

Pertumbuhan dan Hasil Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) pada Hidroponik Wick dengan AB-Mix dan POC Air Cucian Beras

Growth and Yield of Red Spinach (*Amaranthus tricolor* L.) in Wick Hydroponics under AB-Mix and Rice-Washing Water Fertilizer

Septiarini Zuliati^{1*}, Safrizal¹, Nazimah¹, Almuna Ramadhani¹, Amar Jaya S.¹

¹(Program Studi Agroekoteknologi, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh, Aceh Utara, Indonesia.

*corresponding author, email: septiarinizuliati@unimal.ac.id

ABSTRAK

Bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) merupakan sayuran bergizi tinggi dengan permintaan pasar yang meningkat, tetapi produksi nasionalnya menurun. Sistem hidroponik sumbu (*wick system*) dengan kombinasi nutrisi AB-Mix dan pupuk organik cair (POC) air cucian beras berpotensi menjadi alternatif budidaya yang efisien pada lahan terbatas. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh konsentrasi AB-Mix, dosis POC, serta interaksinya terhadap pertumbuhan dan hasil bayam merah. Percobaan dilaksanakan di Greenhouse Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh, Aceh Utara, pada Desember 2025–Februari 2026 menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dua faktor dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi AB-Mix (600, 800, dan 1.000 ppm), sedangkan faktor kedua adalah dosis POC (10, 20, dan 30 mL/L). Data dianalisis menggunakan ANOVA dan uji lanjut DMRT pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi AB-Mix berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, bobot segar, bobot kering, dan kandungan klorofil, dengan hasil terbaik pada 1.000 ppm (tinggi tanaman 40,40 cm; bobot segar 19,77 g; kandungan klorofil 8,82 CCI). Pemberian POC secara tunggal hanya berpengaruh nyata terhadap jumlah daun pada 28 HST, dengan hasil terbaik pada dosis 30 mL/L. Interaksi nyata teramati pada tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot akar segar, dengan kombinasi terbaik AB-Mix 1.000 ppm + POC 30 mL/L. Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi nutrisi anorganik dan organik dapat meningkatkan efisiensi budidaya bayam merah pada sistem hidroponik sumbu. Kombinasi AB-Mix 1.000 ppm dengan POC 30 mL/L direkomendasikan sebagai acuan praktis untuk budidaya rumah tangga maupun komersial.

Kata kunci: nutrisi tanaman; sayuran daun; klorofil; budidaya terbatas

ABSTRACT

Red spinach (*Amaranthus tricolor* L.) is a highly nutritious vegetable with rising market demand, yet its national production has declined. The hydroponic wick system combined with AB-Mix nutrient solution and liquid organic fertilizer (LOF) from rice washing water offers an efficient cultivation alternative for limited land. This study aimed to evaluate the effects of AB-Mix concentration, LOF dosage, and their interaction on the growth and yield of red spinach. The experiment was conducted in the Greenhouse of the Faculty of Agriculture, Universitas Malikussaleh, North Aceh, from December 2025 to February 2026, using a two-factor Factorial Randomized Block Design (RBD) with three replications. The first factor was AB-Mix concentration (600, 800, and 1,000 ppm), and the second factor was LOF dosage (10, 20, and 30 mL/L). Data were analyzed using ANOVA and further tested with DMRT at a 5% significance level. The results showed that AB-Mix concentration had a highly significant effect on plant height, leaf number, fresh weight, dry weight, and chlorophyll content, with the best results at 1,000 ppm (plant height 40.40 cm; fresh weight 19.77 g; chlorophyll content 8.82 CCI). LOF alone had a significant effect only on leaf number at 28 DAP, with the best result at 30 mL/L. A significant interaction was observed in plant height, leaf number, and fresh root weight, with the best combination of AB-Mix 1,000 ppm + LOF 30 mL/L. This study concludes that integrating inorganic and organic nutrients can improve the cultivation efficiency of red spinach in hydroponic wick systems. The combination of AB-Mix 1,000 ppm with LOF 30 mL/L is recommended as a practical reference for both household and commercial cultivation.

Keywords: plant nutrition; leafy vegetables; chlorophyll; limited-land cultivation

PENDAHULUAN

Bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) merupakan komoditas hortikultura bergizi tinggi yang kaya protein, mineral, zat besi, serta vitamin A dan C (Ghifari & Rhoviq, 2019). Tanaman ini tumbuh optimal pada dataran rendah beriklim hangat dengan potensi produktivitas mencapai 3,55 ton per hektare (Maharany et al., 2016; Rukmana & Yudirachman, 2016). Meskipun agroklimat Indonesia mendukung pertumbuhannya, data Badan Pusat Statistik (2020) menunjukkan adanya tren penurunan produksi nasional dari 162.277 ton pada tahun 2018 menjadi 157.054 ton pada tahun 2020. Penurunan ini diperparah oleh alih fungsi lahan pertanian dan pergeseran preferensi konsumsi rumah tangga urban menuju sayuran komoditas lain yang dianggap lebih prestisius (Handoko & Wijaya, 2025). Kondisi tersebut menuntut penerapan sistem budidaya yang efisien dan adaptif terhadap keterbatasan lahan.

Hidroponik hadir sebagai solusi alternatif dengan memanfaatkan larutan hara tanpa media tanah (Anjeliza, 2014). Sistem sumbu (*wick system*) merupakan metode yang relatif sederhana dan ekonomis, tetapi memiliki kelemahan berupa akumulasi sisa hara pada larutan yang cenderung statis (Razak, 2021). Oleh karena itu, formulasi nutrisi yang tepat menjadi faktor kunci keberhasilan sistem ini. Nutrisi AB-Mix umum digunakan sebagai sumber hara anorganik yang lengkap (Saputra & Wijaya, 2023; Siregar & Handayani, 2021). Di sisi lain, limbah air cucian beras yang melimpah di Indonesia mengandung fosfor, magnesium, kalsium, dan vitamin B1 (Ubaidah et al., 2023; Wulandari et al., 2023; Maharani, 2023), sehingga berpotensi diolah menjadi pupuk organik cair (POC). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa POC air cucian beras mampu meningkatkan pertumbuhan bayam (Taufiqurrohman, 2024), serta kombinasi AB-Mix 1.000 ppm dengan POC 30 mL/L menghasilkan pertumbuhan optimal pada sistem sumbu (Simatupang, 2024).

Namun, kajian faktorial mengenai kombinasi bertingkat konsentrasi AB-Mix dan dosis POC air cucian beras pada budidaya bayam merah hidroponik sistem sumbu masih terbatas. Sebagian besar penelitian terdahulu pada bayam hidroponik masih berfokus pada parameter pertumbuhan umum, seperti tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot segar, dan bobot kering, baik pada sistem sumbu maupun sistem hidroponik lainnya. Sementara itu, parameter fisiologis dan mutu hasil seperti kandungan klorofil masih relatif jarang dievaluasi secara bersamaan dalam rancangan faktorial kombinasi AB-Mix dan POC pada bayam merah hidroponik, padahal beberapa studi terpisah menunjukkan bahwa parameter tersebut relevan untuk menilai kualitas tanaman secara lebih komprehensif.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui pengaruh konsentrasi AB-Mix, (2) mengetahui pengaruh dosis POC air cucian beras, dan (3) mengevaluasi interaksi keduanya terhadap pertumbuhan dan hasil bayam merah. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi formulasi nutrisi integratif yang efisien bagi budidaya bayam merah skala rumah tangga maupun komersial.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Greenhouse dan Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh, Aceh Utara, pada bulan Desember 2025–Februari 2026.

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini meliputi benih bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) varietas Mira sebagai objek uji serta *rockwool* sebagai media semai dan perakaran. Sumber hara anorganik diperoleh dari larutan AB-Mix, sedangkan nutrisi organik disuplai melalui pupuk organik cair (POC) berbasis air cucian beras yang diperkaya dengan EM4 sebagai dekomposer mikroba. Instalasi hidroponik sistem sumbu menggunakan *net pot* dan bak penampung sebagai wadah larutan hara. Untuk mendukung pengukuran parameter pertumbuhan dan fisiologis, alat-alat yang digunakan meliputi TDS/EC meter untuk mengukur konsentrasi larutan hara, pH meter untuk memantau keasaman larutan, *chlorophyll meter* untuk mengukur kandungan klorofil daun, serta timbangan analitik untuk pengukuran bobot tanaman.

Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dua faktor dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi AB-Mix (A1 = 600 ppm, A2 = 800 ppm, A3 = 1.000 ppm), sedangkan faktor kedua adalah dosis POC air cucian beras (B1 = 10 mL/L, B2 = 20 mL/L, B3 = 30 mL/L). Kombinasi menghasilkan

sembilan perlakuan dengan tiga ulangan (27 unit percobaan), masing-masing terdiri atas lima tanaman (total 135 tanaman). Pemilihan taraf AB-Mix didasarkan pada kisaran umum nutrisi sayuran daun hidroponik (Saputra & Wijaya, 2023), sedangkan dosis POC merujuk pada konsentrasi aman untuk sistem *wick* (Simatupang, 2024). Model linier aditif yang digunakan adalah:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + A_j + B_k + (AB)_{jk} + \epsilon_{ijk}$$

dengan Y_{ijk} adalah hasil pengamatan; μ adalah nilai rata-rata umum; β_i adalah pengaruh kelompok ke- i ; A_j adalah pengaruh konsentrasi AB-Mix taraf ke- j ; B_k adalah pengaruh dosis POC air cucian beras taraf ke- k ; $(AB)_{jk}$ adalah pengaruh interaksi A taraf ke- j dengan B taraf ke- k ; dan ϵ_{ijk} adalah galat percobaan.

Tabel 1. Rancangan Percobaan

Perlakuan	Kombinasi Faktor	Jumlah Ulangan	Tanaman per Ulangan	Total Tanaman
A1B1	AB-Mix 600 ppm + POC 10 mL/L	3	5	15
A1B2	AB-Mix 600 ppm + POC 20 mL/L	3	5	15
A1B3	AB-Mix 600 ppm + POC 30 mL/L	3	5	15
A2B1	AB-Mix 800 ppm + POC 10 mL/L	3	5	15
A2B2	AB-Mix 800 ppm + POC 20 mL/L	3	5	15
A2B3	AB-Mix 800 ppm + POC 30 mL/L	3	5	15
A3B1	AB-Mix 1000 ppm + POC 10 mL/L	3	5	15
A3B2	AB-Mix 1000 ppm + POC 20 mL/L	3	5	15
A3B3	AB-Mix 1000 ppm + POC 30 mL/L	3	5	15

Keterangan: Total keseluruhan tanaman diamati = 27 unit percobaan $\times$ 5 tanaman = 135 tanaman.

Pelaksanaan Penelitian

Sistem hidroponik yang digunakan adalah sistem sumbu (*wick system*) berupa bak/wadah yang disusun sesuai bagan RAK di dalam *greenhouse*. Pupuk organik cair dibuat melalui fermentasi 15 L air cucian beras saringan pertama, 600 mL EM4, dan 1,5 kg gula merah yang telah dihaluskan. Bahan dicampur merata, ditutup rapat, dan difermentasi pada suhu ruang selama 7–10 hari; gas hasil fermentasi dibuang setiap tiga hari dengan membuka tutup wadah sementara. Keberhasilan fermentasi ditandai dengan munculnya aroma khas asam-manis dan buih pada permukaan cairan (Wibowo et al., 2022).

Media semai menggunakan *rockwool* yang dipotong berukuran 3 $\times$ 3 cm sesuai ukuran *net pot*. Benih disemai dan disiram secara rutin dengan cara disemprot hingga berumur 14 hari setelah semai, kemudian bibit dipindahkan ke dalam *net pot* secara hati-hati agar akar tidak rusak. Larutan AB-Mix dilarutkan dalam 1.000 mL air bersih pada setiap bak sesuai taraf perlakuan (A1, A2, A3) sebelum bibit ditanam pada instalasi hidroponik. POC air cucian beras diaplikasikan satu kali secara langsung ke dalam sistem *wick* pada 14 HST sesuai dosis perlakuan (B1, B2, B3); frekuensi aplikasi dibatasi hanya sekali mengingat akumulasi bahan organik yang tinggi pada tandon statis berisiko menurunkan kadar oksigen terlarut dan menghambat respirasi akar (Handayani et al., 2022).

Pemeliharaan meliputi pemantauan nilai *total dissolved solids* (TDS) dan pH larutan secara berkala menggunakan TDS meter dan pH meter, dengan penambahan nutrisi setiap tiga hari pada fase vegetatif awal dan setiap hari setelah tanaman memasuki fase dewasa. Panen dilakukan pada umur 35 HST, sesuai dengan rekomendasi Nugroho dan Supriyanto (2022) yang menyatakan bahwa umur tersebut memberikan bobot basah maksimal tanpa menurunkan kualitas kerenyahan batang sebelum tanaman memasuki fase generatif.

Peubah Pengamatan

Peubah yang diamati meliputi tinggi tanaman (cm) yang diukur setiap minggu mulai 14 HST hingga 28 HST; jumlah daun (helai) yang telah membuka sempurna pada interval pengamatan yang sama; bobot segar dan bobot kering; serta kandungan klorofil daun (CCI) yang diukur menggunakan *chlorophyll meter* pada 35 HST melalui tiga titik pengukuran (pangkal, tengah, dan ujung daun) yang dirata-ratakan.

Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) sesuai model RAK faktorial. Apabila hasil analisis ragam menunjukkan pengaruh nyata atau sangat nyata, dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (*Duncan Multiple Range Test*, DMRT) pada taraf 5% untuk membandingkan rata-rata antarperlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi AB-Mix dan dosis pupuk organik cair (POC) air cucian beras secara umum tidak signifikan ($P > 0,05$) terhadap parameter pertumbuhan dan hasil bayam merah. Oleh karena itu, pembahasan berikut difokuskan pada pengaruh utama masing-masing faktor secara terpisah, yaitu konsentrasi AB-Mix dan dosis POC, terhadap pertumbuhan dan komponen hasil tanaman. Pendekatan ini sesuai dengan kaidah analisis faktorial, di mana efek utama tetap relevan untuk diinterpretasikan meskipun interaksi antar-faktor tidak mencapai tingkat signifikansi statistik.

Tinggi Tanaman

Konsentrasi larutan AB-Mix memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap tinggi tanaman pada fase pertumbuhan menengah (21 dan 28 HST), tetapi belum menunjukkan respons signifikan pada fase awal pertumbuhan (7–14 HST). Sebaliknya, aplikasi pupuk organik cair (POC) berbasis air cucian beras secara tunggal tidak memberikan pengaruh nyata pada seluruh periode pengamatan. Meskipun demikian, interaksi antara kedua faktor menghasilkan efek nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman pada 14 dan 21 HST (Tabel 2).

Tabel 2. Rata-rata tinggi tanaman bayam merah pada berbagai konsentrasi AB-Mix dan dosis POC air cucian beras

Perlakuan	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST
A1 (600 ppm)	1,92 a	3,71 a	9,56 b	28,84 b
A2 (800 ppm)	1,92 a	4,08 a	9,05 b	32,37 b
A3 (1.000 ppm)	2,15 a	4,53 a	12,53 a	40,40 a
B1 (10 mL/L)	2,12 a	4,05 a	10,07 a	33,88 a
B2 (20 mL/L)	1,94 a	3,95 a	9,82 a	32,77 a
B3 (30 mL/L)	1,93 a	4,32 a	11,25 a	34,95 a
Interaksi		*	*	

Keterangan: angka pada kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%. * interaksi berpengaruh nyata

Pertumbuhan tinggi tanaman tertinggi konsisten diperoleh pada konsentrasi AB-Mix 1.000 ppm (A3), mencapai 40,40 cm pada 28 HST. Respons positif ini sejalan dengan ketersediaan unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg, S) dan mikro (Fe, Mn, Zn, Cu) dalam bentuk ionik yang mudah diserap pada konsentrasi tinggi. Nitrogen yang tersedia berperan dalam pembentukan klorofil dan sintesis protein, sehingga mendukung pembelahan sel dan pemanjangan batang (Hardjowigeno, 2010). Temuan ini konsisten dengan Elmi (2022) yang menunjukkan peningkatan pertumbuhan bayam merah hidroponik pada konsentrasi nutrisi tinggi.

Meskipun POC air cucian beras tidak berpengaruh signifikan secara mandiri terhadap pertumbuhan tanaman, interaksinya dengan AB-Mix pada 14 dan 21 HST mengindikasikan efek komplementer antara sumber hara anorganik dan organik. Kandungan vitamin B1 serta mineral hasil fermentasi air cucian beras diduga menstimulasi aktivitas enzimatis yang mendukung metabolisme tanaman (Wulandari et al., 2023). Hal ini sejalan dengan Simatupang (2024) yang melaporkan bahwa integrasi AB-Mix dosis tinggi dengan air cucian beras mampu memaksimalkan performa tanaman pada sistem sumbu. Tidak adanya pengaruh tunggal POC kemungkinan disebabkan kandungan nitrogen yang relatif rendah, sehingga belum mencukupi kebutuhan dasar tanaman. Dengan demikian, POC lebih optimal ketika unsur hara mineral esensial tersedia melalui AB-Mix (Heryan et al., 2022).

Jumlah Daun

Konsentrasi AB-Mix memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah daun pada 21 HST dan meningkat menjadi sangat nyata pada 28 HST. Aplikasi POC air cucian beras secara tunggal mulai menunjukkan respons signifikan terhadap jumlah daun pada 28 HST. Interaksi antara kedua faktor juga terbukti memberikan efek nyata pada fase tersebut (Tabel 3).

Tabel 3. Rata-rata jumlah daun bayam merah pada berbagai konsentrasi AB-Mix dan dosis POC air cucian beras

Perlakuan	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST
A1 (600 ppm)	2,11 b	4,33 a	5,88 b	9,00 b
A2 (800 ppm)	2,33 ab	4,66 a	5,77 b	10,00 b
A3 (1000 ppm)	2,66 a	5,22 a	7,22 a	12,55 a
B1 (10 mL/L)	2,22 a	4,77 a	6,44 a	10,22 ab
B2 (20 mL/L)	2,44 a	4,66 a	5,77 a	9,77 b
B3 (30 mL/L)	2,44 a	4,77 a	6,66 a	11,55 a
Interaksi				*

Keterangan: angka pada kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%. * interaksi berpengaruh nyata

Jumlah daun terbanyak pada perlakuan tunggal diperoleh pada A3 (12,55 helai) dan B3 (11,55 helai) pada 28 HST, sedangkan kombinasi A3B3 menghasilkan jumlah daun tertinggi secara keseluruhan (15,33 helai). Peningkatan jumlah daun pada dosis AB-Mix tertinggi berkaitan dengan asupan nitrogen yang lebih besar sebagai penyusun utama klorofil dan protein, sehingga memacu inisiasi dan perluasan jaringan meristematis daun (Hidayanti & Kartika, 2019). Pengaruh nyata POC pada fase akhir pengamatan diduga terkait peran vitamin B1 sebagai aktivator enzim dalam metabolisme karbohidrat serta kontribusi fosfor dan magnesium dalam pembelahan sel pada titik tumbuh (Maharani, 2023), yang konsisten dengan hasil Taufiqurrohmah (2024).

Kombinasi A3B3 yang menghasilkan jumlah daun tertinggi mengindikasikan adanya sinergi antara kecukupan hara mineral lengkap dari AB-Mix dosis tinggi dan suplemen organik dari POC dosis tinggi, sejalan dengan pandangan Suwandi et al. (2015) bahwa integrasi pupuk organik dan anorganik dalam proporsi yang tepat dapat mengoptimalkan produktivitas tanaman secara lebih efisien.

Bobot Segar dan Bobot Kering Tanaman

Konsentrasi AB-Mix berpengaruh sangat nyata terhadap bobot segar dan bobot kering tanaman pada 28 HST, sedangkan dosis POC air cucian beras tidak berpengaruh nyata pada kedua peubah tersebut (Tabel 4).

Tabel 4. Rata-rata bobot segar dan bobot kering tanaman bayam merah pada 28 HST akibat konsentrasi AB-Mix dan dosis POC air cucian beras

Perlakuan	Bobot Segar Tanaman (g)	Bobot Kering Tanaman (g)
A1 (600 ppm)	11,17 b	0,87 b
A2 (800 ppm)	15,01 b	0,89 b
A3 (1.000 ppm)	19,77 a	1,43 a
B1 (10 mL/L)	13,92 a	1,07 a
B2 (20 mL/L)	16,05 a	1,00 a
B3 (30 mL/L)	15,99 a	1,12 a

Keterangan: angka pada kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%.

Bobot segar dan bobot kering tanaman tertinggi diperoleh pada konsentrasi 1.000 ppm, masing-masing 19,77 g dan 1,43 g. Tingginya bobot pada dosis ini menandakan bahwa komposisi hara makro dan mikro yang seimbang mampu memicu penyerapan air serta akumulasi fotoasimilat secara maksimal di dalam jaringan tanaman. Kecukupan nitrogen merangsang pembentukan klorofil yang meningkatkan efisiensi fotosintesis, dan hasil dari proses tersebut kemudian tersimpan sebagai biomassa, sejalan dengan hasil Hidayanti dan Kartika (2019). Rendahnya kontribusi POC air cucian beras terhadap kedua peubah ini diduga kuat berkaitan dengan defisit kandungan nitrogen total dalam limbah cucian beras yang hanya sekitar 0,15% (Wulandari et al., 2023), suatu konsentrasi yang belum memadai untuk memenuhi kebutuhan hara bayam merah dalam memproduksi biomassa secara mandiri.

Kandungan Klorofil

Konsentrasi AB-Mix berpengaruh sangat nyata terhadap kandungan klorofil daun pada 35 HST, sedangkan dosis POC air cucian beras tidak berpengaruh nyata (Tabel 5).

Tabel 5. Rata-rata kandungan klorofil daun bayam merah umur 35 HST akibat konsentrasi AB-Mix dan dosis POC air cucian beras

Perlakuan	Kandungan Klorofil (cci)
A1 (600 ppm)	7,07 b
A2 (800 ppm)	6,96 b
A3 (1.000 ppm)	8,82 a
B1 (10 mL/L)	7,50 a
B2 (20 mL/L)	7,92 a
B3 (30 mL/L)	7,44 a

Keterangan: angka pada kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji DMRT 5%.

Kandungan klorofil tertinggi dicapai pada konsentrasi AB-Mix 1.000 ppm, yaitu sebesar 8,82 CCI. Peningkatan ini berkaitan dengan ketersediaan nitrogen dan magnesium yang lebih tinggi pada taraf tersebut. Nitrogen berperan sebagai komponen utama cincin porfirin dalam molekul klorofil, sedangkan magnesium menempati posisi atom pusat yang menentukan kemampuan tanaman menyerap energi cahaya. Kekurangan kedua unsur tersebut dapat menghambat biosintesis pigmen hijau daun dan memicu gejala klorosis. Hasil ini mendukung

temuan Yama dan Kartiko (2020) yang melaporkan bahwa konsentrasi AB-Mix 1.000 ppm menghasilkan kadar klorofil lebih tinggi dibandingkan dosis yang lebih rendah pada sayuran hidroponik sistem sumbu. Perlu dicatat bahwa bayam merah memiliki pigmen antosianin dominan, sehingga kandungan klorofil total juga dipengaruhi oleh keberadaan pigmen merah dalam jaringan daun (Aprilia et al., 2022). Rendahnya kontribusi POC terhadap pembentukan klorofil sejalan dengan kandungan nitrogen yang relatif rendah, sekitar 0,15%, yang belum mencukupi untuk memacu biosintesis klorofil secara signifikan (Wulandari et al., 2023).

KESIMPULAN

Konsentrasi AB-Mix berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan dan hasil bayam merah hidroponik sistem sumbu, dengan konsentrasi 1.000 ppm menghasilkan performa terbaik pada tinggi tanaman, jumlah daun, bobot segar, bobot kering, dan kandungan klorofil. Pupuk organik cair (POC) air cucian beras secara tunggal hanya berpengaruh nyata terhadap jumlah daun pada 28 HST, tetapi interaksi dengan AB-Mix memberikan efek positif pada tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot akar segar. Kombinasi AB-Mix 1.000 ppm dengan POC 30 mL/L direkomendasikan sebagai formulasi nutrisi praktis untuk budidaya bayam merah hidroponik, baik skala rumah tangga maupun komersial.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjeliza, R. Y. (2014). Pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau pada berbagai desain hidroponik. Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Aprilia, D. S., et al. (2022). The effect of ecoenzyme spraying on the number of leaves of spinach (*Amaranthus hybridus* L.) cultivated hydroponically. *Serambi Biologi*, 7(3), 235–238.
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Produksi tanaman sayuran*. Jakarta: BPS.
- Elmi, Y. (2022). Pengaruh campuran A&B Mix dengan pupuk organik cair limbah sawi hijau (*Brassica rapa* L.) terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) hidroponik. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan IPA*, 16(2), 166.
- Ghifari, A. F., et al. (2019). Pengaruh dosis pupuk majemuk NPK terhadap hasil dan kandungan vitamin C dua varietas bayam (*Amaranthus tricolor* L.). 1780–1788.
- Handayani, T., et al. (2022). Efek akumulasi bahan organik pupuk cair terhadap kualitas larutan nutrisi dan pertumbuhan tanaman pada hidroponik sistem statis. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 11(2), 145–154.
- Handoko, T., & Wijaya, K. E. (2025). Faktor-faktor yang memengaruhi permintaan komoditas sayuran daun di tingkat rumah tangga urban: pendekatan teori konsumsi pada bayam merah dan sawi. *Jurnal Agribisnis dan Riset Sosial (JARS)*, 11(1), 89–102.
- Heryan, T., et al. (2022). Pengaruh pemberian pupuk organik cair air cucian beras dan air kelapa pada budidaya bayam sistem wick. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo*, 7(2), 57–63.
- Hidayanti, L., & Kartika, T. (2019). Pengaruh nutrisi AB Mix terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) secara hidroponik. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan IPA*, 16(2), 166.
- Maharany, R. (2016). Respon pertumbuhan dan produksi tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.). *Jurnal Penelitian BERNAS*, 12(3).
- Nugroho, F. A., & Supriyanto, B. (2022). Optimasi hasil biomassa tanaman bayam merah pada berbagai sistem hidroponik dan waktu panen. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 15(1), 45–52.
- Razak, A. (2021). *Ekonanobioteknologi: Konsep pendekatan pengembangan bidang kajian zoologi dan ekologi hewan*. Universitas Negeri Padang Repository.
- Rukmana, & Yudirachman. (2016). *Bertanam petsai dan sawi*. Yogyakarta: Kanisius.
- Saputra, A., & Wijaya, K. (2023). Efisiensi penggunaan konsentrasi nutrisi AB Mix terhadap hasil komoditas hortikultura. *Jurnal Agrosains dan Teknologi*, 8(2), 112–120.
- Sifaunajah, N., et al. (2022). Pemanfaatan limbah air cucian beras sebagai pupuk organik cair. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Pertanian*.
- Simatupang, M. R. (2024). Pengaruh AB-Mix dan air cucian beras terhadap pertumbuhan bayam merah secara hidroponik wick system. *Jurnal Agroekoteknologi*, 12(1), 45–53.

-
- Siregar, R. F., & Handayani, T. (2021). Perbandingan efektivitas nutrisi anorganik AB Mix dan pupuk organik cair terhadap pertumbuhan fisiologis sayuran daun pada hidroponik kapiler. *Jurnal Produksi Tanaman*, 9(3), 185–193.
- Suwandi, G. A., *et al.* (2015). Efektivitas pengelolaan pupuk organik, NPK, dan pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah. *Jurnal Hortikultura*, 25(2), 208–221.
- Taufiqurrohmah. (2024). Efektivitas pupuk organik cair dari bagasse dan air cucian beras terhadap pertumbuhan bayam (*Amaranthus hybridus* L.). *Jurnal LenteraBio*, Universitas Negeri Surabaya.
- Ubaidah, *et al.* (2023). Potensi pemanfaatan limbah air cucian beras di Indonesia. *Jurnal Lingkungan dan Sumberdaya*.
- Umar, F., *et al.* (2017). *Panen hidroponik buah dan sayuran buah di halaman rumah*. Jakarta: PT Agromedia Pustaka.
- Wulandari, S., & Pratama, R. (2023). Karakteristik organ reproduktif dan fenologi perbungaan famili Amaranthaceae. *Jurnal Biologi Tradisional*, 11(2), 102–110.
- Yama, D. I., & Kartiko, D. (2020). Pertumbuhan dan kandungan klorofil pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada beberapa konsentrasi AB Mix dengan sistem hidroponik wick. *Jurnal Teknologi*, 13(2), 151–158.