

Peningkatan Serapan N, P, dan K pada Mentimun (*Cucumis sativus L.*) di Ultisols melalui Pemberian Bakteri Endofit (*Serratia marcescens* AR1) dan Pupuk Kandang Ayam

Rony Rahmat Hidayat Hasibuan^{1*}, Tsamarah Nur Rahmah², Irham Maulana¹, Ovanny Thalia³

¹Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Unviersitas Teuku Umar

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Teuku Umar

³Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari

Email: ronyrahmat@utu.ac.id

Abstrak

Mentimun (*Cucumis sativus L.*) merupakan komoditas hortikultura utama di Indonesia dengan permintaan konsumen yang tinggi sebagai sayuran segar. Namun, produktivitasnya sering kali dibatasi oleh tanah Ultisol, yang ditandai dengan pH rendah, saturasi basa rendah, dan kadar Al dan Fe yang tinggi, menyebabkan kekurangan nutrisi dan penyerapan akar yang terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efek bakteri endofit *Serratia marcescens* AR1 dalam kombinasi dengan dosis berbeda pupuk ayam terhadap penyerapan nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) pada mentimun yang ditanam di tanah Ultisol. Eksperimen disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan dan tiga ulangan, termasuk kontrol, inokulasi bakteri saja, dan inokulasi bakteri dikombinasikan dengan pupuk ayam pada dosis 100–400 g per tanaman. Hasil menunjukkan bahwa kombinasi 25 ml inokulum bakteri dan 400 g pupuk ayam secara signifikan meningkatkan penyerapan nutrisi, mencapai 25,04 mg/tanaman untuk N, 22,34 mg/tanaman untuk P, dan 133,16 mg/tanaman untuk K dibandingkan dengan kontrol. Sinergi ini mencerminkan peran pupuk ayam sebagai sumber nutrisi organik dan aktivitas bakteri dalam melarutkan fosfat, memobilisasi kalium, dan meningkatkan ketersediaan nitrogen. Penerapan terpadu input organik-biologis meningkatkan kesuburan Ultisol, mempercepat pertumbuhan vegetatif, dan mendorong produktivitas mentimun yang berkelanjutan, memberikan dasar ilmiah untuk strategi pemupukan ramah lingkungan dan efisien biaya dalam sistem hortikultura tropis.

Kata kunci: Kotoran ayam, Mentimun, Penyerapan nutrisi, *Serratia marcescens*, Ultisol

Abstract

*Cucumber (Cucumis sativus L.) is a major horticultural crop in Indonesia with high consumer demand as a fresh vegetable. However, its productivity is often limited by Ultisol soils, which are characterized by low pH, low base saturation, and high levels of Al and Fe, leading to nutrient deficiencies and restricted root absorption. This study aimed to evaluated the effects of endophytic bacteria *Serratia marcescens* AR1 in combination with different doses of chicken manure on nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) uptake in cucumber cultivated in Ultisol. The experiment was arranged in a Completely Randomized Design (CRD) with six treatments and three replications, including control, bacterial inoculation alone, and bacterial inoculation combined with chicken manure at 100–400 g per. Results showed that the combination of 25 ml bacterial inoculum and 400 g chicken manure significantly enhanced nutrient uptake, reaching 25.04 mg/plant of N, 22.34 mg/plant of P, and 133.16 mg/plant of K compared with the control. This synergy reflected the role of chicken manure as an organic nutrient source and bacterial activity in solubilizing phosphate, mobilizing potassium, and improving nitrogen availability. The integrative application of organic–biological inputs improved Ultisol fertility, enhanced vegetative growth, and promoted sustainable cucumber productivity, offering a scientific basis for eco-friendly and cost-effective fertilization strategies in tropical horticultural systems.*

Keywords: Chicken manure, Cucumber, Nutrient uptake, *Serratia marcescens*, Ultisol

PENDAHULUAN

Mentimun (*Cucumis sativus* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura penting di Indonesia yang memiliki nilai ekonomi dan permintaan pasar yang tinggi sepanjang tahun (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2024). Namun demikian, produktivitas mentimun di tingkat nasional masih menghadapi berbagai kendala, salah satunya terkait kondisi lahan tanam. Sebagian besar lahan potensial untuk hortikultura di Indonesia didominasi oleh tanah masam tropika (Ultisol), yang dikenal memiliki sifat kimia kurang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman.

Ultisol dicirikan oleh pH rendah, kejenuhan basa yang rendah, kapasitas tukar kation (KTK) terbatas, serta tingginya kandungan aluminium (Al) dan besi (Fe) yang bersifat toksik. Kondisi tersebut menyebabkan ketersediaan unsur hara makro, khususnya nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), menjadi sangat terbatas sehingga menghambat pertumbuhan dan hasil tanaman hortikultura termasuk mentimun (Arifin *et al.*, 2021) (Kaharuddin & Dahlan, 2025). Kekurangan hara akibat keterbatasan kesuburan tanah ini menjadi salah satu faktor utama rendahnya produktivitas mentimun pada lahan Ultisol. Diperlukan strategi ameliorasi tanah yang ramah lingkungan untuk meningkatkan ketersediaan hara dan memperbaiki sifat kimia tanah. Pendekatan tersebut diharapkan mampu mendukung pertumbuhan optimal tanaman mentimun dan menjaga keberlanjutan sistem produksi hortikultura di lahan masam tropika Indonesia.

Upaya perbaikan sifat Ultisol umumnya dilakukan melalui pemanfaatan pupuk organik. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa pupuk kandang ayam berperan penting dalam meningkatkan ketersediaan P, memperbaiki KTK, dan menambah cadangan bahan organik, sehingga mampu memperbaiki kualitas kimia Ultisol (Chen *et al.*, 2023) (Agbede *et al.*, 2024) (Agbede *et al.*, 2025). Namun, aplikasi pupuk organik saja sering belum cukup untuk mempertahankan kesuburan tanah dalam jangka panjang. Oleh karena itu, diperlukan strategi yang mengintegrasikan input organik dengan teknologi biologi tanah sebagai solusi yang lebih berkelanjutan.

Dalam beberapa tahun terakhir, pemanfaatan *plant growth-promoting bacteria* (PGPB) berkembang sebagai pendekatan inovatif dalam sistem budidaya berkelanjutan. Misalnya, *Bacillus subtilis* dilaporkan mampu meningkatkan serapan fosfor sekaligus mendorong pertumbuhan tomat pada tanah masam (Dita *et al.*, 2023). Penelitian lain menunjukkan peran *Pseudomonas fluorescens* dalam menekan penyakit akar serta meningkatkan serapan nutrisi pada tanaman cabai (Kumar *et al.*, 2024). Selain itu, inokulasi

Azospirillum brasilense yang dikombinasikan dengan pupuk kandang terbukti dapat meningkatkan produktivitas jagung di Ultisol melalui optimalisasi ketersediaan N dan P (Mwangi *et al.*, 2023).

Secara khusus, bakteri endofit *Serratia marcescens* mendapat perhatian luas karena fungsinya ganda sebagai PGPB dan agens biokontrol. Bakteri ini mampu menghasilkan indole-3-acetic acid (IAA), siderofor, ACC-deaminase, serta memiliki kemampuan melarutkan fosfat dan kalium yang bermanfaat bagi peningkatan vigor tanaman (Kulkova *et al.*, 2024) (Zhang *et al.*, 2024). Lebih jauh, strain lokal *S. marcescens* AR1 telah terbukti meningkatkan pertumbuhan dan hasil beberapa komoditas hortikultura yang ditanam pada Ultisol (Hasibuan, 2020). Integrasi antara pupuk organik dan bakteri endofit semacam ini berpotensi menjadi strategi efektif dalam mengatasi keterbatasan kesuburan Ultisol sekaligus mendorong produktivitas mentimun secara berkelanjutan.

Meskipun demikian, kajian yang secara spesifik mengevaluasi interaksi antara peningkatan dosis pupuk kandang ayam dan aplikasi *S. marcescens* AR1 pada tanaman mentimun di Ultisol masih sangat terbatas. Padahal, pendekatan organik-hayati berpotensi memperbaiki kualitas tanah, meningkatkan serapan hara, dan mendukung produktivitas tanaman secara berkelanjutan (Rahma *et al.*, 2014). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh aplikasi *S. marcescens* AR1 dengan variasi dosis pupuk kandang ayam terhadap kandungan hara N, P, dan K pada tanaman mentimun di Ultisol, serta menentukan kombinasi perlakuan terbaik yang dapat diadopsi dalam sistem budidaya hortikultura tropika.

METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari hingga Juli 2019 di Laboratorium Tanah dan rumah kaca Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Referensi dan Data sudah Diperbaharui dengan yang Terbaru. Lokasi ini dipilih karena memiliki fasilitas untuk penelitian tanah masam (Ultisol) dan pendukung budidaya hortikultura.

Metode yang digunakan adalah percobaan lapangan dengan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas enam perlakuan dan tiga ulangan, sehingga diperoleh total 18 unit percobaan. Perlakuan yang diberikan merupakan kombinasi antara inokulasi bakteri endofit *Serratia marcescens* AR1 dengan pupuk kandang ayam, yaitu: (A) kontrol tanpa inokulasi dan pupuk kandang ayam, (B) inokulasi AR1 25 ml, (C) AR1 25 ml + pupuk kandang ayam 100 g/polybag, (D) AR1 25 ml + pupuk kandang ayam 200 g/polybag, (E) AR1 25 ml + pupuk kandang ayam 300 g/polybag, dan (F) AR1 25 ml + pupuk kandang

ayam 400 g/polybag. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan Microsoft Excel 2007. Analisis ragam (ANOVA) dilakukan pada taraf 5% dan dilanjutkan dengan uji Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) 5% apabila terdapat perbedaan nyata.

Pelaksanaan Penelitian

Tanah Ultisol diambil secara komposit dari Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Andalas pada kedalaman 0–20 cm. Sampel dikering-anginkan, diayak, dan dihomogenkan, kemudian dimasukkan ke dalam polybag setara 8,9 kg kering mutlak/polybag. Untuk menekan kemasaman tanah, ditambahkan kapur dolomit sebanyak 1,5 kali nilai Al-dd. Pupuk kandang ayam diaplikasikan sekali sebelum tanam sesuai dosis perlakuan dan dicampurkan merata dengan tanah.

Peremajaan dan Perbanyakan Isolat Bakteri Endofit (*Serratia marcescens* AR1)

Isolat *S. marcescens* AR1 dipelihara pada media tryptic soy agar (TSA) dan diperbanyak pada media air kelapa steril yang diautoklaf 120 °C, kemudian diinkubasi 4 × 24 jam hingga populasi mencapai ±10¹² sel/ml. Populasi dihitung menggunakan haemocytometer. Benih mentimun direndam dalam suspensi bakteri dengan kerapatan ±10⁸ sel/ml sebanyak 25 ml selama enam jam, kemudian disemai pada tray berisi campuran tanah dan pupuk kandang (1:1). Bibit berumur 12 hari dengan dua helai daun sejati dipindahkan ke polybag (dua bibit per polybag). Penanaman dilakukan pada sore hari untuk mengurangi stres tanaman.

Pemeliharaan Tanaman

Pemupukan anorganik dilakukan dengan dosis rekomendasi setara budidaya mentimun, yaitu 225 kg Urea/ha, 150 kg SP-36/ha, dan 100 kg KCl/ha. Dosis disesuaikan dengan jumlah tanaman per polybag (±4,5 g SP-36, 3 g KCl, serta campuran 6,7 g Urea + 9 g ZA per tanaman). Pemupukan diberikan dua kali, yaitu setengah dosis sebelum tanam dan sisanya pada fase vegetatif. Ajir bambu setinggi 2 m dipasang pada hari ke-7 setelah tanam. Pengendalian gulma dilakukan manual pada umur 2–4 minggu atau sebelum pemupukan kedua. Penyiraman dilakukan dua kali sehari (pagi dan sore) sesuai kebutuhan hingga mendekati kapasitas lapang. Apabila muncul hama dan penyakit, dilakukan penyemprotan pestisida sesuai tingkat serangan.

Analisis Angkutan Hara Tanaman Nitrogen (N), Fosfor (P) dan Kalium (K)

Bagian tanaman yang di analisis adalah batang, daun, dan akar. Batang, daun dan akar tanaman kemudian dipotong-potong dan dimasukkan ke dalam kantong kertas yang sudah diberi lubang, dikeringkan dalam oven dengan suhu 70° C selama 24 jam, dan

digiling. Tanaman yang dianalisis angkutan hara N (Nitrogen), P (Fosfor) dan K (Kalium) dengan pengabuan basah H_2SO_4 .

Angkutan N tanaman (mg/pot) = Kandungan N tanaman (%)x Bobot kering tanaman

Angkutan P tanaman (mg/pot) = Kandungan P tanaman (%)x Bobot kering tanaman

Angkutan K tanaman (mg/pot) = Kandungan K tanaman (%)x Bobot kering tanaman

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Angkutan Hara N, P dan K Pada Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus L.*)

Hasil analisis angkutan Hara N,P dan K Pada Bagian tanaman yang dianalisis Adalah akar, batang, daun dan buah.

Tabel 1. Hasil Angkutan Hara N,P dan K Pada Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus L.*)

Perlakuan	N (mg/tanaman)	P (mg/tanaman)	K (mg/tanaman)
Kontrol	6.75 a	5.10 a	20.47 a
25ml Bakteri Endofit	9.61 b	9.03 b	36.18 b
Bakteri Endofit 25 ml + 100g Pupuk Kandang ayam	13.22 c	12.14 c	48.09 c
Bakteri Endofit 25 ml + 200g Pupuk Kandang ayam	11.14 d	9.37d	69.26 d
Bakteri Endofit 25 ml + 300g Pupuk Kandang ayam	17.28 e	16.25 e	80.81 e
Bakteri Endofit 25 ml + 400g Pupuk Kandang ayam	25.04 f	22.34 f	134.42 f
KK	19.63 %	20.43%	15.37%

Masing-masing bagian tanaman dipotong-potong dan dimasukkan kedalam kantung kertas yang sudah diberi lubang lalu dikeringkan dengan oven dengan suhu 70 °C selama 24 jam, dan digiling. Tanaman yang dianalisis angkutan hara N, P, dan K dengan pengabuan basah H_2SO_4 . Prosedur analisis angkutan hara N, P, dan K tanaman sebagai berikut:

Angkutan N tanaman (mg/pot) = Kandungan N tanaman (%) x Bobot kering tanaman

Angkutan P tanaman (mg/pot) = Kandungan P tanaman (%) x Bobot kering tanaman

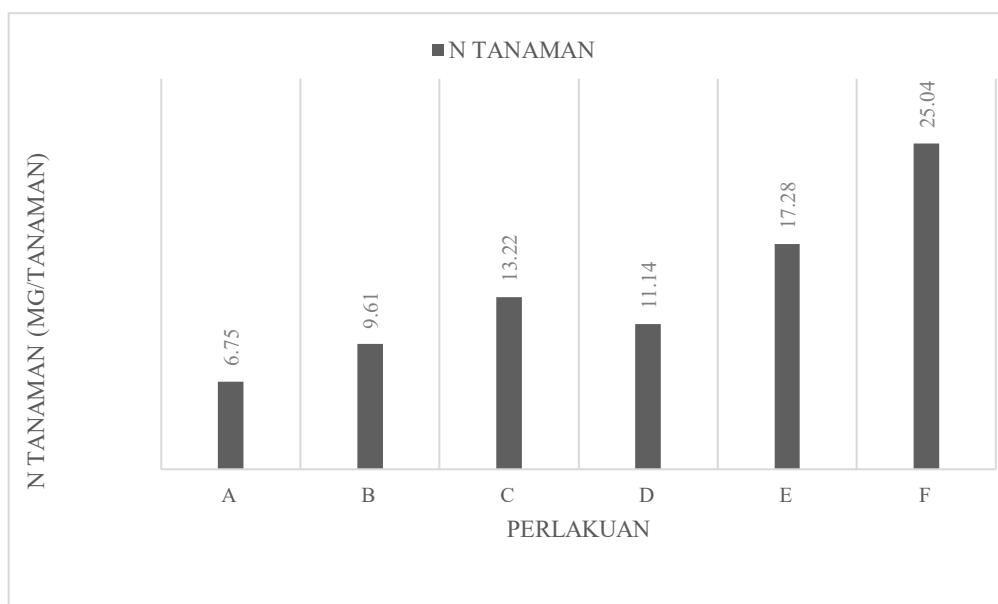
Angkutan K tanaman (mg/pot) = Kandungan K tanaman (%) x Bobot kering tanaman

Pada Tabel 1. Dapat dilihat bahwa pemberian pupuk kandang ayam dengan dosis yang berbeda pada aplikasi bakteri endofit (*Serratia marcescens* AR1) tidak terlalu

berpengaruh nyata terhadap unsur hara N dan P pada tanaman mentimun (*Cucumis sativus L.*). Sedangkan pada unsur hara K memberikan pengaruh yang nyata setelah pemberian pupuk kandang ayam dengan dosis yang berbeda yang diaplikasikan pada bakteri endofit (*Serratia marcescens* AR1) memberikan pengaruh yang signifikan. Fungsi unsur hara N, P, dan K berkaitan erat dalam mendukung proses fotosintesis dan produksi fotosintat yang dihasilkan oleh unsur hara N, P, dan K tidak dapat digantikan dengan unsur hara lain sehingga unsur hara tanaman dapat memenuhi siklus hidup (Firmansyah *et al.*, 2017).

Angkutan Hara N Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus L.*)

Berdasarkan hasil pengamatan angkutan hara N pada bagian daun, batang dan akar pada tanaman mentimun (*Cucumis sativus L.*) yang ditanam pada Ultisol dapat Dilihat pada Gambar 1. Terlihat pada Gambar 1. Pengaruh peningkatan dosis pupuk organik pada aplikasi bakteri endofit (*Serratia Marcecens* AR1) terhadap tanaman mentimun memberikan pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman mentimun (*Cucumis sativus L.*) pada Ultisol. Terlihat dari Gambar 1. Semakin tinggi pemberian dosis pupuk organik kandang ayam unsur hara N semakin banyak yang dihasilkan terhadap tanaman mentimun pada Ultisol.



Gambar 1. Grafik Pengaruh peningkatan dosis pupuk organik pada aplikasi bakteri endofit (*Serratia marcescens* AR1) terhadap angkutan hara N tanaman mentimun (*Cucumis sativus L.*) umur 8 MST, A. Kontrol; B. Bakteri Endofit 25 ml; C. Bakteri Endofit 25 ml + 100 g Pupuk Kandang Ayam; D. Endofit 25 ml + 200g Pupuk Kandang Ayam; E. Endofit 25 ml + 300 g Pupuk Kandang Ayam; F. Endofit 25 ml + 400g Pupuk Kandang Ayam

Berdasarkan data, perlakuan F (25 ml bakteri endofit + 400 g pupuk kandang ayam) menunjukkan hasil terbaik, dengan nilai angkutan hara N sebesar 25,04 mg/tanaman, jauh lebih tinggi dibandingkan kontrol (6,75 mg/tanaman). Hal ini menunjukkan bahwa sinergi antara pupuk kandang ayam dengan bakteri endofit berperan dalam memperbaiki ketersediaan hara, mempercepat mineralisasi bahan organik, serta meningkatkan daya serap akar terhadap nitrogen.

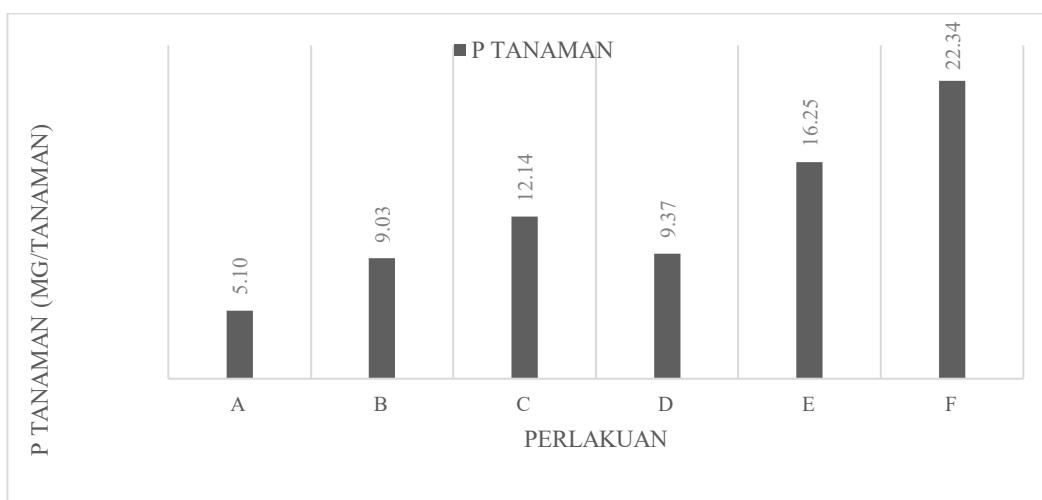
Tabel 2. Hasil Anova terhadap Perlakuan N Tanaman Mentimun

Sumber Variasi	Sum sq	Df	F	PR(>F)
C-Perlakuan	603.4	5.0	645.7	3.7662
Residual	2.25	12.0	-	-

Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA), perlakuan aplikasi bakteri endofit *Serratia marcescens* AR1 dengan berbagai dosis pupuk kandang ayam berpengaruh nyata terhadap kandungan hara N pada tanaman mentimun ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa variasi dosis pupuk kandang ayam yang dikombinasikan dengan bakteri endofit memberikan efek berbeda dalam meningkatkan serapan nitrogen.

Angkutan Hara P Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.)

Berdasarkan hasil pengamatan angkutan hara P pada tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) pada Gambar 2. pemberian pupuk organik kandang ayam memberikan pengaruh yang baik sesuai dengan kenaikan dosis terhadap aplikasi bakteri endofit (*Serratia marcescens* AR1) pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman mentimun di Ultisol. Terlihat pada Gambar 2. semakin banyak dosis pupuk organik kandang ayam yang diberikan terhadap aplikasi bakteri endofit (*Serratia marcescens* AR1), semakin banyak pula unsur hara yang disumbangkan untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.).



Gambar 2. Grafik Pengaruh peningkatan dosis pupuk organik pada aplikasi bakteri endofit(*Serratia marcescens* AR1) terhadap angkutan hara P tanaman mentimun (*Cucumis sativus L.*) umur 8 MST (Diperbaharui:2025). A. Kontrol B. Bakteri Endofit 25 ml C. Bakteri Endofit 25 ml + 100g Pupuk Kandang Ayam D. Endofit 25 ml + 200g Pupuk Kandang Ayam E. Endofit 25 ml + 300g Pupuk Kandang Ayam F. Endofit 25 ml + 400g Pupuk Kandang Ayam

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi 25 ml bakteri endofit *Serratia marcescens* AR1 dengan 400 g pupuk kandang ayam (perlakuan F) memberikan nilai angkutan hara P tertinggi sebesar 22,34 mg/tanaman, melampaui perlakuan lain maupun kontrol.

Tabel 3. Hasil Anova terhadap Perlakuan P Tanaman Mentimun

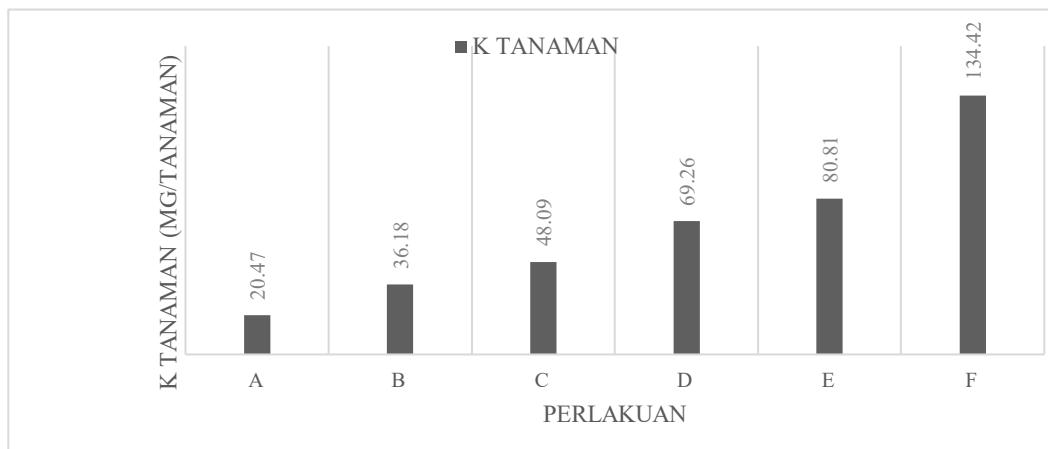
Sumber Variasi	Sum sq	Df	F	PR(>F)
C-Perlakuan	573.4	5.0	958.62	3.5456
Residual	1.45	12.0	-	-

Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa peningkatan dosis pupuk kandang ayam pada aplikasi bakteri endofit *Serratia marcescens* AR1 berpengaruh nyata terhadap angkutan hara P pada tanaman mentimun ($p < 0,05$). Perlakuan F (25 ml AR1 + 400 g pupuk kandang ayam) menghasilkan kandungan P tertinggi (22,17 mg/tanaman) dan berbeda signifikan dengan semua perlakuan lainnya.

Angkutan Hara K Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus L.*)

Berdasarkan hasil pengamatan pada unsur Hara K pada tanaman mentimun (*Cucumis sativus L.*) dapat dilihat pada Gambar 3. Pemberian pupuk organik kandang ayam terhadap aplikasi bakteri endofit sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman mentimun, dilihat dari Gambar 3. Semakin besar dosis pupuk

organik kandang ayam terhadap pengaplikasian bakteri endofit semakin besar unsur hara K yang diperoleh untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman mentimun pada ultisol.



Gambar 3. Grafik Pengaruh peningkatan dosis pupuk organik pada aplikasi bakteri endofit (*Serratia marcescens* AR1) terhadap angkutan hara K tanaman mentimun (*Cucumis sativus L.*) umur 8 MST, A. Kontrol B. Bakteri Endofit 25 ml C. Bakteri Endofit 25 ml + 100g Pupuk Kandang Ayam D. Endofit 25 ml + 200g Pupuk Kandang Ayam E. Endofit 25 ml + 300g Pupuk Kandang Ayam F. Endofit 25 ml + 400g Pupuk Kandang Ayam

Berdasarkan Gambar 3, terlihat bahwa pemberian pupuk kandang ayam yang dikombinasikan dengan aplikasi bakteri endofit *Serratia marcescens* AR1 mampu meningkatkan angkutan hara K pada tanaman mentimun secara signifikan. Peningkatan ini menunjukkan hubungan yang sejalan dengan peningkatan dosis pupuk kandang ayam yang diberikan, di mana perlakuan F (25 ml AR1 + 400 g pupuk kandang ayam) memberikan hasil tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Temuan ini menandakan bahwa ketersediaan unsur K di tanah Ultisol dapat ditingkatkan melalui sinergi antara input organik dan agen hayati. Pupuk kandang ayam tidak hanya berperan sebagai sumber utama K, tetapi juga menyediakan bahan organik yang memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation, serta mendukung aktivitas mikroba tanah. Sementara itu, *Serratia marcescens* AR1 berperan dalam mempercepat proses mineralisasi bahan organik dan memobilisasi unsur K dari bentuk tidak tersedia menjadi bentuk yang mudah diserap oleh akar tanaman, sehingga efisiensi penyerapan hara dan pertumbuhan tanaman meningkat.

Tabel 4. Hasil Uji Anova terhadap Unsur Hara K Tanaman Mentimun

Sumber Variasi	Sum_sq	Df	F	PR(>F)
C-Perlakuan	23116.2	5.0	687.07	2.5966
Residual	80.74	12.0	-	-

Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang ayam yang dikombinasikan dengan aplikasi bakteri endofit *Serratia marcescens* AR1 berpengaruh signifikan terhadap angkutan hara K pada tanaman mentimun ($p < 0,05$). Perlakuan F (25 ml AR1 + 400 g pupuk kandang ayam) memberikan nilai angkutan K tertinggi (133,16 mg/tanaman), berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya menurut uji Tukey HSD.

PEMBAHASAN

Pemberian pupuk kandang ayam terbukti mampu meningkatkan ketersediaan nitrogen (N) dalam tanah melalui proses mineralisasi bahan organik, sekaligus memperbaiki struktur tanah dan aktivitas mikroba. Temuan ini sejalan dengan laporan (Aegnehu *et al.*, 2016) yang menekankan peran pupuk organik dalam memperbaiki kesuburan tanah dengan kesuburan rendah, serta relevan dengan hasil penelitian ini yang menunjukkan peningkatan signifikan angkutan hara N pada tanaman mentimun. Selanjutnya, (Rondon *et al.*, 2007) juga mengemukakan bahwa pupuk kandang ayam dapat mengurangi kehilangan nitrogen akibat pencucian sekaligus mendukung pembentukan struktur tanah yang lebih baik, sehingga penyerapan hara oleh tanaman menjadi lebih efisien.

Hasil penelitian lain yang dilakukan oleh (Salsabila, 2024) menegaskan bahwa total nitrogen dalam jaringan tanaman sangat dipengaruhi oleh ketersediaan ion NO_3^- dan NH_4^+ , yang berhubungan erat dengan bobot kering tanaman (Senatama *et al.*, 2019) juga menambahkan bahwa unsur hara N memiliki hubungan langsung dengan peningkatan bobot kering karena berperan penting dalam pembentukan klorofil serta mendukung fase vegetatif tanaman. Dengan demikian, hasil penelitian ini menguatkan bahwa peningkatan dosis pupuk kandang ayam dapat meningkatkan angkutan hara N pada mentimun, yang berdampak pada pertumbuhan vegetatif lebih optimal.

Selain itu, hasil penelitian (Amir *et al.*, 2015) menunjukkan bahwa nitrogen hasil fiksasi oleh bakteri pengikat N pada legum mampu meningkatkan kandungan N jaringan tanaman dan biomassa secara signifikan. Hal ini paralel dengan peran bakteri endofit *Serratia marcescens* AR1 dalam penelitian ini, yang berfungsi memperbesar serapan N saat dikombinasikan dengan pupuk kandang ayam. Penjelasan (Ahmad, 2013) bahwa nitrogen merupakan unsur esensial untuk pembentukan protoplasma, enzim, dan protein juga relevan, sebab kombinasi pupuk kandang ayam dan bakteri endofit membantu mencegah defisiensi N, yang biasanya ditandai dengan daun menguning dan pertumbuhan lambat.

Angkutan fosfor (P) pada tanaman mentimun meningkat seiring dengan penambahan dosis pupuk kandang ayam yang dikombinasikan dengan aplikasi bakteri endofit *Serratia marcescens* AR1. Perlakuan terbaik terdapat pada dosis 400 g pupuk kandang ayam + 25 ml *S. marcescens* AR1 dengan nilai 22,34 mg/tanaman. Peningkatan ini menandakan adanya sinergi antara ketersediaan bahan organik dari pupuk kandang dengan aktivitas mikroba endofit yang mampu memobilisasi fosfor. Tanah Ultisol umumnya memiliki ketersediaan P rendah karena sebagian besar P terikat dengan Al dan Fe. Peran bakteri endofit dalam melarutkan fosfat melalui sekresi asam organik dan enzim fosfatase penting untuk meningkatkan P tersedia, sebagaimana dilaporkan oleh (Solihin et al., 2019). (Akasah et al., 2018) juga menegaskan bahwa distribusi akar dan kapasitas serapan menentukan akumulasi P pada jaringan tanaman. (Prawira, 2019) menambahkan bahwa kadar P tanaman dipengaruhi oleh efisiensi akar dalam menyerap P tersedia di tanah. Selain itu, (H. Maisa & Yetti, 2010) melaporkan bahwa pupuk kandang ayam efektif meningkatkan hasil tanaman, namun pengaruhnya lebih besar ketika dikombinasikan dengan biofertilizer. Dengan demikian, kombinasi pupuk kandang ayam dan *S. marcescens* AR1 terbukti meningkatkan ketersediaan P di Ultisol secara optimal dan ramah lingkungan.

Di sisi lain, angkutan kalium (K) menunjukkan kecenderungan meningkat seiring dosis pupuk kandang ayam. Unsur K dalam pupuk kandang ayam sekaligus bahan organik yang terkandung di dalamnya berperan penting dalam meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah Ultisol. Kombinasi dengan bakteri endofit *S. marcescens* AR1 mempercepat mineralisasi bahan organik dan mobilisasi K ke daerah perakaran. Temuan ini menguatkan laporan (Silahoy, 2008) yang menyatakan bahwa K penting dalam aktivasi enzim, pembentukan ATP, serta transportasi gula. Hal ini juga konsisten dengan pandangan (Taiz & Zeiger, 2002), bahwa kalium mendukung translokasi gula sehingga meningkatkan kualitas buah mentimun.

Dari perspektif fisiologi tanaman, *S. marcescens* AR1 berperan dalam mempercepat dekomposisi bahan organik serta meningkatkan ketersediaan mineral termasuk K melalui sekresi enzim dan metabolit. Efek sinergis ini tidak hanya terjadi pada unsur K, tetapi juga pada N dan P, sehingga penggunaan biofertilizer terbukti mengoptimalkan serapan hara makro secara menyeluruh. Hal ini konsisten dengan hasil penelitian (Prawira, 2019) yang menekankan bahwa ketersediaan K sangat dipengaruhi oleh kandungan K tanah dan kemampuan akar dalam menyerapnya, yang erat kaitannya dengan aktivitas mikroba dan bahan organik.

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, temuan ini memperluas laporan (A. Maisa & Yetti, 2010) yang hanya mengevaluasi pengaruh pupuk kandang ayam pada bawang daun tanpa integrasi agen hayati. Penelitian ini membuktikan bahwa kombinasi pupuk kandang ayam dengan *S. marcescens* AR1 memberikan dampak lebih signifikan melalui peran ganda, yakni pupuk kandang sebagai penyedia K sekaligus bahan organik, dan bakteri endofit sebagai pemacu mobilisasi hara di zona perakaran. Dengan demikian, strategi penggunaan pupuk organik yang dipadukan dengan biofertilizer terbukti lebih efektif dan berkelanjutan dibandingkan aplikasi pupuk anorganik tunggal dalam meningkatkan produktivitas mentimun di tanah Ultisol.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa kombinasi bakteri endofit *Serratia marcescens* AR1 dengan pupuk kandang ayam secara signifikan meningkatkan serapan hara N, P, dan K pada tanaman mentimun (*Cucumis sativus* L.) di tanah Ultisol. Perlakuan terbaik diperoleh pada dosis 25 ml AR1 ditambah 400 g pupuk kandang ayam, dengan hasil angkutan N sebesar 25,04 mg/tanaman, P sebesar 22,34 mg/tanaman, dan K sebesar 133,16 mg/tanaman. Sinergi keduanya memperbaiki sifat fisik-kimia tanah masam, meningkatkan ketersediaan hara, serta mendukung pertumbuhan vegetatif dan produktivitas tanaman. Temuan ini menegaskan bahwa pendekatan organik-hayati berbasis pupuk kandang ayam dan *S. marcescens* AR1 dapat menjadi teknologi ramah lingkungan, efisien, dan berkelanjutan dalam budidaya hortikultura di lahan Ultisol.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan agar penggunaan kombinasi bakteri endofit *Serratia marcescens* AR1 dan pupuk kandang ayam diterapkan secara lebih luas pada sistem budidaya hortikultura di lahan masam seperti Ultisol. Dosis terbaik, yaitu 25 ml *S. marcescens* AR1 yang dikombinasikan dengan 400 g pupuk kandang ayam per tanaman, dapat dijadikan acuan dalam formulasi paket teknologi pemupukan organik-hayati yang efisien dan ramah lingkungan.

Penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas kombinasi ini pada berbagai jenis tanaman hortikultura dan kondisi agroekosistem yang berbeda, termasuk variasi musim dan tingkat kemasaman tanah. Selain itu, perlu dilakukan kajian lebih mendalam terhadap dinamika mikroba tanah, ketersediaan hara jangka panjang, serta dampak ekonominya terhadap produktivitas dan keuntungan petani. Integrasi teknologi ini

dengan praktik pertanian berkelanjutan, seperti penggunaan biochar atau kompos campuran, juga direkomendasikan untuk meningkatkan stabilitas dan efisiensi pemanfaatan hara dalam jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Agbede TM, Adekiya AO, Aboyeji CM, & Dunsin O. (2024). Impacts of poultry manure and biochar amendments on the dynamics of soil chemical properties. *Scientific Reports*, 14(1), 5651. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-64684-5>
- Agbede TM, Adekiya AO, & Ojeniyi SO. (2025). Soil fertility restoration and sustainable crop yield improvement through poultry manure application in tropical soils. *Scientific African*, 20, e02114. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2025.e02114>
- Agegnehu G, Nelson PN, & Bird MI. (2016). Crop yield, plant nutrient uptake and soil physicochemical properties under organic soil amendments and nitrogen fertilization on Nitisols. *Soil and Tillage Research*, 160, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.02.003>
- Akasar F, Yetti H, & Siregar M. (2018). Pengaruh pemberian pupuk fosfor terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung pada tanah Ultisol. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 7(1), 15–22.
- Arifin M, Suryani E, & Nugroho W. (2021). Karakterisasi dan klasifikasi Ultisols di Indonesia. *SoilRens Journal*, 9(2), 45–54.
- Chen X, Zhang H, Li Y, & Wang Q. (2023). Effects of chicken manure application on soil fertility and crop yield in acidic soils: A meta-analysis. *Agronomy*, 13(6), 1523. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061523>
- Dita M, Castro L, & Hernandez R. (2023). Phosphate solubilization and growth promotion of tomato by *Bacillus subtilis* in acidic soils. *Rhizosphere*, 25, 100661. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2023.100661>
- Firmansyah M, Sari DM, & Rahayu E. (2017). Peran hara NPK dalam mendukung fotosintesis dan hasil tanaman. *Jurnal Agroteknologi*, 11(1), 20–28.
- Kaharuddin, & Dahlan M. (2025). *Management of Ultisols for sustainable horticultural production systems*. Springer Nature Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-99-6720-5>
- Kulkova I, Nováková J, & Černý M. (2024). *Serratia* spp. as plant growth-promoting bacteria alleviating salinity, drought, and nutrient imbalance stresses. *Microorganisms*, 12(2), 457. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12020457>
- Kumar R, Patel D, & Singh S. (2024). Biocontrol and nutrient enhancement by *Pseudomonas fluorescens* in chili cultivation. *Journal of Plant Growth Regulation*, 43(1), 127–139. <https://doi.org/10.1007/s00344-023-11072-5>
- Maisa A, & Yetti H. (2010). Pengaruh dosis pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan hasil bawang daun (*Allium fistulosum* L.). *Jurnal Agronomi Indonesia*, 38(3), 225–231.
- Maisa H, & Yetti H. (2010). Pengaruh dosis pupuk kandang ayam terhadap pertumbuhan dan produksi bawang daun. *Jurnal Floratek*, 5(2), 45–53.

- Mwangi J, Otieno P, & Karanja N. (2023). Integration of Azospirillum inoculation and poultry manure improves maize yield in Ultisols. *Soil Use and Management*, 39(4), 1248–1260. <https://doi.org/10.1111/sum.12899>
- Prawira R. (2019). Hubungan ketersediaan P dan K tanah dengan serapan hara pada tanaman hortikultura. *Jurnal Agroteknologi*, 8(2), 45–56.
- Rahma H, Suryani A, & Ramadhan Y. (2014). Potensi bakteri endofit dalam menekan penyakit tanaman: Studi kasus pada mentimun. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 14(2), 120–128.
- Rondon MA, Lehmann J, Ramírez J, & Hurtado M. (2007). Biological nitrogen fixation by common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) increases with bio-char additions. *Biology and Fertility of Soils*, 43(6), 699–708.
- Salsabila A. (2024). Hubungan kandungan nitrogen brangkas dengan bobot kering tanaman buncis dan mentimun. *Jurnal Agroindonesia*, 9(1), 25–33.
- Senatama G, Ningsih R, & Pratama A. (2019). Korelasi antara kandungan hara N dengan pertumbuhan vegetatif tanaman. *Jurnal Agroindonesia*, 5(2), 45–52.
- Silahoy M. (2008). Peran kalium dalam metabolisme tanaman dan resistensi terhadap cekaman lingkungan. *Buletin Agronomi*, 36(2), 125–131.
- Solihin A, Prasetyo Y, & Hadi S. (2019). Peran fosfor dalam proses fisiologis tanaman. *Jurnal Agrotek*, 7(1), 41–50.
- Taiz L, & Zeiger E. (2002). *Plant physiology* (3rd ed.). Sinauer Associates.
- Zhang L, Wu H, & Li Y. (2024). Endophytic *Serratia marcescens* LYGN1 enhances cucumber seedling growth under greenhouse conditions. *Plants*, 13(5), 1121. <https://doi.org/10.3390/plants13051121>