaruh Trichokompos terhadap Kadar P dari Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus Sabdariffa*) pada Tanah Ultisol. *Agroekotek View*, Vol.8 (No.3), halaman 58-73.

ABSTRACT

*This research aims to determine the effect of trichocompost application on phosphorus (P) levels in rosella (*Hibiscus sabdariffa*) flower petals planted in ultisol soil and determine the best dose that supports growth and flower production. The research was carried out in June–September 2024 at the Animal Husbandry Lecturer's Experimental Field, Banjarbaru, with soil analysis at the Laboratory of the Banjarbaru Center for Standardization and Industrial Services and the Agroecotechnology Laboratory of Lambung Mangkurat University. The research design used a one-factor Randomized Block Design (RAK) with four trichocompost dosage levels, namely 20 t/ha, 25 t/ha, 30 t/ha, and 35 t/ha, each repeated six times so that there were 24 experimental units. The results showed that the application of trichocompost had a significant effect on the efficiency of P uptake and the production of rosella flower petals. The dose of 30 t/ha produced the highest absorption efficiency of 51.2%, while the dose of 20 t/ha and 25 t/ha was only around 13–14%, and the dose of 35 t/ha decreased to 27.4%. The highest petal dry weight was also obtained at a dose of 30 t/ha of 4.94 g/sample, higher than 20 t/ha (0.67 g), 25 t/ha (1.15 g), and 35 t/ha (3.96 g). Thus, a dose of 30,85 is the most optimal condition in increasing P availability and rosella biomass production in ultisol soil.*

Copyright © 2026 Agroekotek View. All rights reserved.

Keywords:

rosella, trichocompost, phosphorus, ultisol, dry weight

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris dengan potensi besar dalam pengembangan sektor pertanian. Akan tetapi, saat ini terdapat tantangan berupa semakin menurunnya ketersediaan lahan subur akibat alih fungsi lahan serta penurunan kualitas tanah. Tanah ultisol yang tersebar secara luas di Indonesia dapat menjadi alternatif media tanam untuk pengembangan pertanian, meskipun tanah ini memiliki tingkat kesuburan yang rendah, terutama dalam ketersediaan unsur hara fosfor (P) (Prasetyo & Suriadikarta, 2018).

Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) merupakan tanaman multifungsi yang memiliki nilai ekonomi tinggi karena kelopak bunganya berpotensi digunakan sebagai bahan pangan fungsional, minuman kesehatan, dan bahan baku farmasi. Kandungan antosianin, vitamin C, dan antioksidan dalam kelopak rosella juga terbukti bermanfaat bagi kesehatan (Hassan *et al.*, 2020). Dengan potensi ekonominya, rosella merupakan komoditas yang strategis untuk dikembangkan pada lahan ultisol. Serapan fosfor (P) merupakan faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan dan kualitas kelopak bunga rosella. Unsur P memiliki peran dalam proses fotosintesis, pembentukan struktur sel, dan metabolisme tanaman yang berdampak pada produksi serta mutu kelopak bunga (Shen *et al.*, 2011). Namun, tanah ultisol memiliki permasalahan berupa rendahnya ketersediaan P serta tingginya tingkat fiksasi P oleh mineral tanah sehingga unsur hara tersebut sulit diserap tanaman secara optimal (Lynch, 2011).

Upaya pengembangan teknologi pengelolaan kesuburan tanah menjadi strategi penting untuk mengatasi rendahnya produktivitas tanah ultisol. Salah satu pendekatan yang potensial adalah penggunaan trichokompos, yaitu kompos yang diperkaya dengan cendawan *Trichoderma* sp. Trichokompos berfungsi sebagai penyedia unsur hara sekaligus agen hayati yang dapat meningkatkan ketersediaan P dalam tanah melalui berbagai mekanisme (Hermosa *et al.*, 2012). Cendawan *Trichoderma* sp. mampu menghasilkan asam organik dan enzim fosfatase yang berperan dalam melarutkan P yang tidak tersedia menjadi bentuk yang dapat diserap tanaman (Altomare *et al.*, 1999). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa aplikasi trichokompos mampu meningkatkan ketersediaan P dalam tanah dan serapan P pada berbagai jenis komoditas (Kusuma *et al.*, 2020).

Namun demikian, kajian mengenai pengaruh trichokompos terhadap serapan P pada tanaman rosella khususnya yang dibudidayakan pada lahan ultisol masih terbatas. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji efektivitas trichokompos dalam meningkatkan kadar P serta implikasinya terhadap pertumbuhan dan kualitas kelopak rosella pada tanah ultisol. Dengan demikian, penelitian berjudul “Pengaruh Trichokompos terhadap Kadar P dari Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa*) pada Tanah Ultisol” ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai dampak aplikasi trichokompos terhadap serapan unsur hara P pada rosella, sehingga dapat dijadikan dasar dalam pengembangan budidaya rosella di lahan ultisol.

Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan meliputi benih rosella merah sebagai tanaman objek penelitian, air untuk menyiram tanaman, dan trichokompos sebagai pupuk yang diberikan sesuai dengan dosis rancangan. Alat yang digunakan yaitu, alat tulis untuk pencatatan, kamera sebagai dokumentasi, gunting digunakan sebagai alat untuk memanen bunga rosella, plastik sebagai tempat untuk menyimpan sampel bunga rosella, selang digunakan untuk menyiram tanaman, parang dan cangkul digunakan sebagai alat untuk membersihkan gulma yang ada disekitar dan membuat bedengan penelitian, amplop sebagai wadah kelopak bunga rosella yang dimasukan kedalam oven pada saat proses pengeringan, dan timbangan sebagai alat untuk menimbang berat kering kelopak bunga rosella, serta blender sebagai alat untuk menghaluskan kelopak bunga rosella yang sudah kering menjadi serbuk.

Tahap awal pengolahan tanah meliputi pembersihan gulma secara manual menggunakan parang untuk memastikan tidak ada kompetisi unsur hara, lahan percobaan seluas 12 m x 8 m diolah secara mekanis menggunakan cangkul hingga gembur. Selanjutnya, lahan dibagi menjadi 12 bedengan atau satuan percobaan, masing-masing berukuran 0,5 m x 6 m, dengan jarak antar bedengan 0,5 m dan tinggi bedengan 20 cm.

Lahan yang sudah diolah dilakukan aplikasi perlakuan dengan menggunakan pupuk trichokompos dengan dosis yang telah ditentukan. Lahan terbagi menjadi 12 bedengan/satuan percobaan, terdapat empat perlakuan dengan ulangan sebanyak enam kali. Pemberian pupuk pada masing-masing tanaman sebanyak A1 (800 g/tanaman), A2 (1.000 g/tanaman), A3 (1.200 g/tanaman), dan A4 (1.400 g/tanaman). Pupuk diaplikasikan dengan cara ditebar merata (permukaan tanah) dan diinkubasi selama dua minggu agar dapat terintegrasi dengan tanah secara optimal.

Benih rosella ditanam ke lahan yang telah diolah. Setiap bedengan memiliki 8 lubang tanam dengan jarak 40 cm. Tiap lubang tanam ditempatkan 2 benih rosella yang kemudian ditutup dengan tanah. Satu minggu setelah tanam, ketika tunas atau daun mulai tumbuh, dilakukan penyulaman pada lubang tanam yang benihnya gagal tumbuh, menggunakan benih rosella dari lubang lain yang memiliki lebih dari satu tanaman.

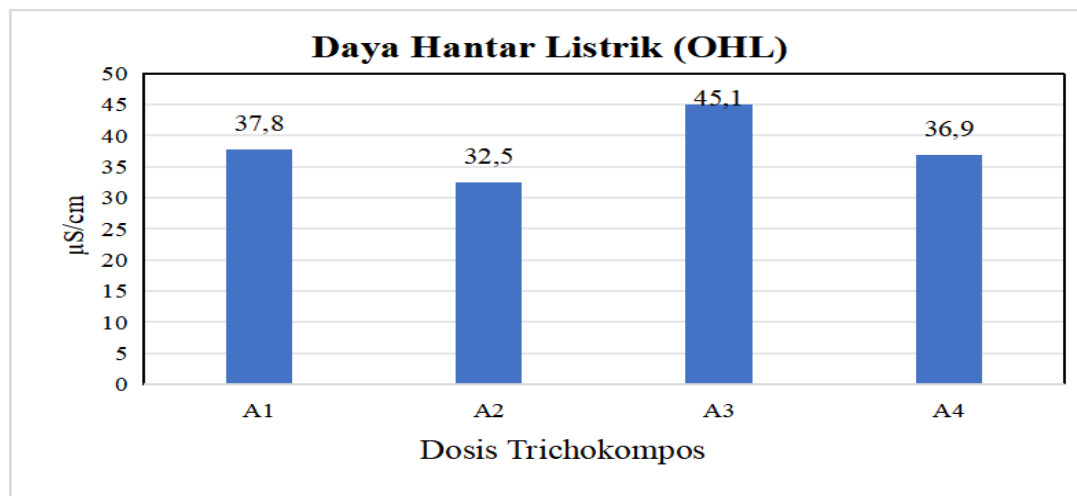
Pemeliharaan tanaman dilakukan secara intensif yang dimana dilakukan penyiraman dua kali sehari, yaitu pada pagi hari pukul 08.00–09.00 WITA dan sore hari pukul 16.00–18.00 WITA, dengan volume air yang disesuaikan kebutuhan tanaman dan kondisi lapangan. Penyulaman dilakukan pada minggu kedua setelah tanam (2 MST) untuk mengganti tanaman yang rusak atau mati. Penyiangan gulma dilakukan secara manual pada usia 2 MST atau sesuai batang rosella untuk memperkokoh tanaman dan mencegah rebah.

Panen pada penelitian ini dilakukan ketika tanaman mencapai usia 10 minggu setelah tanam (MST). Adapun kriteria bunga rosella yang siap panen adalah kelopak bunga berwarna merah mengkilap, dalam kondisi kuncup sedikit terbuka atau belum mekar sepenuhnya. Kelopak kemudian dipanen dengan cara digunting pada bagian tangkai yang menempel pada ketiak batang tanaman, lalu dikumpulkan dalam satu kelompok per bedengan atau satuan percobaan. Hasil panen dari masing-masing kelompok kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital untuk mengetahui hasil produksi pada setiap satuan percobaan.

Hasil dan Pembahasan

Kimia Tanah

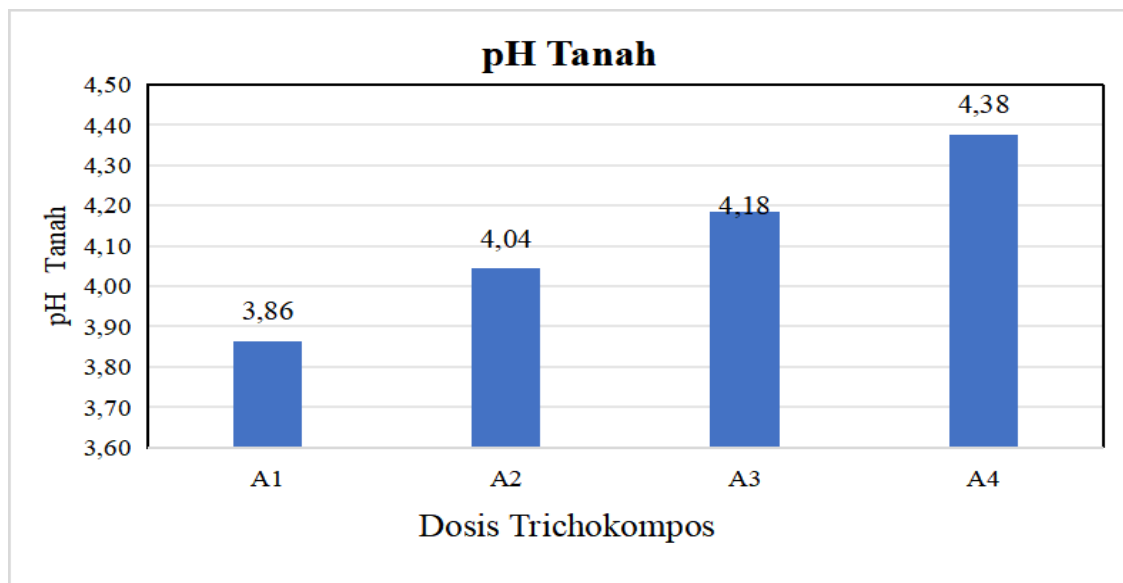
Pengukuran daya hantar listrik tanah (EC) dan pH sangat penting dalam penelitian perlakuan trichokompos karena keduanya memengaruhi sifat tanah dan pertumbuhan tanaman. Parameter pH tanah menentukan kelarutan dan ketersediaan hara serta mempengaruhi sifat biologis, kimia, dan fisik tanah yang berdampak pada pertumbuhan tanaman dan hasil biomassa (Cherie, 2022; Hashemimajd *et al.*, 2012), sedangkan EC mencerminkan salinitas dan kandungan hara tanah, sehingga parameter ini krusial dalam pertanian presisi untuk memetakan distribusi spasial salinitas, mengelola bahan tanah, serta memantau kondisi tanah dengan cepat dan praktis (Voicea *et al.*, 2020; Seifi *et al.*, 2010). Pengukuran EC dan pH dapat menunjukkan efektivitas kompos dalam meningkatkan ketersediaan fosfor dan memperbaiki struktur tanah, serta sangat diperlukan untuk pengelolaan sistem fertigasi agar pasokan air dan hara seimbang, mencegah pencucian hara, dan memastikan efisiensi penyerapan hara oleh tanaman (Hashemimajd *et al.*, 2012; Bernert *et al.*, 2015).

Daya Hantar Listrik (DHL)

Gambar 1. Daya hantar listrik (OHL) tanah yang diberi perlakuan dosis trichokompos A1 (20 ton/ha), A2 (25 ton/ha), A3 (30 ton/ha), dan A4 (35 ton/ha).

Pola perubahan daya hantar listrik tanah setelah aplikasi berbagai dosis trichokompos dengan perlakuan A3 (30 t/ha) menunjukkan nilai daya hantar listrik tertinggi menunjukkan beberapa faktor yang memengaruhi konduktivitas tanah (Gambar 1.). Peningkatan daya hantar listrik hingga dosis tertentu mengindikasikan tercapainya keseimbangan optimal ion terlarut, yang sangat penting bagi kesuburan tanah dan penyerapan hara oleh tanaman. Hal ini sejalan dengan temuan bahwa daya hantar listrik berkorelasi langsung dengan kadar air tanah dan ketersediaan nutrisi, di mana kandungan air memengaruhi pengenceran larutan tanah serta efisiensi penyerapan hara oleh tanaman (Bernert *et al.*, 2015). Penurunan sedikit nilai daya hantar listrik pada dosis tertinggi (A4, 35 t/ha) kemungkinan disebabkan oleh kejenuhan tanah akan nutrisi, yang dapat mengakumulasi garam berlebih dan menurunkan efisiensi penyerapan, karena salinitas berlebih dapat menghambat pertumbuhan tanaman (Bernert *et al.*, 2015).

Selain itu, tekstur dan kelembapan tanah sangat memengaruhi daya hantar listrik semakin tinggi kandungan air, resistivitas tanah cenderung menurun sehingga konduktivitas meningkat, karena aliran arus listrik terutama melalui fase cair pada tanah (Voicea *et al.*, 2009). Peran daya hantar listrik sebagai alat diagnostik kesuburan tanah semakin diperkuat oleh korelasinya dengan sifat tanah lain, seperti salinitas dan kapasitas tukar kation, yang krusial untuk memahami kondisi kesehatan dan produktivitas tanah (Voicea *et al.*, 2009). Dengan demikian, nilai daya hantar listrik yang teramati pada perlakuan trichokompos mencerminkan interaksi kompleks antarfaktor tersebut, menunjukkan bahwa dosis A3 memberikan lingkungan optimal bagi ketersediaan nutrisi dan pertumbuhan tanaman, sementara dosis di atas atau di bawahnya belum memaksimalkan retensi ion terlarut di zona perakaran (Qing-lin, 2005).

pH Tanah

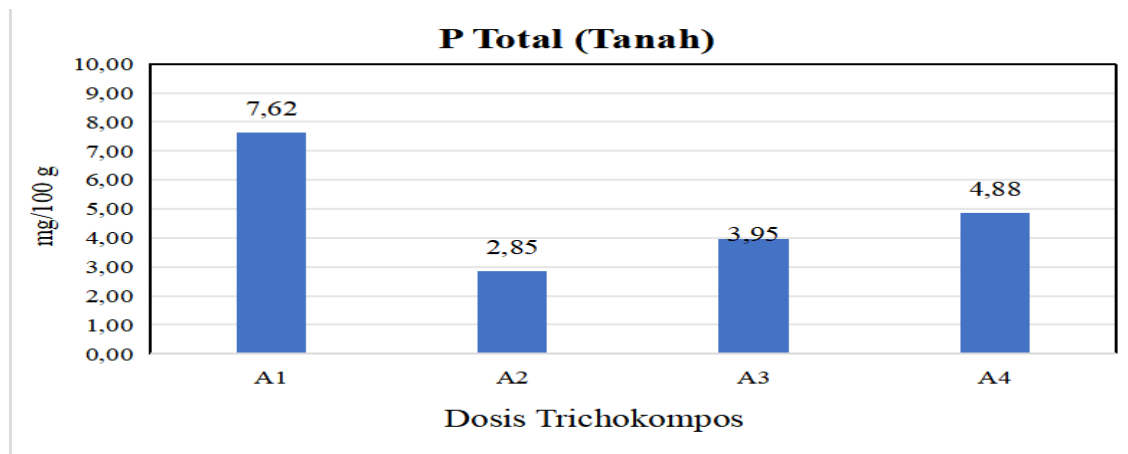
Gambar 2. pH tanah yang diberi perlakuan dosis trichokompos A1 (20 ton/ha), A2 (25 ton/ha), A3 (30 ton/ha), dan A4 (35 ton/ha).

Aplikasi trichokompos sebagai bahan organik terbukti mampu menaikkan pH tanah, yang sesuai dengan hasil berbagai penelitian tentang amendemen organik dan anorganik. Kenaikan pH tanah dari 3,86 menjadi 4,38 seiring peningkatan dosis trichokompos terutama disebabkan oleh kandungan alkali organiknya, sehingga menetralkan keasaman tanah dan meningkatkan ketersediaan hara, khususnya fosfor yang sangat peka terhadap pH rendah (Saltali & Kara, 2022, Zoz *et al.*, 2009) (Gambar 2.). Peningkatan pH tanah tidak hanya mengurangi adsorpsi fosfor sehingga lebih mudah diserap akar, tetapi juga menurunkan kelarutan ion aluminium toksik, yang pada gilirannya mendukung pertumbuhan tanaman (Zoz *et al.*, 2009, Naramabuye, 2004). Hal ini menunjukkan penggunaan bahan organik seperti trichokompos merupakan strategi efektif untuk memperbaiki sifat kimia tanah masam dan meningkatkan kesuburan tanah. Spesies *Trichoderma*, khususnya *Trichoderma viride*, menunjukkan kemampuan adaptasi terhadap kondisi asam, meskipun pertumbuhannya tetap optimal pada kisaran pH tertentu. Penelitian melaporkan bahwa *T. viride* dapat tumbuh pada lingkungan asam dengan hasil biomassa maksimum pada kisaran pH 2,5–3,1, serta menunjukkan daya hambat terbesar terhadap cendawan lain pada pH awal 2,0–3,5. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun *T. viride* mampu bertahan dan bahkan tumbuh baik dalam kondisi asam, pertumbuhannya tidak optimal pada pH yang sangat rendah, yakni di bawah 2,5. Kinetika pertumbuhan *T. viride* pada lingkungan terkontrol memperlihatkan adanya korelasi linear antara laju pertumbuhan spesifik dengan konsentrasi ion hidrogen.

Dengan demikian, meskipun *T. viride* dapat tumbuh pada pH serendah 2,5, laju pertumbuhannya tetap dipengaruhi oleh tingkat keasaman. Lebih lanjut, pH optimal untuk pertumbuhan *Trichoderma* spp. secara umum dilaporkan berada pada kisaran 4–6, yang relatif lebih tinggi dibandingkan kondisi asam ekstrem (Trushina *et al.*, 2013). Temuan ini sejalan dengan pemahaman mengenai kelompok asidofil, yakni mikroorganisme yang mampu hidup pada lingkungan sangat asam dengan memanfaatkan mekanisme khusus untuk menjaga homeostasis pH intraseluler sehingga tetap dapat bertahan (Mirete *et al.*, 2017; Chen, 2021). Oleh karena itu, meskipun *Trichoderma* memiliki kemampuan adaptasi terhadap kondisi asam, pH yang

mendukung pertumbuhan normal umumnya diatur pada kisaran 4–6 untuk menjamin pertumbuhan optimal serta efektivitasnya sebagai agen pengendali hayati (Trushina *et al.*, 2013).

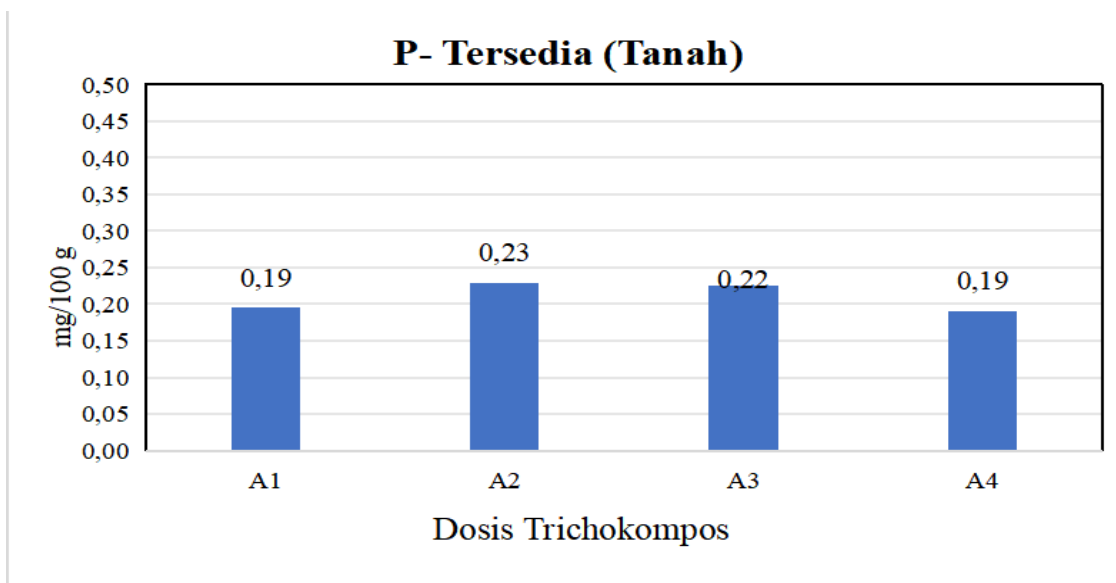
P Total Tanah



Gambar 3. P-total tanah yang diberi perlakuan dosis trichokompos A1 (20 ton/ha), A2 (25 ton/ha), A3 (30 ton/ha), dan A4 (35 ton/ha).

Pemanfaatan pupuk organik seperti trichokompos dapat mempengaruhi kandungan fosfor (P) dalam tanah, sebagaimana terlihat dari variasi tingkat P-total pada dosis yang berbeda. Pada dosis terendah (A1: 20 t/ha), peningkatan P-total disebabkan oleh peningkatan ketersediaan fosfor akibat penambahan bahan organik, sesuai dengan temuan bahwa bahan organik umumnya meningkatkan ketersediaan P tanah (Mohammadi *et al.*, 2009). Namun, penurunan P-total pada dosis sedikit lebih tinggi (A2: 25 t/ha) mengindikasikan terjadinya pencucian hara, masalah umum pada aplikasi pupuk organik berlebih karena dapat meningkatkan pergerakan P melalui profil tanah (Chen *et al.*, 2022).

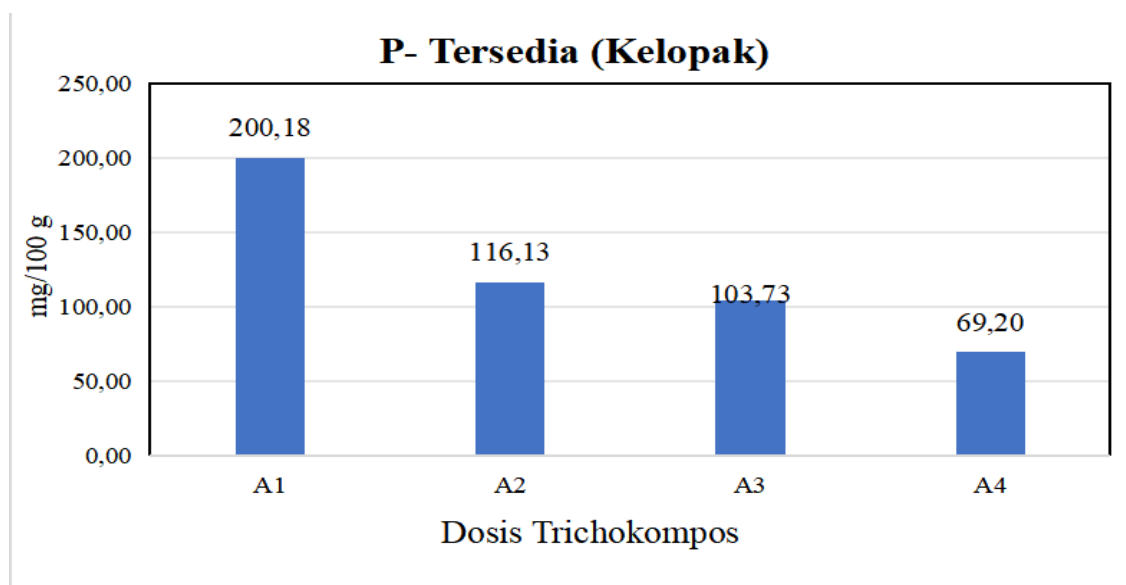
Kenaikan kembali P-total pada dosis lebih tinggi (A3: 30 t/ha dan A4: 35 t/ha) menunjukkan interaksi kompleks antara laju aplikasi dan dinamika P tanah yang berkaitan dengan kandungan bahan organik yang lebih tinggi mungkin memperkuat retensi dan ketersediaan P, meski tidak mencapai tingkat semula pada A1 (Chen *et al.*, 2022; Caione *et al.*, 2021). Pola ini sejalan dengan pemahaman bahwa pupuk organik dapat meningkatkan ketersediaan P dan pertumbuhan tanaman, tetapi juga menimbulkan risiko kehilangan P, terutama pada tanah dengan kandungan bahan organik tinggi (Chen *et al.*, 2022; Sun *et al.*, 2024). Selain itu, jenis bahan organik dan interaksinya dengan sifat tanah seperti pH dan kandungan bahan organik turut memengaruhi ketersediaan serta transformasi P, karena setiap bahan organik berdampak berbeda pada fraksi P dan kimia tanah (Kumar *et al.*, 2015; Sun *et al.*, 2024).

P Tersedia pada Tanah

Gambar 4. P-tersedia tanah yang diberi perlakuan dosis trichokompos A1 (20 ton/ha), A2 (25 ton/ha), A3 (30 ton/ha), dan A4 (35 ton/ha).

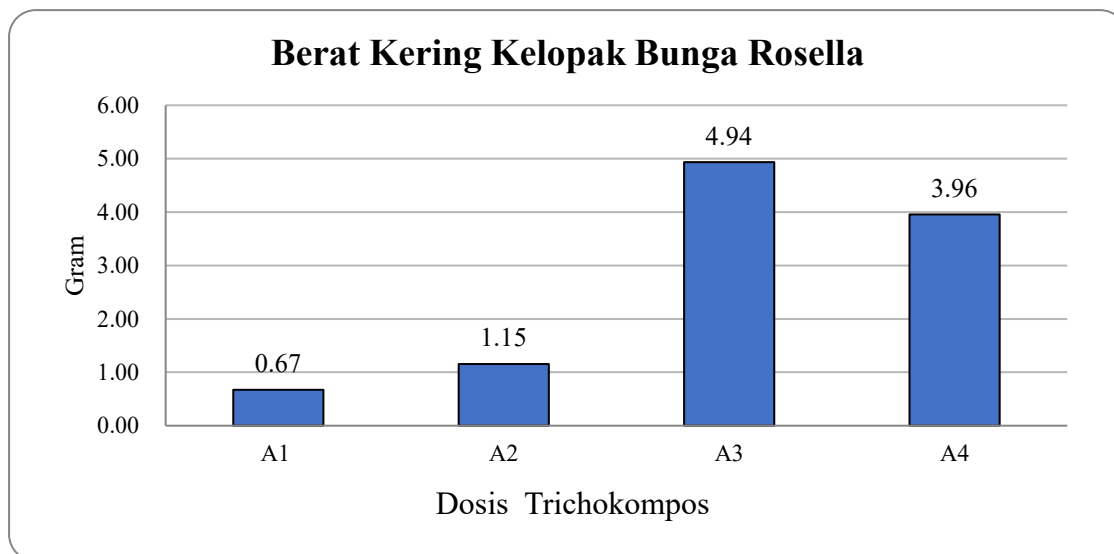
Gambar 4. memperlihatkan perubahan kadar P tersedia (mg/100 g tanah) setelah aplikasi empat dosis trichokompos. Dosis 20 t/ha (A1) menghasilkan P tersedia sebesar 0,19 mg/100 g, kemudian meningkat menjadi 0,23 mg/100 g pada dosis 25 t/ha (A2). Pada dosis 30 t/ha (A3), P tersedia sedikit menurun menjadi 0,22 mg/100 g, dan pada dosis tertinggi 35 t/ha (A4) kembali turun ke 0,19 mg/100 g, sama seperti nilai awal. Pola ini menunjukkan bahwa dosis A2 (25 t/ha) memberikan peningkatan ketersediaan fosfor terlarut di tanah secara optimal, sementara dosis yang lebih rendah atau lebih tinggi cenderung tidak menambah P tersedia. Penurunan kembali pada dosis tinggi kemungkinan disebabkan oleh peningkatan ikatan fosfor ke partikel tanah atau immobilisasi mikroba, sehingga konsentrasi P larut yang dapat diekstrak tidak terus meningkat seiring dengan dosis pupuk organik.

Aplikasi trichokompos, salah satu jenis kompos organik dapat meningkatkan ketersediaan fosfor (P) dalam tanah, yang sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Pola perubahan ketersediaan P pada berbagai dosis trichokompos sejalan dengan hasil beberapa penelitian mengenai kompos organik dan dinamika P. Kompos organik, termasuk trichokompos, meningkatkan kadar P tanah dengan cara memperbanyak populasi mikroba yang berperan dalam pelarutan dan mineralisasi P, seperti yang dilaporkan pada budidaya tebu, di mana aplikasi kompos organik meningkatkan kadar P tanah dan akumulasi P tanaman (Caione *et al.*, 2021). Efektivitas bahan organik padat dalam meningkatkan ketersediaan P juga didukung oleh temuan bahwa kompos kotoran sapi dan kambing secara signifikan menaikkan P tersedia dalam tanah dibandingkan bentuk cairnya (Banamtuan *et al.*, 2020). Namun, penurunan laju peningkatan P pada dosis tinggi, seperti yang diamati pada trichokompos, kemungkinan disebabkan oleh peningkatan penyerapan P pada partikel tanah atau immobilisasi oleh mikroba, yang membatasi kenaikan P ekstrak (Shigaki & Sharpley, 2011; Horta, 2019).

P pada Kelopak Bunga Rosella

Gambar 5. P-tersedia kelopak bunga rosella yang diberi perlakuan dosis trichokompos A1 (20 ton/ha), A2 (25 ton/ha), A3 (30 ton/ha), dan A4 (35 ton/ha).

Gambar 5 menunjukkan kadar fosfor tersedia (P-tersedia) dalam kelopak bunga rosella (mg/100 g) pada empat tingkat dosis trichokompos. Terlihat bahwa dosis terendah (A1, 20 t/ha) menghasilkan konsentrasi P-tersedia tertinggi, yaitu 200,18 mg/100 g, saat dosis naik ke 25 t/ha (A2), kadar ini menurun tajam menjadi 116,13 mg/100 g, dan terus berkurang pada dosis 30 t/ha (A3) menjadi 103,73 mg/100 g, pada dosis tertinggi (A4, 35 t/ha), P-tersedia dalam kelopak mencapai nilai paling rendah, yakni 69,20 mg/100 g. Pola ketersediaan fosfor pada kelopak rosella dengan berbagai dosis trichokompos di mana dosis terendah menghasilkan konsentrasi fosfor tertinggi dapat dijelaskan oleh beberapa faktor yang berkaitan dengan dinamika fosfor dalam sistem tanah dan tanaman. Efek dilusi, seperti yang telah disebutkan, menjadi salah satu penjelasan masuk akal, di mana peningkatan produksi biomassa pada dosis lebih tinggi menyebabkan distribusi fosfor yang lebih merata, sehingga konsentrasinya dalam bagian tanaman tertentu seperti kelopak menurun (Alam *et al.*, 2016). Temuan Alam *et al.* (2016) menunjukkan bahwa variasi tingkat fosfor secara signifikan memengaruhi parameter pertumbuhan tanaman, menegaskan bahwa kadar fosfor yang optimal sangat penting untuk memaksimalkan atribut tanaman tertentu (Alam *et al.*, 2016). Selain itu, bentuk fosfor dalam tanah memainkan peran krusial terhadap ketersediaannya bagi tanaman. Hal ini menegaskan bahwa ketersediaan fosfor anorganik seringkali terbatas pada jenis tanah tertentu, dan penambahan komponen fosfor yang dapat dimineralisasi meningkatkan nilai prediktif ketersediaan fosfor untuk penyerapan oleh tanaman (Juma, 2014).

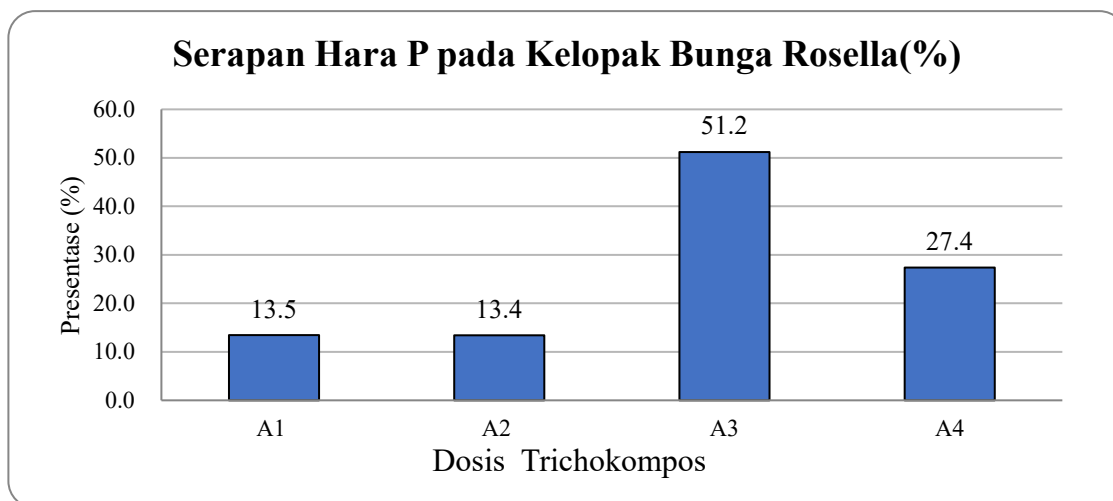
Berat Kering Kelopak Bunga Rosella

Gambar 6. Berat kering kelopak bunga rosella yang diberi perlakuan dosis trichokompos A1 (20 ton/ha), A2 (25 ton/ha), A3 (30 ton/ha), dan A4 (35 ton/ha).

Gambar 6 memperlihatkan pengaruh empat dosis trichokompos terhadap berat kering kelopak bunga rosella, pada dosis terendah (A1, 20 t/ha) berat kering rata-rata hanya 0,67 g per sampel, kemudian naik menjadi 1,15 g pada dosis 25 t/ha (A2). Kenaikan paling signifikan terjadi pada dosis 30 t/ha (A3), di mana berat kering kelopak melonjak hingga 4,94 g menunjukkan bahwa pada tingkat ini tanaman memanfaatkan unsur hara secara optimal untuk membentuk biomassa bunga. Namun, saat dosis dinaikkan lagi menjadi 35 t/ha (A4), berat kering justru menurun menjadi 3,96 g.

Peningkatan bobot kering kelopak rosella seiring dengan naiknya dosis trichokompos hingga 30 t/ha menunjukkan bahwa pada tingkat tersebut terjadi penyerapan hara yang optimal, hal ini selaras dengan prinsip umum penggunaan pupuk organik, yang mampu meningkatkan biomassa tanaman melalui perbaikan ketersediaan unsur hara dan aktivitas mikroba tanah. Temuan ini menegaskan adanya ambang dosis di atas mana penambahan pupuk tidak lagi memberikan manfaat pertumbuhan yang proporsional (Nurnawati *et al.*, 2024).

Serapan Hara P pada Kelopak Bunga Rosella



Gambar 7. Serapan hara P pada kelopak bunga rosella yang diberi perlakuan dosis trichokompos A1 (20 ton/ha), A2 (25 ton/ha), A3 (30 ton/ha), dan A4 (35 ton/ha).

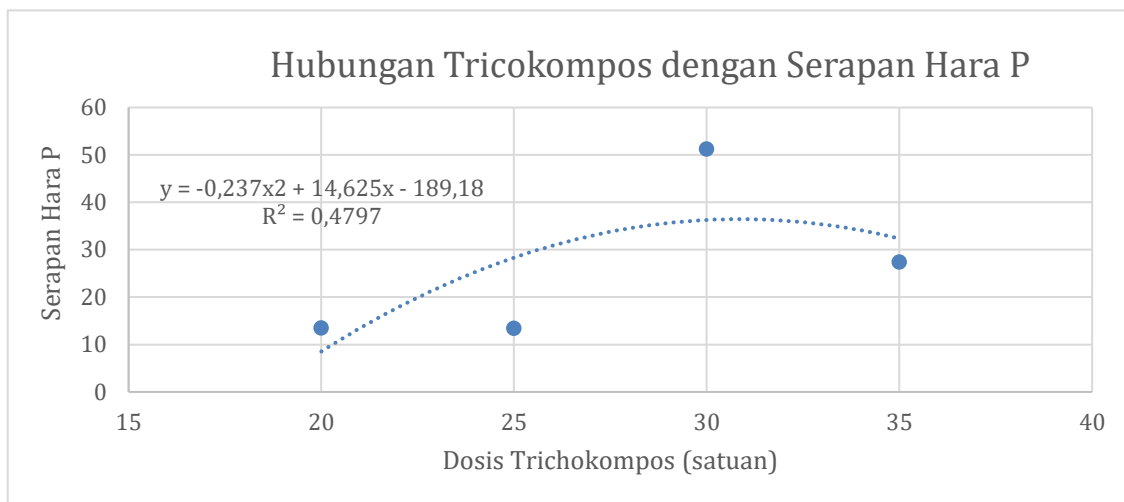
Gambar 7 mengenai serapan hara fosfor pada kelopak bunga rosella menunjukkan bahwa pada dosis trichokompos rendah, yakni 20 t/ha dan 25 t/ha, kadar terserap hanya berkisar 13,5 % dan 13,4 %. Ketika dosis dinaikkan menjadi 30 t/ha, persentase serapan melonjak drastis hingga mencapai 51,2 %, menandakan bahwa pada tingkat ini tanaman mampu memanfaatkan lebih dari setengah fosfor yang tersedia. Namun, peningkatan dosis lebih lanjut ke 35 t/ha justru menurunkan kadar terserap menjadi 27,4 %, kemungkinan akibat efek dilution di mana biomassa tanaman tumbuh lebih cepat dibanding peningkatan konsentrasi P, atau sebagian fosfor terikat dalam bentuk yang kurang mudah diserap. Dengan demikian, dosis 30 t/ha trichokompos tampak paling optimal untuk meningkatkan efisiensi penyerapan fosfor oleh kelopak bunga rosella.

Pengamatan tentang penyerapan fosfor (P) pada kelopak rosella dengan berbagai dosis trichokompos menunjukkan dinamika kompleks dalam proses penyerapan hara oleh tanaman. Pada dosis rendah trichokompos, yaitu 20 t/ha dan 25 t/ha, efisiensi penyerapan P hanya mencapai 13,5 % dan 13,4 %, yang kemungkinan besar disebabkan oleh keterbatasan mobilitas dan ketersediaan P di dalam tanah. Fosfor merupakan hara yang sangat kurang bergerak, sehingga proses difusi yang menjadi penentu laju penyerapan hara sering kali membatasi penyerapan P oleh akar tanaman (Amijee *et al.*, 1991). Peningkatan tajam efisiensi penyerapan hingga 51,2 % pada dosis 30 t/ha mengindikasikan tercapainya keseimbangan optimal antara sistem perakaran tanaman dan ketersediaan P di dalam tanah, yang mungkin didukung oleh peningkatan pertumbuhan akar serta mekanisme mobilisasi hara seperti eksudasi akar dan asosiasi mikoriza (Jungk & Claassen, 1989; Grant *et al.*, 2005).

Sebaliknya, peningkatan dosis lebih lanjut menjadi 35 t/ha menurunkan efisiensi penyerapan menjadi 27,4 %, yang dapat disebabkan oleh efek pengenceran di mana biomassa tanaman bertambah lebih cepat daripada konsentrasi P, atau oleh terbentuknya senyawa P yang kurang dapat diserap (Panten *et al.*, 2016; Grzebisz *et al.*, 2024). Fenomena ini sejalan dengan temuan bahwa kelebihan P justru dapat menurunkan efisiensi penyerapan akibat faktor lingkungan dan sifat tanah yang membatasi pertumbuhan akar serta ketersediaan hara (Grzebisz *et al.*, 2024). Selain itu,

interaksi mikroba terutama cendawan *Trichoderma* memiliki berperan penting dalam melarutkan bentuk P yang tidak tersedia, sehingga meningkatkan ketersediaan hara (Garcia-Lopez *et al.*, 2015). Sehingga dosis trichokompos 30 t/ha tampak memaksimalkan efisiensi penyerapan P melalui keseimbangan optimal antara berbagai interaksi tersebut, menegaskan pentingnya manajemen hara yang tepat dalam praktik pertanian (Suraimi *et al.*, 2024).

Hubungan Trichokompos dan Serapan Hara P



Gambar 8. Hubungan Trichokompos dan Serapan Hara P bunga rosella yang diberi perlakuan dosis trichokompos A1 (20 ton/ha), A2 (25 ton/ha), A3 (30 ton/ha), dan A4 (35 ton/ha).

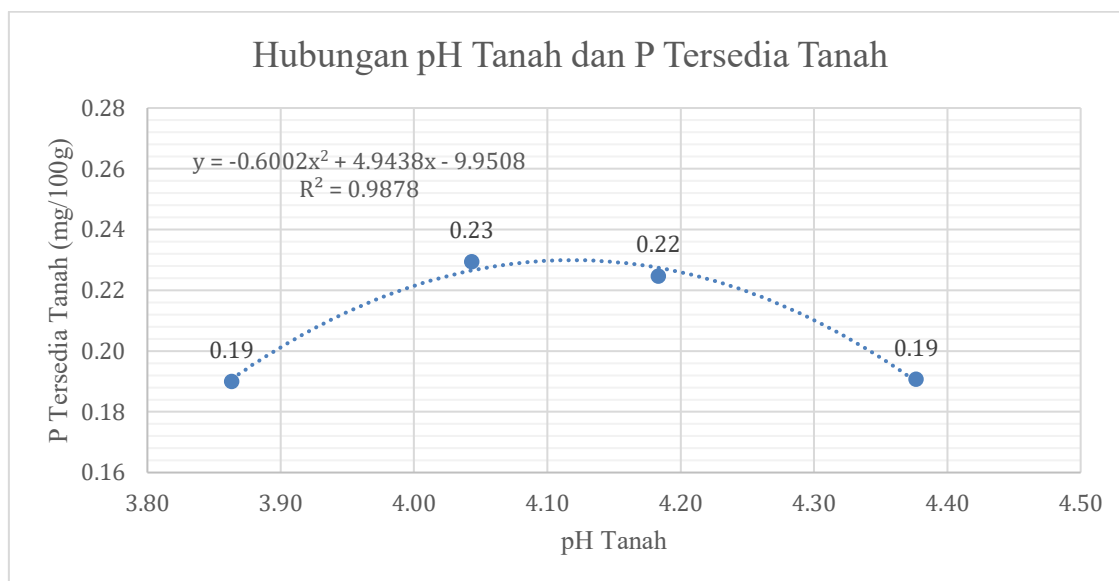
Pada penelitian ini, hasil korelasi menunjukkan bahwa hubungan antara dosis trichokompos dan serapan P mengikuti pola kuadratik: $y = -0,237 x^2 + 14,625x - 189,18$ dengan nilai $R^2 = 0,4797$. Kurva ini mengindikasikan bahwa hingga dosis tertentu, peningkatan trichokompos mendorong peningkatan serapan P, tetapi setelah melewati titik optimum, penambahan lebih lanjut justru menurunkan serapan. Sehingga didapat titik optimum trichokompos dengan serapan hara P berada di angka 30,85, titik optimum dapat dihitung dari turunan fungsi, menghasilkan dosis sekitar ~30 unit (satuan dalam penelitian) (Gambar 8). Nilai R^2 sebesar 0,4797 bahwa sekitar 47,97 % variasi serapan P dijelaskan oleh dosis kompos, sedangkan sisanya dipengaruhi banyak faktor lain. Dengan demikian, trichokompos memang berpengaruh terhadap serapan P, tetapi pengaruhnya tidak mutlak dan dipengaruhi interaksi kompleks dalam sistem tanah-tanaman. Menurut Verma *et al.*, (2017), pemberian kompos dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman dan serapan P, tetapi efeknya berbeda tergantung jenis kompos dan waktu aplikasi. Sementara itu, dalam studi tentang transformasi P di tanah, Pang *et al.*, (2024) menyebut bahwa fosfor yang diberikan sangat cepat mengalami adsorpsi atau fiksasi oleh mineral tanah, membatasi ketersediaannya bagi tanaman. Hasil penelitian ini konsisten dengan literatur bahwa aplikasi bahan organik tidak selalu linier dalam meningkatkan serapan unsur hara. Dengan demikian, pola kuadratik ini wajar muncul dalam banyak penelitian pemupukan organik.

Selanjutnya, penurunan serapan P pada dosis yang sangat tinggi kemungkinan disebabkan oleh beberapa mekanisme. Pertama, pada dosis tinggi, sebagian besar P dalam kompos dapat terikat (adsorpsi) oleh partikel tanah kebanyakan fosfat mudah diserap oleh oksida besi / aluminium di tanah asam atau tanah mineral. (Amadou *et al.*, 2022) menyebut bahwa ketersediaan P organik sangat dipengaruhi oleh bentuk P dan

sifat mineral tanah. Kedua, kelebihan kompos dapat meningkatkan kandungan bahan organik berlebih atau perubahan pH lokal yang mengganggu mobilitas P. Ketiga, proses mineralisasi mikroba mungkin terbatas, sehingga P organik dalam kompos belum seluruhnya tersedia bagi tanaman. Keempat, kompetisi dengan ion lain atau reaksi pembentukan senyawa P yang kurang tersedia.

Implikasi praktis dari hasil ini penting bagi rekomendasi pemupukan organik di lahan pertanian. Pertama, pemberian tricokompos dalam dosis optimum (~30 unit dalam penelitian ini) memberikan dosis yang sangat tinggi karena manfaat tambahan akan menurun atau bahkan merugikan. Kedua, untuk meningkatkan efisiensi penggunaan P, kombinasi antara kompos dan pupuk fosfat anorganik secara moderat bisa dipertimbangkan agar ketersediaan P lebih seimbang. Ketiga, perlu dilakukan analisis fraksi P (P tersedia, P organik, P terikat) sebelum dan sesudah perlakuan untuk menilai dinamika P dalam sistem tanah-kompos-tanaman. Keempat, penelitian lanjutan disarankan menguji kestabilan hubungan ini di berbagai jenis tanah, musim, dan genotipe tanaman. Kelima, pengelolaan mikroba tanah (misalnya penggunaan mikroba fosfat-solubilisator) juga dapat meningkatkan efisiensi P dalam kompos. Dengan demikian, pemberian tricokompos tidak boleh digeneralisasi dalam dosis tunggal, melainkan harus mempertimbangkan kondisi tanah dan tanaman setempat untuk menciptakan keseimbangan optimal antara suplai dan serapan P.

Hubungan pH Tanah dan P Tersedia Tanah



Gambar 9. Hubungan pH tanah dan P tersedia tanah bunga rosella yang diberi perlakuan dosis trichokompos A1 (20 ton/ha), A2 (25 ton/ha), A3 (30 ton/ha), dan A4 (35 ton/ha).

Gambar 9 memperlihatkan hubungan pH tanah dengan ketersediaan fosfor (P-tersedia) berdasarkan data perlakuan A1–A4 menunjukkan bahwa peningkatan pH tanah tidak selalu diikuti oleh peningkatan P-tersedia. Dalam data ini, perlakuan A2 dengan pH 4,04 menghasilkan P-tersedia tertinggi (0,23 mg/100 g), sedangkan perlakuan dengan pH lebih tinggi yaitu A3 (4,18) justru menunjukkan sedikit penurunan (0,22 mg/100 g). Perlakuan A1 (pH 3,86) dan A4 (pH 4,38) sama-sama menunjukkan nilai P-tersedia paling rendah (0,19 mg/100 g).

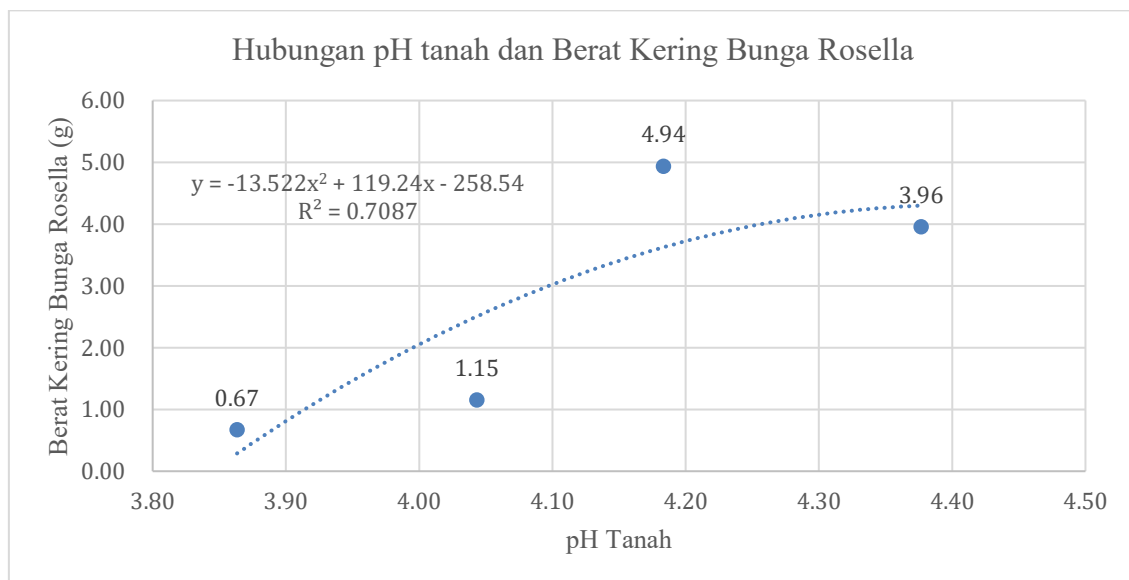
Temuan ini menunjukkan bahwa pH optimum pada P tersedia berada di angka 4,11 dalam rentang pH rendah hingga agak rendah (sekitar 3,8-4,4), pengaruh perubahan pH terhadap ketersediaan fosfor bersifat lemah, ini sejalan dengan beberapa penelitian terbaru yang menunjukkan bahwa pada tanah sangat asam atau peralihan asam ke agak asam, faktor selain pH (seperti kandungan besi/aluminium yang mengikat fosfor, kandungan bahan organik, aktivitas mikroba, atau jenis perlakuan pupuk/kompos) sangat mempengaruhi ketersediaan P (Li *et al.*, 2024; Zhao *et al.*, 2024).

Li *et al.* (2024) menemukan bahwa meskipun pH dan kandungan bahan organik memiliki korelasi dengan P tersedia, variabilitas ruang dan waktu sangat besar sehingga hubungan pH–P tersedia tidak selalu kuat. Hasil meta-analisis Zhao *et al.* (2024) juga menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik dan kimia dapat secara signifikan meningkatkan P tersedia, tetapi efeknya sangat tergantung pada jenis pupuk, durasi aplikasi, dan kondisi tanah termasuk pH.

Analisis regresi linear dari data menghasilkan kemiringan yang sangat kecil (mendekati nol atau sedikit negatif), yang berarti bahwa kenaikan pH tanah dalam rentang yang diamati (dari ~3,86 ke ~4,38) cenderung sedikit menurunkan P-tersedia, walaupun efeknya sangat lemah.

Hasil ini konsisten dengan teori dan hasil riset modern bahwa meskipun pH tanah adalah salah satu faktor penting dalam ketersediaan fosfor, hubungan linear yang kuat hanya muncul ketika pH mencapai kisaran optimal (seringkali mendekati sedikit asam ke netral, misalnya pH ~5,5-7). Dalam kondisi pH rendah, fosfor sangat dipengaruhi oleh adsorpsi ke oksida Fe/Al dan bentuk fosfor non-larut Smith *et al.* (2025) menyebut bahwa kapasitas retensi fosfor di tanah asam membatasi peningkatan ketersediaan fosfor meskipun pemberian pupuk fosfat atau amendemen dilakukan.

Hubungan pH Tanah dan Berat Kering Kelopak Bunga Rosella



Gambar 10. Hubungan pH tanah dan berat kering kelopak bunga rosella yang diberi perlakuan dosis trichokompos A1 (20 ton/ha), A2 (25 ton/ha), A3 (30 ton/ha), dan A4 (35 ton/ha).

Gambar 10 menunjukkan hubungan antara pH tanah dan berat kering kelopak bunga rosella pada beberapa perlakuan (A1–A4). Secara umum terlihat bahwa perlakuan dengan pH tanah yang lebih tinggi cenderung menghasilkan berat kering kelopak rosella

yang lebih besar. Perlakuan A1 (pH 3,86) menghasilkan berat kering kelopak terendah (0,67 g), perlakuan A2 (pH 4,04) meningkat menjadi 1,15 g, perlakuan A3 (pH 4,18) tertinggi yaitu 4,94 g, sedangkan perlakuan A4 (pH 4,38) menunjukkan penurunan menjadi 3,96 g.

Pola ini mengindikasikan bahwa kenaikan pH tanah pada kisaran asam rendah sampai sedang cenderung meningkatkan berat kering kelopak rosella, sehingga didapati titik optimum pH optimal yaitu berada di angka 4,40, namun setelah melewati titik optimum, berat kering mengalami penurunan. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian terbaru yang menyebutkan bahwa peningkatan pH tanah dalam kisaran optimum dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara sehingga memperbaiki pertumbuhan vegetatif tanaman (Rahmawati *et al.*, 2022; Putra & Sari, 2023). Penelitian lain juga melaporkan bahwa penggunaan bahan organik seperti trichokompos mampu meningkatkan pH tanah dan selanjutnya meningkatkan biomassa tanaman (Wijayanti *et al.*, 2021; Jahan *et al.*, 2024).

Grafik dengan garis linear menunjukkan arah hubungan antara pH tanah dan berat kering kelopak bunga rosella. Garis regresi linear yang diperoleh menunjukkan slope positif, yang artinya semakin tinggi pH tanah cenderung meningkatkan berat kering kelopak bunga rosella. Meskipun demikian, pada perlakuan A4 (pH 4,38) terjadi penurunan berat kering dibandingkan A3 (pH 4,18) sehingga hubungan tersebut tidak sepenuhnya linier sempurna. Hal ini mengindikasikan bahwa respon tanaman terhadap pH tanah bersifat optimum di mana pada pH rendah tanaman tidak tumbuh optimal, pada pH sedang tanaman menunjukkan pertumbuhan maksimum, dan pada pH lebih tinggi terjadi penurunan. Fenomena ini konsisten dengan literatur bahwa pH tanah berpengaruh besar pada kelarutan dan ketersediaan unsur hara esensial sehingga berdampak langsung pada pembentukan biomassa (Nugroho *et al.*, 2021; Jahan *et al.*, 2024).

Kesimpulan

Terdapat pengaruh dosis trichokompos yang berbeda terhadap efisiensi serapan fosfor (P) pada kelopak bunga rosella. Dosis 30 t/ha memberikan penyerapan tertinggi sebesar 51,2 %, sedangkan dosis lebih rendah (20 t/ha dan 25 t/ha) hanya menghasilkan efisiensi sekitar 13–14 %, dan dosis tertinggi (35 t/ha) menurunkan efisiensi menjadi 27,4 %. Hal ini menunjukkan bahwa dosis 30,85 adalah tingkat optimal untuk memaksimalkan serapan P oleh tanaman rosella. Dosis trichokompos dapat meningkatkan produksi bunga rosella, ditunjukkan dari berat kering kelopak. Peningkatan berat kering terlihat signifikan pada dosis 30 t/ha (4,94 g/sampel), lebih tinggi dibandingkan dosis 20 t/ha (0,67 g), 25 t/ha (1,15 g), dan 35 t/ha (3,96 g). Dengan demikian, dosis 30,85 memberikan kondisi nutrisi paling optimal untuk pembentukan biomassa bunga rosella pada tanah ultisol. Dosis trichokompos berpengaruh nyata terhadap produksi bunga rosella, khususnya berat kering kelopak. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan pada dosis 30 t/ha dengan rata-rata berat kering kelopak mencapai 4,94 g/sampel, lebih tinggi dibandingkan dosis 20 t/ha (0,67 g), 25 t/ha (1,15 g), dan 35 t/ha (3,96 g). Hal ini mengindikasikan bahwa dosis 30,85 merupakan kondisi paling optimal untuk mendukung pembentukan biomassa bunga rosella pada tanah ultisol.

Daftar Pustaka

Alam, H., Razaq, M., Salahuddin, & Khan, J. (2016). Effect of organic and inorganic phosphorus on growth of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Journal of Northeast*

Agricultural University (English Edition), 23(3), 23–30.
[https://doi.org/10.1016/s1006-8104\(16\)30055-1](https://doi.org/10.1016/s1006-8104(16)30055-1).

- Altomare, C., Norvell, W. A., Björkman, T. H. O. M. A. S., & Harman, G. (1999). Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth-promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai 1295-22. *Applied and environmental microbiology*, 65(7), 2926-2933.
- Amadou, I., et al. (2022). "Role of soil minerals on organic phosphorus availability" Journal.
- Bernert, M. R., Eschemback, V., Jadoski, S. O., dos Santos Lima, A., & Pott, C. A. (2015). Characteristics of pH and electrical conductivity on the fertigation management. *Applied Research & Agrotechnology*, 8(1), 80-87.
- Caione, G., de Mello Prado, R., de Lima Vasconcelos, R., de Souza Junior, J. P., Campos, C. N. S., Moda, L. R., & Castellanos González, L. (2021). Phosphorus sources combined with doses of organic compost increased the population of soil microorganisms and P level in the soil and plant and the dry matter of sugarcane. *Sugar Tech*, 23(1), 130-138.
- Chen, M., Wang, X., Ding, X., Liu, L., Wu, L., & Zhang, S. (2023). Effects of organic fertilization on phosphorus availability and crop growth: Evidence from a 7-year fertilization experiment. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 69(11), 2092-2103.
- Chen, X. (2021). Thriving at Low pH: Adaptation Mechanisms of Acidophiles. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.96620>
- Cherie, D. A. (2022). Determination and correlation of pH and electrical conductivity of Assosa Agricultural Research Center Sites Soil. *Asian J. Soil Sci*, 6(3), 6-10.
- Hashemimajd, K., Farani, T. M., & Jamaati-e-Somarin, S. (2012). Effect of elemental sulphur and compost on pH, electrical conductivity and phosphorus availability of one clay soil. *African Journal of Biotechnology*, 11(6), 1425-1432.
- Hermosa, R., Viterbo, A., Chet, I., & Monte, E. (2012). Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. *Microbiology*, 158(1), 17-25.
- Jungk, A., & Claassen, N. (1989). Availability in soil and acquisition by plants as the basis for phosphorus and potassium supply to plants. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 152(2), 151-157.
- Lynch, J. P. (2011). Root phenes for enhanced soil exploration and phosphorus acquisition: tools for future crops. *Plant physiology*, 156(3), 1041-1049.
- Mirete, S., Morgante, V., & González-Pastor, J. E. (2017). Acidophiles: Diversity and Mechanisms of Adaptation to Acidic Environments (pp. 227–251). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-48327-6_9
- Nurnasari, E., & Khuluq, A. D. (2017). Potensi diversifikasi rosela herbal (*Hibiscus Sabdariffa* L.) untuk pangan dan kesehatan.

- Pang, F., *et al.* (2024) "Soil phosphorus transformation and plant uptake driven by" PMC / NCBI.
- Shen, J., Yuan, L., Zhang, J., Li, H., Bai, Z., Chen, X., ... & Zhang, F. (2011). Phosphorus dynamics: from soil to plant. *Plant physiology*, 156(3), 997-1005.
- Sun, K., Cui, Y. T., Li, S. J., Wei, B. L., Wang, Y., Yang, H. B., ... & Zhang, W. (2024). Effects of Application of Different Organic Materials on Phosphorus Accumulation and Transformation in Vegetable Fields. *Huan Jing ke Xue= Huanjing Kexue*, 45(5), 2871-2880.
- Trushina, N., Levin, M., Mukherjee, P. K., Mukherjee, P. K., & Horwitz, B. A. (2013). PacC and pH-dependent transcriptome of the mycotrophic fungus *Trichoderma virens*. *BMC Genomics*, 14(1), 138. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-14-138>
- Zoz, T., do Carmo Lana, M., Steiner, F., Frandoloso, J. F., & Fey, R. (2009). Influência do pH do solo e de fertilizantes fosfatados sobre a adsorção de fósforo em latossolo vermelho. *Synergismus scyentifica UTFPR*, 4(1).