

RESPON PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN TOMAT (*Solanum lycopersicum* L.) TERHADAP APLIKASI PUPUK ORGANIK CAIR LIMBAH KULIT NANAS

Erlina Rahmayuni^{1)*}, Putri Zahra Prisilia²⁾, Welly Herman³⁾

^{1)*}Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jl. KH. Ahmad Dahlan, Cireundeu, Ciputat Timur, Jakarta Selatan, 15419, Indonesia, email:

erlina.rahmayuni@umj.ac.id

²⁾Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jl. KH. Ahmad Dahlan, Cireundeu, Ciputat Timur, Jakarta Selatan, 15419, Indonesia, email: putrizahrap7@gmail.com

³⁾Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu, Bengkulu 38121, Indonesia, email: wellyherman@unib.ac.id

*Penulis Korespondensi: E-mail: erlina.rahmayuni@umj.ac.id

ABSTRAK

Tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) merupakan komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi, namun produktivitasnya sering terhambat oleh penurunan kualitas tanah, terutama pada tanah masam dengan pH rendah dan ketersediaan hara terbatas seperti oksisol. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh pupuk organik cair (POC) limbah kulit nenas terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat. Perlakuan yang digunakan adalah konsentrasi POC 0, 80, 120, 140, dan 160 mL L⁻¹. Parameter yang diamati meliputi pertumbuhan vegetatif, komponen hasil, dan pH tanah. Data dianalisis menggunakan analisis ragam dan uji BNJ taraf 5%. Hasil menunjukkan bahwa POC tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan vegetatif, namun berpengaruh nyata terhadap diameter buah dan berat buah per tanaman. Secara deskriptif, dosis 80–120 mL L⁻¹ cenderung mendukung pertumbuhan, sedangkan dosis 160 mL L⁻¹ menghasilkan komponen hasil tertinggi. Selain itu, POC meningkatkan pH tanah dari 5,0 menjadi 6,4–6,7, dengan efektivitas tertinggi pada dosis 140 mL L⁻¹. Secara keseluruhan, POC limbah kulit nenas berpotensi sebagai amelioran tanah dan pendukung produksi tanaman, meskipun efektivitasnya dipengaruhi kondisi lingkungan dan faktor biotik.

Kata kunci: *Nanas, Oksisol, Pupuk Organik Cair, Tomat*

PENDAHULUAN

Tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura penting yang memiliki nilai ekonomi tinggi serta banyak dikonsumsi sebagai sumber vitamin, mineral, dan antioksidan. Peningkatan permintaan tomat mendorong intensifikasi budidaya untuk meningkatkan produktivitas secara berkelanjutan. Namun

demikian, produktivitas tanaman tomat masih menghadapi berbagai kendala, terutama yang berkaitan dengan penurunan kualitas tanah akibat penggunaan pupuk anorganik secara intensif dan berkelanjutan.

Penggunaan pupuk anorganik dalam jangka panjang tanpa diimbangi dengan bahan organik diketahui dapat menurunkan kandungan bahan organik tanah (soil organic matter/SOM), mengganggu

keseimbangan unsur hara, serta menurunkan aktivitas mikroorganisme tanah (Liu et al., 2024). Penurunan kualitas tanah tersebut berdampak pada terhambatnya pertumbuhan vegetatif (tinggi tanaman, jumlah dan luas daun) serta penurunan komponen hasil (jumlah dan bobot buah). Selain itu, penurunan kapasitas tukar kation dan kemampuan tanah dalam menahan hara menyebabkan efisiensi penyerapan nutrisi oleh tanaman menjadi rendah (Koodi et al., 2022).

Penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan, khususnya nitrogen (N), juga dapat menyebabkan ketidakseimbangan hara dan gangguan terhadap siklus nutrisi tanah. Kehilangan nitrogen melalui pelindian, volatilisasi, dan denitrifikasi dapat menurunkan efisiensi penggunaan hara serta meningkatkan risiko pengasaman tanah (Rahmayuni et al., 2025). Kondisi tersebut turut menekan aktivitas mikroorganisme tanah yang berperan dalam dekomposisi dan mineralisasi hara, sehingga menghambat pertumbuhan dan pembentukan hasil tanaman tomat (Wu et al., 2020).

Upaya untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman tomat secara berkelanjutan dapat dilakukan melalui pemanfaatan pupuk organik, salah satunya dalam bentuk pupuk organik cair (POC). Pupuk organik cair memiliki keunggulan karena mengandung unsur hara dalam bentuk terlarut sehingga lebih cepat tersedia dan mudah diserap oleh tanaman. Selain itu, POC juga mampu memperbaiki sifat kimia dan biologi tanah serta meningkatkan aktivitas mikroorganisme yang berperan dalam penyediaan hara (Pandey et al., 2025). Dengan demikian, POC berpotensi meningkatkan pertumbuhan vegetatif sekaligus mendukung pembentukan hasil yang optimal.

Salah satu bahan yang berpotensi dikembangkan sebagai pupuk organik cair adalah limbah kulit nanas. Limbah ini mengandung unsur hara makro seperti

nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), serta senyawa organik yang dapat menjadi sumber energi bagi mikroorganisme tanah (Ciptono et al., 2022). Pemanfaatan limbah kulit nanas sebagai POC tidak hanya berpotensi meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman, tetapi juga mendukung pengelolaan limbah secara ramah lingkungan.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa aplikasi pupuk organik cair dapat meningkatkan ketersediaan hara, aktivitas mikroba, serta sifat kimia tanah seperti pH, karbon organik, dan nitrogen total, terutama pada tanah marginal seperti Ultisol (Sutikarini et al., 2023). Peningkatan aktivitas mikroorganisme tersebut mempercepat mineralisasi hara sehingga mendukung pertumbuhan dan peningkatan komponen hasil (Hussain & Abbasi, 2018). Namun demikian, efektivitas pupuk organik cair sangat dipengaruhi oleh konsentrasi aplikasi, karena konsentrasi yang tidak tepat dapat menyebabkan ketersediaan hara menjadi tidak optimal.

Namun demikian, kajian mengenai penggunaan pupuk organik cair berbahan limbah kulit nanas pada tanaman tomat masih terbatas, khususnya yang mengevaluasi secara simultan respon pertumbuhan vegetatif dan hasil produksi dalam satu desain penelitian terpadu. Banyak penelitian terkait pupuk organik cair berbasis limbah buah telah dilakukan pada berbagai tanaman seperti selada, mentimun, cabai, dan bawang, namun umumnya hanya berfokus pada salah satu aspek, baik pertumbuhan maupun hasil, serta jarang mengintegrasikan keduanya dalam satu desain penelitian yang konsisten (Kuswardina & Abror, 2023). Selain itu, efektivitas POC sangat dipengaruhi oleh konsentrasi, komposisi bahan, kondisi media tanam, serta interaksinya dengan input lain dalam sistem pemupukan terpadu (*Integrated Nutrient Management/INM*) (Bernados et al., 2024).

Secara umum, POC berbasis limbah buah berpotensi meningkatkan ketersediaan hara, memperbaiki sifat kimia tanah, serta meningkatkan aktivitas dan diversitas mikroorganisme tanah. Namun, respons tersebut sangat bergantung pada kualitas POC, proses fermentasi, serta dosis aplikasi, sehingga diperlukan kajian yang lebih terstandar dan komprehensif, khususnya pada tanaman tomat. Selain itu, informasi mengenai konsentrasi optimum pupuk organik cair limbah kulit nanas yang mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif sekaligus hasil tanaman tomat masih belum banyak dilaporkan.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini memiliki kebaruan dalam mengkaji respon pertumbuhan dan hasil tanaman tomat terhadap aplikasi pupuk organik cair limbah kulit nanas pada berbagai konsentrasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respon pertumbuhan dan hasil tanaman tomat serta menentukan konsentrasi optimum pupuk organik cair limbah kulit nanas yang mampu memberikan pertumbuhan dan hasil terbaik.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April hingga Juni 2025 di lahan percobaan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Jakarta yang terletak pada ketinggian ± 25 m di atas permukaan laut dengan jenis tanah Oksisol.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT) yang terdiri atas lima perlakuan dan lima ulangan, sehingga diperoleh 25 unit percobaan. Setiap unit percobaan terdiri atas tiga tanaman, sehingga total tanaman yang diamati berjumlah 75 tanaman. Seluruh perlakuan diberikan pupuk anorganik NPK Mutiara® (16:16:16) sebesar 50% dari dosis anjuran,

di mana dosis penuh setara dengan 3 g polybag⁻¹ (Wahyurini dan Suryawati, 2021). Dengan demikian, dosis yang diberikan dalam penelitian ini adalah 1,5 g polybag⁻¹. Adapun perlakuan yang diuji adalah berbagai konsentrasi POC sebagai berikut : 0 mL/L (P0), 80 mL/L (P1), 120 mL/L (P2), 140 mL/L (P3), dan 160 mL/L (P4).

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (Analysis of Variance/ANOVA) sesuai dengan rancangan yang digunakan. Apabila hasil analisis menunjukkan pengaruh nyata antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji lanjut Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf kepercayaan 5%.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) Limbah Kulit Nanas

Pupuk organik cair (POC) dibuat menggunakan limbah kulit nanas sebagai bahan utama. Kulit nanas terlebih dahulu dibersihkan dan dipotong kecil-kecil untuk mempercepat proses dekomposisi. Sebanyak ± 1 kg kulit nanas dimasukkan ke dalam wadah fermentasi, kemudian ditambahkan 1 liter air bersih, 100 g gula merah yang telah dilarutkan, serta 10 mL aktivator EM-4. Campuran tersebut diaduk hingga homogen, kemudian difermentasi selama 10–14 hari dalam kondisi anaerob menggunakan wadah tertutup rapat. Selama proses fermentasi, dilakukan pengadukan setiap 2–3 hari sekali untuk menjaga homogenitas dan mendukung aktivitas mikroorganisme. POC yang telah matang ditandai dengan perubahan warna menjadi coklat kehitaman, beraroma khas fermentasi, dan tidak berbau busuk. Larutan kemudian disaring untuk memisahkan ampas sehingga diperoleh POC yang siap digunakan.

Persiapan Media Tanam dan Penanaman

Media tanam berupa tanah Oksisol dicampur dengan pupuk kandang sapi dengan perbandingan 2:1 (v/v), kemudian dimasukkan ke dalam polybag berukuran 40 × 40 cm. Media tersebut diinkubasi

selama ± 7 hari sebelum penanaman. Benih tomat varietas SERVO F1 disemaikan terlebih dahulu hingga berumur ± 14 hari atau telah memiliki 3–4 helai daun sejati, kemudian dipindahkan ke polybag dengan satu tanaman per polybag. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman yang dilakukan setiap hari atau disesuaikan dengan kondisi kelembaban media, penyiangan gulma secara manual, serta pemasangan yellow trap sebagai upaya monitoring hama.

Pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) dilakukan secara selektif menggunakan pestisida sesuai dengan tingkat serangan. Panen dilakukan pada saat buah tomat telah mencapai tingkat kematangan fisiologis, yang ditandai dengan perubahan warna buah dari hijau menjadi merah kekuningan hingga merah merata. Panen dilakukan secara bertahap sesuai dengan tingkat kematangan buah pada masing-masing tanaman.

Pemberian Perlakuan

Pemberian perlakuan dilakukan sesuai dengan rancangan percobaan yang telah ditetapkan. Seluruh tanaman diberikan pupuk anorganik NPK Mutiara® (16:16:16) sebesar 50% dari dosis anjuran, yaitu setara dengan 1,5 g per polybag. Pupuk diberikan secara bertahap, yaitu pada saat tanam dan pada umur 14 hari setelah tanam (HST). Aplikasi pupuk organik cair (POC) limbah kulit nanas dilakukan sesuai dengan konsentrasi perlakuan. POC diberikan dengan cara penyemprotan pada bagian daun (aplikasi foliar) hingga basah merata, serta sebagian diaplikasikan ke media tanam di sekitar perakaran. Aplikasi dilakukan secara berkala setiap 7 hari sekali, dimulai pada umur 7 hari setelah tanam (HST) hingga menjelang fase pembungaan. Volume larutan yang diberikan disesuaikan hingga mencapai kondisi lembab merata tanpa menyebabkan genangan.

Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi sifat kimia tanah dan

variabel pertumbuhan serta hasil tanaman. Sifat kimia tanah yang diamati adalah pH tanah. Variabel pertumbuhan dan hasil tanaman meliputi tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai/tanaman), jumlah cabang (cabang/tanaman), umur berbunga (hari setelah tanam/HST), diameter buah (cm), panjang buah (cm), jumlah buah (buah/tanaman), dan bobot buah (g/tanaman).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Lingkungan dan Gangguan Biotik

Kondisi lingkungan selama penelitian menunjukkan adanya variasi suhu udara, kelembapan relatif, dan curah hujan pada periode April hingga Juni 2025. Suhu udara berkisar antara 25,58–28,50°C, kelembapan relatif antara 78,71–82,38%, serta curah hujan berkisar antara 60,50–330,50 mm/bulan. Jika dibandingkan dengan kebutuhan tumbuh tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.), yaitu suhu optimum 20–30°C, kelembapan relatif sekitar 80%, serta curah hujan 62,5–104,6 mm/bulan, maka suhu dan kelembapan selama penelitian tergolong sesuai dan tidak menjadi faktor pembatas utama.

Namun demikian, curah hujan menunjukkan fluktuasi yang cukup ekstrem, dengan nilai yang tinggi pada bulan April–Mei dan menurun tajam pada bulan Juni hingga mendekati batas minimum kebutuhan tanaman. Kondisi ini berpotensi menyebabkan ketidakseimbangan ketersediaan air dalam media tanam yang dapat memengaruhi proses fisiologis tanaman, terutama pada fase pembungaan dan pembentukan buah (Somefun et al., 2024).

Fluktuasi curah hujan tersebut berimplikasi pada dinamika ketersediaan air tanah yang tidak stabil, karena keseimbangan air tidak hanya ditentukan oleh input air, tetapi juga oleh kehilangan melalui evapotranspirasi dan drainase. Variasi ini dapat menyebabkan kondisi

melalui kerusakan jaringan daun dan penurunan luas permukaan fotosintesis. Gangguan ini dapat mengurangi produksi asimilat yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan buah. Di sisi lain, kerusakan buah akibat burung gereja tidak hanya menurunkan hasil secara langsung, tetapi juga meningkatkan risiko infeksi sekunder oleh patogen melalui luka terbuka pada jaringan buah (Tripodi et al., 2022).

Interaksi antara faktor lingkungan dan gangguan biotik menunjukkan bahwa respons tanaman tidak hanya ditentukan oleh satu faktor tunggal, tetapi merupakan hasil dari kombinasi berbagai tekanan lingkungan. Fluktuasi curah hujan yang tidak stabil dapat memperburuk dampak serangan hama dan penyakit, terutama melalui peningkatan stres fisiologis tanaman dan terganggunya keseimbangan hara.

Upaya pengendalian yang dilakukan, seperti pemasangan yellow trap dan aplikasi pestisida secara selektif, mampu menekan intensitas serangan, meskipun tidak sepenuhnya mengeliminasi gangguan tersebut. Oleh karena itu, pengelolaan tanaman tomat ke depan perlu mempertimbangkan integrasi antara manajemen air, pengendalian hama terpadu, serta pengelolaan nutrisi, khususnya kalsium, untuk meminimalkan risiko gangguan fisiologis seperti BER.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan, khususnya fluktuasi curah hujan, serta gangguan biotik berupa hama dan penyakit, memiliki peran penting dalam memengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman tomat. Interaksi antara kondisi lingkungan dan perlakuan pemupukan menjadi faktor kunci dalam menentukan keberhasilan produksi tanaman, sehingga pendekatan pengelolaan yang adaptif dan berbasis kondisi lapangan sangat diperlukan untuk meningkatkan stabilitas **pH Tanah Oksisol**

Tabel 1 menunjukkan bahwa aplikasi

pupuk organik cair (POC) limbah kulit nanas secara konsisten meningkatkan pH tanah dibandingkan kondisi awal. Seluruh perlakuan memiliki pH awal sebesar 5,0 yang tergolong masam, dan pada perlakuan kontrol pH tanah tidak mengalami perubahan setelah perlakuan. Sebaliknya, aplikasi POC meningkatkan pH tanah hingga kisaran 6,4–6,7, yang termasuk dalam kategori mendekati netral hingga netral. Hasil ini mengindikasikan bahwa POC berbahan limbah kulit nanas memiliki potensi sebagai amelioran tanah masam, khususnya pada tanah Oksisol yang umumnya memiliki tingkat kemasaman tinggi.

Tabel 1. Pengaruh Pemberian POC Limbah Kulit Nanas terhadap pH Tanah

Konsentrasi POC	pH Tanah Akhir	pH Tanah Akhir
0 mL/L (kontrol)	5,0	5,0
80 mL/L	5,0	6,4
120 mL/L	5,0	6,5
140 mL/L	5,0	6,7
160 mL/L	5,0	6,5

Peningkatan pH tertinggi diperoleh pada perlakuan 140 mL/L (pH 6,7), sedangkan peningkatan terendah terjadi pada 80 mL/L (pH 6,4). Pola ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi POC hingga batas tertentu cenderung meningkatkan pH tanah, namun pada konsentrasi tertinggi (160 mL/L) terjadi sedikit penurunan dibandingkan perlakuan 140 mL/L. Fenomena ini mengindikasikan adanya respons dosis yang bersifat nonlinier serta kemungkinan titik optimum efektivitas POC dalam memperbaiki reaksi tanah. Namun demikian, interpretasi mengenai titik optimum perlu didukung oleh analisis statistik yang lebih komprehensif antar perlakuan (Gedeon et al., 2022).

Peningkatan pH tanah akibat aplikasi

POC limbah kulit nanas berkaitan erat dengan proses dekomposisi bahan organik. Selama proses tersebut, bahan organik mengalami transformasi menjadi senyawa humat dan asam organik. Meskipun pada tahap awal dekomposisi asam organik dapat menurunkan pH, pada fase lanjut terbentuk senyawa humat yang berfungsi sebagai agen pengkhelet dan buffer. Senyawa ini mampu mengikat ion H^+ dan Al^{3+} sebagai penyebab utama kemasaman tanah, sehingga menurunkan aktivitas ion tersebut dan meningkatkan pH tanah (Muliarta, 2020).

Selain itu, gugus karboksilat dalam senyawa humat berperan dalam meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah melalui pembentukan kompleks dengan kation logam seperti Al^{3+} dan Fe^{3+} . Proses ini tidak hanya menetralkan kemasaman tanah, tetapi juga meningkatkan kapasitas buffering tanah terhadap perubahan pH. Dengan demikian, bahan organik dalam POC berfungsi ganda, yaitu sebagai sumber hara dan sebagai agen penyangga kimia tanah (Soleha et al., 2023). Peran unsur hara dalam POC juga turut berkontribusi terhadap perubahan pH tanah. Kation basa seperti Ca^{2+} dapat menggantikan ion H^+ pada kompleks jerapan tanah, sehingga meningkatkan pH. Sementara itu, kandungan N, P, dan K dalam POC dapat memodulasi aktivitas mikroorganisme tanah dan proses mineralisasi, yang secara tidak langsung memengaruhi dinamika reaksi tanah (Rahmawati & Risal, 2021).

Hubungan antara konsentrasi POC dan peningkatan pH menunjukkan pola dosis-respons yang tidak selalu linier. Pada konsentrasi menengah (140 mL/L), ketersediaan bahan organik tampaknya optimal untuk mendukung aktivitas mikroba dan pembentukan humus, sehingga menghasilkan peningkatan pH yang lebih tinggi. Sebaliknya, pada konsentrasi yang lebih tinggi, kemungkinan terjadi efek pembatas seperti ketidakseimbangan mikroba, peningkatan

tekanan osmotik, atau perubahan aerasi tanah yang dapat menghambat proses dekomposisi secara optimal. Fenomena ini sejalan dengan laporan bahwa respons tanah terhadap aplikasi bahan organik dan biostimulan sering menunjukkan pola nonlinier yang dipengaruhi oleh dosis dan kondisi lingkungan (Simahayati et al., 2024).

Peningkatan pH tanah menuju kisaran netral memiliki implikasi penting terhadap ketersediaan unsur hara. Pada kondisi pH yang lebih netral, unsur hara seperti fosfor (P) menjadi lebih tersedia karena berkurangnya fiksasi oleh Al dan Fe yang dominan pada tanah masam. Selain itu, peningkatan pH juga dapat meningkatkan efisiensi serapan unsur hara lainnya oleh tanaman, meskipun perubahan pH yang berlebihan berpotensi menurunkan ketersediaan beberapa unsur mikro. Oleh karena itu, peningkatan pH perlu diinterpretasikan secara seimbang dalam konteks keseluruhan kesuburan tanah (Soemarno et al., 2021).

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa POC limbah kulit nanas berperan sebagai amelioran yang efektif dalam meningkatkan pH tanah masam melalui mekanisme dekomposisi bahan organik, pembentukan senyawa humat, dan interaksi dengan kation logam tanah. Konsentrasi 140 mL/L memberikan respons peningkatan pH tertinggi, meskipun diperlukan verifikasi lebih lanjut melalui analisis statistik dan pengujian lanjutan untuk memastikan konsistensi pola dosis-respons. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengevaluasi dinamika pH secara temporal, kandungan kimia POC, serta keterkaitannya dengan aktivitas mikroba dan ketersediaan hara guna memperkuat pemahaman mekanistik dan aplikasi praktisnya dalam pengelolaan tanah masam.

Pertumbuhan Tanaman Tomat

Aplikasi POC limbah kulit nanas menunjukkan tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun,

jumlah cabang, dan umur berbunga tanaman tomat. Hal ini ditunjukkan pada

Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh pemberian POC limbah kulit nanas terhadap pertumbuhan tanaman tomat

Konsentrasi POC	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)	Jumlah Cabang (cabang)	Umur Berbunga (HST)
0 mL/L (kontrol)	92,74a	21,20a	4,80a	27,20a
80 mL/L	109,31a	22,40a	6,00a	27,60a
120 mL/L	98,45a	23,20a	5,60a	25,60a
140 mL/L	97,47a	21,40a	6,00a	27,20a
160 mL/L	100,35a	22,80a	5,60a	26,00a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut BNJ Taraf 5%.

Secara deskriptif terlihat adanya kecenderungan peningkatan pertumbuhan pada beberapa parameter dibandingkan kontrol. Tinggi tanaman tertinggi diperoleh pada perlakuan 80 mL/L (109,31 cm), sedangkan kontrol menunjukkan nilai terendah (92,74 cm). Pola ini mengindikasikan adanya respons positif tanaman terhadap aplikasi POC pada konsentrasi tertentu, namun variabilitas data antar ulangan menyebabkan perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik. Fenomena ini sejalan dengan karakteristik respons biostimulan yang seringkali bersifat kontekstual dan tidak selalu menghasilkan signifikansi statistik pada seluruh parameter pengamatan, terutama pada kondisi lingkungan yang heterogen atau jumlah ulangan yang terbatas (Ghouili et al., 2022).

Kecenderungan serupa juga diamati pada jumlah daun dan jumlah cabang. Jumlah daun tertinggi diperoleh pada perlakuan 120 mL/L (23,20 helai), sedangkan jumlah cabang tertinggi terdapat pada perlakuan 80 dan 140 mL/L (6,00 cabang). Peningkatan parameter vegetatif ini mengindikasikan bahwa POC limbah kulit nanas berpotensi meningkatkan aktivitas pertumbuhan melalui stimulasi pembentukan organ tanaman. Secara fisiologis, peningkatan jumlah daun berimplikasi pada bertambahnya luas permukaan fotosintesis

yang berpotensi meningkatkan produksi asimilat, meskipun hubungan ini tidak selalu linier terhadap peningkatan pertumbuhan secara keseluruhan (Falcioni et al., 2025). Namun demikian, tanpa dukungan signifikansi statistik, hasil ini perlu ditafsirkan sebagai tren deskriptif, bukan sebagai efek yang konsisten (Gedeon et al., 2022).

Jumlah cabang yang lebih tinggi pada beberapa perlakuan juga menunjukkan adanya indikasi stimulasi pertumbuhan vegetatif. Hal ini diduga berkaitan dengan peran bahan organik dan komponen biostimulan dalam POC yang dapat memodulasi aktivitas fisiologis tanaman, termasuk pembelahan dan diferensiasi sel. Respons dosis yang tidak linier pada parameter ini juga mencerminkan kompleksitas interaksi antara konsentrasi POC, kondisi lingkungan, dan kapasitas fisiologis tanaman, sebagaimana dilaporkan pada berbagai studi biostimulan berbasis bahan organik (Mukhlis et al., 2024).

Pada parameter umur berbunga, perlakuan 120 mL/L menunjukkan kecenderungan mempercepat pembungaan (25,60 HST) dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini mengindikasikan kemungkinan adanya pengaruh POC terhadap dinamika transisi fase vegetatif ke generatif. Biostimulan diketahui dapat memodulasi keseimbangan hormon

tanaman serta distribusi asimilat, yang berperan dalam pengaturan fenologi tanaman, meskipun efeknya sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan ketersediaan hara (Chen et al., 2021).

Tidak signifikannya pengaruh perlakuan terhadap seluruh parameter pertumbuhan diduga disebabkan oleh ketersediaan unsur hara yang relatif mencukupi pada semua perlakuan, termasuk kontrol, akibat pemberian pupuk dasar. Selain itu, faktor lingkungan seperti fluktuasi suhu, kelembapan, dan curah hujan, serta adanya tekanan biotik selama penelitian, diduga meningkatkan variabilitas respons tanaman sehingga menurunkan sensitivitas analisis statistik dalam mendeteksi perbedaan perlakuan (Quintarelli et al., 2024).

Secara fisiologis, POC limbah kulit nanas tetap berpotensi mendukung pertumbuhan tanaman melalui penyediaan unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Nitrogen berperan dalam pembentukan jaringan vegetatif, fosfor dalam pembelahan sel dan perkembangan akar, sedangkan kalium berperan dalam pengaturan metabolisme dan efisiensi translokasi hasil fotosintesis. Selain itu, kandungan bahan organik dalam POC dapat meningkatkan aktivitas

mikroorganisme tanah serta memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, yang secara tidak langsung mendukung pertumbuhan tanaman (Ghouili et al., 2022).

Hasil Tanaman Tomat

Aplikasi POC limbah kulit nanas menunjukkan adanya pengaruh nyata terhadap panjang buah, diameter buah, dan berat buah tanaman tomat, namun tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah buah per tanaman (Tabel 3). Panjang buah tertinggi diperoleh pada perlakuan POC 160 mL/L (5,68 cm) dan berbeda nyata dibandingkan kontrol, namun tidak berbeda nyata dengan beberapa perlakuan lainnya. Pola serupa juga terlihat pada diameter buah, di mana nilai tertinggi dicapai pada konsentrasi 160 mL/L (4,90 cm). Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi POC mampu meningkatkan ukuran buah secara signifikan dibandingkan tanpa perlakuan. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa pupuk organik cair berbasis limbah buah dapat meningkatkan dimensi buah melalui peningkatan ketersediaan hara dan efisiensi pemanfaatan sumber daya tanaman (Nisa et al., 2024).

Tabel 3. Pengaruh pemberian POC limbah kulit nanas terhadap hasil tanaman tomat

Konsentrasi POC	Panjang Buah (cm)	Diameter Buah (cm)	Jumlah Buah (buah/tanaman)	Berat Buah (g/tanaman)
0 mL/L (kontrol)	5,04b	3,86b	2,80a	57,00b
80 mL/L	5,20ab	4,52a	3,00a	62,60b
120 mL/L	5,42ab	4,66a	3,40a	70,00ab
140 mL/L	5,30ab	4,52a	3,60a	69,60ab
160 mL/L	5,68a	4,90a	3,80a	82,40a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut BNJ Taraf 5%.

Meskipun demikian, tidak adanya perbedaan nyata antar beberapa konsentrasi POC menunjukkan adanya respons dosis yang bersifat nonlinier. Fenomena ini umum terjadi pada aplikasi

biostimulan, di mana peningkatan dosis tidak selalu diikuti oleh peningkatan respons secara proporsional akibat adanya batas fisiologis tanaman atau interaksi kompleks antara faktor lingkungan dan

metabolisme tanaman (Quintarelli et al., 2024). Oleh karena itu, konsentrasi optimum tidak selalu berada pada dosis tertinggi, melainkan pada kisaran tertentu yang mampu memaksimalkan respons tanaman.

Pada parameter berat buah, perlakuan POC 160 mL/L menghasilkan nilai tertinggi (82,40 g/tanaman) dan berbeda nyata dibandingkan kontrol. Sementara itu, perlakuan 120 dan 140 mL/L menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan tertinggi, namun cenderung lebih tinggi dibandingkan kontrol. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan konsentrasi POC hingga batas tertentu mampu meningkatkan akumulasi biomassa pada buah, yang merupakan indikator utama peningkatan hasil tanaman.

Sebaliknya, jumlah buah per tanaman tidak menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan, meskipun terdapat kecenderungan peningkatan secara deskriptif. Hal ini menunjukkan bahwa pembentukan jumlah buah lebih dipengaruhi oleh faktor genetik dan kondisi lingkungan dibandingkan dengan perlakuan pemupukan. Fenomena ini konsisten dengan laporan bahwa biostimulan seringkali lebih berpengaruh terhadap ukuran dan bobot buah dibandingkan jumlah buah, karena berkaitan dengan efisiensi alokasi sumber daya (source-sink relationship) dalam tanaman (Martínez-Lorente et al., 2024).

Secara fisiologis, peningkatan ukuran dan berat buah diduga berkaitan dengan kandungan unsur hara dalam POC limbah kulit nanas, terutama kalium (K) yang berperan penting dalam pembesaran buah. Kalium berfungsi dalam translokasi hasil fotosintesis, pengaturan tekanan osmotik sel, serta peningkatan kualitas hasil tanaman. Selain itu, nitrogen (N) dan fosfor (P) turut berkontribusi dalam pembentukan jaringan dan perkembangan organ generatif (Yan et al., 2024).

Kandungan bahan organik dalam POC juga berpotensi memodulasi aktivitas hormonal tanaman, seperti auksin dan sitokinin, yang berperan dalam pembelahan dan diferensiasi sel pada buah (Simahayati et al., 2024).

Selain faktor nutrisi, peningkatan pH tanah menuju kondisi netral akibat aplikasi POC juga berkontribusi terhadap peningkatan ketersediaan unsur hara. Kondisi ini memungkinkan tanaman menyerap hara secara lebih optimal, terutama pada fase generatif yang memerlukan suplai nutrisi tinggi untuk pembentukan dan pengisian buah. Hal ini memperkuat peran POC tidak hanya sebagai sumber hara, tetapi juga sebagai amelioran yang memperbaiki sifat kimia tanah.

Meskipun demikian, mekanisme spesifik yang mendasari peningkatan hasil tanaman masih memerlukan verifikasi lebih lanjut melalui pendekatan fisiologis dan biokimia, seperti analisis kandungan hara POC, laju fotosintesis, serta dinamika hormon tanaman. Selain itu, variasi respons antar perlakuan menunjukkan pentingnya evaluasi dosis yang lebih luas serta pengujian pada kondisi lingkungan yang berbeda untuk memperoleh rekomendasi yang lebih robust dan aplikatif (Auliya et al., 2024).

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi POC limbah kulit nanas berpotensi meningkatkan hasil tanaman tomat, terutama pada parameter ukuran dan bobot buah. Konsentrasi 160 mL/L memberikan respons terbaik pada sebagian besar parameter yang diamati, sehingga dapat dipertimbangkan sebagai dosis yang efektif dalam meningkatkan produktivitas tanaman tomat, dengan tetap memperhatikan validasi lebih lanjut pada skala dan kondisi yang berbeda.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pemberian pupuk organik cair (POC)

limbah kulit nanas tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman tomat, namun berpengaruh nyata terhadap beberapa komponen hasil, khususnya diameter buah dan berat buah per tanaman. Secara deskriptif, dosis 80–120 mL/L cenderung mendukung pertumbuhan, sedangkan dosis 160 mL/L memberikan hasil terbaik terhadap komponen hasil. Selain itu, POC mampu meningkatkan pH tanah dari kondisi masam menjadi mendekati netral, dengan efektivitas tertinggi pada dosis 140 mL/L. Oleh karena itu, POC limbah kulit nanas berpotensi meningkatkan kualitas tanah dan hasil tanaman, meskipun belum terdapat dosis yang optimal untuk seluruh parameter dan efektivitasnya dipengaruhi oleh kondisi lingkungan serta faktor biotik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelkader, M., Elkhawaga, F., Suliman, A., Puchkov, M., Kuranova, K., Mahmoud, M., & Abdelkader, M. (2024). Understanding the Regular Biological Mechanism of Susceptibility of Tomato Plants to Low Incidences of Blossom-End Rot. *Horticultrae*, 10(6), 648. <https://doi.org/10.3390/horticultrae10060648>
- Auliya, K., Sasli, I., & Wasian, W. (2024). Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Mentimun Jepang Terhadap Pemberian Bokashi Limbah Kulit Nanas dan Pupuk Npk di Tanah Podsolik Merah Kuning. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 13(1), 98. <https://doi.org/10.26418/jspe.v13i1.70653>
- Bernados, L., Espineli, J., Anarna, J., & Aggangan, N. (2024). Optimizing Productivity of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) through Integrated Nutrient Sources and Inoculation with Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Azospirillum spp... <https://doi.org/10.20944/preprints202408.1650.v1>
- Chen, Z., Zhang, J., Cao, B., & Xu, K. (2021). Alleviating effects of silicon on cadmium toxicity in ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *European Journal of Horticultural Science*, 86(5), 469-479. <https://doi.org/10.17660/ejhs.2021/86.5.3>
- Ciptono, E., Ramtalungi, Y., & Pragustavi, L. (2022). Liquid Organic Fertilizer Waste Painage Skin on Tomato Growth and Production in Alluvial Soil. *Agaricus Advances Agriculture Science & Farming*, 2(1), 41-45. <https://doi.org/10.32764/agaricus.v2i1.2795>
- Gedeon, S., Ioannou, A., Balestrini, R., Fotopoulos, V., & Antoniou, C. (2022). Application of Biostimulants in Tomato Plants (*Solanum lycopersicum*) to Enhance Plant Growth and Salt Stress Tolerance. *Plants*, 11(22), 3082. <https://doi.org/10.3390/plants11223082>
- Ghouili, E., Abid, G., Jebara, M., Ouertani, R., Oliveira, A., Ayed, M., & Muhovski, Y. (2022). Proteomic Analysis of Barley (*Hordeum vulgare* L.) Leaves in Response to Date Palm Waste Compost Application. *Plants*, 11(23), 3287. <https://doi.org/10.3390/plants11233287>
- Hussain, N. and Abbasi, S. (2018). Efficacy of the Vermicomposts of Different Organic Wastes as “Clean” Fertilizers: State-of-the-Art. *Sustainability*, 10(4), 1205. <https://doi.org/10.3390/su10041205>
- Koodi, S., Ameta, K., Kaushik, R., Choudhary, A., Jain, D., Dudwal,

- B., & Khalid, M. (2022). The Integrated Approach for Organic and Inorganic Sources of Nutrients to Enhance Performance of Cauliflower (*Brassica oleracea* var. botrytis L.) under Sub-Humid Climatic Conditions. *Sustainability*, 14(20), 13368. <https://doi.org/10.3390/su142013368>
- Krishna, R., Ansari, W., Soumia, P., Yadav, A., Jaiswal, D., Kumar, S., & Verma, J. (2022). Biotechnological Interventions in Tomato (*Solanum lycopersicum*) for Drought Stress Tolerance: Achievements and Future Prospects. *Biotech*, 11(4), 48. <https://doi.org/10.3390/biotech11040048>
- Kuswardina, A. and Abror, M. (2023). Effect of Application of Liquid Organic Fertilizer of Pineapple Peel Waste on Growth and Production of Red Lettuce Plants (*Lactuca sativa* var. Crispa). *Procedia of Engineering and Life Science*, 4. <https://doi.org/10.21070/pels.v4i0.1404>
- Liu, Y., Lan, X., Hou, H., Ji, J., Liu, X., & Lv, Z. (2024). Multifaceted Ability of Organic Fertilizers to Improve Crop Productivity and Abiotic Stress Tolerance: Review and Perspectives. *Agronomy*, 14(6), 1141. <https://doi.org/10.3390/agronomy14061141>
- Mamo, B. and Affessa, G. (2022). Assessment of stage-wise deficit furrow irrigation on tomato crop production at Arba minch, Ethiopia.. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1712952/v1>
- Martínez-Lorente, S., Martí-Guillen, J., Pedreño, M., Almagro, L., & Sabater-Jara, A. (2024). Higher Plant-Derived Biostimulants: Mechanisms of Action and Their Role in Mitigating Plant Abiotic Stress. *Antioxidants*, 13(3), 318. <https://doi.org/10.3390/antiox13030318>
- Mukhlis, M., Maftu'ah, E., Nurzakiah, S., Asikin, S., Pratiwi, E., Wakhid, N & Agustina, R. (2024). The Influence of Various Biostimulant Formulas Supplemented with Microbes and Their Application Frequency on Corn Productivity in Tidal Swamplands. *Kne Social Sciences*. <https://doi.org/10.18502/kss.v9i26.17081>
- Muliarta, I. (2020). Pemanfaatan Kompos Jerami Padi Guna Memperbaiki Kesuburan Tanah dan Hasil Padi. *Rona Teknik Pertanian*, 13(2), 59-70. <https://doi.org/10.17969/rtp.v13i2.17302>
- Nisa, A., Ali, M., Huda, N., Pratiwi, Y., & Nurlina, N. (2024). Proporsi Media Tanam dan Konsentrasi Pupuk Organik Cair Plus Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Mentimun Baby (*Cucumis sativus* L.). *Agrika*, 18(1), 71-81. <https://doi.org/10.31328/ja.v18i1.5844>
- Pandey, A., Thakur, S., Mehra, R., Kaler, R., Paul, M., & Kumar, A. (2025). Transforming Agri-food waste: Innovative pathways toward a zero-waste circular economy. *Food Chemistry X*, 28, 102604. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102604>
- Quintarelli, V., Borgatti, D., Baretta, M., Stazi, S., Allevato, E., Pancaldi, S., & Hassine, M. (2024). Microbial biofertilizers and algae-based biostimulant affect fruit yield characteristics of organic processing tomato. *Journal of the Science of Food and Agriculture*,

- 105(1), 530-539.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.13851>
- Rahmawati, R. and Risal, D. (2021). Pemberdayaan Kelompok Tani Pattunggalengan di Kabupaten Takalar melalui inovasi budidaya bawang merah. *Riau Journal of Empowerment*, 4(1), 49-57.
<https://doi.org/10.31258/raje.4.1.49-57>
- Rahmayuni, E., Syadiyah, T. H., & Herman, W. (2025). Pengaruh Kombinasi Pupuk Anorganik (N, P, K) Dan Pupuk Kascing Terhadap Terung Ungu. *Cemara*, 22(2), 111–123.
<https://doi.org/https://doi.org/10.24929/fp.v22i2.4794>
- Simahayati, S., Hadijah, S., & Budi, S. (2024). Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat Akibat Pemberian Pupuk Organik Cair dan Pupuk NPK Pada Tanah Gambut. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 13(1), 222.
<https://doi.org/10.26418/jspe.v13i1.70650>
- Soemarno, S., Nurin, Y., Yunita, D., & Hanuf, A. (2021). Aplikasi Lubang Resapan Biopori Berkompos terhadap Peningkatan Fosfor pada Agroekosistem Kebun Kopi Robusta. *Agrotechnology Research Journal*, 5(1), 49.
<https://doi.org/10.20961/agrotechr.esj.v5i1.46623>
- Soleha, N., Priatmadi, B., & Mariana, Z. (2023). Perubahan pH, Fe-larut, dan P-tersedia di Tanah Sulfat Masam Aktual (Sulfaquept) yang Diberi Pupuk Kandang Sapi dan Genangan Air. *actasolum*, 1(2), 53-60.
<https://doi.org/10.20527/actasolum.v1i2.1838>
- Somefun, O., Masasi, B., & Adelabu, A. (2024). Irrigation and Water Management of Tomatoes—A Review. *Journal of Sustainable Agriculture and Environment*, 3(4).
<https://doi.org/10.1002/sae2.70020>
- Sutikarini, S., Masulili, A., Suryani, R., Setiawan, S., & Mulyadi, M. (2023). Characteristics of Pineapple Waste as Liquid Organic Fertilizer and Its Effect on Ultisol Soil Fertility. *International Journal of Multi Discipline Science (Ij-Mds)*, 6(1), 38.
<https://doi.org/10.26737/ij-mds.v6i1.3754>
- Tripodi, P., Figàs, M., Leteo, F., Soler, S., Díez, M., Campanelli, G., & Prohens, J. (2022). Genotypic and Environmental Effects on Morpho-Physiological and Agronomic Performances of a Tomato Diversity Panel in Relation to Nitrogen and Water Stress Under Organic Farming. *Frontiers in Plant Science*, 13.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2022.936596>
- Wu, Y., Yan, S., Fan, J., Zhang, F., Zheng, J., Guo, J., & Xiang, Y. (2020). Combined application of soluble organic and chemical fertilizers in drip fertigation improves nitrogen use efficiency and enhances tomato yield and quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(15), 5422-5433.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.10593>