

Pengaruh Pupuk Organik Cair Berbahan Air Cucian Beras terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bayam Hijau (*Amaranthus viridis* L.)

*Effect of Rice Washing Water-Based Liquid Organic Fertilizer on the Growth and Yield of Green Amaranth (*Amaranthus viridis* L.)*

Chicha Nurul Azizah Kadir¹, Nurul Fajeriana^{2*}, Muzna Ardin Abdul Gafur³, Ismail Munadi Sangadji⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sorong, Papua Barat Daya, 98416

*Corresponding author: nurulfajeriana.m@gmail.com

Abstrak

Ketersediaan unsur hara yang memadai selama fase vegetatif merupakan salah satu faktor penting yang mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman bayam hijau (*Amaranthus viridis* L.). Air cucian beras merupakan limbah rumah tangga yang mengandung senyawa organik dan sejumlah unsur hara sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku pupuk organik cair (POC). Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh beberapa konsentrasi POC berbahan air cucian beras terhadap pertumbuhan dan hasil bayam hijau serta mengidentifikasi konsentrasi terbaik di antara perlakuan yang diuji. Penelitian dilaksanakan pada Oktober–Desember 2024 di greenhouse sederhana, Kelurahan Aimas Unit II, Distrik Malasom, Kabupaten Sorong. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan empat taraf konsentrasi POC, yaitu 0, 50, 75, dan 100 mL L⁻¹, yang diulang tiga kali. POC diaplikasikan dengan metode kocor sebanyak 10 mL per polybag pada umur 1–4 minggu setelah tanam (MST). Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat brangkasan basah. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA), dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan pemberian POC berbahan air cucian beras berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil bayam hijau. Perlakuan 100 mL L⁻¹ merupakan konsentrasi terbaik di antara konsentrasi yang diuji, dengan tinggi tanaman 50,93 cm, jumlah daun 13,23 helai, dan berat brangkasan basah 19,63 g tanaman⁻¹, dan menunjukkan peningkatan sebesar 44,98%, 64,76%, dan 130,13% dibandingkan kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa POC berbahan air cucian beras berpotensi dimanfaatkan sebagai pupuk organik alternatif untuk mendukung pertumbuhan dan hasil bayam hijau, sekaligus memberikan peluang pemanfaatan kembali limbah rumah tangga.

Kata kunci: *Amaranthus viridis*; air cucian beras; bayam hijau; pertanian berkelanjutan; pupuk organik cair.

Abstract

Adequate nutrient availability during the vegetative phase is an important factor supporting the growth and yield of green spinach (*Amaranthus viridis* L.). Rice washing water is a household waste material containing organic compounds and several nutrients, making it a potential raw material for liquid organic fertilizer (LOF). This study aimed to evaluate the effects of several concentrations of rice-washing-water-based LOF on the growth and yield of green spinach and to identify the best concentration among the treatments tested. The study was conducted from October to December 2024 in a simple greenhouse in Aimas Unit II Village, Malasom District, Sorong Regency, Indonesia. A Completely Randomized Design (CRD) with one factor

was used, consisting of four LOF concentrations: 0, 50, 75, and 100 mL L⁻¹, each with three replications. The LOF was applied by drenching 10 mL per polybag at 1–4 weeks after planting (WAP). The observed parameters were plant height, number of leaves, and fresh shoot weight. The data were analyzed using analysis of variance (ANOVA), followed by Tukey's Honestly Significant Difference (HSD) test at the 5% significance level. The results showed that the application of rice-washing-water-based LOF significantly affected the growth and yield of green spinach. The 100 mL L⁻¹ treatment was the best concentration among those tested, producing a plant height of 50.93 cm, 13.23 leaves, and a fresh shoot weight of 19.63 g plant⁻¹. These values increased by 44.98%, 64.76%, and 130.13%, respectively, compared with the control. The findings indicate that rice-washing-water-based LOF has potential as an alternative organic fertilizer to support the growth and yield of green spinach while providing an opportunity for the reuse of household waste.

Keywords: *Amaranthus viridis*; fermented rice washing water; green amaranth; liquid organic fertilizer; sustainable agriculture.

PENDAHULUAN

Bayam hijau (*Amaranthus viridis* L.) termasuk komoditas sayuran daun yang penting karena memiliki nilai ekonomi dan kandungan gizi yang mendukung pemenuhan kebutuhan pangan masyarakat. Tanaman ini dikenal memiliki siklus produksi yang relatif pendek, pertumbuhan vegetatif yang cepat, serta kemampuan beradaptasi pada beragam kondisi agroekosistem tropis, sehingga dapat dibudidayakan pada berbagai skala, mulai dari usaha komersial hingga pekarangan rumah tangga. Dari aspek gizi, bayam hijau mengandung protein nabati serta berbagai mikronutrien dan senyawa bioaktif, antara lain vitamin A, C, dan K, kalsium, magnesium, zat besi, serat pangan, serta senyawa antioksidan yang berkontribusi terhadap pemeliharaan kesehatan dan berpotensi membantu mengurangi risiko penyakit degeneratif (Terzieva *et al.*, 2026). Tingginya kandungan nutrisi tersebut menjadikan bayam sebagai salah satu sayuran yang direkomendasikan dalam upaya peningkatan kualitas konsumsi pangan masyarakat.

Permintaan terhadap sayuran daun, termasuk bayam hijau, terus meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap pola konsumsi pangan sehat, serta berkembangnya konsep *food security* dan *nutrition security*. (BPS, 2025) menunjukkan bahwa konsumsi rumah tangga untuk komoditas bayam sebanyak 0.26 kg setiap bulannya. Pengeluaran per kapita untuk komoditas ini sebesar Rp. 2.442 rupiah. Selain itu produksi tanaman bayam sepanjang tahun 2024 di Indonesia mencapai 167.608 ton. Meskipun demikian, peningkatan kebutuhan konsumsi masyarakat perlu diimbangi dengan peningkatan produktivitas yang berkelanjutan agar ketersediaan sayuran tetap terjaga tanpa mengabaikan aspek kelestarian lingkungan. Produktivitas bayam sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara, kualitas media tanam, serta penerapan teknologi budidaya yang tepat.

Selama beberapa dekade terakhir, peningkatan produksi tanaman hortikultura masih didominasi oleh penggunaan pupuk anorganik (Zhang *et al.*, 2025). Penggunaan pupuk kimia secara intensif memang mampu meningkatkan hasil tanaman dalam jangka pendek, namun penggunaan yang berlebihan dan berlangsung terus-menerus dapat menurunkan kualitas tanah melalui penurunan kandungan bahan organik, aktivitas mikroorganisme, efisiensi serapan unsur hara, serta

keseimbangan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Fajeriana, Ali, et al., 2025). Kondisi tersebut menjadi salah satu tantangan dalam mewujudkan sistem pertanian yang produktif sekaligus berkelanjutan. Oleh karena itu, diperlukan alternatif sumber hara yang lebih ramah lingkungan, mudah diperoleh, dan mampu mendukung produktivitas tanaman tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap kualitas tanah. Salah satu alternatif yang berpotensi dimanfaatkan adalah pupuk organik cair berbahan air cucian beras. Air cucian beras (*rice washing water*) merupakan limbah rumah tangga yang umumnya belum dimanfaatkan secara optimal dan masih dibuang langsung ke lingkungan. Padahal, air cucian beras mengandung berbagai senyawa organik dan unsur hara yang berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman, seperti karbohidrat, protein, vitamin B kompleks, fosfor, kalium, magnesium, serta sejumlah unsur mikro yang berperan dalam proses metabolisme tanaman (Murdaningsih *et al.*, 2020). Senyawa organik dalam air cucian beras berpotensi mendukung aktivitas mikroorganisme menguntungkan yang berperan dalam dekomposisi bahan organik dan mineralisasi unsur hara pada media tanam.

Pemanfaatan air cucian beras sebagai bahan POC umumnya diawali dengan proses fermentasi. Tahap ini membantu menguraikan senyawa organik yang kompleks menjadi komponen yang lebih sederhana sehingga berpotensi meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Selain itu, proses fermentasi dapat menghasilkan senyawa metabolit tertentu yang berpotensi mendukung pertumbuhan tanaman melalui aktivitas mikroorganisme, perbaikan lingkungan rizosfer, dan stimulasi proses fisiologis yang berkaitan dengan pertumbuhan. Kandungan vitamin B1 (tiamin) dalam air cucian beras diketahui berperan dalam metabolisme karbohidrat menjadi energi yang diperlukan selama proses pembelahan dan pemanjangan sel. Di sisi lain, karbohidrat hasil metabolisme tersebut berkontribusi terhadap sintesis hormon auksin dan giberelin yang berperan dalam pembentukan akar, pertumbuhan batang, serta perkembangan daun (Syafi'i *et al.*, 2025).

Berbagai penelitian telah melaporkan potensi air cucian beras sebagai pupuk organik cair pada beberapa komoditas tanaman. (Lalla, 2018) melaporkan bahwa aplikasi air cucian beras mampu meningkatkan pertumbuhan akar tanaman seledri melalui peningkatan aktivitas fisiologis tanaman. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa pupuk organik cair berbasis limbah organik rumah tangga mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif berbagai jenis sayuran karena mampu memperbaiki ketersediaan unsur hara serta meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi oleh tanaman. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa limbah organik rumah tangga memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai sumber hara alternatif dalam sistem pertanian berkelanjutan.

Meskipun demikian, hasil penelitian mengenai efektivitas pupuk organik cair berbahan air cucian beras masih menunjukkan variasi yang cukup besar. Sebagian besar penelitian terdahulu hanya mengevaluasi pengaruh pemberian air cucian beras pada satu tingkat konsentrasi atau hanya berfokus pada parameter pertumbuhan vegetatif tanaman. Informasi mengenai respons pertumbuhan sekaligus hasil panen

bayam hijau terhadap berbagai konsentrasi pupuk organik cair berbahan air cucian beras masih relatif terbatas. Selain itu, penelitian yang secara khusus menentukan konsentrasi aplikasi yang paling efektif untuk menghasilkan pertumbuhan dan produktivitas bayam hijau secara optimal juga masih belum banyak dilaporkan. Kondisi tersebut menunjukkan masih adanya kesenjangan informasi (*research gap*) mengenai efektivitas konsentrasi pupuk organik cair berbahan air cucian beras pada budidaya bayam hijau.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan mengevaluasi respons pertumbuhan dan hasil bayam hijau (*Amaranthus viridis* L.) terhadap pemberian pupuk organik cair berbahan air cucian beras pada berbagai konsentrasi serta mengidentifikasi konsentrasi terbaik di antara perlakuan yang diuji. Hasil penelitian diharapkan dapat menambah informasi ilmiah mengenai potensi pemanfaatan air cucian beras sebagai sumber bahan organik alternatif untuk mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman, sekaligus memberikan peluang pemanfaatan kembali limbah rumah tangga dalam budidaya sayuran.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan pada Oktober–Desember 2024 di greenhouse sederhana yang berada di Kelurahan Aimas Unit II, Distrik Malasom, Kabupaten Sorong, Papua Barat Daya, Indonesia.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi polybag berukuran 30 × 30 cm, timbangan digital, gelas ukur, cangkul, gembor, alat tulis, dan kamera digital untuk dokumentasi. Bahan penelitian terdiri atas benih bayam hijau (*Amaranthus viridis* L.), tanah organik, pupuk kandang sapi matang, arang sekam, air cucian beras, *Effective Microorganisms-4* (EM4), dan molase.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan konsentrasi pupuk organik cair (POC) berbahan air cucian beras sebagai faktor perlakuan. Perlakuan terdiri atas empat taraf, yaitu Bo (0 mL L⁻¹ atau kontrol), B1 (50 mL L⁻¹), B2 (75 mL L⁻¹), dan B3 (100 mL L⁻¹), dengan masing-masing perlakuan diulang tiga kali sehingga diperoleh 12 unit percobaan. Setiap unit percobaan berupa satu polybag yang ditanami tiga tanaman bayam hijau. Karena perlakuan diberikan pada tingkat polybag, maka polybag ditetapkan sebagai unit percobaan. Pengamatan dilakukan terhadap tiga tanaman dalam setiap polybag, kemudian nilai masing-masing variabel dirata-ratakan sehingga diperoleh satu nilai pengamatan untuk setiap unit percobaan yang digunakan dalam analisis statistik.

Pembuatan Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair dibuat menggunakan air cucian beras hasil bilasan pertama dengan perbandingan 1 kg beras : 1 L air. Air cucian beras ditampung dalam wadah

tertutup, kemudian ditambahkan EM4 sebanyak 2,5 mL L⁻¹ dan molase sebanyak 2,5 mL L⁻¹ sebagai sumber karbon untuk mendukung aktivitas mikroorganisme selama fermentasi. Campuran dihomogenkan dan difermentasi selama tujuh hari pada suhu ruang hingga diperoleh pupuk organik cair yang siap diaplikasikan.

Pelaksanaan Penelitian

Benih bayam hijau diseleksi terlebih dahulu, kemudian disemai hingga berumur 14 hari atau telah membentuk 4–5 daun sejati. Bibit yang memenuhi kriteria tersebut selanjutnya dipindahkan ke polybag berukuran 30 × 30 cm yang telah diisi media tanam berupa campuran tanah organik, pupuk kandang sapi matang, dan arang sekam dengan perbandingan volume 1:1:1.

Setiap polybag ditanami tiga bibit bayam hijau. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman dua kali sehari pada pagi dan sore untuk menjaga kelembapan media, serta penyiangan secara manual sesuai kondisi gulma. POC berbahan air cucian beras diberikan dengan metode kocor langsung pada media tanam sebanyak 10 mL per polybag sesuai dengan konsentrasi perlakuan. Aplikasi dilakukan empat kali, masing-masing pada umur 1, 2, 3, dan 4 MST. Panen dilakukan pada umur 4 MST (28 hari setelah tanam) ketika tanaman telah mencapai ukuran yang sesuai untuk konsumsi.

Variabel Pengamatan

Parameter yang diamati meliputi: 1) Tinggi tanaman (cm): tinggi tanaman diukur dari pangkal batang hingga titik tumbuh tertinggi menggunakan mistar. Pengamatan dilakukan setiap minggu mulai umur 1 hingga 4 MST; 2) Jumlah daun (helai): jumlah daun dihitung berdasarkan daun yang telah membuka sempurna. Pengamatan dilakukan setiap minggu mulai umur 1 hingga 4 MST; dan 3) Berat brangkas segar (g): berat brangkas segar diukur pada saat panen menggunakan timbangan digital setelah tanaman dibersihkan dari sisa media tanam. Berat dinyatakan dalam gram per tanaman, kemudian dirata-ratakan untuk setiap unit percobaan.

Analisis Data

Data pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (*Analysis of Variance*, ANOVA) berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor pada taraf 5%. Jika terdapat pengaruh nyata antarperlakuan, analisis dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan rata-rata antarperlakuan. Perhitungan statistik dilakukan secara manual mengikuti prosedur analisis sidik ragam menurut Gomez dan Gomez (1984). Persentase peningkatan pada perlakuan terbaik dibandingkan dengan kontrol dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Peningkatan (\%)} = \frac{[\text{nilai perlakuan} - \text{nilai kontrol}]}{\text{nilai kontrol}} \times 100$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman Bayam Hijau (*Amaranthus viridis* L.)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair (POC) berbahan air cucian beras tidak memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada umur 1 dan 2 minggu setelah tanam (MST). Namun demikian, pengaruh perlakuan mulai terlihat pada umur 3 MST ($P < 0,05$) dan menjadi sangat nyata pada umur 4 MST ($P < 0,01$). Rata-rata tinggi tanaman pada setiap perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata tinggi tanaman bayam hijau pada umur 1, 2, 3, dan 4 MST.

Perlakuan	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST
Bo	12,90	18,20	25,67a	35,13a
B1	13,47	21,33	32,83a	45,90ab
B2	14,13	22,47	34,97ab	47,77b
B3	14,60	24,43	36,97b	50,93c
BNJ 5%	tn	tn	3,83	1,32

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

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa tinggi tanaman meningkat pada seluruh perlakuan seiring bertambahnya umur tanaman. Meskipun pada fase awal pertumbuhan (1–2 MST) belum terjadi perbedaan nyata, aplikasi POC berbahan air cucian beras mulai menunjukkan respons positif pada fase pertumbuhan vegetatif aktif. Pada umur 3 MST, perlakuan B3 (100 mL L^{-1}) menghasilkan tinggi tanaman tertinggi sebesar 36,97 cm, berbeda nyata dengan perlakuan Bo dan B1, tetapi tidak berbeda nyata dengan B2. Pada akhir pengamatan (4 MST), perlakuan B3 tetap memberikan tinggi tanaman tertinggi, yaitu 50,93 cm, sedangkan perlakuan kontrol (Bo) hanya mencapai 35,13 cm.

Apabila dibandingkan dengan kontrol, pemberian POC air cucian beras pada konsentrasi 100 mL L^{-1} mampu meningkatkan tinggi tanaman sebesar 44,98%, sedangkan konsentrasi 75 mL L^{-1} dan 50 mL L^{-1} masing-masing meningkatkan tinggi tanaman sebesar 35,97% dan 30,66%. Pola ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi POC cenderung diikuti oleh peningkatan pertumbuhan tinggi tanaman hingga konsentrasi tertinggi yang diuji.

Respon yang belum nyata pada umur 1–2 MST diduga berkaitan dengan fase adaptasi tanaman setelah pindah tanam. Pada fase tersebut, sebagian besar hasil fotosintesis masih dialokasikan untuk pembentukan dan perkembangan sistem perakaran sehingga pertumbuhan bagian tajuk belum berlangsung secara optimal. Memasuki umur 3 MST, sistem perakaran telah berkembang lebih baik sehingga kemampuan tanaman dalam menyerap air dan unsur hara meningkat, yang selanjutnya mempercepat pertumbuhan batang dan daun.

Peningkatan tinggi tanaman pada perlakuan POC air cucian beras diduga berkaitan dengan kandungan unsur hara dan senyawa organik yang tersedia setelah proses fermentasi. Air cucian beras diketahui mengandung nitrogen, fosfor, kalium,

magnesium, kalsium, vitamin B kompleks, serta karbohidrat yang dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme selama proses fermentasi. Proses fermentasi menghasilkan senyawa organik yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dimanfaatkan oleh tanaman serta meningkatkan aktivitas mikroorganisme yang berperan dalam mineralisasi unsur hara (Chithambharan *et al.*, 2024).

Nitrogen merupakan unsur hara yang paling berperan dalam pertumbuhan vegetatif tanaman karena menjadi penyusun utama asam amino, protein, klorofil, dan berbagai enzim yang mengatur proses metabolisme. Ketersediaan nitrogen yang cukup akan meningkatkan aktivitas pembelahan dan pemanjangan sel pada jaringan meristem sehingga pertumbuhan batang berlangsung lebih cepat. Selain nitrogen, fosfor berperan dalam pembentukan energi (ATP) yang diperlukan selama pembelahan sel, sedangkan kalium berfungsi mengatur aktivitas enzim, keseimbangan osmotik, dan translokasi hasil fotosintesis menuju titik tumbuh. Sinergi ketiga unsur tersebut diduga menjadi faktor utama yang menyebabkan tanaman pada perlakuan B3 memiliki pertumbuhan lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya.

Temuan penelitian ini sejalan dengan laporan (Taufiqurrohman & Dewi, 2024) yang melaporkan bahwa aplikasi pupuk organik cair berbahan ampas tebu dan air cucian beras dapat meningkatkan pertumbuhan bayam hijau secara nyata, terutama pada konsentrasi 75–100 mL L⁻¹. Kesamaan pola respons tersebut menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi pupuk organik cair dapat berkaitan dengan peningkatan pertumbuhan vegetatif tanaman. Respons tersebut diduga berkaitan dengan semakin tersedianya unsur hara yang dibutuhkan tanaman selama fase pertumbuhan aktif.

Temuan penelitian ini juga memperkuat hasil telaah (Abba *et al.*, 2021) yang menyimpulkan bahwa air cucian beras memiliki potensi sebagai sumber hara alternatif bagi berbagai tanaman hortikultura. Berbagai penelitian yang dirangkum menunjukkan bahwa peningkatan volume atau konsentrasi air cucian beras umumnya diikuti oleh peningkatan pertumbuhan tanaman sayuran, meskipun responsnya dipengaruhi oleh jenis tanaman, kondisi media tanam, serta metode aplikasi yang digunakan.

Pemanfaatan POC berbahan air cucian beras berpotensi mendukung pengelolaan limbah rumah tangga yang lebih berkelanjutan melalui pemanfaatan kembali limbah organik sebagai input budidaya tanaman. Selain meningkatkan pertumbuhan tanaman, pemanfaatan limbah rumah tangga sebagai pupuk organik cair juga mendukung konsep pertanian sirkular (*circular agriculture*), yaitu mengoptimalkan kembali limbah organik menjadi sumber daya yang bernilai guna sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap pupuk anorganik sekaligus meminimalkan pencemaran lingkungan (Chithambharan *et al.*, 2024).

Jumlah Daun Bayam Hijau (*Amaranthus viridis* L.)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi pupuk organik cair (POC) berbahan air cucian beras berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap jumlah daun

tanaman bayam hijau pada seluruh waktu pengamatan, yaitu umur 1, 2, 3, dan 4 minggu setelah tanam (MST). Rata-rata jumlah daun pada setiap perlakuan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata jumlah daun bayam hijau pada umur 1, 2, 3, dan 4 MST.

Perlakuan	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST
Bo	4,20d	5,40d	6,73d	8,03d
B1	6,50c	6,90c	8,60c	10,10c
B2	6,90b	7,80b	9,67b	12,00b
B3	7,70a	9,00a	10,87a	13,23a
BNJ 5%	0,62	0,71	0,52	0,48

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

Berdasarkan Tabel 2, jumlah daun tanaman menunjukkan peningkatan seiring bertambahnya konsentrasi POC pada setiap waktu pengamatan. Perlakuan B3 (100 mL L⁻¹) menghasilkan rata-rata jumlah daun tertinggi secara konsisten dari 1 hingga 4 MST dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Pada 4 MST, tanaman pada perlakuan B3 memiliki rata-rata 13,23 helai daun, sedangkan kontrol (Bo) menghasilkan 8,03 helai. Nilai tersebut menunjukkan peningkatan sebesar 64,76% dibandingkan kontrol. Perlakuan B2 dan B1 masing-masing menghasilkan peningkatan sebesar 49,44% dan 25,78% terhadap kontrol. Pola tersebut menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan jumlah daun seiring dengan bertambahnya konsentrasi POC yang diberikan.

Jumlah daun dapat digunakan sebagai salah satu indikator perkembangan vegetatif karena berkaitan dengan pembentukan bidang fotosintesis tanaman. Peningkatan jumlah daun secara umum berpotensi memperluas permukaan tanaman yang berperan dalam menangkap radiasi matahari, sehingga dapat mendukung proses fotosintesis dan akumulasi fotosintat untuk pertumbuhan serta pembentukan organ tanaman. Dalam penelitian ini, peningkatan jumlah daun pada tanaman yang mendapat POC berbahan air cucian beras mengindikasikan adanya respons pertumbuhan vegetatif yang lebih baik dibandingkan tanaman tanpa pemberian POC. Respons tersebut diduga berkaitan dengan ketersediaan nutrisi yang mendukung pembentukan dan perkembangan daun selama fase vegetatif (Bahari, 2025).

Respons positif tersebut diduga berkaitan dengan meningkatnya ketersediaan unsur hara hasil fermentasi air cucian beras. Selama proses fermentasi, senyawa organik kompleks diuraikan menjadi bentuk yang lebih sederhana sehingga lebih mudah diserap oleh tanaman. Selain itu, aktivitas mikroorganisme selama fermentasi menghasilkan berbagai metabolit yang dapat meningkatkan efisiensi penyediaan unsur hara di daerah perakaran. Kandungan nitrogen dalam POC berperan penting dalam pembentukan klorofil, protein, dan asam amino yang diperlukan selama proses pembelahan sel dan pembentukan daun baru. Fosfor berfungsi menyediakan energi melalui sintesis ATP yang mendukung pertumbuhan jaringan muda, sedangkan kalium mengatur aktivitas berbagai enzim yang berperan dalam sintesis karbohidrat

serta translokasi hasil fotosintesis menuju organ yang sedang berkembang (Fadilah et al., 2020).

Perlakuan B3 menghasilkan jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan perlakuan lainnya, menunjukkan respons pertumbuhan vegetatif yang lebih baik. Respons ini diduga berkaitan dengan ketersediaan nutrisi dari POC yang dapat mendukung pembentukan dan perkembangan daun selama fase vegetatif. Sebaliknya, jumlah daun yang lebih rendah pada perlakuan kontrol menunjukkan bahwa tanaman tanpa pemberian POC menghasilkan perkembangan daun yang lebih terbatas. Kondisi tersebut berpotensi membatasi pembentukan bidang fotosintesis sehingga akumulasi fotosintat untuk mendukung pertumbuhan tanaman juga dapat menjadi lebih rendah.

Hasil penelitian ini sejalan dengan berbagai penelitian yang melaporkan bahwa aplikasi pupuk organik cair berbahan limbah organik mampu meningkatkan jumlah daun pada tanaman sayuran daun. (Taufiqurrohman & Dewi, 2024) melaporkan bahwa pemberian pupuk organik cair berbahan air cucian beras meningkatkan jumlah daun bayam hijau secara nyata dibandingkan kontrol. Peningkatan tersebut dikaitkan dengan tersedianya unsur hara makro dan mikro yang mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman. Hasil yang serupa juga dilaporkan pada beberapa komoditas hortikultura lainnya, di mana pupuk organik cair berbahan limbah organik rumah tangga mampu meningkatkan pembentukan daun melalui perbaikan status hara media tanam dan aktivitas mikroorganisme di daerah perakaran (Fajeriana, Tahang, et al., 2025).

Apabila dikaitkan dengan hasil pengamatan tinggi tanaman, peningkatan jumlah daun pada penelitian ini menunjukkan pola respons yang konsisten. Perlakuan yang menghasilkan tinggi tanaman terbesar juga menghasilkan jumlah daun terbanyak. Hubungan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan pertumbuhan batang diikuti oleh peningkatan pembentukan daun sehingga kapasitas fotosintesis tanaman menjadi semakin besar. Kondisi ini sangat menguntungkan bagi tanaman bayam hijau karena bagian yang dipanen merupakan organ vegetatif berupa daun dan batang muda. Dengan demikian, peningkatan jumlah daun tidak hanya mencerminkan pertumbuhan vegetatif yang lebih baik, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan akumulasi biomassa tanaman yang pada akhirnya akan memengaruhi berat brangkasan segar pada saat panen.

Pada perlakuan B3 (100 mL L^{-1}), tanaman menghasilkan jumlah daun tertinggi dibandingkan dengan konsentrasi POC lainnya. Hasil tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi 100 mL L^{-1} memberikan respons pertumbuhan daun yang paling baik di antara perlakuan yang diuji. Temuan ini memperlihatkan bahwa air cucian beras berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku POC untuk mendukung pertumbuhan vegetatif bayam hijau. Pemanfaatan bahan tersebut juga membuka peluang untuk mengembalikan limbah rumah tangga menjadi input yang dapat dimanfaatkan dalam kegiatan budidaya tanaman.

Berat Brangkas Basah Bayam Hijau (*Amaranthus viridis* L.)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa aplikasi pupuk organik cair (POC) berbahan air cucian beras memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap berat brangkas basah tanaman bayam hijau pada saat panen (4 MST). Rata-rata berat brangkas basah tanaman pada setiap perlakuan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata berat brangkas basah bayam hijau pada umur 4 MST.

Perlakuan	Berat brangkas basah (g tanaman ⁻¹)
Bo	8,53c
B1	17,47bc
B2	18,30b
B3	19,63a
BNJ 5%	1,097

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

Berdasarkan Tabel 3, pemberian POC berbahan air cucian beras mampu meningkatkan berat brangkas basah bayam hijau secara nyata dibandingkan perlakuan kontrol. Perlakuan B3 (100 mL L⁻¹) menghasilkan berat brangkas basah tertinggi, yaitu 19,63 g tanaman⁻¹, dan berbeda nyata dengan seluruh perlakuan lainnya. Sementara itu, perlakuan kontrol (Bo) hanya menghasilkan berat brangkas basah sebesar 8,53 g tanaman⁻¹. Dibandingkan dengan kontrol, aplikasi POC pada konsentrasi 100 mL L⁻¹ meningkatkan berat brangkas basah sebesar 130,13%, sedangkan perlakuan B2 dan B1 masing-masing meningkatkan berat brangkas basah sebesar 114,54% dan 104,81%. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa aplikasi POC memberikan kontribusi nyata terhadap akumulasi biomassa tanaman hingga akhir fase vegetatif.

Berat brangkas basah merupakan salah satu indikator utama keberhasilan pertumbuhan tanaman sayuran daun karena mencerminkan akumulasi biomassa sebagai hasil akhir proses fisiologis selama pertumbuhan. Parameter ini dipengaruhi oleh kemampuan tanaman dalam menyerap air dan unsur hara, efisiensi fotosintesis, pembentukan jaringan baru, serta distribusi hasil fotosintesis ke organ vegetatif. Oleh karena itu, peningkatan berat brangkas basah pada penelitian ini mengindikasikan bahwa pemberian POC berbahan air cucian beras mampu meningkatkan efisiensi pertumbuhan tanaman secara keseluruhan.

Peningkatan biomassa tanaman pada perlakuan B3 diduga merupakan konsekuensi dari meningkatnya tinggi tanaman dan jumlah daun sebagaimana telah dijelaskan pada Subbab 3.1 dan 3.2. Tanaman yang memiliki tajuk lebih tinggi dan jumlah daun lebih banyak akan mempunyai luas permukaan fotosintesis yang lebih besar sehingga mampu menghasilkan fotosintat dalam jumlah lebih tinggi. Fotosintat tersebut selanjutnya digunakan untuk membentuk jaringan vegetatif baru berupa batang, daun, dan akar yang akhirnya meningkatkan bobot segar tanaman. Dengan demikian, peningkatan berat brangkas basah merupakan hasil integrasi dari seluruh proses pertumbuhan vegetatif yang berlangsung selama penelitian.

Selain dipengaruhi oleh peningkatan kapasitas fotosintesis, tingginya berat brangkasan basah pada perlakuan B3 juga diduga berkaitan dengan meningkatnya kemampuan tanaman dalam menyerap air. Tanaman bayam termasuk kelompok sayuran daun yang memiliki kandungan air relatif tinggi sehingga berat segarnya sangat dipengaruhi oleh status air jaringan. Ketersediaan unsur kalium dari POC hasil fermentasi berperan penting dalam mengatur keseimbangan osmotik sel, membuka dan menutup stomata, serta meningkatkan efisiensi penyerapan air oleh akar. Di sisi lain, nitrogen mendukung pembentukan protein struktural dan klorofil, sedangkan fosfor berperan dalam transfer energi selama pembelahan dan pembesaran sel. Kombinasi ketiga unsur tersebut memungkinkan tanaman membentuk biomassa yang lebih besar dibandingkan perlakuan tanpa aplikasi POC. Penelitian mengenai komposisi POC berbahan air cucian beras juga menunjukkan bahwa proses fermentasi dapat meningkatkan ketersediaan nitrogen, fosfor, dan kalium serta menurunkan rasio C/N, sehingga unsur hara menjadi lebih mudah dimanfaatkan oleh tanaman (As'ad *et al.*, 2025).

Respons peningkatan berat brangkasan basah yang diperoleh pada penelitian ini sejalan dengan penelitian Taufiqurrohman dan Dewi yang melaporkan bahwa pupuk organik cair berbahan ampas tebu dan air cucian beras mampu meningkatkan pertumbuhan serta biomassa bayam hijau pada konsentrasi yang lebih tinggi. Peningkatan biomassa tersebut dikaitkan dengan bertambahnya ketersediaan unsur hara hasil fermentasi yang mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman (Taufiqurrohman & Dewi, 2024). Temuan serupa juga dilaporkan pada penelitian mengenai penggunaan POC air cucian beras pada tanaman terung, di mana aplikasi POC meningkatkan pertumbuhan vegetatif sekaligus hasil tanaman dibandingkan perlakuan tanpa POC (Islamia *et al.*, 2026).

Ditinjau dari aspek fisiologis, peningkatan berat brangkasan basah mencerminkan bertambahnya akumulasi biomassa tanaman selama fase pertumbuhan. Respons tersebut menunjukkan bahwa pemberian POC berbahan air cucian beras berpotensi menyediakan nutrisi yang mendukung pembentukan dan perkembangan jaringan tanaman. Kandungan bahan organik dalam POC juga berpotensi mendukung aktivitas mikroorganisme pada media tanam, terutama dalam proses penguraian bahan organik dan penyediaan unsur hara bagi tanaman. Proses fermentasi dengan EM4 dapat membantu menguraikan bahan organik menjadi senyawa yang lebih sederhana, sedangkan kandungan karbohidrat, vitamin B kompleks, dan mineral dalam air cucian beras berpotensi menjadi sumber substrat bagi aktivitas mikroorganisme selama fermentasi. Kombinasi proses tersebut diduga berkontribusi terhadap ketersediaan nutrisi yang mendukung pertumbuhan vegetatif dan akumulasi biomassa bayam hijau (Zega, 2026).

Aplikasi pupuk organik cair (POC) berbahan air cucian beras pada konsentrasi 100 mL L⁻¹ memberikan respons terbaik di antara seluruh konsentrasi yang diuji, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai berat brangkasan basah tertinggi pada akhir pengamatan. Meskipun demikian, peningkatan berat brangkasan basah dari

perlakuan B2 ke B3 relatif lebih kecil dibandingkan peningkatan dari B0 ke B1. Pola ini mengindikasikan bahwa respons tanaman mulai mendekati titik optimum, sehingga peningkatan konsentrasi di atas 100 mL L⁻¹ belum tentu menghasilkan peningkatan biomassa yang sebanding. Oleh karena itu, penelitian lanjutan dengan rentang konsentrasi yang lebih luas serta analisis kandungan hara POC diperlukan untuk menentukan dosis optimum secara lebih akurat.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan adanya hubungan yang konsisten antara tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat brangkasan basah. Perlakuan yang menghasilkan pertumbuhan vegetatif terbaik juga menghasilkan biomassa tertinggi pada saat panen. Temuan tersebut menguatkan hipotesis bahwa pemanfaatan POC berbahan air cucian beras yang difermentasi mampu meningkatkan efisiensi pertumbuhan dan produktivitas bayam hijau melalui perbaikan ketersediaan unsur hara, peningkatan aktivitas mikroorganisme tanah, dan optimalisasi proses fisiologis tanaman. Dengan demikian, limbah air cucian beras berpotensi dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair alternatif yang murah, mudah diproduksi, dan mendukung sistem budidaya sayuran yang lebih berkelanjutan.

Sintesis Hasil Penelitian dan Implikasinya

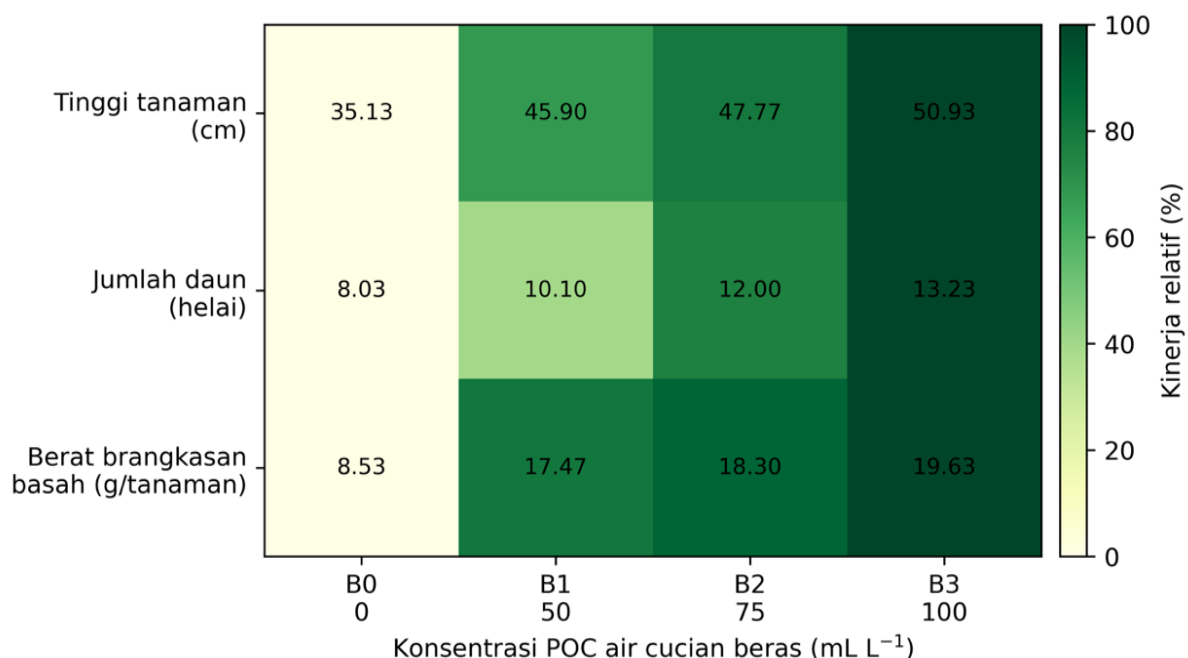
Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair (POC) berbahan air cucian beras memberikan respons positif terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bayam hijau (*Amaranthus viridis* L.). Peningkatan konsentrasi POC secara bertahap diikuti oleh peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat brangkasan basah, dengan respons terbaik diperoleh pada perlakuan 100 mL L⁻¹ (B3). Konsistensi respons tersebut menunjukkan bahwa peningkatan produktivitas tanaman tidak terjadi secara parsial pada satu parameter, tetapi merupakan hasil integrasi berbagai proses fisiologis yang berlangsung selama fase pertumbuhan vegetatif. Untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai pola respons antar parameter, hasil akhir pengamatan pada umur 4 MST divisualisasikan dalam bentuk heatmap (Gambar 1), sehingga memudahkan interpretasi pola respons tanaman terhadap seluruh perlakuan secara simultan.

Pada fase awal pertumbuhan (1–2 MST), pengaruh aplikasi POC terhadap tinggi tanaman belum terlihat nyata, namun jumlah daun telah menunjukkan respons yang signifikan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa tanaman masih berada pada fase adaptasi setelah pindah tanam, di mana sebagian besar energi dialokasikan untuk pembentukan sistem perakaran dan penyesuaian fisiologis terhadap lingkungan tumbuh. Memasuki umur 3–4 MST, tanaman menunjukkan peningkatan tinggi yang nyata seiring berkembangnya sistem perakaran dan meningkatnya kemampuan menyerap air serta unsur hara dari media tanam. Pola tersebut menunjukkan bahwa efektivitas POC hasil fermentasi air cucian beras lebih dominan pada fase pertumbuhan vegetatif aktif, ketika kebutuhan nutrisi tanaman meningkat.

Hubungan yang erat antara tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat brangkasan basah memperlihatkan adanya keterkaitan fisiologis yang saling mendukung. Tanaman dengan tinggi yang lebih besar cenderung memiliki jumlah daun lebih

banyak sehingga luas bidang fotosintesis meningkat. Bertambahnya luas daun meningkatkan kemampuan tanaman menangkap radiasi matahari dan menghasilkan fotosintat dalam jumlah yang lebih besar. Fotosintat tersebut kemudian digunakan untuk pembentukan jaringan baru serta akumulasi biomassa, yang pada akhirnya tercermin pada peningkatan berat brangkasan basah saat panen (Chen & Ham, 2022). Dengan demikian, peningkatan hasil tanaman pada penelitian ini merupakan konsekuensi logis dari meningkatnya efisiensi proses fotosintesis dan pemanfaatan unsur hara selama pertumbuhan.

Heatmap pada Gambar 1 disusun berdasarkan nilai rata-rata setiap parameter pada akhir pengamatan (4 MST). Untuk memudahkan perbandingan antarparameter yang memiliki satuan berbeda, data dinormalisasi menggunakan metode min-max sehingga setiap parameter berada pada skala relatif 0–1.



Gambar 1. Heatmap respons pertumbuhan dan hasil tanaman bayam hijau (*Amaranthus viridis* L.) pada berbagai konsentrasi pupuk organik cair berbahan air cucian beras pada akhir pengamatan (4 MST). Intensitas warna menunjukkan nilai relatif setiap parameter.

Visualisasi heatmap (Gambar 1) memperlihatkan bahwa ketiga parameter pertumbuhan dan hasil menunjukkan pola respons yang konsisten terhadap peningkatan konsentrasi POC air cucian beras. Intensitas warna yang semakin tinggi pada perlakuan B2 dan terutama B3 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi POC diikuti oleh peningkatan performa tanaman secara menyeluruh, baik pada tinggi tanaman, jumlah daun, maupun berat brangkasan basah. Sebaliknya, perlakuan kontrol (B0) secara konsisten memperlihatkan intensitas warna terendah pada seluruh parameter, yang mengindikasikan rendahnya performa pertumbuhan tanpa aplikasi POC. Visualisasi ini memperkuat hasil analisis statistik pada Tabel 1–3 bahwa respons tanaman terhadap POC tidak hanya terjadi pada satu variabel tertentu, tetapi berlangsung secara terpadu pada seluruh indikator pertumbuhan dan hasil. Secara

keseluruhan, heatmap memperkuat hasil analisis statistik pada Tabel 1–3 dengan menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi POC diikuti oleh peningkatan respons seluruh parameter pertumbuhan dan hasil secara konsisten.

Peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman pada perlakuan POC berkaitan dengan sinergi antara kandungan unsur hara hasil fermentasi dan aktivitas mikroorganisme yang berkembang selama proses fermentasi (Fajeriana *et al.*, 2021). Air cucian beras merupakan limbah domestik yang masih mengandung karbohidrat, protein, vitamin B kompleks, serta sejumlah unsur hara makro dan mikro. Fermentasi menggunakan EM4 dan molase mempercepat dekomposisi senyawa organik menjadi bentuk yang lebih sederhana sehingga meningkatkan ketersediaan nitrogen, fosfor, dan kalium bagi tanaman. Selain menyediakan unsur hara, aktivitas mikroorganisme hasil fermentasi juga berpotensi memperbaiki lingkungan perakaran melalui peningkatan proses mineralisasi bahan organik dan efisiensi penyerapan nutrisi oleh akar (Nabayi *et al.*, 2021). Kombinasi kedua mekanisme tersebut diduga menjadi faktor utama yang mendorong peningkatan pertumbuhan vegetatif bayam hijau pada penelitian ini.

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa air cucian beras hasil fermentasi berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku pupuk organik cair pada budidaya bayam hijau. Pemanfaatan limbah rumah tangga tersebut dapat menjadi salah satu alternatif yang mendukung pengembangan sistem budidaya berbasis sumber daya lokal. Pendekatan ini sejalan dengan konsep pertanian sirkular (*circular agriculture*) yang menekankan pemanfaatan kembali limbah organik menjadi sumber daya produktif, sehingga mampu mengurangi pencemaran lingkungan sekaligus meningkatkan efisiensi penggunaan input pertanian. Bagi rumah tangga maupun petani skala kecil, teknologi ini berpotensi mendukung budidaya sayuran yang lebih mandiri dengan ketergantungan yang lebih rendah terhadap pupuk anorganik.

Meskipun demikian, hasil penelitian ini perlu diinterpretasikan dengan mempertimbangkan beberapa keterbatasan. Penelitian menggunakan tiga ulangan untuk setiap perlakuan, yang merupakan jumlah ulangan yang umum digunakan pada percobaan pot dalam kondisi greenhouse. Namun, peningkatan jumlah ulangan berpotensi meningkatkan presisi statistik dan kekuatan pengujian, sehingga perlu dipertimbangkan pada penelitian selanjutnya. Selain itu, penelitian ini belum mengevaluasi karakteristik kimia pupuk organik cair, seperti kandungan unsur hara makro, pH, daya hantar listrik (EC), maupun populasi mikroorganisme setelah fermentasi, serta belum mengkaji perubahan sifat media tanam setelah aplikasi POC.

Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu diarahkan pada karakterisasi pupuk organik cair hasil fermentasi, meliputi kandungan unsur hara makro dan mikro, pH, daya hantar listrik (EC), serta populasi mikroorganisme untuk memperoleh informasi yang lebih komprehensif mengenai kualitas pupuk yang dihasilkan. Selain itu, pengujian dengan jumlah ulangan yang lebih besar, variasi konsentrasi POC yang lebih luas, serta penerapan pada berbagai jenis media tanam dan kondisi lingkungan yang berbeda perlu dilakukan untuk meningkatkan ketepatan

rekomendasi dosis dan memperluas validitas hasil penelitian. Pendekatan tersebut diharapkan mampu memperjelas mekanisme kerja POC berbahan air cucian beras dalam meningkatkan pertumbuhan, efisiensi serapan hara, dan produktivitas tanaman hortikultura secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Pemberian pupuk organik cair (POC) berbahan air cucian beras memberikan respons yang signifikan terhadap pertumbuhan dan hasil bayam hijau (*Amaranthus viridis* L.). Peningkatan konsentrasi POC secara konsisten meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat brangkasan basah. Perlakuan 100 mL L⁻¹ (B₃) merupakan konsentrasi terbaik dengan menghasilkan tinggi tanaman sebesar 50,93 cm, jumlah daun 13,23 helai, dan berat brangkasan basah 19,63 g tanaman⁻¹, yang masing-masing meningkat sebesar 44,98%, 64,76%, dan 130,13% dibandingkan kontrol.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa POC berbahan air cucian beras berpotensi dimanfaatkan sebagai pupuk organik alternatif yang mampu mendukung pertumbuhan dan hasil bayam hijau sekaligus mendukung pemanfaatan limbah rumah tangga dalam sistem budidaya yang lebih berkelanjutan. Penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik kimia POC, efisiensi serapan unsur hara, serta efektivitasnya pada berbagai jenis tanah dan komoditas hortikultura lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abba, N., Sung, C. T. B., Paing, T. N., & Zuan, A. T. K. (2021). Wastewater from Washed Rice Water as Plant Nutrient Source: Current Understanding and Knowledge Gaps. *Pertanika Journal of Science and Technology*, 29(3). <https://doi.org/10.47836/pjst.29.3.11>
- As'ad, M., Wijaya, M., & Sulfikar, S. (2025). Analisis Perbandingan Kadar NPK dan Rasio C/N pada Limbah Air Cucian Beras Putih, Beras Hitam, dan Beras Merah Sebelum dan Setelah Fermentasi. *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 26(2), 86–96. <https://doi.org/https://doi.org/10.35580/chemica.v26i2.80940>
- Bahari, A. (2025). Pengaruh Air Cucian Beras terhadap Pertumbuhan Jumlah Daun pada Tanaman Bayam (*Amaranthus* spp.). *Biocaster : Jurnal Kajian Biologi*, 5(2), 75–81. <https://doi.org/10.36312/biocaster.v5i2.378>
- BPS, K. B. (2025). *Bayam : sayur murah nan sehat*. <https://bandungkab.bps.go.id/id/news/2025/03/18/225/spinach--a-cheap-and-healthy-vegetable-.html>
- Chen, J., & Ham, B.-K. (2022). Systemic Signaling: A Role in Propelling Crop Yield. *Plants*, 11(11), 1400. <https://doi.org/10.3390/plants11111400>

- Chithambharan, A., Pottail, L., Sharma, S. C., Mirle, R. M., Rajalakshmi, R., & Ponnusamy, A. (2024). Conventional and Scientific uses of Rice-washed water: A Systematic Review. *Journal of Food Science and Technology*, 61(3), 414–428. <https://doi.org/10.1007/s13197-023-05722-2>
- Fadilah, A. N., Darmanti, S., & Haryanti, S. (2020). Pengaruh Penyiraman Air Cucian Beras Fermentasi Satu Hari Dan Fermentasi Lima Belas Hari Terhadap Kadar Pigmen Fotosintetik Dan Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.). *Bioma : Berkala Ilmiah Biologi*, 22(1), 76–84. <https://doi.org/10.14710/bioma.22.1.76-84>
- Fajeriana, N., Ali, A., & Gafur, M. A. A. (2025). Soil Quality Index for Dragon Fruit Plantations in Aimas District Sorong Regency. *Sarhad Journal of Agriculture*, 41(4). <https://doi.org/10.17582/journal.sja/2025/41.4.1616.1626>
- Fajeriana, N., Ali, A., & Manda, P. D. (2021). Pemanfaatan Nasi Basi Menjadi Pupuk Cair untuk Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) dengan Teknik Hidroponik Rakit Apung. *JURNAL GALUNG TROPIKA*, 10(3), 397–409. <https://doi.org/10.31850/jgt.v10i3.842>
- Fajeriana, N., Tahang, H., Kadir, M. A. A., Nurjannah, S., & Febriadi, I. (2025). URBAN FARMING: BUDIDAYA SAYURAN DAUN DI LAHAN SEMPIT DENGAN PEMANFAATAN SAMPAH ORGANIK DAN ANORGANIK. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 9(3), 2528. <https://doi.org/10.31764/jmm.v9i3.30209>
- Gomez, K. A., & Gomez, A. A. (1984). *Statistical procedures for agricultural research*. John Wiley & Sons.
- Islamia, W., Aminah, A., & Subaedah, St. (2026). Effectiveness of Rice Washing Water Liquid Organic Fertilizer and NPK Fertilizer on Growth and Yield of Eggplant (*Solanum melongena* L.). *Agrogenesis: Journal of Sustainable Agriculture*, 2(1), 1–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.33096/agrogenesis.v2i1.1048>
- Lalla, M. (2018). Potensi Air Cucian Beras Sebagai Pupuk Organik Pada Tanaman Seledri (*Apium Graveolens* L.). *Agropolitan*, 5(1), 38–43.
- Murdaningsih, M., Hutubessy, J. I. B., & Hurint, A. M. T. (2020). Pemanfaatan Limbah Cucian Beras Hitam Sebagai Pupuk Organik Cair Terhadap Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.). *AGRICA*, 13(2), 136–147. <https://doi.org/10.37478/agr.v13i2.734>
- Nabayi, A., Sung, C. T. B., Zuan, A. T. K., & Paing, T. N. (2021). Fermentation of Washed Rice Water Increases Beneficial Plant Bacterial Population and Nutrient Concentrations. *Sustainability*, 13(23), 13437. <https://doi.org/10.3390/su132313437>
- Syafi'i, A., Kristina, L., & Awidiyantini, R. (2025). Pengaruh Pemberian Fermentasi Air Cucian Beras (Poc) Pada Pertumbuhan Bibit Tanaman Padi (*Oriza sativa* L.)

- Varietas Inpari 42. *Jurnal Agrosains: Karya Kreatif Dan Inovatif*, 10(1), 34–45.
<https://doi.org/https://doi.org/10.31102/agrosains.2025.10.1>
- Taufiqurrohman, H., & Dewi, S. K. (2024). Efektivitas Pupuk Organik Cair Berbahan Dasar Ampas Tebu dan Air Cucian Beras terhadap Tanaman Bayam Hijau (*Amaranthus hybridus* L.). *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, 13(1), 184–190.
<https://doi.org/10.26740/lenterabio.v13n1.p184-190>
- Terzieva, S., Baycheva, S., Tzanova, M., Ivanova, T., Dimitrova, D., & Grozeva, N. H. (2026). Multifunctional Edible Amaranths: A Review of Nutritional Benefits, Anti-Nutritional Factors, and Potential in Sustainable Food Systems. *Foods*, 15(1), 130. <https://doi.org/10.3390/foods15010130>
- Zega, P. R. Y. (2026). Pemanfaatan Air Cucian Beras sebagai Pupuk Organik Cair dan Pengaruhnya terhadap Kesuburan Tanah: Tinjauan Literatur. *Jurnal Ilmu Pertanian Dan Perikanan*, 3(1), 13–18.
<https://doi.org/https://doi.org/10.70134/penarik.v3i1.479>
- Zhang, K., Wan, X., Li, C., Xia, X., Lou, Y., Bai, B., Liang, H., & Hu, H. (2025). The effects of the combined application of organic and inorganic fertilizers on the annual balance of nitrogen and phosphorus in farmlands. *Scientific Reports*, 15(1), 35657. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-19459-9>