

**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI NUTRISI
MAGNESIUM (Mg) TERHADAP PERTUMBUHAN,
KANDUNGAN FLAVONOID DAN ANTOSIANIN PADA
BAYAM MERAH (*Amaranthus cruentus* L.) SECARA
HIDROPONIK**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Sains S.Si dalam Ilmu Biologi**



FITRI AZIZAH

NIM 2108016013

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG**

2025

HALAMAN JUDUL

**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI NUTRISI
MAGNESIUM (Mg) TERHADAP PERTUMBUHAN,
KANDUNGAN FLAVONOID DAN ANTOSIANIN PADA
BAYAM MERAH (*Amaranthus cruentus* L.) SECARA
HIDROPONIK**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Sains S.Si dalam Ilmu Biologi**



**FITRI AZIZAH
NIM 2108016013**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2025**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Fitri Azizah
NIM : 2108016013
Jurusan : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI NUTRISI
MAGNESIUM (Mg) TERHADAP PERTUMBUHAN,
KANDUNGAN FLAVONOID DAN ANTOSIANIN PADA
BAYAM MERAH (*Amaranthus cruentus* L.) SECARA
HIDROPONIK**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri,
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 1 Juni 2025
Pembuat Pernyataan,



Fitri Azizah
NIM: 2108016013

PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jalan Prof. Dr. Hamka, Ngaliyan, Semarang 50185

Telepon (024)7601291, Faksimili (024)7624691, Website : <http://fst.walisongo.ac.id/>

PENGESAHAN

Naskah Skripsi berikut ini:

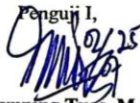
Judul : Pengaruh Variasi Konsentrasi Nutrisi Magnesium (Mg)
Terhadap Pertumbuhan, Kandungan Flavonoid dan Antosianin
pada Bayam Merah (*Amaranthus cruentus* L.) Secara
Hidroponik

Penulis : Fitri Azizah
NIM : 2108016013
Jurusan : Biologi

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan Penguji Fakultas
Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah
satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam ilmu Biologi.

Semarang, 2 Juli 2025

DEWAN PENGUJI

Penguji I,


Dr. Dian Ayuning Tyas, M.Biotech.
NIP. 198412182011012004

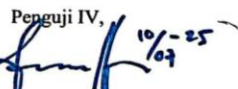
Penguji II,


Ira Nallas Sa'adah, M.Si.
NIP. 199204032019032021

Penguji III,


Kusrinah, M.Si.
NIP. 197711102011012005

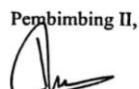


Penguji IV,


Dian Triastari Armanda, M.Si.
NIP. 198312212011012004

Pembimbing I,


Dr. Dian Ayuning Tyas, M.Biotech.
NIP. 198412182011012004

Pembimbing II,


Ira Nallas Sa'adah, M.Si.
NIP. 199204032019032021

NOTA DINAS

Semarang, 1 Juni 2025

Yth. Ketua Program Studi Biologi

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengaruh Variasi Konsentrasi Nutrisi Magnesium (Mg) Terhadap Pertumbuhan, Kandungan Flavonoid dan Antosianin pada Bayam Merah (*Amaranthus cruentus* L.) Secara Hidroponik

Penulis : Fitri Azizah

NIM : 2108016013

Jurusan : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqosah.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dosen Pembimbing I



Dr. Dian Ayuning Tyas, M.Biotech.
NIP. 198412182011012004

NOTA DINAS

Semarang, 1 Juni 2025

Yth. Ketua Program Studi Biologi

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengaruh Variasi Konsentrasi Nutrisi Magnesium (Mg) Terhadap Pertumbuhan, Kandungan Flavonoid dan Antosianin pada Bayam Merah (*Amaranthus cruentus* L.) Secara Hidroponik

Penulis : **Fitri Azizah**

NIM : 2108016013

Jurusan : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqosah.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dosen Pembimbing II



Ira Nafas Sa'adah, M.Si.
NIP. 199204032019032021

ABSTRAK

Bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid dan antosianin. Magnesium (Mg) berperan penting dalam fotosintesis dan sintesis metabolit sekunder. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi dosis magnesium terhadap pertumbuhan dan kandungan metabolit sekunder tanaman bayam merah pada sistem hidroponik. Penelitian dilaksanakan di *Greenhouse* Kampus II UIN Walisongo Semarang selama 35 hari dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas lima perlakuan dosis magnesium pada larutan nutrisi Hoagland yang dimodifikasi: M1 (0%), M2 (50%), M3 (100%), M4 (150%), dan M5 (200%) dengan empat ulangan. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah, berat kering, kadar flavonoid, dan kadar antosianin. Hasil analisis ANOVA pada taraf signifikansi 5% menunjukkan bahwa perlakuan magnesium memberikan perbedaan yang nyata terhadap parameter pertumbuhan tanaman dan kadar antosianin, namun tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap kadar flavonoid. Perlakuan M4 (150% Mg) memberikan hasil terbaik pada parameter tinggi tanaman (29,43 cm), jumlah daun (14,91 helai), dan berat kering (1,36 g), sedangkan perlakuan M5 (200% Mg) memberikan hasil terbaik pada parameter panjang akar (22,83 cm), dan berat basah (13,80 g). Dosis magnesium sebesar 50% (M2) terbukti paling efektif dalam meningkatkan kadar antosianin, dengan hasil kadar antosianin tertinggi sebesar 0,57 mg/L. Sementara itu, kadar flavonoid antarperlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

Kata kunci: Antosianin, Bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.), Flavonoid, Hidroponik, Magnesium, Pertumbuhan.

ABSTRACT

Red spinach (*Amaranthus cruentus* L.) contains bioactive compounds, including flavonoids and anthocyanins. Magnesium (Mg) plays a crucial role in photosynthesis and the synthesis of secondary metabolites. This study aims to investigate the impact of varying magnesium doses on the growth and secondary metabolite content of red spinach plants in a hydroponic system. The research was conducted in *Greenhouse* Campus II UIN Walisongo Semarang for 35 days using a Completely Randomized Design (CRD) consisting of five magnesium dose treatments of Hoagland nutrient solution recipe: M1 (0%), M2 (50%), M3 (100%), M4 (150%), and M5 (200%) with four replications. Parameters observed included plant height, number of leaves, root length, wet weight, dry weight, flavonoid content, and anthocyanin content. The results of ANOVA analysis at the 5% significance level showed that magnesium treatment had a significant effect on plant growth parameters and anthocyanin levels. Still, they did not show significant differences in flavonoid levels. Treatment M4 (150% Mg) gave the best results in the parameters of plant height (29.43 cm), number of leaves (14.91 strands), and dry weight (1.36 g), while treatment M5 (200% Mg) gave the best results in the parameters of root length (22.83 cm), and wet weight (13.80 g). Magnesium dose of 50% (M2) proved to be the most effective in increasing anthocyanin levels, with the highest anthocyanin level of 0.57 mg/L. Meanwhile, flavonoid levels between treatments did not show significant differences.

Keywords: Anthocyanins, Flavonoids, Growth, Hydroponics, Magnesium, Red spinach (*Amaranthus cruentus* L.).

TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin dalam skripsi ini berpedoman pada SKB Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I. Nomor 158/1987 dan Nomor: 0543b/U/1987. Penyimpangan penulisan kata sandang [al-] disengaja secara konsisten agar sesuai teks Arabnya.

ا	A	ط	Th
ب	B	ظ	Zh
ت	T	ع	'a
ث	Ts	غ	Gh
ج	J	ف	F
ح	H	ق	Q
خ	Kh	ك	K
د	D	ل	L
ذ	Dz	م	M
ر	R	ن	N
ز	Z	و	W
س	S	ه	H
ش	Sy	ء	'
ص	Sh	ي	Y
ض	Dh		

Bacaan Madd:

ā = a panjang

au = و / ا

ī = i panjang

ai = اِي

ū = u panjang

iy = اِي

KATA PENGANTAR

Puji syukur *Alhamdulillah* penulis ucapkan kepada kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu. Sholawat serta salam senantiasa tucurahkan kepada baginda tercinta Nabi Muhammad SAW. sebagai suri teladan yang baik untuk seluruh umatnya dan berharap mendapatkan syafa'atnya di yaumul akhir kelak. Skripsi yang berjudul **"Pengaruh Variasi Konsentrasi Nutrisi Magnesium (Mg) Terhadap Pertumbuhan, Kandungan Flavonoid dan Antosianin pada Bayam Merah (*Amaranthus cruentus* L.) Secara Hidroponik"** disusun guna untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Sains di Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, sebab dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi ini tidak dapat berjalan dengan baik dan lancar tanpa adanya doa, dukungan, bimbingan, maupun arahan dari berbagai pihak, yaitu kepada:

1. Prof. Dr. H. Nizar, M.Ag. selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Prof. Dr. Musahadi, M.Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

3. Dr. Dian Ayuning Tyas, M.Biotech. selaku Ketua Program Studi Biologi UIN Walisongo Semarang, sekaligus Pembimbing I yang senantiasa membimbing dan memberikan saran maupun masukan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.
4. Ira Nailas Sa'adah, M.Si. selaku Pembimbing II yang senantiasa sabar dalam membimbing, memberikan arahan dan dukungan selama proses penelitian sehingga riset dan penulisan skripsi dapat berjalan lancar. Selain itu juga telah memberikan kesempatan dan kepercayaan kepada penulis untuk terlibat langsung dalam kegiatan riset beliau. Pengalaman tersebut sangat berharga, membuka wawasan, serta menjadi fondasi penting dalam proses penulisan skripsi ini.
5. Dr. Rusmadi, S.Th.I. M.Si. selaku Wali Dosen yang telah membimbing dan memberikan nasihat maupun pengarahan selama menempuh pendidikan di UIN Walisongo Semarang.
6. Sumiati, S.Pd. dan Erwin Edy Wibowo, A.Md. selaku Laboran di Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah membantu dan memberi pengarahan selama proses pengujian sampel.
7. Kedua orang tua tercinta, Bapak Ustadi dan Ibu Nur Khalisah, yang menjadi sumber kekuatan, doa dan cinta kasih tanpa batas, serta menjadi penopang utama dalam setiap langkah perjalanan ini. Ayah, terima kasih atas kerja kerasmu yang tak

pernah lelah, atas diam-diammu yang penuh makna, dan atas langkah-langkahmu yang selalu mendahulukan kami. Ibu, terima kasih atas pelukan hangatmu, atas doamu yang selalu mengiringi setiap langkah penulis, dan atas kesabaranmu yang tak pernah pudar meski dunia kadang tak ramah. Kalian adalah alasan penulis bertahan, bahkan saat hampir menyerah. Terima kasih selalu menjadi tempat kembali, bahkan di saat dunia terasa asing dan berat. Segala pencapaian ini tidak lepas dari cinta dan pengorbanan kalian. Semoga keberhasilan ini menjadi hadiah kecil dari doa-doa yang selama ini kalian panjatkan.

8. Kepada kakak-kakak tersayang, terima kasih atas dukungan yang sering hadir dalam bentuk sederhana, namun begitu berarti. Atas semangat yang kalian tanamkan, atas perhatian yang tak selalu diucapkan, tetapi begitu terasa. Terima kasih telah menjadi contoh, tempat berbagi cerita, dan pelindung yang selalu ada dalam diam maupun dalam doa.
9. Ucapan terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada Azka Azkia, yang telah menemani penulis selama proses penelitian dari awal hingga akhir. Sahabat yang telah kebersamai sejak awal perkuliahan, dari masa menjadi mahasiswa baru hingga saat ini. Terima kasih atas setiap tawa yang menguatkan, pelukan di tengah lelah, dan kehadiran yang tak pernah alpa dalam suka maupun duka. Engkau bukan

hanya teman seperjuangan, tetapi juga rumah dalam perjalanan yang penuh liku ini.

10. Kepada Ilma Ayunda Arum, Muqodimatul Ainia, dan Siti Amiratin Khasanah, terima kasih telah menjadi teman seperjuangan dalam proses penelitian ini. Bersama kalian, setiap tantangan riset menjadi lebih ringan, setiap kebingungan menjadi bahan diskusi yang membangun. Terima kasih atas waktu, tenaga, dan kebersamaan yang tulus dalam menyelesaikan penelitian ini. Kalian telah menjadi bagian penting dari mozaik perjuangan ini.
11. Teman-teman seperjuangan, sahabat, dan semua pihak yang telah memberikan dukungan, semangat, serta bantuan, baik secara langsung maupun tidak langsung, selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, sehingga penulis memohon maaf atas ketidak sempurnaan di dalam penulisan tersebut. Penulis juga berharap semoga skripsi ini dapat menjadi sumber pengetahuan yang bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Semarang, 1 Juni 2025
Penulis,



Fitri Azizah
NIM: 2108016013

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
PENGESAHAN	iv
NOTA DINAS	v
NOTA DINAS	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
TRANSLITERASI ARAB-LATIN	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian.....	7
D. Manfaat Penelitian.....	8
BAB II	9
TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Landasan Teori	9
B. Kajian Penelitian Relevan	39

C. Kerangka Berfikir.....	51
D. Hipotesis.....	52
BAB III.....	53
METODE PENELITIAN	53
A. Jenis Penelitian.....	53
B. Tempat dan Waktu Penelitian	53
C. Subjek Penelitian dan Teknik Sampling	53
D. Rancangan Penelitian	54
E. Variabel Penelitian	56
F. Prosedur Penelitian.....	57
G. Analisis Data	71
BAB IV	75
HASIL DAN PEMBAHASAN	75
A. Hasil Penelitian	75
B. Pembahasan.....	107
BAB V.....	138
KESIMPULAN.....	138
A. Kesimpulan.....	138
B. Saran.....	139
DAFTAR PUSTAKA	140
LAMPIRAN.....	161
RIWAYAT HIDUP	208

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kandungan Gizi Bayam Merah.....	14
Tabel 2. 2 Kajian penelitian relevan.....	39
Tabel 3. 1 Rancangan unit percobaan.....	55
Tabel 3. 2 Komposisi modifikasi larutan nutrisi Hoagland.....	60
Tabel 4. 1 Hasil rata-rata tinggi tanaman.....	77
Tabel 4. 2 Hasil rata-rata jumlah daun	83
Tabel 4. 3 Hasil rata-rata panjang akar.....	90
Tabel 4. 4 Hasil rata-rata berat basah	92
Tabel 4. 5 Hasil rata-rata berat kering.....	95
Tabel 4. 6 Hasil rata-rata kadar flavonoid	98
Tabel 4. 7 Hasil uji warna senyawa flavonoid pada ekstrak bayam merah (<i>Amaranthus cruentus</i> L.).....	100
Tabel 4. 8 Hasil rata-rata kadar antosianin.....	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bayam merah (<i>Amaranthus cruentus</i> L.)	11
Gambar 2. 2 Hidroponik Sistem Wick	16
Gambar 2. 3 Jalur biosintesis metabolisme sekunder pada tanaman	23
Gambar 2. 4 Jalur biosintesis flavonoid	25
Gambar 2. 5 Struktur umum flavonoid	28
Gambar 2. 6 Flavilium Antosianin	28
Gambar 2. 7 Kerangka berfikir.....	51
Gambar 4. 1 Grafik rata-rata tinggi tanaman.....	79
Gambar 4. 2 Grafik rata-rata jumlah daun.....	86
Gambar 4. 3 Grafik rata-rata panjang akar	90
Gambar 4. 4 Grafik rata-rata berat basah	93
Gambar 4. 5 Grafik rata-rata berat kering	96
Gambar 4. 6 Grafik rata-rata kadar flavonoid	98
Gambar 4. 7 Grafik rata-rata kadar antosianin	103
Gambar 4. 8 Defisiensi magnesium pada perlakuan M1 (Magnesium 0%).	116

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan nutrisi substitusi Na_2SO_4	161
Lampiran 2 Hasil pengamatan tinggi tanaman 0 MST-5 MST .	162
Lampiran 3 Hasil pengamatan jumlah daun 0 MST-5 MST	167
Lampiran 4 Hasil pengamatan panjang akar 0 MST dan 5 MST	172
Lampiran 5 Hasil pengamatan berat basah 0 MST dan 5 MST.	174
Lampiran 6 Hasil pengamatan berat kering 0 MST dan 5 MST	176
Lampiran 7 Hasil pengamatan kandungan flavonoid.....	178
Lampiran 8 Perhitungan kadar flavonoid	178
Lampiran 9 Hasil perhitungan kadar total flavonoid.....	180
Lampiran 10 Hasil pengamatan kandungan antosianin.....	180
Lampiran 11 Perhitungan kadar total antosianin	182
Lampiran 12 Kadar total antosianin	182
Lampiran 13 Hasil pengamatan pH dan TDS.....	184
Lampiran 14 Hasil pengamatan faktor lingkungan	186
Lampiran 15 Hasil analisis statistik tinggi tanaman.....	189
Lampiran 16 Hasil analisis statistik jumlah daun.....	193
Lampiran 17 Hasil analisis statistik panjang akar	197
Lampiran 18 Hasil analisis statistik berat basah.....	199
Lampiran 19 Hasil analisis statistik berat kering	201
Lampiran 20 Hasil analisis statistik kadar flavonoid	202
Lampiran 21 Hasil analisis statistik kadar antosianin	203
Lampiran 22 Dokumentasi kegiatan riset.....	205

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Krisis pangan dan kelangkaan asupan kalori yang sering terjadi terutama di negara-negara berkembang menyebabkan sekitar 795 juta orang di seluruh dunia mengalami malnutrisi (FAO *et al.*, 2015). Sekitar 20 juta orang mengalami *hidden hunger* karena kekurangan mineral dan vitamin (Von *et al.*, 2015). Makanan pokok dianggap sebagai sumber energi utama, tetapi belum dapat memberikan ketercukupan kandungan zat besi, seng, yodium, vitamin E, asam askorbat, dan karotenoid (Sarker *et al.*, 2024). Konsumsi makanan pokok saja dapat berpotensi menyebabkan *hidden hunger*, sehingga mengonsumsi makanan pokok bersama buah-buahan dan sayuran setiap hari diharapkan dapat mendukung pola makan yang kuat dengan asupan mineral dan vitamin yang seimbang (Aljerf & Aljerf, 2023).

Bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) adalah sayuran berdaun merah beludru yang kaya akan nutrisi, mineral, dan antioksidan. Bayam merah memiliki kandungan gizi yang lebih unggul dibandingkan dengan bayam hijau (Sarker & Oba, 2019). Tanaman bayam merah memiliki nilai gizi yang penting, karena mengandung berbagai vitamin, zat

besi, garam mineral, kalium, amaratin, dan purin. Selain itu, bayam merah juga berperan sebagai sumber protein nabati yang baik. Hal ini menunjukkan potensinya sebagai bahan pangan bergizi tinggi yang bermanfaat bagi kesehatan (Djarwatiningsih *et al.*, 2016).

Bayam merah mengandung berbagai senyawa bioaktif yang berfungsi sebagai antioksidan, seperti karotenoid, alkaloid, polifenol, klorofil, dan flavonoid. Kandungan tersebut menjadikan bayam merah penting untuk dikonsumsi karena dapat mendukung kesehatan tubuh melalui aktivitas penangkal radikal bebas yang dimilikinya (Maharany, 2016). Menurut hasil penelitian Syaifuddin (2015), bayam merah mengandung flavonoid dalam jumlah yang signifikan. Flavonoid merupakan senyawa yang memiliki potensi kuat sebagai antioksidan. Antioksidan merupakan senyawa pemberi elektron yang berfungsi mencegah proses oksidasi dengan cara berinteraksi dan menetralkan radikal bebas serta molekul reaktif lainnya. Pada bayam merah juga ditemukan antosianin. Hasil penelitian Pebrianti *et al.* (2015), menyatakan bahwa pada tanaman bayam merah ditemukan kadar antosianin sebesar 6350 ppm pada daun dan 2480 ppm pada batang. Antosianin merupakan senyawa fenolik yang termasuk dalam kelompok flavonoid dan berfungsi sebagai antioksidan (Damanhuri, 2005).

Bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) merupakan sayuran yang memiliki kandungan nutrisi tinggi serta senyawa bioaktif seperti flavonoid dan antosianin (Djaeni et al., 2017). Kandungan flavonoid dan antosianin pada bayam merah dapat dipengaruhi oleh ketersediaan magnesium (Mg), karena magnesium berperan sebagai kofaktor dalam proses fotosintesis dan sintesis metabolit sekunder (Farhat *et al.*, 2016). Penelitian mengenai pengaruh variasi konsentrasi nutrisi magnesium pada bayam merah secara hidroponik menjadi penting untuk mengetahui bagaimana magnesium dapat memaksimalkan pertumbuhan, serta meningkatkan akumulasi flavonoid dan antosianin, sehingga menghasilkan tanaman yang lebih berkualitas dan bernilai fungsional tinggi (Harris *et al.*, 2018).

Kandungan senyawa dalam tanaman dipengaruhi oleh media tanam yang mampu mendukung pertumbuhan tanaman (Syaifuddin, 2015). Hidroponik adalah metode bercocok tanam yang menggunakan air sebagai media tumbuh, tanpa melibatkan tanah, dengan penekanan pada pemenuhan kebutuhan nutrisi tanaman agar dapat tumbuh optimal (Tallei *et al.*, 2017). Menurut Susilawati (2019), laju pertumbuhan tanaman hidroponik dapat mencapai 50% lebih cepat dibandingkan dengan tanaman yang ditanam di tanah dalam kondisi serupa.

Keberhasilan dalam budidaya hidroponik dipengaruhi oleh beberapa aspek penting, seperti pengelolaan tanaman yang mencakup persiapan bahan media tanam, pembuatan larutan nutrisi, pemeliharaan tanaman, pemberian nutrisi, proses panen, dan penanganan pasca panen. Pemberian nutrisi yang sesuai pada sistem hidroponik dapat mendukung pertumbuhan tanaman bayam merah secara optimal (Hidayanti & Kartika, 2019). Salah satu upaya untuk meningkatkan jumlah biomassa tanaman adalah dengan menambahkan unsur hara pada media tanam guna menstimulasi pertumbuhan tanaman. Bui *et al.*, (2016) menyatakan bahwa penambahan unsur hara pada media tanam diperlukan untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman sehingga jumlah biomassa yang dihasilkan juga akan meningkat.

Produksi metabolit sekunder pada tanaman bergantung pada fase pertumbuhan tertentu, di mana tanaman harus mencapai tahap perkembangan spesifik untuk memulai sintesis senyawa tersebut. Metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, dan terpenoid biasanya diproduksi sebagai respons terhadap stres lingkungan, infeksi patogen, atau kondisi adaptif tertentu (Han & Miao, 2024). Penelitian yang dilakukan oleh Devi *et al.*, (2023) menyatakan bahwa produksi ini kerap kali terjadi pada fase generatif tanaman, ketika energi yang sebelumnya digunakan untuk pertumbuhan

vegetatif dialihkan untuk sintesis senyawa bioaktif yang berfungsi sebagai pertahanan atau adaptasi. Selain faktor intrinsik, elemen lingkungan seperti intensitas cahaya, ketersediaan nutrisi, dan cekaman abiotik juga dapat merangsang jalur metabolisme sekunder.

Tanaman memberikan respons terhadap ketersediaan dua atau lebih unsur hara selama proses pertumbuhannya. Respons ini bergantung pada jumlah unsur hara yang tersedia. Apabila salah satu unsur hara tersedia dalam jumlah yang rendah atau terbatas, dampaknya terhadap pertumbuhan tanaman akan minimal. Sebaliknya, jika semua unsur hara tersedia dalam jumlah optimal, pertumbuhan tanaman akan mencapai potensi maksimal. Dengan kata lain, kekurangan satu unsur hara dapat menjadi faktor penghambat dalam pertumbuhan tanaman (Sufardi, 2019).

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara yang diperlukan untuk mendukung berbagai proses fisiologisnya. Salah satu jenis nutrisi yang vital bagi tanaman adalah makronutrien magnesium (Mg). Magnesium diserap tanaman dalam bentuk Mg^{2+} dan merupakan bagian dari klorofil. Magnesium sebagai senyawa biasanya dalam bentuk $MgSO_4$, $MgCO_3$ dan $Mg(OH)_2$. Di dalam tanah, magnesium (Mg) berasal dari dekomposisi batuan yang mengandung mineral (Sutejo, 1987).

Magnesium (Mg) merupakan unsur hara yang sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Magnesium sangat penting untuk mengatur aktivitas enzim, sintesis protein, metabolisme lipid, dan distribusi karbohidrat (Tian *et al.*, 2023). Selain itu, Magnesium juga berperan langsung dalam proses fotosintesis (Sarker *et al.*, 2024). Pada penelitian yang dilakukan oleh Tian *et al.* (2023), pemberian magnesium berpengaruh pada kadar antosianin. Aplikasi pupuk MgSO_4 pada dosis yang berbeda secara signifikan meningkatkan kandungan antosianin pada kulit buah apel.

Defisiensi magnesium dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan mengganggu distribusi hasil fotosintesis, yang pada akhirnya menyebabkan penurunan hasil panen secara signifikan dan menurunkan kualitas tanaman. Oleh karena itu, dalam penelitian ini nutrisi makronutrien magnesium dalam berbagai konsentrasi diteliti untuk melihat apakah ada pengaruh terhadap pertumbuhan, kandungan flavonoid dan antosianin pada tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.).

B. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Apakah variasi kadar makronutrien magnesium (Mg) berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.)?
2. Apakah variasi kadar makronutrien magnesium (Mg) berpengaruh terhadap kandungan flavonoid tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.)?
3. Apakah variasi kadar makronutrien magnesium (Mg) berpengaruh terhadap kandungan antosianin tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.)?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang hendak dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi pengaruh variasi kadar makronutrien magnesium (Mg) terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.)
2. Mengidentifikasi pengaruh variasi kadar makronutrien magnesium (Mg) terhadap kandungan flavonoid tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.)
3. Mengetahui pengaruh variasi kadar makronutrien magnesium (Mg) terhadap kandungan antosianin tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.)

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis, yaitu:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan tambahan informasi bagi para pembaca dan dapat berkontribusi sebagai pengetahuan ilmu perkembangan zaman di masa yang akan datang, serta dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam pengembangan bidang fisiologi tumbuhan dan biokimia, serta meningkatkan keterampilan praktis di laboratorium. Selain itu, penelitian ini diharapkan mampu menyajikan informasi baru dalam ilmu pengetahuan terkait pengaruh variasi konsentrasi makronutrien terhadap kualitas dan fisiologi tumbuhan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Bayam Merah

Bayam merupakan jenis tanaman herba yang dapat tumbuh mencapai tinggi sekitar 1,5 meter. Bayam merah memiliki ciri khas berupa daun tunggal dengan ujung runcing, tekstur lembut, dan bentuk yang cukup lebar. Struktur batangnya lunak dengan warna putih kemerahan. Bunga-bunga kecil dari bayam merah tumbuh dalam rangkaian tandan dan sering ditemukan pada ketiak daun atau ujung batang. Meskipun buahnya tidak mempunyai daging, namun bayam merah menghasilkan banyak biji kecil. Sistem perakarannya terdiri dari akar tunggang yang dilengkapi dengan akar samping yang kuat dan menembus cukup dalam. Bayam merah bereproduksi secara generatif melalui biji, dengan setiap tandan bunga mampu menghasilkan ratusan hingga ribuan biji (Sunarjono, 2014).

Tanaman bayam merah berasal dari Amerika dan mulai dibudidayakan di Indonesia sejak abad ke-19. Bayam merah cocok untuk dikembangkan di Indonesia karena kondisi iklim, cuaca dan tanah yang mendukung

pertumbuhannya. Tanaman ini mampu tumbuh baik di daerah yang bersuhu panas maupun dingin, sehingga dapat ditanam di dataran rendah hingga dataran tinggi dengan ketinggian 5-2000 m di atas permukaan laut (Pebrianti *et al.*, 2015). Pertumbuhan optimal terjadi di tanah subur dengan paparan sinar matahari yang cukup dan suhu berkisar antara 25 - 35°C (Marsusi, 2010).

Bayam merah termasuk tanaman yang tahan terhadap kondisi kekeringan sehingga dapat ditanam sepanjang tahun, meskipun penyiraman rutin tetap diperlukan pada musim kemarau. Penanaman ideal dilakukan di awal musim penghujan. Tanah yang sesuai untuk budidaya bayam merah adalah tanah gembur, banyak mengandung humus, subur, serta memiliki sistem drainase yang baik. Tingkat keasaman tanah (pH) yang optimal untuk pertumbuhan tanaman ini adalah antara pH 6- 7 (Susila, 2006). Bayam merah biasanya dipanen saat tanaman masih muda, yaitu sekitar 40 hari setelah tanam, ketika tingginya mencapai sekitar 20 cm (Sunarjono, 2014).



Gambar 2. 1 Bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.)

Sumber: (GBIF, 2024)

Klasifikasi tanaman bayam merah ialah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Tracheophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Caryophyllales
Famili : Amaranthaceae
Genus : *Amaranthus*
Spesies : *Amaranthus cruentus* L. (ITIS, 2024).

Bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) adalah jenis sayuran yang tergolong dalam famili Amaranthaceae. Sayuran ini mengandung berbagai vitamin, seperti vitamin A, B, dan C, serta zat besi yang bermanfaat untuk mendukung pertumbuhan tubuh. Selain itu, akar bayam merah dapat dimanfaatkan sebagai bahan obat

tradisional, sedangkan daunnya dapat digunakan sebagai pewarna alami untuk makanan, sehingga dapat membantu mengurangi penggunaan pewarna sintetis (Saparinto, 2013). Daun bayam merah mengandung pigmen betalain yang berpotensi sebagai pewarna alami dalam industri makanan, produk pangan fungsional, serta berbagai zat farmakologis (Gengatharan *et al.*, 2015).

Allah SWT. menciptakan sesuatu selalu ada kegunaannya. Hal ini disebutkan dalam Al-Quran surat Sad ayat 27:

وَمَا خَلَقْنَا السَّمَاءَ وَالْأَرْضَ وَمَا بَيْنَهُمَا بَاطِلًا ۚ ذَٰلِكَ ظَلُّ الَّذِينَ كَفَرُوا ۖ قَوْلُ الَّذِينَ كَفَرُوا مِنَ النَّارِ

Artinya: “Dan Kami tidak menciptakan langit dan bumi serta apa yang ada antara keduanya secara sia-sia. Itulah anggapan orang-orang yang kufur. Maka celakalah orang-orang yang kufur karena (mereka akan masuk) neraka.” (Q.S. Sad: 27).

Menurut tafsir tahlili, dalam ayat ini Allah menjelaskan bahwa penciptaan langit, bumi, dan segala makhluk di antara keduanya tidaklah sia-sia. Langit dengan bintang-bintang yang menghiasinya, matahari yang memancarkan cahayanya pada siang hari, dan bulan yang bentuknya berubah-ubah setiap malam, memiliki manfaat yang besar bagi kehidupan manusia. Begitu juga bumi dengan segala kekayaannya, baik yang tampak di

permukaan maupun yang tersimpan di dalamnya, sangat berperan penting bagi kelangsungan hidup umat manusia. Semua ciptaan ini merupakan rahmat Allah yang tak ternilai harganya, yang terjadi atas kehendak dan kekuasaan-Nya (Kementrian Agama, 2024).

Bayam merah merupakan sayuran dengan kandungan gizi yang lengkap dan sangat bermanfaat bagi kesehatan. Dalam setiap 100 gram bayam merah terkandung sejumlah komponen gizi penting, antara lain kalori, karbohidrat, protein, lemak, serta berbagai vitamin, seperti A, B1, E, C, dan folat. Selain itu, bayam merah juga mengandung mineral penting seperti kalsium, fosfor, dan zat besi yang berperan dalam mendukung kesehatan tubuh (Anggraini *et al.*, 2015). Pada hasil penelitian Sarker *et al.* (2024), daun bayam memiliki kandungan kalsium (20 kali lipat), vitamin C (13 kali lipat), zat besi (7 kali lipat), dan beta-karoten (18 kali lipat) lebih tinggi dibandingkan dengan selada. Bagian tanaman bayam yang dapat dikonsumsi, terutama yang masih muda kaya akan protein, serat, karotenoid, vitamin C, dan beberapa elemen, seperti fosfor, magnesium, tembaga, sulfur, kalsium, seng, kalium, natrium, mangan, boron, molibdenum, dan zat besi.

Kadar zat besi dalam bayam relatif tinggi jika dibandingkan dengan sayuran lainnya, sehingga baik

dikonsumsi untuk mencegah atau mengatasi anemia (Anggraini *et al.*, 2015). Kandungan gizi pada tanaman bayam merah dapat dilihat pada Tabel 2.1:

Tabel 2. 1 Kandungan Gizi Bayam Merah

(Wahyuningrum & Satiti, 2021)

No.	Komponen Gizi	Nilai Gizi	Satuan
1.	Air	88,5	g
2.	Energi	41,2	Kkal
3.	Protein	2,2	g
4.	Lemak	0,8	g
5.	KH	6,3	g
6.	Serat	2,2	g
7.	Abu	2,2	g
8.	Kalsium	520	mg
9.	Fosfor	80	mg
10.	Besi	7	mg
11.	Natrium	20	mg
12.	Kalium	60	mg
13.	Seng	0,8	mg
14.	Beta Karoten	7325	mg
15.	Tiamin	0,2	ug
16.	Riboflavin	0,1	mg
17.	Niasin	0,1	mg
18.	Vitamin C	62	mg

Selain mengandung nutrisi di atas, bayam merah juga mengandung pigmen antosianin yang memberikan warna merah keunguan pada daunnya. Pigmen ini berperan sebagai antioksidan yang dapat melawan radikal bebas (Wahyuningrum & Satiti, 2021).

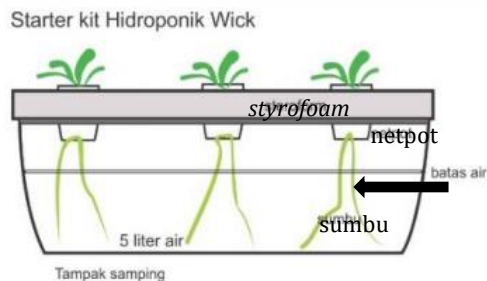
2. Hidroponik

Hidroponik adalah metode budidaya tanaman yang tidak menggunakan tanah, melainkan memanfaatkan larutan nutrisi dari mineral atau bahan lain yang kaya akan unsur hara, seperti sabut kelapa, serat mineral, dan serbuk gergaji (Izzuddin, 2016). Teknologi ini menjadi solusi efektif bagi individu yang memiliki lahan terbatas, sehingga pekarangan sempit dapat dioptimalkan untuk kegiatan produktif (Roidah, 2014). Menurut Rahman (2021), sistem hidroponik memungkinkan tanaman tumbuh dan berproduksi dengan lebih baik, pertumbuhannya lebih cepat, serta hasil panennya lebih konsisten dan lebih tinggi dibandingkan dengan metode konvensional menggunakan tanah.

Teknik budidaya dengan hidroponik memiliki berbagai keunggulan, seperti tidak membutuhkan lahan luas, menghemat air dan waktu karena tidak membutuhkan pengolahan lahan, serta ramah lingkungan karena tidak memerlukan herbisida dan pestisida. Setiawan (2019) menyatakan bahwa metode hidroponik

menggunakan air sebagai media tanam dengan penggunaan yang lebih efisien. Dengan metode ini, tanaman tumbuh optimal Ketika kebutuhan air dan nutrisi (KHAN, 2018).

Salah satu teknik dalam hidroponik adalah sistem sumbu atau *wick system*. Gambar hidroponik sistem wick ditunjukkan pada Gambar 2.2



Gambar 2. 2 Hidroponik Sistem Wick
(Laksono, 2020)

Sumbu berperan sebagai penghubung antara larutan nutrisi dan akar tanaman (Setiawan, 2019). Sistem ini bekerja seperti sumbu kompor, akar akan menyerap nutrisi melalui sumbu yang dipasang di bagian bawah netpot yang berisi bibit tanaman dan media tanam seperti *rockwool* (Heriwibawa, 2018). Media yang umum digunakan dalam sistem ini meliputi pasir, kerikil, pecahan batu bata, arang sekam, *rockwool* dan *cocopeat*

(Laksono, 2020). Nutrisi yang diberikan biasanya berasal dari larutan AB mix, yang mengandung berbagai mineral esensial untuk pertumbuhan tanaman (Nurifah & Fajarfika, 2020).

3. Magnesium

Nutrisi tanaman diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu makronutrien dan mikronutrien. Makronutrien diperlukan tanaman dalam jumlah lebih besar, sedangkan mikronutrien dibutuhkan dalam jumlah lebih sedikit. Unsur hara yang termasuk makronutrien antara lain nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), sulfur (S), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg). Sementara itu, mikronutrien meliputi zat besi (Fe), mangan (Mn), seng (Zn), molibdenum (Mo), boron (B), dan klorin (Cl) (Mia, 2015).

Magnesium (Mg) adalah nutrisi penting dalam proses fotosintesis dan pembentukan karbohidrat pada tanaman (Farhat *et al.*, 2016). Agar tanaman dapat tumbuh optimal, diperlukan magnesium sebanyak 1,5–3,5 g.kg⁻¹ pada bagian vegetatif, dengan konsentrasi magnesium dalam larutan tanah berkisar 125 µmol.L⁻¹ – 8,5 mmol.L⁻¹ (Marschner, 2012). Harris *et al.* (2018) menyatakan bahwa magnesium berperan dalam mengatur penyerapan unsur hara lain seperti fosfor (P) dan kalium (K). Selain itu, magnesium juga mendukung

sintesis lemak dan minyak, membantu translokasi pati ke seluruh bagian tanaman, serta berfungsi sebagai aktivator berbagai enzim. Kekurangan magnesium dapat menurunkan produktivitas dan kualitas tanaman (Neuhaus *et al.*, 2014). Hal ini sering terjadi karena magnesium pada tanaman terikat lemah dengan muatan negatif partikel tanah dan mudah tergantikan oleh kation lain (Maathuis, 2009). Namun, kelebihan magnesium di dalam tanah juga dapat menimbulkan toksisitas yang berdampak negatif pada pertumbuhan tanaman (Novita *et al.*, 2022). Nilai kritis magnesium bervariasi tergantung antar spesies tanaman. Nilai terbesar terdapat pada beberapa tanaman legum, tanaman sayuran dan buah-buahan (Jones *et al.*, 1991).

Menurut Jones *et al.* (1991), ada beberapa fungsi penting unsur hara magnesium pada tanaman, antara lain:

1. Magnesium merupakan komponen utama dalam struktur molekul klorofil.
2. Magnesium berperan sebagai kofaktor bagi berbagai enzim yang membantu proses fosforilasi serta berfungsi sebagai penghubung antara gugus pirofosfat dalam ATP atau ADP dan molekul enzim, sehingga memungkinkan reaksi-reaksi penting dalam metabolisme berlangsung dengan lancar.

3. Berperan sebagai pengimbang partikel ribosom di dalam konfigurasi pada sintesis protein.
4. Berperan pada sintesis lemak atau minyak.

Magnesium (Mg) juga berperan dalam pembentukan gula dan pembentukan rantai polipeptida dari asam-asam amino (Havlin *et al.*, 1998). Keterlibatan magnesium sebagai kofaktor dalam berbagai reaksi enzimatik antara lain terdapat pada enzim transfosforilasi, dehidrogenase, dan karboksilase (Bennett, 1994).

Tanaman yang mengalami defisiensi magnesium akan memperlihatkan daun-daun berwarna kekuningan atau terjadi klorosis pada tulang daun (*intervenal chlorosis*), yang dimulai pada daun-daun tertua. Jika defisiensi magnesium makin parah, gejala akan tampak pada daun-daun termuda dengan membentuk gejala nekrosis (mati jaringan) (Jones *et al.*, 1991). Menurut pendapat Bennett (1994), tanaman-tanaman yang kekurangan magnesium daya tumbuhnya berkurang, sering tumbuh dengan kerdil dan biasanya mempunyai tingkat reproduktif yang terhambat. Pada tanaman yang lain kadang akan memperlihatkan daun berwarna pucat dan kadang berwarna hijau gelap, coklat, merah muda, dan kuning oranye (Chapman, 1978). Menurut Prasad & Power (2010), tanaman yang kekurangan magnesium pertumbuhan akar menurun lebih besar daripada

pertumbuhan pucuk (tajuk) sehingga rasio antara pucuk dan akar akan meningkat.

Magnesium terdapat sebagai kation Mg^{++} di dalam larutan tanah dan juga terdapat sebagai Mg dan ditukar (Mg-dd) pada koloid tanah. Biasanya, konsentrasi magnesium larut dan magnesium tertukar tertinggi terdapat pada tanah dengan pH sedikit agak asam hingga netral. Defisiensi Mg dapat terjadi oleh tingginya konsentrasinya NH_4 , K, atau Ca dalam medium perakaran (Sufardi, 2019).

4. Flavonoid

Flavonoid adalah sekelompok senyawa fenolik yang umumnya tersusun dari 15 atom karbon (C) dengan pola $C_6-C_3-C_6$. Struktur ini terdiri dari 2 cincin aromatik yang dihubungkan oleh 3 atom karbon (C), yang dapat membentuk ataupun tidak cincin ketiga. Secara fisiologis, flavonoid memiliki 3 fungsi utama, yaitu antosianin memberikan warna pada tanaman, flavon dan flavonol berfungsi sebagai sinyal biologi dan melindungi tanaman dari paparan sinar UV berlebihan, sedangkan isoflavon berperan sebagai senyawa pelindung (Pambudi *et al.*, 2015). Selain itu, flavonoid berperan dalam mengatur perkembangan tanaman, proses fotosintesis, serta memiliki aktivitas antimikroba dan antivirus (Ningsih & Advinda, 2023).

Jalur metabolisme sekunder pada tanaman adalah serangkaian proses biosintesis yang menghasilkan senyawa-senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, terpenoid, dan fenolik. Senyawa ini tidak berperan langsung dalam pertumbuhan dan perkembangan primer tanaman, tetapi penting untuk fungsi adaptasi, pertahanan, dan kelangsungan hidup dalam lingkungan (Julianto, 2019).

Jalur utama metabolisme sekunder pada tanaman dapat dilihat pada gambar 2.3.

1. Jalur Asam Shikimat (*Shikimic Acid Pathway*)

Jalur ini menghasilkan fenilalanin, tirosin, dan triptofan, yang merupakan prekursor untuk sintesis senyawa fenolik seperti flavonoid dan lignin. Fenilalanin diubah menjadi asam sinamat melalui enzim fenilalanin ammonia-liase (PAL), yang kemudian memasuki jalur biosintesis flavonoid (Maeda & Dudareva, 2015).

2. Jalur Mevalonat (MVA) dan Metil Eritritol Fosfat (MEP)

Jalur ini bertanggung jawab untuk sintesis terpenoid dan steroid. Jalur MVA terjadi di sitosol, sedangkan jalur MEP berlangsung di plastida. Produk dari jalur ini termasuk senyawa volatil,

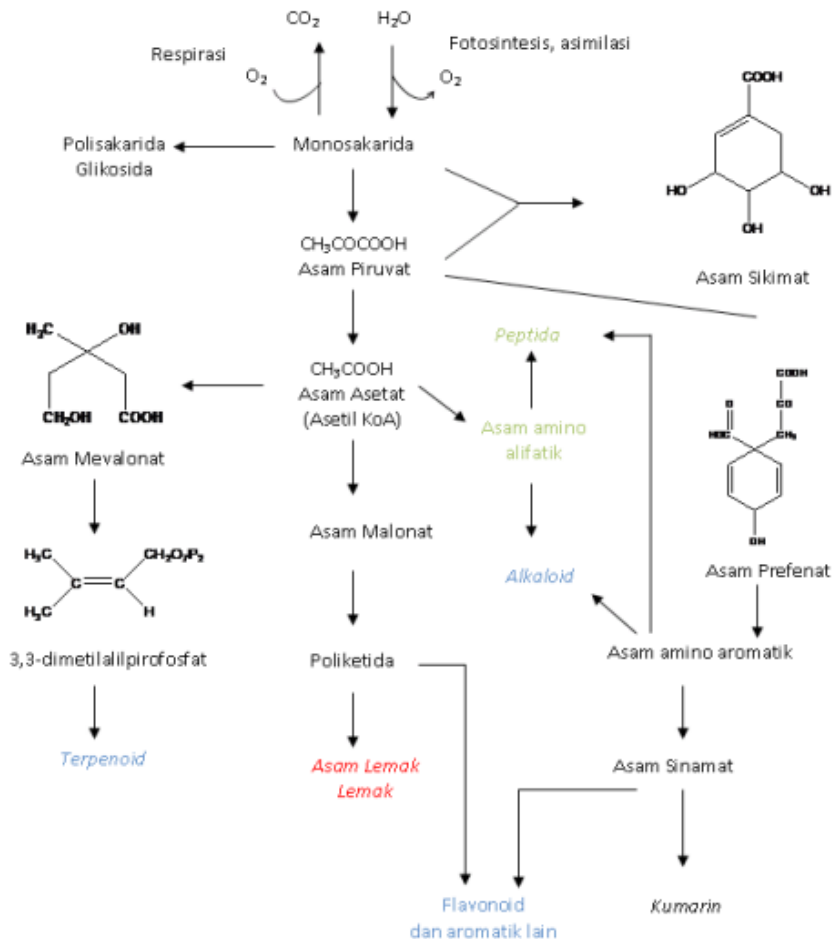
hormon (misalnya giberelin), dan resin (Vranová *et al.*, 2016).

3. Jalur Poliketida (*Polyketide Pathway*)

Jalur ini menghasilkan senyawa flavonoid, stilbenoid, dan antosianin. Flavonoid dibentuk dari kombinasi fenilalanin dan unit malonil-KoA yang mengalami serangkaian reaksi kondensasi (Winkel-shirley, 2015).

4. Jalur Alkaloid

Jalur ini menghasilkan senyawa alkaloid yang memiliki aktivitas biologis tinggi, seperti kafein, nikotin, dan morfin. Prekursornya berasal dari asam amino seperti lisin, tirosin, dan triptofan (Ziegler & Facchini, 2017).

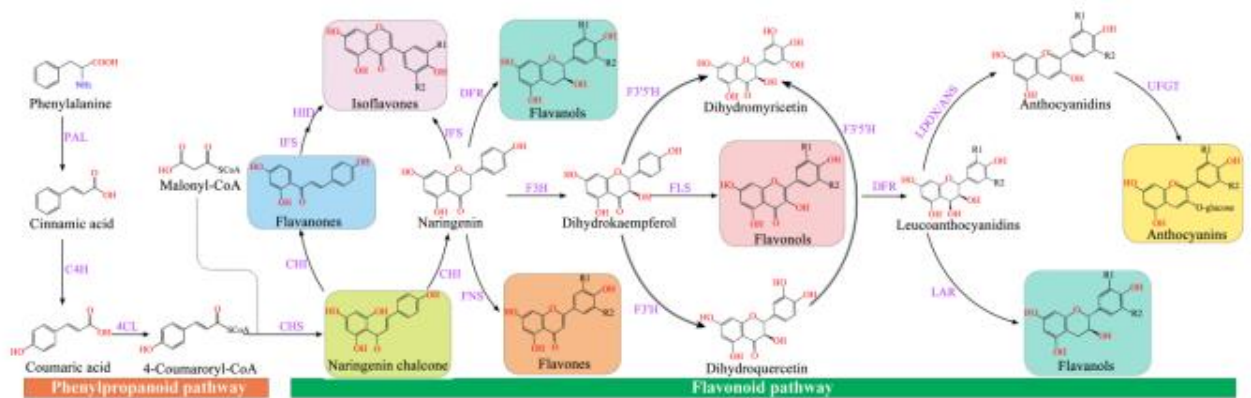


Gambar 2. 3 Jalur biosintesis metabolisme sekunder pada tanaman

(Julianto, 2019)

Meskipun memiliki banyak variasi, golongan flavonoid dihasilkan dari prekursor yang sama, yaitu

fenilalanin. Fenilalanin adalah asam amino aromatik yang disintesis melalui jalur biosintesis asam shikimat, suatu proses yang khas hanya terjadi pada tumbuhan (Taiz & Zeiger, 2008). Sintesis flavonoid terjadi pada persimpangan jalur shikimat dan jalur asetat (Gambar 2.4). Jalur pertama dapat menghasilkan p-coumaroyl-CoA, dan jalur kedua mengatur pemanjangan rantai C2. Fenilalanin amonia-liase (PAL) mendeaminasi fenilalanin menjadi amonia dan asam sinamat. Kemudian, C4H (asam sinamat 4-hidroksilase) mengkatalisis produksi asam 4-coumaric, dan 4CL (asam 4-coumaric: CoA ligase) mengubah asam 4-coumaric untuk membentuk 4-coumaroyl-CoA, yang merupakan enzim kunci dalam jalur metabolisme fenilpropanoid yang mengatur biosintesis lignin dan flavonoid (Sun *et al.*, 2018).



Gambar 2. 4 Jalur biosintesis flavonoid

(Chen *et al.*, 2023)

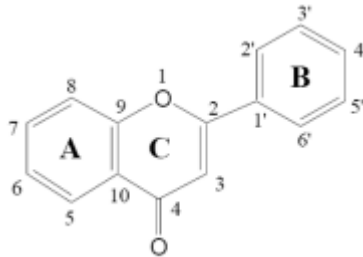
CHS (chalcone synthase) dapat mengkatalisis tiga molekul flavonoid malonyl- CoA dan satu molekul p-coumaroyl-CoA untuk membentuk naringenin chalcone. Malonyl-CoA merupakan prekursor penting untuk sintesis produk alami, termasuk flavonoid dan poliketida. CHI (chalcone isomerase) mengubah naringenin chalcone menjadi flavanon. Naringenin, sebagai kerangka flavonoid penting dikatalisis oleh FNSI dan FNS II (flavone synthase I dan flavone synthase II) dan IFS (isoflavone synthase) untuk membentuk flavone dan isoflavone. Lebih jauh lagi, flavanon-3-hidroksilase (F3H), flavonol 3'-hidroksilase (F3'H), dan flavonol 3'5'-hidroksilase (F3'5'H) mengkatalisis naringenin untuk menghasilkan dihidro-mirisetin, dihidro-kaempferol, dan dihidro-quercetin. FLS (flavonol sintase) mengubah dihidroflavonol menjadi flavonol (kaempferol, quercetin, dan mirisetin), yang dikatalisis oleh dihidroflavonol 4-reduktase (DFR) untuk menghasilkan leukoantosianidin, yang dikatalisis oleh leukoantosianidin dioksigenase (LDOX) untuk menghasilkan antosianidin. Antosianidin dan leukoantosianidin selanjutnya diubah menjadi proantosianidin yang dikatalisis oleh leukoantosianidin reduktase (LAR) dan antosianidin reduktase (ANR). Modifikasi antosianin bertanggung jawab atas stabilisasi

antosianin vakuolar, termasuk glikosilasi, metilasi, dan asilasi (Kim *et al.*, 2020).

Peran penting magnesium ialah sebagai kofaktor dalam beberapa enzim yang terlibat. Magnesium berperan sebagai kofaktor dalam enzim-enzim seperti PAL dan C4H, yang esensial untuk aktivitas optimalnya. Ketersediaan magnesium yang memadai memastikan fungsi enzimatis yang efisien dalam jalur biosintesis flavonoid, sehingga mendukung produksi metabolit sekunder (Liu *et al.*, 2021)

Flavonoid diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, antara lain flavanon, flavon, flavonol, flavanonol, isoflavon, calkon, dihidrokalkon, auron, antosianin, katekin, dan flavan3,4-diol. Tiga senyawa fenolik yang berperan sebagai antioksidan adalah tanin, polifenol dan flavonoid. Senyawa ini memiliki gugus hidroksil (–OH) yang menempel pada cincin aromatik. Pada flavonoid, gugus hidroksil (–OH) ini umumnya berada di posisi tertentu, seperti cincin B di posisi 3' atau 4', cincin A di posisi 5' dan 7', serta cincin C di posisi 3'. Gugus hidroksil tersebut menjadi tempat melekatnya berbagai jenis gula yang membantu meningkatkan kelarutan flavonoid dalam air. Meskipun sintesis flavonoid terjadi di luar vakuola, Sebagian besar flavonoid disimpan

dalam vakuola tengah (Salisbury & Ross, 1995). Struktur umum flavonoid dapat dilihat pada Gambar 2.5.

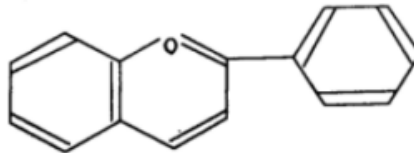


Gambar 2. 5 Struktur umum flavonoid

(Pambudi *et al.*, 2015)

5. Antosianin

Antosianin adalah pigmen alami yang tergolong dalam kelompok flavonoid dan memiliki struktur dasar berupa tiga atom karbon yang dihubungkan oleh satu atom oksigen, yang menyatukan dua cincin aromatik benzene (C_6H_6) (Tarone *et al.*, 2020). Berdasarkan pendapat Rifqi (2021), antosianin memiliki kerangka karbon ($C_6C_3C_6$) dengan struktur inti berupa 2-fenil-benzofirilium dari garam flavilium. Struktur flavilium antosianin dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Flavilium Antosianin

(Trojak & Skowron, 2017)

Menurut Escher *et al.* (2020), antosianin adalah metabolit sekunder dari kelompok flavonoid yang banyak ditemukan pada buah dan sayur dalam jumlah yang besar. Pigmen ini memberikan warna merah, violet, ungu, oranye dan biru. Antosianin sering dimanfaatkan sebagai pewarna alami pada produk pangan. Menurut Armanzah & Hedrawati (2016), selain berfungsi sebagai pewarna, antosianin juga memiliki sifat antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan, seperti menurunkan risiko penyakit degeneratif, termasuk kanker, dan penyakit jantung (Djaeni *et al.*, 2017).

Sebagai bagian dari flavonoid, antosianin berperan sebagai senyawa bioaktif dengan sifat antioksidan yang tinggi (Rifqi, 2021). Selain itu, antosianin juga memiliki kemampuan sebagai antibakteri pada bahan pangan (Migliorini *et al.*, 2019). Menurut Rifqi (2021), antosianin banyak ditemukan pada makanan nabati, seperti sayuran dan buah-buahan, sehingga aman untuk dikonsumsi sebagai metabolit sekunder alami.

Antosianin dikenal sebagai antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Berdasarkan hasil uji klinis, antosianin dapat membantu menurunkan risiko diabetes, menjaga kesehatan paru-paru, serta bermanfaat bagi perokok pria (Fallah *et al.*, 2020). Escher *et al.*

(2020) menyatakan bahwa antosianin bersifat polar atau larut dalam air, sehingga jenis pelarut yang digunakan akan memengaruhi hasil ekstraksi antosianin. Penelitian yang dilakukan oleh Talagavadi *et al.* (2016), menunjukkan bahwa kandungan antosianin dalam buah, sayur atau tumbuhan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti spesies, kondisi tumbuhan, varietas, ukuran buah atau sayur, serta ketersediaan nutrisi dari pemupukan selama proses penanaman.

Mekanisme kerja antosianin dalam mencegah penyumbatan ini adalah dengan menghambat oksidasi kolesterol melalui aktivitas antioksidan. Antosianin juga berperan melindungi sel-sel pembuluh darah dari kerusakan. Selain itu, antosianin membantu melindungi lambung dari kerusakan, menghambat pertumbuhan sel tumor, meningkatkan ketajaman penglihatan, dan berfungsi sebagai agen antiinflamasi di otak. Secara umum, antioksidan yang terdapat pada antosianin efektif menangkal radikal bebas dalam tubuh (Rifqi, 2021).

Antioksidan yang bersumber dari antosianin bekerja dengan menangkap dan menetralkan radikal bebas. Proses oksidasi yang berlebihan di dalam tubuh memicu pembentukan radikal bebas yang dapat merusak struktur dan fungsi sel (Djaeni *et al.*, 2017). Menurut Cahyaningsih *et al.* (2019), radikal bebas adalah molekul,

senyawa atau atom dengan elektron tidak berpasangan, yang sangat reaktif dan tidak stabil. Jika radikal bebas berlebihan, antioksidan alami tubuh dapat terganggu, menyebabkan kerusakan oksidatif atau *stress oksidatif*. Oleh karena itu, mengonsumsi makanan yang mengandung antioksidan seperti antosianin dapat membantu memulihkan sistem pertahanan tubuh (Djaeni *et al.*, 2017).

6. Pertumbuhan

Pertumbuhan tanaman merupakan proses bertambahnya ukuran yang bersifat permanen, ditandai dengan peningkatan panjang, luas, volume, dan massa organ tanaman (Sitompul & Guritno, 1995). Proses ini bersifat *irreversible* dan dapat diukur secara kuantitatif, sehingga menjadi indikator penting dalam mengevaluasi respons tanaman terhadap perlakuan atau kondisi lingkungan tertentu (Nio *et al.*, 2021).

Secara umum, pertumbuhan dipengaruhi oleh dua kelompok faktor utama, yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal meliputi sifat genetik dan hormon pada tanaman yang menentukan potensi dasar tanaman untuk tumbuh dan berkembang. Sementara itu, faktor eksternal berasal dari lingkungan sekitar tanaman seperti suhu, cahaya, kelembapan udara, nutrisi, dan kondisi tanah (Campbell *et al.*, 2017).

Faktor lingkungan memegang peranan penting dalam mendukung atau justru menghambat proses fisiologis tanaman. Kondisi lingkungan yang sesuai akan membantu tanaman dalam menyerap air dan unsur hara secara efisien, sehingga pertumbuhan dapat berlangsung secara optimal (A'yuningsih, 2017). Sebaliknya, lingkungan yang tidak mendukung, seperti intensitas cahaya rendah, suhu yang ekstrem, atau kekurangan unsur hara, dapat menyebabkan perlambatan bahkan gangguan pada proses pertumbuhan (Pessarakli, 2001).

Salah satu tanaman yang dikenal memiliki adaptasi tinggi terhadap variasi lingkungan adalah bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.). Tanaman ini dapat tumbuh baik sepanjang tahun, di dataran rendah maupun tinggi. Waktu tanam terbaik adalah pada awal musim hujan atau musim kemarau, saat suhu cenderung stabil dan pasokan air cukup tersedia (Saparinto, 2013).

Untuk mendukung pertumbuhan optimal, bayam merah memerlukan tanah atau larutan nutrisi dengan pH antara 6-7. Jika pH terlalu rendah, pertumbuhan tanaman akan terhambat. Sebaliknya, pada pH >7, daun muda tanaman rentan mengalami klorosis, yaitu kondisi daun memucat akibat gangguan penyerapan hara (Saparinto, 2013).

Bayam merah juga tergolong tanaman yang toleran terhadap fluktuasi iklim. Tanaman ini tumbuh optimal pada ketinggian kurang dari 1400 mdpl, dengan kebutuhan curah hujan tahunan lebih dari 1500 mm, intensitas cahaya penuh, suhu antara 17-28°C, dan kelembapan udara berkisar 50-60% (Lestari, 2009). Menurut Saparinto (2013), suhu ideal bagi pertumbuhan bayam merah berkisar antara 20-32°C, dengan media tanam yang gembur, subur, dan kaya bahan organik dalam jumlah cukup.

Selain faktor iklim dan lingkungan fisik, media tanam juga memegang peranan penting dalam menunjang keberhasilan pertumbuhan tanaman. Media tanam berfungsi tidak hanya sebagai penyangga mekanik bagi akar, tetapi juga sebagai sumber utama unsur hara yang diserap tanaman (Efriyadi, 2018). Pemilihan media tanam yang tepat akan membantu menyediakan kelembapan yang stabil, mendukung penyerapan nutrisi, mengatur drainase air berlebih, serta menjaga sirkulasi udara di sekitar perakaran. Kemampuan media tanam dalam menyimpan air dan nutrisi sangat dipengaruhi oleh kandungan bahan organiknya. Tanah yang kaya akan bahan organik umumnya memiliki kapasitas tukar kation yang lebih tinggi, sehingga dapat menyimpan dan

melepaskan unsur hara secara lebih efektif untuk diserap oleh akar tanaman (Prayugo, 2007).

Bayam merah biasanya siap dipanen dalam waktu 25-35 hari setelah tanam, ketika tanaman telah mencapai tinggi sekitar 20-30 cm dan belum berbunga. Waktu panen yang disarankan adalah pagi atau sore hari, saat suhu udara lebih sejuk, untuk menjaga kesegaran dan kualitas hasil panen. Proses panen dilakukan dengan mencabut seluruh tanaman yang telah menunjukkan pertumbuhan optimal (Sunarjono, 2008).

7. Indeks Pertumbuhan

Indeks pertumbuhan merupakan salah satu indikator penting dalam studi fisiologi tanaman yang digunakan untuk menilai seberapa baik tanaman memanfaatkan sumber daya seperti cahaya, air, dan unsur hara untuk menghasilkan biomassa. Indeks ini tidak hanya menunjukkan peningkatan tinggi atau berat tanaman, tetapi juga mencerminkan efisiensi fisiologis tanaman, termasuk dalam hal penyerapan unsur hara, aktivitas fotosintesis, serta pembentukan jaringan dan organ (Isnaeni *et al.*, 2021).

Pertumbuhan tanaman biasanya diukur melalui parameter seperti tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, serta bobot segar dan kering. Namun, untuk memperoleh gambaran menyeluruh tentang efektivitas

pertumbuhan, digunakan penghitungan indeks pertumbuhan. Indeks pertumbuhan ini memberikan informasi yang lebih dalam mengenai pengaruh faktor eksternal, seperti ketersediaan unsur hara dan kondisi lingkungan, terhadap fungsi fisiologis tanaman (Purnamasari *et al.*, 2023).

Indeks pertumbuhan dapat menjadi tolak ukur yang akurat untuk menilai efektivitas perlakuan nutrisi dan kualitas lingkungan tempat tumbuh tanaman. Indeks pertumbuhan digunakan untuk mengevaluasi seberapa besar pengaruh variasi dosis nutrisi terhadap kemampuan tanaman dalam menghasilkan jaringan baru. Semakin tinggi nilai indeks yang diperoleh, semakin efisien pula tanaman dalam memanfaatkan sumber daya yang tersedia untuk mendukung pertumbuhannya secara keseluruhan (Mahmudi *et al.*, 2022).

8. Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses pemisahan satu atau lebih zat aktif dari suatu padatan ataupun liquid dengan menggunakan pelarut tertentu. Proses ini dilakukan dalam jangka waktu tertentu dengan mencampurkan bahan yang akan diekstraksi dengan pelarut. Setelah proses tersebut selesai, filtrat dipisahkan dari residu bahan (Septiana & Asnani, 2012).

Kualitas hasil ekstraksi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis dan jumlah senyawa kimia, metode ekstraksi, serta jenis pelarut yang digunakan (Arifianti *et al.*, 2014). Penggunaan pelarut yang berbeda dapat menghasilkan ekstrak dengan kualitas yang bervariasi, bergantung pada tingkat polaritas senyawa yang akan diekstraksi (Dia *et al.*, 2015).

Menurut Tetti (2014), metode ekstraksi dapat dibedakan sebagai berikut:

a. Cara Dingin

1) Maserasi

Maserasi adalah metode ekstraksi yang dilakukan pada suhu ruangan dengan cara merendam bahan dalam pelarut selama beberapa hari sambil sesekali diaduk. Setelah proses perendaman selesai, ekstrak dipisahkan melalui penyaringan. Prosedur ini dapat diulang satu atau dua kali menggunakan pelarut yang baru. Metode maserasi ini efektif untuk mencegah kerusakan metabolit sekunder yang sensitif terhadap panas.

Maserasi merupakan metode ekstraksi sederhana yang banyak digunakan dalam skala kecil maupun industri. Proses ini dilakukan dengan merendam serbuk tanaman dalam

pelarut yang sesuai di dalam wadah kedap udara pada suhu ruangan. Maserasi bekerja berdasarkan prinsip keseimbangan konsentrasi antara senyawa dalam pelarut dan senyawa dalam sel tumbuhan. Setelah proses selesai, penyaringan dilakukan untuk memisahkan pelarut dari bahan yang diekstraksi. Metode ini efektif untuk mencegah kerusakan senyawa yang tidak tahan panas (termolabil), seperti senyawa fenolik.

2) Perkolasi

Perkolasi dilakukan dengan cara melewati pelarut secara terus-menerus dari bagian atas simplisia dalam alat percolator. Pelarut membawa zat terlarut ke bawah, yang kemudian ditampung. Metode ini membutuhkan lebih banyak pelarut dan memerlukan waktu yang cukup lama.

b. Cara Panas

1) Refluks

Refluks adalah metode ekstraksi dengan memanaskan pelarut hingga suhu titik didihnya dalam waktu. Pelarut dipertahankan dalam jumlah yang konstan dengan bantuan

pendingin balik. Proses ini biasanya diulang 3-5 kali untuk memastikan ekstraksi sempurna.

2) Sokhlet

Sokhlet menggunakan alat khusus untuk melakukan ekstraksi berkelanjutan dengan pelarut yang selalu diperbarui. Pelarut dipertahankan dalam jumlah tetap melalui pendingin balik.

3) Digesti

Digesti adalah ekstraksi dengan pemanasan dan pengadukan kontinu pada suhu yang lebih tinggi dari suhu ruangan, yakni berkisar 40 - 50°C.

4) Infus

Infus adalah metode ekstraksi dengan merebus bahan dalam air pada suhu dalam suhu 96 -98°C selama 15- 20 menit.

5) Dekok

Dekok serupa dengan infus, tetapi dilakukan dalam durasi lebih lama, yakni lebih dari 30 menit, dengan suhu mencapai titik didih air.

B. Kajian Penelitian Relevan

Beberapa penelitian yang relevan dengan penelitian ini ialah sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Kajian penelitian relevan

No.	Judul/Peneliti/Tahun	Metode	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
1.	Effects of Magnesium Imbalance on Root Growth and Nutrient Absorption in Different Genotypes of Vegetable Crops/Shuai Qu, Huixia Li, Xueke Zhang, Jingbo Gao, Rui Ma, Ling Ma and Jing Ma/2023.	Penelitian ini menggunakan metode analisis pertumbuhan akar dan eksudat akar. Pertumbuhan akar dianalisis dengan pemindai dan sistem analisis akar, sedangkan eksudat akar dianalisis menggunakan kromatografi cair ultra-cepat (UFLC) untuk menentukan kandungan asam organik. Analisis kromatografi dilakukan dengan kolom C18 dan parameter tertentu seperti suhu kolom, laju aliran, ukuran sampel, dan	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman tomat lebih unggul dibandingkan mentimun dalam akumulasi hara. Kadar Mg yang sedang (0,2–2,0 mmol/L) meningkatkan biomassa, pertumbuhan akar, dan akumulasi hara, terutama pada tomat. Sebaliknya, kadar Mg yang berlebihan (3,0 mmol/L) berdampak negatif pada kedua tanaman.	Gap penelitian ini terletak pada objek yang digunakan dan perbedaan konsentrasi nutrisi Magnesium (Mg)

Tabel 2. 2 Kajian penelitian relevan

		panjang detektor.	gelombang		
2.	Pertumbuhan dan Kandungan Flavonoid Bayam Merah (<i>Alternanthera amoena</i> Voss) pada Media Tanam dengan Pemberian Asam Humat dan Urea/Rezza Adianti, Elly Proklamasiningsih, Nurtjahjo Dwi Sasongko/2019.	Penelitian ini menggunakan bibit bayam merah dengan perlakuan asam humat dan pupuk urea pada konsentrasi berbeda. Setiap perlakuan diulang tiga kali, menghasilkan total 48 unit percobaan.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian asam humat dan pupuk urea tidak memengaruhi kadar flavonoid bayam merah secara signifikan. Namun, pemberian pupuk urea dengan dosis 0,4 g/kg efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman. Perlakuan pupuk memberikan hasil pertumbuhan lebih baik dibandingkan tanpa pupuk, termasuk peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, serta berat basah dan kering tanaman dan akar.	Gap penelitian ini terletak pada perbedaan di pemberian perlakuan. Pada artikel perlakuan yang digunakan ialah dengan memberikan asam humat dan urea.	
3.	Pengaruh Kadar Nutrisi dan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Bayam Merah (<i>Alternanthera amoena</i> Voss) Sistem	Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola faktorial dan pendekatan	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi kadar nutrisi AB mix dan media tanam berpengaruh signifikan	Gap penelitian ini terletak pada perbedaan perlakuan yang dilakukan. Pada	

Tabel 2. 2 Kajian penelitian relevan

Hidroponik/Rizza Wijaya, Budi Hariono, Tri Wahyu Saputra/2020.	eksperimen. Dua faktor yang diuji adalah kadar nutrisi AB mix dan jenis media tanam.	terhadap berbagai parameter pertumbuhan bayam merah (<i>Alternanthera amoena</i>). Tinggi tanaman optimal diperoleh pada kombinasi L2M3 (4 ml/liter + arang sekam) dan L3M1 (6 ml/liter + rockwool). Jumlah daun tertinggi tercatat pada kombinasi L3M3 (6 ml/liter + arang sekam) dan L3M1 (6 ml/liter + rockwool) pada 35 hari setelah tanam (HST), masing-masing sebanyak 14,07 dan 13,56 daun. Luas daun terbesar ditemukan pada kombinasi L2M1 (4 ml/liter + rockwool) dan L2M3 (4 ml/liter + arang sekam) dengan ukuran 19,47 cm dan 19,21 cm. Sementara itu, berat segar tertinggi diperoleh pada perlakuan L2M3 (4 ml/liter + arang sekam) dengan berat	artikel ini menggunakan nutrisi AB mix.
--	--	---	---

Tabel 2. 2 Kajian penelitian relevan

			21,65 gram, yang didukung oleh nutrisi optimal dan sifat arang yang mendukung pertumbuhan tanaman.	
4.	Pengaruh Pupuk Organik Cair Teknologi Nano Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) Yang Dibudidayakan Secara Hidroponik/Fadilla Sonia Putri, Resti Fevria, Des M, Irma Leilani Eka Putri/2023.	Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan empat ulangan. Tahapan penelitian diawali dengan penyemaian benih bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) selama 7-8 hari hingga bibit memiliki 3-4 helai daun sempurna. Benih disemai di atas potongan rockwool yang dibasahi, kemudian ditutup dengan plastik hitam selama satu malam, sebelum akhirnya diletakkan di tempat yang terkena sinar matahari.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik cair teknologi nano tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah daun bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) yang dibudidayakan secara hidroponik. Rata-rata jumlah daun pada berbagai perlakuan bervariasi, namun tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik. Hal ini mengindikasikan bahwa pemberian pupuk organik cair teknologi nano tidak berdampak positif pada peningkatan jumlah daun bayam merah.	Gap penelitian ini terletak pada parameter yang diuji dan perlakuan yang diberikan pada objek penelitian.

Tabel 2. 2 Kajian penelitian relevan

		Selanjutnya, nutrisi AB Mix disiapkan dengan melarutkan 25 ml nutrisi A dan 25 ml nutrisi B ke dalam 6 liter air hingga larut merata. Larutan nutrisi AB Mix dan pupuk organik cair teknologi nano diaplikasikan ke dalam sistem wick sesuai volume yang ditentukan untuk tiap perlakuan. Pengukuran pertumbuhan tanaman dilakukan setiap minggu, dari umur 1 minggu setelah tanam (MST) hingga 5 MST, meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat basah tanaman, dan berat kering tanaman.		
5.	Dampak Defisiensi dan Toksisitas Hara Magnesium Terhadap Karakteristik	Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok non-	Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi pupuk MgO memengaruhi berbagai	Gap penelitian ini terletak pada objek penelitian dan

Tabel 2. 2 Kajian penelitian relevan

Agronomi dan Fisiologi Padi Gogo/Aisar Novita, Koko Tampubolon, Hilda Julia, Fitria Fitria, Arie Hapsani Hasan Basri/2022.	faktorial dengan aplikasi pupuk Mg pada tingkatan defisiensi dan toksisitas. Pupuk yang digunakan adalah MgO dari kieserit dengan kadar 27%. Tingkatan defisiensi meliputi D0 (kontrol), D1 (0,56 g/polybag), D2 (0,28 g/polybag), D3 (0,14 g/polybag), D4 (0,07 g/polybag), dan D5 (0,03 g/polybag). Tingkatan toksisitas meliputi T0 (kontrol), T1 (2,22 g/polybag), T2 (4,44 g/polybag), T3 (8,88 g/polybag), T4 (17,76 g/polybag), dan T5 (35,52 g/polybag). Data dianalisis dengan ANOVA dan diuji lanjut menggunakan Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada tingkat	parameter agronomi dan fisiologi pada tanaman padi gogo. Pada tingkat defisiensi, terdapat variasi signifikan dalam jumlah gabah, bobot gabah, dan produksi per hektar. Perlakuan defisiensi D1 (1/2 kali) menghasilkan jumlah gabah tertinggi sebanyak 1251,33 biji dan bobot gabah 21,90 g, sementara perlakuan D5 (1/32 kali) menghasilkan jumlah gabah terendah 615,00 biji dan bobot gabah 10,02 g. Pada tingkat toksisitas, meskipun tidak ada pengaruh nyata pada beberapa parameter, terdapat variasi dalam jumlah gabah dan bobot gabah, dengan perlakuan T0 (kontrol) menghasilkan jumlah gabah tertinggi sebanyak 1424,00 biji.	metode yang dilakukan.
--	---	--	------------------------

Tabel 2. 2 Kajian penelitian relevan

		5%, dengan bantuan software IBM SPSS Statistics 20.		
6.	Pengaruh Abu Sekam Padi dan Pupuk Magnesium Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kubis Bunga pada Tanah Gambut/Wardania, Asnawati, Agustina Listiawati/2023,	Penelitian ini menggunakan metode eksperimen lapangan dengan pola faktorial Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri dari dua faktor, yaitu Abu Sekam Padi dan Pupuk Magnesium, dengan berbagai tingkat perlakuan.	Penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian abu sekam padi mempengaruhi berat segar bunga tanaman kubis bunga, tetapi tidak berpengaruh signifikan terhadap volume akar, berat kering tanaman, jumlah daun, dan diameter bunga. Pupuk magnesium mempengaruhi volume akar, namun tidak signifikan terhadap variabel lainnya. Tidak ditemukan interaksi signifikan antara abu sekam padi dan pupuk magnesium dalam pertumbuhan kubis bunga. Dosis optimal abu sekam padi (15 ton/ha) dan pupuk magnesium (50 kg/ha) memberikan hasil terbaik. Abu	<i>Gap</i> penelitian ini terletak pada objek penelitian yang diteliti dan juga pemberian perlakuan tambahan berupa abu sekam padi.

Tabel 2. 2 Kajian penelitian relevan

			sekam padi meningkatkan pH tanah gambut, mendukung pertumbuhan, sementara magnesium berperan dalam fotosintesis dan pertumbuhan akar. Namun, faktor lingkungan seperti suhu dan kelembaban juga mempengaruhi pertumbuhan, dan diameter bunga yang dihasilkan tidak sesuai dengan deskripsi varietas Larissa F1.	
7.	Pengaruh Nutrisi Ab Mix Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) Secara Hidroponik/Lilik Hidayanti, Trimin Kartika/2019.	Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari lima perlakuan dan empat ulangan, yaitu P0 (kontrol/tanpa nutrisi), P1 (5 ml nutrisi AB mix/liter air), P2 (10 ml nutrisi AB mix/liter air), P3 (15 ml nutrisi AB mix/liter air),	Penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian dosis nutrisi AB mix berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) yang ditanam secara hidroponik. Perlakuan dengan dosis 15 ml AB mix per liter air (P3) menghasilkan pertumbuhan terbaik, dengan tinggi tanaman mencapai 24,2	Gap penelitian ini terletak pada nutrisi yang digunakan serta parameter yang diuji.

Tabel 2. 2 Kajian penelitian relevan

		dan P4 (20 ml nutrisi AB mix/liter air).	cm, jumlah daun 13,25 helai, dan berat basah 18,825 gram. Sebaliknya, perlakuan kontrol tanpa nutrisi (P0) memberikan hasil terendah. Penelitian ini menekankan pentingnya pemberian nutrisi yang tepat dan seimbang untuk mendukung pertumbuhan tanaman hidroponik, serta menunjukkan bahwa dosis terlalu tinggi (20 ml) dapat menghambat pertumbuhan.	
8.	Uji Kadar Antosianin Dan Hasil Enam Varietas Tanaman Bayam Merah (<i>Alternanthera Amoena</i> Voss) Pada Musim Hujan/Charolin Pebrianti, RB. Ainurrasyid, Sri Lestari Purnamaningsih/2015.	Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan enam varietas bayam merah, yaitu Clara (A), Delima (B), Abbang (C), Read Leaf (D), Baret Merah (E), dan Red Spinach (F), yang diulang	Hasil penelitian menunjukkan bahwa warna merah pada bayam merah tidak selalu berkorelasi dengan kadar antosianin yang tinggi. Bayam merah yang memiliki warna lebih ungu dan pekat cenderung mengandung lebih banyak antosianin. Varietas Red Leaf memiliki kadar antosianin tertinggi, yaitu 6350	Gap penelitian ini terletak pada metode penelitian yang digunakan.

Tabel 2. 2 Kajian penelitian relevan

		tiga kali, menghasilkan 18 petak percobaan.	ppm pada daun dan 2480 ppm pada batang. Sementara itu, varietas Delima menghasilkan produksi terberat, mencapai 13 ton/ha. Disarankan untuk melakukan persilangan antara varietas Red Leaf dan Delima untuk menghasilkan varietas dengan kadar antosianin dan hasil yang optimal.	
9.	Magnesium Improved Fruit Quality by Regulating Photosynthetic Nitrogen Use Efficiency, Carbon-Nitrogen Metabolism, and Anthocyanin Biosynthesis in 'Red Fuji' Apple/Ge Tian, Hanhan Qin, Chunling Liu, Yue Xing, Ziquan Feng, Xinxiang Xu, Jingquan Liu, Mengxue Lyu, Han Jiang,	Penelitian ini dilakukan di kebun apel di distrik Laishan, Yantai, Provinsi Shandong, China, selama tahap ekspansi buah pada tahun 2018 dan 2019, dengan menggunakan 30 pohon apel 'Yanfu3'/M26/ <i>Malus hupehensis</i> Rehd. Sampel diukur berat basahnya, dicuci, dikeringkan pada suhu 105 °C selama 30 menit dan 80 °C selama 72	Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi magnesium (Mg) secara signifikan meningkatkan hasil dan kualitas buah apel, khususnya varietas 'Red Fuji'. Pemberian Mg meningkatkan kandungan antosianin pada kulit buah, yang penting untuk pewarnaan buah. Selain itu, Mg juga meningkatkan efisiensi penggunaan nitrogen, metabolisme karbon-nitrogen, dan kinerja fotosintesis,	<i>Gap</i> penelitian ini terletak pada objek yang digunakan dan juga beberapa metodenya.

Tabel 2. 2 Kajian penelitian relevan

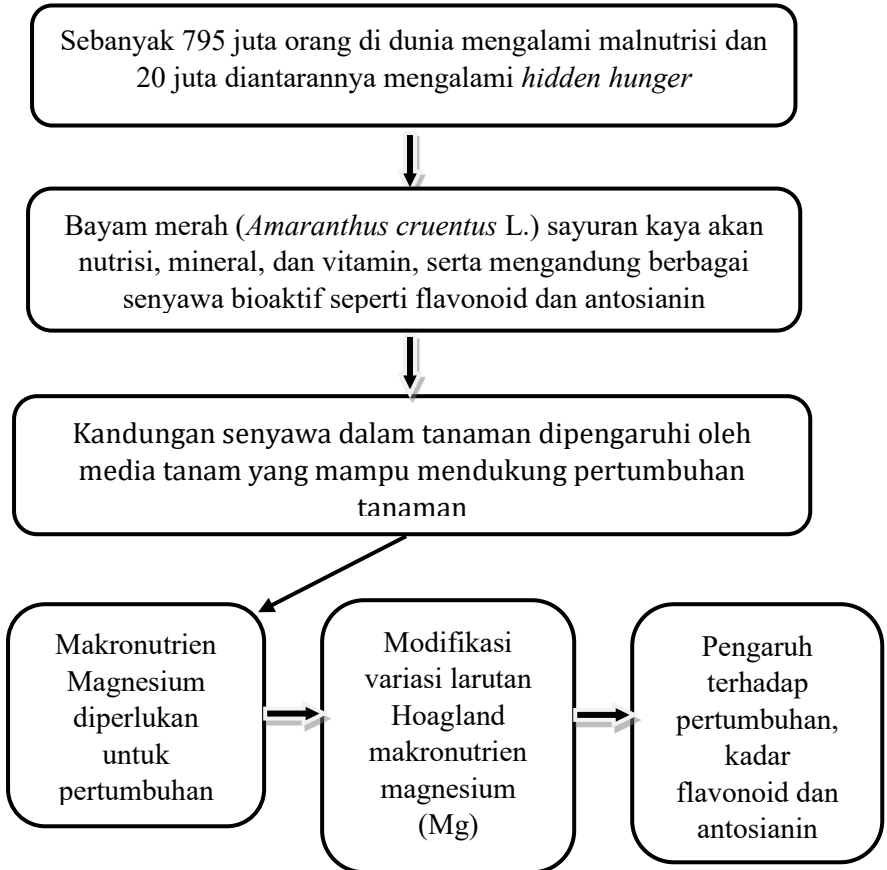
Zhanling Zhu, Yuanmao Jiang and Shunfeng Ge/2023.	jam, lalu diukur berat keringnya untuk menentukan kandungan air. Setelah itu, sampel dihancurkan dan disaring dengan ayakan 60 mesh. Konsentrasi nutrisi dianalisis dengan mencerna sampel dalam larutan $\text{HNO}_3\text{--H}_2\text{O}_2$ pekat dan mengukur kandungan magnesium (Mg) menggunakan spektrometer ICP-MS. Parameter fotosintesis, seperti laju fotosintesis bersih, laju transpirasi, konduktansi stomata, dan konsentrasi CO_2 antar sel, diukur menggunakan alat Li-6400. Analisis ekspresi gen terkait biosintesis antosianin dilakukan dengan isolasi RNA dan	termasuk sintesis dan transportasi gula. Aplikasi Mg pada tingkat yang tepat (150 kg/ha) terbukti efektif dalam mempromosikan biosintesis antosianin dan meningkatkan ekspresi gen terkait biosintesis antosianin seperti MdCHS dan MdF3H, serta faktor transkripsi seperti MdMYB1 dan MdbZIP44.
---	--	---

Tabel 2. 2 Kajian penelitian relevan

metode	qRT-PCR.
Kandungan	antosianin
diukur	menggunakan
pembaca	mikropelat
multifungsi.	Data
dianalisis	menggunakan
SPSS 17.0	dengan analisis
varians	satu arah
(ANOVA)	untuk
menentukan	perbedaan
signifikan	pada tingkat
probabilitas	$P \leq 0,05$.

C. Kerangka Berfikir

Kerangka berfikir dalam penelitian ini dapat digambarkan dalam bagan sebagai berikut:



Gambar 2. 7 Kerangka berfikir

D. Hipotesis

Adapun hipotesis yang muncul pada penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. H_0 : variasi kadar nutrisi makronutrien Magnesium (Mg) tidak mempengaruhi tinggi tanaman, jumlah dan lebar daun, berat basah dan kering daun tanaman bayam merah secara signifikan.
 H_1 : variasi kadar nutrisi makronutrien Magnesium (Mg) mempengaruhi tinggi tanaman, jumlah dan lebar daun, berat basah dan kering daun tanaman bayam merah secara signifikan.
2. H_0 : variasi kadar nutrisi makronutrien Magnesium (Mg) tidak mempengaruhi kandungan flavonoid tanaman bayam merah secara signifikan.
 H_1 : variasi kadar nutrisi makronutrien Magnesium (Mg) mempengaruhi kandungan flavonoid tanaman bayam merah secara signifikan.
3. H_0 : variasi kadar nutrisi makronutrien Magnesium (Mg) tidak mempengaruhi kandungan antosianin tanaman bayam merah secara signifikan.
 H_1 : variasi kadar nutrisi makronutrien Magnesium (Mg) mempengaruhi kandungan antosianin tanaman bayam merah secara signifikan.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menerapkan pendekatan eksperimental dengan menggunakan metode penelitian kuantitatif, situasi atau kondisi tertentu dibuat untuk mengukur pengaruh suatu variabel terhadap variabel lainnya. Data yang dikumpulkan berupa data numerik (kuantitatif) yang kemudian dianalisis secara statistik untuk menjawab pertanyaan penelitian (Machali, 2021).

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari – April 2025, bertempat di Laboratorium Ekologi dan di *Greenhouse* Kampus 2 Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang yang berlokasi di Jl. Prof. Dr. Hamka, Tambakaji, Kec. Ngaliyan, Kota Semarang, Jawa Tengah, Indonesia.

C. Subjek Penelitian dan Teknik Sampling

Subjek penelitian merupakan objek atau individu yang diteliti oleh peneliti. Pada penelitian ini bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) digunakan sebagai subjek penelitian. Penentuan sumber subjek penelitian kuantitatif menggunakan metode teknik sampling (Sugiyono, 2018).

Teknik sampling menggunakan *Simple Random Sampling* (Acak Sederhana) yang mana subjek dimasukkan ke dalam populasi oleh peneliti sehingga dianggap identik, pengambilan sampel pada teknik dilakukan secara acak dalam anggota populasi (Machali, 2021).

D. Rancangan Penelitian

Desain penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini adalah percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri dari 5 perlakuan dengan berbagai tingkat konsentrasi makronutrien magnesium (Mg). Selanjutnya, untuk menentukan jumlah pengulangan, digunakan rumus berikut:

$$t(n - 1) \geq 15$$

Keterangan:

t = banyaknya perlakuan

n = banyaknya ulangan

$$t(n - 1) \geq 15$$

$$5(n - 1) \geq 15$$

$$5n - 5 \geq 15$$

$$5n \geq 20$$

$$n = \frac{20}{5} = 4$$

Penelitian ini melibatkan 5 perlakuan dan 4 kali ulangan sehingga diperoleh total 20 satuan percobaan, dimana setiap satuan percobaan terdiri dari 3 tanaman sehingga total tanaman yang digunakan dalam penelitian adalah 60 tanaman. Rancangan unit eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Rancangan unit percobaan

Perlakuan	Ulangan			
	1	2	3	4
M₁	M ₁ 1	M ₁ 2	M ₁ 3	M ₁ 4
M₂	M ₂ 1	M ₂ 2	M ₂ 3	M ₂ 4
M₃	M ₃ 1	M ₃ 2	M ₃ 3	M ₃ 4
M₄	M ₄ 1	M ₄ 2	M ₄ 3	M ₄ 4
M₅	M ₅ 1	M ₅ 2	M ₅ 3	M ₅ 4

Keterangan:

Perlakuan M₁ = Pemberian larutan Hoagland dengan kadar makronutrien magnesium 0%.

Perlakuan M₂ = Pemberian larutan Hoagland dengan kadar makronutrien magnesium 50%.

Perlakuan M₃ = Pemberian larutan Hoagland dengan kadar makronutrien magnesium 100%.

Perlakuan M₄ = Pemberian larutan Hoagland dengan kadar makronutrien magnesium 150%.

Perlakuan M₅ = Pemberian larutan Hoagland dengan kadar makronutrien magnesium 200%.

E. Variabel Penelitian

Penelitian eksperimen membedakan variabel penelitian menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Variabel Bebas (Independen)

Variabel bebas merupakan variabel yang dimanipulasi dalam penelitian untuk mengetahui pengaruhnya terhadap variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah larutan Hoagland dengan berbagai konsentrasi mikronutrien, yaitu 0%, 50%, 100%, 150%, dan 200%.

2. Variabel Terikat (Dependen)

Variabel terikat adalah variabel yang diukur atau diamati dan dipengaruhi oleh variabel bebas. Dalam penelitian ini, variabel terikat mencakup pertumbuhan dan hasil tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) yang diukur melalui parameter tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah, berat kering, dan kandungan flavonoid serta antosianin.

3. Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang perlu diatur agar tidak memengaruhi hasil penelitian. Dalam penelitian ini, variabel kontrol meliputi pengukuran suhu, kelembapan udara, intensitas cahaya, TDS (*Total Dissolved Solid*), dan pH larutan nutrisi,

F. Prosedur Penelitian

1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini ialah gelas beaker, botol kultur 25 ml, gelas ukur, spatula, mikropipet 1000 μl , mikro tip warna biru, nampan, hotplate, netpot, neraca analitik, kaca arloji, TDS, pH meter, *hygrometer thermometer*, lux meter, pinset, gunting, penggaris, box plastik, spektrofotometri UV-Vis, kuvet kaca, pipet tetes, erlenmeyer, vortex, tabung reaksi, pisau scalpel handle, botol plastik tabung 10 ml, mortar dan pestle.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini ialah benih bayam merah Merk Cap Panah Merah varietas Mira No. SK Kementan 094/Kpts/SR.120/D.2.7/9/2013, KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, KCl , H_3BO_3 , $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, H_2MoO_4 , FeEDTA, *rockwool*, kain flannel, akuades, aluminium foil, tisu, kertas saring, *plastic wrapping*, aseton 80%, Kalium Hidroksida 10%, Asam Fosfat 10 %.

2. Pemilihan Benih

Pemilihan benih dilakukan dengan diambil benih bayam secukupnya. Kemudian dimasukkan ke dalam wadah berisi air bersih. Benih yang ada di dalam air di aduk secara perlahan, sehingga benih yang berkualitas baik akan tenggelam, sementara benih yang kurang

berkualitas akan mengapung. Benih yang mengapung dan tenggelam dipisahkan. Kemudian, benih yang mengapung dibuang, karena benih tersebut umumnya memiliki tingkat perkecambahan rendah. Benih yang tenggelam disaring dan ditiriskan dengan baik.

3. Penyemaian Benih

Penyemaian benih bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) dilakukan menggunakan media *rockwool* yang telah dipotong berukuran 3x3 cm² menggunakan gergaji besi. Potongan *rockwool* tersebut diletakkan di dalam nampan plastik dan disiram merata dengan akuades secukupnya. Setelah *rockwool* basah, dibuat lubang kecil dengan tusuk gigi, lalu benih yang sudah disiapkan ditanam dalam media tersebut. Nampan kemudian disimpan di ruangan gelap selama satu hari. Benih yang telah berkecambah dipindahkan ke tempat teduh atau area yang sedikit terkena cahaya matahari selama 14 hari hingga muncul 3-4 daun. Selama proses penyemaian, penyiraman dilakukan setiap hari untuk menjaga agar *rockwool* tetap basah atau lembab sehingga tanaman tidak mati.

4. Pembuatan Larutan Stok Nutrisi

Pembuatan larutan stok dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang. Proses dimulai dengan menimbang

semua bahan dasar yang digunakan sebagai nutrisi sesuai dengan massa yang telah ditentukan. Setelah itu, bahan yang sudah ditimbang dilarutkan menggunakan akuades dan diaduk hingga larut sepenuhnya. Setiap larutan yang telah dilarutkan dari masing-masing nutrisi dituangkan secara terpisah ke dalam botol kultur dan disimpan di tempat yang terlindung dari paparan sinar matahari agar tidak mengalami degradasi. Larutan stok nutrisi yang telah disiapkan bisa digunakan sesuai dengan takaran nutrisi yang diperlukan. Bahan dasar larutan nutrisi beserta konsentrasi yang digunakan untuk perlakuan disajikan dalam tabel 3.2 berikut:

Tabel 3. 2 Komposisi modifikasi larutan nutrisi Hoagland (Taiz *et al.*, 2014)

Senyawa	Berat Molekul (gmol ⁻¹)	Konsentrasi Larutan Stok (g L ⁻¹)	Konsentrasi Perlakuan Magnesium (g L ⁻¹)					Volume yang digunakan (ml L ⁻¹)
			0%	50%	100%	150%	200%	
Makronutrien								
KNO ₃	101,10	101,10	101,10	101,10	101,10	101,10	101,10	6,0
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	236,16	236,16	236,16	236,16	236,16	236,16	236,16	4,0
NH ₄ H ₂ PO ₄	115,08	115,08	115,08	115,08	115,08	115,08	115,08	2,0
MgSO ₄ .7H ₂ O	246,48	246,48	0	123,24	246,48	369,72	492,96	1,0
* Na ₂ SO ₄	142,04	142,04	142,04	71,02	0	0	0	1,0
Mikronutrien								
KCl	74,55	1,864	1,864	1,864	1,864	1,864	1,864	2,0
H ₃ BO ₃	61,83	0,773	0,773	0,773	0,773	0,773	0,773	
MnSO ₄ .H ₂ O	169,01	0,169	0,169	0,169	0,169	0,169	0,169	
ZnSO ₄ .7H ₂ O	287,54	0,288	0,288	0,288	0,288	0,288	0,288	
CuSO ₄ .5H ₂ O	249,68	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	

Tabel 3. 2 Komposisi modifikasi larutan nutrisi Hoagland (Taiz *et al.*, 2014)

Senyawa	Berat Molekul (gmol ⁻¹)	Konsentrasi Larutan Stok (g L ⁻¹)	Konsentrasi Perlakuan Magnesium (g L ⁻¹)					Volume yang digunakan (ml L ⁻¹)
			0%	50%	100%	150%	200%	
H ₂ MoO ₄ (85% MoO ₃)	161,97	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	
NaFeDTA (10% Fe)	468,20	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	1,0

Keterangan:

* = Modifikasi resep Hoagland untuk perlakuan variasi konsentrasi magnesium pada MgSO₄ menyebabkan berkurangnya SO₄ pada subjek penelitian dengan perlakuan konsentrasi magnesium 0% dan 50%. Maka Na₂SO₄ ditambahkan sebagai substitusi sumber SO₄ untuk kedua perlakuan tersebut guna mengantisipasi galat (bias) penelitian.

5. Penanaman Bibit

Penanaman bibit bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) dilakukan setelah tahap penyemaian selesai. Bibit tanaman yang memiliki daun sempurna (3-4 daun) dipilih sebagai sampel. Kemudian, satu per satu *rockwool* yang berisi bibit tersebut dimasukkan ke dalam netpot yang telah dipasang kain flannel. Netpot kemudian ditempatkan ke dalam lubang pada tutup box hidroponik, di mana di bawahnya sudah terdapat larutan nutrisi makro dan mikro sesuai dengan konsentrasi perlakuan (pastikan kain flannel menyentuh larutan nutrisi). Bibit yang telah ditanam dalam box hidroponik ditempatkan di area yang terkena sinar matahari penuh agar pertumbuhan dan perkembangan tanaman dapat optimal serta mencegah tanaman menjadi kerdil.

6. Pemeliharaan Tanaman

1) Pengontrolan nutrisi

Pengukuran kadar nutrisi dan nilai pH dari setiap perlakuan dilakukan sejak awal penanaman dan dipantau tiga kali sehari. Kadar nutrisi diukur menggunakan TDS meter untuk mengetahui jumlah partikel terlarut dalam satuan ppm (*parts per million*). Nilai pH nutrisi dikendalikan dengan menambah atau mengurangi pH menggunakan larutan pH Up (Kalium Hidroksida 10%) dan pH

Down (Asam Fosfat 10%) agar pH tetap berada dalam kisaran yang telah ditentukan, yaitu pH optimum bagi tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) sekitar 6-7 (Saparinto, 2013). Selain itu, volume nutrisi ditambah setiap minggu jika kadar nutrisi berkurang $\geq 5\%$ dari volume awal 4-5 liter air nutrisi dalam box hidroponik.

2) Pengukuran faktor lingkungan

Pengukuran dilakukan sebagai penyerta kondisi lingkungan pada saat pengamatan, yakni dengan memantau suhu, kelembapan udara, dan intensitas cahaya tiga kali sehari, yaitu pada pagi hari (08:00), siang (12:00), dan sore hari (15:00). Alat pengukur ditempatkan di sekitar area pertumbuhan tanaman atau di dalam *Greenhouse*.

3) Masa panen tanaman

Tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) biasanya dapat dipanen dalam rentang waktu 25-35 hari setelah tanam (Sunarjono, 2014). Pada penelitian ini, pengamatan dilakukan setiap minggu setelah penanaman (MST) hingga usia tanaman mencapai 35 hari (1 MST-5 MST), dengan pengukuran langsung terhadap pertumbuhan tanaman berdasarkan parameter yang diamati.

7. Parameter Penelitian

Terdapat beberapa parameter pengamatan yang digunakan untuk menilai pertumbuhan dan kualitas tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.), yaitu sebagai berikut:

1) Tinggi Tanaman (cm)

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan setiap 7 hari (1 MST – 5 MST) dengan mengukur dari pangkal batang di permukaan media tanam hingga ujung daun tertinggi menggunakan penggaris.

2) Jumlah Daun (helai)

Pengamatan jumlah daun dilakukan bersamaan dengan pengukuran tinggi tanaman, yakni setiap 7 hari (1 MST – 5 MST), dengan menghitung seluruh daun yang telah terbuka sempurna pada setiap tanaman atau sampel.

3) Panjang Akar (cm)

Pengukuran panjang akar dilakukan dengan menggunakan penggaris, dimulai dari pangkal akar hingga ujung titik akar setelah tanaman dipanen (5 MST).

4) Berat Segar Tanaman (gram)

Berat segar tanaman diukur dengan menimbang seluruh bagian tanaman setelah dipanen (5 MST) menggunakan neraca analitik.

5) Berat Kering Tanaman (gram)

Berat kering tanaman diukur dengan menimbang seluruh bagian tanaman yang telah dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 48 jam menggunakan neraca analitik.

6) Indeks Pertumbuhan

Indeks pertumbuhan diperoleh berdasarkan hasil pengukuran beberapa parameter morfologis tanaman, meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah, dan berat kering. Nilai indeks pertumbuhan dihitung dengan menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Saadah *et al.* (2019), sebagai berikut:

$$\text{Indeks pertumbuhan} = \frac{P2 - P1}{P1}$$

Keterangan:

P1 = parameter penelitian pada pengamatan pertama

P2 = parameter penelitian pada pengamatan terakhir

7) Pembuatan ekstrak bayam merah

Pada penelitian ini metode ekstraksi dilakukan dengan langkah awal, yaitu sampel daun bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) yang sudah dipanen dan dikeringkan dengan oven, lalu dihancurkan dengan blender. Kemudian, sampel diambil sebanyak 0,1 gram dari tiap perlakuan dan

ditambahkan dengan pelarut etanol 70% sebanyak 5 ml. Sampel direndam selama 30-35 menit. Kemudian dimasukkan ke dalam tube, lalu dihomogenkan menggunakan sentrifugasi selama 5 menit pada 3000 rpm. Supernatan diambil dan dipindahkan ke dalam botol vial (Esguerra *et al.*, 2024).

8) Uji kandungan flavonoid

a) Uji kualitatif

Uji warna dilakukan untuk mendeteksi secara kualitatif keberadaan senyawa flavonoid dalam ekstrak daun bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.). Metode ini menggunakan prinsip reaksi warna berdasarkan perubahan visual setelah penambahan pereaksi tertentu. Sebanyak 2 mL ekstrak etanol daun bayam merah dimasukkan ke dalam tabung reaksi bersih. Selanjutnya, ditambahkan 0,1 gram serbuk magnesium dan 3 tetes larutan asam klorida (HCl) pekat. Tabung reaksi kemudian diamati untuk melihat perubahan warna yang terjadi. Interpretasi hasil uji didasarkan pada warna larutan yang terbentuk, yaitu warna oranye hingga merah mengindikasikan keberadaan flavon, warna merah hingga merah

tua menunjukkan adanya flavanol, dan warna merah pekat hingga merah keunguan menunjukkan kehadiran flavanon (Utami *et al.*, 2023).

b) Uji kuantitatif

Pengukuran kadar flavonoid total dilakukan secara kuantitatif dengan metode spektrofotometri UV-Vis menggunakan kuersetin sebagai standar pembanding.

(i) Pembuatan larutan standar kuersetin

Sebanyak 0,05 gram kuersetin ditimbang dan dilarutkan dalam 250 mL etanol 70% untuk membentuk larutan stok dengan konsentrasi 1000 mg/L. Larutan stok ini kemudian diencerkan dengan etanol 70% untuk menghasilkan seri larutan standar dengan konsentrasi masing-masing sebesar 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, dan 100 ppm. Pengenceran dilakukan hingga volume akhir mencapai 10 mL menggunakan labu ukur.

(ii) Prosedur pengujian

Sebanyak 0,25 mL dari masing-masing larutan standar diambil dan

dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Selanjutnya, ditambahkan 1,25 mL aquades dan 75 μ L larutan natrium nitrit (NaNO_2) 5%, kemudian dihomogenkan dan didiamkan selama 6 menit. Setelah itu, ditambahkan 150 μ L larutan aluminium klorida (AlCl_3) 10%, dihomogenkan kembali dan dibiarkan selama 5 menit. Proses dilanjutkan dengan penambahan 0,5 mL larutan natrium hidroksida (NaOH) 1 M dan aquades hingga total volume mencapai 2,5 mL. Larutan tersebut kemudian diukur nilai absorbansinya pada panjang gelombang 510 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Kaewseejan *et al.*, 2015).

(iii) Analisis sampel

Ekstrak etanol daun bayam merah diuji dengan prosedur yang sama seperti larutan standar kuersetin. Sebanyak 0,25 mL ekstrak ditambahkan dengan 1,25 mL aquades dan 75 μ L larutan NaNO_2 5%, lalu didiamkan selama 6 menit. Setelah itu, 150 μ L AlCl_3 10% ditambahkan dan

dihomogenkan, kemudian dibiarkan selama 5 menit. Selanjutnya, 0,5 mL NaOH 1 M ditambahkan, dan larutan diencerkan dengan aquades hingga mencapai volume akhir 2,5 mL. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 510 nm menggunakan spektrofotometri UV-Vis (Kaewseejan *et al.*, 2015).

(iv) Penentuan kadar flavonoid

Hasil pengukuran sampel dimasukkan ke dalam regresi linier. Absorbansi sampel digambarkan sebagai y , sedangkan jumlah flavonoid yang diperoleh dinyatakan dalam mg ekuivalen kuersetin (QE) pada tiap gram sampel. Rumus berikut digunakan untuk menghitung total kadar flavonoid (Mukhriani *et al.*, 2019).

$$KTF = \frac{V \times (x) \times DF}{m}$$

9) Uji kadar antosianin

Pengujian kadar antosianin dimulai dengan pembuatan larutan buffer pH 1,0. Sebanyak 0,465 gram kalium klorida (KCl) dilarutkan dalam

akuades hingga volume mencapai 250 mL dalam labu ukur. Setelah itu, larutan ditambahkan asam klorida (HCl) secara bertahap hingga pH mencapai $1,0 \pm 0,1$. Untuk membuat buffer pH 4,5, sebanyak 8,2 gram natrium asetat dilarutkan dalam akuades dan diencerkan hingga batas volume 250 mL dalam labu ukur, kemudian ditambahkan larutan HCl hingga pH mencapai $4,5 \pm 0,1$ (Sasadara & Wiranata, 2022).

Selanjutnya, penetapan kadar antosianin dilakukan dengan mencampurkan ekstrak etanol daun bayam merah sebanyak 0,5 mL ke dalam masing-masing larutan buffer pH 1,0 dan buffer pH 4,5 sebanyak 2,5 mL. Masing-masing campuran dihomogenkan, kemudian diukur nilai absorbansinya pada panjang gelombang maksimum 520 nm dan 700 nm menggunakan spektrofotometri UV-Vis (Sasadara & Wiranata, 2022).

Kadar total monomer antosianin dan kadar total antosianin dalam sampel dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$A = (A_{536} - A_{700})_{\text{pH } 1,0} - (A_{536} - A_{700})_{\text{pH } 5,0}$$

Konsentrasi monomer antosianin (mg/L) =

$$\frac{A' \times BM \times Fp \times 1000}{\varepsilon \times l}$$

Keterangan:

A' = $(A_{536} - A_{700})_{\text{pH } 1,0}$

ε = absorpsivitas molar sianidin-3-glukosida
= 26900 L/mol.cm

l = lebar cuvet (1 cm)

BM = BM sianidin-3-glukosida = 449,2 g/mol

Fp = faktor pengenceran

G. Analisis Data

Data hasil pengamatan berupa tinggi tanaman, jumlah daun, Panjang akar, berat basah dan kering tanaman, kandungan flavonoid, serta antosianin dianalisis secara statistik menggunakan program SPSS (*Statistical Product and Service Software*) versi 25 dengan uji ANOVA (*Analysis of Variance*). Uji ANOVA ini bertujuan untuk mengidentifikasi adanya perbedaan rata-rata antar populasi atau kelompok yang diamati. ANOVA termasuk dalam analisis parametrik, yang mengharuskan populasi yang diuji memenuhi asumsi utama, yaitu data harus berdistribusi normal dan homogen (Lusiana *et al.*, 2021). Berikut adalah ketentuan dalam menentukan keputusan hipotesis penelitian:

1. Uji normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah distribusi sampel dalam penelitian berdistribusi normal

atau tidak (Nuryadi, 2017). Ketentuan dalam uji normalitas adalah sebagai berikut:

1) Taraf signifikansi (α) : 0,05

2) Kriteria pengujian

H_0 : Jika nilai $Sig > 0,05$ maka H_0 diterima
(data berdistribusi normal).

H_1 : Jika nilai $Sig < 0,05$ maka H_1 ditolak
(data berdistribusi tidak normal).

2. Uji homogenitas

Uji homogenitas dilakukan pada data yang berdistribusi normal untuk menentukan apakah varians pada setiap sampel sama (homogen) atau tidak (Nuryadi, 2017). Ketentuan dalam uji homogenitas adalah sebagai berikut:

1) Taraf signifikansi (α) : 0,05

2) Kriteria pengujian

H_0 : Jika nilai $Sig > 0,05$ maka H_0 diterima
(data berdistribusi homogen).

H_1 : Jika nilai $Sig < 0,05$ maka H_1 ditolak
(data berdistribusi tidak homogen).

3. Uji ANOVA

Uji ANOVA dilakukan jika data memenuhi asumsi distribusi normal dan homogenitas. Uji ANOVA termasuk dalam jenis uji hipotesis statistik parametrik yang bertujuan untuk membandingkan rata-rata populasi dan mengidentifikasi perbedaan signifikan antara dua

atau lebih kelompok data (Dewi *et al.*, 2023). Ketentuan dalam pengujian ANOVA adalah sebagai berikut:

H_0 : Tidak ada perbedaan yang nyata pada pertumbuhan tanaman.

H_1 : Terdapat perbedaan yang nyata pada pertumbuhan tanaman.

1) Taraf signifikansi (α) : 0,05

2) Kriteria pengujian:

H_0 : Jika nilai *Sig* > 0,05 maka H_0 diterima.

H_1 : Jika nilai *Sig* < 0,05 maka H_0 ditolak.

4. Uji Kruskal-Wallis

Uji Kruskal-Wallis merupakan metode statistik yang digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan di antara tiga kelompok atau lebih yang saling independen. Uji ini biasanya dipakai sebagai alternatif dari uji ANOVA, terutama jika data yang dimiliki tidak memenuhi asumsi-asumsi dasar uji parametrik (Priyatno, 2011). Adapun ketentuan dalam pelaksanaan uji Kruskal-Wallis adalah sebagai berikut:

H_0 : Tidak ada perbedaan yang nyata pada pertumbuhan tanaman.

H_1 : Terdapat perbedaan yang nyata pertumbuhan tanaman.

1) Taraf signifikansi (α) : 0,05

2) Kriteria pengujian:

H_0 : Jika nilai *Sig* > 0,05 maka H_0 diterima.

H_1 : Jika nilai *Sig* < 0,05 maka H_0 ditolak.

5. Uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*)

Uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) digunakan jika hasil ANOVA menunjukkan signifikansi, dengan tujuan untuk mengidentifikasi perbedaan nyata antar kelompok yang diuji.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Pertumbuhan tanaman adalah suatu proses yang kompleks dan dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan serta perlakuan yang diterapkan. Dalam penelitian ini, fokus utama adalah pada beberapa parameter pertumbuhan, yakni tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah, berat kering, serta kandungan kadar flavonoid dan antosianin. Selain itu, pertumbuhan tanaman juga dipengaruhi oleh faktor-faktor internal dan eksternal, termasuk karakteristik tanaman itu sendiri serta kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan udara, dan intensitas cahaya.

Pada penelitian ini tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) ditumbuhkan di *Greenhouse* dengan perlakuan yang berbeda-beda terkait kadar makronutrien magnesium. Berikut merupakan penjabaran terkait hasil dari penelitian yang telah dianalisis secara statistik menggunakan SPSS versi 26.

1. Tinggi Tanaman

Pengamatan tinggi tanaman dilakukan dengan mengukur setiap sampel secara mingguan selama 35 hari, dimulai dari hari pertama penanaman (0 MST-5 MST).

Proses pengukuran ini dilakukan dengan mengukur tiap sampel pada masing-masing perlakuan, dan hasil pengukuran menunjukkan variasi tinggi tanaman yang berbeda (Lampiran 2). Tabel 4.1 menyajikan rata-rata hasil pengukuran tinggi tanaman, yang kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik (Gambar 4.1) untuk mempermudah dalam menganalisa pertumbuhan tanaman berdasarkan masing-masing perlakuan.

Tabel 4. 1 Hasil rata-rata tinggi tanaman

Perlakuan	Pengamatan Tinggi Tanaman (cm)					Indeks Pertumbuhan
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	
M1	2,87 ± 0,39	4,88 ± 0,53	6,32 ± 0,49 ^c	8,95 ± 1,41 ^c	8,87 ± 1,01 ^c	4,27
M2	2,91 ± 0,16	5,65 ± 0,99	14,46 ± 0,70 ^a	21,51 ± 2,97 ^b	26,00 ± 4,29 ^b	14,75
M3	2,90 ± 0,29	5,34 ± 0,34	12,21 ± 1,04 ^b	21,70 ± 1,11 ^b	26,95 ± 1,78 ^b	16,53
M4	2,97 ± 0,33	6,24 ± 0,82	13,29 ± 2,20 ^{ab}	25,05 ± 4,93 ^b	29,43 ± 6,55 ^b	17,11
M5	2,51 ± 0,30	5,47 ± 0,36	11,58 ± 0,61 ^b	20,72 ± 4,47 ^b	25,61 ± 5,62 ^b	13,71

Keterangan: tanda (±) menunjukkan nilai standar deviasi; **M1** (Magnesium 0%); **M2** (Magnesium 50%); **M3** (Magnesium 100%); **M4** (Magnesium 150%); **M5** (Magnesium 200%). (**abc**) notasi huruf serupa berarti tidak berbeda signifikan.

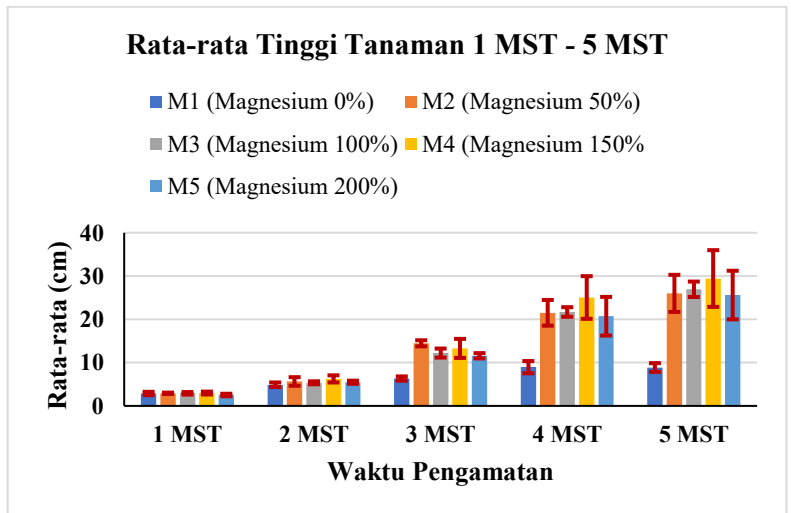
Berdasarkan hasil pengamatan tinggi tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) selama 5 MST yang disajikan pada Tabel 4.1, menunjukkan adanya variasi pertumbuhan pada setiap perlakuan konsentrasi magnesium. Pada minggu pertama (1 MST), tinggi tanaman dari semua perlakuan masih tergolong serupa, dengan rentang antara 2,51 cm pada perlakuan M5 hingga 2,97 cm pada M4. Memasuki minggu kedua (2 MST), tanaman pada perlakuan M4 (Magnesium 150%) mulai menunjukkan pertumbuhan lebih baik dengan tinggi mencapai 6,24 cm, disusul oleh M2, M5, dan M3, sementara M1 (Magnesium 0%) tetap menunjukkan pertumbuhan paling rendah.

Pada minggu ketiga (3 MST), perbedaan pertumbuhan semakin nyata. Perlakuan M2 mencatatkan tinggi tanaman tertinggi, yakni 14,46 cm, yang berbeda signifikan dibandingkan M1 dan M5. Pertumbuhan terus mengalami peningkatan pada minggu keempat (4 MST), dimana perlakuan M4 mencatatkan tinggi rata-rata tertinggi sebesar 25,05 cm dan menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan perlakuan lainnya.

Pada minggu kelima (5 MST), pertumbuhan tertinggi pada perlakuan M4, yaitu sebesar 29,43 cm. Perlakuan ini diikuti oleh M3 (26,95 cm), M2 (26,00 cm),

dan M5 (25,61 cm). Sebaliknya, perlakuan M1 masih menunjukkan pertumbuhan terendah, dengan rata-rata tinggi hanya mencapai 8,87 cm.

Indeks pertumbuhan tertinggi tercatat pada perlakuan M4 sebesar 17,11, diikuti M3 (16,53), dan M2 (14,75). Sementara itu, perlakuan M1 menunjukkan indeks pertumbuhan paling rendah, yaitu 4,27, yang mengindikasikan bahwa ketiadaan magnesium secara nyata menghambat pertumbuhan tanaman bayam merah.



Gambar 4. 1 Grafik rata-rata tinggi tanaman

Berdasarkan grafik rata-rata tinggi tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) (Gambar 4.1) diketahui bahwa fase inisiasi atau awal pertumbuhan terjadi pada minggu ke-0 hingga minggu ke-1, seluruh

perlakuan menunjukkan pertambahan tinggi tanaman yang masih sangat rendah. Memasuki minggu ke-2 hingga minggu ke-3 terjadi peningkatan pertumbuhan yang signifikan, menandakan masuknya tanaman ke fase vegetatif aktif. Pada minggu ke-3 hingga ke-4, tanaman yang mendapat magnesium khususnya pada perlakuan M4 (Magnesium 150%) mengalami fase pertumbuhan eksponensial, dimana tinggi tanaman meningkat dengan cepat. Pada akhir pengamatan (5 MST), meskipun tanaman masih mengalami pertambahan tinggi, laju pertumbuhan mulai menunjukkan kecenderungan melambat terutama pada perlakuan M5 (Magnesium 200%).

Berdasarkan hasil uji ANOVA (Lampiran 15) diketahui bahwa pemberian perlakuan kadar magnesium yang berbeda berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dari pengamatan 3 MST - 5 MST dengan tingkat signifikansi sebesar 0,00, dimana nilai tersebut memenuhi asumsi pada uji ANOVA yaitu nilai *Sig.* < 0,05. Selanjutnya, dilakukan analisis lanjutan menggunakan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar masing-masing kelompok perlakuan terhadap tinggi tanaman pada bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.).

Berdasarkan hasil analisis uji lanjut Duncan (Lampiran 15) terhadap pengamatan tinggi tanaman, pada minggu ketiga (3 MST) diperoleh bahwa perlakuan M2 (Magnesium 50%) menghasilkan nilai rata-rata tinggi tanaman tertinggi sebesar 14,46 cm yang berbeda signifikan dengan perlakuan M1 (Magnesium 0%), M3 (Magnesium 100%), dan M5 (Magnesium 200%). Namun, tidak berbeda signifikan dengan perlakuan M4 (Magnesium 150%). Kemudian, perlakuan M1 (Magnesium 0%) menunjukkan nilai rata-rata tinggi tanaman terendah, yaitu 6,32 cm yang secara statistik berbeda signifikan juga terhadap perlakuan lainnya. Sementara itu, perlakuan M3 (Magnesium 100%), M4 (Magnesium 150%), dan M5 (Magnesium 200%) menunjukkan bahwa ketiga perlakuan ini tidak berbeda signifikan satu sama lain.

Pada pengamatan minggu keempat (4 MST) dan minggu kelima (5 MST) menunjukkan bahwa perlakuan M1 (Magnesium 0%) secara konsisten menghasilkan rata-rata tinggi tanaman terendah, yakni masing-masing 8,95 cm dan 8,87 cm. Perlakuan M1 (Magnesium 0%) pada minggu keempat dan kelima berbeda signifikan dibandingkan perlakuan lainnya. Sedangkan perlakuan M2 (Magnesium 50%), M3 (Magnesium 100%), M4 (Magnesium 150%), dan M5 (Magnesium 200%) tidak

berbeda signifikan satu sama lain. Pada perlakuan M4 (Magnesium 150%) mendapatkan hasil rata-rata tinggi tanaman tertinggi pada pengamatan minggu keempat dan kelima, yaitu 25,05 cm dan 29,43 cm.

2. Jumlah Daun

Pengamatan jumlah daun dalam penelitian ini dilakukan setiap minggu selama periode 5 minggu (1 MST-5 MST). Penghitungan dilakukan dengan mencatat total daun yang telah membuka sempurna dari masing-masing sampel pada setiap perlakuan. Hasil perhitungan menunjukkan variasi jumlah daun yang berbeda-beda (Lampiran 3). Rata-rata dari data perhitungan jumlah daun kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik di bawah ini:

Tabel 4. 2 Hasil rata-rata jumlah daun

Perlakuan	Pengamatan Jumlah Daun (Helai)					Indeks Pertumbuhan
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	
M1	3,50 ± 0,33	5,75 ± 0,32	7,75 ± 0,83	9,08 ± 0,57 ^c	9,41 ± 1,25 ^c	3,71
M2	3,16 ± 0,19	5,91 ± 0,57	9,16 ± 0,42	10,50 ± 1,23 ^{bc}	13,50 ± 1,13 ^{ab}	5,75
M3	3 ± 0	5,50 ± 0,43	8,75 ± 0,74	10,08 ± 0,87 ^{bc}	12,16 ± 0,88 ^b	5,09
M4	3,25 ± 0,50	5,83 ± 0,42	9,08 ± 0,73	10,91 ± 0,57 ^b	14,91 ± 1,47 ^a	6,46
M5	3 ± 0	5,41 ± 0,32	8,75 ± 0,83	12,50 ± 1,29 ^a	14,83 ± 1,85 ^a	6,42

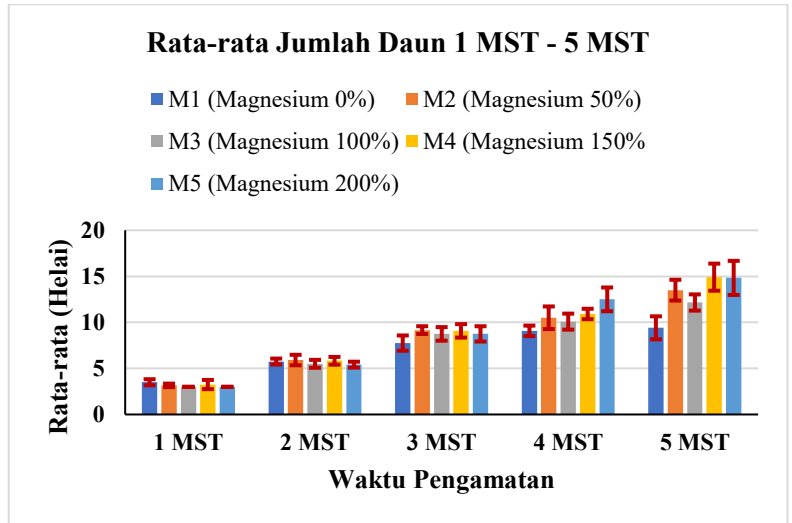
Keterangan: tanda (±) menunjukkan nilai standar deviasi; **M1** (Magnesium 0%); **M2** (Magnesium 50%); **M3** (Magnesium 100%); **M4** (Magnesium 150%); **M5** (Magnesium 200%). (**abc**) notasi huruf serupa berarti tidak berbeda signifikan.

Berdasarkan hasil pengamatan jumlah daun dari minggu ke-1 hingga minggu ke-5, seluruh perlakuan menunjukkan peningkatan jumlah daun yang konsisten, meskipun laju pertumbuhannya berbeda-beda. Perlakuan M1 (Magnesium 0%) menunjukkan peningkatan jumlah daun yang relatif stabil dari minggu pertama (1 MST) hingga minggu ke-5 (5 MST), yaitu dari rata-rata 3,50 helai menjadi 9,41 helai. Indeks pertumbuhan pada perlakuan ini tercatat sebesar 3,71, yang merupakan nilai paling rendah dibandingkan seluruh perlakuan lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa tanpa penambahan magnesium, pertumbuhan vegetatif tanaman dalam bentuk jumlah daun berlangsung lebih lambat.

Sebaliknya, perlakuan M2 (Magnesium 50%) memperlihatkan laju pertambahan jumlah daun yang lebih cepat dan konsisten. Rata-rata jumlah daun meningkat dari 3,16 helai pada minggu ke-1 hingga mencapai 13,50 helai pada minggu ke-5. Indeks pertumbuhan yang dicapai adalah 5,75, menunjukkan bahwa pemberian magnesium pada perlakuan ini cukup efektif dalam meningkatkan pertumbuhan daun.

Perlakuan M3 (Magnesium 100%) juga menunjukkan respons positif, dengan rata-rata jumlah daun sebesar 12,16 helai dan indeks pertumbuhan 5,09 pada akhir pengamatan. Namun, hasil ini masih lebih

rendah dibandingkan dengan perlakuan M2, M4, dan M5. Pertumbuhan paling optimal dicapai pada perlakuan M4 (Magnesium 150%), dengan rata-rata jumlah daun tertinggi mencapai 14,91 helai pada minggu ke-5 dan indeks pertumbuhan tertinggi yaitu 6,46. Hasil ini menunjukkan bahwa dosis magnesium 150% memberikan pengaruh paling optimal terhadap peningkatan jumlah daun. Sementara itu, perlakuan M5 (Magnesium 200%) juga menghasilkan pertumbuhan yang sangat baik, dengan rata-rata jumlah daun mencapai 14,83 helai pada minggu ke-5 dan indeks pertumbuhan 6,42. Meskipun nilainya mendekati perlakuan M4, namun tidak terdapat peningkatan signifikan yang mengindikasikan bahwa pemberian magnesium di atas 150% tidak secara signifikan meningkatkan jumlah daun lebih lanjut.



Gambar 4. 2 Grafik rata-rata jumlah daun

Berdasarkan grafik rata-rata jumlah daun (Gambar 4.2) yang memperlihatkan perkembangan rata-rata jumlah daun tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) pada setiap minggu pengamatan (1 MST-5 MST) berdasarkan lima perlakuan konsentrasi magnesium yang berbeda, yaitu M1 (0%), M2 (50%), M3 (100%), M4 (150%), dan M5 (200%). Seiring bertambahnya waktu, terjadi peningkatan jumlah daun pada semua perlakuan, namun dengan laju yang berbeda-beda. Perlakuan M1 yang tidak diberikan magnesium menunjukkan pertumbuhan paling lambat sepanjang periode pengamatan. Sebaliknya, perlakuan M4 (150%) secara konsisten menghasilkan jumlah daun tertinggi dari

minggu ke-2 hingga minggu ke-5. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian magnesium dengan konsentrasi 150% memberikan efek paling optimal terhadap pertumbuhan daun tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.).

Perlakuan M5 (200%) juga menunjukkan peningkatan yang signifikan, meskipun sedikit lebih rendah dibandingkan M4 pada minggu ke-5. Sementara itu, perlakuan M2 (50%) dan M3 (100%) memperlihatkan hasil yang cukup baik dan cenderung stabil, namun tidak seoptimal M4 dan M5. Berdasarkan pola tersebut, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan positif antara peningkatan konsentrasi magnesium dan jumlah daun dengan titik optimal pada konsentrasi 150%.

Berdasarkan hasil uji normalitas dan homogenitas (Lampiran 16), data jumlah daun pada minggu ke-2 hingga minggu ke-5 (2-5 MST) menunjukkan distribusi yang normal dan bersifat homogen. Oleh karena itu, data tersebut layak dianalisis menggunakan uji ANOVA. Sebaliknya, data pada minggu pertama (1 MST) tidak memenuhi syarat normalitas maupun homogenitas, sehingga dianalisis menggunakan metode nonparametrik Kruskal-Wallis. Dari hasil uji Kruskal-Wallis (Lampiran 16) untuk minggu pertama diperoleh nilai *Asymp. Sig* sebesar 0,11. Nilai ini $>0,05$, yang menunjukkan bahwa

tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan pada minggu tersebut.

Berdasarkan hasil uji ANOVA terhadap jumlah daun yang disajikan pada Lampiran 23, diketahui bahwa pada minggu ke-2 (2 MST), dan minggu ke-3 (3 MST) nilai signifikansi berturut-turut adalah 0,42 dan 0,09. Nilai-nilai tersebut lebih besar dari batas signifikansi 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa pada tiga minggu awal pengamatan tidak terdapat perbedaan yang nyata antarperlakuan magnesium terhadap jumlah daun tanaman. Namun demikian, mulai minggu ke-4 (4 MST) dan minggu ke-5 (5 MST), nilai signifikansi masing-masing adalah 0,02 dan 0,00. Kedua nilai ini berada di bawah ambang signifikansi 0,05 yang berarti terdapat pengaruh yang nyata dari perlakuan magnesium terhadap jumlah daun tanaman periode tersebut.

Sebagai tindak lanjut dari hasil uji ANOVA yang menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada minggu ke-4 dan ke-5, dilakukan uji lanjut Duncan untuk mengetahui perlakuan mana yang berbeda signifikan terhadap jumlah daun tanaman. Pada minggu keempat (4 MST), diketahui bahwa perlakuan M5 (Magnesium 200%) menunjukkan perbedaan signifikan terhadap perlakuan M4 (Magnesium 150%) dan M1 (Magnesium 0%). Sementara itu, perlakuan M2 (Magnesium 50%)

dan M3 (Magnesium 100%) tidak menunjukkan perbedaan signifikan satu sama lain. Bahkan, perlakuan M2 (Magnesium 50%) dan M3 (Magnesium 100%) juga tidak berbeda signifikan dengan M4 (Magnesium 150%) dan M1 (Magnesium 0%).

Pada pengamatan minggu kelima (5 MST), perlakuan M1 (Magnesium 0%) menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap seluruh perlakuan lainnya. Perlakuan M2 (Magnesium 50%), M3 (Magnesium 100%), M4 (Magnesium 150%), dan M5 (Magnesium 200%) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata satu sama lain.

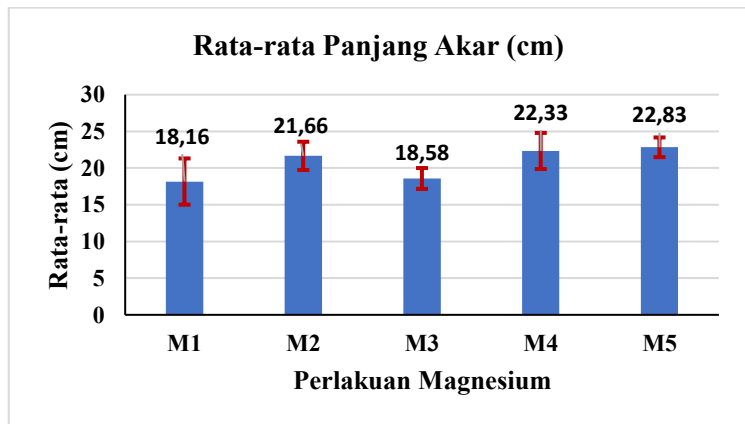
3. Panjang Akar

Hasil pengukuran rata-rata panjang akar tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) ditunjukkan pada Tabel 4.3. Berdasarkan Tabel 4.3 dan Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa pemberian magnesium dengan berbagai konsentrasi memberikan pengaruh terhadap rata-rata panjang akar tanaman. Perlakuan M1 (Magnesium 0%) menghasilkan rata-rata panjang akar terpendek, yaitu 18,16 cm dengan indeks pertumbuhan terendah sebesar 10,51, yang menunjukkan bahwa tanpa suplementasi magnesium, pertumbuhan akar tanaman kurang optimal.

Tabel 4. 3 Hasil rata-rata panjang akar

Perlakuan	Rata-rata Panjang	Indeks
	Akar (cm)	Pertumbuhan
M1	18,16 ± 3,15 ^c	10,51
M2	21,66 ± 1,92 ^{ab}	15,12
M3	18,58 ± 1,42 ^{bc}	15,41
M4	22,33 ± 2,46 ^a	20,48
M5	22,83 ± 1,34 ^a	15,35

Keterangan: tanda ($\pm$) menunjukkan nilai standar deviasi; **M1** (Magnesium 0%); **M2** (Magnesium 50%); **M3** (Magnesium 100%); **M4** (Magnesium 150%); **M5** (Magnesium 200%). (**abc**) notasi huruf serupa berarti tidak berbeda signifikan.



Gambar 4. 3 Grafik rata-rata panjang akar

Perlakuan M2 (Magnesium 50%) dan M3 (Magnesium 100%) menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan M1 (Magnesium 0%), dengan rata-rata panjang akar 21,66 cm dan 18,58 serta indeks

pertumbuhan 15,12 dan 15,41. Meskipun panjang akar M3 (Magnesium 100%) sedikit lebih pendek dari M2 (Magnesium 50%), indeks pertumbuhannya lebih tinggi, mengindikasikan efisiensi pertumbuhan akar yang relatif lebih baik pada dosis tersebut.

Peningkatan panjang akar terlihat juga pada perlakuan M4 (Magnesium 150%) dan M5 (Magnesium 200%), yang menunjukkan rata-rata panjang akar tertinggi masing-masing 22,33 dan 22,83. Meskipun panjang akar pada M5 (Magnesium 200%) sedikit lebih besar, perlakuan M4 (Magnesium 150%) memiliki indeks pertumbuhan tertinggi sebesar 20,48 mengindikasikan bahwa konsentrasi magnesium 150% merupakan dosis paling efektif dalam mendorong pertumbuhan akar tanaman.

Dari hasil uji ANOVA panjang akar (Lampiran 17) didapatkan hasil nilai *Sig.* sebesar 0,02 atau nilai *Sig.* <0,05 artinya bahwa terdapat pengaruh yang nyata dari perlakuan magnesium terhadap panjang akar tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.). Selanjutnya dilakukan uji lanjut Duncan untuk mengetahui perbedaan dari masing-masing perlakuan yang dapat dilihat pada Lampiran 17. Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan terhadap data panjang akar tanaman, diketahui bahwa terdapat perbedaan signifikan antarperlakuan magnesium

terhadap panjang akar tanaman. Perlakuan M5 (Magnesium 200%) dengan rata-rata panjang akar 22,83 berbeda signifikan dengan perlakuan M3 (Magnesium 100%) dan M1 (Magnesium 0%), namun tidak berbeda signifikan dengan perlakuan M4 (Magnesium 150%) dan M2 (Magnesium 50%). Perlakuan M3 (Magnesium 100%) dengan panjang akar 18,58 tidak berbeda signifikan dengan M1 (Magnesium 0%) dan M2 (Magnesium 50%).

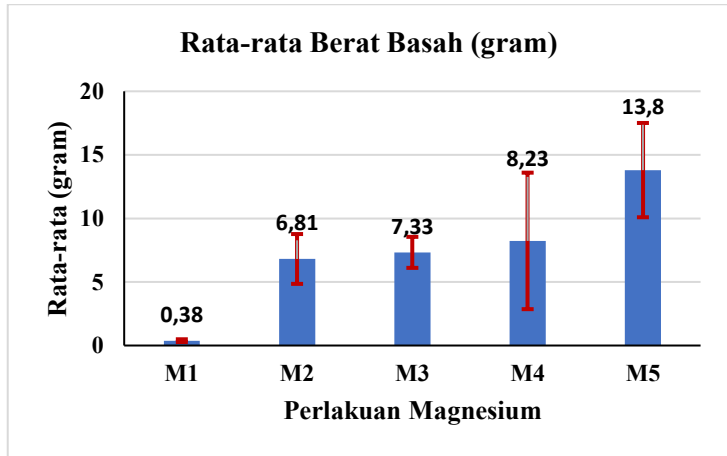
4. Berat Basah

Hasil pengukuran rata-rata berat basah tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil rata-rata berat basah

Perlakuan	Rata-rata Berat	Indeks
	Basah (gram)	Pertumbuhan
M1	0,38 ± 0,11 ^c	40,35
M2	6,81 ± 1,96 ^b	737,07
M3	7,33 ± 1,22 ^b	683,21
M4	8,23 ± 5,37 ^b	1034,61
M5	13,80 ± 3,71^a	1455,81

Keterangan: tanda ($\pm$) menunjukkan nilai standar deviasi; **M1** (Magnesium 0%); **M2** (Magnesium 50%); **M3** (Magnesium 100%); **M4** (Magnesium 150%); **M5** (Magnesium 200%). (**abc**) notasi huruf serupa berarti tidak berbeda signifikan. Angka bercetak tebal menunjukkan rata-rata tertinggi.



Gambar 4. 4 Grafik rata-rata berat basah

Berdasarkan Tabel 4.4 dan Gambar 4.4 mengenai rata-rata berat basah tanaman, terlihat bahwa pemberian magnesium dengan berbagai konsentrasi memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan berat basah. Perlakuan M1 (Magnesium 0%) menghasilkan berat basah paling rendah, yaitu 0,38 gram dengan indeks pertumbuhan hanya sebesar 40,35. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman yang tidak mendapatkan tambahan magnesium tumbuh dengan kurang optimal.

Sebaliknya, perlakuan dengan magnesium 200% (M5) menunjukkan hasil tertinggi dengan rata-rata berat basah 13,80 gram dengan indeks pertumbuhan sebesar 1455,81 menandakan pertumbuhan yang sangat signifikan. Peningkatan dosis magnesium dari 50% (M2)

hingga 150% (M4) juga menunjukkan peningkatan berat basah secara bertahap, masing-masing sebesar 6,81 (M2), 7,33 gram (M3), dan 8,23 gram (M4). Indeks pertumbuhan pun meningkat seiring peningkatan dosis, dari 737,07 pada M2 menjadi 1034,61 pada M4.

Berdasarkan hasil uji ANOVA (Lampiran 18) mengenai berat basah, diperoleh nilai signifikansi (*Sig.*) sebesar 0,00 yang menunjukkan nilai *Sig.* <0,05. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan magnesium berpengaruh nyata terhadap berat basah tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.). Selanjutnya, untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan, dilakukan uji lanjut Duncan. Berdasarkan hasil analisis uji lanjut Duncan (Lampiran 18), menunjukkan bahwa rata-rata berat basah tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) pada perlakuan M5 (Magnesium 200%) menghasilkan nilai rata-rata berat basah sebesar 13,80 gram yang berbeda signifikan dengan perlakuan lainnya. Kemudian, perlakuan M1 (Magnesium 0%) menunjukkan nilai rata-rata berat basah terendah, yakni 0,38 gram yang berbeda signifikan juga terhadap perlakuan lainnya. Sementara itu, perlakuan M2 (Magnesium 50%), M3 (Magnesium 100%), dan M4 (Magnesium 150%) ketiganya tidak berbeda signifikan

satu sama lain, tetapi berbeda signifikan dengan perlakuan M1 dan M5.

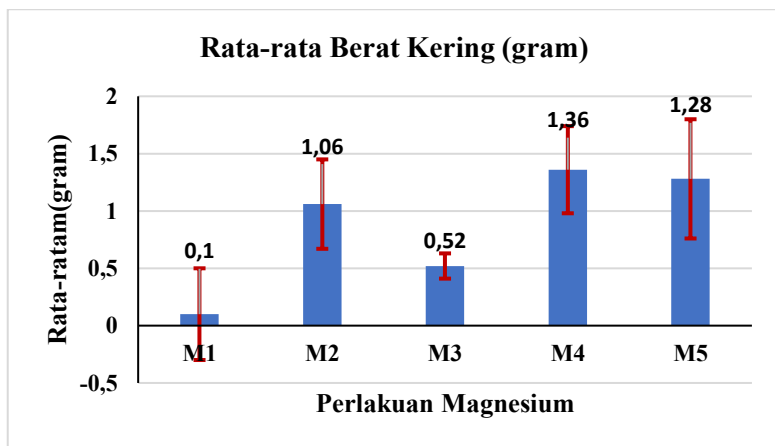
5. Berat Kering

Hasil pengukuran rata-rata berat kering tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) ditunjukkan pada Tabel 4.5

Tabel 4. 5 Hasil rata-rata berat kering

Perlakuan	Rata-rata Berat	Indeks
	Kering (gram)	Pertumbuhan
M1	0,10 ± 0,40 ^c	74,96
M2	1,06 ± 0,39 ^b	802,61
M3	0,52 ± 0,11 ^c	442,58
M4	1,36 ± 0,38 ^b	1689,01
M5	1,28 ± 0,52 ^b	1799,98

Keterangan: tanda (±) menunjukkan nilai standar deviasi; **M1** (Magnesium 0%); **M2** (Magnesium 50%); **M3** (Magnesium 100%); **M4** (Magnesium 150%); **M5** (Magnesium 200%). (**abc**) notasi huruf serupa berarti tidak berbeda signifikan.



Gambar 4. 5 Grafik rata-rata berat kering

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.5, terlihat bahwa pada tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) dengan perlakuan M1 (Magnesium 0%) rata-rata berat keringnya tercatat sebagai yang terendah, yaitu 0,10 gram dengan indeks pertumbuhan 74,96. Sedangkan pada perlakuan M2 (Magnesium 50%), rata-rata berat kering meningkat menjadi 1,06 gram dan indeks pertumbuhannya mencapai 802,61. Ini menunjukkan bahwa tanaman mulai memberikan respons positif terhadap keberadaan magnesium. Namun, pada perlakuan M3 (Magnesium 100%) berat kering mengalami penurunan sedikit menjadi 0,52 gram dengan indeks pertumbuhan 442,58.

Pada perlakuan M4 (Magnesium 150%), berat kering kembali meningkat menjadi 1,36 gram dengan

indeks pertumbuhan sebesar 1689,01. Kemudian pada perlakuan M5 (Magnesium 200%) rata-rata berat kering tanaman mencapai 1,28 gram dan indeks pertumbuhan tertinggi sebesar 1799,98. Walaupun berat kering pada M5 sedikit lebih rendah dibandingkan M4, nilai indeks pertumbuhan menunjukkan bahwa laju pertumbuhan tanaman selama perlakuan sangat tinggi.

Berdasarkan hasil uji ANOVA (Lampiran 19) mengenai berat kering, diperoleh nilai signifikansi (*Sig.*) sebesar 0,00 yang menunjukkan nilai *Sig.* <0,05. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan magnesium berpengaruh signifikan terhadap berat kering tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.). Selanjutnya untuk mengetahui perbedaan masing-masing perlakuan, dilakukan uji lanjut Duncan. Berdasarkan hasil uji Duncan (Lampiran 19) pada berat kering tanaman, perlakuan M1 (Magnesium 0%) dan M3 (Magnesium 100%) tidak berbeda signifikan satu sama lain, tetapi berbeda signifikan dengan perlakuan lainnya. Sedangkan perlakuan M2 (Magnesium 50%), M4 (Magnesium 150%), dan M5 (Magnesium 200%) tidak berbeda signifikan satu sama lain, tetapi berbeda signifikan dengan M1 dan M3.

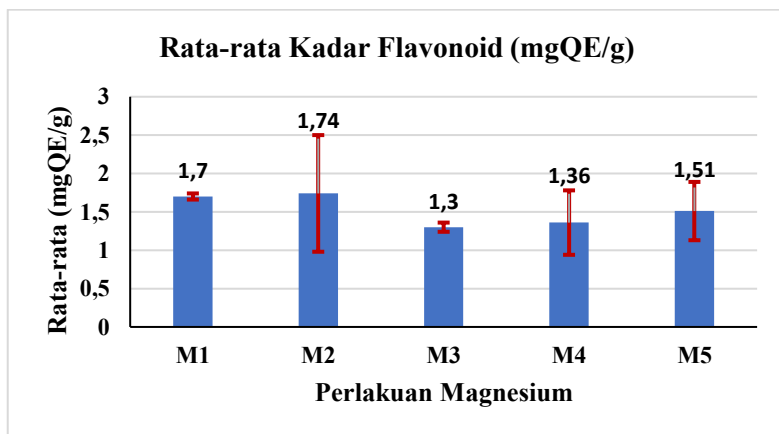
6. Flavonoid

Hasil pengukuran rata-rata kadar flavonoid ditunjukkan pada Tabel 4.6

Tabel 4. 6 Hasil rata-rata kadar flavonoid

Perlakuan	Rata-rata Kadar Flavonoid (mgQE/g)
M1	1,70 ± 0,04
M2	1,74 ± 0,76
M3	1,30 ± 0,06
M4	1,36 ± 0,42
M5	1,51 ± 0,38

Keterangan: tanda ($\pm$) menunjukkan nilai standar deviasi; **M1** (Magnesium 0%); **M2** (Magnesium 50%); **M3** (Magnesium 100%); **M4** (Magnesium 150%); **M5** (Magnesium 200%).



Gambar 4. 6 Grafik rata-rata kadar flavonoid

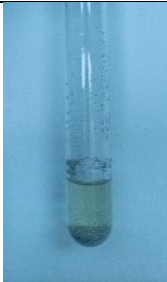
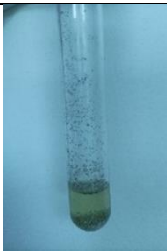
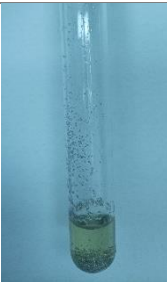
Berdasarkan data dari Tabel 4.6 dan Gambar 4.6 mengenai rata-rata kadar kandungan flavonoid pada

tanaman yang mendapatkan perlakuan dengan konsentrasi magnesium yang bervariasi. Terlihat bahwa perlakuan M2 (Magnesium 50%) menghasilkan kandungan flavonoid tertinggi, yaitu 1,74 mgQE/g. sebaliknya, kandungan flavonoid terendah terlihat pada perlakuan M3 (Magnesium 100%) dengan nilai 1,30 mgQE/g.

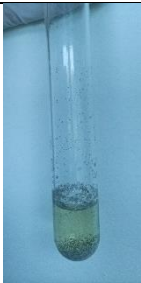
Secara keseluruhan, kadar flavonoid pada masing-masing perlakuan menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu mencolok, dengan nilai berkisar 1,30 hingga 1,74 mgQE/g. Hal ini juga terlihat dalam grafik, dimana semua perlakuan memiliki tinggi batang grafik yang serupa, walaupun M2 (Magnesium 50%) sedikit lebih tinggi.

Hasil uji ANOVA (Lampiran 20) menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,66, yang lebih besar dari batas signifikansi 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan terhadap kadar flavonoid tanaman. Selain dianalisis secara statistik pengamatan visual terhadap warna ekstrak flavonoid juga dilakukan untuk melihat indikasi kadar flavonoid secara kualitatif. Tabel uji warna senyawa flavonoid pada ekstrak bayam merah ditunjukkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Hasil uji warna senyawa flavonoid pada ekstrak bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.)

Perlakuan	Gambar	Hasil Uji Warna	Perubahan Warna
M1 (Magnesium 0%)		+	Bening kekuningan
M2 (Magnesium 50%)		+	Jingga kekuningan
M3 (Magnesium 100%)		+	Kuning

Tabel 4. 7 Hasil uji warna senyawa flavonoid pada ekstrak bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.)

Perlakuan	Gambar	Hasil Uji Warna	Perubahan Warna
M4 (Magnesium 150%)		+	Kuning
M5 (Magnesium 200%)		+	Jingga kekuningan

Keterangan: tanda (+) menunjukkan hasil positif adanya keberadaan senyawa flavonoid pada ekstrak etanol bayam merah (*Amatanthus cruentus* L.).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan M1 (Magnesium 0%) menghasilkan warna sedikit bening kekuningan, yang mengindikasikan kandungan flavonoid paling rendah. Sementara itu, perlakuan M2 dan M5 menunjukkan warna jingga kekuningan. Sedangkan, pada perlakuan M3 dan M4 menunjukkan warna kuning dengan variasi tingkat kekeruhan M2 dan M5 tampak

lebih pekat dibandingkan M3 dan M4 yang cenderung agak lebih bening.

Perbedaan warna ini mencerminkan kecenderungan adanya senyawa flavonoid, meskipun secara statistik kadar flavonoid tidak berbeda nyata antar perlakuan. Dengan demikian, meskipun tidak signifikan secara numerik, secara visual dapat diamati adanya perbedaan intensitas warna yang mengarah pada dugaan peningkatan kadar flavonoid pada perlakuan yang mendapatkan magnesium.

7. Antosianin

Hasil pengukuran rata-rata kadar antosianin ditunjukkan pada Tabel 4.8

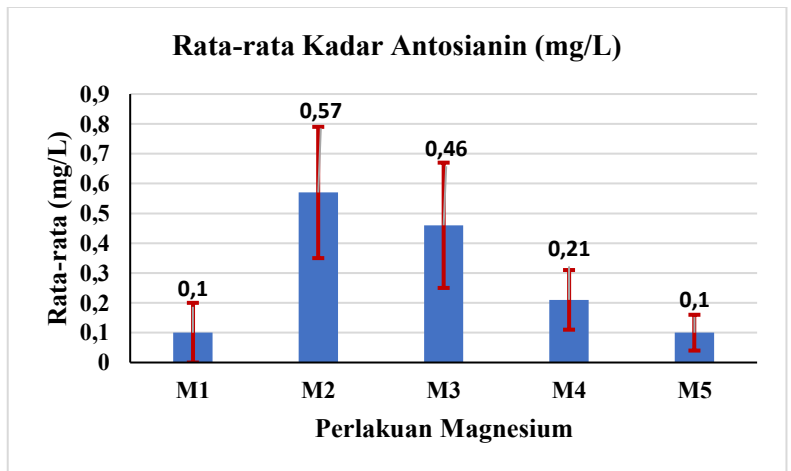
Tabel 4. 8 Hasil rata-rata kadar antosianin

Perlakuan	Rata-rata Kadar Antosianin (mg/L)
M1	$0,10 \pm 0,10^c$
M2	$0,57 \pm 0,22^a$
M3	$0,46 \pm 0,21^{ab}$
M4	$0,21 \pm 0,10^{bc}$
M5	$0,10 \pm 0,06^c$

Keterangan: tanda ($\pm$) menunjukkan nilai standar deviasi; **M1** (Magnesium 0%); **M2** (Magnesium 50%); **M3** (Magnesium 100%); **M4** (Magnesium 150%); **M5** (Magnesium 200%). (**abc**) notasi huruf serupa berarti tidak berbeda signifikan.

Berdasarkan Tabel 4.8 mengenai rata-rata kadar antosianin pada tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) dengan perlakuan berbagai konsentrasi

magnesium, terlihat adanya perbedaan kadar antosianin antar perlakuan. Perlakuan M2 (Magnesium 50%) menghasilkan kadar antosianin tertinggi, yaitu 0,57 mg/L, diikuti oleh M3 (Magnesium 100%) sebesar 0,46 mg/L. Sementara itu, perlakuan M1 (Magnesium 0%) dan M5 (Magnesium 200%) menunjukkan kadar antosianin terendah yang sama, yakni 0,10 mg/L. Perlakuan M4 (Magnesium 150%) memiliki kadar antosianin sebesar 0,21 mg/L, yang lebih tinggi dibandingkan M1 dan M5, tetapi masih lebih rendah dibandingkan M2 dan M3.



Gambar 4. 7 Grafik rata-rata kadar antosianin

Dari grafik pada Gambar 4.7, pola peningkatan kadar antosianin terlihat jelas hingga konsentrasi magnesium 50% dan 100%, namun menurun kembali

pada konsentrasi 150% dan 200%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan magnesium sampai titik tertentu, yakni 50-100% dapat meningkatkan sintesis antosianin, tetapi pemberian magnesium yang berlebihan justru menurunkan kadar antosianin yang dihasilkan. Ini disebabkan oleh ketidakseimbangan unsur hara yang memengaruhi metabolisme sekunder tanaman, termasuk pembentukan pigmen antosianin.

Hasil uji ANOVA terhadap kadar antosianin (Lampiran 21) menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,01 yang berarti terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan konsentrasi magnesium terhadap kadar antosianin yang dihasilkan. Nilai signifikansi ini $<0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan magnesium memberikan pengaruh yang bermakna terhadap kadar antosianin tanaman bayam merah. Untuk mengetahui perlakuan mana saja yang berbeda nyata, dilakukan uji lanjut Duncan. Berdasarkan hasil uji Duncan terhadap kadar antosianin (Lampiran 21), dapat diketahui bahwa perlakuan M2 (Magnesium 50%) berbeda signifikan dengan perlakuan M1 (Magnesium 0%), M4 (Magnesium 150%), dan M5 (Magnesium 200%), tetapi perlakuan M2 (Magnesium 50%) dan M3 (Magnesium 100%) tidak berbeda signifikan satu sama lain. Sementara itu, perlakuan M3 tidak berbeda

signifikan dengan M4 dan M4 juga tidak berbeda signifikan dengan M5 dan M1.

8. Faktor Lingkungan

a. Suhu

Suhu lingkungan yang tercatat selama penelitian cukup tinggi, dengan rata-rata suhu pagi hari (08.00 WIB) 31,6°C, siang hari (12.00 WIB) 33,3°C, dan sore hari (15.00 WIB) 30,2°C. Suhu pagi hari paling tinggi terjadi pada Minggu, 9 Maret 2025 sebesar 38,5°C (Lampiran14). Sementara suhu siang hari paling tinggi terdapat pada hari Jumat, 28 Februari 2025 sebesar 36,7°C, dan pada sore hari juga terjadi di hari yang sama yakni sebesar 32,4°C. Sementara suhu pagi hari paling rendah terdapat pada hari Selasa, 25 Februari 2025 sebesar 27,6°C. Sedangkan pada siang hari terdapat pada hari Minggu 16 Februari 2025 (29,6°C). Kemudian pada sore hari suhu paling rendah terjadi pada Kamis, 6 Maret 2025 (25,8°C).

b. Kelembapan Udara

Kelembapan udara selama pengamatan menunjukkan rata-rata 74% pada pagi hari (08.00 WIB), 60% pada siang hari (12.00 WIB), dan 60% pada sore hari (15.00 WIB). Kelembapan udara pagi hari paling tinggi terdapat pada Senin, 3 Maret 2025

(83%), siang hari terdapat pada hari Minggu 16 Februari 2025 (71%), dan pada sore hari masih di hari yang sama yakni sebesar 70%. Sedangkan, kelembapan udara terendah di pagi hari terdapat pada Minggu, 9 Maret 2025 (66%), siang hari terdapat pada Jumat, 28 Februari 2025 (50%), dan sore hari di hari yang sama yakni sebesar 51% (Lampiran 14).

c. Intensitas Cahaya

Rata-rata intensitas cahaya di pagi hari ialah, 11.100 lux, pada siang hari 10.260 lux, dan sore hari menurun menjadi 4.370 lux (Lampiran 14). Intensitas cahaya tertinggi di pagi hari terjadi pada hari Jumat, 28 Februari 2025 berkisar 29.900 lux. Sedangkan pada siang hari terdapat pada Jumat, 7 Februari 2025 (46.200 lux), dan pada sore hari juga di hari yang sama yakni berkisar 31.800 lux. Untuk intensitas cahaya terendah pada pagi hari terdapat pada Minggu, 16 Februari 2015 (2.600 lux), siang hari terdapat pada Senin, 10 Februari 2025 (3.850 lux), dan sore hari terdapat pada hari Kamis, 6 Maret 2025 yang berkisar 100 lux.

d. pH Larutan Nutrisi

Rata-rata pH larutan nutrisi berkisar antara 6,45-6,80. pH larutan nutrisi tertinggi yakni, 7,60

(M1) pada Jumat, 21 Februari 2025, dan pH larutan terendah yakni berkisar 6,00 (M1) pada Jumat, 14 Maret 2025 (Lampiran 13).

e. Konsentrasi TDS

TDS yang diukur selama penelitian menunjukkan rata-rata 460,5 ppm hingga 644,5 ppm. TDS tertinggi terdapat pada perlakuan M5 di hari Jumat, 14 Februari 2025 (727 ppm), dan TDS terendah terdapat pada perlakuan M4 di hari Jumat, 14 Maret 2025 (79 ppm) (Lampiran 13).

B. Pembahasan

1. Tinggi Tanaman

Salah satu faktor penting yang digunakan untuk mengukur pertumbuhan vegetatif tanaman adalah tinggi tanaman. Pertumbuhan tanaman merupakan proses bertambahnya massa dan volume tubuh tanaman secara permanen, yang tidak dapat kembali seperti semula. Proses ini bersifat kuantitatif karena dapat diukur dan dinyatakan dengan angka tertentu (Ningsih, 2019).

Pengamatan terhadap pertumbuhan tinggi tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) dari minggu pertama hingga minggu kelima (1-5 MST) menunjukkan adanya peningkatan tinggi tanaman pada seluruh perlakuan, meskipun tingkat pertumbuhannya berbeda-beda. Perlakuan tanpa penambahan magnesium

(M1) memperlihatkan hasil pertumbuhan paling rendah, dengan tinggi akhir hanya mencapai 8,87 cm dan indeks pertumbuhan sebesar 4,27. Hasil ini mengindikasikan bahwa ketiadaan magnesium menghambat pertumbuhan tanaman. Hal tersebut menunjukkan pentingnya magnesium (Mg) dalam menunjang fotosintesis serta akumulasi karbohidrat yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman (Farhat *et al.*, 2016).

Sebaliknya, perlakuan M4 (Magnesium 150%) menunjukkan hasil paling optimal, dengan rata-rata tinggi tanaman mencapai 29,43 cm dan indeks pertumbuhan sebesar 17,11. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi magnesium sebesar 150% mampu secara maksimal mendorong pertumbuhan tinggi tanaman.

Perlakuan M3 (Magnesium 100%) menghasilkan tinggi tanaman sebesar 26,95 cm dengan indeks pertumbuhan 16,53. Sementara itu, M2 (Magnesium 50%) menghasilkan tinggi 26,00 cm dan indeks pertumbuhan 14,75. Kedua perlakuan ini memiliki hasil yang relatif berdekatan, namun efektivitas pertumbuhan terlihat lebih tinggi pada perlakuan M3 dibandingkan M2. Adapun pada perlakuan M5 (Magnesium 200%), tinggi tanaman tercatat sebesar 25,61 cm dengan indeks pertumbuhan sebesar 15,11. Meskipun nilainya masih tergolong tinggi, tidak terdapat peningkatan signifikan

dibandingkan M4. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan magnesium melebihi 150% tidak selalu memberikan keuntungan tambahan terhadap pertumbuhan, dan justru dapat mengganggu keseimbangan unsur hara di dalam tanah (Khomariyah & Nurmalasari, 2023).

Selama masa pengamatan, tanaman masih berada dalam fase vegetatif, yaitu masa aktif pertumbuhan bagian-bagian seperti batang dan daun. Pada tahap ini, aktivitas metabolisme berlangsung intensif, termasuk proses pembentukan jaringan baru dan klorofil (Ritonga *et al.*, 2022). Dalam hal ini, magnesium memegang peranan penting karena membantu mengoptimalkan proses fotosintesis serta distribusi hasil fotosintesis ke bagian meristem batang, yang mendukung pemanjangan tanaman (Susilo *et al.*, 2016).

Berdasarkan hasil uji ANOVA, pada minggu pertama (1 MST) dan kedua (2 MST), perlakuan magnesium belum memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman. Kondisi ini menunjukkan bahwa di fase awal pertumbuhan, tanaman belum memberikan respons yang jelas terhadap pemberian unsur hara. Pada tahap ini sistem perakaran masih berkembang, sehingga kemampuan tanaman dalam menyerap nutrisi belum optimal (Sitompul & Guritno,

1995). Sedangkan mulai minggu ketiga hingga minggu kelima (3-5 MST), pengaruh magnesium mulai terlihat nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa seiring dengan meningkatnya aktivitas metabolisme tanaman pada fase vegetatif, efek dari pemberian magnesium mulai tampak. Menurut Senbayram *et al.* (2015), dalam fase ini ketersediaan unsur hara seperti magnesium sangat diperlukan untuk menunjang proses fotosintesis dan pembentukan jaringan baru.

Pada hasil uji lanjut Duncan, meskipun terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan pada minggu ketiga hingga kelima, peningkatan efektivitas magnesium tidak selalu berbanding lurus dengan konsentrasinya. Konsentrasi magnesium 150% (M4) terbukti paling optimal dalam mendorong pertumbuhan tinggi tanaman, sedangkan konsentrasi lebih tinggi (200%) tidak memberikan keuntungan tambahan. Menurut Dwivedi *et al.* (2022), jika kelebihan unsur hara magnesium justru dapat memicu efek antagonis dan mengganggu penyerapan unsur lainnya.

2. Jumlah Daun

Jumlah daun merupakan salah satu indikator penting yang perlu diamati dalam menilai pertumbuhan tanaman, karena daun berperan sebagai organ utama

tempat berlangsungnya proses fotosintesis. Semakin banyak daun yang dimiliki tanaman, semakin besar pula potensi hasil fotosintesis yang dimanfaatkan untuk mendukung pertumbuhan secara keseluruhan (Wardania *et al.*, 2023). Oleh sebab itu, pengamatan jumlah daun menjadi bagian penting dalam studi pertumbuhan tanaman. Selain menjadi indikator langsung dari perkembangan vegetatif tanaman, jumlah daun juga dapat digunakan sebagai data pelengkap untuk memahami lebih lanjut dinamika pertumbuhan yang sedang berlangsung (Rusdi *et al.*, 2017).

Dalam penelitian ini, jumlah daun diamati setiap minggu mulai dari minggu pertama hingga minggu ke-5 (1-5 MST), dengan cara menghitung seluruh daun yang telah membuka secara sempurna pada setiap sampel di masing-masing perlakuan. Berdasarkan data pada Tabel 4.2, pada minggu kelima (5 MST), perlakuan M1 (Magnesium 0%) mencatat jumlah daun paling sedikit, yaitu 9,41 helai dengan indeks pertumbuhan sebesar 3,71. Rendahnya jumlah daun pada perlakuan ini diduga kuat akibat tidak tersedianya magnesium, yang berdampak pada berkurangnya aktivitas fotosintesis dan terhambatnya pertumbuhan organ vegetatif, termasuk pembentukan daun. Hal ini sejalan dengan temuan Rusdi *et al.* (2017), yang menyatakan bahwa peningkatan

jumlah daun erat kaitannya dengan kemampuan tanaman dalam berfotosintesis secara optimal.

Pada perlakuan magnesium 150% (M4) menghasilkan jumlah daun terbanyak, yakni 14,91 helai dan indeks pertumbuhan tertinggi sebesar 6,46, diikuti oleh M5 (Magnesium 200%) dengan rata-rata jumlah daun 14,83 helai dan indeks 6,42. Hasil penelitian ini memperkuat bukti bahwa magnesium memainkan peran penting dalam mendukung pembentukan daun. Magnesium sebagai unsur utama dalam struktur klorofil dan turut berperan dalam aktivasi berbagai enzim serta distribusi hasil fotosintesis ke seluruh jaringan tanaman (Tisdale & Nelson, 1975). Rusdi *et al.* (2017) menjelaskan bahwa terdapat hubungan positif antara tinggi tanaman dan jumlah daun, karena tanaman yang tumbuh lebih tinggi biasanya memiliki lebih banyak ruas batang tempat munculnya daun. Hal ini juga terlihat pada perlakuan M4 (Magnesium 150%) dan M5 (Magnesium 200%) yang tidak hanya memiliki jumlah daun lebih banyak, tetapi juga menunjukkan pertumbuhan tinggi tanaman yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya.

Hasil analisis data pada pengamatan minggu pertama (1 MST), data tidak memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas, sehingga dianalisis

menggunakan uji Kruskal-Wallis, yang menghasilkan nilai *Asymp. Sig* sebesar 0,11 ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa belum terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan pada fase awal pertumbuhan. Sementara itu, pada minggu keempat dan kelima, hasil uji ANOVA menunjukkan nilai signifikansi masing-masing sebesar 0,02 dan 0,00 ($p < 0.05$), yang menandakan adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan.

Pada hasil uji ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang nyata, maka dilakukan uji lanjutan menggunakan Duncan untuk melihat secara signifikan perbedaan antar perlakuan. Pada minggu keempat (4 MST), perlakuan M5 (Magnesium 200%) menunjukkan perbedaan signifikan terhadap perlakuan M4 (Magnesium 150%) dan M1 (Magnesium 0%). Sementara itu, perlakuan M2 (Magnesium 50%) dan M3 (Magnesium 100%) tidak berbeda signifikan satu sama lain, begitu juga dengan M4 dan M1. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun pemberian magnesium memang berpengaruh terhadap peningkatan jumlah daun, respons tanaman pada dosis 50% hingga 150% masih cenderung serupa. Temuan ini sejalan dengan Ishfaq *et al.* (2022), yang menyebutkan bahwa akumulasi magnesium dalam jaringan tanaman bisa

mendorong proses fotosintesis dan pembentukan daun, namun efek maksimalnya biasanya baru terlihat pada dosis tinggi atau setelah waktu tertentu.

Memasuki minggu kelima (5 MST), perlakuan M1 (Magnesium 0%) menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan semua perlakuan lainnya. Sebaliknya, perlakuan M2 hingga M5 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antar satu sama lain, meskipun jumlah daunnya terus meningkat seiring peningkatan dosis magnesium. Perlakuan M1 mendapatkan hasil jumlah daun paling sedikit, yaitu 9,41 helai dengan indeks pertumbuhan 3,71. Sedangkan M4 dan M5 menunjukkan hasil tertinggi, masing-masing mencapai 14,91 dan 14,83 helai dengan indeks pertumbuhan 6,46 dan 6,42. Hal ini memperkuat bukti bahwa pemberian magnesium mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif, khususnya pembentukan daun, hingga pada titik dosis optimal. Magnesium sendiri merupakan elemen penting dalam struktur klorofil dan berperan dalam aktivasi enzim, pembentukan protein, serta distribusi hasil fotosintesis ke seluruh bagian tanaman (Tisdale & Nelson, 1975). Dengan tersedianya magnesium dalam jumlah yang memadai, proses fotosintesis dapat berjalan lebih efisien sehingga tanaman memiliki sumber energi cukup untuk menghasilkan lebih banyak daun.

Jumlah daun yang rendah pada perlakuan M1 (Magnesium 0%) menunjukkan bahwa kekurangan magnesium memberikan dampak nyata terhadap pertumbuhan vegetatif, terutama dalam hal pembentukan daun. Magnesium sendiri merupakan unsur hara makro yang sangat penting karena berperan langsung dalam proses fotosintesis sebagai bagian inti dari struktur klorofil. Kekurangan unsur ini dapat menghambat pembentukan klorofil, menurunkan efisiensi proses fotosintesis, dan pada akhirnya mengurangi ketersediaan energi yang dibutuhkan tanaman untuk membentuk jaringan baru, termasuk daun (Marschner, 2012). Tak hanya itu, kekurangan magnesium juga dapat memengaruhi kerja enzim dan distribusi hasil fotosintesis ke seluruh bagian tanaman, sehingga menyebabkan pertumbuhan menjadi terhambat (Mengel & Kirkby, 2001). Gangguan fisiologis akibat kekurangan magnesium biasanya dapat dikenali melalui gejala visual pada tanaman. Tampak pada Gambar 4.8, daun bayam merah dengan perlakuan M1 (Magnesium 0%) menunjukkan ciri-ciri defisiensi magnesium.



Gambar 4. 8 Defisiensi magnesium pada perlakuan M1 (Magnesium 0%). (→) pada gambar (A) menunjukkan ciri-ciri klorosis interveinal pada daun berumur 2 MST. Sedangkan pada gambar (B) berumur 5 MST.

Sumber: Dokumentasi peneliti

Gejala kekurangan magnesium umumnya pertama kali muncul pada daun-daun tua. Ciri khas defisiensi magnesium antara lain ditandai dengan munculnya klorosis interveinal, yaitu perubahan warna daun menjadi kekuningan yaitu perubahan warna daun menjadi kekuningan di area antara tulang daun, sementara tulang daun tetap berwarna hijau. Selain itu bagian pinggir daun bisa terlihat menggulung atau mengeriting, tetapi pucuk dan bagian bawah daun umumnya masih tampak hijau.

Jika kekurangan magnesium berlangsung lebih parah, klorosis dapat meluas ke daun yang lebih muda dan bahkan menyebabkan jaringan daun mengalami nekrosis atau kematian sel. Untuk menjaga pertumbuhan tanaman tetap optimal, penting memastikan bahwa ketersediaan magnesium sesuai dengan kebutuhan tanaman. Kelebihan magnesium di dalam jaringan

tanaman juga tidak diinginkan, karena dapat mengganggu keseimbangan serapan unsur hara lain seperti kalsium (Ca) dan kalium (K). Kandungan magnesium yang terlalu tinggi di dalam vakuola sel bisa menghambat penyerapan dua unsur penting tersebut, sehingga memicu gejala kekurangan kalsium dan kalium (Susilo *et al.*, 2016).

3. Panjang Akar

Akar berfungsi sebagai organ vegetatif utama yang berperan penting dalam menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Melalui akar, tanaman menyerap air, mineral, serta berbagai zat hara terlarut yang dibutuhkan selama proses fisiologis. Akar yang tumbuh optimal akan meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara, sehingga secara langsung mendukung pertumbuhan tanaman secara keseluruhan. Salah satu indikator penting dari kinerja sistem perakaran adalah panjang akar, karena semakin panjang akar, semakin besar pula jangkauan tanaman dalam memperoleh nutrisi dari dalam tanah (Wardania *et al.*, 2023).

Pengamatan panjang akar tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) dilakukan pada usia 35 hari atau saat panen, dengan cara mengukur akar dari pangkal hingga ujung terpanjang menggunakan penggaris. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa panjang akar berbeda-

beda antar perlakuan. Variasi ini berkaitan erat dengan perbedaan dosis magnesium yang diberikan selama masa pertumbuhan.

Hasil pengukuran panjang akar tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) menunjukkan adanya pola peningkatan seiring dengan penambahan dosis magnesium. Tanaman pada perlakuan M1 (Magnesium 0%) menghasilkan panjang akar terpendek, yaitu 18,16 cm dengan indeks pertumbuhan 10,51. Sebaliknya, perlakuan M5 (Magnesium 200%) menunjukkan panjang akar terpanjang, mencapai 22,83 cm dan indeks pertumbuhan 15,35. Perlakuan M4 (Magnesium 150%) juga mencatat hasil yang tinggi dengan panjang akar 22,33 cm dan bahkan indeks pertumbuhannya tertinggi, yakni 20,48.

Perbedaan ini menunjukkan bahwa magnesium berperan besar dalam mendukung perkembangan akar. Sebagai komponen utama dalam struktur klorofil, magnesium sangat berpengaruh terhadap kelancaran proses fotosintesis dan produksi energi dalam bentuk ATP. Selain itu, magnesium juga terlibat dalam aktivasi berbagai enzim yang memicu pembelahan dan pemanjangan sel (Mengel & Kirkby, 2001). Dengan tercukupinya kebutuhan magnesium, tanaman memiliki cadangan energi dan asimilat yang cukup untuk

mendukung pertumbuhan jaringan bawah tanah, termasuk akar (Taiz *et al.*, 2014).

Hasil uji ANOVA menunjukkan nilai signifikansi 0,02 ($p < 0.05$), yang berarti bahwa perlakuan magnesium memberikan pengaruh nyata terhadap panjang akar. Untuk mengetahui lebih lanjut letak perbedaannya, dilakukan uji lanjut Duncan. Hasilnya menunjukkan bahwa tanaman tanpa tambahan magnesium (M1) berbeda signifikan dengan perlakuan M2, M4, dan M5. Ini memperkuat dugaan bahwa kekurangan magnesium membatasi pertumbuhan akar, karena terganggunya proses sintesis klorofil dan menurunnya aktivitas enzimatis yang berperan dalam metabolisme energi (Marschner, 2012). Pada penelitian yang dilakukan oleh Wu *et al.* (2022), dijelaskan bahwa magnesium memiliki peran krusial dalam mendukung pertumbuhan akar serta proses penyerapan nutrisi. Ketika tanaman mengalami defisiensi magnesium, jumlah akar yang terbentuk menjadi sedikit, sehingga kemampuan tanaman dalam menyerap dan mendistribusikan unsur hara pun menurun. Akibatnya, efisiensi pemanfaatan nutrisi secara keseluruhan ikut terganggu. Selain itu, pada kondisi kekurangan magnesium, terjadi penurunan jumlah plasmodesmata di antara sel-sel parenkim floem pada pembuluh daun utama. Hal ini menghambat

pergerakan karbohidrat dari akar menuju bagian atas atau pucuk tanaman, yang pada akhirnya memperlambat pertumbuhan akar itu sendiri (Wu *et al.*, 2022).

Sementara itu, tanaman pada perlakuan M3 (Magnesium 100%) memiliki panjang akar 18,58 cm yang secara statistik tidak berbeda signifikan dengan M1 dan M2. Hal ini menunjukkan bahwa pada dosis ini, efektivitas magnesium dalam mendukung pertumbuhan akar belum optimal. Perlakuan M2 (Magnesium 50%) mendapatkan hasil panjang akar 21,66 cm dan tidak berbeda signifikan dari M3, namun mulai menunjukkan peningkatan yang mengarah ke hasil lebih baik. Perlakuan dengan dosis magnesium tertinggi, yakni M4 dan M5 menunjukkan hasil tidak berbeda signifikan satu sama lain begitu pula dengan M2. Peningkatan panjang akar pada dosis ini kemungkinan besar disebabkan oleh tersedianya magnesium dalam jumlah yang cukup untuk menunjang pembentukan energi transport hasil fotosintesis dan pemanjangan sel akar.

Taiz *et al.* (2014) menjelaskan bahwa magnesium mendukung aktivitas enzim yang berkaitan dengan pertumbuhan sel serta membantu distribusi karbohidrat dari daun ke akar asimilat yang cukup memungkinkan pertumbuhan akar menjadi lebih aktif dan efisien. Pada penelitian yang dilakukan oleh Qu *et al.* (2023),

penambahan magnesium (Mg) dalam media tanam terbukti mampu mendorong pertumbuhan akar serta meningkatkan biomassa dan akumulasi nutrisi pada tanaman sayuran tomat dan mentimun. Seiring meningkatnya dosis magnesium, berbagai parameter sistem perakaran termasuk panjang akar, diameter, luas permukaan, dan volume akar menunjukkan perkembangan yang lebih baik, hingga mencapai titik maksimal pada kadar magnesium tertinggi yang diberikan. Peningkatan ini juga diiringi dengan naiknya tingkat penyerapan magnesium oleh akar, yang secara langsung memperbaiki efisiensi penyerapan unsur hara lainnya. Oleh karena itu, akar yang lebih panjang pada perlakuan M4 dan M5 mencerminkan kemampuan tanaman dalam memanfaatkan magnesium secara optimal untuk menunjang pertumbuhan sistem perakaran.

4. Berat Basah

Berat basah merupakan total massa tanaman dalam kondisi segar, yakni sebelum mengalami proses penguapan air atau pelayuan. Parameter ini umum digunakan sebagai indikator untuk menilai tingkat pertumbuhan tanaman secara keseluruhan (Lakitan, 1996). Dalam penelitian ini, pengukuran berat basah tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.)

dilakukan saat tanaman memasuki usia panen, yaitu pada hari ke-35. Penimbangan dilakukan terhadap seluruh bagian tanaman menggunakan neraca analitik pada setiap unit sampel.

Hasil pengukuran menunjukkan adanya variasi bobot antar sampel, yang mencerminkan pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan biomassa tanaman. Pada perlakuan M1 (Magnesium 0%) menunjukkan berat basah terendah, yaitu sebesar 0,38 gram dengan indeks pertumbuhan 40,35. Syafa'at *et al.* (2015) mengungkapkan bahwa dimensi atau ukuran organ tanaman berpengaruh langsung terhadap berat segarnya. Hal ini disebabkan karena ukuran tanaman mencerminkan seberapa optimal tanaman tersebut menyerap unsur hara yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhannya. Sebaliknya, pemberian magnesium pada kadar 200% (M5) menghasilkan rata-rata berat basah tertinggi, yakni 13,80 gram dengan indeks pertumbuhan mencapai 1455,81. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan dosis magnesium secara konsisten meningkatkan akumulasi biomassa tanaman, sebagaimana juga terlihat pada perlakuan M4 (Magnesium 150%) yang menghasilkan berat basah 8,23 gram.

Hasil uji ANOVA mendapatkan hasil nilai signifikansi sebesar 0,00 yang menunjukkan adanya pengaruh yang nyata dari pemberian magnesium terhadap berat basah tanaman bayam merah. Uji lanjutan menggunakan uji Duncan yang menunjukkan bahwa perlakuan M5 (Magnesium 200%) secara statistik berbeda signifikan dibandingkan perlakuan lain. Kemudian, pada perlakuan M1 (Magnesium 0%) juga berbeda signifikan terhadap perlakuan lainnya. Tiga perlakuan lainnya, yaitu M2 (Magnesium 50%), M3 (Magnesium 150%), tidak berbeda signifikan satu sama lain, meskipun berat basahnya meningkat seiring kenaikan dosis magnesium. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan magnesium dari dosis 50% hingga 150% mampu meningkatkan berat basah tanaman, namun belum cukup untuk memberikan perbedaan signifikan di antara ketiganya.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Wachid & Rizal (2019), menunjukkan bahwa penggunaan pupuk kandang kambing yang terdapat unsur magnesium di dalamnya memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan berat basah tanaman bayam merah. Sedangkan rendahnya berat basah pada perlakuan M1 menunjukkan dampak negatif dari kekurangan magnesium. Defisiensi magnesium dapat menyebabkan

gangguan pada aktivitas fotosintesis, hambatan pembentukan klorofil, dan menurunnya efisiensi metabolisme. Akibatnya, tanaman kesulitan mengakumulasi biomassa secara optimal.

Hal ini diperkuat oleh pernyataan Aini *et al.* (2019) yang menjelaskan bahwa berat basah tanaman sangat dipengaruhi oleh kemampuan tanaman dalam menyerap air dan hasil fotosintesis yang kemudian ditranslokasikan ke seluruh organ tanaman. Dalam hal ini, magnesium berperan penting dalam menjaga keseimbangan ion dan air dalam jaringan tanaman, sehingga turut memengaruhi status hidrasi dan distribusi fotosintat. Sejalan dengan itu Fitriani *et al.* (2023), menegaskan bahwa ketersediaan air yang cukup merupakan faktor utama dalam mendukung pertumbuhan dan pembentukan berat basah tanaman.

5. Berat Kering

Berat kering sering dijadikan indikator untuk menilai sejauh mana pertumbuhan tanaman berlangsung. Jayantie *et al.* (2017) menjelaskan bahwa semakin tinggi nilai berat kering yang dihasilkan, maka semakin baik pula aktivitas metabolisme dalam tanaman. Sebaliknya, jika berat kering rendah, hal itu menandakan bahwa proses metabolisme tanaman kurang optimal. Pada penelitian ini, pengukuran berat kering tanaman bayam

merah (*Amaranthus cruentus* L.) dilakukan saat tanaman berumur 35 hari atau saat panen, dengan menimbang seluruh bagian tanaman dari tiap sampel yang telah dikeringkan dalam oven selama 48 jam pada suhu 60°C. Hasil penimbangan menunjukkan variasi berat kering antar sampel, yang mencerminkan perbedaan pertumbuhan antar perlakuan.

Berdasarkan hasil pengamatan, aplikasi magnesium dalam berbagai dosis terbukti berpengaruh nyata terhadap berat kering tanaman bayam merah. Perlakuan M1 (Magnesium 0%) menghasilkan berat kering paling rendah, yaitu 0,10 gram dengan indeks pertumbuhan sebesar 74,96. Sebaliknya, pemberian magnesium pada kadar 150% (M4) menghasilkan berat kering tertinggi, yakni 1,36 gram dengan indeks pertumbuhan mencapai 1689,01. Ini menunjukkan bahwa peningkatan dosis magnesium hingga 150% mampu mendorong akumulasi biomassa kering secara optimal.

Hasil analisis uji ANOVA memperkuat hasil penelitian ini dengan nilai signifikansi sebesar 0,00 yang mengindikasikan bahwa variasi dosis magnesium memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat kering tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.). Artinya, perbedaan dosis magnesium dalam media tanam

memberikan respons yang bervariasi terhadap pertumbuhan biomassa tanaman dalam bentuk berat kering. Selanjutnya, hasil uji lanjutan menggunakan uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan M1 (Magnesium 0%) dan M3 (Magnesium 100%) tidak berbeda signifikan satu sama lain, namun keduanya berbeda signifikan dengan perlakuan lainnya. Sedangkan pada perlakuan M2 (Magnesium 50%), M4 (Magnesium 150%), dan M5 (Magnesium 200%) tidak berbeda signifikan satu sama lain tetapi tetap menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap perlakuan M1 dan M3.

Dari hasil yang diperoleh, terlihat bahwa berat kering tanaman bayam merah tidak menunjukkan pola kenaikan yang konsisten seiring peningkatan dosis magnesium. Misalnya, berat kering meningkat dari perlakuan M2 (Magnesium 50%) ke M4 (Magnesium 150%), namun justru menurun pada M3 (Magnesium 100%) sebelum kembali naik di M4. Kondisi ini mengindikasikan bahwa respons tanaman terhadap penambahan magnesium tidak bersifat linier atau berlangsung stabil. Variasi ini dapat dijelaskan melalui mekanisme fisiologis tanaman. Berat kering merupakan hasil dari akumulasi zat organik yang terbentuk lewat proses fotosintesis. Seperti dijelaskan oleh Aini *et al.*

(2019), tingginya berat kering menunjukkan bahwa proses metabolisme tanaman berlangsung optimal. Namun, ketika tanaman menerima dosis magnesium kurang tepat, baik terlalu rendah maupun terlalu tinggi proses tersebut bisa terganggu. Kekurangan magnesium, dapat menghambat pembentukan klorofil dan menurunkan aktivitas enzim yang berperan dalam metabolisme. Sebaliknya, kelebihan magnesium dapat memicu kompetisi dengan unsur hara lain seperti kalsium dan kalium juga penting bagi pertumbuhan (Marschner, 2012). Dari hasil pengamatan, dosis magnesium sebesar 150% (M4) tampaknya menjadi titik optimal dalam mendukung pembentukan biomassa kering secara maksimal pada bayam merah. Temuan ini diperkuat oleh penelitian Afida (2019), yang menunjukkan bahwa pemupukan dengan kombinasi unsur yang tepat mampu meningkatkan berat kering tanaman secara nyata.

6. Flavonoid

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian magnesium dengan dosis yang bervariasi terhadap kadar flavonoid total pada daun bayam merah. Flavonoid merupakan salah satu metabolit sekunder penting yang berfungsi sebagai antioksidan alami. Senyawa ini membantu tanaman dalam menangkal stress oksidatif dan turut mendukung proses

fisiologis tanaman, termasuk pertumbuhan dan ketahanan terhadap kondisi lingkungan. Dengan memahami kadar flavonoid, diharapkan dapat diketahui bagaimana magnesium memengaruhi akumulasi senyawa tersebut.

Berdasarkan hasil analisis, kadar flavonoid tertinggi ditemukan pada perlakuan M2 (Magnesium 50%) yaitu 1,74 mgQE/g, diikuti oleh M1 (Magnesium 0%) dengan 1,70 mgQE/g. Sedangkan kadar terendah terdapat pada M3 (Magnesium 50%) yaitu 1,30 mgQE/g. Sementara itu, M4 (Magnesium 150%) dan M5 (Magnesium 200%) masing-masing menunjukkan kadar 1,36 mgQE/g dan 1,51 mgQE/g. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan dosis magnesium tidak selalu sejalan dengan peningkatan kadar flavonoid. Bahkan, pada dosis 100% justru terjadi penurunan dibandingkan perlakuan tanpa magnesium (M1). Ketidak teraturan ini mencerminkan bahwa sintesis flavonoid tidak hanya ditentukan oleh keberadaan magnesium, melainkan juga oleh interaksi faktor lain seperti stress lingkungan, keseimbangan unsur hara, dan status fisiologis tanaman. Winkel-shirley (2015) menjelaskan bahwa biosintesis flavonoid merupakan proses kompleks yang sangat dipengaruhi oleh berbagai sinyal lingkungan dan kondisi metabolisme tanaman.

Secara statistik, hasil uji ANOVA menunjukkan nilai signifikansi 0,66 yang berarti tidak terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan terhadap kadar flavonoid. Artinya, pemberian magnesium dari 0% hingga 200% tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kadar flavonoid total pada daun bayam merah. Hal ini mungkin disebabkan oleh kemampuan tanaman dalam beradaptasi dan mengatur produksi senyawa sekunder seperti flavonoid, sehingga perbedaan dosis magnesium tidak memberikan dampak signifikan (Taiz *et al.*, 2014).

Sebagai pelengkap analisis kuantitatif, dilakukan pula pengamatan visual warna ekstrak flavonoid untuk mengetahui indikasi kualitatif keberadaan senyawa tersebut. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa M1 (Magnesium 0%) menghasilkan ekstrak dengan warna sedikit bening kekuningan, yang mengindikasikan kandungan flavonoid rendah. Perlakuan M2 dan M5 menunjukkan warna jingga kekuningan. Sedangkan, pada perlakuan M3 dan M4 menunjukkan warna kuning dengan variasi tingkat kekeruhan M2 dan M5 tampak lebih pekat, sedangkan M3 dan M4 lebih bening. Warna jingga kekuningan ini umumnya dikaitkan dengan keberadaan flavon dan flavonol, yaitu kelompok flavonoid yang memberikan pigmen kuning hingga hijau pada tanaman (Harborne, 1998). Meskipun perbedaan ini

tidak signifikan secara numerik, pengamatan visual menunjukkan adanya indikasi peningkatan kadar flavonoid seiring pemberian magnesium, meskipun tidak dalam pola yang linier. Ini memperkuat dugaan bahwa secara fisiologis, tanaman tetap merespons keberadaan magnesium dalam proses pembentukan metabolit sekunder.

Ini juga didukung oleh penelitian Raharjo *et al.*, (2023), yang melaporkan bahwa kadar flavonoid dalam daun bayam merah dapat mencapai 22,27 mgQE/g pada kondisi pertumbuhan optimal dan dengan teknik ekstraksi tertentu. Namun, mereka juga mencatat bahwa kandungan flavonoid sangat dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti jenis pelarut, metode ekstraksi, serta varietas dan kondisi tumbuh tanaman. Selain itu, Marschner (2012) menyatakan bahwa magnesium merupakan kofaktor penting dalam berbagai proses enzimatik yang berhubungan dengan biosintesis senyawa sekunder. Akan tetapi, kelebihan magnesium dapat mengganggu keseimbangan unsur lain seperti kalsium dan kalium, yang justru dapat berdampak negatif pada proses metabolisme tanaman secara keseluruhan.

7. Antosianin

Antosianin merupakan bagian dari kelompok flavonoid yang berperan penting dalam memberikan

warna merah, ungu, hingga biru pada jaringan tanaman, seperti daun, batang, dan bunga. Selain berfungsi sebagai pigmen, senyawa ini juga bertindak sebagai antioksidan dan pelindung tanaman dari berbagai tekanan lingkungan, seperti cahaya berlebih, suhu ekstrem, hingga defisiensi unsur hara (Gould, 2022). Pada bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.), antosianinlah yang memberi warna khas merah pada daunnya, sekaligus berkontribusi pada nilai fungsional tanaman sebagai sumber senyawa bioaktif.

Berdasarkan data yang ditampilkan dalam Tabel 4.8 dan Gambar 4.7, perlakuan M2 (Magnesium 50%) menghasilkan kadar antosianin tertinggi sebesar 0,57 mg/L. Kemudian, M3 (Magnesium 100%) mendapatkan hasil 0,46 mg/L, dan M4 (Magnesium 150%) sebesar 0,21 mg/L. Adapun perlakuan M1 (Magnesium 0%) dan M5 (Magnesium 200%) sama-sama menunjukkan kadar paling rendah, yaitu hanya 0,10 mg/L.

Pola ini menunjukkan bahwa suplementasi magnesium dalam kadar 50% cenderung mendorong sintesis antosianin secara optimal. Namun, baik pada kondisi tanpa magnesium (M1) maupun saat diberikan secara berlebih (M5), kadar antosianin justru menurun drastis. Hal ini dapat dijelaskan oleh peran magnesium sebagai kofaktor berbagai enzim dalam jalur biosintetik

fenilpropanid, yang menjadi dasar pembentukan senyawa fenolik seperti antosianin (Marschner, 2012). Kelebihan magnesium juga bisa menimbulkan efek antagonis pada kestabilan fisiologis dan metabolisme sekunder tanaman (Taiz *et al.*, 2014).

Dari hasil uji ANOVA, diketahui bahwa nilai signifikansi sebesar 0,01 yang menunjukkan bahwa variasi dosis magnesium memberikan pengaruh nyata terhadap kadar antosianin. artinya, respons tanaman terhadap perlakuan magnesium dalam hal produksi antosianin memang signifikan secara statistik.

Analisis lanjutan menggunakan uji Duncan memberikan informasi lebih rinci terkait perbedaan antar perlakuan. Hasilnya, perlakuan M2 (Magnesium 50%) pengaruhnya terhadap peningkatan kadar antosianin berbeda signifikan dengan perlakuan M1, M4, dan M5. M3 (Magnesium 100%) dan M4 (Magnesium 150%) tidak berbeda signifikan satu sama lain dan M4 juga tidak berbeda signifikan dengan M1 dan M5. Sedangkan perlakuan M1 (Magnesium 0%) dan M5 (Magnesium 200%) juga tidak berbeda signifikan, menandakan bahwa keduanya tidak memberikan efek peningkatan antosianin yang berarti.

Temuan ini memperkuat dugaan bahwa dosis magnesium yang terlalu rendah maupun terlalu tinggi

sama-sama tidak efektif dalam merangsang biosintesis antosianin. Justru, pada kadar sedang (terutama 50%), tanaman tampak berada dalam kondisi fisiologis yang mendukung produksi antosianin secara maksimal. Hal ini sejalan dengan pendapat Chalker-Scott & Fuchigami (1989), yang menyatakan bahwa akumulasi antosianin sering kali merupakan respons adaptif terhadap stress ringan atau kondisi lingkungan yang tepat. Dosis magnesium yang optimal mampu menciptakan stimulasi ringan terhadap sistem metabolisme tanaman, tanpa menyebabkan gangguan ionik.

Penelitian lain oleh Lee *et al.* (2015) dan Wang *et al.* (2016) mendukung hasil ini, dimana suplementasi magnesium pada rentang optimal meningkatkan kadar antosianin secara signifikan. Wang *et al.* (2016), mencatat peningkatan antosianin pada selada merah, tetapi juga mencatat penurunan kadar saat tanaman menerima magnesium dalam dosis terlalu tinggi. Ini menunjukkan bahwa keseimbangan nutrisi sangat penting dalam pengaturan biosintesis senyawa sekunder seperti antosianin. Secara metodologis, penggunaan teknik spektrofotometri pH diferensial dinilai tepat, karena metode ini mampu mengukur antosianin aktif secara spesifik dan sensitif terhadap perubahan struktur

molekul akibat pH. Hal ini mendukung ketepatan pengukuran dalam studi ini (Giusti & Wrolstad, 2001).

8. Faktor Lingkungan

Pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di sekitarnya. Pada penelitian ini, beberapa faktor penting diamati meliputi suhu, kelembapan udara, intensitas cahaya, pH larutan nutrisi serta konsentrasi zat terlarut (TDS). Pengamatan dilakukan secara rutin selama masa tanam di *Greenhouse* Kampus 2 UIN Walisongo Semarang. Data dari faktor-faktor tersebut kemudian dikaitkan dengan parameter pertumbuhan dan kandungan metabolit sekunder bayam merah.

a. Suhu

Selama penelitian, suhu rata-rata pada pagi hari (08.00 WIB) tercatat 31,67°C, siang hari (12.00 WIB) 33,31°C,, dan sore hari (15.00 WIB) 30,24°C (Lampiran 14). Rentang suhu ini cenderung lebih tinggi dibandingkan suhu ideal untuk pertumbuhan tanaman pada umumnya, yaitu sekitar 20-27°C (Ohtaka *et al.*, 2020). Suhu yang terlalu tinggi dapat mengganggu proses fotosintesis, meningkatkan laju respirasi, serta mempercepat penguapan air dari daun, yang akhirnya menghambat pertumbuhan tanaman. Jika suhu tinggi berlangsung terus-

menerus, stress fisiologis tetap bisa terjadi dan berdampak pada pertumbuhan, terutama tinggi tanaman dan jumlah daun.

b. Kelembapan Udara

Kelembapan udara rata-rata tercatat berada pada kisaran 74,17% di pagi hari, 60,08% siang hari, dan 60,25% pada sore hari (Lampiran 14). Kondisi ini umumnya masih mendukung pertumbuhan tanaman, terutama karena kelembapan di pagi hari masih berada dalam rentang optimal, yakni 70-80% (Mortensen, 1986). Kelembapan yang cukup membantu menjaga tekanan air di dalam jaringan tanaman, serta mengurangi stress akibat suhu yang tinggi. Meskipun kelembapan menurun saat siang hari dan sore hari, sistem hidroponik memungkinkan pengaturan nutrisi dan air yang lebih baik sehingga dampak negatif dari kelembapan rendah bisa diminimalkan.

c. Intensitas Cahaya

Selama pengamatan, intensitas cahaya berkisar 11.100 lux di pagi hari, 10.260,83 lux pada siang hari, dan turun menjadi 4.370 lux pada sore hari (Lampiran 14). Jika dikonversi, nilai tersebut tergolong mendekati batas bawah dari kisaran ideal untuk fotosintesis optimal, yakni sekitar 10.000-

20.000 lux (Miao *et al.*, 2023). Intensitas cahaya yang cukup sangat berpengaruh terhadap proses fotosintesis dan produksi energi, yang pada akhirnya menentukan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Cahaya yang rendah terutama pada sore hari bisa menjadi salah satu faktor yang menurunkan akumulasi biomassa maupun produksi senyawa bioaktif seperti antosianin dan flavonoid yang umumnya meningkat di bawah cahaya terang.

d. pH Larutan Nutrisi

Rata-rata pH larutan nutrisi dalam tiap perlakuan tergolong stabil, yaitu antara 6,46 hingga 6,80 (Lampiran 13). Nilai ini umumnya sesuai dengan pH optimal untuk penyerapan unsur magnesium, yaitu 6,0-6,5 (Ishfaq *et al.*, 2022). Hanya pada perlakuan M3 (Magnesium 100%) yang sedikit melebihi batas tersebut, namun tergolong tolerabel. pH yang sesuai sangat penting agar nutrisi dapat tersedia dalam bentuk yang dapat diserap akar. Ketidaksesuaian pH dapat mengurangi efektivitas penyerapan magnesium yang merupakan unsur penting dalam biosintesis klorofil dan senyawa flavonoid seperti antosianin.

e. Konsentrasi TDS

TDS yang diukur selama penelitian menunjukkan angka antara 460,5 ppm hingga 644,5 ppm (Lampiran 13). Nilai ini berada jauh di bawah kisaran ideal untuk hidroponik, yakni 1000-1200 ppm (Chander, 2023). Rendahnya TDS ini mengindikasikan konsentrasi nutrisi di larutan tergolong kurang, yang bisa menyebabkan defisiensi unsur hara penting seperti magnesium. Kondisi ini berpengaruh langsung terhadap parameter pertumbuhan seperti tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, maupun berat basah dan kering. Selain itu, rendahnya ketersediaan magnesium juga dapat menurunkan kadar flavonoid dan antosianin, karena magnesium merupakan kofaktor dalam jalur biosintesis kedua senyawa tersebut.

BAB V

KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Variasi konsentrasi magnesium berpengaruh nyata terhadap parameter pertumbuhan bayam merah, seperti tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah, dan berat kering. Dosis magnesium 150% (M4) terbukti paling optimal dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif, sementara perlakuan tanpa magnesium (M1) menunjukkan hasil pertumbuhan terendah.
2. Pemberian magnesium dengan berbagai dosis tidak memberikan pengaruh signifikan secara statistik terhadap kadar flavonoid total. Meskipun demikian, secara visual terlihat adanya perbedaan warna ekstrak antar perlakuan. Dosis magnesium 50% (M2) menghasilkan kadar flavonoid tertinggi secara numerik, namun tidak berbeda nyata dibanding perlakuan lain.
3. Variasi dosis magnesium memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar antosianin pada daun bayam merah. Perlakuan M2 (Magnesium 50%) menghasilkan kadar antosianin tertinggi secara signifikan dibandingkan perlakuan lain.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi interaksi magnesium dengan unsur hara lain untuk melihat potensi interaksi sinergis atau antagonis yang memengaruhi pertumbuhan dan kandungan senyawa bioaktif pada tanaman bayam merah.

DAFTAR PUSTAKA

- A'yuningsih, D. (2017). Pengaruh Faktor Lingkungan Terhadap Perubahan Struktur Anatomi Daun. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Biologi Universitas Negeri Yogyakarta*, 103–110.
- Afida, Y. N. (2019). *Pertumbuhan, Hasil dan Pigmen Bayam Merah (Amaranthus tricolor L.) dengan Pemberian Pupuk Nitrogen dan Pupuk Kandang Ayam*. Universitas Brawijaya.
- Aini, N., Nurchayati, Y., & Suedy, S. W. A. (2019). Pengaruh Perendaman Akar Bibit Bayam Merah (*Alternanthera amoena* Voss.) dalam Larutan Na₂CuEDTA terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Antosianin. *Bioma : Berkala Ilmiah Biologi*, 20(2), 123. <https://doi.org/10.14710/bioma.20.2.123-132>
- Aljerf, L., & Aljerf, N. (2023). Food products quality and nutrition in relation to public. Balancing health and disease. *Progress in Nutrition*, 25(1), 1–10. <https://doi.org/10.23751/pn.v25i1.13928>
- Anggraini, L., Lestariana, W., & Susetyowati, S. (2015). Asupan gizi dan status gizi vegetarian pada komunitas vegetarian di Yogyakarta. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 11(4), 143. <https://doi.org/10.22146/ijcn.22986>
- Arifianti, L., Oktarina, R. D., & Kusumawati, I. (2014). Pengaruh Jenis Pelarut Pengekstraksi E-Journal Planta Husada

- Vol.2,No.1 April 2014 1. *Planta Husada*, 2(1), 3–6.
- Armanzah, R. S., & Hedrawati, T. Y. (2016). Pengaruh Waktu Maserasi Zat Antosianin Sebagai Pewarna Alami dari Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L. Poir). *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 19(2), 1–10. jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek%0AAp-ISSN
- Bennett, W. F. (1994). *Nutrient Deficiencies and Toxicities in Crop Plants*. APS Press.
- Bui, F., Lelang, M. A., & Taolin, R. I. C. O. (2016). Pengaruh Komposisi Media Tanam dan Ukuran Polybag Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Savana Cendana*, 1(01), 1–7. <https://doi.org/10.32938/sc.v1i01.1>
- Cahyaningsih, E., Era Sandhi, P. K., & Santoso, P. (2019). Skrining Fitokimia Dan Uji (Clitoria ternatea L.) Dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Ilmiah Medicamento*, 5(1), 2356–4818.
- Campbell, Urry, Cain, Wasserman, Minorsky, & Reece. (2017). *Biology Edition Eleventh*. Pearson Education, Inc.
- Chalker-Scott, L., & Fuchigami, L. H. (1989). *The role of phenolic compounds in plant stress responses* ((Edited by P. H. Li) (ed.); In Low Tem). CRC Press Inc.
- Chander, S. (2023). Influence of Total Dissolved Solids (TDS) on Hydroponic Spinach Growth and Yield: A Six-Week Study. *International Research Journal of Modernization in*

- Engineering Technology and Science*, 07, 3332–3335.
<https://doi.org/10.56726/irjmets43551>
- Chapman, H. . (1978). *Diagnostic Criteria for Plants and Soil*.
 Univiversity of California, Riverside.
- Chen, S., Wang, X., Cheng, Y., Gao, H., & Chen, X. (2023).
 Tinjauan Klasifikasi, Biosintesis, Aktivitas Biologis dan
 Potensi Penerapan Flavonoid. *Molecules*, 28(13), 1–27.
- Damanhuri. (2005). *Pewarisan antosianin dan tanggap klon
 tanaman ubi jalar (Ipomea batatas (L.) Lamb) terhadap
 lingkungan tumbuh*. Universitas Brawijaya.
- Devi, A. M., Devi, K. K., Devi, P. P., Devi, M. L., & Das, S.
 (2023). Metabolic engineering of plant secondary
 metabolites: prospects and its technological challenges.
Frontiers in Plant Science, 14(May), 1–16.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1171154>
- Dewi, S. S., Ermina, R., Kasih, V. A., Hefiana, F., Sunarmo, A.,
 Widianingsih, R., & Soedirman, U. J. (2023). *Analisis
 Penerapan Metode One Way Menggunakan Alat Statistik
 SPSS*. Sevita Sari Dewi, Rizka Ermina, Veila Anggoro Kasih,
 Fera Hefiana, Agus Sunarni, Rini Widianingsih. *Fakultas
 Ekonomi dan Bisnis. Universitas Jendral Soedirman*. 2(2),
 121–132.
- Dia, S. P. S., Nurjanah, J. A., & Jacobeb, A. M. (2015). Komposisi
 kimia dan aktivitas antioksidan akar, kulit batang dan daun
 lindur. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 18(2),

205–219.

- Djaeni, M., Ariani, N., Hidayat, R., & Utari, F. D. (2017). Ekstraksi Antosianin dari Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) Berbantu Ultrasonik: Tinjauan Aktivitas Antioksidan Ultrasonic Aided Anthocyanin Extraction of *Hibiscus sabdariffa* L. Flower Petal: Antioxidant Activity. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(3), 71. <https://doi.org/10.17728/jatp.236>
- Djarwatiningsih, Widiwurjani, & Zulkarnaen, D. (2016). Appearance of Fenotype Red Spinach Due To addition Urea. *Agrotrop : Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 14(1), 80–84.
- Dwivedi, R. K., Juyal, P., Sharma, M., Tyagi, V., Chandola, A., & Sharma, N. (2022). Plant Physiology and Biochemistry. In *Uttarakhand Open University* (2022nd ed.). Uttarakhand Open University. <https://doi.org/10.1038/267754a0>
- Efriyadi, O. (2018). Pengaruh Perbedaan Jenis Media Tanam Hidroponik Terhadap Pertumbuhan Pakcoy (*Brassica rappa*) dan Kangkung (*Ipomoea aquatic*). *Proceeding of The URECOL*, 675–681.
- Escher, G. B., Wen, M., Zhang, L., Rosso, N. D., & Granato, D. (2020). Phenolic composition by UHPLC-Q-TOF-MS/MS and stability of anthocyanins from *Clitoria ternatea* L. (butterfly pea) blue petals. *Food Chemistry*, 331, 127341. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127341>
- Esguerra, C. J., de los Reyes, A. M., & Ocampo, E. T. M. (2024).

- Determination of flavonoid and anthocyanin contents, and antioxidant activity of selected Philippine soybean (*Glycine max*) genotypes. *Food Research*, 8(3), 331–342. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.8\(3\).245](https://doi.org/10.26656/fr.2017.8(3).245)
- Fallah, A. A., Sarmast, E., & Jafari, T. (2020). Effect of dietary anthocyanins on biomarkers of oxidative stress and antioxidative capacity: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Functional Foods*, 68(December 2019), 103912. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103912>
- FAO, IFAD, & WFP. (2015). The State of Food Insecurity in the World 2015: Meeting the 2015 International Hunger Targets: Taking Stock of Uneven Progress. Rome: FAO, 2015. In *Advances in Nutrition* (Vol. 6, Issue 5). <https://doi.org/10.3945/an.115.009936>
- Farhat, N., Elkhouni, A., Zorrig, W., Smaoui, A., Abdelly, C., & Rabhi, M. (2016). Effects of magnesium deficiency on photosynthesis and carbohydrate partitioning. *Acta Physiologiae Plantarum*, 38(6), 145.
- Fitriani, N., Syah, B., & Widyodaru, N. (2023). Aplikasi Hidroponik Rakit Apung pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor* L.) dengan Menggunakan Variasi AB MIX dan Jenis Media Tanam Organik. *JURNAL AGROPLASMA*, 10(1), 78–89.
- GBIF. (2024). *Global Biodiversity Information Facility*.

- <https://www.gbif.org/occurrence/4908335520>
- Gengatharan, A., Dykes, G. A., & Choo, W. S. (2015). Betalains: Natural plant pigments with potential application in functional foods. In *LWT* (Vol. 64, Issue 2). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.06.052>
- Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (2001). *Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy* (Current Pr). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125373>
- Gould, K. S. (2022). Anthocyanins in leaves: light attenuation and antioxidant function. *Anthocyanins in Leaves*, 41(4), 305–312.
- Han, T., & Miao, G. (2024). Strategies, Achievements, and Potential Challenges of Plant and Microbial Chassis in the Biosynthesis of Plant Secondary Metabolites. *Molecules*, 29(9). <https://doi.org/10.3390/molecules29092106>
- Harborne, J. B. (1998). *Phytochemical Methods: A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis*. Chapman and Hall.
- Harris, K. D., Vanajah, T., & Puvanitha, S. (2018). Effect of foliar application of Boron and Magnesium on growth and yield of green chilli (*Capsicum annum* L.). *AGRIEAST: Journal of Agricultural Sciences*, 12(1), 26. <https://doi.org/10.4038/agrieast.v12i1.49>
- Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L., & Beaton, J. D. (1998). *Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient*

- Management* (6th. Editi). Prentice Hall.
- Heriwibawa, K. (2018). *Hidroponik Portabel*. Penebar Swadaya.
- Hidayanti, L., & Kartika, T. (2019). Pengaruh Nutrisi AB Mix Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) secara Hidroponik. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 16(2), 166. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v16i2.3214>
- Ishfaq, M., Wang, Y., Yan, M., Wang, Z., Wu, L., Li, C., & Li, X. (2022). Physiological Essence of Magnesium in Plants and Its Widespread Deficiency in the Farming System of China. *Frontiers in Plant Science*, 13(April), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.802274>
- Isnaeni, S., Hamdah, H., & Korespondesi, P. (2021). Respon Pertumbuhan Vegetatif Padi (*Oryza sativa* L.) Tercekam Salinitas Menggunakan Dua Jenis Amelioran Organik dengan Umur Bibit Berbeda The Vegetative Growth Response of Rice (*Oryza sativa* L.) under Salinity Stress Using Two Organic Ameliorants with The Different Seed Ages. *Agroteknika*, 4(2), 75–85. <https://doi.org/10.32530/agroteknika.v4i2.108>
- ITIS. (2024). *Integrated Taxonomic Information System*. https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_to_pic=TSN&search_value=20730#null
- Izzuddin, A. (2016). Wirausaha santri berbasis budidaya tanaman hidroponik. *Jurnal Pengabdian Masyarakat/DIMAS*, 12(2),

351–366.

- Jayantie, G., Yunus, A., Pujiasmanto, B., & Widiyastuti, Y. (2017). PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN ASAM OLEANOLAT RUMPUT MUTIARA (HEDYOTIS CORYMBOSA) PADA BERBAGAI DOSIS PUPUK KANDANG SAPI DAN PUPUK ORGANIK CAIR. *Agrotech Res J.*, 1(2), 13–18.
- Jones, J. B., Wolf, B., & Mills, H. A. (1991). *Handbook of Plant Analysis*. Micro Publ. Athens.
- Julianto, T. S. (2019). Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining fitokimia. In *Jakarta penerbit buku kedokteran EGC* (Vol. 53, Issue 9).
- Kaewseejan, N., Sutthikum, V., & Siriamompun, S. (2015). The potential of *Gynura procumbens* leaves as a source of flavonoid-enriched fractions with enhanced antioxidant capacity. *Journal of Potential Food.*, 12, 120–128.
- Kementrian, A. (2024). *Surat Sad Ayat 27*. Quran Kemenag. <https://quran.kemenag.go.id/quran/per-ayat/surah/38?from=1&to=88>
- KHAN, F. A. (2018). A review on hydroponic greenhouse cultivation for sustainable agriculture. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 2(2), 59–66. <https://doi.org/10.31015/jaefs.18010>
- Khomariyah, N., & Nurmalasari, I. R. (2023). *Procedia of Engineering and Life Science Vol . 4 June 2023 Study Of*

Types And Dosages Of Management On The Growth And Years Of Red Spinach (Amaranthus tricolor) Kajian Macam Dan Dosis Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Bayam Merah (Am. 4(June), 0–7.

- Kim, M. J., Paramanantham, A., Lee, W. S., Yun, J. W., Chang, S. H., Kim, D. C., Park, H. S., Choi, Y. H., Kim, G. S., Ryu, C. H., Shin, S. C., & Hong, S. C. (2020). Anthocyanins Derived from *Vitis coignetiae* Pulliat Contributes Anti-Cancer Effects by Suppressing NF- κ B Pathways in Hep3B Human Hepatocellular Carcinoma Cells and In Vivo. *Molecules*, 25(22). <https://doi.org/10.3390/MOLECULES25225445>
- Lakitan, B. (1996). *Fisiologi Pertumbuhan dan dan Perkembangan Tanaman*. Raja Grafindo Persada.
- Laksono, R. A. (2020). Uji Efektivitas Jenis Media Tanam dan Jenis Sumbu Sistem Wick Hidroponik Terhadap Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Varietas Nauli F1. *Jurnal Agrotek Indonesia (Indonesian Journal of Agrotech)*, 5(2), 25–28.
- Lee, J., Durst, R. W., & Wrolstad, R. E. (2015). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. *Journal of AOAC International*, 88(5), 1269–1278. <https://doi.org/10.1093/jaoac/88.5.1269>
- Lestari, G. (2009). *Berkebun Sayuran Hidroponik di Rumah*. Prima Info Sarana.

- Liu, W., Feng, Y., Yu, S., Fan, Z., Li, X., Li, J., & Yin, H. (2021). The Flavonoid Biosynthesis Network in Plants. *Int J Mol Sci*, 22(23), 12824.
- Maathuis, F. J. (2009). Physiological functions of mineral macronutrients. *Current Opinion in Plant Biology*, 12(3), 250–258.
- Machali, I. (2021). *Metode Penelitian Kuantitatif (Panduan Praktis Merencanakan, Melaksanakan, dan Analisis dalam Penelitian Kuantitatif)*. Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Maeda, H., & Dudareva, N. (2015). The shikimate pathway and aromatic amino acid biosynthesis in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 63, 73–105. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-042811-105439>
- Maharany, R. (2016). Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus gangeticus*) Terhadap Pemberian Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dan Pupuk Urea. *Jurnal Penelitian Pertanian Bernas*, 12(3), 1–10.
- Mahmudi, Sasli, I., & Ramadhan, T. H. (2022). Response of growth relative rate and net assimilation rate of rice plants to ground water level with the application mycorrhizae. *Jurnal Pertanian Agros*, 24(2), 988–996.
- Marschner, H. (2012). *Mineral nutrition of higher plants* (Third ed.). Academic Press.

- Marsusi, R. (2010). *Budidaya Bayam*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Barat.
- Mengel, K., & Kirkby, E. A. (2001). *Principles of Plant Nutrition* (5th Editio). Kluwer Academic Publishers.
- Mia, M. A. B. (2015). *Nutrition of Crop Plants*. Nova Publishers.
- Miao, C., Yang, S., Xu, J., Wang, H., Zhang, Y., Cui, J., Zhang, H., Jin, H., Lu, P., He, L., Yu, J., Zhou, Q., & Ding, X. (2023). Effects of Light Intensity on Growth and Quality of Lettuce and Spinach Cultivars in a Plant Factory. *Plants*, 12(18), 1–18. <https://doi.org/10.3390/plants12183337>
- Migliorini, A. A., Piroski, C. S., Daniel, T. G., Cruz, T. M., Escher, G. B., Vieira do Carmo, M. A., Azevedo, L., Marques, M. B., Granato, D., & Rosso, N. D. (2019). Red Chicory (*Cichorium intybus*) Extract Rich in Anthocyanins: Chemical Stability, Antioxidant Activity, and Antiproliferative Activity In Vitro. *Journal of Food Science*, 84(5), 990–1001. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14506>
- Mortensen, L. M. (1986). Effect of relative humidity on growth and flowering of some greenhouse plants. *Scientia Horticulturae*, 29(4), 301–307. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(86\)90013-0](https://doi.org/10.1016/0304-4238(86)90013-0)
- Mukhriani, M., Rusdi, M., Arsul, M. I., Sugiarna, R., & Farhan, N. (2019). Kadar Fenolik dan Flavonoid Total Ekstrak Etanol Daun Anggur (*Vitis vinifera* L). *Ad-Dawaa' Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2(2).

<https://doi.org/10.24252/djps.v2i2.11503>

- Neuhaus, C., Geilfus, C. M., & Mühling, K. H. (2014). Increasing root and leaf growth and yield in Mg-deficient faba beans (*Vicia faba*) by MgSO₄ foliar fertilization. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 177(5), 741–747.
- Ningsih, I. S., & Advinda, L. (2023). Senyawa Aktif Flavonoid yang Terdapat Pada Tumbuhan. *Jurnal Serambi Biologi*, 8(2), 257–263. <https://doi.org/10.21082/jlitri.v8n2.2002.61-66>
- Ningsih, R. S. M. (2019). Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan Dan Perkembangan Tanaman Kacang Merah. *Agroswagati Jurnal Agronomi*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.33603/agroswagati.v7i1.2844>
- Nio, S. A., Rumbay, J. A., Anggini, P. S., Supit, P. S. L., & Ludong, D. P. M. (2021). Potensi Metode Sonic Bloom untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal MIPA*, 10(2), 76. <https://doi.org/10.35799/jmuo.10.2.2021.34345>
- Novita, A., Tampubolon, K., Julia, H., Fitria, F., & Hapsani Hasan Basri, A. (2022). Dampak Defisiensi dan Toksisitas Hara Magnesium terhadap Karakteristik Agronomi dan Fisiologi Padi Gogo. *Agrotechnology Research Journal*, 6(1), 49. <https://doi.org/10.20961/agrotechresj.v6i1.59834>
- Nurifah, G., & Fajarfika, R. (2020). Pengaruh Media Tanam pada Hidroponik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kailan (*Brassica Oleracea* L.). *Jagros : Jurnal Agroteknologi Dan*

- Sains (Journal of Agrotechnology Science)*, 4(2), 281.
<https://doi.org/10.52434/jagros.v4i2.925>
- Nuryadi, T. D. (2017). *Dasar-Dasar Statistik Penelitian*. Sibuku Media.
- Ohtaka, K., Yoshida, A., Kakei, Y., Fukui, K., Kojima, M., Takebayashi, Y., Yano, K., Imanishi, S., & Sakakibara, H. (2020). Difference Between Day and Night Temperatures Affects Stem Elongation in Tomato (*Solanum lycopersicum*) Seedlings via Regulation of Gibberellin and Auxin Synthesis. *Frontiers in Plant Science*, 11(December), 1–12.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2020.577235>
- Pambudi, A., -, S., Noriko, N., Azhari, R., & Azura, P. R. (2015). Identifikasi Bioaktif Golongan Flavonoid Tanaman Anting-Anting (*Acalypha indica* L.). *JURNAL AL-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI*, 2(3), 178.
<https://doi.org/10.36722/sst.v2i3.139>
- Pebrianti, C., Ainurrasyid, R. B., & Purnamaningsih, L. (2015). Uji Kadar Antosianin dan Hasil Enam Varietas Tanaman Bayam Merah (*Alternanthera amoena* Voss) pada Musim Hujan Test Anthocyanin Content and Yield of Six Varieties Red Spinach (*Alternanthera amoena* Voss) In The Rainy Season. *Jurnal Produksi Tanaman*, 3(1), 27–33.
- Pessarakli, M. (2001). Handbook of Plant and Crop Physiology. In I. Marcel Dekker (Ed.), *Handbook of Plant and Crop Physiology, Second Edition* (Second Edi). The University of

- Arizona. <https://doi.org/10.1201/9780203908426>
- Prasad, R., & Power, J. F. (2010). *Soil Fertility Management for Sustainable Agriculture*. CRC Lewis Publ.
- Prayugo, S. (2007). *Media Tanam untuk Tanaman Hias*. Penebar Swadaya.
- Priyatno, D. (2011). *Buku saku analisis data statistik SPSS*. MediaKom.
- Purnamasari, R. T., Pratiwi, S. H., & Edision, A. A. (2023). Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Kambing dan Urea Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Pagoda (*Brassica rapa L.*). *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan*, 7(1), 32. <https://doi.org/10.51213/jamp.v7i1.85>
- Qu, S., Li, H., Zhang, X., Gao, J., Ma, R., Ma, L., & Ma, J. (2023). Effects of Magnesium Imbalance on Root Growth and Nutrient Absorption in Different Genotypes of Vegetable Crops. *Plants*, 12(20), 1–13. <https://doi.org/10.3390/plants12203518>
- Raharjo, O. W., Danang Raharjo, & Permatasari, D. A. I. (2023). Penentuan Kadar Flavonoid Dan Uji Aktivitas Antioksidan Daun Bayam Merah Menggunakan Metode Abts Dan Frap. *Jurnal Farmasi Dan Kesehatan Indonesia*, 3(2), 126–137. <https://doi.org/10.61179/jfki.v3i2.431>
- Rahman, S. (2021). *Membangun Spirit dan Kompetensi Agrotechnopreneurship*. CV Budi Utama.
- Rifqi, M. (2021). Ekstraksi Antosianin Pada Bunga Telang

- (Clitoria ternatea L.). *Pasundan Food Technology Journal*, 8(2), 45–50. <https://core.ac.uk/download/pdf/511489848.pdf>
- Ritonga, A. W., Ar Rosyid, M. S., Anderson, A., Chozin, M. A., & Purwono, P. (2022). Perbedaan pertumbuhan dan produktivitas varietas bayam hijau dan bayam merah. *Jurnal AGRO*, 8(2), 287–298. <https://doi.org/10.15575/14664>
- Roidah, I. S. (2014). *Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik*. 1(2), 43–50.
- Rusdi, R. Y., Tolangara, A. R., & Ahmad, H. (2017). Jenis Tumbuhan Bertahan Hidup di Lahan Kering. *Techno: Jurnal Penelitian*, 06(02), 09–14.
- Saadah, I. N., Kristanti, A. N., Hardjo, P. H., & Manuhara, Y. S. W. (2019). Shoots culture of gynura procumbens (Lour.) Merr. In balloon-type bubble-bioreactor influenced by sucrose concentration and inoculums density. *Asian Journal of Plant Sciences*, 18(2), 85–90. <https://doi.org/10.3923/ajps.2019.85.90>
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (1995). *Fisiologi Tumbuhan Jilid 2*. ITB Press.
- Saparinto, C. (2013). *Grow Your Own Vegetables: Panduan praktis Menanam 14 Sayuran Konsumsi Populer di Pekarangan*. Lily Publisher.
- Sarker, U., & Oba, S. (2019). Protein, dietary fiber, minerals, antioxidant pigments and phytochemicals, and antioxidant activity in selected red morph Amaranthus leafy vegetable.

- PLoS ONE*, 14(12), 1–16.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222517>
- Sarker, U., Oba, S., Ullah, R., Bari, A., Ercisli, S., Skrovankova, S., Adamkova, A., Zvonkova, M., & Mlcek, J. (2024). Nutritional and bioactive properties and antioxidant potential of *Amaranthus tricolor*, *A. lividus*, *A. viridis*, and *A. spinosus* leafy vegetables. *Heliyon*, 10(9), e30453.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30453>
- Sasadara, M. M. V., & Wiranata, I. G. (2022). Pengaruh Pelarut dan Metode Ekstraksi terhadap Kandungan Metabolit Sekunder dan Nilai IC50 Ekstrak Umbi Bit (*Beta vulgaris* L.). *Usadha*, 2(1), 7–13.
<https://doi.org/10.36733/usadha.v2i1.5277>
- Senbayram, M., Gransee, A., Wahle, V., & Thiel, H. (2015). Role of magnesium fertilisers in agriculture: Plant-soil continuum. *Crop and Pasture Science*, 66(12), 1219–1229.
<https://doi.org/10.1071/CP15104>
- Septiana, A. T., & Asnani, A. (2012). Kajian sifat fisikokimia ekstrak rumput laut coklat *Sargassum duplicatum* menggunakan berbagai pelarut dan metode ekstraksi. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 6(1), 26–18.
https://doi.org/10.1007/978-3-642-85451-4_42
- Setiawan, A. (2019). *Buku Pintar Hidroponik*. Laksana.
- Sitompul, S. M., & Guritno, B. (1995). *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Gadjah Mada University Press.

- Sufardi, S. (2019). *Pengantar Nutrisi Tanaman*. Syiah Kuala University Press.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.
- Sun, T., Li, S., Song, X., Pei, G., Diao, J., Cui, J., Shi, M., Chen, L., & Zhang, W. (2018). Re-direction of carbon flux to key precursor malonyl-CoA via artificial small RNAs in photosynthetic *Synechocystis* sp. PCC 6803. *Biotechnology for Biofuels*, 11(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s13068-018-1032-0>
- Sunarjono, H. (2008). *Berkebun 21 Jenis Tanaman Buah*. Penebar Swadaya.
- Sunarjono, H. (2014). *Bertanam 36 Jenis Sayur*. Penebar Swadaya.
- Susila, A. D. (2006). *Budidaya Tanaman Sayur*. Bagian Produksi Tanaman Departemen Agronomi dan Hortikultura ITB.
- Susilawati. (2019). *Dasar – Dasar Bertanam Secara Hidroponik*. UNSRI Press.
- Susilo, M. S. N. E., Rahmadina, N, F. H. Q. D. D. T. U. A. E. S., Priyadi, N. H. P. S., Baharuddin, J. N. N. Y. S. R., & Wisnubroto, M. P. (2016). *Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan*.
- Sutejo. (1987). *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Penerbit Rineka Cipta.
- Syafa'at, M., Priyono, & Ariyanto, H. (2015). Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Aplikasi Pupuk Organik Cair

- Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kacang Panjang (*Figna sinensi* L.). *J Inov Pert*, 15(2), 169-181.
- Syaifuddin. (2015). Uji Aktivitas Antioksidan Bayam Merah (*Alternanthera amoena* Voss.) Segar dan Rebus dengan Metode DPPH (1,1 –diphenyl-2-picrylhydrazyl). In *Skripsi*. UIN Walisongo.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2008). *Plant Physiology* (5th Ed).
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2014). Plant physiology and development: 6th revised edition. In *Principles Of Organization In Organisms*. <https://www.taylorfrancis.com/books/9780429961106/chapters/10.4324/9780429492556-8>
- Talagavadi, V., Rapisarda, P., Galvano, F., Pelicci, P., & Giorgio, M. (2016). Cyanidin-3-O- β -glucoside and protocatechuic acid activate AMPK/mTOR/S6K pathway and improve glucose homeostasis in mice. *Journal of Functional Foods*, 21, 338–348. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.12.007>
- Tallei, T. E., Rumengan, I. F. M., & Adam, A. (2017). *Hidroponik untuk Pemula*. LPPM UNSRAT.
- Tarone, A. G., Cazarin, C. B. B., & Marostica Junior, M. R. (2020). Anthocyanins: New techniques and challenges in microencapsulation. *Food Research International*, 133(February). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109092>
- Tetti, M. (2014). Ekstraksi, pemisahan senyawa, dan identifikasi

- senyawa aktif. *Jurnal Kesehatan*, 7(2).
<https://doi.org/10.17969/agripet.v16i2.4142>
- Tian, G., Qin, H., Liu, C., Xing, Y., Feng, Z., Xu, X., Liu, J., Lyu, M., Jiang, H., Zhu, Z., Jiang, Y., & Ge, S. (2023). Magnesium improved fruit quality by regulating photosynthetic nitrogen use efficiency, carbon–nitrogen metabolism, and anthocyanin biosynthesis in ‘Red Fuji’ apple. *Frontiers in Plant Science*, 14(February), 1–18.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1136179>
- Tisdale, S., & Nelson, W. (1975). *Soil Fertility and Fertilizer* (Third Edit). Maacmillan Publishing.
- Trojak, M., & Skowron, E. (2017). Role of anthocyanins in high-light stress response. *World Scientific News*, 81(2), 150–168.
- Utami, Y. P., Jariah, A., & Mustarin, R. (2023). Determination of UV-Vis Spectrophotometry with Differential pH on Total Anthocyanin Levels of Ethanol Extract of Cordyline fruticosa (L.) A. Cheval Leaves. *Pharmaceutical Reports*, 2(1), 10–14.
<https://doi.org/10.33096/pharmrep.v2i1.232>
- Von, G., Klaus, Saltzman, Amy, Birol, Ekin, Wiesman, Doris, Prasai, Nilam, Yin, Sandra, Yohannes, Yisehac, Menon, Purnima, Thompson, Jennifer, Sonntag, & Andrea. (2015). *Synopsis: 2015 Global Hunger Index: The Challenge of Hidden Hunger*. Intl Food Policy Res Ins.
- Vranová, E., Coman, D., & Gruissem, W. (2016). Network analysis of the MVA and MEP pathways for isoprenoid

- synthesis. *Annual Review of Plant Biology*, 64(February), 665–700. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050312-120116>
- Wachid, A., & Rizal, S. (2019). Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor* L) Akibat Pemberian Naungan dan Pupuk Kandang. *Nabatia*, 7(2), 87–96. <https://doi.org/10.21070/nabatia.v7i2.968>
- Wahyuningrum, A. D., & Satiti, I. A. D. (2021). *Alih Teknologi Bayam Merah (Amaranthus tricolor) Sebagai Food Supplement & Status Nutrisi Balita dan Remaja*. CV. Literasi Nusantara Abadi.
- Wang, Y., Chen, X., & Guo, X. (2016). Effects of magnesium on the accumulation of anthocyanins and chlorophyll in red leaf lettuce. *Scientia Horticulturae*, 203, 104–111.
- Wardania, W., Asnawati, A., & Listiawati, A. (2023). Pengaruh Abu Sekam Padi Dan Pupuk Magnesium Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Kubis Bunga Pada Tanah Gambut. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 12(3), 382. <https://doi.org/10.26418/jspe.v12i3.63073>
- Winkel-shirley, B. (2015). *Flavonoid Biosynthesis. A Colorful Model for Genetics, Biochemistry, Cell Biology, and Biotechnology*. 126(June), 485–493.
- Wu, J., Nadeem, M., Galagedara, L., Thomas, R., & Cheema, M. (2022). Effects of Chilling Stress on Morphological, Physiological, and Biochemical Attributes of Silage Corn

Genotypes During Seedling Establishment. *Plants*, 11(9).

<https://doi.org/10.3390/plants11091217>

Ziegler, J., & Facchini, P. J. (2017). Alkaloid biosynthesis: Metabolism and trafficking. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 735–769.

<https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092730>

LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan nutrisi substitusi Na_2SO_4

① Hitung Mr $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

$$\begin{aligned}\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} &= 24,31 + 32,07 + (16 \times 4) + (18,02 \times 7) \\ &\quad (\text{Mg}) \quad (\text{S}) \quad (\text{O}) \quad (\text{H}_2\text{O}) \\ &= 24,31 + 32,07 + 64 + 126,14 \\ &= 246,52 \text{ g/mol}\end{aligned}$$

② Fraksi massa SO_4 dalam $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

$$\text{L} = \frac{\text{Ar SO}_4}{\text{Mr MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = \frac{96,07}{246,52} = 0,3898$$

③ Massa SO_4 dalam $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

$$\text{L} = 246,52 \times 0,3898 = 96,09 \text{ gram}$$

④ mol SO_4 tersebut adalah : $\frac{\text{massa}}{\text{Ar}} = \frac{96,09}{96,07} = \pm 1 \text{ mol}$

maka kalau diganti Na_2SO_4 , jumlah molnya SO_4 harus sama

⑤ Hitung massa Na_2SO_4 yang dibutuhkan = mol $\text{SO}_4 \times \text{Mr Na}_2\text{SO}_4$
 $= 1 \text{ mol} \times 142,04$
 $= 142,04$

Mr Na_2SO_4

$$\begin{aligned}\text{L} &= (22,98 \times 2) + 32,07 + (16 \times 4) \\ &\quad (\text{Na}) \quad (\text{S}) \quad (\text{O}) \\ &= 45,96 + 32,07 + 64 = 142,04\end{aligned}$$

⇒ Fraksi massa SO_4 dalam $\text{Na}_2\text{SO}_4 = \frac{\text{Ar SO}_4}{\text{Mr Na}_2\text{SO}_4} = \frac{96,07}{142,04} = 0,6764$

⇒ Massa SO_4 dalam $\text{Na}_2\text{SO}_4 = 142,04 \times 0,6764$
 $= 96,07 \text{ gram}$

⇒ mol SO_4 tsb adl = $\frac{\text{massa}}{\text{Ar}} = \frac{96,07 \text{ g}}{96,07 \text{ g/mol}} = 1 \text{ mol}$

Lampiran 2 Hasil pengamatan tinggi tanaman 0 MST-5 MST

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (cm)												Total	Rata - rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
0 MST (Jumat, 7 Februari 2025)	M1	2	1,3	2,4	1,8	1,9	1,8	2	1,9	1,4	1,5	1,6	1,1	20,7	1,72
	M2	2	1,9	1,8	1,9	1,5	1,3	1,9	1,6	1,6	1,5	1,6	1,3	19,9	1,66
	M3	1,7	2	1,4	1,3	1,5	1,2	1,4	1,5	1,3	1,9	1,9	1,5	18,6	1,55
	M4	1,3	1,5	1,3	1,6	1,9	1,5	2,3	2	1,5	1,9	1,8	1,7	20,3	1,69
	M5	1,9	1,7	1,4	1,5	2	1,3	1,6	2	2	2	2	1,9	21,3	1,77
1 MST (Jumat, 14 Februari 2025)	M1	3	2,5	3	2,4	2,9	2,9	2,3	3,3	1,9	3,3	4	3	34,5	2,87
	M2	3,8	2,5	3	3,2	3,3	2,5	2,8	2,8	2,9	3,3	2,4	2,5	35	2,91
	M3	3,3	3	2,6	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3	3,5	3,3	34,8	2,90

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (cm)												Total	Rata - rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
	M4	3,4	3,3	2,5	4	3	3,1	3	2,7	3	2,8	2,9	2	35,7	2,97
	M5	2,5	2,5	2,5	2,7	2,5	2,5	2	2,5	1,9	3	3	2,6	30,2	2,51
2 MST (Jumat, 21 Februari 2025)	M1	6	5	5	5	5	5	6	3,1	3,2	5,5	5,3	4,5	58,6	4,88
	M2	7	5,7	4,5	10	5,5	5	5,5	6	5,5	5	4	4,2	67,9	5,65
	M3	5,5	6	5,5	6	5,5	3,5	5,7	5,6	4	6	5,3	5,5	64,1	5,34
	M4	7	5	4,5	7,5	7,6	6,5	6,8	5	5	7	6	7	74,9	6,24
	M5	6	4,5	4,5	7	5	5	5	6	5,2	6,5	6,5	4,5	65,7	5,47
3 MST (Jumat, 28	M1	8	5,6	6	7	7,5	6	10	4,5	4,3	6,5	5,5	5	75,9	6,32
	M2	21	12	11	17	15,5	13	17	15,5	11	14,5	13	13	173,5	14,46

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (cm)												Total	Rata - rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Februari 2025)	M3	13	12	11	12	12,5	9	13	12	11	14	15	12	146,5	12,21
	M4	15	11	9,5	17,5	16	15,5	13,5	10,5	10,5	15	14	11,5	159,5	13,29
	M5	14,5	11	10	13,5	11	9	12	12,5	8,5	14	12,5	10,5	139	11,58
4 MST (Jumat, 7 Maret 2025)	M1	11	10,5	7,5	10,5	7	7,5	8,4	7,5	6	12	10,5	9	107,4	8,95
	M2	25	21,7	15	29,5	25,5	14	29	28	17	26,5	14	13	258,2	21,51
	M3	25	24,5	19	27	27,5	6	28,5	20,5	16,5	29	19,5	17,5	260,5	21,70

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (cm)												Total	Rata - rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
	M4	35	20,5	18,5	34	34,5	27	36,5	17,5	17	32	15,5	14	302	25,17
	M5	17,5	16	14	22,5	20	13	32,5	25,5	17	31,5	27,5	13	250	20,83
5 MST (Jumat, 14 Maret 2025)	M1	11	10,5	7,5	10	7	7	8,5	8	7,5	10	10,5	9	106,5	8,87
	M2	31,5	27,5	17,5	37,5	31	14,5	36	36	19,5	32	15	14	312	26
	M3	36	30	22	35,5	33	6,5	35,5	24,5	20	36,5	22,5	21,5	323,5	26,95
	M4	45	23	19,5	42,5	18,2	18	39,5	16,5	15	41	40,5	34,5	353,2	29,43

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (cm)												Total	Rata - rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
	M5	21	19	16	29,5	26	15	41	31	21	38	34,5	15,3	307,3	25,61

Lampiran 3 Hasil pengamatan jumlah daun 0 MST-5 MST

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (Helai)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
0 MST (Jumat, 7 Februari 2025)	M1	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	24,00	2,00
	M2	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	24,00	2,00
	M3	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	24,00	2,00
	M4	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	24,00	2,00
	M5	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	24,00	2,00

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (Helai)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1 MST (Jumat, 14 Februari 2025)	M1	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	3,00	42,00	3,50
	M2	3,00	3,00	3,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	3,00	3,00	38,00	3,16
	M3	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	36,00	3,00
	M4	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,90	3,25
	M5	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	36,00	3,00
2 MST (Jumat,	M1	6,00	5,00	5,00	7,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	5,00	6,00	69,00	5,75

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (Helai)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
21 Februari 2025)	M2	6,00	6,00	5,00	8,00	6,00	6,00	6,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	71,00	5,91
	M3	6,00	6,00	5,00	6,00	5,00	4,00	6,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	66,00	5,50
	M4	6,00	6,00	5,00	6,00	7,00	6,00	6,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	70,00	5,83
	M5	5,00	5,00	5,00	6,00	5,00	5,00	7,00	5,00	5,00	6,00	6,00	5,00	65,00	5,41
3 MST (Jumat, 28	M1	10,00	7,00	6,00	8,00	8,00	8,00	7,00	6,00	7,00	9,00	8,00	9,00	93,00	7,75
	M2	10,00	9,00	8,00	13,00	8,00	8,00	10,00	10,00	8,00	8,00	9,00	9,00	110,00	9,16

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (Helai)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Februari 2025)	M3	10,00	9,00	8,00	10,00	9,00	6,00	9,00	8,00	7,00	10,00	9,00	10,00	105,00	8,75
	M4	11,00	9,00	8,00	10,00	8,00	8,00	9,00	8,00	8,00	11,00	10,00	9,00	109,00	9,08
	M5	8,00	8,00	7,00	9,00	10,00	8,00	9,00	9,00	8,00	10,00	11,00	8,00	105,00	8,75
4 MST (Jumat, 7 Maret 2025)	M1	10,00	10,00	9,00	9,00	8,00	8,00	9,00	9,00	9,00	10,00	9,00	9,00	109,00	9,08
	M2	21,00	6,00	9,00	10,00	10,00	8,00	10,00	10,00	9,00	11,00	11,00	11,00	126,00	10,50
	M3	10,00	10,00	8,00	12,00	8,00	9,00	11,00	10,00	9,00	12,00	12,00	10,00	121,00	10,08

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (Helai)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
	M4	13,00	9,00	11,00	13,00	12,00	10,00	14,00	9,00	8,00	12,00	11,00	9,00	131,00	10,91
	M5	18,00	11,00	10,00	11,00	13,00	8,00	16,00	13,00	12,00	16,00	12,00	10,00	150,00	12,50
5 MST (Jumat, 14 Maret 2025)	M1	11,00	12,00	10,00	9,00	9,00	9,00	8,00	9,00	7,00	10,00	11,00	8,00	113,00	9,41
	M2	16,00	14,00	10,00	17,00	16,00	11,00	15,00	10,00	11,00	14,00	15,00	13,00	162,00	13,50
	M3	16,00	14,00	10,00	15,00	13,00	9,00	13,00	12,00	10,00	13,00	12,00	9,00	146,00	12,16
	M4	18,00	13,00	11,00	20,00	16,00	13,00	18,00	11,00	11,00	16,00	17,00	15,00	179,00	14,91

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (Helai)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
	M5	21,00	13,00	13,00	15,00	13,00	9,00	18,00	16,00	10,00	21,00	15,00	14,00	178,00	14,83

Lampiran 4 Hasil pengamatan panjang akar 0 MST dan 5 MST

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (cm)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
0 MST (7 Februari 2025)	M1	1,6	1,8	2,0	2,9	3,3	2,0	0,9	1,5	1,0	1,0	1,2	1,4	20,60	1,71
	M2	3,1	2,5	1,4	1,0	1,0	2,4	1,0	1,5	0,6	0,6	1,2	1,4	17,70	1,47
	M3	1,1	1,4	0,9	1,4	0,5	0,7	1,1	2,5	1,9	1,0	1,5	0,5	14,50	1,20

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (cm)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
	M4	1,2	1,0	1,0	0,7	1,6	0,5	1,0	0,9	0,8	1,5	1,5	1,1	12,80	1,06
M5	1,5	1,5	1,1	1,5	1,0	0,9	1,4	1,1	1,9	1,7	1,2	2,2	17,00	1,41	
5 MST (Jumat, 14 Maret 2025)	M1	37	21	10	20	20	11	25	6	15	13	20	20	218	18,16
	M2	19	20	25	21	22	15	20	27	25	26	25	15	260	21,66
	M3	24	18	17	21	16	13	21	22	12	21	20	18	223	18,58
	M4	24	28	20	21	22	15	33	13	18	27	26	21	268	22,33
	M5	30	20	22	22	21	25	20	18	25	25,5	24,5	21	274	22,83

Lampiran 5 Hasil pengamatan berat basah 0 MST dan 5 MST

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (gram)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
0 MST (7 Februari 2025)	M1	0,0114	0,0083	0,0066	0,0121	0,0090	0,0071	0,0130	0,0095	0,0075	0,0119	0,0088	0,0069	0,1121	0,0093
	M2	0,0108	0,0080	0,0063	0,0117	0,0088	0,0068	0,0138	0,0102	0,0080	0,0124	0,0092	0,0072	0,1132	0,0094
	M3	0,0110	0,0081	0,0064	0,0171	0,0127	0,0099	0,0126	0,0093	0,0073	0,0167	0,0124	0,0097	0,1332	0,0111
	M4	0,0109	0,0079	0,0060	0,0102	0,0081	0,0065	0,0104	0,0077	0,0061	0,0098	0,0072	0,0057	0,0965	0,0080
	M5	0,0130	0,0096	0,0076	0,0129	0,0097	0,0075	0,0082	0,0060	0,0048	0,0145	0,0108	0,0085	0,1131	0,0094
	M1	0,89	0,36	0,37	0,44	0,47	0,30	0,69	0,19	0,21	0,40	0,17	0,17	4,66	0,38

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (gram)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
5 MST (Jumat, 14 Maret 2025)	M2	7,90	6,14	1,66	14,67	7,43	1,18	13,01	1,27	1,15	12,65	8,21	6,52	81,79	6,81
	M3	14,63	8,82	3,42	11,50	10,74	0,40	12,54	2,03	3,94	14,24	3,55	2,18	87,99	7,33
	M4	20,21	4,90	3,03	16,03	16,82	7,05	24,74	2	2,10	1,37	0,33	0,19	98,77	8,23
	M5	15,24	8,21	1,62	32,3	9,43	2,38	27,88	12,90	5,65	24,94	19,36	5,72	165,66	13,80

Lampiran 6 Hasil pengamatan berat kering 0 MST dan 5 MST

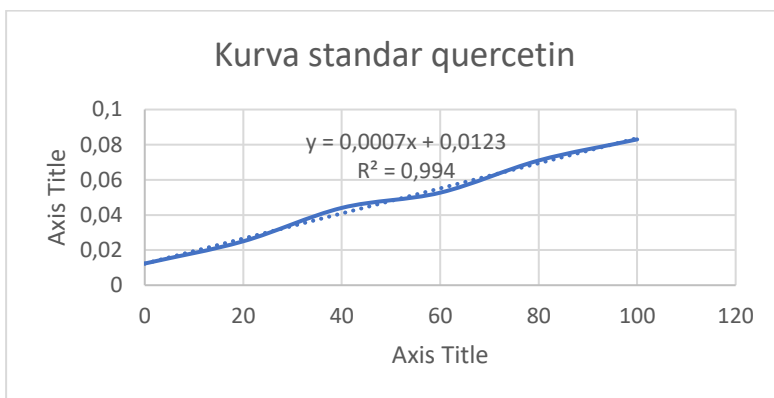
Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (gram)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
0 MST (7 Februari 2025)	M1	0,0 015	0,0 010	0,0 009	0,0 020	0,0 013	0,0 011	0,0 021	0,0 015	0,0 012	0,0 018	0,0 012	0,0 010	0,0 167	0,00 13
	M2	0,0 019	0,0 013	0,0 011	0,0 014	0,0 011	0,0 009	0,0 017	0,0 014	0,0 011	0,0 016	0,0 013	0,0 011	0,0 158	0,00 13
	M3	0,0 013	0,0 009	0,0 007	0,0 012	0,0 009	0,0 007	0,0 022	0,0 016	0,0 013	0,0 018	0,0 015	0,0 012	0,0 153	0,00 12
	M4	0,0 009	0,0 006	0,0 005	0,0 015	0,0 010	0,0 008	0,0 010	0,0 007	0,0 006	0,0 012	0,0 009	0,0 007	0,0 102	0,00 08
	M5	0,0 013	0,0 011	0,0 009	0,0 011	0,0 008	0,0 006	0,0 005	0,0 004	0,0 003	0,0 011	0,0 008	0,0 007	0,0 096	0,00 08

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (gram)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
5 MST (Jumat, 14 Maret 2025)	M1	0,09	0,08	0,05	0,18	0,15	0,10	0,10	0,04	0,04	0,17	0,14	0,07	1,21	0,10
	M2	1,21	0,38	0,23	0,29	0,25	4,15	1,66	1,36	0,25	1,43	0,64	0,90	12,75	1,06
	M3	1,01	0,63	0,25	0,75	0,90	0,05	1,04	0,28	0,21	0,61	0,19	0,32	6,24	0,52
	M4	2,77	0,32	0,32	0,34	1,93	1,92	2,48	0,30	0,30	2,62	1,50	1,58	16,38	1,36
	M5	0,95	0,53	0,35	2,53	0,85	0,20	2,44	1,49	0,59	3,32	1,10	1,07	15,42	1,28

Lampiran 7 Hasil pengamatan kandungan flavonoid

Perlakuan	Pengulangan			Rata-rata
	I	II	III	
M1	0,133	0,128	0,134	0,131
M2	0,184	0,078	0,141	0,134
M3	0,101	0,102	0,109	0,104
M4	0,096	0,086	0,142	0,108
M5	0,150	0,104	0,102	0,118

Lampiran 8 Perhitungan kadar flavonoid



Hasil persamaan regresi linear $y = 0,0007x + 0,0123$

$$y = ax + b$$

$$x = (y - b) / a$$

$$M1 \quad x = (0,133 - 0,0123) / 0,0007 = 0,172428 \text{ mg/mL}$$

$$M2 \quad x = (0,184 - 0,0123) / 0,0007 = 0,245285 \text{ mg/mL}$$

$$M3 \quad x = (0,101 - 0,0123) / 0,0007 = 0,126714 \text{ mg/mL}$$

$$M4 \quad x = (0,096 - 0,0123) / 0,0007 = 0,119571 \text{ mg/mL}$$

$$M5 \quad x = (0,150 - 0,0123) / 0,0007 = 0,196714 \text{ mg/mL}$$

Kadar Total Flavonoid

$$KTF = \frac{V \times (x) \times DF}{m}$$

$$V = 2,5 \text{ ml}$$

$$m = 0,25 \text{ mL}$$

$$FP = 1/1$$

$$M1 \text{ KTF} = 2,5 \times 0,172428 \times 1 / 0,25 = 1,72428 \text{ mgQE/g}$$

$$M2 \text{ KTF} = 2,5 \times 0,245285 \times 1 / 0,25 = 2,45285 \text{ mgQE/g}$$

$$M3 \text{ KTF} = 2,5 \times 0,126714 \times 1 / 0,25 = 1,26714 \text{ mgQE/g}$$

$$M4 \text{ KTF} = 2,5 \times 0,119571 \times 1 / 0,25 = 1,19571 \text{ mgQE/g}$$

$$M5 \text{ KTF} = 2,5 \times 0,196714 \times 1 / 0,25 = 1,96714 \text{ mgQE/g}$$

Lampiran 9 Hasil perhitungan kadar total flavonoid

Perlakuan	Pengulangan			Rata-rata
	I	II	III	
M1	1,724	1,653	1,738	1,702
M2	2,453	0,938	1,838	1,743
M3	1,267	1,281	1,381	1,309
M4	1,196	1,053	1,853	1,367
M5	1,967	1,310	1,281	1,519

Lampiran 10 Hasil pengamatan kandungan antosianin

520 nm pH 1

Perlakuan	Pengulangan			Rata-rata
	I	II	III	
M1	0,140	0,155	0,151	0,148
M2	0,254	0,188	0,239	0,164
M3	0,228	0,216	0,171	0,205
M4	0,093	0,162	0,146	0,133
M5	0,193	0,174	0,188	0,185

700 nm pH 1

Perlakuan	Pengulangan			Rata-rata
	I	II	III	
M1	0,053	0,071	0,059	0,061
M2	0,158	0,120	0,147	0,089
M3	0,128	0,119	0,094	0,113
M4	0,179	0,081	0,072	0,110
M5	0,095	0,085	0,092	0,090

510 nm pH 4,5

Perlakuan	Pengulangan			Rata-rata
	I	II	III	
M1	0,137	0,120	0,135	0,130
M2	0,220	0,238	0,248	0,235
M3	0,202	0,196	0,195	0,197
M4	0,167	0,173	0,175	0,171
M5	0,221	0,216	0,234	0,223

700 nm pH 4,5

Perlakuan	Pengulangan			Rata-rata
	I	II	III	
M1	0,055	0,035	0,056	0,048
M2	0,171	0,190	0,193	0,184
M3	0,136	0,135	0,131	0,134
M4	0,100	0,106	0,107	0,104
M5	0,133	0,129	0,144	0,135

Lampiran 11 Perhitungan kadar total antosianin

$$A = (A_{520} - A_{700}) \text{ pH } 1,0 - (A_{520} - A_{700}) \text{ pH } 4,5$$

$$M1 = (0,150 - 0,053) - (0,137 - 0,055) = 0,005$$

$$M2 = (0,254 - 0,158) - (0,220 - 0,171) = 0,047$$

$$M3 = (0,228 - 0,128) - (0,202 - 0,136) = 0,034$$

$$M4 = (0,093 - 0,179) - (0,167 - 0,100) = 0,019$$

$$M5 = (0,193 - 0,095) - (0,221 - 0,133) = 0,010$$

Lampiran 12 Kadar total antosianin

$$\text{Total antosianin} = \frac{A \times BM \times Fp \times 1000}{\epsilon \times l}$$

$$= \frac{0,005 \times 449,2 \times 1 \times 1000}{26900 \times 1} = 0,083$$

Perlakuan	Pengulangan			Rata-rata
	I	II	III	
M1	0,083	0,017	0,217	0,105
M2	0,785	0,334	0,618	0,579
M3	0568	0,601	0,217	0,462
M4	0,317	0,234	0,100	0,217
M5	0,167	0,033	0,100	0,100

Lampiran 13 Hasil pengamatan pH dan TDS

Hari/Tanggal	Hasil Pengukuran pH dan TDS									
	M1		M2		M3		M4		M5	
	pH	TDS	pH	TDS	pH	TDS	pH	TDS	pH	TDS
Jumat, 7-2-2025	6,17	571	6,05	534	7,05	581	6,85	555	6,31	571
Jumat, 14-2-2025	6,77	705	6,60	692	7,13	676	6,77	701	7,05	727
Jumat, 21-2-2025	7,60	665	7,30	630	7,57	629	6,12	641	7,00	683
Jumat, 28-2-2025	6,10	626	6,67	555	6,18	552	6,81	534	6,40	592
Jumat, 7-3-2025	6,10	652	6,40	381	6,46	425	6,31	253	6,50	341

Hari/Tanggal	Hasil Pengukuran pH dan TDS									
	M1		M2		M3		M4		M5	
	pH	TDS	pH	TDS	pH	TDS	pH	TDS	pH	TDS
Jumat, 14-3-2025	6,00	648	6,30	173	6,40	257	6,68	79	6,66	113
Rata-rata	6,45	644,50	6,55	494,17	6,80	520	6,59	460,50	6,65	504,50

Lampiran 14 Hasil pengamatan faktor lingkungan

Hari/Tanggal	Hasil Pengamatan Faktor Lingkungan					
	Suhu/Kelembapan Udara			Intensitas Cahaya		
	08.00 (Pagi)	12.00 (Siang)	15.00 (Sore)	08.00 (Pagi)	12.00 (Siang)	15.00 (Sore)
Jumat, 7-2-2025	29,5°C/74%	32,4°C/58%	31,0°C/57%	6000	46200	31800
Senin, 10-2-2025	29,6°C/77%	33,2°C/65%	31,9°C/63%	24000	3850	3060
Kamis, 13-2-2025	36,2°C/76%	36,5°C/56%	31,7°C/58%	11200	7010	3130
Minggu, 16-2-2025	28,6°C/72%	29,6°C/71%	27,4°C/70%	2600	4780	850
Rabu, 19-2-2025	31,3°C/75%	33,7°C/59%	32,2°C/59%	7000	4590	3210

Hari/Tanggal	Hasil Pengamatan Faktor Lingkungan					
	Suhu/Kelembapan Udara			Intensitas Cahaya		
	08.00 (Pagi)	12.00 (Siang)	15.00 (Sore)	08.00 (Pagi)	12.00 (Siang)	15.00 (Sore)
Sabtu, 22-2-2025	28,5°C/71%	32,0°C/60%	30,0°C/59%	6800	6300	1600
Selasa, 25-2-2025	27,6°C/77%	31,2°C/69%	29,0°C/69%	5900	3880	2540
Jumat, 28-2-2025	37,3°C/77%	36,7°C/50%	32,4°C/51%	29900	5320	2080
Senin, 3-3-2025	27,7°C/83%	33,9°C/64%	32,0°C/61%	7700	6500	2760
Kamis, 6-3-2025	27,9°C/74%	33,7°C/66%	25,8°C/65%	7900	5500	100
Minggu, 9-3-2025	38,5°C/66%	35,2°C/52%	31,0°C/53%	19600	5800	670

Hari/Tanggal	Hasil Pengamatan Faktor Lingkungan					
	Suhu/Kelembapan Udara			Intensitas Cahaya		
	08.00 (Pagi)	12.00 (Siang)	15.00 (Sore)	08.00 (Pagi)	12.00 (Siang)	15.00 (Sore)
Rabu, 12-3-2025	37,3°C/68%	31,6°C/51%	28,5°C/58%	4600	23400	640
Rata-rata	31,6°C/74%	33,3°C/60%	30,2°C/60%	11100	10260	4370

Lampiran 15 Hasil analisis statistik tinggi tanaman

1. Uji normalitas

Tests of Normality							
Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
satu_mst	0	.293	4	.	.912	4	.492
	50	.195	4	.	.963	4	.799
	100	.159	4	.	.995	4	.983
	150	.158	4	.	.999	4	.996
	200	.227	4	.	.975	4	.874
dua_mst	0	.336	4	.	.850	4	.228
	50	.255	4	.	.953	4	.735
	100	.275	4	.	.845	4	.211
	150	.281	4	.	.878	4	.332
	200	.204	4	.	.958	4	.765
tiga_mst	0	.206	4	.	.969	4	.834
	50	.273	4	.	.940	4	.654
	100	.329	4	.	.894	4	.403
	150	.246	4	.	.885	4	.361
	200	.249	4	.	.928	4	.583
empat_mst	0	.194	4	.	.973	4	.862
	50	.191	4	.	.979	4	.894
	100	.294	4	.	.925	4	.562
	150	.281	4	.	.935	4	.624
	200	.268	4	.	.884	4	.358
lima_mst	0	.306	4	.	.767	4	.055
	50	.204	4	.	.975	4	.870
	100	.278	4	.	.943	4	.673
	150	.266	4	.	.905	4	.455
	200	.242	4	.	.936	4	.631

a. Lilliefors Significance Correction

2. Uji homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
satu_mst	Based on Mean	.375	4	15	.823
	Based on Median	.252	4	15	.904
	Based on Median and with adjusted df	.252	4	10.040	.902
	Based on trimmed mean	.345	4	15	.843
dua_mst	Based on Mean	1.188	4	15	.356
	Based on Median	1.042	4	15	.418
	Based on Median and with adjusted df	1.042	4	6.554	.453
	Based on trimmed mean	1.165	4	15	.365
tiga_mst	Based on Mean	2.583	4	15	.080
	Based on Median	1.872	4	15	.168
	Based on Median and with adjusted df	1.872	4	6.248	.231
	Based on trimmed mean	2.544	4	15	.083
empat_mst	Based on Mean	2.827	4	15	.062
	Based on Median	2.192	4	15	.119
	Based on Median and with adjusted df	2.192	4	5.103	.204
	Based on trimmed mean	2.694	4	15	.071
lima_mst	Based on Mean	2.432	4	15	.093
	Based on Median	1.872	4	15	.168
	Based on Median and with adjusted df	1.872	4	6.952	.221
	Based on trimmed mean	2.264	4	15	.111

3. Uji ANOVA

		ANOVA				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
tiga_mst	Between Groups	156.921	4	39.230	27.688	.000
	Within Groups	21.253	15	1.417		
	Total	178.174	19			
empat_mst	Between Groups	610.165	4	152.541	13.495	.000
	Within Groups	169.549	15	11.303		
	Total	779.714	19			
lima_mst	Between Groups	1086.775	4	271.694	13.957	.000
	Within Groups	291.999	15	19.467		
	Total	1378.774	19			

4. Uji Duncan

		tiga_mst		
Duncan ^a		Subset for alpha = 0.05		
Perlakuan	N	1	2	3
0	4	6.3250		
200	4		11.5825	
100	4		12.2100	
150	4		13.2900	13.2900
50	4			14.4600
Sig.		1.000	.072	.185

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

empat_mst

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0	4	8.9500	
200	4		20.7200
50	4		21.5175
100	4		21.7050
150	4		25.0550
Sig.		1.000	.113

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

lima_mst

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0	4	8.8750	
200	4		25.6100
50	4		26.0000
100	4		26.9575
150	4		29.4350
Sig.		1.000	.276

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Lampiran 16 Hasil analisis statistik jumlah daun

1. Uji normalitas

Tests of Normality							
Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
satu_mst	0	.441	4	.630	4	.001	
	50	.307	4	.729	4	.024	
	100	.	4	.	4	.	
	150	.441	4	.630	4	.001	
	200	.	4	.	4	.	
dua_mst	0	.282	4	.863	4	.271	
	50	.193	4	.972	4	.855	
	100	.153	4	.992	4	.967	
	150	.152	4	.993	4	.974	
	200	.284	4	.864	4	.274	
tiga_mst	0	.211	4	.982	4	.911	
	50	.152	4	.993	4	.974	
	100	.215	4	.962	4	.793	
	150	.212	4	.965	4	.807	
	200	.211	4	.982	4	.911	
empat_mst	0	.193	4	.972	4	.855	
	50	.250	4	.928	4	.581	
	100	.288	4	.889	4	.377	
	150	.193	4	.972	4	.855	
	200	.302	4	.897	4	.415	
lima_mst	0	.170	4	.994	4	.977	
	50	.191	4	.972	4	.854	
	100	.213	4	.947	4	.697	
	150	.269	4	.878	4	.331	
	200	.215	4	.957	4	.757	

a. Lilliefors Significance Correction

2. Uji homogenitas

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
satu_mst	Between Groups	.695	4	.174	2.181	.121
	Within Groups	1.196	15	.080		
	Total	1.891	19			
dua_mst	Between Groups	.743	4	.186	1.029	.424
	Within Groups	2.709	15	.181		
	Total	3.452	19			
tiga_mst	Between Groups	5.071	4	1.268	2.376	.099
	Within Groups	8.005	15	.534		
	Total	13.077	19			
empat_mst	Between Groups	25.198	4	6.299	6.841	.002
	Within Groups	13.813	15	.921		
	Total	39.011	19			
lima_mst	Between Groups	83.241	4	20.810	11.200	.000
	Within Groups	27.872	15	1.858		
	Total	111.113	19			

3. Uji ANOVA

		ANOVA				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
satu_mst	Between Groups	.695	4	.174	2.181	.121
	Within Groups	1.196	15	.080		
	Total	1.891	19			
dua_mst	Between Groups	.743	4	.186	1.029	.424
	Within Groups	2.709	15	.181		
	Total	3.452	19			
tiga_mst	Between Groups	5.071	4	1.268	2.376	.099
	Within Groups	8.005	15	.534		
	Total	13.077	19			
empat_mst	Between Groups	25.198	4	6.299	6.841	.002
	Within Groups	13.813	15	.921		
	Total	39.011	19			
lima_mst	Between Groups	83.241	4	20.810	11.200	.000
	Within Groups	27.872	15	1.858		
	Total	111.113	19			

4. Uji Duncan

empat_mst

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0	4	9.0825		
100	4	10.0825	10.0825	
50	4	10.5000	10.5000	
150	4		10.9175	
200	4			12.5025
Sig.		.065	.261	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

lima_mst

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0	4	9.4175		
100	4		12.1650	
50	4		13.5000	13.5000
200	4			14.8350
150	4			14.9150
Sig.		1.000	.186	.184

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

5. Uji Kruskal-Wallis

Test Statistics^{a,b}

	statu mst
Kruskal-Wallis H	7.474
Df	4
Asymp. Sig.	.113

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan

Lampiran 17 Hasil analisis statistik panjang akar

1. Uji normalitas

Tests of Normality

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
panjang_akar	0		.313	4	.	.888
	50		.181	4	.	.991
	100		.277	4	.	.858
	150		.250	4	.	.927
	200		.232	4	.	.911

a. Lilliefors Significance Correction

2. Uji homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
panjang_akar	Based on Mean	1.010	4	15	.433
	Based on Median	.524	4	15	.720
	Based on Median and with adjusted df	.524	4	7.240	.722
	Based on trimmed mean	.916	4	15	.480

3. Uji ANOVA

ANOVA

panjang_akar

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	76.159	4	19.040	4.030	.020
Within Groups	70.863	15	4.724		
Total	147.023	19			

4. Uji Duncan

panjang_akar

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0	4	18.1675		
100	4	18.5850	18.5850	
50	4		21.6650	21.6650
150	4			22.3325
200	4			22.8350
Sig.		.790	.063	.482

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Lampiran 18 Hasil analisis statistik berat basah

1. Uji normalitas

Tests of Normality

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Statistic	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.		df	Sig.	
berat_basah	0		.208	4	.	.985	4
	50		.290	4	.	.865	4
	100		.209	4	.	.948	4
	150		.335	4	.	.882	4
	200		.346	4	.	.822	4

a. Lilliefors Significance Correction

2. Uji homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
berat_basah	Based on Mean	3.011	4	15	.052
	Based on Median	1.074	4	15	.404
	Based on Median and with adjusted df	1.074	4	5.869	.447
	Based on trimmed mean	2.636	4	15	.076

3. Uji ANOVA

ANOVA

berat_basah

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	364.792	4	91.198	9.481	.000
Within Groups	144.286	15	9.619		
Total	509.077	19			

4. Uji Duncan

berat_basah

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0	4	.3875		
50	4		6.8150	
100	4		7.3350	
150	4		8.2300	
200	4			13.8050
Sig.		1.000	.550	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Lampiran 19 Hasil analisis statistik berat kering

1. Uji normalitas

Tests of Normality								
Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk				
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.		
berat_kering	0		.269	4	.	.844	4	.207
	50		.222	4	.	.978	4	.891
	100		.214	4	.	.957	4	.759
	150		.221	4	.	.913	4	.498
	200		.178	4	.	.979	4	.895

a. Lilliefors Significance Correction

2. Uji homogenitas

Test of Homogeneity of Variances					
berat_kering		Levene	df1	df2	Sig.
		Statistic			
berat_kering	Based on Mean	2.372	4	15	.099
	Based on Median	2.142	4	15	.126
	Based on Median and with adjusted df	2.142	4	9.200	.156
	Based on trimmed mean	2.369	4	15	.099

3. Uji ANOVA

ANOVA					
berat_kering					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.689	4	1.172	9.973	.000
Within Groups	1.763	15	.118		
Total	6.452	19			

4. Uji Duncan

berat_kering

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
0	4	.1000	
100	4	.5200	
50	4		1.0625
200	4		1.2850
150	4		1.3675
Sig.		.104	.251

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4,000.

Lampiran 20 Hasil analisis statistik kadar flavonoid

1. Uji normalitas

Tests of Normality

Perlakuan	n	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Flavonoid	0						
		.329	3		.868	3	.291
	50	.216	3		.988	3	.793
	100	.344	3		.841	3	.215
	150	.323	3		.879	3	.322
	200	.372	3		.782	3	.071

a. Lilliefors Significance Correction

2. Uji homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Flavonoid	Based on Mean	3.481	4	10	.050
	Based on Median	1.211	4	10	.365
	Based on Median and with adjusted df	1.211	4	5.740	.399
	Based on trimmed mean	3.282	4	10	.058

3. Uji ANOVA

ANOVA

Flavonoid

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.454	4	.113	.617	.660
Within Groups	1.837	10	.184		
Total	2.290	14			

Lampiran 21 Hasil analisis statistik kadar antosianin

1. Uji normalitas

Tests of Normality

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
Antosianin	0	.255	3	.	.963	3	.630
	50	.235	3	.	.978	3	.716
	100	.357	3	.	.814	3	.148
	150	.228	3	.	.982	3	.742
	200	.175	3	.	1.000	3	1.000

a. Lilliefors Significance Correction

2. Uji homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Antosianin	Based on Mean	1.916	4	10	.184
	Based on Median	.436	4	10	.780
	Based on Median and with adjusted df	.436	4	5.019	.779
	Based on trimmed mean	1.759	4	10	.214

3. Uji ANOVA

ANOVA

Antosianin

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.565	4	.141	5.693	.012
Within Groups	.248	10	.025		
Total	.814	14			

4. Uji Duncan

Antosianin

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
200	3	.10000		
0	3	.10567		
150	3	.21700	.21700	
100	3		.46200	.46200
50	3			.57900
Sig.		.406	.086	.385

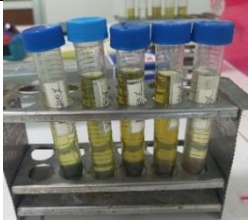
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Lampiran 22 Dokumentasi kegiatan riset

No.	Gambar	Keterangan	No.	Gambar	Keterangan
1.		Menimbang bahan nutrisi	10.		Mengukur tinggi tanaman
2.		Pembuatan larutan stock	11.		Menghitung jumlah daun
3.		Benih bayam merah	12.		Mengukur panjang akar

4.		Penyemaian benih	13.		Menimbang berat basah sampel
5.		Bibit bayam merah	14.		Mengoven sampel tanaman pada suhu 60°C
6.		Mengukur pH nutrisi	15.		Menimbang berat kering sampel

7.		Mengukur partikel terlarut dengan TDS meter	16.		Ekstraksi daun bayam merah dengan etanol 70%
8.		Pengamatan suhu dan kelembapan udara	17.		Hasil ekstrak daun bayam merah
9.		Pengamatan intensitas cahaya	18.		Mengukur kadar flavonoid dan antosianin dengan spektrofotometri

Sumber: Dokumentasi peneliti (Januari – April)

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Fitri Azizah
2. Tempat & Tanggal Lahir : Cilacap, 11 Desember 2002
3. Alamat Rumah : Dusun Genting No. 17
RT. 02/RW. 08, Desa
Danasri Lor, Kecamatan
Nusawungu, Kabupaten
Cilacap, Jawa Tengah
4. E-mail : fitriazh112@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. TK Islam Bustanul Athfal
2. MIN 3 Cilacap
3. MTs WI Kebarongan
4. MA WI Kebarongan
5. UIN Walisongo Semarang