

Efektivitas Pupuk Organik Cair dan Nanosilika terhadap Produksi dan Kualitas Bawang Merah (*Allium cepa* L.)

The Effectiveness of Nanotechnology Based Liquid Organic Fertilizer and Nanosilica on Shallot (*Allium cepa* L.) Production and Its Quality

*¹Nina Dwi Lestari, ¹Meita Kusuma Irawati, ²Ieke Wulan Ayu, ¹Yulia Nuraini

¹Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

²Program Studi Agroekoteknologi, Universitas Samawa, NTB, Indonesia

DOI: [10.34145/agriekstensia.v24i2.3790](https://doi.org/10.34145/agriekstensia.v24i2.3790)

Published online: Desember 2025

Accepted for publication: Juli 2025

ABSTRAK

Penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan dapat menurunkan pH dan kandungan bahan organik tanah. Pupuk organik cair dapat meningkatkan ketersediaan hara melalui aktivitas mikroorganisme di dalamnya. Selain itu, pupuk silika berperan dalam menstimulasi fotosintesis, memperkuat jaringan tanaman, dan mengurangi transpirasi. Aplikasi teknologi nano pada POC dan silika dapat meningkatkan efisiensi pemupukan karena diaplikasikan dalam dosis rendah dan mudah diserap tanaman. Penelitian bertujuan untuk menganalisis pengaruh POC berteknologi nano dan nanosilika terhadap produksi tanaman bawang merah (*Allium cepa* L.). Penelitian dilakukan pada November 2024–Maret 2025 di Desa Junrejo, Kota Batu, menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan enam perlakuan dan empat ulangan. Variabel yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah umbi, berat kering umbi, *Lenght Root Volume*, *Dry Root Volume*, dan serapan fosfor tanaman.. Hasil menunjukkan bahwa perlakuan P5 (POC nano, nanosilika, dan pupuk anorganik) memberikan hasil terbaik terhadap tinggi tanaman sebesar 33 cm, jumlah daun sebanyak 30 helai, jumlah umbi sebanyak 1253 buah/m², berat kering umbi sebesar 2787 g/m², *Lenght root volume* sebesar, *Dry root volume* sebesar, dan serapan fosfor tanaman sebesar 1,84 g/tanaman. Strategi pemupukan ini efektif dalam meningkatkan efisiensi pemupukan dan produksi bawang merah.

Kata Kunci: Bawang Merah, Pupuk Organik Cair Berteknologi Nano, Nanosilika, Kualitas Produksi Bawang Merah.

ABSTRACT

However, excessive use of inorganic fertilizers can lead to a decline in soil pH and organic matter content. Liquid organic fertilizer enhances nutrient availability through the activity of beneficial microorganisms. In addition, silica fertilizer functions to stimulate photosynthesis, strengthen plant tissues, and reduce transpiration. The application of nanotechnology to LOF and silica can improve fertilizer efficiency, as it allows nutrients to be applied in smaller doses and be more readily absorbed by plants. This study aimed to evaluate the effect of nano-LOF and nanosilica on shallot production. The experiment was conducted from November 2024 to March 2025 in Junrejo Village, Batu City, East Java, using a Randomized Complete Block Design with six treatments and four replications. The observed variables included plant height, number of leaves, number of bulbs, dry bulb weight, length root volume, dry root volume, and plant phosphorus uptake. The results showed that the combination of nano-LOF, nanosilica, and inorganic fertilizers (P5) produced the best results: 33 cm plant height, 30 leaves, 1253 bulbs/m², 2787 g/m² dry bulb weight, and 1.84 g/plant phosphorus uptake. This fertilization strategy effectively improves nutrient efficiency and shallot productivity.

Keywords: Shallot, Nanotechnology Based Liquid Organic Fertilizer, Nanosilica, Shallot Productivity and Its Quality.



PENDAHULUAN

Pupuk berperan penting dalam memenuhi kebutuhan hara tanaman untuk mendukung pertumbuhan dan produksi yang optimal (Labibah dkk., 2024). Penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan dapat menurunkan pH dan kandungan bahan organik tanah (Permana dkk., 2018). Hal ini berdampak pada terganggunya keseimbangan kesuburan tanah, sehingga diperlukan alternatif pemupukan yang lebih ramah lingkungan.

Solusi yang ditawarkan yaitu penggunaan pupuk organik cair dan nanosilika. Pupuk organik cair mampu meningkatkan ketersediaan hara melalui aktivitas mikroorganisme seperti bakteri pelarut fosfat (BPF), serta mengandung unsur hara makro, mikro, dan hormon tumbuh yang mudah diserap tanaman (Alfiah dkk., 2018). Selain itu, silika juga berperan penting sebagai unsur hara non-esensial yang menguntungkan karena mampu memperkuat jaringan tanaman, menstimulasi fotosintesis, serta meningkatkan ketersediaan fosfor dengan cara menurunkan kemasaman tanah dan menjerap ion Fe^{3+} (Siregar dkk., 2020). Ketersediaan silika di tanah cenderung menurun akibat pengelolaan lahan yang intensif, sehingga aplikasinya menjadi penting (Yuniarti dkk., 2017).

Inovasi teknologi nano dalam bidang pertanian memungkinkan pupuk organik cair dan silika diaplikasikan dalam bentuk partikel berukuran 1–100 nm yang lebih mudah diserap tanaman (Indrayana, 2019). Teknologi ini mempercepat dekomposisi bahan organik, meningkatkan aktivitas BPF, dan mempercepat pelepasan fosfor terikat (Mujahid dkk., 2018). Peranan unsur fosfor sangat penting bagi tanaman seperti bawang merah, serta adanya penurunan produksi karena penurunan kesuburan tanah, maka dilakukan penelitian untuk mengkaji pengaruh pupuk organik cair berteknologi nano dan nano silika terhadap produksi bawang merah.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada November 2024-Maret 2025 di Lahan Percobaan Desa Junrejo, Kecamatan Junrejo, Kota Batu, Jawa Timur. Analisis tanah dan tanaman dilaksanakan di laboratorium kimia dan biologi Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.

Metode

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 6 perlakuan dan 4 kali ulangan, sehingga terdapat 24 unit percobaan, yaitu: P0 = tanpa perlakuan/kontrol, P1 = POC berteknologi nano, P2 = Nanosilika, P3: Pupuk anorganik, P4: POC berteknologi nano dan nanosilika, serta P5: POC berteknologi nano, nano silika, dan pupuk anorganik. Tahapan penelitian meliputi pengambilan sampel tanah, analisis dasar tanah, persiapan lahan, penanaman, penyulaman, pemupukan, pemeliharaan tanaman, pengamatan parameter pertumbuhan tanaman, pemanenan, pengamatan parameter produksi tanaman, pengambilan sampel tanaman dan tanah, analisis kimia tanaman dan tanah, serta analisis biologi tanah. Tanah diolah sebelum penanaman dan diaplikasikan pupuk kandang sapi 7 hari sebelum penanaman dan aplikasi pupuk SP-36 3 hari sebelum tanam. Bibit bawang merah varietas Tajuk dipotong 1/3 bagian dan ditanam pada tiap petak lahan. Jarak tanam yang digunakan yaitu 10 x 10 cm sebanyak 1 umbi per lubang. Petak lahan berukuran 50 x 70 cm. Penyulaman dilakukan pada 1 MST. Pemupukan menggunakan POC Bio-7 dengan cara penyuntikan pada 1-5 MST, pemupukan nanosilika dengan cara dikocor pada 2-6 MST, dan pupuk anorganik (SP-36, urea, ZA, dan KCl) diaplikasikan dengan cara larikan yang dilakukan sesuai jadwal. Perawatan mencakup penyiraman harian dan penyiangan gulma. Pengamatan pertumbuhan tanaman meliputi tinggi tanaman dan jumlah daun yang diamati pada 2-8 MST. Pengamatan produksi tanaman meliputi jumlah umbi dan berat kering umbi. Analisis akar dilakukan dengan mengukur *Length Root Volume*, dan *Dry Root Volume*. Sampel tanah dan tanaman dilakukan analisis kimia yang terdiri dari pH H_2O tanah, C-Organik, P-Total, P-Tersedia dan Serapan Fosfor tanaman. Analisis biologi yang dilakukan yaitu perhitungan total populasi bakteri dan populasi bakteri pelarut fosfat. Data pengamatan yang diperoleh di lapang dan laboratorium kemudian ditabulasi pada *Microsoft Excel* dan dianalisis menggunakan uji F (*Analysis of Variance*) taraf 5% menggunakan R Studio. Hasil penelitian yang menunjukkan pengaruh nyata, akan dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada tingkat 5% untuk mengetahui hubungan antar parameter. Data yang didapat

selanjutnya dilakukan uji korelasi dan parameter yang memiliki keterkaitan selanjutnya dilakukan uji regresi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Inceptisol Batu

Analisis dasar tanah dilakukan pada saat sebelum penanaman yang bertujuan untuk mengetahui adanya perbedaan tanah setelah dilakukan pengaplikasian berbagai perlakuan pemupukan. Tanah berasal dari Desa Junrejo, Kecamatan Junrejo, Kota Batu, Jawa Timur yang diklasifikasikan sebagai ordo Inceptisol dengan tekstur berlempung. Hasil analisis menunjukkan tanah Inceptisol Batu memiliki pH H₂O agak masam (6,39), C-Organik rendah (1,16%), P-total tinggi (16,40 mg/kg), P-Tersedia sedang (13,74 ppm), total populasi bakteri sebesar $3,1 \times 10^6$ CFU/g, dan populasi bakteri pelarut fosfat $2,9 \times 10^6$ CFU/g. pH dan C-Organik dipengaruhi oleh pengaplikasian pupuk anorganik yang intensif dan tidak terdapat masukan bahan organik. Rendahnya populasi bakteri disebabkan oleh ketersediaan bahan organik yang terdapat di tanah. Hal ini sesuai dengan hasil wawancara dengan petani Desa Junrejo yang menyatakan bahwa pupuk yang diaplikasikan yaitu pupuk SP-36, urea, KCl, dan ZA.

Karakteristik Pupuk

Pupuk organik cair berteknologi nano yang digunakan berasal dari limbah sayur yang diambil cairannya. Selanjutnya, cairannya dilakukan proses nano dan *particle size analyzer* untuk mengukur partikel terlarut. Rerata ukuran partikel pupuk organik cair yang digunakan yaitu 1024 μm . Nanosilika berasal dari mineral silika yang telah diproses dengan teknologi nano. Partikel nanosilika berukuran 0,197 μm .

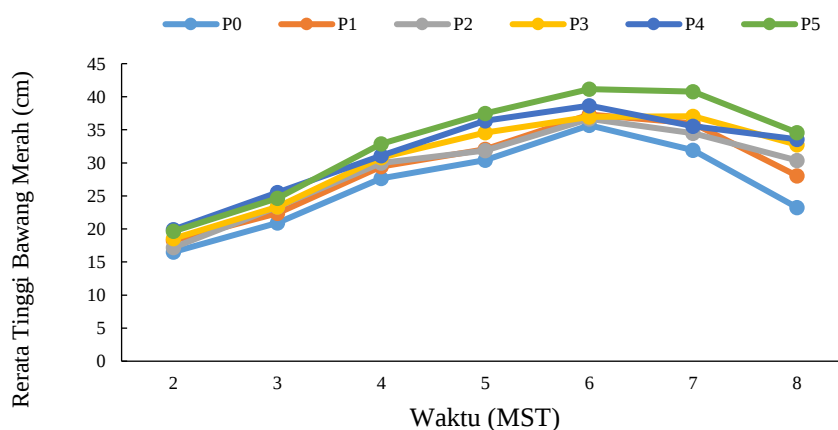
Pertumbuhan Tanaman Bawang Merah (*Allium cepa* L.)

Tinggi Tanaman

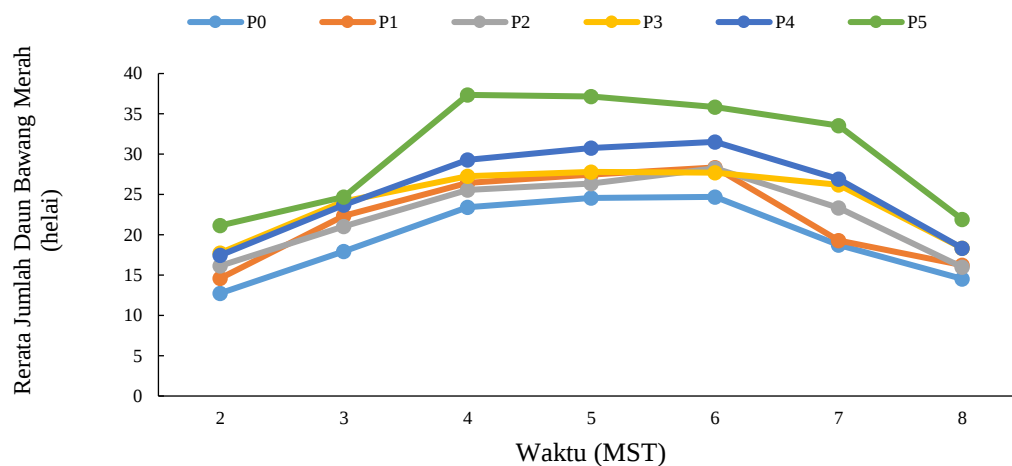
Pengamatan tinggi tanaman dilakukan pada saat tanaman berumur 2 MST-8 MST. Hasil analisis statistik tinggi tanaman terdapat pada Gambar 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik cair berteknologi nano, nanosilika, dan pupuk anorganik berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman bawang merah pada 2-8 MST.

Perlakuan P5 menghasilkan tinggi tanaman terbaik yaitu 40,75 cm sedangkan P0 menghasilkan tinggi terendah yaitu 31,9 cm pada 7 MST. Pupuk organik cair berteknologi nano, nano silika, dan pupuk anorganik meningkatkan tinggi tanaman bawang merah karena efisiensi penyerapan hara yang tinggi. Kandungan hormon pertumbuhan dan bakteri *Pseudomonas sp.* dalam pupuk organik cair merangsang pemanjangan batang tanaman (Noviani, 2022). Penambahan silika berperan dalam meningkatkan efisiensi fotosintesis dan mendorong pembelahan serta pemanjangan sel, sehingga pertumbuhan tinggi tanaman dapat optimal (Sholihah dan Hamawi, 2024).

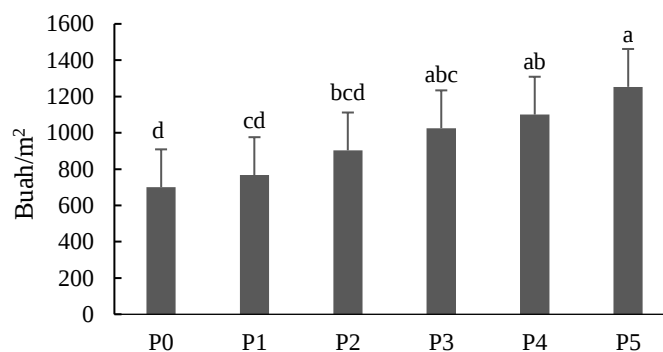
Gambar 1. Rata-rata Tinggi Tanaman Bawang Merah pada 2-8 MST



Sumber: Data Diolah

Gambar 2. Rata-rata Jumlah Daun Bawang Merah pada 2-8 MST

Sumber: Data Diolah

Gambar 3. Jumlah Umbi Tanaman 8 MST

Sumber: Data Diolah

Jumlah Daun

Pengamatan jumlah daun dilakukan pada saat tanaman berumur 2 MST-8 MST. Hasil analisis statistik jumlah daun terdapat pada Gambar 2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik cair berteknologi nano, nanosilika, dan pupuk anorganik berpengaruh nyata terhadap jumlah daun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik cair berteknologi nano, nano silika, dan pupuk anorganik berpengaruh nyata terhadap jumlah daun bawang merah pada 2-8 MST. Perlakuan P5 menghasilkan jumlah daun tertinggi yaitu 33 helai, sedangkan P0 menghasilkan jumlah daun terendah yaitu 19 helai pada 5 MST. Penambahan silika meningkatkan ketebalan kutikula, menurunkan laju transpirasi, dan memperbaiki efisiensi fotosintesis, sehingga mendukung pertumbuhan jumlah daun (Putri dkk., 2022). Selain itu, pupuk organik cair mengandung zat pengatur tumbuh tanaman yang dapat membantu pembelahan dan pemanjangan sel daun, sehingga jumlah daun meningkat (Aziza dkk., 2022).

Produksi Tanaman

Jumlah Umbi

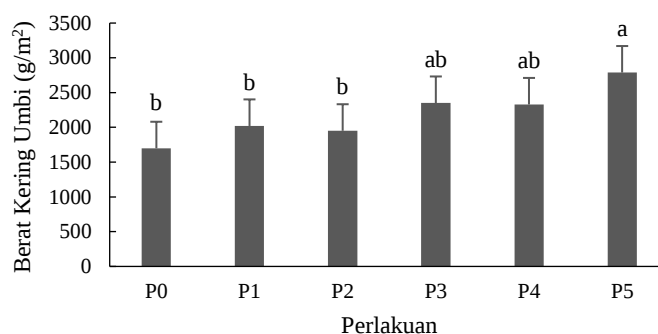
Pengamatan jumlah umbi dilakukan pada saat tanaman 8 MST atau pemanenan. Hasil analisis statistik jumlah umbi terdapat pada Gambar 3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik cair berteknologi nano, nanosilika, dan pupuk anorganik berpengaruh nyata terhadap jumlah umbi bawang merah. Perlakuan P5 menghasilkan jumlah umbi tertinggi sebesar 1253 buah/m² dan perlakuan P0 menghasilkan jumlah umbi terendah sebesar 700 buah/m². Pengaplikasian pupuk organik cair berteknologi nano, nano silika, dan pupuk anorganik memberikan unsur hara lengkap yang memacu fotosintesis dan mendukung translokasi hasil fotosintat ke seluruh organ tanaman.

Kandungan mikroorganisme seperti *Bacillus sp.* dan *Pseudomonas sp.* dalam pupuk organik cair merangsang pembelahan sel, meningkatkan ketersediaan hara, dan mendukung sintesis karbohidrat untuk pembentukan umbi. Fosfor dalam pupuk memiliki peran penting dalam sintesis ATP, protein, DNA, RNA, serta pembentukan akar dan fotosintesis, yang berdampak pada peningkatan jumlah umbi bawang merah (Fatirahma dan Kertosono, 2020). Aplikasi silika memperkuat dinding sel, meningkatkan fotosintesis, dan ketahanan tanaman, yang berkontribusi dalam pembentukan umbi (Sholihah dan Hamawi, 2024).

Berat Kering Umbi

Pengamatan berat kering umbi bawang merah dilakukan pada saat tanaman 8 MST atau pemanenan. Hasil analisis statistik berat kering umbi terdapat pada Gambar 4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik cair berteknologi nano, nanosilika, dan pupuk anorganik berpengaruh nyata terhadap berat kering umbi bawang merah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik cair berteknologi nano, nano silika, dan pupuk anorganik berpengaruh nyata terhadap berat kering umbi bawang merah. Perlakuan P5 menghasilkan jumlah umbi tertinggi sebesar 2787 g/m² dan perlakuan P0 menghasilkan jumlah umbi terendah sebesar 1698 g/m². Pupuk organik cair berteknologi nano mengandung partikel berukuran kecil dengan luas permukaan besar yang meningkatkan efisiensi penyerapan hara, mendukung fotosintesis, serta akumulasi bahan organik dalam umbi yang berkontribusi pada peningkatan berat kering bawang merah. Kandungan *Bacillus sp.* dan *Pseudomonas sp.* di dalam POC berperan dalam fiksasi hara, produksi hormon pertumbuhan seperti IAA dan giberelin, serta pelarutan fosfat terikat menjadi tersedia, yang berdampak pada pertumbuhan akar dan peningkatan biomassa tanaman (Gau dan Qadri, 2023). Selain itu, aplikasi nano silika memperkuat dinding sel dan meningkatkan ketahanan terhadap stres, sehingga fotosintesis berlangsung optimal dan berdampak positif pada berat kering umbi (Moeljani dkk., 2022).

Gambar 2. Berat Kering Umbi Bawang Merah 8 MST



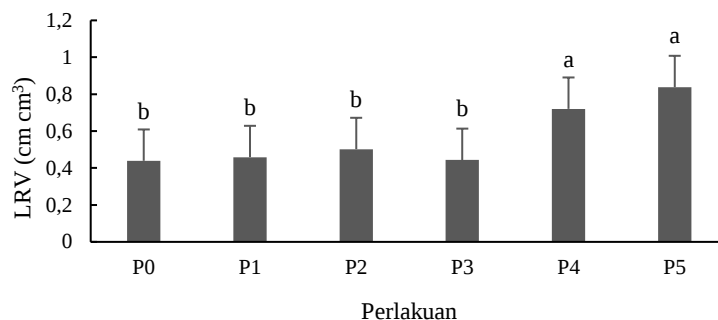
Sumber: Data Diolah

Perakaran Tanaman

Lenght Root Volume (LRV)

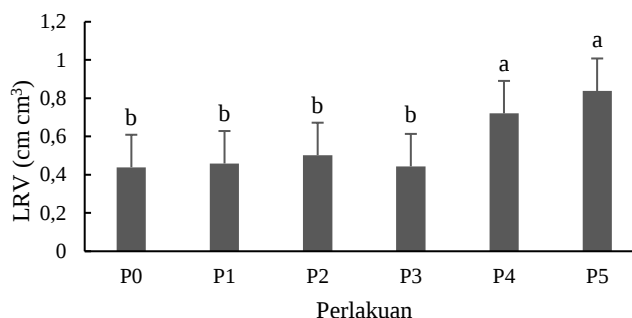
Pengamatan *Lenght Root Volume* dilakukan pada saat tanaman berumur 8 MST. Hasil analisis statistik *Lenght Root Volume* terdapat pada Gambar 5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik cair berteknologi nano, nanosilika, dan pupuk anorganik berpengaruh nyata terhadap *Lenght Root Volume*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik cair berteknologi nano, nano silika, dan pupuk anorganik berpengaruh nyata terhadap berat kering umbi bawang merah. Perlakuan P5 menghasilkan LRV tertinggi sebesar 0,838 cm cm³ dan perlakuan P0 menghasilkan LRV terendah sebesar 0,439 cm cm³. Penambahan bahan organik melalui pupuk organik cair memperbaiki struktur tanah, meningkatkan daya ikat air dan hara, serta menciptakan kondisi tanah yang mendukung pertumbuhan akar seperti suhu, aerasi, dan ketersediaan air dan unsur hara (Wahyuningtyas dkk., 2022). Fosfor berperan penting dalam merangsang pertumbuhan akar melalui peningkatan suplai fotosintat dan perluasan zona perkembangan akar. Selain itu, aplikasi nanosilika memperkuat dinding sel dan meningkatkan efisiensi penyerapan air dan hara, termasuk fosfor, sehingga mendukung sistem perakaran yang lebih panjang dan efisien (Gian dkk., 2021).

Gambar 3. Length Root Volume 8 MST



Sumber: Data Diolah

Gambar 6. Dry Root Volume 8 MST



Sumber: Data Diolah

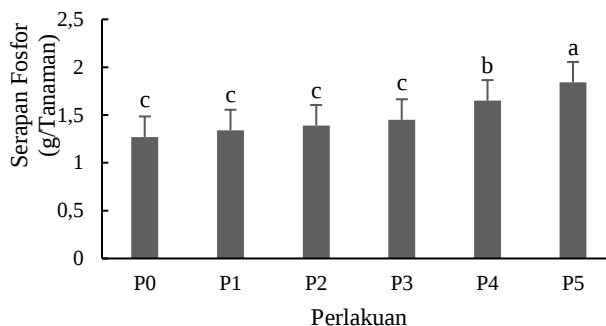
Dry Root Volume (DRV)

Pengamatan *Dry Root Volume* dilakukan pada saat tanaman berumur 8 MST. Hasil analisis statistik *Dry Root Volume* terdapat pada Gambar 6. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik cair berteknologi nano, nanosilika, dan pupuk anorganik berpengaruh nyata terhadap *Dry Root Volume*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik cair berteknologi nano, nano silika, dan pupuk anorganik berpengaruh nyata terhadap berat kering umbi bawang merah. Perlakuan P5 menghasilkan DRV tertinggi sebesar 0,000483 g cm³ dan perlakuan P0 menghasilkan DRV terendah sebesar 0,000227 g cm³. Pengaplikasian pupuk organik cair berteknologi nano, nano silika, dan pupuk anorganik memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan *Dry Root Volume* (DRV) bawang merah, karena ketiga pupuk tersebut mampu meningkatkan ketersediaan fosfor yang berperan dalam mempercepat pertumbuhan akar (Triadiawarman dkk., 2022). Berat kering akar mencerminkan efisiensi distribusi hasil fotosintesis melalui jaringan pengangkut ke organ bawah tanah dan menunjukkan keseimbangan antara tajuk dan akar tanaman. Selain itu, aplikasi nano silika meningkatkan efisiensi fotosintesis melalui penguatan struktur jaringan daun dan peningkatan penyerapan cahaya, yang secara tidak langsung mendorong peningkatan berat kering akar (Sari dkk., 2017).

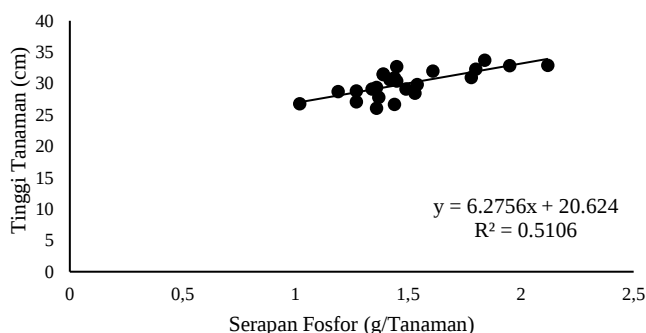
Sifat Kimia Tanaman

Serapan Fosfor Tanaman

Pengamatan serapan fosfor dilakukan pada saat tanaman berumur 8 MST. Hasil analisis statistik serapan fosfor terdapat pada Gambar 7. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik cair berteknologi nano, nanosilika, dan pupuk anorganik berpengaruh nyata terhadap serapan fosfor bawang merah.

Gambar 7. Serapan Fosfor Bawang Merah

Sumber: Data Diolah

Gambar 4. Pengaruh Serapan Fosfor terhadap Tinggi Tanaman

Sumber: Data Diolah

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk organik cair berteknologi nano, nano silika, dan pupuk anorganik berpengaruh nyata terhadap serapan fosfor. Perlakuan P5 memiliki serapan fosfor tertinggi sebesar 1,84 g/tanaman dan perlakuan P0 memiliki serapan fosfor terendah 1,27 g/tanaman. Perlakuan P5 menghasilkan serapan fosfor tertinggi karena kombinasi pupuk organik cair, nano silika, dan pupuk anorganik meningkatkan ketersediaan fosfor melalui dekomposisi bahan organik, aktivitas bakteri pelarut fosfat, dan peningkatan pH tanah (Sonia dan Setiawati, 2022). Teknologi nano mempercepat pelepasan dan penyerapan fosfor, sementara silika membantu melepaskan fosfor terikat dari Al dan Fe, sehingga fosfor lebih mudah diserap tanaman (Madzokere dkk., 2020).

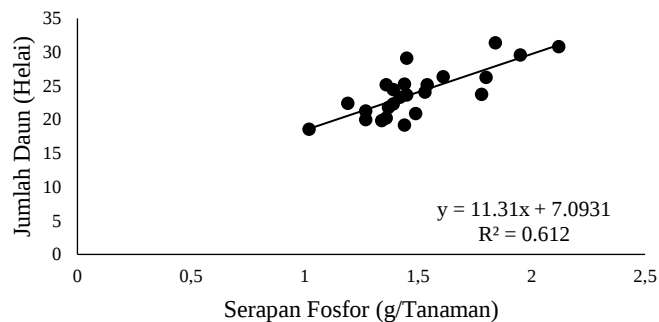
Hubungan Sifat Kimia Tanaman terhadap Tinggi Bawang Merah

Hasil uji korelasi antara serapan fosfor dengan tinggi tanaman menunjukkan bahwa adanya hubungan korelasi kuat ($r = 0,71$) yang menunjukkan bahwa semakin meningkatnya serapan fosfor tanaman, maka akan meningkatkan tinggi tanaman. Hasil uji regresi menunjukkan bahwa serapan fosfor tanah memengaruhi tinggi tanaman sebanyak 51,06% ($R^2 = 0,5106$) (Gambar 8). Fosfor berperan penting dalam metabolisme tanaman, termasuk pembentukan inti sel, pembelahan dan perbanyakan sel, fotosintesis, serta respirasi. Peran ini mendorong peningkatan tinggi tanaman melalui proses fisiologis yang mendukung pertumbuhan organ tanaman. Selain itu, fosfor juga merangsang pertumbuhan akar, sehingga penyerapan hara menjadi lebih optimal dan berdampak positif terhadap pertumbuhan tanaman (Arman dkk., 2016).

Hubungan Sifat Kimia Tanaman terhadap Jumlah Daun Bawang Merah

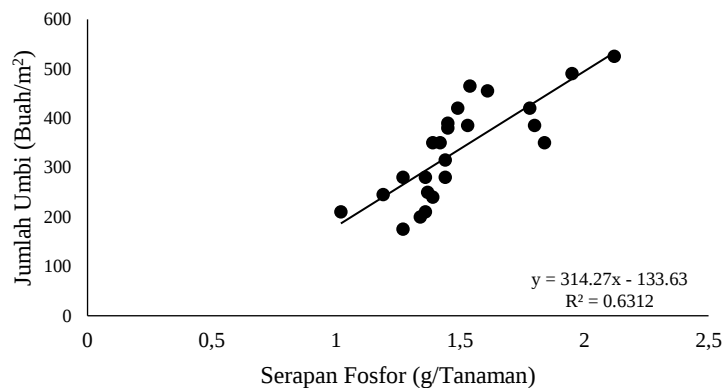
Hasil uji korelasi antara serapan fosfor dengan jumlah daun menunjukkan bahwa adanya hubungan korelasi kuat ($r = 0,78$) yang menunjukkan bahwa semakin meningkatnya serapan fosfor tanaman, maka akan meningkatkan jumlah daun. Hasil uji regresi menunjukkan bahwa serapan fosfor tanah memengaruhi jumlah daun sebanyak 61,2% ($R^2 = 0,612$) (Gambar 9).

Gambar 5. Pengaruh Serapan Fosfor terhadap Jumlah Daun



Sumber: Data Diolah

Gambar 6. Pengaruh Serapan Fosfor terhadap Jumlah Umbi



Sumber: Data Diolah

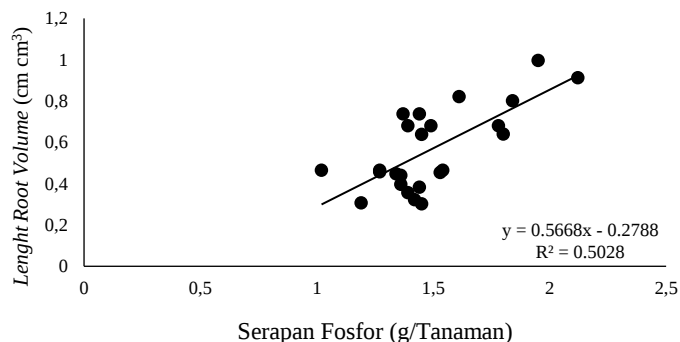
Fosfor merupakan hara makro esensial yang berperan penting dalam mendukung proses fotosintesis melalui pembentukan senyawa berenergi tinggi seperti ATP, PEP, dan NADPH. Serapan fosfor yang optimal dapat meningkatkan perkembangan daun sebagai organ utama fotosintetik, serta merangsang pertumbuhan jaringan meristem yang memengaruhi ukuran dan jumlah daun (Rahman dkk., 2019). Tingginya serapan fosfor akan meningkatkan aktivitas fotosintesis dan pertumbuhan daun yang berkontribusi terhadap akumulasi biomassa tanaman.

Hubungan Sifat Kimia Tanaman terhadap Jumlah Umbi Bawang Merah

Hasil uji korelasi antara serapan fosfor dengan jumlah umbi menunjukkan bahwa adanya hubungan korelasi kuat ($r = 0,79$) yang menunjukkan bahwa semakin meningkatnya serapan fosfor tanaman, maka akan meningkatkan jumlah umbi. Hasil uji regresi menunjukkan bahwa serapan fosfor tanah memengaruhi jumlah umbi sebesar 63,12% ($R^2 = 0,6312$) (Gambar 10). Jumlah fosfor yang diserap tanaman memiliki hubungan positif dengan jumlah umbi bawang merah, karena fosfor yang tersedia dalam jumlah cukup dapat meningkatkan serapan hara dan mendukung aktivitas fisiologis seperti pembelahan sel (Arman dkk., 2016). Fosfor juga berperan dalam transfer fotosintat ke organ tanaman, khususnya umbi, melalui pembentukan senyawa energi tinggi seperti ATP dan ADP. Peningkatan efisiensi translokasi fotosintat ini mendorong akumulasi hasil fotosintesis di umbi, sehingga mendukung pembentukan dan pertumbuhan umbi secara optimal.

Hubungan Sifat Kimia Tanaman terhadap *Length Root Volume* Bawang Merah

Hasil uji korelasi antara serapan fosfor dengan *Length Root Volume* menunjukkan bahwa adanya hubungan korelasi kuat ($r = 0,70$) yang menunjukkan bahwa semakin meningkatnya serapan fosfor tanaman, maka akan meningkatkan *Length Root Volume*. Hasil uji regresi menunjukkan bahwa serapan fosfor tanah memengaruhi *Length Root Volume* sebesar 52,42% ($R^2 = 0,5242$) (Gambar 11).

Gambar 7. Pengaruh Serapan Fosfor terhadap *Length Root Volume*

Sumber: Data Diolah

Serapan fosfor berperan penting dalam pengembangan *Length Root Volume* tanaman bawang merah, karena fosfor mendukung pertumbuhan akar yang lebih panjang dan banyak, sehingga memperbesar volume akar secara keseluruhan. Peningkatan volume akar memungkinkan akar tanaman lebih luas untuk menyerap air dan unsur hara secara lebih efisien. Selain itu, ketersediaan fosfor juga merangsang pembentukan akar halus yang memperluas bidang serapan hara, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal (Osaigbovo dkk., 2017).

SIMPULAN

Perlakuan pupuk organik cair berteknologi nano, nanosilika, dan pupuk anorganik memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah pada tanah Inceptisol Batu. Perlakuan pupuk organik cair berteknologi nano, nanosilika, dan pupuk anorganik merupakan perlakuan terbaik karena memberikan *input* bahan organik tertinggi, sehingga dapat meningkatkan penyerapan dan ketersediaan hara untuk tanaman, terutama unsur fosfor. Semakin tinggi ketersediaan fosfor, maka pertumbuhan dan produksi bawang merah akan semakin optimal. Saran berdasarkan penelitian ini adalah peningkatan efisiensi biaya penggunaan pupuk organik cair dapat dilakukan dengan pembuatan pupuk organik cair secara mandiri menggunakan hasil sisa panen. Selain itu, penerapan teknologi yang tepat diperlukan dalam pengaplikasian pupuk organik cair di lahan untuk meningkatkan efisiensi proses pemupukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiah, L. N., Zul, D., & Nelvia, N. (2018). Pengaruh Inokulasi Campuran Isolat Bakteri Pelarut Fosfat Indigenus Riau terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merr). *Jurnal Agroekoteknologi*, 7(1), 7-14.
- Alya'Labibah, H., Setyadewa, P. P., & Khoiriyah, A. (2024). Pemanfaatan Pupuk Bio Nano pada Tanaman Tembakau Sebagai Alternatif Kebutuhan Pupuk di Desa Mudung Kecamatan Kepohbaru Kabupaten Bojonegoro. *Martabe: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(9), 3605-3611.
- Arman, Z., Nelvia, N., & Armaini, A. (2016). Respons Fisiologi, Pertumbuhan, Produksi dan Serapan P Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) terhadap Pemberian Trichokompos Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Terformulasi dan Pupuk P di Lahan Gambut. *Jurnal Agroteknologi*, 6(2), 15-22.
- Aziza, I., Rahayu, Y. S., & Dewi, S. K. (2022). Pengaruh Pupuk Organik Cair dengan Penambahan Silika dan Cekaman Air terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 11(1), 183-191. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v11n1.p183-191>.

- Fatirahma, F., & Kastono, D. (2020). Pengaruh Pupuk Organik Cair Terhadap Hasil Bawang Merah (*Allium cepa* L. *Aggregatum* group) di Lahan Pasir. *Vegetalika*, 9(1), 305-315. <https://doi.org/10.22146/veg.47792>.
- Gau, A. D. T., & Qadri, S. N. (2023). Efektivitas Kerapatan Bakteri *Bacillus subtilis* terhadap Peningkatan Produksi Bawang Merah. *Perbal: Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 11(3): 439-447. <http://dx.doi.org/10.30605/perbal.v11i3.3012>
- Gian, A., Nasrudin, N., Nurhidayah, S., Firmansyah, E. (2021). Pertumbuhan dan Hasil Padi Melalui Penambahan Hara Silika Cair pada Tingkat Cekaman Salinitas Berbeda. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 14(1), 6-12. <https://doi.org/10.21107/agrovigor.v14i1.8369>.
- Indrayana, I. P. T. (2019). Review Fe₃O₄ dari Pasir Besi: Sintesis, Karakterisasi, dan Fungsionalisasi hingga Aplikasinya dalam Bidang Nanoteknologi Maju. *Jurnal UNIERA*, 8(2), 65-75.
- Madzokere, T.C., Murombo, L.T., Chiririwa, H. (2020). Nano-based Slow Releasing Fertilizers for Enhanced Agricultural Productivity. *Mater. Today Proc.* 45, 3709 3715. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.674>.
- Moeljani, I. R., Faristiawan, Y., dan Sulistyono, A. (2021). Pengaruh Konsentrasi Pupuk Silika dan Umur Transplanting terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah dari Benih *True Shallot Seed* (TSS). *Agro Bali: Agricultural Journal*, 5(1), 50-56. <https://doi.org/10.37637/ab.v5i1.804>
- Mujahid, A., Sudiarmo, Aini, N. (2017). Uji Aplikasi Pupuk Berteknologi Nano Pada Budidaya Tanaman Bayam Merah (*Alternanthera amoena* Voss.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(3), 538-545.
- Noviani, N. W. P., & Rahayu, Y. S. (2022). Pengaruh Pemberian *Pseudomonas Fluorescens*, *Azospirillum* sp. dan Mikroorganisme Lokal terhadap Produktivitas dan Pertumbuhan Kedelai pada Tanah Kapur. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 11(3), 493-502.
- Osaigbovo, U. A., Ojeniyi, S. O., & Adekiya, A. O. (2017). Influence of Plant Density and Phosphorus Levels on The Growth and Yield of Onion (*Allium cepa* L.) in Humid Ultisols. *Journal of Agriculture and Environment*, 13(2), 111-123
- Permana, I., Arifin, M., Sudirja, R. (2018). Aplikasi Berbagai Dosis Pupuk UZAAKH dalam Menurunkan Kelarutan Logam Cr pada Tanah Sawah Tercemar Limbah Tekstil. *Soilrens*, 16 (1), 20-26.
- Putri, I. P., Arifin, B., Murniati, K. (2021). Analisis Pendapatan dan Efisiensi Teknis Usahatani Bawang Merah di Kecamatan Gunung Alip Kabupaten Tanggamus Provinsi Lampung. *Jurnal Ilmu Ilmu Agribisnis: Journal of Agribusiness Science*, 9(1), 62-69. <http://dx.doi.org/10.23960/jiia.v9i1.4820>.
- Rahman, M. M., Saidy, A. R., Nisa, C. (2019). Aplikasi Mikoriza Arbuskula untuk Meningkatkan Serapan Fosfat, Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.). *EnviroScientiae*, 15(1), 59-70.
- Sholihah, S. M., dan Hamawi, M. (2024). Pengaruh Kombinasi Pupuk Organik Cair Termodifikasi Silika dan Varietas Terhadap Produktivitas Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) *Gontor Agrotech Science Journal*, 10(2), 181-191. <http://dx.doi.org/10.21111/agrotech.v10i2.13136>.
- Siregar, A., & Annisa, W. (2020). Ameliorasi Berbasis Unsur Hara Silika Di Lahan Rawa. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 14(1), 37-47.

- Sonia, A. V., & Setiawati, T. C. (2022). Aktivitas Bakteri Pelarut Fosfat terhadap Peningkatan Ketersediaan Fosfat pada Tanah Masam. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 15(1), 44-53. <https://doi.org/10.21107/agrovigor.v15i1.13449>.
- Triadiawarman, D., Aryanto, D., Krisbiyantoro, J. (2022). Peran Unsur Hara Makro terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah (*Allium cepa* L.). *Agrifor: Jurnal Ilmu Pertanian dan Kehutanan*, 21(1), 27-32. <https://doi.org/10.31293/agrifor.v21i1.5795>.
- Wahyuningtyas, M. D., Zubaidah, S., Kulu, I. P. (2022). Pertumbuhan dan Hasil Kailan (*Brassica oleraceae* Var Alboglabra LH Bailey) pada Pemberian Pupuk Organik Cair Limbah Kulit Buah di Tanah Gambut. *Jurnal Penelitian UPR*, 2(1), 41-52.
- Yuniarti, A., Nurmala, T., Solihin, E., Syahfitri, N. (2017). Pengaruh Dosis Pupuk Silika Organik terhadap Silika Tanah dan Tanaman, Pertumbuhan dan Hasil Hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.). *Jurnal Agrosains dan Teknologi*, 2(2), 81-94.