

**PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN FLAVONOID
SERTA ANTOSIANIN BAYAM MERAH
(*Amaranthus cruentus* L.) PADA VARIASI NUTRISI
NITROGEN (N) DENGAN SISTEM HIDROPONIK**

SKRIPSI

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



MUQODIMATUL AINIA

NIM 2108016008

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

2025

**PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN
FLAVONOID SERTA ANTOSIANIN BAYAM
MERAH (*Amaranthus cruentus* L.) PADA VARIASI
NUTRISI NITROGEN (N) DENGAN SISTEM
HIDROPONIK**

SKRIPSI

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

MUQODIMATUL AINIA

NIM 2108016008

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

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muqodimatul Ainia

NIM : 2108016008

Jurusan : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**Pertumbuhan dan Kandungan Flavonoid serta Antosianin
Bayam Merah (*Amaranthus cruentus* L.) pada Variasi
Nutrisi Nitrogen (N) dengan Sistem Hidroponik**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian atau karya saya sendiri, kecuali bagian lain yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 14 April 2024

Pembuat pernyataan



Muqodimatul Ainia
NIM 2108016008



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
Telp. 024-7601295 Fax.7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pertumbuhan dan Kandungan Flavonoid serta
Antosianin Bayam Merah (*Amaranthus cruentus* L.)
pada Variasi Nutrisi Nitrogen (N) dengan Sistem
Hidroponik

Nama : Muqodimatul Ainia

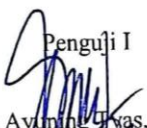
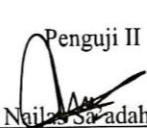
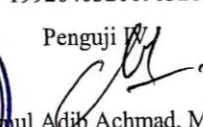
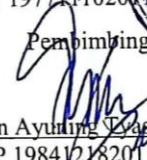
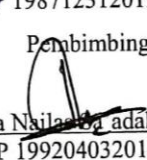
NIM : 2108016008

Jurusan : Biologi

Telah diujikan dalam sidang munaqosah oleh Dewan Penguji
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan diterima
sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana sains dalam
bidang ilmu biologi.

Semarang, 23 April 2025

Dewan Penguji

Penguji I  <u>Dr. Dian Ayuining Tyas, M.Biotech.</u> NIP 198412182011012004	Penguji II  <u>Ira Nailas Sa'adah, M.Si.</u> NIP 199204032019032021
Penguji III  <u>Kusrinah, M.Si.</u> NIP 197711102011113005	Penguji IV  <u>Chusnul Adib Achmad, M.Si.</u> NIP 198712312019031018
Pembimbing I  <u>Dr. Dian Ayuining Tyas, M.Biotech.</u> NIP 198412182011012004	Pembimbing II  <u>Ira Nailas Sa'adah, M.Si.</u> NIP 199204032019032021



NOTA DINAS

Semarang, 14 April 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 : Pertumbuhan dan Kandungan Flavonoid serta Antosianin Bayam Merah (*Amaranthus cruentus* L.) pada Variasi Nutrisi Nitrogen (N) dengan Sistem Hidroponik

Nama : Muqodimatul Ainia

NIM : 2108016008

Jurusan : Biologi

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

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dosen Pembimbing


Dr. Dian Azzahra Tyas, M.Biotech.

NIP 198412182011012004

NOTA DINAS

Semarang, 14 April 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 : Pertumbuhan dan Kandungan Flavonoid serta
Antosianin Bayam Merah (*Amaranthus cruentus* L.)
pada Variasi Nutrisi Nitrogen (N) dengan Sistem
Hidroponik

Nama : Muqodimatul Ainia

NIM : 2108016008

Jurusan : Biologi

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

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dosen Pembimbing II



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

MOTO

“Perjuangan ini memang berat, penuh air mata, lelah, dan rasa ingin menyerah. Namun percayalah, setiap langkah dan rintangan adalah bagian dari proses pendewasaan diri. Tidak ada yang sia-sia dari usaha yang tulus. Manusia bisa merancang sebaik mungkin, tetapi pada akhirnya, Allah-lah yang menentukan jalan terbaik. Ketika segala daya sudah dikerahkan, saat itulah keyakinan dan doa menjadi pegangan utama. Karena keberhasilan bukan hanya tentang hasil akhir, tetapi tentang bagaimana kita bertahan dalam prosesnya.”

ABSTRAK

Bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) merupakan salah satu tanaman dalam famili Amaranthaceae yang mengandung senyawa antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan dan memiliki tingkat konsumsi yang tinggi oleh masyarakat. Namun, produktivitasnya mulai menurun akibat keterbatasan lahan dan nutrisi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh makronutrien khususnya nitrogen dengan berbagai variasi terhadap pertumbuhan, kandungan flavonoid dan antosianin pada bayam merah. Metode penelitian ini termasuk metode kuantitatif yang dilakukan secara eksperimental dengan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada lima taraf perlakuan konsentrasi nitrogen N0 (0%), N1 (50%), N2 (100%), N3 (150%), N4 (200%) dengan empat pengulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi nitrogen berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter pertumbuhan dan kandungan flavonoid serta antosianin. Perlakuan nitrogen 150% memberikan hasil pertumbuhan terbaik, dengan tinggi tanaman 31,81 cm, jumlah daun 13,25 helai, panjang akar 14,66 cm, berat basah 15,47 g, dan berat kering 1,17 g. Sementara itu, perlakuan nitrogen 200% menghasilkan kadar flavonoid tertinggi sebesar 2,515 mgQE/g dan antosianin sebesar 1,826 mg/g. Perlakuan nitrogen 150% optimal untuk pertumbuhan, sedangkan perlakuan nitrogen 200% lebih efektif dalam meningkatkan kandungan flavonoid dan antosianin.

Kata kunci: Antosianin, Bayam merah, Flavonoid, Nitrogen, Pertumbuhan.

ABSTRACT

Red spinach (*Amaranthus cruentus* L.) is a member of the Amaranthaceae family that contains antioxidant compounds beneficial to health and has a high consumption rate among the community. However, its productivity has begun to decline due to limited land availability and nutrient deficiencies. This study aimed to determine the effect of macronutrients, particularly nitrogen at various concentrations, on the growth, flavonoid content, and anthocyanin content of red spinach. The research employed a quantitative experimental method using a Completely Randomized Design (CRD) with five levels of nitrogen concentration: N0 (0%), N1 (50%), N2 (100%), N3 (150%), and N4 (200%), each with four replications. The results showed that nitrogen variation significantly affected all growth parameters as well as flavonoid and anthocyanin content. The 150% nitrogen treatment produced the best growth results, with a plant height of 31.81 cm, 13.25 leaves per plant, root length of 14.66 cm, fresh weight of 15.47 g, and dry weight of 1.17 g. Meanwhile, the 200% nitrogen treatment resulted in the highest flavonoid content at 2.515 mg QE/g and anthocyanin content at 1.826 mg/g. Thus, the 150% nitrogen treatment was optimal for plant growth, while the 200% treatment was more effective in increasing flavonoid and anthocyanin levels.

Keywords: Anthocyanin, Flavonoid, Growth, Nitrogen, Red spinach

TRANSLITERASI

Penulisan skripsi ini menggunakan pedoman transliterasi huruf arab-latin SKB (Sesuai Keputusan Bersama) Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI Nomor: 158/1987 dan Nomor 054b/U/1987.

ا	A	ط	t}
ب	B	ظ	z}
ت	T	ع	‘
ث	s\	غ	g
ج	J	ف	f
ح	h}	ق	q
خ	Kh	ك	k
د	D	ل	l
ذ	z\	م	m
ر	R	ن	n
ز	Z	و	w
س	S	ه	h
ش	Sy	ء	‘
ص	s}	ي	y
ض	d}		

Bacaan Madd

a > = a panjang

i > = i panjang

u > = u panjang

Bacaan Diftong

au = او

ai = اي

iu = اي

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan karunia-Nya, sehingga sampai saat ini masih diberikan ketetapan iman dan islam. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW pembawa rahmat bagi makhluk alam semesta yang senantiasa dinantikan syafa'atnya di yaumul akhir kelak. Skripsi dengan judul **“Pertumbuhan dan Kandungan Flavonoid serta Antosianin Bayam Merah (*Amaranthus cruentus* L.) pada Variasi Nutrisi Nitrogen (N) dengan Sistem Hidroponik”** disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi.

Pada penyusunan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik itu ide, kritik, saran ataupun bentuk lainnya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi, sehingga berjalan dengan baik dan lancar, yaitu kepada:

1. Prof. Dr. 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 dan Pembimbing I yang senantiasa membimbing, memberikan saran maupun masukan serta selalu mendorong selama proses penelitian dan penyusunan skripsi, sehingga skripsi ini dapat selesai dengan tepat waktu.
4. Ira Nailas Sa'adah, M.Si., selaku Pembimbing II yang senantiasa membimbing dan memberikan arahan kepada penulis selama proses penelitian dan penyusunan skripsi, sehingga kegiatan ini dapat berjalan dengan lancar. Beliau juga merupakan dosen yang telah memberikan wadah berupa riset payung penelitian dosen, sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian ini secara terarah dan sistematis.
5. Dr. Ling. Rusmadi, M.Si., selaku dosen wali yang senantiasa membimbing dan memberikan arahan dari semester pertama hingga saat ini.
6. Sumiati, S.Pd. dan Erwin Edy Wibowo, A.Md., selaku laboran di Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi yang selalu sabar memberikan arahan selama proses penelitian.
7. Bapak dan ibu dosen Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang khususnya diprodi Biologi yang telah

- memberikan ilmunya kepada peneliti selama menempuh pendidikan.
8. Bapak Aliman dan Ibu Suhartini selaku orang tua serta M. Ilham selaku adik penulis yang senantiasa mendoakan, memberikan semangat dan dukungan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.
 9. Siti Amirotin Khasanah yang sudah menemani selama proses penelitian, dan tidak lupa teman-teman tim riset lainnya Azka Azkia, Fitri Azizah, dan Ilma Ayunda Arum yang senantiasa memberikan semangat kepada penulis selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.
 10. Teman-teman penulis, Nur Laila Fitriana, Anjelia Nurmey, Nafisatul Amalia, Nurul Niswatun Afidah, dan Agista Putri yang senantiasa memotivasi, memberi dukungan, dan mendengarkan keluh kesah penulis selama penyusunan skripsi.
 11. Teman-teman seperjuangan Dendrophile 2021 yang sudah kebersamai selama masa perkuliahan dari awal hingga akhir.
 12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan kelemahan baik dari isi maupun penulisan,

sehingga penulis memohon maaf atas ketidaksempurnaan pada naskah skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat dijadikan sebagai sumber referensi dan bermanfaat bagi para pembaca serta pihak-pihak lain yang berkepentingan.

Semarang, 23 April 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ainia', with a horizontal line drawn underneath it.

Muqodimatul Ainia
NIM 2108016008

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PENGESAHAN.....	iii
NOTA DINAS.....	iv
MOTO.....	vi
ABSTRAK	vii
TRANSLITERASI	ix
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	7
BAB II LANDASAN TEORI	9
A. Kajian Teori.....	9
1. Tanaman Bayam Merah	9
2. Pertumbuhan	13
3. Sistem Hidroponik	26
3. Senyawa Metabolit Sekunder	34
4. Senyawa Antosianin.....	39

B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	43
C. Kerangka Berpikir.....	53
D. Hipotesis	54
BAB III METODE PENELITIAN.....	55
A. Jenis Penelitian	55
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	56
C. Subjek Penelitian dan Teknik Sampling	56
D. Rancangan Penelitian.....	57
E. Variabel Penelitian	59
F. Prosedur Penelitian	60
G. Teknik Analisis Data	77
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	81
A. Hasil Penelitian	81
1. Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah	81
2. Flavonoid	97
3. Antosianin	103
B. Pembahasan.....	106
1. Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah	106
2. Flavonoid	119
3. Antosianin	125
BAB V KESIMPULAN.....	130
A. Kesimpulan.....	130
B. Saran.....	131
DAFTAR PUSTAKA	132
LAMPIRAN	146
RIWAYAT HIDUP	176

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bayam merah (<i>Amaranthus cruentus</i> L.).....	10
Gambar 2. 2. Sistem hidroponik NFT	27
Gambar 2. 3 Sistem hidroponik fertigasi.....	28
Gambar 2. 4. Hidroponik sistem wick	29
Gambar 2. 5 Sistem hidroponik aeroponik.....	30
Gambar 2. 6 Sistem hidroponik floating	31
Gambar 2. 7 Kerangka penelitian.....	53
Gambar 4. 1 Grafik rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman ...	82
Gambar 4. 2. Grafik rata-rata jumlah daun	85
Gambar 4. 3. Grafik rata-rata berat basah tanaman	93
Gambar 4. 4. Grafik rata-rata berat kering tanaman	95
Gambar 4. 5. Hasil uji reaksi warna reaksi flavonoid.....	98
Gambar 4. 6. Kurva standar kuersetin.....	101
Gambar 4. 7. Grafik rata-rata kadar total flavonoid	102
Gambar 4. 8. Grafik rata-rata kadar total antosianin	104
Gambar 4. 9. Pertumbuhan tinggi bayam merah	107
Gambar 4. 10. Daun pada beberapa perlakuan	111
Gambar 4. 11. Biosintesis flavonoid	123

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Peranan nutrisi makronutrien.....	21
Tabel 2. 2. Peranan nutrisi mikronutrien	24
Tabel 2. 3. Kajian penelitian yang relevan	43
Tabel 3.1 Rancangan penelitian.....	57
Tabel 3.2 Modifikasi komposisi larutan nutrisi Hoagland....	63
Tabel 3.3 Volume larutan yang digunakan.....	65
Tabel 4.1 Rata-rata tinggi tanaman bayam 0 MST – 5 MST.	83
Tabel 4.2 Rata-rata jumlah daun bayam 0 MST – 5 MST.....	86
Tabel 4.3 Hasil uji Post Hoc Mann-Whitney	88
Tabel 4.4 Rata-rata panjang akar tanaman pada 5 MST	92
Tabel 4 5. Rata-rata berat basah tanaman (5 MST)	94
Tabel 4 6. Rata-rata berat kering	96
Tabel 4 7. Hasil reaksi uji flavonoid.....	100
Tabel 4 8. Rata-rata kadar total flavonoid	103
Tabel 4 9. Rata-rata kadar total antosianin bayam merah	105

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil pengamatan tinggi tanaman 0 MST - 5 MST..	146
Lampiran 2. Hasil pengamatan jumlah daun 0 MST – 5 MST	148
Lampiran 3. Hasil pengamatan panjang akar 0 MST dan 5 MST.	150
Lampiran 4. Hasil pengamatan berat basah 0 MST dan 5 MST ...	151
Lampiran 5. Hasil pengamatan berat kering 0 MST dan 5 MST ..	152
Lampiran 6. Hasil absorbansi kuersetin pada panjang gelombang 510 nm	153
Lampiran 7. Hasil pengukuran flavonoid pada panjang gelombang 510 nm	153
Lampiran 8. Perhitungan kadar total flavonoid	154
Lampiran 9. Hasil perhitungan kadar total flavonoid.....	156
Lampiran 10. Hasil pengukuran antosianin	156
Lampiran 11. Absorbansi total antosianin	158
Lampiran 12. Kadar total antosianin	159
Lampiran 13. Hasil pengamatan pH dan TDS	160
Lampiran 14. Hasil pengamatan faktor lingkungan	160
Lampiran 15. Hasil analisis statistik tinggi tanaman.....	162
Lampiran 16. Hasil analisis statistik jumlah daun.....	166
Lampiran 17. Hasil analisis statistik panjang akar tanaman.....	167
Lampiran 18. Hasil analisis statistik berat basah tanaman	169
Lampiran 19. Hasil analisis statistik berat kering tanaman	170
Lampiran 20. Hasil analisis statistik kadar total flavonoid.....	171
Lampiran 21. Hasil analisis statistik kadar total antosianin.....	172
Lampiran 22. Hasil perhitungan modifikasi larutan Hoagland.....	173
Lampiran 23. Dokumentasi penelitian.....	174

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan jumlah masyarakat pengonsumsi sayuran terbanyak yaitu sekitar 95,4% menurut survei yang dilakukan oleh BPS (Badan Pusat Statistika). Indonesia merupakan negara agraris yang kaya sumber daya alam dan memiliki lahan subur, namun hasil panen yang diperoleh sering kali belum mencukupi kebutuhan masyarakat (Basri & Pamungkas, 2022). Bayam menjadi salah satu jenis sayuran yang sering dikonsumsi oleh masyarakat. Berdasarkan data BPS pada tahun 2018 hasil produksi bayam mencapai 162.277 ton, tahun 2019 sebesar 160.306 ton dan pada tahun 2020 sebesar 157.024 ton atau turun sebesar 3,24 % dari tahun 2018. Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat penurunan yang signifikan pada hasil panen bayam dari tahun ke tahun (Telaumbanua *et al.*, 2023).

Produktivitas dari tanaman bayam merah saat ini masih tergolong rendah dan belum stabil karena kondisi lahan pertanian yang kekurangan nutrisi (Sagala *et al.*, 2024). Perbandingan antara kebutuhan dan produksi yang tidak seimbang, menyebabkan jumlah tanaman bayam merah tidak begitu banyak. Terdapat sejumlah faktor yang memengaruhi hal tersebut, diantaranya adalah sempitnya lahan pertanian saat

ini. Hal tersebut mengakibatkan masyarakat memiliki minat yang rendah terhadap penanaman sayuran. Maka dari itu, diperlukan alternatif penanaman untuk mengatasi hal tersebut misalnya sistem hidroponik untuk meminimalisir penggunaan lahan. Hidroponik dengan sistem wick merupakan salah satu metode yang paling sederhana dan mudah diterapkan oleh masyarakat karena tidak memerlukan pompa, biaya yang relatif rendah, serta perawatan yang mudah dilakukan, sehingga cocok digunakan untuk skala rumah tangga maupun pemula.

Faktor lain yang memengaruhi penurunan produksi bayam merah adalah kondisi tanah yang semakin memburuk karena penggunaan pupuk yang berlebihan (Sagala *et al.*, 2024). Penurunan produktivitas tanah berpengaruh terhadap nutrisi yang terkandung di dalam tanah tersebut. Faktor-faktor tersebut yang menjadi penyebab penurunan hasil panen bayam merah bahkan hingga berakhir gagal panen (Ratriyanto *et al.*, 2019).

Konsumsi bayam merah oleh masyarakat tergolong tinggi karena tanaman ini memiliki beragam manfaat. Bayam merah mengandung berbagai zat gizi penting yang dibutuhkan oleh tubuh, seperti garam-garam mineral, vitamin C, vitamin A, protein, antioksidan dan polifenol dalam kadar yang cukup tinggi (Pebrianti *et al.*, 2015). Bagian-bagian tanaman dari bayam merah seperti daun, batang, dan akar banyak digunakan

sebagai pengobatan tradisional (Hidayat *et al.*, 2015). Bayam merah juga dapat membantu menurunkan kolesterol dan melancarkan pencernaan serta peredaran darah (Pradana *et al.*, 2017).

Pertumbuhan suatu tanaman termasuk bayam merah dipengaruhi faktor internal ataupun eksternal. Faktor internal meliputi benih yang digunakan dan keturunan atau genetik dari tanaman tersebut. Adapun faktor eksternal yang memengaruhi adalah faktor lingkungan seperti pH, suhu, kelembapan, cahaya matahari, dan ketersediaan unsur hara. Dalam proses penanaman dan pertumbuhan bayam merah, kebutuhan unsur hara sangatlah penting. Unsur hara pada tanaman berupa makronutrien dan mikronutrien. Unsur hara makronutrien adalah unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang banyak, sedangkan unsur hara mikronutrien yaitu unsur hara yang dibutuhkan atau diserap tanaman dalam jumlah yang sedikit (Hidayanti & Kartika, 2019).

Unsur hara makronutrien memiliki peranan penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, tidak terkecuali bayam merah. Salah satu unsur makronutrien yang diperlukan dalam jumlah banyak adalah unsur Nitrogen (N). Nitrogen dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman yang umumnya terjadi pada fase vegetatif, berperan penting dalam pembentukan klorofil, membentuk lemak, dan protein (Mastur

et al., 2015). Penggunaan unsur N dalam jumlah yang banyak dapat menghambat pembentukan biji dan pertumbuhan bunga serta menekan jumlah bintil akar yang dapat mengurangi efektivitas dalam mengikat N_2 dari atmosfer. Sebaliknya, kekurangan unsur N dapat menghambat proses pertumbuhan ditandai dengan tanaman yang kerdil daun-daun menguning serta rontok (Iswiyanto *et al.*, 2023).

Pemberian nutrisi selama fase pertumbuhan dapat memengaruhi komposisi senyawa bioaktif dalam bayam merah. Kandungan senyawa yang tinggi pada bayam merah adalah antioksidan. Antioksidan ini bermanfaat untuk menangkal efek radikal bebas yang ada di dalam tubuh dan merusak sel-sel tubuh serta toksisitas lainnya (Wiyasihati & Wigati, 2016). Kandungan antioksidan yang tinggi dalam bayam merah menjadikan tanaman ini sebagai sumber pangan fungsional yang potensial dalam menjaga kesehatan tubuh.

Sumber utama antioksidan dalam bayam merah adalah senyawa flavonoid, yang termasuk dalam kelompok senyawa bioaktif (Khanam & Oba, 2013). Flavonoid merupakan kelompok senyawa metabolit sekunder yang memiliki berbagai fungsi fisiologis dalam tanaman, termasuk sebagai antioksidan dan pelindung terhadap stres lingkungan. Salah satu turunan flavonoid yang penting adalah antosianin. Antosianin adalah salah satu senyawa kimia organik yang berperan dalam

menarik penyerbuk (pollinator), serta melindungi sel-sel tumbuhan, seperti kloroplas, dari radiasi sinar ultraviolet B. Selain itu, antosianin juga berkontribusi dalam pengangkutan monosakarida dan pengaturan tekanan osmotik selama kondisi kekeringan maupun suhu rendah. Senyawa ini dapat meningkatkan respons antioksidan tanaman terhadap stres biotik maupun abiotik (Pebrianti *et al.*, 2015). Kadar kandungan flavonoid dan antosianin pada bayam merah dipengaruhi oleh unsur hara yang diserap selama proses pertumbuhan, selain itu terdapat beberapa faktor lain seperti intensitas cahaya matahari, suhu udara, dan pH (Panche & Chandra., 2016).

Variasi media tanam yang digunakan tentu akan memengaruhi penyerapan unsur hara oleh tanaman. Begitu juga dengan unsur nitrogen yang berpengaruh langsung terhadap aktivitas enzim PAL (*Fenilalanina amonia-liase*) yang berperan terhadap metabolisme. Selain itu, unsur nitrogen juga dapat meningkatkan regulasi tingkat gen dan enzim, salah satunya adalah enzim utama dalam jalur metabolisme fenilpropanoid, maka keberadaan nitrogen memengaruhi terjadinya peningkatan produksi antosianin di dalam tanaman (Pratiwi, 2017).

Keberadaan unsur hara makronutrien yang bervariasi pada media tanam, berpengaruh terhadap pertumbuhan dan

perkembangan bayam merah. Unsur nitrogen juga menjadi unsur hara esensial yang penting terhadap produktivitas bayam merah. Potensi bayam merah yang tinggi karena bermanfaat sebagai antioksidan yang bersumber dari flavonoid dan antosianin perlu dikembangkan lebih lanjut lagi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi nitrogen yang tepat sebagai media tanam untuk mendapatkan hasil pertumbuhan, kandungan flavonoid, dan antosianin yang optimal pada bayam merah.

B. Rumusan Masalah

1. Apakah variasi konsentrasi nitrogen dalam media tanam memengaruhi pertumbuhan bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.)?
2. Apakah terdapat perbedaan kandungan flavonoid pada bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) yang ditanam dengan berbagai variasi konsentrasi nitrogen?
3. Apakah variasi konsentrasi nitrogen memengaruhi kandungan antosianin pada bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.)?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisis pengaruh berbagai variasi konsentrasi nitrogen dalam media tanam terhadap pertumbuhan bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.).
2. Untuk menganalisis perbedaan kandungan flavonoid yang dihasilkan bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) yang ditanam dengan berbagai konsentrasi nitrogen.
3. Untuk menganalisis pengaruh variasi konsentrasi nitrogen terhadap kandungan antosianin pada bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.).

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis
 - a. Penelitian ini dapat memberikan informasi berkaitan tentang pengaruh media dengan variasi nutrisi nitrogen pada pertumbuhan dan kandungan flavonoid serta antosianin pada bayam merah.
 - b. Memberikan pengetahuan yang berguna untuk menunjang perkembangan ilmu pengetahuan di era perkembangan zaman.
2. Manfaat Praktis
 - a. Bagi Peneliti
 - 1) Dapat mengidentifikasi suatu masalah berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

- 2) Dapat menambah wawasan dan pengetahuan tentang topik penelitian yang dilakukan.

b. Bagi Pembaca

- 1) Dapat dijadikan sebagai referensi dan sumber informasi untuk penelitian selanjutnya.
- 2) Sebagai salah satu acuan dalam proses budidaya atau pemuliaan tanaman bayam dengan berbagai variasi media nutrisi nitrogen.
- 3) Dapat meningkatkan pemahaman atau pengetahuan berkaitan dengan pengujian senyawa metabolit sekunder pada tanaman khususnya flavonoid dan antosianin.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Tanaman Bayam Merah

Bayam (*Amaranthus* sp.) adalah salah satu tanaman yang hidup semusim dan termasuk ke dalam tumbuhan C4 yang dapat mengikat gas CO₂ dengan daya adaptasi serta efisiensi yang tinggi pada berbagai macam ekosistem. Siklus hidup dari tanaman bayam ini cukup singkat, yaitu diantara umur 4-5 minggu setelah tanam dapat dilakukan pemanenan (Saparinto, 2014). Tanaman bayam ini juga tahan terhadap pencahayaan dengan intensitas tinggi karena tergolong ke dalam tanaman C4, yang juga dipengaruhi oleh kelembapan, suhu, dan pH.

Bayam adalah salah satu tanaman yang berasal dari Amerika dan biasanya hidup di daerah tropis (Fitriani *et al.*, 2016). Tanaman ini memiliki beragam jenis, salah satunya adalah bayam merah (*Amaranthus cruentus*) yang dikenal karena kandungan nutrisinya yang tinggi serta warnanya yang khas. Berikut adalah gambar dari bayam merah (*Amaranthus cruentus*)



Gambar 2. 1 Bayam merah (*Amaranthus cruentus* L)
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

Secara umum, bayam merah mengacu pada beberapa spesies dalam genus *Amaranthus* yang memiliki warna daun kemerahan. Dua di antaranya adalah *Amaranthus tricolor* dan *Amaranthus cruentus*, yang keduanya sering dibudidayakan dan memiliki potensi kandungan senyawa metabolit sekunder yang tinggi. *Amaranthus tricolor* seringkali dimanfaatkan sebagai tanaman hortikultura karena sifat hias yang ada di daunnya sedangkan *Amaranthus cruentus* merupakan salah satu spesies yang sering dimanfaatkan sebagai bahan pangan. Kedua spesies ini juga menunjukkan perbedaan dalam komposisi genetika dan polifenol (Wang *et al.*, 2023).

Berikut adalah klasifikasi bayam merah (*Amaranthus cruentus*) berdasarkan ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*) (2024) :

Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Viridiplantae
Superdivisi	: Embryophyta
Divisi	: Tracheophyta
Subdivisi	: Spermatophytina
Kelas	: Magnoliopsida
Superordo	: Caryophyllanae
Ordo	: Caryophyllales
Famili	: Amaranthaceae
Genus	: <i>Amaranthus</i> L.
Spesies	: <i>Amaranthus cruentus</i> L.

a) Morfologi Bayam Merah

Tanaman bayam merah memiliki batang terna dan bisa hidup diberbagai musim. Tinggi tanaman tersebut dapat berkisar antara 20 - 40 cm. Sistem perakaran termasuk ke dalam akar tunggang dan menyebar dangkal pada kedalaman antara 6 - 10 cm. Selain itu, batangnya juga tegak, tebal, dan mengandung kadar air yang tinggi. Bayam memiliki daun dengan urat-urat yang jelas dan berbentuk bulat telur serta ujung daun sedikit meruncing. Daun bayam yang berwarna merah disebabkan oleh adanya kandungan senyawa antosianin pada daun (Supriati & Herlina, 2014).

Bunga bayam merah terdiri dari benang sari berjumlah 1-5, dan bakal buah berjumlah 2-3. Bunga bayam akan mulai bermunculan dari ketiak daun ataupun ujung tanaman yang tumbuh tegak dan berbentuk malai, yang dapat menghasilkan bunga di sepanjang musim. Biji pada tanaman ini berbentuk bulat dan bertekstur halus, umumnya memiliki warna coklat tua hingga mengkilap hitam kelam. Setiap tanaman bayam dapat menghasilkan biji dengan jumlah yang cukup banyak yaitu berkisar diantara 1200-3000 biji (Supriati, 2014).

b) Manfaat Bayam Merah

Bayam merah sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia karena mengandung banyak sekali protein dan zat besi. Kandungan-kandungan yang ada di dalamnya bermanfaat dan dapat memenuhi kebutuhan gizi manusia, sehingga seringkali dijadikan sebagai sumber protein nabati. Zat besi adalah salah satu zat yang paling banyak terkandung dalam bayam. Tubuh membutuhkan zat-zat tersebut sebagai perangsang pembentukan sel-sel darah merah. Daun bayam juga berkhasiat bagi ginjal dan saluran pencernaan pada tubuh karena mengandung serat yang cukup tinggi sehingga mampu mengatasi sembelit dan melancarkan buang air besar. Nutrisi yang terkandung di dalam bayam juga bermanfaat untuk menurunkan gula

darah, kolesterol, dan dapat menurunkan tekanan darah yang berlebihan (Triani *et al.*, 2021).

2. Pertumbuhan

Pertumbuhan merupakan salah satu ciri yang dimiliki oleh makhluk hidup. Pertumbuhan memiliki kata dasar tumbuh yang artinya perubahan dari bentuk yang sederhana menjadi kompleks secara bertahap. Pertumbuhan tanaman merupakan proses naiknya volume dan massa yang dapat diukur dan dinyatakan dengan angka atau bersifat kuantitatif serta tidak dapat balik (*irreversible*) (Nio *et al.*, 2021).

Proses pertumbuhan termasuk hasil dari pembelahan sel dan ekspansi sel yang terjadi selama kehidupan. Selain itu, penyebab terjadinya pertumbuhan akibat adanya pembesaran dan pembelahan sel (Campbell, *et al.*, 2008). Berdasarkan hal tersebut, jumlah sel yang terkandung di dalam tanaman dapat dijadikan sebagai indikator pertumbuhan organ tanaman, yang dapat diamati menggunakan parameter tinggi tanaman, jumlah, panjang, dan luas daun (Lakitan, 2015).

Berdasarkan pernyataan dari Hasnunidah (2011), pertumbuhan memiliki lima definisi yaitu:

- 1) Penggandaan protoplasma, merupakan perubahan ukuran pada pertumbuhan yang paling tepat. Hal

tersebut terjadi karena sebagian besar kandungan lemak, protein, dan karbohidrat pada tanaman akan dikonversi ke dalam suatu senyawa yang berfungsi bagi sel-sel yang baru tumbuh atau baru dibentuk.

- 2) Perbanyakkan sel, ukuran pertumbuhan dapat dilihat dari jumlah sel yang dihasilkan. Pertumbuhan dapat dinyatakan ke dalam tingkat penambahan sel, apabila sel pada suatu organisme diamati dan dihitung.
- 3) Pertambahan volume, pertumbuhan dapat diartikan sebagai pertambahan volume ataupun ruang yang tidak dapat balik atau berubah secara permanen (*irreversible increase in volume*). Volume tanaman dapat mengalami perubahan disebabkan adanya perbedaan kandungan air yang berperan dalam sintesis protoplasma.
- 4) Pertambahan massa, massa memiliki pengertian sebagai salah satu besaran dasar yang tidak dapat berubah oleh adanya gaya gravitasi. Pertumbuhan ini juga dapat diartikan sebagai pertambahan massa yang disebabkan oleh sintesis protoplasma.

Pada proses pertumbuhan terdapat istilah MST (Minggu Setelah Tanam) yang merupakan satuan waktu yang digunakan dalam penelitian agronomi atau fisiologi tumbuhan untuk menyatakan umur tanaman berdasarkan

jumlah minggu sejak benih atau bibit ditanam ke media tanam. Penggunaan MST bertujuan untuk standarisasi waktu pengamatan dan membandingkan pertumbuhan antar perlakuan dalam periode yang sama. Misalnya, pengamatan pada minggu ke-1 (1 MST), minggu ke-3 (3 MST), atau minggu ke-5 (5 MST) menunjukkan perkembangan pertumbuhan tanaman pada waktu-waktu tertentu yang konsisten antar perlakuan.

a. Faktor Pertumbuhan

Pertumbuhan pada tanaman dapat dipengaruhi oleh faktor internal ataupun faktor eksternal, baik itu biotik ataupun abiotik. Faktor-faktor ini memiliki keterkaitan antara satu hal dengan hal lainnya. Dalam hal ini, terdapat hubungan atau kaitan antara ilmu agama dan ilmu sains berkaitan dengan pertumbuhan tanaman, sebagaimana yang tertera dalam Q.S Al-An'am ayat 99.

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ ۚ أَنْظِرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۚ إِنَّ فِي ذَلِكَُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

Artinya: “Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang

banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman.” (Q. S. Al- An’am (6): 99).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa pertumbuhan tanaman yang ditanam dapat dipengaruhi oleh air hujan dan faktor lain seperti suhu, pH, kelembapan, cahaya, dan nutrisi. Faktor-faktor tersebut tidak hanya memengaruhi pertumbuhan, tetapi juga kandungan di dalamnya, termasuk warna daun, bunga, dan buah yang dihasilkan (Husnaini, 2022). Berikut adalah macam-macam dari faktor internal dan eksternal yang memengaruhi pertumbuhan:

1) Faktor Internal

Faktor internal adalah faktor yang berasal dari benih atau tanaman itu sendiri (Nio *et al.*, 2021). Faktor internal terdiri dari:

- a) Gen, termasuk ke dalam substansi hereditas yang ada di dalam kromosom dan menentukan sifat suatu individu. Genetik ini dapat memengaruhi ukuran bentuk tubuh dari tumbuhan (Mabakotawasi *et al.*, 2022).

b) Hormon, memiliki peranan yang besar dalam proses pertumbuhan. Fitohormon (hormon tumbuhan) merupakan senyawa organik yang dihasilkan tumbuhan dan dapat mengatur tahapan fisiologis dengan konsentrasi rendah atau kecil. Berbagai macam hormon yang ada di dalam tanaman, seperti auksin, sitokinin, giberelin, asam traumalin, asam absisat, gas etilen, dan kalin (Mabakotawasi *et al.*, 2022).

2) Faktor Eksternal

a) Cahaya matahari

Cahaya matahari memiliki peranan yang cukup besar dalam proses pertumbuhan suatu tanaman. Intensitas cahaya yang berlebihan atau kekurangan dapat mengakibatkan pertumbuhan tanaman akan terhambat karena dapat berpengaruh terhadap proses transportasi yang dilakukan oleh sel-sel stomata pada daun. Tanaman yang mendapatkan cahaya optimal juga akan berwarna hijau karena berkaitan dengan klorofil yang berperan pada proses fotosintesis, sedangkan tanaman yang kekurangan cahaya matahari akan berwarna pucat atau menguning dan memiliki batang yang lemah (Mabakotawasi *et al.*, 2022).

Intensitas cahaya ini berhubungan dengan jumlah sinar matahari yang diabsorpsi atau diterima

oleh tanaman. Dalam proses pertumbuhan, tanaman akan membutuhkan intensitas cahaya yang cukup. Sinar matahari yang intens sangat diperlukan pada proses berkelanjutan dalam penggabungan karbondioksida dan air, sehingga membentuk karbohidrat yang digunakan sebagai sumber energi tanaman tersebut (Zannah *et al.*, 2023).

b) Suhu

Suhu memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Tanaman dengan spesies ataupun varietas yang berbeda memiliki kerentanan terhadap tingkat/besaran suhu tertentu, termasuk bayam merah. Suhu yang terlalu tinggi ataupun terlalu rendah dapat menyebabkan tumbuh kembang suatu tanaman menjadi terganggu dan berpengaruh terhadap reproduksi serta kelangsungan hidup suatu tanaman (Mabakotawasi *et al.*, 2022).

Pada pertumbuhan tanaman, tentu memiliki suhu minimum, optimal, dan suhu maksimum. Suhu minimum pada lingkungan akan menyebabkan tanaman tidak tumbuh. Suhu optimum akan menyebabkan laju pertumbuhan yang tinggi atau tepat sedangkan suhu di atas maksimum yang terlalu tinggi mengakibatkan pertumbuhan pada tanaman terganggu

atau bahkan mengalami kematian karena tidak mampu beradaptasi terhadap cekaman lingkungan (Andriani & Karmila, 2019).

Tanaman yang mendapatkan suhu tinggi berlebihan dapat membahayakan dan menyebabkan tanaman tersebut mati karena dapat mendenaturasi enzim yang berfungsi dalam proses metabolisme, sehingga metabolismenya akan terganggu. Kondisi tersebut juga cenderung mengakibatkan tanaman terdehidrasi dan stomata akan menutup sebagai bentuk respon dari kondisi stress yang akan menghemat air, tetapi mengorbankan pendinginan evaporatif. Begitupun pada suhu yang terlalu rendah akan menyebabkan perubahan fluiditas membran sel. Hal tersebut dapat berpengaruh terhadap transpor zat terlarut menuju membran dan memberikan dampak buruk terhadap beberapa fungsi protein pada membran (Campbell, *et al.*, 2008).

c) Kelembapan

Kelembapan memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan suatu tanaman. Kelembapan adalah konsentrasi uap air yang terdapat di udara, kandungan uap air tersebut dapat dipengaruhi oleh temperatur, tekanan, dan juga perubahan iklim. Umumnya,

tanaman sayur termasuk bayam merah memerlukan kelembapan sekitar 80%. Jika kelembapan lebih dari 80%, tanaman biasanya akan lebih mudah terserang penyakit (Mabakotawasi *et al.*, 2022).

d) Nutrisi

Nutrisi merupakan tahapan penyerapan untuk memperoleh nutrien, sedangkan nutrien memiliki arti sebagai zat yang dibutuhkan selama proses metabolisme tubuh. Proses penanaman bayam merah yang tergolong mudah, tetap memerlukan perhatian terhadap media tanam dan nutrien yang digunakan selama pertumbuhan (Qur *et al.*, 2023). Tanaman ini dapat ditanam di awal musim kemarau jika tanahnya gembur dan subur atau bisa juga ditanam pada tanah liat dengan penambahan pupuk kandang yang cukup. Penanaman dapat dilakukan di lahan sempit menggunakan pot atau secara hidroponik, sementara apabila terdapat lahan yang luas, tanaman dapat ditanam langsung di tanah dan dialiri air secara terus-menerus.

Nutrisi yang ada dijadikan sebagai sumber makanan, sehingga kualitas hasil yang didapatkan cukup baik. Nutrien pertumbuhan tanaman dapat

dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu makronutrien dan mikronutrien.

a. Makronutrien

Makronutrien merupakan nutrisi yang dibutuhkan dalam jumlah yang relatif banyak. Nutrisi yang tergolong ke dalam makronutrien yaitu Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Sulfur (S), Kalsium (Ca), dan Magnesium (Mg). Peranan masing-masing unsur nutrisi terhadap tanaman menurut Nurhayati (2021) disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1. Peranan nutrisi makronutrien

Unsur	Peranan
Nitrogen (N)	• Membantu pembentukan asam amino yang digunakan sebagai bahan dasar pembentukan protein. • Memiliki peranan dalam berbagai macam reaksi enzimatis. • Sebagai salah satu unsur penyusun klorofil. • Termasuk salah satu komponen dari beberapa vitamin yang dihasilkan oleh tanaman.
Fosfor (P)	• Berperan penting dalam proses fotosintesis dan respirasi dalam proses penyediaan energi. • Termasuk ke dalam salah satu aktivator yang mengatur reaksi enzimatis.

Tabel 2.1. Lanjutan peranan unsur makronutrien

Unsur	Peranan
	• Merupakan salah satu komponen utama dari bagian struktur DNA dan RNA. • Mampu membantu aktivitas metabolisme seperti pemanjangan dan pembelahan sel.
Kalium (K)	• Sebagai penyusun utama komponen tanaman. • Berfungsi dalam metabolisme karbohidrat. • Berperan dalam menetralsir asam-asam organik penting serta sebagai katalisator. • Membantu mengatur proses menutup dan mebuca stomata pada daun. • Dapat membantu menurunkan akibat dari kelebihan unsur Nitrogen (N).
Sulfur (S)	• Membantu proses pembentukan klorofil. • Merupakan penyusun dari asam-asam amino esensial. • Meningkatkan stabilisasi struktur protein. • Membantu proses produksi benih dan membentuk bintil akar.
Kalsium (Ca)	• Merupakan penyusun struktur dinding sel serta sebagai transduksi sinyal pada tumbuhan. • Berperan dalam membran plasma dan dalam proses stabilitas serta plastisitasnya membran melalui pertahanan integritas sel.

Tabel 2.1. Lanjutan peranan unsur makronutrien

Unsur	Peranan
	• Sebagai salah satu kofaktor terhadap beberapa enzim berkaitan dengan proses hidrolisis fosfolipid dan ATP. • Dapat menetralkan asam organik pada tumbuhan.
Magnesium (Mg)	• Sebagai penyusun utama dalam proses pembentukan klorofil serta terlibat langsung terhadap sintesis asam nukleat. • Sebagai salah satu komponen yang dapat menstabilkan ribosom di dalam tumbuhan. • Membantu menyerap dan proses translokasi fosfor dan aktivator alosterik.

b. Mikronutrien

Mikronutrien merupakan nutrisi pada tumbuhan yang dibutuhkan dalam jumlah kecil atau sedikit. Meskipun begitu, nutrisi ini memiliki peranan yang penting pula dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Diantara unsur-unsur yang termasuk ke dalam mikronutrien adalah unsur Mangan (Mn), Silicon (Sn), Zinc (Zn), Khlor (Cl), Tembaga (Cu), Natrium (Na), dan Besi (Fe). Penjelasan terkait

peranan unsur mikronutrien menurut Nurhayati (2021) disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2. Peranan nutrisi mikronutrien

Unsur	Peranan
Besi (Fe)	• Berguna dalam proses sintesis DNA, fotosintesis, dan juga respirasi. • Membantu memelihara struktur dan fungsi kloroplas. • Sebagai aktivator enzim katalase dan peroksidase. • Membantu meningkatkan perkembangan meristem ujung akar.
Mangan (Mn)	• Sebagai salah satu kofaktor dalam mengaktivasi enzim. • Membantu mengontrol biosintesis lignin dan fotosintesis. • berfungsi dalam membentuk keratin dan riboflavin, serta membantu memproduksi oksigen pada saat fotosintesis.
Zinc (Zn)	• Berperan dalam proses biosintesis dan juga sintesis protein. • Membantu dalam proses pembentukan hormon di dalam tumbuhan. • Berpengaruh terhadap proses pematangan biji.

Tabel 2.1. Lanjutan peranan unsur mikronutrien

Unsur	Peranan
	• Mampu meningkatkan proses pemanjangan sel serta ruas batang tumbuhan.
Tembaga (Cu)	• Membantu aktivasi enzim dalam meningkatkan proses pertumbuhan. • Dapat membantu proses metabolisme karbohidrat dan protein. • Meningkatkan perkembangan tanaman pada tahap generatif.
Boron (Br)	• Membantu proses metabolisme karbohidrat dan memindahkan gula ke membran. • Meningkatkan tahapan fisiologis tanaman seperti perkembangan bunga, akar, pembentukan buah dan juga biji. • Mempercepat proses sintesis karbohidrat pergerakan hormon.
Khlor (Cl)	• Membantu proses fotosintesis dengan mengaktivasi sistem produksi O_2. • Meningkatkan hidrasi jaringan pada tanaman, tekanan osmotik sel, dan regulasi stomata. • Menyeimbangkan anion-kation di dalam sel tanaman.

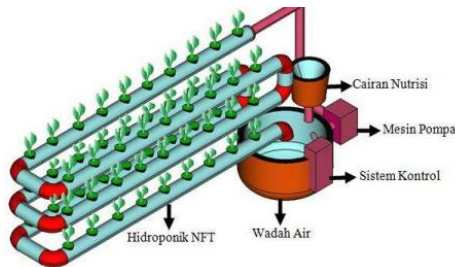
3. Sistem Hidroponik

Hidroponik merupakan teknik budidaya tanaman dengan menggunakan air sebagai bentuk pemenuhan nutrisi yang dibutuhkan tanaman (Aini & Azizah., 2018). Meskipun teknik hidroponik merupakan proses penanaman menggunakan air, tetapi teknik ini tidak terlalu banyak membutuhkan air. Selain itu, teknik hidroponik juga tidak membutuhkan lahan yang luas, sehingga memudahkan proses penanaman di lahan yang sempit sekalipun. Hidroponik dapat dijadikan sebagai alternatif terkait berbagai macam permasalahan yang muncul di dunia pertanian dan termasuk ke dalam teknik budidaya yang ramah lingkungan (Herwibowo & Budiana, 2014).

Hidroponik memiliki berbagai macam sistem atau model yang sering digunakan menurut Budiana & Kunto (2014), sebagai berikut:

a) Sistem NFT (*Nutrient Film Technique*)

Sistem NFT adalah model hidroponik yang menggunakan pipa paralon yang digunakan sebagai aliran nutrisi dan netpot sebagai tempat media tanam ataupun bibit yang digunakan. Bentuk dari instalasi ini adalah horizontal atau bisa juga bertingkat. Nutrisi yang terlarut di dalam air akan dialiri secara terus-menerus selama 24 jam.



Gambar 2. 2. Sistem hidroponik NFT

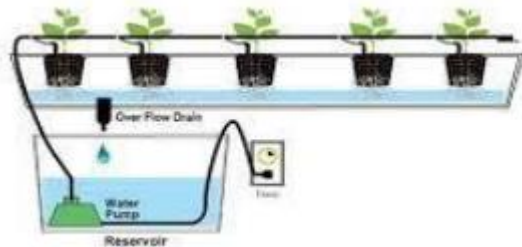
(Sumber: Baihaqi *et al.*, 2023)

Sistem NFT ini memiliki beberapa kelebihan, diantaranya adalah kebutuhan air, nutrisi, dan oksigen tanaman akan tercukupi karena teralir secara terus-menerus. Selain itu, lebih hemat nutrisi dan air karena dibutuhkan dalam jumlah yang relatif sedikit (Manik *et al.*, 2019). Sistem ini juga memiliki kekurangan yaitu ketika penyakit menyerang satu tanaman, maka akan lebih mudah untuk menular pada tanaman lainnya. Metode ini juga sangat bergantung pada listrik karena jika terdapat gangguan pada aliran listrik, maka sistem ini tidak mampu berjalan dengan baik.

b) Sistem Fertigasi (*Fertilizer + drip irrigation*)

Fertigasi adalah sistem hidroponik yang banyak digunakan dan termasuk pengembangan dari sistem *drip irrigation* (irigasi tetes) yang menyiram tanaman dengan tetesan air. Sistem ini dimodifikasi, tidak hanya

diberikan tetesan air, tetapi juga diberikan tetesan yang sudah tercampur dengan nutrisi.



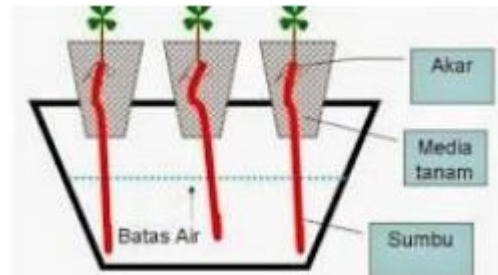
Gambar 2. 3 Sistem hidroponik fertigasi
(Sumber: Baihaqi *et al.*, 2023)

Sistem fertigasi ini memiliki beberapa kelebihan seperti pengurangan biaya tenaga kerja karena pupuk yang diberikan bersamaan dengan penyiraman. Selain itu, juga dapat meningkatkan efisiensi dalam penggunaan unsur hara karena pupuk yang diberikan dalam jumlah sedikit, tetapi mengalir secara terus-menerus. Namun, disamping beberapa kelebihan tersebut terdapat kekurangan dari sistem ini yaitu modal awal yang relatif lebih tinggi (Rohmah, 2018).

c) Wick System

Sistem wick sering disebut juga dengan sistem sumbu atau sistem hidroponik terapung. Metode ini termasuk metode yang paling sederhana dalam penanaman hidroponik. Metode ini menggunakan

sumbu sebagai gaya kapilaritasnya yang dapat menghantarkan air dan nutrisi ke akar tanaman, sehingga akar lebih mudah menyerap unsur hara yang sudah disediakan. Sistem wick ini memiliki beberapa kelebihan diantaranya yaitu tanaman akan mendapatkan suplai nutrisi secara terus-menerus, tidak bergantung pada aliran listrik, dan alat yang dibutuhkan cukup sederhana (Kamalia *et al.*, 2017).

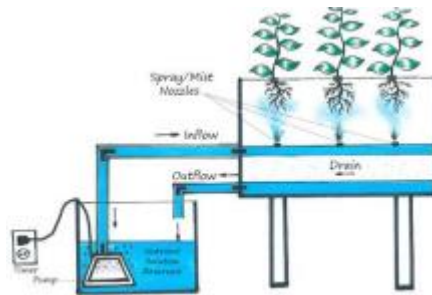


Gambar 2. 4. Hidoponik sistem wick
(Sumber: Baihaqi *et al.*, 2023)

d) Sistem Aeroponik

Sistem ini hampir sama dengan sistem NFT, akar-akar tanaman akan menggantung di udara yang di bawahnya dialiri larutan nutrisi. Air dan nutrisi yang digunakan akan mengalir dan disemprotkan kembali ke bak penampungan. Sistem aeroponik ini memiliki beberapa kelebihan, diantaranya yaitu kebutuhan air,

oksigen, dan nutrisi pada tanaman akan terpenuhi secara berkala, sehingga tanaman akan lebih mudah menyerap nutrisi (Baihaqi *et al.*, 2023). Selain itu, juga terdapat kekurangan pada sistem ini yaitu harga peralatan dan modal awal yang relatif mahal dan memiliki ketergantungan terhadap aliran listrik.

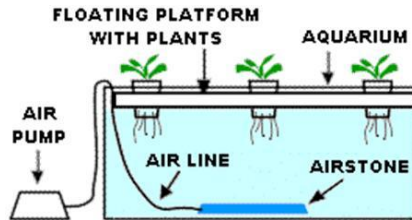


Gambar 2. 5 Sistem hidroponik aeroponik
(Sumber: Baihaqi *et al.*, 2023)

e) Floating Hidroponik

Floating Hidroponik Sistem (FHS) merupakan teknik budidaya tanaman yang dilakukan dengan penanaman pada styrofoam yang mengapung di atas permukaan larutan nutrisi pada bak penampung, sehingga bagian akar akan terapan. Larutan nutrisi pada sistem ini tidak disirkulasikan, melainkan dibiarkan pada bak penampung agar dapat digunakan kembali dengan

mengontrol kepekatan suatu larutan dengan jangka waktu tertentu.



Gambar 2. 6 Sistem hidroponik floating

(Sumber: Baihaqi *et al.*, 2023)

Sistem FHS memiliki beberapa kelebihan diantaranya yaitu lebih hemat air dan nutrisi, tidak terlalu bergantung pada aliran listrik, dan perawatan yang mudah karena tidak perlu melakukan penyiraman setiap hari. Selain itu, sistem ini juga memiliki beberapa kekurangan seperti tanaman akan sulit mendapatkan oksigen jika tidak menggunakan alat bantu (*airstone*) untuk membantu pembentukan gelembung di air dan akar tanaman yang lebih rentan mengalami pembusukan (Herwibowo & Budiana, 2014).

Media tanam pada sistem hidroponik juga sangat beragam. Media tanam ini berfungsi sebagai penyangga tanaman agar tanaman tidak mudah roboh dan dapat menjaga kelembapan, menyimpan air, serta bersifat kapiler (Setiawan,

2019). Menurut setiawan (2019) beberapa jenis media tanam pada sistem hidroponik, yaitu:

a) Arang sekam

Arang sekam adalah arang yang berasal dari sekam. Sekam merupakan kulit luar bulir padi yang berupa lembaran kering dan bersisik. Selain dari padi, sekam juga dapat dihasilkan dari jagung dan gandum. Sekam ini memiliki fungsi menyerap dan menyimpan air cadangan makan. Sekam juga mudah untuk mengikat air, tidak mudah lapuk, tidak mudah menggumpal, tidak mudah untuk ditumbuhi bakteri dan fungi, serta dapat menyerap senyawa toksin atau racun.

b) Spons

Spons merupakan alat atau bahan yang digunakan untuk mencuci piring yang dapat menggantikan peran tanah sebagai media tanam. Spons ini dapat menyimpan air hingga waktu dua minggu dan memiliki daya tahan terhadap jamur. Spons memiliki sifat yang ringan sehingga mudah untuk dipindahkan. Penyiraman dapat dilakukan dengan interval waktu 10-14 hari, sedangkan pada tanaman outdoor dapat dilakukan penyiraman setiap 7 hari sekali.

c) *Expandel clay*

Expandel clay merupakan media tanam pada sistem hidroponik semacam tanah liat dengan kandungan mineral

yang berperan dalam pertumbuhan tanaman muda. Media ini seringkali digunakan dan cocok pada saat proses penyemaian.

d) *Rockwool*

Rockwool merupakan salah satu media yang banyak digunakan pada sistem hidroponik. Media ini termasuk ke dalam bahan anorganik, sehingga tidak akan mudah lapuk dan tidak mengandung benih hama dan penyakit. Media ini memiliki ukuran yang kecil dan ringan, sehingga mudah digunakan dan mampu menyimpan air dengan jumlah yang relatif banyak. *Rockwool* juga memiliki rongga udara cukup banyak yang dapat memudahkan akar dapat bernapas dan memperoleh sirkulasi udara dengan baik.

e) *Cocopeat*

Cocopeat adalah media tanam yang terbuat dari serbuk kelapa. Media ini termasuk media tanam organik yang berasal dari pengolahan limbah serabut kelapa. *Cocopeat* memiliki daya serap yang tinggi dan pH yang stabil yaitu antara 5,0-6,8. Dalam pengaplikasiannya, *cocopeat* seringkali dicampurkan dengan arang sekam, sehingga dapat meningkatkan aerasi dan jumlah oksigen.

f) *Perlite*

Perlite merupakan media tanam yang berasal dari kaca vulkanik amorf dengan kandungan air yang cukup

tinggi dan biasanya dibentuk dari hidrasi obsidan. Media ini mampu menurunkan berat jenis dan meningkatkan absorpsi atau penyerapan air oleh akar tanaman.

3. Senyawa Metabolit Sekunder

Metabolit sekunder adalah senyawa yang dihasilkan oleh organisme sebagai salah satu bentuk pertahanan terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim atau dari ancaman predator. Metabolit sekunder merupakan hasil dari pembentukan metabolit primer yang berada di kondisi stress dan tidak stabil. Contoh dari senyawa metabolit sekunder, diantaranya yaitu fenol, flavonoid, alkaloid, steroid, saponin, dan triterpenoid (Habibi *et al.*, 2018). Berikut adalah penjelasan mengenai macam-macam senyawa metabolit sekunder:

a) Fenol

Fenol adalah senyawa yang banyak ditemukan pada tumbuhan dan berfungsi sebagai antioksidan. Fenol merupakan senyawa yang paling banyak terdapat pada tanaman yang memiliki gugus hidroksil, cincin aromatik yang mengandung satu atau dua gugus -OH (Prabowo & Noer, 2020).

b) Alkaloid

Alkaloid termasuk senyawa metabolit sekunder terbesar yang ditemukan di dalam tumbuhan dengan tingkat tinggi. Alkaloid pada bentuk basa akan lebih mudah larut dengan pelarut non polar seperti kloroform dan eter. Sebaliknya, alkaloid dengan bentuk garam akan mudah larut pada pelarut polar. Alkaloid berfungsi untuk mengontrol pertumbuhan dan mengatasi hama serangga. Sebagian besar alkaloid berbentuk kristal dan seringkali bersifat aktif, tetapi hanya sejumlah kecil cairan seperti nikotin yang dapat ditemukan pada suhu kamar (Hanani, 2015).

c) Flavonoid

Flavonoid adalah salah satu senyawa yang bersifat polar dan terdapat gula yang terikat di dalamnya. Flavonoid juga termasuk salah satu jenis metabolit yang disintesis oleh asam piruvat melalui proses metabolisme asam amino. Golongan ini berbentuk glikosida dengan gugusan gula bersenyawa pada satu atau lebih grup hidroksil fenolik (Hanani, 2015).

Flavonoid merupakan kelompok senyawa pigmen yang berasal dari bahan organik. Senyawa ini seringkali ditemukan dalam bentuk pigmen dan co-pigmen. Pigmentasi pada biji, bunga, buah, dan daun

tanaman dibuat oleh gabungan dari berbagai macam pigmen. Pigmen ini berfungsi sebagai agen polinasi, antraktan bagi serangga, dan juga bermanfaat sebagai antioksidan (Budiarti *et al.*, 2014).

Flavonoid tergolong ke dalam senyawa fenolik yang letaknya menyebar luas pada tanaman dengan bentuk kerangka $C_6-C_5-C_6$ (C_{15}). Gugus hidroksil pada struktur kimia flavonoid dapat dijadikan sebagai pendonor dalam menetralkan radikal bebas. Flavonoid dikelompokkan menjadi beberapa subkelas utama, yaitu flavonol, flavon, isoflavon, flavanon, flavanol, dan antosianin (Panche & Chandra., 2016).

- 1) Flavon, memiliki struktur yang mirip dengan flavonol, tetapi tanpa gugus hidroksil pada posisi 3 cincin C. Flavon berperan dalam perlindungan tanaman terhadap radiasi UV dan sebagai sinyal biologis. Flavon umumnya terdapat pada daun dan bunga tanaman sebagai pigmen kuning (Ningsih *et al.*, 2023).
- 2) Isoflavon, subkelas flavonoid yang khas ditemukan pada tanaman polong-polongan seperti kedelai. Isoflavon memiliki struktur di mana cincin B melekat pada posisi 3 cincin C, bukan posisi 2 seperti pada flavonoid lain. Isoflavon berperan sebagai fitoestrogen dan prekursor senyawa pertahanan tanaman

(phytoalexin). Contohnya adalah daidzein dan genistein yang banyak terdapat pada kedelai (Arifin & Ibrahim, 2018).

- 3) Flavanon memiliki cincin C yang jenuh dengan ikatan rangkap pada posisi 2 dan 3, membedakannya dari flavon. Flavanon banyak ditemukan pada tanaman dari famili Compositae, Leguminosae, dan Rutaceae, seperti jeruk, anggur, dan lemon. Senyawa ini memiliki aktivitas antioksidan dan antiinflamasi. Contohnya adalah naringenin dan pinocembrin (Alfaridz *et al.*, 2015).
- 4) Flavanol (atau katekin) adalah produk reduksi dari dihidroflavonol, biasanya memiliki gugus hidroksil pada posisi 3 cincin C tanpa gugus keton. Flavanol tersebar luas di kerajaan tumbuhan dan dikenal karena aktivitas antioksidan yang tinggi. Contohnya adalah katekin dan epikatekin yang ditemukan pada teh dan coklat (Alfaridz *et al.*, 2015).
- 5) Antosianin adalah pigmen flavonoid yang memberikan warna merah, ungu, dan biru pada bunga, buah, dan daun. Antosianin larut dalam air dan terdapat di vakuola sel tumbuhan. Selain fungsi pigmen, antosianin juga memiliki aktivitas antioksidan dan berperan dalam perlindungan tanaman terhadap stres

lingkungan. Antosianin ditemukan pada berbagai buah beri, anggur, dan tanaman berbunga berwarna cerah (Via *et al.*, 2022).

Secara keseluruhan, kelompok flavonoid ini tidak hanya berperan sebagai pigmen dan pelindung tanaman dari radiasi UV, tetapi juga memiliki berbagai aktivitas farmakologis penting seperti antioksidan, antiinflamasi, dan perlindungan terhadap mutagen dan karsinogen, sehingga menjadi komponen bioaktif yang penting dalam nutrisi dan kesehatan manusia.

d) Terpenoid dan steroid

Terpenoid atau disebut juga dengan isoprenoid adalah kelompok besar senyawa organik yang berasal dari prekursor isoprena, yaitu unit lima karbon (C_5H_8). Terpenoid merupakan turunan dari hidrokarbon terpena dengan berbagai modifikasi kimia, seperti oksigenasi dan pengaturan ulang rantai karbon. Senyawa ini memiliki keragaman yang cukup tinggi yaitu lebih dari 40.000 jenis terpenoid telah diidentifikasi di alam (Hanani, 2015). Terpenoid berperan langsung terhadap interaksi ekologis berkaitan hama patogen atau serangga penyerbuk.

Steroid merupakan salah satu kelompok senyawa lipid yang ditandai dengan struktur inti

siklopentanoperhidrofenantren, yang terdiri dari empat cincin karbon tersusun (tiga cincin heksana dan satu cincin pentana). Steroid tersusun dari isopren-isopren rantai panjang karbon sehingga mempunyai sifat non polar. (Noer, 2021). Golongan steroid dengan jumlah terbanyak adalah sterol yang merupakan steroid alkohol.

4. Senyawa Antosianin

Antosianin adalah senyawa kimia yang umumnya ditemukan di alam sebagai zat pewarna tumbuhan. Antosianin adalah salah satu subkelompok dari flavonoid yang berperan atas pewarnaan merah, ungu, dan biru pada buah dan sayuran, termasuk bayam merah. Pigmen antosianin memiliki warna merah, merah muda, ungu, biru, dan kuning ketika larut dalam air (Adam, 2015). Antosianin adalah senyawa yang bersifat amfoter, artinya dapat bereaksi dalam kondisi asam maupun basa. Pada lingkungan asam, antosianin tampak berwarna merah, sedangkan dalam kondisi basa, warnanya berubah menjadi ungu atau biru. Antosianin merupakan senyawa flavonoid yang diklasifikasikan sebagai turunan benzopiran. Struktur molekulnya terdiri atas dua cincin aromatik benzena (C_6H_6) yang tersambung melalui tiga atom karbon, membentuk sistem cincin tersier yang menjadi ciri khas senyawa turunan benzopiran (Khairuddin *et al.*, 2020).

Secara kimia antosianin adalah turunan pada struktur aromatik tunggal, sianidin, dibuat secara kimia dari pigmen senyawa sianidin dengan menambah atau mengurangi gugus hidroksil, metilasi, dan glikosilasi (Samber *et al.*, 2013). Antosianin termasuk ke dalam kelas senyawa flavonoid yang umumnya terdapat dalam polifenol tumbuhan. Salah satu kelas flavonoid yang berbeda dalam oksidasi antosianin adalah flavonol, flavon, flavanon, dan flavanonol. Antosianin termasuk senyawa yang dapat digunakan sebagai bahan pewarna dengan aktivitas antioksidan untuk menghambat radikal bebas (Syaifuddin, 2015).

Antosianin memiliki warna disebabkan susunan ikatan rangkap dengan konjugasi yang panjang. Susunan ikatan rangkap terkonjugasi ini juga memungkinkan antosianin berfungsi sebagai antioksidan melalui mekanisme penangkapan radikal. Hidroksil (OH) adalah senyawa paling berbahaya karena sangat reaktif dan dapat muncul sebagai akibat dari proses oksidasi. Molekul ini juga sangat sensitif terhadap radikal bebas. Radikal bebas dapat muncul sebagai akibat dari berbagai proses biokimiawi dalam tubuh, seperti oksidasi yang terjadi selama bernafas, peradangan, metabolisme sel, olahraga yang berlebihan, atau karena tubuh terpapar polusi dari lingkungan, seperti

bahan pencemar, asap kendaraan, rokok, dan radiasi matahari (Karnjanawipagul, P. *et al.*, 2015).

Peranan atau Manfaat Antosianin

Antosianin dapat membantu melemaskan pembuluh darah dan penyakit kardiovaskuler. Antosianin bermanfaat bagi kesehatan manusia, seperti melindungi lambung agar tidak mengalami kerusakan, menghentikan perkembangan sel tumor, meningkatkan penglihatan mata, dan berfungsi sebagai senyawa anti-inflamasi untuk melindungi otak dari kerusakan. Studi sebelumnya menjelaskan bahwa senyawa tersebut juga digunakan untuk mencegah diabetes dan obesitas, meningkatkan kemampuan dari memori otak, dan mencegah penyakit neurologis, serta melindungi otak dari radikal bebas (Wibawa & Tirta, 2021).

Peranan dalam industri pangan, antosianin dapat digunakan untuk bahan tambahan pangan (BTP) yang berfungsi untuk memberi warna alami pada makanan dan minuman (Rahmawati & Susilowati, 2017). Antosianin dapat berinteraksi dengan berbagai senyawa kimia lain, seperti brazilin (komponen fenolik), polimer antosianin, maupun ion logam, membentuk ikatan baru. Proses ini dikenal sebagai kopigmentasi dan berperan penting dalam melindungi kation flavilium yang bersifat reaktif dari

degradasi oleh air, sehingga meningkatkan kestabilan warna pada produk pangan (Sa'ati & Khoridah, 2016).

Manfaat antosianin dibidang lain yaitu dapat digunakan untuk mewarnai rambut dengan bantuan larutan mordan tunjung ($\text{Fe}(\text{SO}_4)$) sebagai penguat warna. Sementara itu, di negara Jepang antosianin dimanfaatkan sebagai pewarna alami untuk kertas awobana (Priska *et al.*, 2018). Pewarna alami yang berasal dari antosianin memiliki tingkat bahaya dan efek samping lebih rendah dibandingkan dengan pewarna sintetis.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Kajian penelitian terdahulu yang relevan disajikan dalam Tabel 2.3. berikut:

Tabel 2. 3. Kajian penelitian yang relevan

No.	Penulis	Tahun	Judul	Hasil	Gap Penelitian
1.	Enrique Ostria Gallardo, Valentina Cabrera, Estrella Zuniga.	2025	Nitrogen-Driven Changes in Metabolic Profile Modulate Photosynthetic Performance and Antioxidant Defense of <i>Amaranthus cruentus</i>	Pada nitrogen rendah, tanaman memanfaatkan nitrogen untuk akumulasi asam L- glutamat. Sedangkan pada kondisi kaya nitrogen, tanaman menyimpan kelebihan nitrogen sebagai L- glutamin.	Penelitian ini digunakan untuk mendukung data pengaruh nitrogen terhadap hasil pengujian senyawa metabolit pada bayam merah. Dapat dijadikan sebagai pembanding dengan adanya perbedaan sistem media penanaman.

Tabel 2.3. Lanjutan kajian penelitian yang relevan

No.	Penulis	Tahun	Judul	Hasil	Gap Penelitian
2	Sufiyanu Sani, Abdulkadir Aliyu, Maryam Adamu Umar	2024	Influence Of Different Nitrogen Sourceson Growth And Yield Of Amaranths (<i>Amaranthus cruentus</i> L) In Dutsin-Ma, Katsina State, Nigeria	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk NPK 5 ton ha ⁻¹ menghasilkan pertumbuhan terbaik dengan parameter tinggi tanaman, diamter batang, luas daun, berat segar dan berat kering tanaman.	Penelitian ini digunakan untuk mendukung data pengaruh nitrogen teradap pertumbuhan bayam merah. Dapat dijadikan sebagai pembanding dengan adanya variasi konsentrasi nitrogen yang digunakan serta sistem penanaman yang berbeda.
3	Jiarti Kusbandiya, Yuniar Angelia	2023	Analysis Of Total Flavonoid And Phenol Content From The	Hasil TFC dinyatakan dalam ekuivalen quercetin (QE). Hasil TFC hasil gabungan	Penelitian ini menggunakan 2 sampel yaitu bayam merah dan bunga krisan. Penelitian

Tabel 2.3. Lanjutan kajian penelitian yang relevan

No.	Penulis	Tahun	Judul	Hasil	Gap Penelitian
	Puspadewi, Dinda Oktia Maghfiroh		Combination Of Red Spinach (<i>Amaranthus</i> <i>tricolor</i> L.) Ethanolic Extract And Chrysanthemum Flower (<i>Chrysanthemum</i> <i>morifolium</i>) Ethanolic Extract As A Potential Anti-Anemic	Bayam merah dan bunga krisan sebesar 85,33 mg QE/g. Penentuan kadar total fenol (TPC) dengan menggunakan spektrofotometri UV- Vis dengan reagen Folin-Ciocalteu LP pada panjang gelombang 735 nm.	digunakan sebagai referensi untuk pengujian flavonoid dan penelitian yang akan dilakukan agar lebih jelas berkaitan dengan kadar kandungan flavonoid bayam merah.

Tabel 2.3. Lanjutan kajian penelitian yang relevan

No.	Penulis	Tahun	Judul	Hasil	Gap Penelitian
4.	Nathania Philothra Az-Zahra, Eny Fuskhah, dan Didik Wisnu Widjajanto	2023	Respon Pertumbuhan Dan Produksi Tiga Varietas Bayam Merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) Akibat Aplikasi Dosis Nitrogen Berbasis Pupuk organik Cair Urine Kelinci	Pada ketiga varietas bayam merah terdapat perbedaan pada kandungan klorofil total, kandungan karotenoid, dan jumlah daun. Dosis nitrogen di dalam pupuk cair dari urine kelinci memiliki pengaruh berpengaruh terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar dan berat kering.	Penelitian ini untuk mengetahui dan membandingkan pengaruh nitrogen dengan pupuk yang berbeda. Digunakan tanaman bayam merah (<i>Amaranthus cruentus</i>) sebagai pembeda dan menggunakan perlakuan nutrisi yang berbeda.

Tabel 2.3. Lanjutan kajian penelitian yang relevan

No.	Penulis	Tahun	Judul	Hasil	Gap Penelitian
5.	Mukesh Kumar, Manoj Raghav, Alka Verma	2023	Effect of nitrogen and spacing on growth parameters of vegetable amaranth (<i>Amaranthus</i> spp. L.)	Di antara variabel kadar nitrogen, tinggi tanaman maksimum tercatat pada N4 (N90kg/ha) dan sehubungan dengan jarak, tercatat maksimum pada S1. Di antara interaksi, N4S1 (N90kg/ha + 45×15 cm) ditemukan paling baik untuk tinggi tanaman.	Penelitian digunakan untuk mendukung referensi pengaruh nitrogen. kebaruan penelitian yang dilakukan adalah sistem budidaya dan konsentrasi pupuk yang digunakan.
6.	Laura Prado da Silva, Elisa	2022	Physiological responses of	Hasil penelitian menunjukkan bahwa	Pada penelitian inihanya melakukan pengujian

Tabel 2.3. Lanjutan kajian penelitian yang relevan

No.	Penulis	Tahun	Judul	Hasil	Gap Penelitian
	Teofilo, Ferreira		<i>Amaranthus cruentus</i> L. to drought stress under sufficient- and deficient-nitrogen conditions	penambahan nitrogen dalam jumlah tinggi membuat proses fisiologis tanaman lebih sensitif terhadap stres air, yang menunjukkan bahwa respons tanaman terhadap pembatasan air bergantung pada interaksi antara berbagai stresor lingkungan yang dialami tanaman.	terhadap kandungan nitrogen tanpa memerhatikan konsentrasi dari nitrogen tersebut. Sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai penambahan jumlah nitrogen dengan mengetahui jumlah konsentrasinya.

Tabel 2.3. Lanjutan kajian penelitian yang relevan

No.	Penulis	Tahun	Judul	Hasil	Gap Penelitian
7.	Maseko, Mabhaudhi, Beletse	2019	Growth and yield responses of <i>Amaranthus cruentus</i> , <i>Corchorus olitorius</i> and <i>Vigna unguiculata</i> to nitrogen application under drip irrigated commercial production	Aplikasi nitrogen pada 44 kg N ha ⁻¹ dan 100 kg N ha ⁻¹ menghasilkan pertumbuhan yang lebih tinggi secara signifikan (P<0,05) dalam hal jumlah daun, LAI, peningkatan CCI, peningkatan biomassa pada hasil <i>A. cruentus</i>	Penelitian digunakan untuk mendukung pengaruh kebaruan penelitian yang dilakukan adalah sistem budidaya dan konsentrasi pupuk yang digunakan serta hanya menggunakan spesies <i>Amaranthus cruentus</i> .
8.	Ines Cechin dan Erico Manoel	2019	Nitrogen effect on gas exchange characteristics, dry	Data menunjukkan bahwa tanaman <i>Amaranthus cruentus</i>	Dalam penelitian tersebut hanya dijelaskan pengaruh nitrogen tinggi dan rendah

Tabel 2.3. Lanjutan kajian penelitian yang relevan

No.	Penulis	Tahun	Judul	Hasil	Gap Penelitian
			matter production and nitrate accumulation of <i>Amaranthus cruentus</i> L.	sensitif terhadap perubahan ketersediaan nitrogen selama fase vegetatif. Keterbatasan fotosintesis dalam kondisi pasokan nitrogen rendah tidak dapat sepenuhnya dijelaskan oleh pengurangan konduktansi stomata; keterbatasan non-stomatik juga terlibat.	selama proses vegetatif, tidak dijelaskan pengaruhnya terhadap senyawa yang terkandung di dalamnya. Maka dari itu, diperlukan penelitian untuk mengetahui konsentrasi yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kandungan senyawanya.

Tabel 2.3. Lanjutan kajian penelitian yang relevan

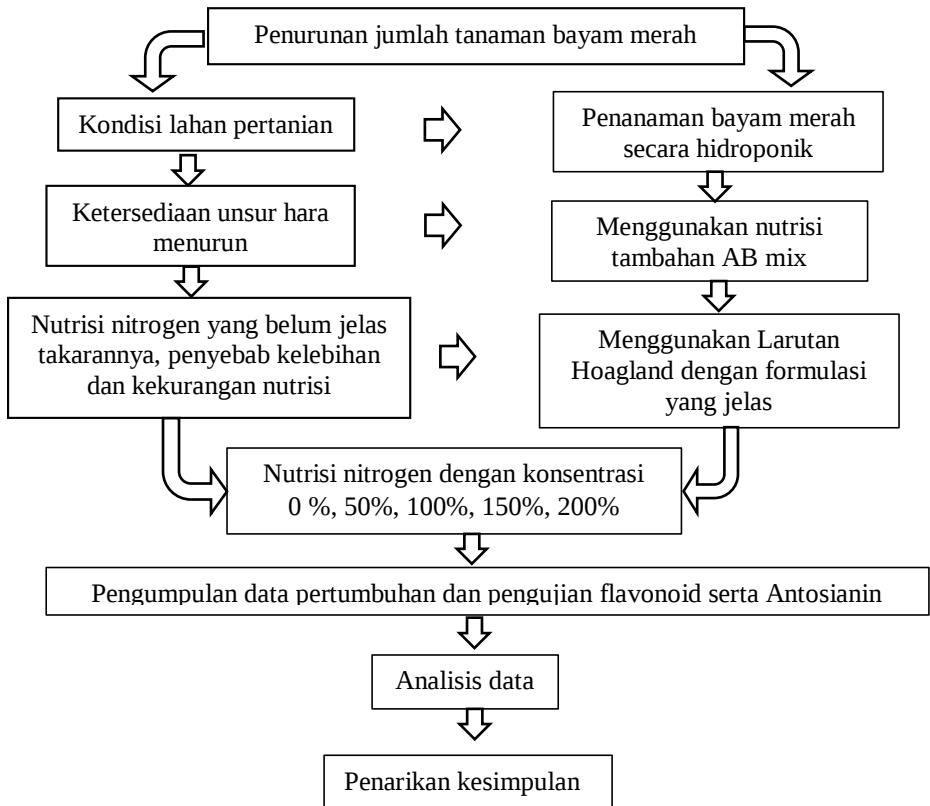
No.	Penulis	Tahun	Judul	Hasil	Gap Penelitian
9.	Ambar Pratiwi	2017	Peningkatan pertumbuhan dan kadar flavonoid total tanaman bayam dengan pemberian pupuk nitrogen	Pertumbuhan tanaman Bayam Merah mengalami peningkatan pada kadar pupuk nitrogen 2%, serta kandungan flavonoid meningkat pada konsentrasi 2%-6%.	Nutrisi yang ditambahkan berupa pupuk dan media tanam yang digunakan adalah tanah, bisa dilakukan penanaman dengan variasi konsentrasi nutrisi dan media yang berbeda, misalnya menggunakan sistem hidroponik.
10.	Sindy Sella Rukmi, Aiyen, dan Abdul Rauf	2017	Growth Of Spinach (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) Under Various	Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa larutan nutrisi AB Mix secara umum	Penelitian ini berfokus pada parameter pertumbuhan tanpa melakukan pengujian pada

Tabel 2.3. Lanjutan kajian penelitian yang relevan

No.	Penulis	Tahun	Judul	Hasil	Gap Penelitian
			Applications Of Nutrient Concentrations In Hydroponic System of Nutrient Film Technique	Of sangat baik untuk mendukung pertumbuhan bayam pada sistem hidroponik NFT. Bayam hijau memiliki respon yang lebih baik dibandingkan dengan bayam merah. Konsentrasi larutan nutrisi yang baik untuk bayam hijau adalah 6 ml/L.	kandungan metabolit di dalamnya. Maka, diperlukan penelitian lanjutan mengenai konsentrasi nutrisi yang diberikan berpengaruh terhadap kandungan senyawa pada tanaman Bayam atau tidak.

C. Kerangka Berpikir

Kerangka penelitian ini menjelaskan adanya penurunan produktivitas dari bayam merah yang diakibatkan jumlah lahan pertanian yang semakin menyempit dan ketersediaan unsur hara yang sedikit. Kerangka penelitian ini dijelaskan secara detail menggunakan alur pada Gambar 2.7



Gambar 2. 7 Kerangka penelitian

D. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah:

1. H_0 : Variasi konsentrasi nitrogen tidak memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah.
 H_1 : Variasi konsentrasi nitrogen berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah.
2. H_0 : Perbedaan variasi konsentrasi nitrogen pada media tidak memengaruhi kandungan flavonoid pada bayam merah.
 H_1 : Perbedaan variasi konsentrasi nitrogen pada media memengaruhi kadar kandungan flavonoid pada bayam merah.
3. H_0 : Perbedaan variasi konsentrasi nitrogen pada media tidak memiliki pengaruh terhadap kandungan antosianin pada bayam merah.
 H_1 : Perbedaan variasi konsentrasi nitrogen pada media memengaruhi kadar kandungan antosianin pada bayam merah.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian eksperimental yang termasuk ke dalam jenis penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif merupakan proses sistematis yang melibatkan pengumpulan, pengolahan, analisis, dan penyajian data berdasarkan kuantitas atau frekuensi. Pendekatan ini dilakukan secara objektif guna menyelesaikan permasalahan tertentu atau menguji hipotesis, dengan tujuan mengembangkan prinsip-prinsip umum yang dapat diterapkan secara luas (Sugiyono, 2017). Data yang diperoleh berupa angka-angka dari hasil perhitungan sesuai dengan parameter yang diamati. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana variabel bebas memengaruhi variabel terikat dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono, 2017). Penelitian ini diperoleh data berupa angka dari perhitungan parameter tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), berat basah (gram) dan berat kering (gram) beserta indeks pertumbuhan dan analisis kadar kandungan flavonoid (mgQE/g) serta antosianin (mg/g).

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2024 – Februari 2025 di *greenhouse* Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang sebagai tempat penanaman bayam merah dan Laboratorium Ekologi dan Kultur Jaringan Fakultas Sains dan Teknologi Kampus 2 UIN Walisongo Semarang untuk pengujian kandungan flavonoid dan antosianin.

C. Subjek Penelitian dan Teknik Sampling

Subjek penelitian yang digunakan adalah tanaman bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.). Teknik sampling yang digunakan adalah *Simple Random Sampling* (Pengambilan Acak Sederhana), dimana sampel berasal dari setiap anggota populasi dengan kesempatan yang sama untuk terpilih menjadi sampel (Arieska & Herdiani, 2018). Dalam hal ini, sampel bayam yang akan dianalisis dipilih secara acak dari seluruh populasi bayam yang ditanam. Setiap tanaman bayam merah memiliki peluang yang sama untuk dipilih sebagai sampel. Teknik ini memastikan bahwa tidak ada bias dalam pemilihan tanaman, sehingga hasil yang didapatkan mampu merepresentasikan seluruh populasi.

D. Rancangan Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis penelitian eksperimental, didesain menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari faktor tunggal. Penelitian ini menggunakan berbagai variasi konsentrasi nitrogen dengan 5 taraf perlakuan, yaitu konsentrasi 0%, 50%, 100%, 150%, 200%. Jumlah pengulangan yang digunakan dalam penelitian ini ditentukan dengan rumus feder (Sitorus *et al.*, 2022) sebagai berikut:

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

Keterangan:

t = banyaknya perlakuan

n = banyaknya ulangan

Jumlah perlakuan pada penelitian ini adalah 5, sehingga dapat dimasukkan ke dalam rumus yaitu:

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

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

$$5n-5 \geq 15$$

$$5n \geq 20$$

$$n = 4$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, maka setiap taraf perlakuan variasi konsentrasi media nitrogen dilakukan 4 kali pengulangan, sehingga terdapat 20 rancangan unit percobaan.

Pada setiap rancangan percobaan terdapat 3 benih tanaman, sehingga jumlah keseluruhan tanaman adalah 60 tanaman. Rancangan penelitian terhadap bayam merah dengan perlakuan variasi konsentrasi media nutrisi nitrogen, disajikan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Rancangan penelitian

Perlakuan	Pengulangan			
	1	2	3	4
N0	N0 ₁	N0 ₂	N0 ₃	N0 ₄
N1	N1 ₁	N1 ₂	N1 ₃	N1 ₄
N2	N2 ₁	N2 ₂	N2 ₃	N2 ₄
N3	N3 ₁	N3 ₂	N3 ₃	N3 ₄
N4	N4 ₁	N4 ₂	N4 ₃	N4 ₄

Keterangan:

N0 = Perlakuan variasi media nutrisi nitrogen konsentrasi 0% (digunakan sebagai kontrol)

N1 = Perlakuan variasi media nutrisi nitrogen konsentrasi 50%

N2 = Perlakuan variasi media nutrisi nitrogen konsentrasi 100%

N3 = Perlakuan variasi media nutrisi nitrogen konsentrasi 150%

N4 = Perlakuan variasi media nutrisi nitrogen konsentrasi 200%

E. Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Variabel bebas adalah variabel yang dipengaruhi atau dijadikan sebagai penyebab adanya perubahan terhadap variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu perbedaan variasi konsentrasi nitrogen yang diberikan pada bayam merah.

2. Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas atau respon pertumbuhan yang akan diamati. Variabel terikat pada penelitian ini yaitu:

- a. Tinggi tanaman, yang diukur dari pangkal batang sampai ujung daun tertinggi.
- b. Jumlah daun, yang dihitung pada semua daun yang sudah terbuka sempurna.
- c. Panjang akar, yang diukur antara pangkal batang dan ujung akar terpanjang.
- d. Berat segar tanaman, yang ditimbang setelah masa panen.
- e. Berat kering tanaman, ditimbang setelah dilakukan pengeringan pada tanaman hingga berat konstan.

f. Kandungan flavonoid, yang diperoleh dari hasil ekstraksi tanaman.

g. Kandungan antosianin, hasil ekstraksi yang diujikan dengan metode pH.

3. Variabel Kontrol (*Control Variable*)

Variabel kontrol merupakan variabel yang keadaannya diusahakan tetap dan konstan. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya di lingkungan yang diukur setiap 3 hari sekali. Selain itu, juga terdapat pH dan zat terlarut pada media tanam yang digunakan.

F. Prosedur Penelitian

1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *rockwool*, kain flanel, net pot, gelas beker (IWAKI), gelas ukur (Pyrex), pipet volume (IWAKI), pipet tetes, botol reagen, timbangan analitik (Mettler Toledo), cawan, batang pengaduk, oven (Memmert), spektrofotometer Uv-Vis (Thermo scientific), blender, corong, botol flakon, penggaris, thermo-hygrometer (TFA), lux meter (Struman), TDS meter (HM Digital), pH meter (Hanna Digital).

Bahan yang digunakan adalah benih tanaman bayam merah merk Cap Panah Merah Kep.No:094/KPts/SR.120/D.2.7/9/2013, akuades, larutan

pH up dan pH down, etanol 70%, kertas saring, Magnesium powder, HCl, Soidum Nitrit (NaNO_2), Alumunium Clorida (AlCl_3), Natrium Hidroksida (NaOH). Penelitian ini menggunakan media makronutrien (Merck) berupa Amonium Dihidrogen Fosfat ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), Kalium Nitrat (KNO_3), Kalsium Nitrat ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), Magnesium Sulfat ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Media mikronutrien berupa Kalium Klorida (KCl), Asam Borat (H_2BO_3), Mangan Sulfat Monohidrat ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), Seng Sulfat Monohidrat ($\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), Tembaga Sulfat Monohidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), Molibdenum Oksida Monohidrat ($\text{MoO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$), NaFeDTA.

2. Metode

a. Penanaman Bayam Merah

1) Penyiapan Media

Tahapan penyiapan media makronutrien dan mikronutrien, menyesuaikan dengan data komposisi larutan Hoagland yang sudah dimodifikasi yang disajikan pada Tabel 3.2. Media dibuat dengan variasi konsentrasi nitrogen yang telah ditentukan. Media nutrisi ini akan ditambahkan pada saat tanaman sudah dipindahkan ke dalam hidroponik (Duca, 2015).

Pembuatan larutan stok dilakukan dengan menimbang seluruh bahan dasar yang digunakan sebagai nutrisi sesuai dengan kadar massa yang sudah

ditentukan. Selanjutnya, bahan yang telah ditimbang dilarutkan menggunakan akuades dan diaduk sampai bahan terlarut sempurna. Masing-masing nutrisi dituang ke dalam botol stok secara terpisah dan disimpan di tempat yang tidak terpapar sinar matahari agar tidak terdegradasi.

Modifikasi komposisi larutan nutrisi Hoagland menurut Taiz, *et al.* (2010) disajikan pada Tabel 3.2. dengan perhitungan senyawa yang dibutuhkan pada (Lampiran 22).

Tabel 3.2 Modifikasi komposisi larutan Hoagland

Senyawa	Berat	Konsentrasi	Konsentrasi Perlakuan (g L ⁻¹)				
	Molekul (g mol ⁻¹)	Larutan Stok (g L ⁻¹)	0%	50%	100%	150%	200%
Makronutrien							
NH ₄ H ₂ PO ₄	115,08	115,08	0	57,54	115,08	172,62	230,16
KNO ₃	101,10	101,10	0	50,55	101,10	151,65	202,20
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	236,16	236,16	0	118,08	236,16	354,24	472,32
MgSO ₄ .7H ₂ O	246,48	246,48	246,48	246,48	246,48	246,48	246,48
KH ₂ PO ₄ *	136,08	136,08	136,08	68,045	0	0	0
CaCl ₂ *	111	111	111	55,5	0	0	0

Tabel 3.2 Lanjutan modifikasi komposisi larutan Hoagland

Senyawa	Berat Molekul (g mol ⁻¹)	Konsentrasi Larutan Stok (g L ⁻¹)	Konsentrasi Perlakuan (g L ⁻¹)				
			0%	50%	100%	150%	200%
Mikronutrien							
H ₃ BO ₃	61,83	0,773	0,773	0,773	0,773	0,773	0,773
KCl	74,55	1,864	1,864	1,864	1,864	1,864	1,864
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
MoO ₃ . H ₂ O (85% MoO ₃)	161,97	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
NaFeDTPA (10% Fe)	468,20	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0

Keterangan: (*) Menandakan senyawa modifikasi dari larutan Hoagland.

Berdasarkan Tabel 3.2, perhitungan volume per liter yang digunakan untuk media tanam ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Volume larutan yang digunakan

Senyawa	Volume yang digunakan (mL/L)				
	0%	50%	100%	150%	200%
Makronutrien					
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	0	1,0	2,0	3,0	4,0
KNO_3	0	3,0	6,0	9,0	12,0
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0	2,0	4,0	6,0	8,0
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
KH_2PO_4^*	2,0	1,0	0	0	0
CaCl_2^*	4,0	2,0	0	0	0
Mikronutrien					
H_3BO_3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
KCl	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0

Tabel 3.3 Lanjutan volume larutan yang digunakan

Senyawa	Volume yang digunakan (mL/L)				
	0%	50%	100%	150%	200%
MnSO ₄ .H ₂ O	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
ZnSO ₄ .7H ₂ O	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
CuSO ₄ . 5H ₂ O	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
MoO ₃ . H ₂ O (85% MoO ₃)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
NaFeDTPA (10% Fe)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Keterangan:

(*) Menandakan senyawa modifikasi dari larutan Hoagland.

2) Penyemaian Benih Tanaman

Sebelum dilakukan penanaman dengan sistem hidroponik, dilakukan pemilihan benih yang bagus melalui perendaman biji. Benih yang bagus ditandai dengan biji yang tenggelam. Penyemaian dilakukan dengan menggunakan *rockwool* sebagai media penyemaian.

3) Penanaman Bayam Merah

Benih bayam yang sudah disemai dan berumur 14 hari, satu-persatu *rockwool* yang ada dimasukkan ke dalam netpot yang dipasang kain flanel dan diletakkan pada lubang tutup boks hidroponik yang sudah berisi nutrisi sesuai dengan perlakuan konsentrasi nitrogen (Ayu *et al.*, 2023). Benih yang siap dipindahkan ditandai dengan tumbuhnya daun. Penelitian ini menggunakan *wick system* yaitu sistem hidroponik dengan menggunakan bantuan sumbu dalam proses penyerapan nutrisi oleh tanaman. Tahap ini ditambahkan juga makronutrien dan mikronutrien sesuai perlakuan pada Tabel 3.2., serta ditambahkan larutan pH up yang mengandung kalium hidroksida 10% dan pH down yang mengandung asam fosfat 10% sebagai penstabil pH pada media tanam. Penambahan

air dan larutan nutrisi pada boks hidroponik dilakukan setiap 7 hari sekali.

4) Pengukuran Parameter Pertumbuhan

a) Tinggi tanaman (cm)

Tinggi tanaman diukur menggunakan penggaris dari dasar (pangkal batang) hingga ujung pucuk tanaman. Pengukuran tinggi tanaman dilakukan setiap 7 hari sekali (0 MST, 1 MST, 2 MST, 3 MST, 4 MST, 5 MST).

b) Jumlah daun (helai)

Perhitungan jumlah daun dilakukan pada daun sejati yang sudah terbuka secara sempurna. Pengamatan dilakukan setiap 7 hari sekali (0 MST, 1 MST, 2 MST, 3 MST, 4 MST, 5 MST).

c) Panjang akar (cm)

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

d) Pengukuran berat basah (gram)

Setelah dilakukan pemanenan, seluruh bagian tanaman bayam merah dibersihkan dan dihitung berat basahnya menggunakan timbangan digital.

e) Pengukuran berat kering (gram)

Tanaman dikeringkan terlebih dahulu menggunakan oven dengan suhu 40°C hingga berat konstan stabil. Setelah itu, dapat dilakukan penimbangan kembali pada tanaman yang sudah kering sama seperti pada pengukuran berat basah (Wachid & Rizal, 2019).

f) Indeks pertumbuhan

Indeks pertumbuhan dilakukan dengan menggunakan hasil semai bayam merah yang sudah berumur 14 hari yang akan dipindahkan ke dalam hidroponik. Indeks pertumbuhan, dihitung berdasarkan parameter pertumbuhan yang diamati seperti, tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat kering dan berat basah tanaman. Perhitungan indeks pertumbuhan dilakukan untuk mengetahui laju pertumbuhan tanaman. Hal tersebut dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut (Saadah *et al.*, 2019):

1. Tinggi tanaman

Indeks pertumbuhan pada tinggi tanaman dihitung dengan mengukur tinggi awal tanaman sebelum dipindahkan ke hidroponik dan tinggi

akhir saat masa panen, dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Indeks Pertumbuhan} = \frac{\text{Tinggi akhir tanaman (cm)} - \text{Tinggi awal tanaman (cm)}}{\text{Tinggi awal tanaman (cm)}}$$

2. Jumlah daun

Indeks pertumbuhan pada jumlah daun tanaman bayam merah dilakukan dengan menghitung jumlah awal daun pada tanaman sebelum dipindahkan ke hidroponik dan jumlah daun akhir saat masa panen, dengan menggunakan rumus:

$$\text{Indeks Pertumbuhan} = \frac{\text{Jumlah daun akhir} - \text{Jumlah daun awal}}{\text{Jumlah daun awal}}$$

3. Panjang akar

Indeks pertumbuhan pada panjang akar tanaman bayam merah dilakukan dengan mengukur panjang awal akar pada tanaman sebelum dipindahkan ke hidroponik dan panjang akhir akar saat masa panen, dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Indeks Pertumbuhan} = \frac{\text{Panjang akhir akar (cm)} - \text{Panjang awal akar (cm)}}{\text{Panjang awal akar (cm)}}$$

4. Berat basah

Indeks pertumbuhan pada berat basah tanaman bayam merah dilakukan dengan menimbang berat basah pada tanaman sebelum dipindahkan ke hidroponik atau setelah semai dan berat basah tanaman di akhir saat masa panen, dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Indeks Pertumbuhan} = \frac{\text{Berat basah akhir (g)} - \text{Berat basah awal (g)}}{\text{Berat basah awal (g)}}$$

5. Berat kering

Indeks pertumbuhan pada berat kering tanaman bayam merah dilakukan dengan menimbang tanaman yang sudah dikeringkan sebelum dipindahkan ke hidroponik atau setelah semai sebagai berat kering awal. Adapun untuk berat basah akhir, ditimbang pada akhir saat masa panen, dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Indeks Pertumbuhan} = \frac{\text{Berat kering akhir (g)} - \text{Berat kering awal (g)}}{\text{Berat kering awal (g)}}$$

5) Pengukuran faktor lingkungan

Pengukuran faktor lingkungan meliputi suhu, kelembapan, intensitas cahaya, pH media yang digunakan dan jumlah partikel zat terlarut.

Pengukuran faktor lingkungan tersebut dilakukan setiap 3 hari sekali dengan waktu pagi, siang, dan sore hari. Pengukuran pH media juga dilakukan untuk mengontrol derajat keasaman pada media yang digunakan. pH diukur dengan menggunakan pH meter sedangkan untuk jumlah molekul zat terlarut diukur setiap 7 hari sekali.

b. Ekstraksi

Daun bayam merah yang telah dipanen dan dikeringkan diekstraksi menggunakan metode maserasi sederhana tanpa adanya pemilihan daun dengan syarat tertentu, sehingga seluruh bagian daun dapat digunakan dalam proses ekstraksi. Metode ini digunakan agar senyawa fitokimia yang terkandung di dalam bayam merah yang tidak tahan dengan suhu tinggi tidak mengalami kerusakan. Sampel bayam merah yang sudah dihaluskan menggunakan blender ditimbang sebanyak 0,1 gram dan dimasukkan ke dalam tube, lalu ditambahkan pelarut etanol 70% sebanyak 5 mL dan dihomogenkan (Esguerra *et al.*, 2024). Ekstraksi dilakukan pada suhu ruang dan direndam selama 35 menit, kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 30 menit untuk memisahkan antara supernatan dan pelet (Yan *et al.*, 2023). Setelah

supernatan dipisahkan, pelet (endapan) yang masih tersisa diekstraksi kembali menggunakan prosedur yang sama. Ekstrak yang diperoleh dari maserasi kedua kemudian digabungkan dengan ekstrak dari maserasi pertama untuk dilakukan uji flavonoid dan antosianin.

c. Uji Flavonoid

Uji flavonoid dilakukan dengan dua metode analisis yaitu dengan analisis kualitatif melalui reaksi warna untuk mendeteksi adanya kandungan flavonoid di dalam ekstrak bayam merah dan analisis kuantitatif dengan pengujian menggunakan spektrofotometer Uv-Vis.

1) Analisis kualitatif flavonoid

Sebanyak 2 mL ekstrak bayam merah, ditambahkan magnesium powder sebanyak 0,1 gram dan ditetesi HCl pekat sebanyak 3 tetes (Utami *et al.*, 2023). Reaksi positif ditandai dengan perubahan warna menjadi warna kuning, jingga, atau merah.

2) Analisis kuantitatif

Pengujian ini dilakukan dengan membuat larutan kuersetin terlebih dahulu sebagai pembanding dalam mengukur kadar flavonoid. Sebanyak 0,05 gram kuersetin ditimbang dan dilarutkan dengan 250 mL etanol 70%. Larutan tersebut dijadikan sebagai larutan

stok dengan konsentrasi 1000 mg/L. Dari larutan tersebut dilakukan pengenceran dengan berbagai konsentrasi yaitu 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm dan 100 ppm. Pengenceran dilakukan dengan mengambil larutan stok sebanyak 0,2 mL, 0,4 mL, 0,6 mL, 0,8 mL, dan 1 mL, kemudian diencerkan etanol 70% hingga tanda batas 10 mL di dalam labu ukur.

Uji kuersetin dilakukan dengan mengambil 0,25 mL larutan pada setiap konsentrasinya. Larutan ditambahkan akuades 1,25 mL dan 75 μ l sodium nitrit 5% (NaNO_2), kemudian dihomogenkan dan didiamkan selama 6 menit. Setelah itu, ditambahkan 150 μ l Alumunium klorida (AlCl_3) 10%, dihomogenkan dan didiamkan 5 menit. Lalu, ditambahkan 0,5 mL NaOH 1M dan aquades hingga volume 2,5 mL. Larutan tersebut diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 510 nm (Yulianti *et al.*, 2016). Uji flavonoid pada sampel bayam merah dilakukan dengan prosedur yang sama seperti uji kuersetin, dengan menggunakan 0,25 mL ekstrak bayam merah di setiap perlakuan konsentrasi nitrogen.

Hasil absorbansi kuersetin dijadikan sebagai kurva standar untuk menghitung persamaan regresi linear dengan persamaan $y = ax + b$. Perhitungan

absorbansi sampel pengujian flavonoid dapat dilakukan dengan memasukkan hasil absorbansi ke dalam persamaan yang diperoleh, sehingga diperoleh nilai x . Setelah itu, dilakukan perhitungan Kadar Total Flavonoid (KTF) (Oktavia Wijaya Raharjo *et al.*, 2023) dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

V = Volume larutan (mL)

x = Konsentrasi standar flavonoid (mg/mL)

DF = Faktor pengenceran

m = berat sampel

d. Uji Antosianin

Penentuan kadar antosianin dilakukan dengan menggunakan metode selisih pH, yaitu pH 1,0 dan pH 4,5. Sebelum dilakukan uji, terlebih dahulu dibuat larutan buffer dari masing-masing pH tersebut. Pembuatan larutan buffer pH 1 dilakukan dengan mengambil KCl sebanyak 0,465 gram dan ditambahkan akuades dalam labu ukur 250,0 mL hingga tanda batas. Setelah itu, ditambahkan HCl hingga pH mencapai $1,0 \pm 0,1$. Larutan buffer pH 4,5 dibuat dengan melarutkan 8,2 gram natrium asetat ditambahkan akuades dalam labu ukur 250,0 mL sampai tanda batas, kemudian

ditambahkan larutan HCl hingga pH $4,5 \pm 0,1$ (Wiranata *et al.*, 2022).

Penetapan kadar antosianin dilakukan dengan melarutkan ekstrak bayam merah sebanyak 0,5 mL ke dalam buffer pH 1,0 dan buffer pH 4,5 dengan menggunakan perbandingan ekstrak terhadap buffer yaitu sebanyak 1:5 (v/v) (Adam, 2015). Larutan yang sudah dibuat diinkubasi selama 15 menit pada suhu ruang, lalu diukur absorbansinya pada panjang gelombang 520 nm dan panjang gelombang 700 nm (Anggriani *et al.*, 2017). Perhitungan absorbansi akhir dihitung menurut Adam (2015), dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Kadar total antosianin dalam sampel dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Total Antosianin} = \frac{A \times BM \times Fp \times 1000}{\epsilon \times L}$$

Keterangan:

A = Nilai absorbansi

ϵ = Koefisien ekstraksi (26900 L/mol.cm)

L = Lebar kuvet

BM = Berat molekul sianidin-3-glukosida (449,2 g/mol)

Fp = Faktor pengenceran

G. Teknik Analisis Data

Data hasil pengamatan pada parameter pertumbuhan seperti tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah dan berat kering, dihitung rata-ratanya. Setelah itu, dibuat grafik setiap waktu pengamatan. Kadar flavonoid dihitung berdasarkan nilai absorbansi yang diperoleh dari tiga kali pengulangan, demikian juga dengan kadar antosianin. Data parameter pertumbuhan dan kadar senyawa fitokimia yang diperoleh, dihitung rata-rata dan standar deviasinya (Rahmawati *et al.*, 2020).

Analisis data statistik dilakukan dengan menggunakan program SPSS (*Software Statistical Product and Service*) versi 26 dengan uji parametrik ANOVA (*Analysis of Variance*) apabila data terdistribusi normal sedangkan jika data tidak terdistribusi normal maka dilakukan uji nonparametrik menggunakan Kruskal-Wallis. Setiap uji memiliki ketentuan untuk menentukan keputusan hipotesis sebagai berikut:

1. Uji Normalitas

Data yang ada dilakukan uji normalitas untuk memastikan bahwa data memiliki distribusi normal, dengan menggunakan metode Shapiro-Wilk. Uji ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah data dalam suatu sampel tersebar secara acak dan mengikuti distribusi normal. Pengambilan keputusan dalam uji ini didasarkan

pada nilai probabilitas (*Asymptotic Significance*) yang diperoleh (Santoso, 2016), yaitu:

a) Taraf signifikansi (α): 0,05

b) Kriteria pengujian

H_0 : Jika nilai $sig > 0.05$ maka H_0 diterima (Populasi data terdistribusi normal)

H_1 : Jika nilai $sig < 0.05$ maka H_1 ditolak (populasi tidak berdistribusi normal)

Jika data terdistribusi normal, maka dilanjutkan dengan uji ANOVA untuk membandingkan rata-rata dan mengetahui pengaruh serta perbedaan di setiap perlakuannya. Sedangkan jika data tidak terdistribusi normal, maka dilanjutkan dengan uji Kruskal-Wallis.

2. Uji ANOVA (*Analysis of Variance*)

Untuk menguji apakah ada perbedaan signifikan antar parameter pengukuran pertumbuhan, kandungan flavonoid, dan kandungan antosianin pada setiap konsentrasi nitrogen dengan menggunakan ANOVA satu arah (One-Way ANOVA) (Fauzi *et al.*, 2018). Hal tersebut didasarkan pada hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Tidak ada perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan dengan parameter pengamatan.

H_1 : Ada perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan dengan parameter pengamatan.

Berdasarkan hipotesis tersebut, maka dapat diambil keputusan sebagai berikut:

- a) Jika nilai $p < 0.05$, maka H_1 diterima, artinya ada perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan dengan parameter yang diamati.
- b) Jika nilai $p > 0.05$, maka H_1 ditolak karena tidak ada perbedaan yang signifikan antar kelompok dengan parameter yang diamati.

Apabila diperoleh hasil yang signifikan dan H_1 diterima, maka dilakukan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) Uji ini dilakukan untuk mengetahui beda nyata di setiap perlakuan yang diberikan dengan taraf 5% (Santosao, 2016).

3. Uji Kruskal-Wallis

Uji Kruskal-Wallis dilakukan untuk menentukan ada tidaknya perbedaan antar kelompok sampel yang independen. Uji ini merupakan salah satu uji nonparametrik yang dijadikan sebagai pengganti uji ANOVA, ketika beberapa syarat uji parametrik tidak terpenuhi. Berikut adalah ketentuan dalam pengujian Kruskal-Wallis:

H_0 : Tidak ada pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman.

H_1 : Ada pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman.

- a) Kriteria pengujian

Jika nilai $\text{sig.} > 0,05$, maka H_0 diterima.

Jika nilai $\text{sig} < 0,05$ maka H_0 ditolak.

b) Uji lanjut

Hasil uji Kruskal-Wallis dapat dianalisis menggunakan uji lanjut untuk mengetahui perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Uji Mann-Whitney adalah uji alternatif dari non-parametrik yang digunakan untuk membedakan hasil dua kelompok antar perlakuan yang berbeda (Mulia, 2023). Berikut merupakan ketentuan dalam pengujian uji Mann-Whitney:

H_0 : Jika nilai $\text{Sig} > 0,05$ maka H_0 diterima (tidak berbeda signifikan).

H_1 : Jika nilai $\text{Sig} < 0,05$ maka H_0 ditolak (berbeda signifikan).

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

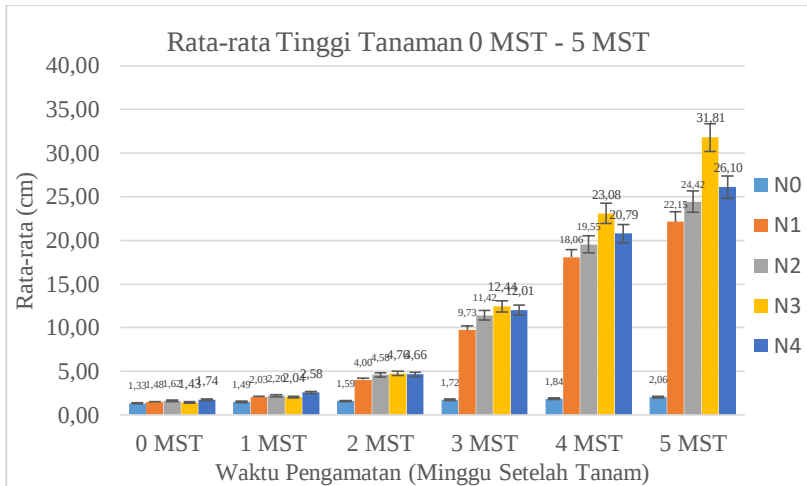
A. Hasil Penelitian

1. Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah

a) Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman termasuk salah satu indikator pertumbuhan yang mudah diamati. Tinggi tanaman digunakan sebagai parameter dalam mengukur dan menentukan efektivitas perlakuan dalam suatu percobaan penelitian. Data tinggi tanaman diperoleh dari pengamatan 0 MST hingga 5 MST dapat dilihat pada Lampiran 1.

Pada grafik (Gambar 4.1) dapat dilihat bahwa terjadi penambahan tinggi pada tanaman bayam merah yang diberi perlakuan variasi konsentrasi nitrogen dari 0 MST hingga 5 MST. Pertambahan tinggi bayam paling tinggi terjadi pada perlakuan N3 (konsentrasi nitrogen 150%) sebesar 31,81 cm. Di antara perlakuan variasi konsentrasi nitrogen pada media hidroponik, pertumbuhan paling rendah terjadi pada perlakuan N0 (konsentrasi nitrogen 0%) yaitu 2,06 cm.



Gambar 4. 1 Grafik rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman

Berdasarkan nilai rata-rata tinggi tanaman yang diperoleh pada pengamatan 0 MST hingga 5 MST, dilakukan analisis data statistik menggunakan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) dengan hasil nilai $p < 0,05$ sehingga menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan di setiap perlakuan dan dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*). Data statistik hasil pengujian dapat dilihat pada Lampiran 15.

Tabel 4.1 Rata-rata tinggi tanaman bayam 0 MST – 5 MST

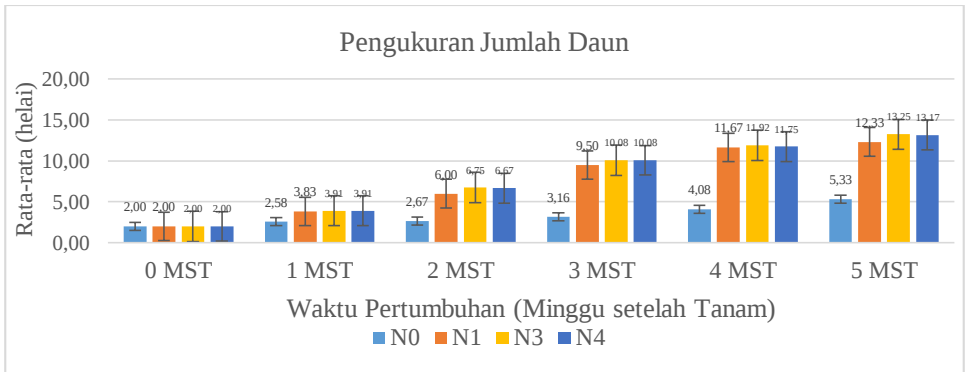
Perlakuan	Pengamatan Tinggi Tanaman (cm)						Indeks Pertumbuhan
	0 MST	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	
N0	1,32 ± 0,23 ^c	1,49 ± 0,21 ^c	1,59 ± 0,25 ^b	1,77 ± 0,17 ^c	1,84 ± 0,21 ^b	2,06 ± 0,43 ^c	0,55
N1	1,47 ± 0,28 ^{bc}	2,0 ± 0,38 ^b	4,00 ± 0,98 ^a	9,72 ± 2,78 ^b	18,05 ± 6,91 ^a	22,15 ± 10,35 ^b	14,02
N2	1,67 ± 0,33 ^{ab}	2,20 ± 0,34 ^b	4,58 ± 1,24 ^a	11,42 ± 3,32 ^{ab}	19,55 ± 8,38 ^a	24,47 ± 12,13 ^{ab}	14,10
N3	1,43 ± 0,21 ^{bc}	2,04 ± 0,30 ^b	4,76 ± 0,72 ^a	12,44 ± 2,33 ^a	23,08 ± 5,85 ^a	31,81 ± 9,47 ^a	21,19
N4	1,74 ± 0,42 ^a	2,57 ± 0,71 ^a	4,66 ± 1,09 ^a	12,0 ± 2,36 ^a	20,79 ± 5,73 ^a	26,10 ± 8,71 ^{ab}	13,99

Keterangan: Rata-rata pengamatan tinggi tanaman pada perlakuan **N0** (Konsentrasi Nitrogen 0%), **N1** (Konsentrasi Nitrogen 50%), **N2** (Konsentrasi Nitrogen 100%), **N3** (Konsentrasi Nitrogen 150%), **N4** (Konsentrasi Nitrogen 200%). Notasi huruf (^{abc}) yang sama pada satu kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata, berdasarkan uji DMRT 5%.

Berdasarkan Tabel 4.1., pertumbuhan tinggi tanaman bayam merah pada konsentrasi nitrogen yang berbeda menunjukkan indeks pertumbuhan yang berbeda pula. Indeks pertumbuhan tertinggi terdapat pada perlakuan N3 (konsentrasi nitrogen 150%) sebesar 21,19, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan N2 (konsentrasi nitrogen 100%) dan N4 (konsentrasi nitrogen 200%). Pada perlakuan N0 (konsentrasi nitrogen 0%) menunjukkan indeks pertumbuhan terendah yaitu 0,55 dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

b) Jumlah Daun

Daun merupakan salah satu organ pada tumbuhan yang cukup penting. Daun ini digunakan sebagai tempat fotosintesis yang merupakan proses pembentukan makanan yang dilakukan oleh tumbuhan. Pengamatan jumlah helai daun pada perlakuan variasi konsentrasi nitrogen dilakukan pada 0 MST hingga 5 MST sesuai pada Lampiran 2. Dari data yang ada diperoleh nilai rata-rata sesuai pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2. Grafik rata-rata jumlah daun

Berdasarkan pada grafik (Gambar 4.2), terlihat perbedaan pada pertumbuhan jumlah daun di setiap minggunya. Rata-rata jumlah daun tertinggi di akhir pengamatan (5 MST) adalah perlakuan N3 (konsentrasi nitrogen 150%) sebanyak 13,25 helai, sedangkan untuk perlakuan N0 (konsentrasi nitrogen 0%) dengan rata-rata sebanyak 5,33 helai merupakan perlakuan dengan nilai terendah.

Hasil rata-rata yang diperoleh, dilakukan perhitungan indeks pertumbuhan untuk mengetahui laju pertumbuhan pada jumlah daun sesuai dengan Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Rata-rata jumlah daun bayam 0 MST – 5 MST

Perlakuan	Pengamatan Jumlah Daun (Helai)						Indeks Pertumbuhan
	0 MST	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	
N0	2±0,00	2,58 ±0,65	2,67±0,51	3,17±0,38	4,08±0,51	5,33±0,49	1,67
N1	2±0,00	3,83±3,83	6±0,85	9,5±1,78	11,67±2,18	12,33±3,20	5,17
N2	2±0,00	4±0,47	6,42±0,79	9,75±1,35	11,25±1,60	12,08±3,63	5,04
N3	2±0,00	3,92±0,29	6,75±0,62	10,08±1,16	11,92±0,99	13,25±1,13	5,63
N4	2±0,00	3,92±0,29	6,67±0,49	10,08±0,99	11,75±1,36	13,17±1,70	5,58

Keterangan: Rata-rata pengamatan jumlah daun pada perlakuan **N0** (Konsentrasi Nitrogen 0%), **N1** (Konsentrasi Nitrogen 50%), **N2** (Konsentrasi Nitrogen 100%), **N3** (Konsentrasi Nitrogen 150%), **N4** (Konsentrasi Nitrogen 200%).

Tabel 4.2 menunjukkan rata-rata jumlah daun 0 MST-5 MST, dapat dilihat pula hasil dari indeks pertumbuhan tertinggi terdapat pada perlakuan N3 (konsentrasi nitrogen 150%) sebesar 5,63, adapun pada perlakuan N1 (konsentrasi nitrogen 50%), N2 (konsentrasi 100%), dan N4 (konsentrasi nitrogen 200%) memiliki nilai indeks pertumbuhan yang tidak jauh berbeda secara berurutan adalah 5,17; 5,04; dan 5,58.

Hasil pengamatan daun menunjukkan data yang tidak terdistribusi normal dikarenakan nilai $\text{sig} < 0,05$. Maka data tersebut tidak memenuhi syarat untuk dilakukan uji parametrik ANOVA, sehingga dilanjutkan dengan uji nonparametrik Kruskal-Wallis (Lampiran 16)., dengan hasil nilai Asymp.sig 0,00, sehingga memenuhi asumsi uji Kruskal-Wallis yaitu nilai Asymp. Sig $< 0,05$ yang berarti perlakuan konsentrasi nitrogen berpengaruh nyata terhadap parameter jumlah daun tanaman bayam merah. Analisis dilanjutkan dengan uji Post Hoc Mann-Whitney untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar perlakuan nitrogen pada berbagai konsentrasi (Tabel 4.3).

Tabel 4.3 Hasil uji Post Hoc Mann-Whitney

Pengamatan	Perlakuan	Rata-rata (helai)	Kelompok (Asymp.sig)				
			N0	N1	N2	N3	N4
1 MST	N0	2,58	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
	N1	3,83		-	0,33 ^{tn}	0,55 ^{tn}	0,55 ^{tn}
	N2	4,00			-	0,58 ^{tn}	0,58 ^{tn}
	N3	3,92				-	0,99 ^{tn}
	N4	3,92					-
2 MST	N0	2,67	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
	N1	6,00		-	0,19 ^{tn}	0,02*	0,03*
	N2	6,42			-	0,38 ^{tn}	0,50 ^{tn}
	N3	6,75				-	0,78 ^{tn}
	N4	6,67					-
3 MST	N0	3,17	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
	N1	9,50		-	0,95 ^{tn}	0,49 ^{tn}	0,47 ^{tn}
	N2	9,75			-	0,46 ^{tn}	0,39 ^{tn}

Tabel 4.3 Lanjutan hasil Post Hoc Mann-Whitney

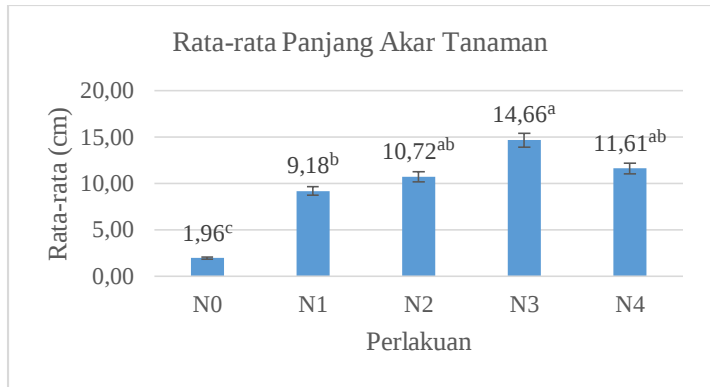
Pengamatan	Perlakuan	Rata-rata (helai)	Kelompok (Asymp.sig)				
			N0	N1	N2	N3	N4
4 MST	N3	10,08				-	0,98 ^{tn}
	N4	10,08					-
	N0	4,08	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
	N1	11,67		-	0,48 ^{tn}	0,98 ^{tn}	0,95 ^{tn}
	N2	11,25			-	0,25 ^{tn}	0,37 ^{tn}
	N3	11,92				-	0,90 ^{tn}
	N4	11,75					-
	N0	5,33	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
	N1	12,33		-	0,75 ^{tn}	0,58 ^{tn}	0,59 ^{tn}
	N2	12,08			-	0,18 ^{tn}	0,21 ^{tn}
5 MST	N3	13,25				-	0,56 ^{tn}
	N4	13,17					-

Keterangan: tanda (**tn**) menunjukkan hasil tidak beda nyata antar perlakuan; tanda (*) menunjukkan hasil beda nyata antar perlakuan; angka **bercetak tebal** menunjukkan nilai rata-rata tertinggi.

Berdasarkan hasil *post hoc* pada Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa perlakuan N0 (konsentrasi nitrogen 0%) pada pengamatan 1 MST – 5 MST menunjukkan hasil beda nyata terhadap semua perlakuan dengan nilai Asymp. Sig <0,05 dan memiliki nilai rata-rata terendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Begitu juga dengan pengamatan 2 MST pada perlakuan N3 (konsentrasi nitrogen 150%) dan N4 (konsentrasi nitrogen 200%) yang menunjukkan beda nyata dengan perlakuan N1 (konsentrasi nitrogen 50%) dengan nilai Asymp. Sig <0,05. Sementara itu, perlakuan lainnya tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan karena nilai Asymp. Sig. yang diperoleh lebih besar dari 0,05.

c) Panjang Akar

Akar tanaman merupakan salah satu organ vegetatif utama yang menyediakan air, mineral, dan zat lain sehingga dapat dijadikan sebagai parameter pengamatan pertumbuhan. Pengukuran akar tanaman bayam merah dilakukan pada usia 5 MST. Berdasarkan data pengamatan pada Lampiran 3, hasil rata-rata panjang akar disajikan dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.1 Grafik panjang akar tanaman

Berdasarkan grafik panjang akar tanaman, rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan N3 (konsentrasi 150%) sebesar 14,66 cm, sedangkan untuk nilai rata-rata terendah dengan nilai sebesar 1,96 cm dihasilkan dari perlakuan N0 (konsentrasi nitrogen 0%). Data pengamatan panjang akar tanaman di setiap perlakuan, dilakukan analisis menggunakan uji ANOVA (Lampiran 13) yang menghasilkan nilai $\text{sig} < 0,05$ sehingga terdapat pengaruh signifikan antara perlakuan yang dilakukan dengan panjang akar tanaman dan dilanjutkan dengan Uji DMRT (Lampiran 17).

Tabel 4.4 Rata-rata panjang akar tanaman pada 5 MST

Perlakuan	Rata-rata Panjang akar (cm)	Indeks Pertumbuhan
N0	$1,96 \pm 0,61^c$	0,28
N1	$9,18 \pm 4,62^b$	3,14
N2	$10,72 \pm 5,57^{ab}$	3,97
N3	$14,66 \pm 6,31^a$	5,66
N4	$11,61 \pm 4,74^{ab}$	4,53

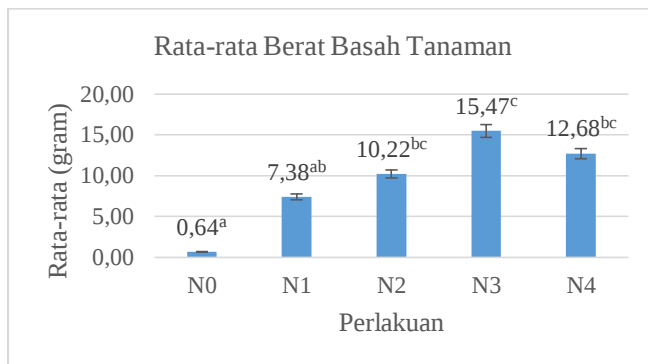
Keterangan: Rata-rata pengamatan panjang akar pada perlakuan **N0** (Konsentrasi Nitrogen 0%), **N1** (Konsentrasi Nitrogen 50%), **N2** (Konsentrasi Nitrogen 100%), **N3** (Konsentrasi Nitrogen 150%), **N4** (Konsentrasi Nitrogen 200%). Notasi huruf (^{abc}) yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata, berdasarkan uji DMRT 5%.

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa indeks pertumbuhan tertinggi adalah sebesar 5,66 pada perlakuan N3 (konsentrasi nitrogen 150%), sedangkan indeks pertumbuhan terendah adalah pada perlakuan N0 (konsentrasi nitrogen 0%) sebesar 0,28. Hasil uji DMRT menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antara perlakuan N0 (konsentrasi nitrogen 0%) dengan keempat perlakuan nitrogen lainnya. Perlakuan N1 (konsentrasi nitrogen 50%) juga berbeda nyata dengan perlakuan N3 (konsentrasi 150%), tetapi tidak berbeda nyata dengan

perlakuan N2 (konsentrasi nitrogen 100%) dan N4 (konsentrasi 200%).

d) Berat Basah Tanaman

Berat basah atau berat segar tanaman merupakan berat pada tanaman yang diukur ada waktu 5 MST yang mencakup seluruh bagian tanaman dan menggambarkan biomassa tanaman. Data pengamatan berat basah bayam merah terdapat pada (Lampiran 4) dengan rata-rata yang ditunjukkan Gambar 4.6.



Gambar 4. 3. Grafik rata-rata berat basah tanaman

Grafik rata-rata berat basah tanaman menunjukkan nilai tertinggi pada perlakuan N3 (konsentrasi nitrogen 150%) yaitu sebesar 15,47 gram, sedangkan perlakuan N0 (konsentrasi nitrogen 0%) memiliki nilai terendah yaitu sebesar 0,64 gram. Analisis statistik menggunakan ANOVA menunjukkan nilai Sig <

0,05 (Lampiran 18) sehingga terdapat pengaruh pada perlakuan yang diberikan terhadap berat basah bayam merah. Selanjutnya, uji DMRT untuk mengetahui beda nyata antarperlakuan, yang disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4 5. Rata-rata berat basah tanaman (5 MST)

Perlakuan	Rata-rata Berat Basah (gram)	Indeks Pertumbuhan
N0	$0,64 \pm 0,33^a$	77,51
N1	$7,38 \pm 5,70^{ab}$	929,78
N2	$10,22 \pm 9,41^{bc}$	1158,70
N3	$15,47 \pm 10,45^c$	2059,71
N4	$12,68 \pm 10,09^{bc}$	1697,46

Keterangan:

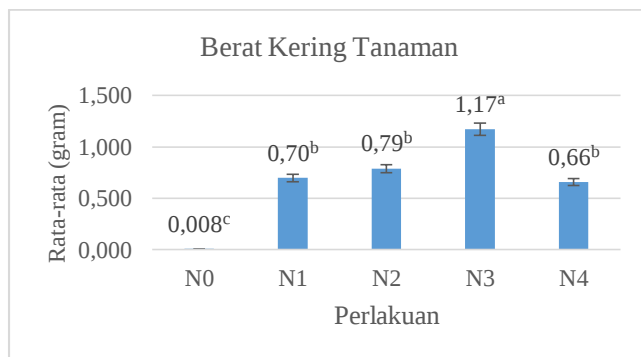
Rata-rata berat basah tanaman pada perlakuan **N0** (konsentrasi nitrogen 0%), **N1** (Konsentrasi Nitrogen 50%), **N2** (Konsentrasi Nitrogen 100%), **N3** (Konsentrasi Nitrogen 150%), **N4** (Konsentrasi Nitrogen 200%). Notasi huruf (^{abc}) yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%.

Berdasarkan Tabel 4.5 terdapat uji DMRT yang dinotasikan dengan huruf menunjukkan bahwa perlakuan N0 (konsentrasi nitrogen 0%) berbeda nyata dengan N2 (konsentrasi nitrogen 100%), N3

(konsentrasi nitrogen 150%), dan N4 (konsentrasi nitrogen 200%). Perlakuan N1 (konsentrasi nitrogen 50%) berbeda nyata dengan perlakuan N3 (konsentrasi nitrogen 150%), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan N4 (konsentrasi nitrogen 200%).

e) Berat Kering Tanaman

Berat kering menandakan akumulasi biomassa seluruh bagian tanaman yang sudah dikeringkan. Berat kering tanaman ditimbang setelah melakukan pengovenan pada suhu 40°C hingga berat konstan stabil dengan waktu berkisar 10 hari. Berdasarkan data pengamatan (Lampiran 5) diperoleh data rata-rata nilai berat kering yang ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4. Grafik rata-rata berat kering tanaman

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.4. dapat dilihat bahwa perlakuan nitrogen diberbagai

konsentrasi memiliki pengaruh terhadap berat kering tanaman, ditandai dengan perbedaan rata-rata yang dihasilkan. Perlakuan dengan nilai rata-rata berat kering tertinggi adalah perlakuan N3 (konsentrasi nitrogen 150%) yaitu sebesar 1,17 gram sedangkan nilai terendah dihasilkan pada perlakuan N0 (konsentrasi nitrogen 0%) rata-rata sebesar 0,008 gram. Hasil uji statistik ditunjukkan pada Tabel 4. 6.

Tabel 4 6. Rata-rata berat kering

Perlakuan	Rata-rata Berat Kering (gram)	Indeks Pertumbuhan
N0	$0,008 \pm 0,002^c$	11
N1	$0,70 \pm 0,57^b$	11
N2	$0,79 \pm 0,29^b$	11
N3	$1,17 \pm 0,48^a$	11
N4	$0,66 \pm 0,21^b$	11,15

Keterangan: Rata-rata berat kering tanaman pada perlakuan **N0** (Konsentrasi Nitrogen 0%), **N1** (Konsentrasi Nitrogen 50%), **N2** (Konsentrasi Nitrogen 100%), **N3** (Konsentrasi Nitrogen 150%), **N4** (Konsentrasi Nitrogen 200%). Notasi huruf (^{abc}) yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%.

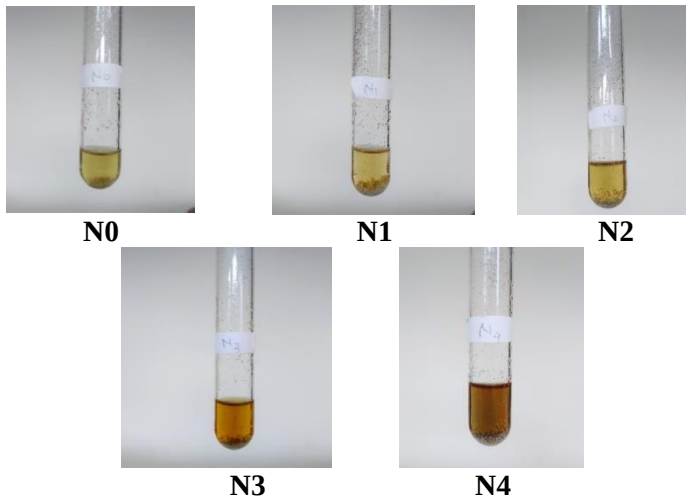
Hasil uji ANOVA (Lampiran 19) menunjukkan nilai sig. < 0,05 artinya terdapat

pengaruh signifikan dari perlakuan yang diberikan terhadap berat kering tanaman. Uji lanjut DMRT menghasilkan beda nyata pada perlakuan N0 (konsentrasi nitrogen 0%) dengan 4 perlakuan lainnya. Begitu juga dengan N3 yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya sedangkan N1 (konsentrasi nitrogen 50%), N2 (konsentrasi nitrogen 100%), dan N4 (konsentrasi nitrogen 200%) tidak berbeda nyata.

Indeks pertumbuhan pada berat kering tanaman ini memperoleh hasil yang sama yaitu 11, kecuali perlakuan N4 (konsentrasi nitrogen 200%) dengan indeks 11,15. Hal tersebut menunjukkan bahwa laju pertumbuhan pada berat kering ini tidak jauh berbeda di setiap perlakuan yang diberikan.

2. Flavonoid

Analisis flavonoid dilakukan dengan menggunakan uji reaksi warna dan uji spektrofotometri UV-Vis. Uji reaksi warna dilakukan untuk mendeteksi adanya kandungan flavonoid pada masing-masing perlakuan nitrogen. Uji ini dilakukan dengan mengidentifikasi perubahan warna yang terjadi. Hasil uji flavonoid dapat dilihat ada Gambar 4.5



Gambar 4. 5. Hasil uji reaksi warna reaksi flavonoid.

Keterangan: **N0** (Konsentrasi Nitrogen 0%), **N1** (Konsentrasi Nitrogen 50%), **N2** (Konsentrasi Nitrogen 100%), **N3** (Konsentrasi Nitrogen 150%), **N4** (Konsentrasi Nitrogen 200%).

Gambar 4.5 menunjukkan perlakuan N0 (konsentrasi nitrogen 0%) terjadi perubahan warna yang awalnya hijau muda berubah menjadi hijau kekuningan. Pada perlakuan N1 (konsentrasi nitrogen 50%) memiliki perbedaan warna dengan perlakuan N0, pada perlakuan ini cenderung lebih menguning dari yang warna awalnya adalah hijau. Pada perlakuan N2 (konsentrasi nitrogen 100%) terdapat perubahan warna juga yang semulanya adalah warna hijau menjadi warna kuning. Perlakuan N3

(konsentrasi nitrogen 150%) mengalami perubahan warna dari hijau menjadi jingga. Perlakuan N4 (konsentrasi nitrogen 200%) juga terdapat perubahan warna dari yang sebelumnya hijau tua menjadi orange jingga lebih pekat.

Perubahan warna tersebut menandakan adanya kandungan flavonoid di dalam ekstrak bayam merah. Perubahan warna kuning hingga jingga menunjukkan adanya senyawa flavon dan flavonol, sedangkan senyawa flavanon memberikan warna kekuningan lebih muda. Perubahan warna yang lebih pekat dan cenderung ke arah jingga tua atau oranye, seperti yang terjadi pada perlakuan N3 (konsentrasi nitrogen 150%) dan N4 (konsentrasi nitrogen 200%), menandakan kemungkinan kandungan flavonoid yang lebih tinggi, khususnya dari golongan flavonol yang lebih teroksidasi atau kompleks. Semakin intens warna yang terbentuk, semakin besar pula kemungkinan akumulasi senyawa flavonoid sebagai hasil respons metabolisme sekunder tanaman terhadap perlakuan nitrogen (Mailuhu *et al.*, 2017).

Hasil pengujian flavonoid secara kualitatif ini dapat dinotasikan dengan tanda (+) yang menandakan hasil positif mengandung flavonoid (Tabel 4.7).

Tabel 4 7. Hasil reaksi uji flavonoid

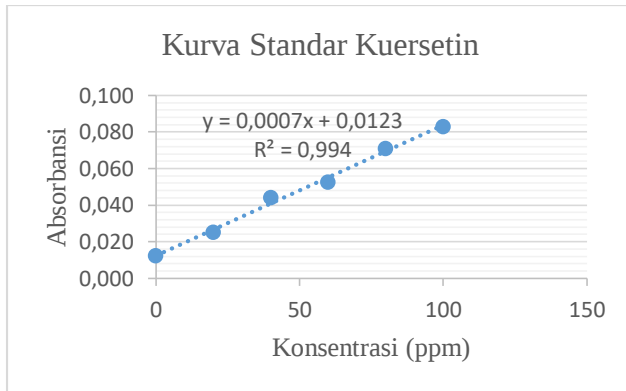
Perlakuan	Hasil Flavonoid
N0	+
N1	+
N2	++
N3	++
N4	+++

Keterangan: tanda (+) menunjukkan sampel mengandung flavonoid

Berdasarkan Tabel 4.7 Perubahan warna yang semakin pekat pada hasil uji flavonoid menunjukkan tingginya kandungan flavonoid dalam sampel. Indikator kuantitatif yang digunakan dalam uji ini biasanya ditandai dengan pemberian simbol tanda tambah (+), semakin pekat warna yang muncul, semakin banyak pula tanda “+” yang diberikan. Hal ini mencerminkan bahwa intensitas warna berkorelasi positif dengan konsentrasi flavonoid. Selain itu, perbedaan warna yang dihasilkan antar sampel dapat disebabkan oleh variasi jenis senyawa turunan flavonoid, seperti flavonol, flavon, atau antosianin, yang masing-masing memberikan reaksi warna yang khas. Konsentrasi nitrogen dalam media tanam juga berpengaruh terhadap kandungan flavonoid, semakin

tinggi konsentrasi nitrogen yang digunakan, maka semakin besar pula kemungkinan terjadinya peningkatan sintesis flavonoid dalam jaringan tanaman.

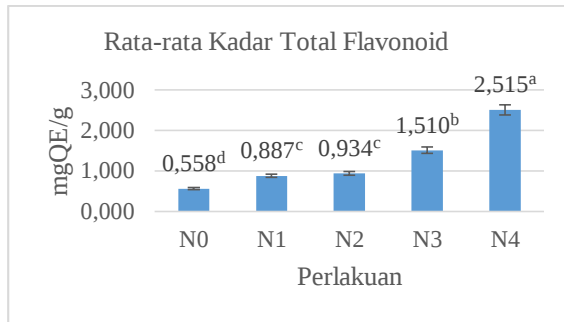
Pengujian menggunakan spektrofotometri UV-Vis digunakan untuk mengetahui kadar total flavonoid dengan menggunakan pembanding kuersetin. Kuersetin merupakan salah satu golongan senyawa flavonoid yang sering digunakan sebagai pembanding atau kurva standar dalam pengujian flavonoid. Hasil persamaan regresi linier yang diperoleh adalah $y = 0,0007x + 0,0123$ dengan koefisien korelasi (R^2) sebesar 0,994. Adapun kurva standar kuersetin dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 6. Kurva standar kuersetin

Setelah pengujian kurva standar kuersetin, dilakukan pengujian ekstrak bayam merah di masing-

masing perlakuan. Perhitungan dilakukan dengan memasukkan nilai absorbansi keseluruhan ke dalam persamaan regresi linear. Berdasarkan rumus persamaan tersebut, diperoleh kadar total flavonoid yang ditunjukkan dalam Gambar 4.7.



Gambar 4. 7. Grafik rata-rata kadar total flavonoid

Pada grafik (Gambar 4.7) dapat dilihat nilai rata-rata kadar total flavonoid tertinggi terdapat pada perlakuan N4 (konsentrasi nitrogen 200%) yaitu 2,515 mgQE/g, sedangkan untuk nilai terendah ditunjukkan pada perlakuan N0 (konsentrasi nitrogen 0%) yaitu 0,558 mgQE/g. Data flavonoid ini di analisis menggunakan uji DMRT dapat disajikan pada Tabel 4. 8.

Tabel 4 8. Rata-rata Kadar total flavonoid

Perlakuan	Rata-rata Kadar Total Flavonoid (mgQE/g)
N0	0,558 $\pm$ 0,021 ^d
N1	0,877 $\pm$ 0,009 ^c
N2	0,934 $\pm$ 0,030 ^c
N3	1,510 $\pm$ 0,062 ^b
N4	2,515 $\pm$ 0,117 ^a

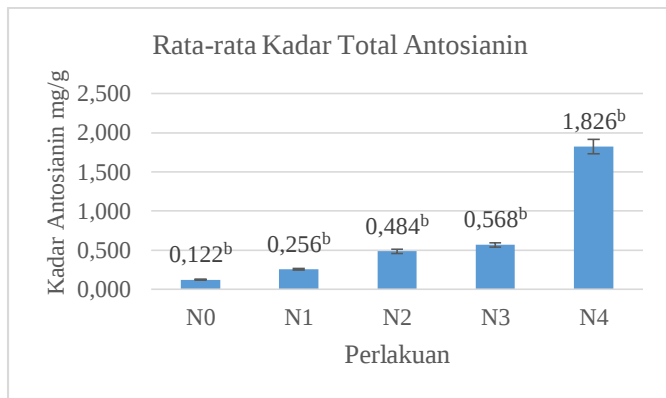
Keterangan: Rata-rata kadar total flavonoid tanaman pada perlakuan **N0** (Konsentrasi Nitrogen 0%), **N1** (Konsentrasi Nitrogen 50%), **N2** (Konsentrasi Nitrogen 100%), **N3** (Konsentrasi Nitrogen 150%), **N4** (Konsentrasi Nitrogen 200%). Notasi huruf (^{abc}) yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata, berdasarkan uji DMRT 5%.

Data absorbansi pengukuran flavonoid dilakukan uji ANOVA menghasilkan nilai sig. < 0,05 sehingga terdapat pengaruh antara perlakuan dengan kadar flavonoid yang dihasilkan. Berdasarkan Tabel 4.8 dapat diidentifikasi bahwa setiap perlakuan berbeda nyata, kecuali pada perlakuan N1 (konsentrasi nitrogen 50%) dan N2 (konsentrasi nitrogen 100%) yang tidak berbeda nyata.

3. Antosianin

Antosianin termasuk salah satu senyawa turunan flavonoid. Keduanya memiliki keterkaitan di dalam proses pembentukan atau biosintesisnya.

Pengujian antosianin menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 520 nm dan 700 nm. Hasil rata-rata kadar total antosianin bayam merah pada masing-masing perlakuan, ditunjukkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8. Grafik rata-rata kadar total antosianin

Berdasarkan grafik (Gambar 4.8) dapat dilihat bahwa nilai rata-rata kadar antosianin total tertinggi berada di perlakuan N4 (konsentrasi nitrogen 200%) yaitu 1,826 mg/g sedangkan nilai rata-rata kadar antosianin total terendah ada di perlakuan N0 (konsentrasi nitrogen 0%) yaitu 0,122 mg/g. Data pengukuran kadar total antosianin ini dilakukan analisis lebih lanjut menggunakan uji DMRT dengan taraf 5% (Tabel 4.9).

Tabel 4 9. Rata-rata kadar total antosianin bayam merah

Perlakuan	Rata-rata Kadar Total Antosianin
N0	$0,122 \pm 0,100^b$
N1	$0,256 \pm 0,059^b$
N2	$0,484 \pm 0,084^b$
N3	$0,568 \pm 0,164^b$
N4	$1,826 \pm 0,898^a$

Keterangan: Rata-rata kadar total Antosianin tanaman pada perlakuan **N0** (Konsentrasi Nitrogen 0%), **N1** (Konsentrasi Nitrogen 50%), **N2** (Konsentrasi Nitrogen 100%), **N3** (Konsentrasi Nitrogen 150%), **N4** (Konsentrasi Nitrogen 200%). Notasi huruf (^{abc}) yang tidak berbeda menunjukkan angka yang sama pada Uji DMRT 5%.

Hasil uji ANOVA (*Analysis of Variance*) dengan taraf kepercayaan 95% menunjukkan bahwa perlakuan berbagai konsentrasi nitrogen ini memiliki pengaruh nyata terhadap kadar antosianin pada tanaman bayam merah. Dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) (Tabel 4.9) menunjukkan bahwa diantara 5 perlakuan yang memiliki nilai beda nyata hanyalah perlakuan N4 (konsentrasi nitrogen 200%).

B. Pembahasan

1. Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah

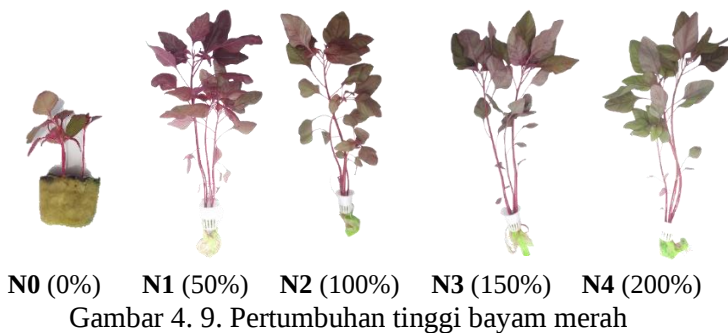
a) Tinggi Tanaman

Pemberian nitrogen pada media tanam dengan berbagai konsentrasi memengaruhi pertumbuhan tinggi bayam merah. Pada penelitian ini, tinggi tanaman mengalami kenaikan di setiap minggunya. Perlakuan N0 (konsentrasi nitrogen 0%) menunjukkan adanya penambahan tinggi bayam merah yang lebih lambat dibandingkan dengan perlakuan lain yang diberikan nitrogen, sedangkan perlakuan N3 (konsentrasi nitrogen 150%) memiliki tinggi tanaman lebih optimal dibandingkan dengan perlakuan nitrogen lain.

Indeks pertumbuhan pada tinggi tanaman tertinggi pada perlakuan N3 (konsentrasi 150%) (Tabel 4.1) berbanding lurus dengan rata-rata tinggi tanaman pada 5 MST. Indeks pertumbuhan dengan nilai terendah terdapat pada perlakuan N0 (konsentrasi nitrogen 0%), adapun ada perlakuan N (konsentrasi nitrogen 50%), N2 (konsentrasi nitrogen 100%), dan N4 (konsentrasi nitrogen 200%) memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman, tetapi tidak signifikan. Hal tersebut dikarenakan penyerapan nitrogen oleh tanaman yang optimal dan dimanfaatkan dengan baik

pada saat proses metabolisme tanaman (Ibrahim *et al.*, 2022).

Berdasarkan hasil pengujian ANOVA pada tinggi tanaman bayam merah menunjukkan bahwa sig. $<0,05$. Maka dari itu, H_0 ditolak dan H_1 diterima, artinya terdapat pengaruh antara pemberian nitrogen dengan berbagai variasi konsentrasi dengan pertumbuhan tinggi tanaman bayam merah. Uji DMRT 5% dilakukan dan menunjukkan bahwa perlakuan N_0 (konsentrasi nitrogen 0%) berbeda nyata secara signifikan dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal tersebut menjadi data pendukung bahwa terdapat perbedaan pertumbuhan tinggi tanaman bayam merah yang diberi nitrogen dan yang tidak. Pertumbuhan tinggi tanaman bayam merah dapat diamati pada ada Gambar 4.9 yang menunjukkan pertumbuhan pada waktu 5 MST.



Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan oleh Ibrahim, *et al* (2022), menunjukkan bahwa konsentrasi nitrogen dengan nilai tertinggi yang memengaruhi tinggi tanaman adalah konsentrasi 125%. Selain nutrisi, terdapat faktor lain yang memengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman seperti jarak tanam, intensitas atau penyerapan cahaya, suhu, kelembapan, dan faktor lingkungan lainnya. Proses penyerapan nutrisi melalui hidroponik *wick system* ini juga berpengaruh terhadap pertumbuhan bayam merah, termasuk pH dan nutrisi terlarut di dalamnya. Perlakuan N3 (konsentrasi nitrogen 150%) menunjukkan pH yang cenderung stabil yaitu berkisar di pH 6,23 dengan kandungan zat terlarut sebesar 991 ppm (Lampiran 13). Jumlah zat terlarut tersebut sesuai dengan konsentrasi optimum untuk pertumbuhan bayam yang berkisar anatar 800-1000 ppm (Supriyanto, 2021).

Unsur hara, termasuk nitrogen memiliki pengaruh yang sangat penting dalam pertumbuhan tanaman. Adanya unsur nitrogen pada media tanam berkaitan dengan proses penyerapan nutrisi dan metabolisme pada tanaman (Fatikasari *et al.*, 2022). Nitrogen diserap oleh tanaman dalam bentuk nitrat (NO_3^-) dengan bantuan NRT (*Nitrate Transporter*) yang akan mengangkut nitrat eksternal masuk ke dalam sel-sel tanaman. Maka dari itu, konsentrasi nitrogen pada media tanam akan berpengaruh terhadap fisiologi suatu tanaman. Pada

tingkat NO_3^- yang lebih banyak, protein kinase 8 (CIPK8) akan mengatur defosforilasi NRT yang menyebabkan dimerisasi dalam keadaan afinitas rendah. Konsentrasi Ca^{2+} sitosol meningkat dan sinyal Ca^{2+} selanjutnya ditransmisikan oleh tiga protein kinase sensor kalsium (CPK): CPK30 dan CPK32 yang memfosforilasi protein seperti Nin 7 (NLP7) di dalam nukleus. NLP7 menginduksi ekspresi ratusan gen sebagai bagian dari respons nitrat primer (PNR). Pada kadar NO_3^- yang rendah, CIPK23 memfosforilasi NRT yang menghasilkan keadaan monomerik afinitas tinggi (De Bang *et al.*, 2021).

b) Jumlah Daun

Berdasarkan grafik jumlah daun (Gambar 4.2) rata-rata pertumbuhan jumlah daun pada perlakuan N0 (konsentrasi nitrogen 0%), mengalami pertumbuhan lebih lambat dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal tersebut menandakan bahwa terdapat pengaruh antara pertumbuhan jumlah daun dengan pemberian nutrisi nitrogen terhadap media tanam hidroponik. Perlakuan N3 (konsentrasi nitrogen 150%) memiliki nilai rata-rata jumlah daun tertinggi hingga akhir masa panen (5 MST), sedangkan pada perlakuan N1 (konsentrasi nitrogen 50%) dan N2 (konsentrasi nitrogen 100%) menghasilkan jumlah daun yang tidak jauh berbeda. Perlakuan N4 (konsentrasi nitrogen 200%) mengalami pertumbuhan daun tidak lebih baik dibandingkan dengan

perlakuan N3 (konsentrasi nitrogen 150%). Menurut Poudel *et al*, (2018) semakin tinggi tingkat konsentrasi nitrogen, maka akan semakin meningkat pula pertumbuhan vegetatif pada tanaman termasuk jumlah daun. Namun, kondisi kelebihan dan kekurangan nitrogen yang signifikan dapat mencekam tanaman, sehingga tanaman tersebut mengalami stres dan memberikan respon fisiologis terhadap pertumbuhan (Cechin *et al.*, 2022).

Berdasarkan pengujian statistik, data pada pengamatan jumlah daun tidak terdistribusi normal setelah diuji normalitas pada SPSS, hal tersebut dikarenakan nilai $\text{sig} > 0,05$. Maka dari itu, data tidak dapat dilakukan uji lanjut parametrik menggunakan ANOVA. Alternatif lain yang dilakukan adalah dengan menggunakan uji Kruskal-Wallis. Hasil uji Kruskal-Wallis (Lampiran 16), menunjukkan nilai Asymp.sig 0,00 yang mengartikan adanya beda nyata antarperlakuan pada setiap minggu setelah tanam.

Berdasarkan hasil uji Kruskal-Wallis, jumlah daun di setiap pengamatan pada 0 MST sampai dengan 5 MST menunjukkan nilai Asymp.sig 0,00. Hal tersebut memenuhi asumsi uji Kruskal-wallis yaitu nilai Asymp. Sig $< 0,05$ yang berarti perlakuan konsentrasi nitrogen berpengaruh nyata dengan jumlah daun tanaman bayam merah. Analisa lanjutan dilakukan dengan menggunakan Post Hoc Mann-Whitney

untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan nitrogen di berbagai konsentrasi. Gambar 4.10 menunjukkan penampakan daun (5 MST) di setiap perlakuan variasi konsentrasi nitrogen.



Gambar 4. 10. Daun pada beberapa perlakuan

Keterangan : **N0** (Konsentrasi Nitrogen 0%), **N1** (Konsentrasi Nitrogen 50%), **N2** (Konsentrasi Nitrogen 100%), **N3** (Konsentrasi Nitrogen 150%), **N4** (Konsentrasi Nitrogen 200%).

Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat, bahwa konsentrasi nitrogen yang rendah, yaitu pada perlakuan N0 (konsentrssi nitrogen 0%) dan N1 (konsentrasi nitrogen 50%) ukuran daun cenderung lebih kecil dibandingkan

dengan perlakuan N2 (konsentrasi nitrogen 100%) dan N3 (konsentrasi nitrogen 150%). Pada penelitian Pramitasari, *et al* (2016), pemberian nutrisi pada perlakuan nitrogen 126,5 kg N ha⁻¹ mampu memberikan jumlah luas daun tinggi dibandingkan dengan perlakuan 92 kg N ha⁻¹. Hal tersebut menandakan bahwa nitrogen memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan daun. Semakin tinggi konsentrasi nitrogen, maka jumlah daun tanaman akan relatif bertambah banyak dan tumbuh melebar, sehingga akan memperluas permukaan daun yang tersedia untuk proses fotosintesis (Cahyono, 2014). Pada saat fotosintesis berlangsung, maka jumlah fotosintat akan meningkat dan ditranslokasikan menuju bagian vegetatif tanaman sehingga terbentuk organ-organ baru (Pramitasari & Wardiyati, 2016).

Konsentrasi nitrogen yang terlalu tinggi maupun terlalu rendah menyebabkan kadar karbohidrat tidak stabil dan pertumbuhan tanaman menjadi tidak optimal. Nitrogen juga mampu merangsang pada fase generatif dalam pertumbuhan daun, batang, dan cabang (Raja *et al.*, 2021). Tanaman bayam merah yang terpenuhi secara optimal kebutuhan nutrisi nitrogennya akan membentuk daun dengan kandungan klorofil yang lebih tinggi (Az-zahra, 2023).

Pertumbuhan daun dan percabangan pucuk diatur oleh hormon sitokinin. Hormon ini memiliki keterkaitan dengan jumlah NO_3^- (Nitrat) yang diterima oleh tanaman. Keterkaitan sitokinin dan kadar nitrogen berpengaruh dalam biosintesis sitokinin trans-zeatin (tZ) akar dan prekursor sitokinin trans-zeatin-riboside (tZR). Sitokinin yang berasal dari akar secara positif mengatur ukuran dan aktivitas meristem apikal pucuk (SAM), dan memutuskan dormansi tunas tambahan. Secara kolektif, hal ini menghasilkan lebih banyak cabang pucuk dan lebih banyak daun. Selain itu, sitokinin menunda penuaan dan mengaktifkan fotosintesis yang menghasilkan peningkatan asimilasi karbohidrat (De Bang *et al.*, 2021).

c) Panjang Akar

Pemberian nitrogen memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan panjang akar karena berkaitan dengan penyerapan unsur hara yang diserap. Pada Tabel 4.3., terdapat peningkatan rata-rata panjang akar pada perlakuan N3 (konsentrasi nitrogen 150%) yang menunjukkan bahwa pada konsentrasi ini nitrogen memberikan efek positif yang signifikan. Berbeda dengan perlakuan N0 (konsentrasi nitrogen 0%), rata-rata panjang akar mengalami pertumbuhan yang lambat.

Indeks pertumbuhan yang menunjukkan laju pertumbuhan (Tabel 4.3) juga memberikan hasil yang sama dengan rata-rata panjang akar yang diperoleh di setiap perlakuan. Konsentrasi N3 (konsentrasi nitrogen 150%) memiliki nilai Indeks pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal tersebut dapat diartikan bahwa perlakuan N3 (konsentrasi 150%) merupakan konsentrasi dengan nutrisi yang lebih optimal, sehingga memengaruhi pertumbuhan akar dan organ tanaman lainnya. Hasil analisis ragam ANOVA menunjukkan nilai $\text{sig} < 0,05$. Maka dari itu, H_0 ditolak dan H_1 diterima, artinya terdapat pengaruh antara perlakuan variasi konsentrasi nitrogen dengan pertumbuhan panjang akar. Setelah itu, dilakukan uji DMRT yang menunjukkan N0 (konsentrasi nitrogen 0%) berbeda nyata dengan perlakuan lain.

Menurut Chan, J., *et al* (2020) tingkat pemupukan N sedang (240 kg/ha) meningkatkan panjang akar, luas permukaan akar, dan biomassa akar di sebagian besar lapisan tanah dan secara signifikan meningkatkan pertumbuhan akar total dan biomassa akar total lebih dari 36,06% dibandingkan dengan perlakuan 0 kg/ha (Chen *et al.*, 2020). Peningkatan konsentrasi nitrogen dapat meningkatkan panjang akar, tetapi konsentrasi yang

berlebihan justru akan menghambat pertumbuhan akar. Distribusi akar ini dipengaruhi oleh konsentrasi nitrogen yang diberikan. Pengaplikasian nitrogen pada konsentrasi optimal dapat meningkatkan distribusi akar, meningkatkan penyerapan nutrisi dan kapasitas proses fotosintesis (Zhang *et al.*, 2017).

Tanaman yang mengalami defisiensi nitrogen akan mengalami penghambatan pertumbuhan akar lateral dan akan kehilangan beberapa auksin dari primordia akar lateral yang akan berpengaruh terhadap pertumbuhannya (De Bang *et al.*, 2021). Pada pemberian nitrogen pada konsentrasi yang rendah menyebabkan tanaman kekurangan nitrogen dan mengakibatkan aktivitas akar dan penyerapan air yang rendah dan menurunkan spesies oksigen reaktif yang terbentuk pada saat metabolisme, sehingga akan menghasilkan akumulasi biomassa akar yang rendah. Begitupun sebaliknya kelebihan nitrogen dapat meningkatkan pertumbuhan organ lain seperti batang dan daun, sehingga pertumbuhan akar juga akan menurun (Zhang *et al.*, 2017).

d) Berat Basah Tanaman

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nitrogen memiliki pengaruh terhadap berat basah tanaman. Perlakuan N0 (konsentrasi nitrogen 0%) memiliki rata-rata

berat basah tanaman terendah dan perlakuan N3 (konsentrasi nitrogen 150%) memiliki rata-rata berat basah tertinggi. Hal tersebut terjadi karena pada N0 (konsentrasi nitrogen 0 %) tidak ada unsur nitrogen yang dapat membantu proses pertumbuhan vegetatif tanaman dan pembentukan organ-organ tanaman seperti batang dan daun, yang mengakibatkan berat basah yang dihasilkan pada perlakuan ini cukup rendah dibandingkan dengan perlakuan-perlakuan lainnya. Sebaliknya, pada perlakuan N3 (konsentrasi nitrogen 150%) memperoleh hasil rata-rata berat basah yang tinggi dikarenakan pertumbuhan yang lebih signifikan pada tinggi tanaman, jumlah daun, dan panjang akar.

Pemberian nitrogen pada konsentrasi rendah ataupun konsentrasi tinggi dapat memengaruhi berat basah tanaman karena nitrogen memiliki peranan dalam pembentukan organ-organ tanaman. Jika terdapat gangguan atau penurunan dalam pembentukan organ tanaman seperti batang dan daun, maka berat basah juga akan mengalami penurunan. Begitupun sebaliknya, tinggi tanaman dan juga jumlah daun dapat meningkatkan berat basah karena organ tanaman seperti batang dan daun memiliki kadar air yang tinggi (Puspita *et al.*, 2021).

Menurut Djarwatiningsih (2016), pupuk nitrogen dengan konsentrasi $0,05 \text{ g.kg}^{-1}$ mampu meningkatkan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan konsentrasi nitrogen $0,055 \text{ g.kg}^{-1}$. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi nitrogen, akan terjadi penurunan kualitas pertumbuhan tanaman karena jumlah karbohidrat yang terkandung di dalamnya juga mengalami penurunan (Djarwatiningsih *et al.*, 2016).

Nitrogen membantu proses pembentukan hormon auksin yang dapat melunakkan dinding sel tanaman, sehingga kemampuan dinding sel meningkat diikuti dengan peningkatan pengambilan air akibat perbedaan tekanan, menyebabkan ukuran sel akan membesar. Berat basah dan volume tanaman akan mengalami peningkatan sebanding dengan proses pemanjangan dan pembesaran sel. Pemberian nutrisi yang optimal juga dapat memengaruhi penyerapan unsur hara dan berkaitan secara langsung dengan tanaman yang dihasilkan (Khoirurrozzikin *et al.*, 2023).

e) Berat Kering Tanaman

Berat kering berhubungan erat dengan jumlah berat basah yang dihasilkan. Selaras dengan rata-rata berat basah, berat kering tertinggi terdapat pada perlakuan N3 (konsentrasi nitrogen 150%) sedangkan rata-rata berat kering terendah terdapat pada perlakuan N0 (konsentrasi

nitrogen 0%). Berat kering ini dihasilkan dari penurunan kadar air pada organ tanaman akibat adanya proses pengeringan.

Pada Tabel 4.7 dipaparkan mengenai hasil uji DMRT pada data nilai rata-rata dari berat kering tanaman. Perlakuan N0 memiliki notasi huruf yang berbeda dengan perlakuan lain menandakan perlakuan N0 (konsentrasi nitrogen 0%) berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Maka dari itu, pemberian nitrogen secara signifikan dapat meningkatkan berat kering tanaman dibandingkan tanpa nitrogen. Adapun pada perlakuan N1 (konsentrasi nitrogen 50%), N2 (konsentrasi nitrogen 100%), dan N4 (konsentrasi nitrogen 200%) memiliki notasi huruf yang sama menandakan ketiganya tidak berbeda nyata dan tidak ada perbedaan yang signifikan di setiap antar perlakuannya, sedangkan pada perlakuan N3 (konsentrasi nitrogen 150%) berbeda nyata dengan semua perlakuan.

Menurut Alemu (2018), berat kering tertinggi adalah tanaman yang diberi perlakuan nitrogen 100 kg N/ha, sedangkan berat kering terendah berada di perlakuan tanpa nitrogen atau 0 kg N/ha. Dosis pupuk nitrogen secara signifikan dapat meningkatkan berat kering tanaman. Semakin tinggi konsentrasi nitrogen, maka berat kering total juga mengalami peningkatan. Aplikasi nitrogen dapat

menghasilkan peningkatan pada fotosintesis daun, indeks luas daun, dan laju pertumbuhan yang berpengaruh terhadap biomassa kering tanaman (Alemu, 2018).

Penambahan nutrisi nitrogen ke dalam media pertumbuhan memiliki korelasi positif dengan massa tanaman. Nitrogen berpengaruh terhadap pemanjangan dan rasio akar, dimana akar ini akan mampu menyerap nutrisi yang dapat dimanfaatkan oleh berbagai organ (Britz *et al.*, 2023). Dari organ-organ seperti daun, batang, dan akar akan menghasilkan berat basah yang maksimal. Maka dari itu, hasil berat kering juga akan saling berkaitan dengan parameter pertumbuhan lainnya. Pengeringan pada tanaman dilakukan hingga berat stabil atau konstan dan kadar air yang ada di tanaman khususnya batang mengalami penurunan.

2. Flavonoid

Flavonoid merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam tanaman. Pengujian reaksi warna digunakan untuk mendeteksi adanya kandungan tersebut di dalam tanaman. Berdasarkan Gambar 4.8 dapat dilihat perubahan warna yang terjadi pada sampel setelah ditambahkan serbuk magnesium (Mg) dan ditetesi HCl perubahan warna terjadi pada sejumlah perlakuan, yang

awalnya berwarna hijau atau hijau muda menjadi hijau kekuningan. Pada pengujian kualitatif flavonoid ini digunakan pereaksi wilstater, yaitu pengujian dengan penambahan serbuk Magnesium (Mg) dan HCl pekat. Penambahan HCl berfungsi untuk menghidrolisis senyawa flavonoid menjadi aglikonnya yaitu O-glikosil. Reduksi pada Mg dan HCl pekat akan menghasilkan suatu senyawa kompleks yang berwarna merah, jingga, ataupun kuning (Ikalinus *et al.*, 2015).

Perubahan warna yang terjadi menandakan bahwa terdapat kandungan flavonoid di dalam ekstrak bayam merah tersebut. Perubahan warna yang menandakan hasil positif terhadap flavonoid adalah warna merah, orange, dan kuning (Ikalinus *et al.*, 2015). Semakin pekat warna yang dihasilkan, maka kemungkinan semakin tinggi pula kandungan flavonoid yang dihasilkan. Perbedaan warna yang dihasilkan masing-masing perlakuan menandakan bahwa terdapat pengaruh nitrogen dalam produksi flavonoid tanaman.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mailuhu, *et al.*, (2017) sampel yang sudah ditambahkan serbuk Mg dan HCl pekat mengalami perubahan warna dari yang semula hijau menjadi warna jingga dan kuning. Hal tersebut menandakan bahwa reaksi sampel positif

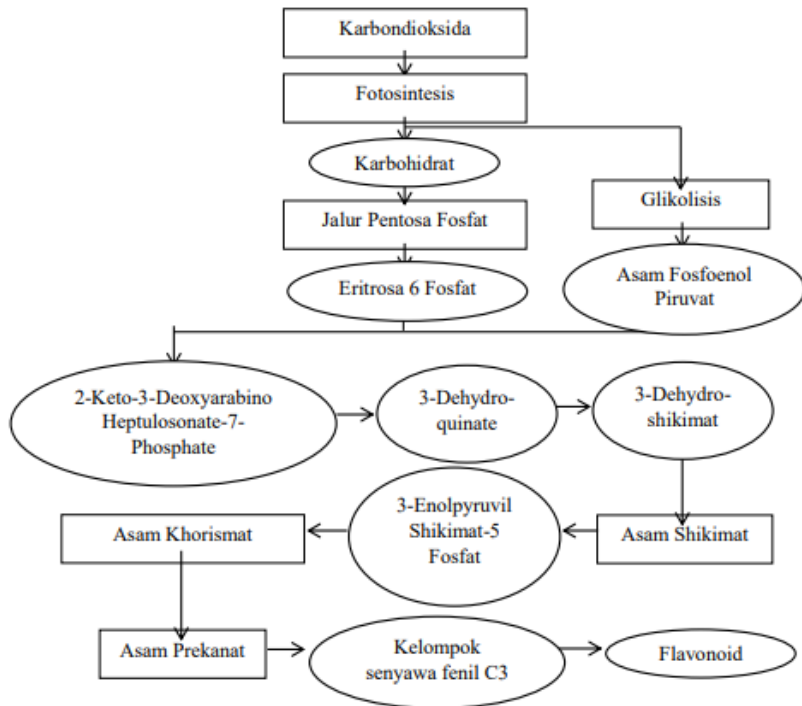
mengandung flavonoid. Perbedaan warna pada setiap pengujian ekstrak disebabkan kadar kandungan flavonoid total di dalam ekstrak dan perbedaan jenis-jenis flavonoid yang terkandung di dalamnya (Mailuhu *et al.*, 2017).

Pengujian menggunakan spektrofotometri UV-Vis dilakukan untuk mengetahui kadar total flavonoid yang dihasilkan pada masing-masing perlakuan. Pada Tabel 4. menunjukkan bahwa kadar total flavonoid tertinggi terdapat pada perlakuan N4 (konsentrasi nitrogen 200%) sedangkan nilai rata-rata terendah adalah pada perlakuan N0 (konsentrasi nitrogen 0%). Hal tersebut menandakan bahwa semakin tinggi konsentrasi nitrogen yang digunakan untuk media nutrisi tanaman, maka akan semakin tinggi pula kandungan flavonoid yang terkandung pada bayam merah.

Konsentrasi nitrogen yang diperoleh setiap tanaman berkaitan dengan proses penyerapan unsur hara oleh akar yang digunakan untuk metabolisme primer dan sekunder. Nitrogen pada tumbuhan terutama terdapat dalam bentuk ion amonium (NH_4^{4+}) dan nitrat (NO_3^{-}) yang diserap melalui akar. Nitrogen ini kemudian diasimilasi dan dimasukkan ke dalam struktur penting seperti asam amino, protein, asam nukleat (DNA dan RNA), dan klorofil. Semakin banyak nitrogen yang diserap, maka produksi enzim yang membantu proses biosintesis flavonoid juga

akan semakin banyak. Proses biosintesis flavonoid melalui proses panjang dari asam sikimat, asam khorismat, dan asam prekarat (Gambar 4.11), yang dipengaruhi oleh adanya nitrogen (Gustina, 2017).

Flavonoid diproduksi di dalam organel sel tumbuhan yang terkait dengan biosintesis metabolit sekunder, yaitu di plastida dan retikulum endoplasma (RE). Plastida, khususnya kloroplas pada sel daun, berperan dalam menyediakan prekursor metabolit dan energi yang dibutuhkan untuk jalur biosintesis flavonoid. Retikulum endoplasma untuk aktivitas enzimatik yang mengubah prekursor tersebut menjadi flavonoid. Setelah sintesis, flavonoid dapat disimpan di vakuola atau dinding sel sebagai bagian dari pertahanan tanaman dan fungsi pigmen (Numba *et al.*, 2024). Flavonoid juga termasuk ke dalam senyawa turunan karbohidrat hasil dari fotosintesis. Karbohidrat tersebut akan masuk jalur pentosa fosfat dan bergabung dengan hasil asam fosfoenol piruvat untuk membentuk asam shikimat. Kemudian, akan terjadi proses perubahan asam khorismat menjadi asam prekarat. Hasil akhir reaksi adalah senyawa fenil yang menghasilkan flavonoid (Adianti *et al.*, 2019).



Gambar 4. 11. Biosintesis Flavonoid (Gustina, 2017)

Menurut Deng, *et al* (2019) nitrogen yang diberikan pada media tanam akan memengaruhi hasil senyawa flavonoid sebagai pertahanan dari stress. Proses biosintesis flavonoid dan metabolisme N dalam tanaman dihubungkan dengan jalur shikimat. Jalur ini akan mengkatalis karbohidrat yang berasal dari jalur glikolisis dan pentosa fosfat untuk mensintesis asam amino aromatik. Biosintesis flavonoid dikatalisis oleh

serangkaian enzim, seperti *fenilalanin amonia liase* (PAL), *sinamat 4-hidroksilase*, *4-kumaroil:CoA-ligase*, *kalkon sintase* (CHS), dan *flavanon 3-hidroksilase* (FHT) (De Bang *et al.*, 2021).

Hasil penelitian pada pengujian flavonoid memiliki nilai tertinggi pada konsentrasi tertinggi yaitu perlakuan N4 (200%). Terdapat faktor biotik dan abiotik yang memengaruhi, diantara faktor abiotik yaitu intensitas cahaya, kelembapan udara, dan suhu. Faktor lain yang memengaruhi produksi kadar flavonoid adalah adanya peningkatan pertumbuhan sebagian besar nutrisi atau ketersediaan nitrogen yang ada dialokasikan sebagai sumber daya pada metabolisme primer (Pratiwi, 2017). Pengaruh tersebut memiliki keterkaitan dengan peningkatan aktivitas enzim yang mendukung jalur biosintesis flavonoid.

Enzim yang berkaitan erat dengan biosintesis flavonoid adalah enzim PAL (*Fenilalanin Amonia liase*) yang berfungsi untuk mengkatalis fenilalanina untuk membentuk asam sinamat pada percabangan antara metabolisme sekunder dan primer. Berdasarkan hasil penelitian Kovacik & Klejdus (2014) tanaman *Matricaria chamomilla* yang ditanam pada kondisi nitrogen tinggi memiliki tingkat aktivitas PAL dan kandungan flavonoid yang tinggi. Selain itu, aktivitas CHS (*Chalcone Synthase*) yang berperan penting dalam biosintesis flavonoid memiliki aktivitas lebih besar pada konsentrasi

nitrogen yang tinggi (Kováčik, 2014). Oleh karena itu, enzim PAL dan CHS pada jalur biosintesis flavonoid bukan sebagai penyandi enzim utama, melainkan enzim FHT atau *Flavonoid 3-Hydroxylase* yang merupakan enzim utama dalam jalur tersebut. FHT ini dapat diaktifkan oleh karbohidrat dan dapat meningkatkan kadar flavonoid (Deng *et al.*, 2019).

3. Antosianin

Antosianin adalah salah satu senyawa turunan flavonoid, biasanya berfungsi sebagai pigmen. Kandungan antosianin pada tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor pada saat biosintesis antosianin, termasuk enzim dan faktor lingkungan seperti unsur hara, suhu, cahaya matahari, dan pH (Fatikasari *et al.*, 2022). Bahkan, kandungan antosianin pada saat musim yang berbeda juga mengalami perbedaan. Pada musim kemarau kandungan antosianin pada tanaman diperkirakan lebih tinggi dibandingkan pada musim hujan, karena hal tersebut dipengaruhi oleh cahaya matahari dan suhu (Pebrianti *et al.*, 2015).

Hasil penelitian menunjukkan (Tabel 4. 9) bahwa kadar total antosianin memiliki keterkaitan dengan konsentrasi nitrogen yang diberikan pada media tanam. Semakin tinggi konsentrasi nitrogen, maka semakin tinggi pula jumlah antosianin yang dihasilkan. Kadar Antosianin pada N4 (konsentrasi nitrogen 200%) memiliki nilai rata-rata tertinggi,

sedangkan pada perlakuan N0 (konsentrasi nitrogen 0%) memiliki rata-rata kadar antosianin terendah.

Antosianin berhubungan erat dengan pigmen warna merah yang terkandung dalam tanaman. Antosianin ini terletak pada vakuola sel dan biasanya berada di jaringan epidermis, beberapa juga terdapat di spon mesofil daun, kulit buah, ataupun pada umbi serta di dalam jaringan palisade. Maka dari itu, pemberian nitrogen memiliki pengaruh terhadap kandungan antosianin yang berkaitan dengan pembentukan jaringan dan juga enzim yang berfungsi untuk membantu proses penyusunan antosianin ini.

Menurut Wan *et al.* (2015), nitrogen memiliki peran penting dalam pembentukan metabolit primer dan sekunder karena berfungsi sebagai penyusun utama dalam sintesis asam amino dan enzim. Oleh karena itu, peningkatan jumlah konsentrasi nitrogen yang diberikan dapat memengaruhi kadar klorofil serta antosianin dalam tanaman. Pendapat ini sejalan dengan Pratiwi (2017), yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi nitrogen dapat mendukung regulasi gen yang mengontrol produksi flavonoid dan enzim yang berperan dalam metabolisme, sehingga mendorong peningkatan dalam proses sintesis antosianin dalam tanaman.

Perbedaan dalam kemampuan tanaman mensintesis antosianin diduga disebabkan oleh variasi genetik antar

spesies. Setiap jenis tanaman memiliki kapasitas yang berbeda dalam memproduksi atau mensintesis pigmen warna. Pendapat ini juga diperkuat oleh Fatikasari *et al.* (2022), yang menyatakan bahwa pigmen pada tumbuhan yang terbentuk dapat dipengaruhi oleh faktor internal, terutama aspek genetik. Faktor ini menjadi salah satu penyebab produktivitas antosianin lebih tinggi ataupun lebih rendah selain disebabkan oleh faktor lingkungan.

4. Faktor lingkungan

Faktor lingkungan menjadi salah satu faktor eksternal yang berpengaruh terhadap pertumbuhan bayam merah dan produksi senyawa metabolit sekunder, termasuk flavonoid dan antosianin. Perbedaan dan ketidakstabilan faktor lingkungan mengakibatkan pertumbuhan pada organ tanaman yang berbeda pula. Faktor lingkungan yang berpengaruh diantaranya adalah suhu, kelembapan, intensitas cahaya, pH dan jumlah zat terlarut pada media tanam.

Suhu dan kelembapan memiliki pengaruh besar terhadap pertumbuhan bayam merah. Bayam merah optimal pada suhu 20-28°C dengan kelembapan sekitar 60 – 80% (Fitriani *et al.*, 2023). Pada penanaman bayam merah ini suhu dan kelembapan berdasarkan pengukuran (Lampiran 14) berkisar antara 25-33°C sedangkan untuk kelembapan adalah

antara 60-88%. Suhu dan kelembapan ini dapat berpengaruh terhadap aktivitas enzimatis dan metabolisme tanaman. Suhu yang terlalu rendah ataupun tinggi dapat mengganggu pertumbuhan dan sintesis senyawa fenolik. Kelembapan yang terlalu tinggi mengakibatkan peningkatan risiko penyakit, sedangkan kelembapan terlalu rendah dapat menyebabkan laju transpirasi (penguapan air dari daun) meningkat, tetapi pasokan air dari akar tidak bisa mengimbangnya. Sehingga, tanaman mengalami kekurangan air di jaringan selnya dan pertumbuhan akan melambat (Afida *et al.*, 2020).

Intensitas cahaya menjadi salah satu faktor yang berperan penting dalam pertumbuhan tanaman. Intensitas cahaya optimal adalah berkisar antara 8000 - 15000 lux, tetapi menyesuaikan suhu dan kelembapan lingkungannya. Intensitas cahaya ini berpengaruh langsung terhadap proses fotosintesis dan sintesis senyawa fenolik termasuk flavonoid dan antosianin (Afida *et al.*, 2020). Pengukuran intensitas cahaya pada penelitian ini adalah berkisar antara 3000 – 11000 lux (Lampiran 14). Bayam merah yang ditanam pada intensitas yang rendah akan cenderung memiliki kadar antosianin yang tinggi sebagai respon adaptif terhadap stres cahaya. Selain itu, intensitas cahaya yang rendah memengaruhi pertumbuhan tanaman yang cenderung tumbuh tinggi, ramping, dan berwarna pucat (Zannah *et al.*, 2023).

Faktor lingkungan lain yang berpengaruh adalah pH dan ppm atau jumlah zat terlarut yang terkandung di dalam media hidroponik. pH optimal pada pertumbuhan bayam merah adalah berkisar 6-7 sedangkan zat terlarut pada media tanamnya adalah berkisar 800-1000 ppm (Restu *et al.*, 2018). Nilai pH dan jumlah zat terlarut yang rendah dapat menghambat proses pertumbuhan dan mengakibatkan adanya gejala defisiensi nutrisi.

Pengaruh faktor lingkungan yang menjadi salah satu penyebab adanya pertumbuhan dan produksi kandungan flavonoid dan antosianin yang berbeda, selain dari pengaruh variasi konsentrasi nitrogen. Sehingga konsentrasi nitrogen optimal pada parameter pertumbuhan dan kandungan flavonoid serta antosianin. Hal tersebut menandakan bahwa hubungan antara nitrogen, pertumbuhan, dan kandungan metabolit sekunder bersifat dinamis, di mana konsentrasi optimum untuk pertumbuhan tidak sama dengan konsentrasi optimum untuk produksi senyawa flavonoid dan antosianin.

BAB V

KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Variasi konsentrasi media nutrisi nitrogen memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan bayam merah berdasarkan parameter pertumbuhan dengan nilai tertinggi pada perlakuan N3 (konsentrasi nitrogen 150%).
2. Kandungan flavonoid pada bayam merah mengalami perbedaan di setiap perlakuan konsentrasi nitrogen. Nilai kadar total flavonoid terendah ada di perlakuan N0 (konsentrasi nitrogen 0%), sedangkan kadar total flavonoid tertinggi ada pada perlakuan N4 (konsentrasi nitrogen 200%).
3. Antosianin pada bayam merah dipengaruhi oleh variasi konsentrasi media nitrogen. Kandungan total antosianin terendah terdapat pada perlakuan N0 (konsentrasi nitrogen 0%) sedangkan nilai tertinggi pada perlakuan N4 (konsentrasi nitrogen 200%). Dengan demikian, semakin tinggi konsentrasi nitrogen yang diberikan, semakin tinggi pula akumulasi senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid dan antosianin, meskipun pertumbuhan tanaman paling optimal tercapai pada konsentrasi 150%.

Kebutuhan nitrogen untuk pertumbuhan dan pembentukan senyawa metabolit sekunder tidak selalu berada pada tingkat yang sama.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan pada penelitian ini, dapat diambil saran sebagai berikut:

1. Dapat dilakukan penelitian dengan menggunakan tanaman spesies lain untuk mengetahui keefektifan dari pemberian nutrisi nitrogen, dengan pengamatan parameter yang lebih variatif lagi.
2. Penelitian ini menggunakan perlakuan nitrogen pada modifikasi larutan Hoagland. Diharapkan untuk selanjutnya bisa dilakukan penelitian dengan modifikasi lain yang berkaitan dengan nutrisi nitrogen. Selain itu, dapat digunakan sistem budidaya lain untuk membandingkan efektivitas pemberian nitrogen.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, D. H. (2015). Analisis total antosianin dari daun bayam merah (*Alternanthera amoena* voss.) berdasarkan pengaruh penambahan jenis asam. *Jurnal Eduscience*, 2(2), 9–12.
- Adianti, R., Proklamasiningsih, E., & Sasongko, N. D. (2019). Pertumbuhan dan Kandungan Flavonoid Bayam Merah (*Alternanthera amoena* Voss) pada Media Tanam dengan Pemberian Asam Humat dan Urea. *BioEksata: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 1(2), 91–95.
- Afida, Y. N., Koesriharti. (2020). Pertumbuhan, Hasil dan Pigmen Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) dengan Pemberian Pupuk Nitrogen dan Pupuk Kandang Ayam. *Jurnal Produksi Tanaman*, 8(7), 633–641.
- Aini, & Azizah. (2018). *Teknologi Budidaya Tanaman Sayuran Secara Hidroponik*. Universitas Brawijaya Press.
- Alemu, S. (2018). International Journal of Advanced Multidisciplinary Research Madura cattle agribusiness performance and feasibility in Galis region, Madura. *Int. J. Adv. Multidiscip. Res*, 5(6), 45–55. <https://doi.org/10.22192/ijamr>
- Alfaridz, F., Amalia, R. J. (2015). Review Jurnal : Klasifikasi Dan Aktivitas Farmakologi Dari Senyawa Aktif Flavonoid. *Farmaka*, 16(3), 1–9.
- Andriani, V., & Karmila, R. (2019). Pengaruh Temperatur Terhadap Kecepatan Pertumbuhan Kacang Tolo (*Vigna* sp.). *Stigma*, 12(1), 49–53.

- Anggriani, R., Ain, N., Adnan, S., & Novianto, M. F. (2017). Identifikasi Fitokimia dan Karakterisasi Antosianin dari Sabut Kelapa Hijau (*Cocos nucifera* L var *varidis*). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 18(3), 162–172.
- Arieska, P. K., & Herdiani, N. (2018). Pemilihan Teknik Sampling Berdasarkan Perhitungan Efisiensi Relatif. *Jurnal Statistika*, 6(2), 166–171. <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/statistik/article/view/4322/4001>
- Arifin, B., & Ibrahim, S. (2018). Struktur, Bioaktivitas Dan Antioksidan Flavonoid Structure, Bioactivity And Antioxidan Of Flavonoid. *Jurnal Zarah*, 6(1), 21–29.
- Ayu, K. M., Dinata, A. P., Maharani, F. J., Rahmadhani, N. R., & Afifah, N. (2023). Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik Serta Penerapan Ekonomi Kreatif Di Kelurahan Medokan Ayu. *KARYA :Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 90–96.
- Az-zahra, N. P. (2023). Respon Pertumbuhan Dan Produksi Tiga Varietas Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) Akibat Aplikasi Dosis Nitrogen Berbasis Pupuk Organik Cair Urine Kelinci. *Jurnal Insan Tani*, 27(2), 110–123.
- Baihaqi, B., Rosa, E., Yustendi, D., Fitri, S., Daniel, Rahmiati, Savitri, Mulyadi, Fawwarahly, & Musriandi, R. (2023). Pelatihan Budidaya Tanaman Hidroponik untuk Menambah Keterampilan dan Kreativitas Anak Didik Lapas (ANDIKPAS) Kelas II-A Kota Banda Aceh. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 5(2), 129–139. <https://ojs.serambimekkah.ac.id/BAKTIMAS/article/view/6202>
- Basri, A. I., & Pamungkas, P. B. (2022). Kemajuan Pertanian

Dalam Ketahanan Pangan Ditangan Pemuda Pada Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Abditani*, 5(1), 31–37. <https://doi.org/10.31970/abditani.v5i1.85>

- Britz, E., Cyster, L., Samuels, I., Cupido, C., Masemola, L., Ngcobo, N., Manganyi, F., & Müller, F. (2023). Nitrogen fertilization increases the growth and nutritional quality of the forage legume, *Calobota sericea* – A preliminary investigation. *Heliyon*, 9(2).
- Budiarti, A., Ulfah, M., & Oktania, F. A. (2014). Aktivitas antioksidan fraksi kloroform ekstrak etanol daun sirsak (*Annona muricata* L.) dan identifikasi kandungan senyawa kimianya. *Prosiding Sains Nasional Dan Teknologi*, 1(1).
- Cahyono. (2014). *Teknik Budidaya dan Analisis Usaha tani Ilmu*. CV. Aneka.
- Campbell. (2008). *Biologi Jilid 2 Edisi ke Delapan*. Erlangga.
- Cechin, I., da Silva, L. P., Ferreira, E. T., Barrochelo, S. C., de Melo, F. P. de S. R., Dokkedal, A. L., & Saldanha, L. L. (2022). Physiological responses of *Amaranthus cruentus* L. to drought stress under sufficient- and deficient-nitrogen conditions. *PLoS ONE*, 17(7 July), 1–20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270849>
- Chen, J., Liu, L., Wang, Z., Zhang, Y., Sun, H., Song, S., Bai, Z., Lu, Z., & Li, C. (2020). Nitrogen Fertilization Increases Root Growth and Coordinates the Root-Shoot Relationship in Cotton. *Frontiers in Plant Science*, 11, 880. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00880>
- De Bang, T. C., Husted, S., Laursen, K. H., Persson, D. P., & Schjoerring, J. K. (2021). The molecular–physiological functions of mineral macronutrients and their consequences for deficiency symptoms in plants. *New*

Phytologist, 229(5), 2446–2469.

- Deng, B., Li, Y., Xu, D., Ye, Q., & Liu, G. (2019). *Nitrogen availability alters flavonoid accumulation in Cyclocarya paliurus via the effects on the internal carbon / nitrogen balance*. January, 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-38837-8>
- Djarwatningsih, D., Widiwurjani, W., & Zulkarnaen, D. (2016). Penampilan Fenotipe Bayam Merah Akibat dari Pemberian Pupuk Urea dan Urine Sapi. *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)*, 14(1).
- Duca, M. (2015). *Plant Physiology*. Springer Internasional Publishing.
- Esguerra, Reyes, D. los, & Ocampo. (2024). Determination of Flavonoid and Anthocyanin Contents, and Antioxidant Activity of Selected Philippine soybean (Glycine max) genotypes. *Food Research*, 8(3), 331–342.
- Fatikasari, D. R., Hastuti, E. D., & Haryanti, S. (2022). Pertumbuhan dan Kandungan Antosianin Tanaman Bayam Merah (*Alternanthera amoena* Voss) Setelah Perlakuan Limbah Teh Pada Lama Pengomposan Yang Berbeda Growth and Anthocyanin Content of Red Amara. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 7(1).
- Fauzi, F., Basyith, A., & Antoni, D. (2018). *Statistik*. PT Raja Grafindo Persada.
- Fitriani, H., Nurlailah, N., & Rakhmina, D. (2016). Kandungan Asam Oksalat Sayur Bayam. *Medical Laboratory Technology Journal*, 2(2), 51. <https://doi.org/10.31964/mltj.v2i2.95>
- 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*, VIII(I), 1–19.
- Gustina. (2017). *Analisis Kandungan Flavonoid pada Berbagai Usia Panen Tanaman Gandarusa (Justicia Gendarussa Burm. F.) Secara Spektrofotometri*. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
- Habibi, A. I., Firmansyah, R. A., & Setyawati, S. M. (2018). Indonesian Journal of Chemical Science Skrining Fitokimia Ekstrak n -Heksan Korteks Batang Salam (*Syzygium polyanthum*). *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(1), 1–4.
- Hanani. (2015). *Analisis fitokimia*. Buku Kedokteran EGC.
- Hasnunidah. (2011). *Fisiologi Tumbuhan*. Universitas. Lampung.
- Herwibowo, K., & Budiana. (2014). *Hidroponik sayuran*. Penebar Swadaya Grup.
- 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), 166–175. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v16i1.3214>
- Hidayat, I. R. S., Napitupulu, R. M., & Sp, M. M. (2015). *Kitab tumbuhan obat*. Agriflo.
- Husnaini, I. F. (2022). Hierarki Kehidupan Tumbuhan dalam Al-Qur ' an : Analisis Interpretasi Zaghlul an-Najjar. *El-Afkar*, 11(2).

- Ibrahim, I. A. E., Yehia, W. M. B., Saleh, F. H., Lamloom, S. F., Ghareeb, R. Y., El-Banna, A. A. A., & Abdelsalam, N. R. (2022). Impact of Plant Spacing and Nitrogen Rates on Growth Characteristics and Yield Attributes of Egyptian Cotton (*Gossypium barbadense* L.). *Frontiers in Plant Science*, 13(May), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.916734>
- Ikalinus, R., Widyastuti, S. K., Luh, N., Setiasih, E. (2015). Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Kulit Batang Kelor (*Moringa oleifera*). *Indonesia Medicus Veterinus*, 4(1), 71–79.
- Iswiyanto, A., Abdurrahman, T., & Agroteknologi, P. S. (2023). Pengaruh Nitrogen Dan Fosfor Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Kedelai Edamame Pada Tanah Gambut. *Jurnal Sains Pertanian Equator*, 95–102.
- Kamalia, S., Dewanti, P., & Soedradjad, R. (2017). Teknologi Hidroponik Sistem Sumbu Pada Produksi Selada Lollo Rossa (*Lactuca sativa* L.) Dengan Penambahan CaCl_2 Sebagai Nutrisi Hidroponik. *Jurnal Agroteknologi*, 11(1). <https://doi.org/10.19184/j-agt.v11i1.5451>
- Karnjanawipagul, P., N., W., Rojsanga, P., Suntornsuk, L., & In. (2015). Analysis of β -Carotene Spectrophotometry., *Carrot by Science, Journal of Pharmaceutical*, 37((1-2)), 8–16.
- Khairuddin, Baciang, J. N., & Inda, N. I. (2020). Ekstraksi dan Uji Stabilitas Zat Warna Alami dari Bayam Merah (*Alternanthera amoena* Voss). *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 6(3), 212–217.
- Khanam, U. K. S., & Oba, S. (2013). Bioactive substances in leaves of two amaranth species, *Amaranthus tricolor* and *A. hypochondriacus*. *Canadian Journal of Plant Science*,

93(1), 47–58.

- Khoirurrozzikin, M., Lestari, M. W., & Basit, A. (2023). Analisis Pertumbuhan Tanaman Bayam (*Amaranthus tricolor* L.) Akibat Pemberian Jenis dan Dosis Pupuk Organik yang Berbeda. *Jurnal Agronisma*, 11(1), 227–239.
- Kováčik, J. & K. (2014). Induction of phenolic metabolites and physiological changes in chamomile plants in relation to nitrogen nutrition. *Food Chem*, 142, 334–3, 334–341.
- Lakitan, B. (2015). *Dasar – dasar Fisiologi Tanaman*. Rajawali Press.
- Mabakotawasi, S., Sutardi, & Istiqomah. (2022). Uji Efektifitas Penggunaan MA-11 terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat. *Biolearning Journal*, 9(2), 2–4.
- Mailuhu, M., Runtuwene, M. R. J., & Koleangan, H. S. J. (2017). Skrining Fitokimia Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Kulit Batang Soyogik (*Saurauia bracteosa* DC). *Chem. Prog*, 10(1), 1–6.
- Manik, D. E. P., Nababan, F. D., Ramadani, F., & Wirman, S. P. (2019). Sistem Otomasi Pada Tanaman Hidroponik NFT Untuk Optimalisasi Nutrisi. *Prosiding SainsTeKes Semnas MIPAKes UMRI*, 1, 1–6. <http://ejurnal.umri.ac.id/index.php/Semnasmipakes/article/view/1581>
- Mastur, Syafaruddin, & M, S. (2015). Role and Management of Sugarcane Nitrogen Nutrient to Increase Productivity. *Perspektif*, 14(2), 73–86.
- Mulia. (2023). *Efektivitas Kadar NPK Pada Pupuk Kompos dari Kotoran Sapi, Serbuk Gergaji dan Jerami Padi Desa Jogorogo Ngawi*. STIKES Bhakti Husada Mulia,

Madiun.

- Ningsih, I. S., Chatri, M., & Advinda, L. (2023). Flavonoid Active Compounds Found In Plants Senyawa Aktif Flavonoid yang Terdapat Pada Tumbuhan. *Serambi Biologi*, 8(2), 126–132. <https://ojs.serambimekkah.ac.id/BAKTIMAS/article/view/6202>
- 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>
- Noer, S. (2021). Identifikasi Bakteri secara Molekular Menggunakan 16S rRNA. *EduBiologia: Biological Science and Education Journal*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.30998/edubiologia.v1i1.8596>
- Numba, S., Syam, N., & Imaniar, M. (2024). Peningkatan Senyawa Flavonoid Melalui Penggunaan Elisitor Pada Kultur Kalus Tapak Dara (*Catharanthus roseus* L.) . *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 24(3), 366–374.
- Nurhayati, D. R. (2021). *Pengantar Nutrisi Tanaman*. UNISRI Press.
- Oktavia Wijaya Raharjo, Raharjo, D., & 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*, III(2), 126–137.
- Panche, & Chandra., S. (2016). Flavonoids: an overview. *Journal of Nutritional Science.*, 5(47):1-15. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>

- Pebrianti, C., Ainurrasyid, R. B., Purnamaningsih, L., Leaf, R., & Merah, B. (2015). Uji Kadar Antosianin Dan Hasil Enam Varietas Tanaman Bayam Merah (*Alternanthera amoena* Voss) Pada Musim Hujan. *Jurnal Produksi Tanaman*, 3(1), 27–33.
- Prabowo, A., & Noer, S. (2020). Uji kualitatif fitokimia kulit bawang merah (*Allium ascalonicum*). *SINASIS (Seminar Nasional Sains)*, 1(1).
- Pradana, A. P., Adiweni, M. U. H., & Santoso, D. W. I. (2017). Effects of pruning on growth and yield of cucumber (*Cucumis sativus*) Mercy variety in The acid soil of North Kalimantan , Indonesia. *Cell Biology and Development*, 1(1), 13–17.
<https://doi.org/10.13057/cellbioldev/v010103>
- Pramitasari, H. E., & Wardiyati, T. (2016). Tanaman Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica Oleraceae* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(1), 49–56.
- Pratiwi, A. (2017). Effect of nitrogen fertilizer to the flavonoid content of red amaranth (*Amaranthus gangeticus* L.). *Pharmaciana*, 7(1), 87.
<https://doi.org/10.12928/pharmaciana.v7i1.4213>
- Priska, M., Peni, N., Carvallo, L., & Ngapa, Y. D. (2018). Review : Antosianin dan Pemanfaatannya. *Cakra Kimia*, 6(2), 79–97.
- Puspita, M., Laksono, R. A., & Syah, B. (2021). Respon Pertumbuhan dan Hasil Bayam Merah (*Alternanthera amoena* Voss.) Akibat Populasi dan Konsentrasi AB Mix pada Hidroponik Rakit Apung. *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)*, 19(2), 130–145.
- Qur, A., Karlitasari, L., Maryana, S., & Sudrajat, C. (2023).

- Identifikasi Defisiensi Unsur Hara Pada Tanaman Cabai Menggunakan Support Vector Machine. *J-ICON*, 11(1), 62–67. <https://doi.org/10.35508/jicon.v11i1.9803>
- Rahmawati, A. S., Erina, R., Studi, P., Fisika, P., Flores, U., Studi, P., Fisika, P., Darma, U., Medan, A., & Jalur, A. D. (2020). Rancangan acak lengkap (ral) dengan uji anova dua jalur. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(1), 54–62.
- Rahmawati, & Susilowati, A. (2017). Ekstrak Bunga Mawar Merah (*Rose damascene* Mill) sebagai Pewarna Alami dalam Pembuatan Es Krim Rumput Laut (*Eucheuma spinosum*). *Jurnal Balik Diwa*, 8(1), 13–22.
- Raja, A., Beja, H. D., & Jeksen, J. (2021). Pengaruh Pemberian Pupuk Kandang Ayam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor* L.). *Jurnal Biologi*. 6, 47–50.
- Ratriyanto, A., Widyawati, S. D., P.S. Suprayogi, W., Prastowo, S., & Widyas, N. (2019). Pembuatan Pupuk Organik dari Kotoran Ternak untuk Meningkatkan Produksi Pertanian. *SEMAR (Jurnal Ilmu Pengetahuan, Teknologi, Dan Seni Bagi Masyarakat)*, 8(1), 9–13. <https://doi.org/10.20961/semar.v8i1.40204>
- Restu, A., Raharjeng, P., Fatiqin, A., Sunarti, R. N., Negeri, I., & Fatah, R. (2018). Sistem Tanam Hidroponik Sayur Bayam Merah (*Amaranthus gangeticus*) Dengan Menggunakan Limbah Cair Tahu Sebagai Nutrisi Pertumbuhan. *Jurnal Biosilampari: Jurnal Biologi*, 1(1), 1–9. <https://doi.org/10.31540/biosilampari.v1i1.51>
- Rohmah. (2018). Pengaruh media Tanam dan Sistem Fertigasi Terhadap Pertumbuhan Serta Hasil Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) Secara Semi Hidroponik.

Agroust, 2(1), 76–88.
<http://www.jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/agroust/article/view/4266>

- Sa'ati, E. A., & Khoridah, I. A. (2016). Kopigmentasi tiga ekstrak antosianin dengan secang (*Caesalpania Sappan* L.) dan aplikasinya pada permen jelly sirsak. *Research Report*, 178–186.
- Saadah, I. N., Kristanti, A. N., Hardjo, P. H., Sri, Y., & Manuhara, W. (2019). Asian Journal of Plant Sciences Shoots Culture of *Gynura procumbens* (Lour .) Merr . in Balloon- Type Bubble-bioreactor Influenced by Sucrose Concentration and Inoculums Density. *Asian Journal of Plant Science*, 18(2), 85–90.
<https://doi.org/10.3923/ajps.2019.85.90>
- Sagala, R. L., Rahmi, H., Purnomo, S. S., & Rahayu, Y. S. (2024). Pengaruh Pemberian Kombinasi Pupuk Organik Cair Berbasis Limbah Organik dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) Varietas Mira. *Jurnal Agroplasma*, 11(1), 17–23. <https://doi.org/10.36987/agroplasma.v11i1.5147>
- Samber, L. N., Semangun, H., & Prasetyo, B. (2013). Karakteristik antosianin sebagai pewarna alami. *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning*, 10(3), 68–71.
- Santoso, S. (2016). *Statistik Parametrik. Konsep dan aplikasi dengan SPSS*. Elex Media Komputindo.
- Saparinto, C. (2014). *Grow Your Own Vegetables, Panduan Praktis Menanam 14 Sayuran Konsumsi Populer di Pekarangan*. Penerbit Andi.
- Setiawan. (2019). *Buku Pintar Hidroponik*. Laksana.

- Sitorus, E., Marganda, J., & Samosir, T. (2022). Desain Eksperimen Pengaruh Interaksi Gula Pasir, Telur dan Air Terhadap Massa Donat Kentang dengan Metode ANAVA. *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, 5(2), 28–32. <https://doi.org/10.32734/ee.v5i2.1542>
- Sugiyono, S. (2017). *Qualitative Quantitative Research Methods and R&D*. Alfabeta.
- Supriati, Y., & Herlina, E. (2014). *Sayuran Organik dalam Pot* (Vol. 148). Penebar Swadaya.
- Supriyanto, T. (2021). Sistem Pemberian Nutrisi Bayam Hidroponik Berbasis Iot Terintegrasi Telegram. *Spektral*, 2(2), 64–69. <https://doi.org/10.32722/spektral.v2i2.4172>
- Syaifuddin, S. (2015). Uji aktivitas antioksidan bayam merah (*Alternanthera amoena* voss.) segar dan rebus dengan metode DPPH. (*Doctoral Dissertation, UIN Walisongo*).
- Telaumbanua, P. H., Telaumbanua, B. V., Lase, N. K., Dawolo, J., & Nazara, R. V. (2023). Kajian Pemanfaatan Pupuk Organik Rumput Laut Terhadap Produksi Dua Varietas Bayam (*Amaranthus* sp.). *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 11(1), 142–150.
- Triani, N., Syafriani, E., & Somala, M. U. A. (2021). Penyuluhan Pertanian Sehat Budi Daya Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) di Desa Jabung Kabupaten Ponorogo. *Jurnal Solma*, 94–102.
- 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, August 2019*, 10–14.

- Via, W. B., Mulatasih, E. R., & Ardini, D. (2022). Identification Of Flavonoid On Mantangan Leaves (*Merremia peltata* (L.) Merr) Using Thin Layer Chromatography Method Identifikasi. *Jurnal Analis Farmasi*, 7(1).
- 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>
- Wang, H., Xu, D., Wang, S., Wang, A., Lei, L., Jiang, F., Yang, B., Yuan, L., Chen, R., Zhang, Y., & Fan, W. (2023). Chromosome-scale *Amaranthus tricolor* genome provides insights into the evolution of the genus *Amaranthus* and the mechanism of betalain biosynthesis. *DNA Research*, 30(1), dsac050. <https://doi.org/10.1093/dnares/dsac050>
- Wibawa, I. P. A. H., & Tirta, I. G. (2021). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Methanol Jahe Merah (*Zingiber officinale* Var . rubrum Theilade), Bayam Hias Merah (*Iresine herbstii* Hook) Dan Azolla Merah (*Azolla Pinnata* R). *Widya Biologi*, 12(02).
- Wiranata, I. G., Malida, M., & Sasadara, V. (2022). Pengaruh Pelarut dan Metode Ekstraksi Terhadap Kandungan Metabolit Sekunder Dan Nilai Ic 50 Ekstrak Umbi Bit (*Beta vulgaris* L .). *USADHA: Jurnal Integrasi Obat Tradisional*, 2(1).
- Wiyasihati, S. I., & Wigati, K. W. (2016). Potensi Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) sebagai Antioksidan pada Toksisitas Timbal yang Diinduksi pada Mencit. *Majalah Kedokteran Bandung*, 48(2), 63–67. <https://doi.org/10.15395/mkb.v48n2.758>

- Yan, S., Li, Y., Liu, J., Si, D., & Zhang, X. (2023). Guideline for extraction, qualitative, quantitative, and stability analysis of anthocyanins. *EFood*, 4(1), 59–71.
- Yulianti, R., Dahlia, A. A., & Ahmad, A. R. (2016). Penetapan Kadar Flavonoid Total Dari Ekstrak Etanolik Daun Benalu Mangga (*Dendrophthoe pentandra* L. Miq). *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 1(1), 14–17. <https://doi.org/10.33096/jffi.v1i1.195>
- Zannah, H., Zahroh, S., R, E., Sudarti, & Trapsilo, P. (2023). Peran Cahaya Matahari dalam Proses Fotosintesis Tumbuhan. *Cermin: Jurnal Penelitian*, 7(1), 204–214.
- Zhang, H., Khan, A., Tan, D. K. Y., & Luo, H. (2017). Rational Water and Nitrogen Management Improves Root Growth, Increases Yield and Maintains Water Use Efficiency of Cotton under Mulch Drip Irrigation Description of Experimental Site. *Frontiers in Plan Science*, 8(912), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00912>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil pengamatan tinggi tanaman 0 MST - 5 MST

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
0 MST (30/12)	N0	1,6	1,2	1,2	1,3	1	1,4	1,2	0,9	1,6	1,6	1,5	1,4	15,9	1,33
	N1	1,6	1,6	1,4	1,7	1,3	1	1	1,8	1,3	1,7	1,5	1,8	17,7	1,48
	N2	1,5	1	2	1,6	1,7	1,4	1,6	1,5	2,3	1,5	1,9	1,4	19,4	1,62
	N3	1,6	1,7	1,7	1,1	1,5	1,2	1,5	1,1	1,6	1,4	1,5	1,3	17,2	1,43
	N4	2,5	1,2	2	1,6	1,8	2	1,7	1,8	2	1	1,3	2	20,9	1,74
1 MST (6/1)	N0	1,8	1,5	1,7	1,5	1,1	1,5	1,4	1,1	1,6	1,6	1,6	1,5	17,9	1,49
	N1	2,5	2,3	2	2,3	2	1,8	1,1	2,3	2	2,3	1,6	2,1	24,3	2,03
	N2	1,7	1,5	2,6	2,5	2,2	2,1	2,2	2	2,5	2,1	2,6	2,4	26,4	2,20
	N3	2,1	2,5	2,2	2	2,6	2,1	1,9	1,6	2,1	1,8	2	1,6	24,5	2,04
	N4	3,8	2	3,4	2,7	2,2	2,8	2,8	2,8	3	1,2	1,7	2,5	30,9	2,58
2 MST (13/1)	N0	2	1,6	1,8	1,8	1,1	1,5	1,5	1,2	1,7	1,5	1,7	1,7	19,1	1,59
	N1	5,6	4,5	4,3	5	3,7	4	2,1	4,5	3,5	4,5	3,8	2,5	48	4,00
	N2	2,7	2,3	5,7	5,5	4,2	4	6	4	5,6	4,1	5,9	5	55	4,58
	N3	6,2	5,1	4,8	4,6	5,3	5	4,3	3,3	4,5	5	5	4	57,1	4,76

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
	N4	6,5	4,8	6	4,2	4,2	4	4,5	5,1	5,2	2,5	3,5	5,4	55,9	4,66
3 MST (20/1)	N0	2	1,8	1,8	1,9	1,4	1,7	1,8	1,5	1,7	1,5	1,7	1,8	20,6	1,72
	N1	14	11	10,2	12,5	8,5	12,2	4	10	9,9	9,5	9,2	5,7	116,7	9,73
	N2	8,1	5,4	16	14	13	9,8	14,1	9,5	13,9	7,5	14,4	11,3	137	11,42
	N3	15,6	14,1	9,2	14,2	14,7	13	13	10	11,5	12,1	13,8	8,1	149,3	12,44
	N4	15,9	15,5	11,5	10	11	11,1	11,5	12	14	7,4	11	13,2	144,1	12,01
4 MST (27/1)	N0	2,2	1,9	2	2	1,6	1,8	2,1	1,5	1,8	1,6	1,8	1,8	22,1	1,84
	N1	28	20	19,6	27	17	22	6,1	21,2	19	13,5	17,5	5,8	216,7	18,06
	N2	25,3	15,9	33	34,5	14,5	19,3	16,6	12,5	15,2	8	26,4	13,4	234,6	19,55
	N3	32,5	27,8	16,9	30,3	27,5	21	25,5	21,4	23,9	15,3	20,5	14,4	277	23,08
	N4	28,2	27,6	19,5	15,9	21,1	14,7	26,3	16	20,6	11	20,9	27,7	249,5	20,79
5 MST (3/2)	N0	2,2	2,1	2	2	1,7	1,8	2,4	1,5	2	1,7	3,2	2,1	24,7	2,06
	N1	37,7	26,1	23,6	39,8	19,5	25,1	6,5	25,8	22,4	14,1	19,2	6	265,8	22,15
	N2	26,8	16,9	43,9	45,4	18,8	32,5	19	14,3	17,5	8,5	34,9	14,5	293	24,42
	N3	45,2	34,3	18,7	41,5	35,9	23,4	39,8	40,5	25,7	30,2	31,1	15,4	381,7	31,81
	N4	39,5	35	22,3	18,5	26,4	16,1	31,9	18,6	25,1	12,2	34,5	33,1	313,2	26,1

Lampiran 2. Hasil pengamatan jumlah daun 0 MST – 5 MST

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
0 MST (30/12)	N0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	2,00
	N1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	2,00
	N2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	2,00
	N3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	2,00
	N4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	2,00
1 MST (6/1)	N0	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	31	2,58
	N1	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	46	3,83
	N2	4	4	4	4	4	4	5	4	3	4	4	4	48	4,00
	N3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	47	3,92
	N4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	47	3,92
2 MST (13/1)	N0	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	2	31	2,58
	N1	7	6	7	6	7	6	4	6	6	6	6	5	72	6,00
	N2	6	5	7	7	7	6	7	7	7	5	7	6	77	6,42
	N3	7	7	6	7	8	7	7	6	7	7	6	6	81	6,75
	N4	7	7	7	7	6	6	6	7	7	6	7	7	80	6,67
	N0	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	38	3,17

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
3 MST (20/1)	N1	12	11	10	11	9	11	6	10	10	9	8	7	114	9,50
	N2	9	8	12	12	10	9	10	9	10	8	11	9	117	9,75
	N3	10	10	9	11	12	11	11	9	11	10	9	8	121	10,08
	N4	11	11	10	9	10	9	10	11	11	8	10	11	121	10,08
	N0	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	3	49	4,08
4 MST (27/1)	N1	15	14	13	11	11	12	8	13	13	10	12	8	140	11,67
	N2	12	10	14	13	10	10	12	10	12	9	13	10	135	11,25
	N3	13	11	12	13	13	12	13	11	12	11	12	10	143	11,92
	N4	13	13	12	10	13	11	12	11	11	9	13	13	141	11,75
	N0	6	5	5	5	5	5	6	5	5	6	6	5	64	5,33
5 MST (3/2)	N1	17	16	14	15	12	13	8	15	10	11	10	7	148	12,33
	N2	15	8	10	19	12	12	14	7	12	10	17	9	145	12,08
	N3	15	13	11	14	13	13	14	14	12	13	13	14	159	13,25
	N4	15	13	13	12	13	13	10	17	13	14	12	13	158	13,17
	N0	6	5	5	5	5	5	6	5	5	6	6	5	64	5,33

Lampiran 3. Hasil pengamatan panjang akar 0 MST dan 5 MST

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
0 MST (30/12)	N0	1,5	1	1,5	1,6	0,9	1,1	2,3	2,7	0,9	1,8	2,1	0,95	18,35	1,53
	N1	1,5	3,2	1,5	1,6	0,9	3	1,8	2,1	3	2,3	2,5	3,2	26,6	2,22
	N2	1,6	0,9	3	1,5	3,2	1,5	2,3	2,7	3,2	1,8	2,1	2,1	25,9	2,16
	N3	1,5	3	1,5	1,6	0,9	3	2,3	2,7	3,2	1,8	2,1	2,8	26,4	2,20
	N4	1,8	2,1	0,9	2,3	2,7	3,2	1,6	0,9	3	2	3,2	1,5	25,2	2,10
5 MST (3/2)	N0	1,9	2,1	1,5	2,5	2,9	3	1	1,3	1,5	2,1	2	1,7	23,5	1,96
	N1	5	3,3	3	14,7	10	14	11,8	15	14,1	6	5,5	7,8	110,2	9,18
	N2	5	9,1	8,4	9,7	16,5	10,5	5,8	7,5	15,5	18	2,5	20,1	128,6	10,72
	N3	20,8	11	10,5	9,4	22,1	18	2,5	16,7	22,3	14	20	8,6	175,9	14,66
	N4	20,1	9,8	10,2	13	9,6	10,5	8	17,1	18,9	7	10	5,1	139,3	11,61

Lampiran 4. Hasil pengamatan berat basah 0 MST dan 5 MST

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
0 MST (30/12)	N0	0,0096	0,014	0,0097	0,0075	0,0069	0,0067	0,0061	0,0059	0,0063	0,0083	0,0074	0,0098	0,0982	0,0082
	N1	0,0067	0,0084	0,0085	0,0072	0,008	0,0074	0,0096	0,0076	0,0077	0,0072	0,0086	0,0083	0,0952	0,0079
	N2	0,0103	0,0092	0,0071	0,0081	0,007	0,0073	0,0077	0,0095	0,0104	0,0103	0,0087	0,0101	0,1057	0,0088
	N3	0,0072	0,0068	0,0069	0,0068	0,0071	0,0082	0,0095	0,0063	0,0077	0,0087	0,0073	0,0076	0,0901	0,0075
	N4	0,007	0,0061	0,0071	0,0075	0,0068	0,0088	0,0079	0,0073	0,0076	0,0081	0,0079	0,0076	0,0897	0,0075
5 MST (3/2)	N0	0,23	0,8	1,04	0,48	0,59	0,42	0,29	1,23	0,45	0,98	0,36	0,84	7,71	0,64
	N1	0,44	1,1	3,34	10,48	8,98	9,75	10,73	18,47	13,33	0,24	3,6	8,15	88,61	7,38
	N2	0,86	0,2	0,41	17,24	13,2	11,21	16,04	29,91	14,71	0,74	15,99	2,07	122,58	10,22
	N3	5,82	23,05	25,79	3,43	14,63	31,28	6	18,26	31,29	2,55	10,01	13,56	185,67	15,47
	N4	5,25	19,46	21,01	5,73	15,88	3,74	3	34,99	12,53	21,77	3,26	5,5	152,12	12,68

Lampiran 5. Hasil pengamatan berat kering 0 MST dan 5 MST

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
0 MST (30/12)	N0	0,0031	0,003	0,0051	0,0042	0,0041	0,0038	0,0028	0,0025	0,0032	0,0025	0,0021	0,003	0,0394	0,0033
	N1	0,0038	0,0031	0,0029	0,0026	0,0026	0,0037	0,0032	0,0031	0,0039	0,0027	0,0025	0,0035	0,0376	0,0031
	N2	0,0023	0,0057	0,0052	0,0028	0,0031	0,0027	0,0028	0,0025	0,0025	0,0031	0,0048	0,0032	0,0407	0,0034
	N3	0,0019	0,0025	0,0038	0,0023	0,0025	0,003	0,0035	0,0042	0,0038	0,0021	0,0036	0,0044	0,0376	0,0031
	N4	0,0043	0,0031	0,0022	0,0038	0,0051	0,0059	0,0021	0,0024	0,003	0,0037	0,0045	0,0031	0,0432	0,0036
5 MST (3/2)	N0	0,0039	0,0065	0,0076	0,0096	0,0079	0,0095	0,0059	0,013	0,0071	0,009	0,0065	0,0085	0,10	0,01
	N1	0,14	0,17	0,22	1,8	0,5	0,8	1,5	0,9	0,84	0,33	1,15	0,026	8,38	0,70
	N2	0,65	1,08	0,87	0,55	0,35	0,69	1,43	0,89	0,77	1,01	0,64	0,52	9,45	0,79
	N3	1,23	0,79	0,67	0,88	1,81	0,95	1,76	1,1	0,56	2,1	1,22	0,98	14,05	1,17
	N4	1,04	0,6	0,86	1,03	0,63	0,5	0,57	0,7	0,43	0,61	0,52	0,4	7,89	0,66

Lampiran 6. Hasil absorbansi kuersetin pada panjang gelombang 510 nm

Konsentrasi	Pengulangan			Rata-rata
	I	II	III	
0	0,012	0,013	0,012	0,012
20	0,024	0,027	0,024	0,025
40	0,042	0,044	0,046	0,044
60	0,053	0,052	0,053	0,053
80	0,072	0,069	0,072	0,071
100	0,084	0,084	0,081	0,083

Lampiran 7. Hasil pengukuran flavonoid pada panjang gelombang 510 nm

Perlakuan	Pengulangan			Rata-rata
	I	II	III	
N0	0,107	0,105	0,104	0,105
N1	0,127	0,127	0,129	0,128
N2	0,134	0,130	0,131	0,132

Perlakuan	Pengulangan			Rata-rata
	I	II	III	
N3	0,169	0,17	0,177	0,172
N4	0,248	0,246	0,233	0,242
Blanko	0,054	0,054	0,054	0,054

Lampiran 8. Perhitungan kadar total flavonoid

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

$$y = ax + b$$

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

$$N0 \quad x = (0,053-0,0123)/0,0007 = 58,143 \mu\text{g/mL} = 0,058143 \text{ mg/mL}$$

$$N1 \quad x = (0,073-0,0123)/0,0007 = 86,7142 \mu\text{g/mL} = 0,08671 \text{ mg/mL}$$

$$N2 \quad x = (0,08-0,0123)/0,0007 = 96,714 \mu\text{g/mL} = 0,096714 \text{ mg/mL}$$

$$N3 \quad x = (0,115-0,0123)/0,0007 = 146,714 \mu\text{g/mL} = 0,146714 \text{ mg/mL}$$

$$N4 \quad x = (0,194-0,0123)/0,0007 = 259,571 \mu\text{g/mL} = 0,259571 \text{ mg/mL}$$

Kadar Total Flavonoid

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

Keterangan:

V = Volume larutan (mL)

X = Konsentrasi standar flavonoid (mg/mL)

DF = Faktor pengenceran

m = berat sampel

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

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

$$\text{DF} = 1/1$$

$$\text{N0 KTF} = 2,5 \times 0,058143 \times 1 / 0,25 = 0,58143 \text{ mgQE/g}$$

$$\text{N1 KTF} = 2,5 \times 0,08671 \times 1 / 0,25 = 0,8671 \text{ mgQE/g}$$

$$\text{N2 KTF} = 2,5 \times 0,096714 \times 1 / 0,25 = 0,96714 \text{ mgQE/g}$$

$$\text{N3 KTF} = 2,5 \times 0,146714 \times 1 / 0,25 = 1,46714 \text{ mgQE/g}$$

$$\text{N4 KTF} = 2,5 \times 0,259571 \times 1 / 0,25 = 2,59571 \text{ mgQE/g}$$

Lampiran 9. Hasil perhitungan kadar total flavonoid

Perlakuan	Pengulangan			Rata-rata
	I	II	III	
N0	0,581	0,553	0,539	0,558
N1	0,867	0,867	0,896	0,877
N2	0,967	0,910	0,924	0,934
N3	1,467	1,481	1,581	1,510
N4	2,596	2,567	2,381	2,515

Lampiran 10. Hasil pengukuran antosianin

Hasil Pengukuran Antosianin pH 1

Perlakuan	Absorbansi 520			Rata-rata	Absorbansi 700			Rata-rata
	I	II	III		I	II	III	
N0	0,197	0,194	0,19	0,1936667	0,112	0,119	0,114	0,115
N1	0,149	0,154	0,153	0,152	0,079	0,08	0,08	0,0796

Perlakuan	Absorbansi 520			Rata-rata	Absorbansi 700			Rata-rata
	I	II	III		I	II	III	
N2	0,223	0,212	0,22	0,2183333	0,125	0,115	0,12	0,12
N3	0,334	0,326	0,333	0,331	0,203	0,195	0,195	0,198
N4	0,463	0,485	0,499	0,4823333	0,431	0,429	0,437	0,432
Blanko	0,052	0,052	0,052	0,052	0,01	0,01	0,01	0,01

Hasil Pengukuran Antosianin pH 4,5

Perlakuan	Absorbansi 520			Rata-rata	Absorbansi 700			Rata-rata
	I	II	III		I	II	III	
N0	0,228	0,216	0,211	0,218	0,144	0,149	0,148	0,147
N1	0,119	0,119	0,109	0,116	0,061	0,06	0,055	0,059
N2	0,146	0,157	0,135	0,146	0,077	0,084	0,069	0,077
N3	0,241	0,252	0,255	0,249	0,133	0,163	0,154	0,150
N4	0,467	0,367	0,422	0,419	0,486	0,468	0,48	0,478
Blanko	0,052	0,052	0,052	0,052	0,01	0,01	0,01	0,01

Lampiran 11. Absorbansi total antosianin

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

$$A = (0,197 - 0,112) - (0,228 - 0,144) = 0,001$$

$$A = (0,149 - 0,079) - (0,149 - 0,079) = 0,012$$

Perlakuan	Pengulangan		
	I	II	III
N0	0,001	0,008	0,013
N1	0,012	0,015	0,019
N2	0,029	0,024	0,034
N3	0,023	0,042	0,037
N4	0,051	0,157	0,12

Lampiran 12. Kadar total antosianin

Kadar total antosianin dalam sampel dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Total Antosianin} = \frac{A \times BM \times Fp \times 1000}{\varepsilon \times L}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Antosianin} &= \frac{0,001 \times 449,2 \times 1 \times 1000}{26.900 \times 1} \\ &= 0,017 \end{aligned}$$

Keterangan:

A = Nilai absorbansi

ε = Koefisien ekstraksi (26900 L/mol.cm)

L = Lebar kuvet

BM = Berat molekul sianidin-3-glukosida (449,2 g/mol)

Fp = Faktor pengenceran

Perlakuan	Pengulangan			Rata-rata
	I	II	III	
N0	0,017	0,134	0,217	0,122
N1	0,200	0,250	0,317	0,256
N2	0,484	0,401	0,568	0,484
N3	0,384	0,701	0,618	0,568
N4	0,852	2,622	2,004	1,826

Lampiran 13. Hasil pengamatan pH dan TDS

Hari/tanggal	Hasil Pengukuran pH dan TDS									
	0%		50%		100%		150%		200%	
	pH	TDS	pH	TDS	pH	TDS	pH	TDS	pH	TDS
Senin, 30-12-2024	6,23	432	6,36	625	6,52	755	6,40	1050	6,71	1290
Senin, 06-01-2025	6,79	420	6,66	610	6,82	780	6,21	1100	6,31	1400
Senin, 13-01-2025	6,12	400	6,27	635	6,27	725	6,13	1000	6,25	1270
Senin, 20-01-2025	6,24	401	6,29	471	6,18	641	6,19	902	6,43	1200
Senin, 27-01-2025	6,12	406	6,52	480	6,94	697	6,20	904	6,49	1220
Rata-rata	6,30	412	6,42	564	6,55	720	6,23	991	6,44	1276

Lampiran 14. Hasil pengamatan faktor lingkungan

Hari/tanggal	Hasil Pengamatan Faktor Lingkungan					
	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)/Kelembapan udara (%)			Intensitas cahaya		
	08.00 (pagi)	12.00 (Siang)	15.30 (Sore)	08.00 (pagi)	12.00 (Siang)	15.30 (Sore)
Senin, 30-12-2024	29,0/73	34,2 / 64	31,1 /64	3220	3910	2540
Kamis, 02-01-2025	27,0/75	27,4 / 76	28,4 /76	3540	3950	3430

Hari/tanggal	Hasil Pengamatan Faktor Lingkungan					
	Suhu (⁰ C)/Kelembapan udara (%)			Intensitas cahaya		
	08.00 (pagi)	12.00 (Siang)	15.30 (Sore)	08.00 (pagi)	12.00 (Siang)	15.30 (Sore)
Minggu, 05-01-2025	28,2/77	30,4 /70	27,1 / 77	9090	8310	7860
Rabu, 08-01-2025	26,0/77	27,7 /78	29,3 /73	3680	4200	2770
Sabtu, 11-01-2025	29,2/74	31,7/63	29,5 /65	5700	3230	3220
Selasa, 14-01-2025	28,5/77	30,6/71	29,4/67	3700	4290	4000
Jum'at, 17-01-2025	31,0/78	33,4/69	30,9/65	2690	7050	4120
Senin, 20-01-2025	33,6/82	31,6/63	29,7/61	11170	9830	1630
Kamis, 23-01-2025	25,3/77	30,2/77	28,9/72	3340	4470	2200
Minggu, 26-01-2025	32,6/86	32,4/63	28,7/62	3930	5540	3400
Rabu, 29-01-2025	28,3/86	25,9/81	25,1/79	5550	4320	1210
Sabtu, 01-02-2025	27,9/88	29,2/77	27,9/74	7260	6110	1040
Rata-rata	28,9/79	30,4/71	28,9/70	5240	5430	3120

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.
0 MST	N0	,130	12	,200 [*]	,923	12	,312
	N1	,172	12	,200 [*]	,904	12	,177
	N2	,187	12	,200 [*]	,945	12	,572
	N3	,205	12	,174	,909	12	,208
	N4	,184	12	,200 [*]	,944	12	,555
1 MST	N0	,266	12	,019	,876	12	,079
	N1	,224	12	,098	,880	12	,088
	N2	,138	12	,200 [*]	,920	12	,282
	N3	,174	12	,200 [*]	,942	12	,524
	N4	,152	12	,200 [*]	,975	12	,953
2 MST	N0	,192	12	,200 [*]	,939	12	,481
	N1	,139	12	,200 [*]	,952	12	,668
	N2	,187	12	,200 [*]	,901	12	,162
	N3	,150	12	,200 [*]	,958	12	,749
	N4	,107	12	,200 [*]	,987	12	,999
3 MST	N0	,212	12	,142	,932	12	,397
	N1	,175	12	,200 [*]	,945	12	,572
	N2	,189	12	,200 [*]	,935	12	,438
	N3	,178	12	,200 [*]	,940	12	,493
	N4	,169	12	,200 [*]	,946	12	,577
4 MST	N0	,172	12	,200 [*]	,957	12	,745
	N1	,189	12	,200 [*]	,920	12	,287
	N2	,221	12	,109	,909	12	,208
	N3	,113	12	,200 [*]	,963	12	,828
	N4	,165	12	,200 [*]	,925	12	,333
5 MST	N0	,212	12	,143	,856	12	,044
	N1	,185	12	,200 [*]	,940	12	,498
	N2	,256	12	,029	,899	12	,156
	N3	,134	12	,200 [*]	,959	12	,763
	N4	,164	12	,200 [*]	,954	12	,690

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

2. Uji ANOVA (*Analysis of Variance*)

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
0 MST	Between Groups	1,272	4	,318	3,432	,014
	Within Groups	5,098	55	,093		
	Total	6,370	59			
1 MST	Between Groups	7,310	4	1,827	9,909	,000
	Within Groups	10,143	55	,184		
	Total	17,453	59			
2 MST	Between Groups	85,386	4	21,346	24,978	,000
	Within Groups	47,004	55	,855		
	Total	132,390	59			
3 MST	Between Groups	950,908	4	237,727	39,915	,000
	Within Groups	327,574	55	5,956		
	Total	1278,482	59			
4 MST	Between Groups	3458,642	4	864,661	23,345	,000
	Within Groups	2037,094	55	37,038		
	Total	5495,737	59			
5 MST	Between Groups	6169,712	4	1542,428	18,346	,000
	Within Groups	4624,065	55	84,074		
	Total	10793,777	59			

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

0 MST				
Duncan ^a				
PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
N0	12	1,3250		
N3	12	1,4333	1,4333	
N1	12	1,4750	1,4750	
N2	12		1,6167	1,6167
N4	12			1,7417
Sig.		,261	,170	,319

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

1 MSTDuncan^a

PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
N0	12	1,4917		
N1	12		2,0250	
N3	12		2,0417	
N2	12		2,2000	
N4	12			2,5750
Sig.		1,000	,353	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

2 MSTDuncan^a

PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
N0	12	1,5917	
N1	12		4,0000
N2	12		4,5833
N4	12		4,6583
N3	12		4,7583
Sig.		1,000	,071

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

3 MSTDuncan^a

PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
N0	12	1,7167		
N1	12		9,7250	
N2	12		11,4167	11,4167
N4	12			12,0083
N3	12			12,4417
Sig.		1,000	,095	,338

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

4 MSTDuncan^a

PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
N0	12	1,8417	
N1	12		18,0583
N2	12		19,5500
N4	12		20,7917
N3	12		23,0833
Sig.		1,000	,069

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

5 MSTDuncan^a

PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
N0	12	2,0583		
N1	12		22,1500	
N2	12		24,4167	24,4167
N4	12		26,1000	26,1000
N3	12			31,8083
Sig.		1,000	,326	,066

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

Lampiran 16. Hasil analisis statistik jumlah daun

1. Uji Normalitas

Tests of Normality							
PERLAKUAN	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			Sig.
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
0 MST	N0	12	.	.	12	.	.
	N1	12	.	.	12	.	.
	N2	12	.	.	12	.	.
	N3	12	.	.	12	.	.
	N4	12	.	.	12	.	.
1 MST	N0	12	,011	,784	12	,006	,006
	N1	12	,000	,465	12	,000	,000
	N2	12	,000	,599	12	,000	,000
	N3	12	,000	,327	12	,000	,000
	N4	12	,000	,327	12	,000	,000
2 MST	N0	12	,000	,640	12	,000	,000
	N1	12	,001	,808	12	,011	,011
	N2	12	,000	,729	12	,002	,002
	N3	12	,001	,780	12	,006	,006
	N4	12	,000	,608	12	,000	,000
3 MST	N0	12	,000	,465	12	,000	,000
	N1	12	,200*	,938	12	,468	,468
	N2	12	,151	,901	12	,162	,162
	N3	12	,195	,935	12	,433	,433
	N4	12	,059	,840	12	,028	,028
4 MST	N0	12	,000	,699	12	,001	,001
	N1	12	,200*	,939	12	,490	,490
	N2	12	,009	,886	12	,103	,103
	N3	12	,200*	,877	12	,080	,080
	N4	12	,059	,854	12	,041	,041
5 MST	N0	12	,000	,608	12	,000	,000
	N1	12	,200*	,962	12	,809	,809
	N2	12	,200*	,959	12	,772	,772
	N3	12	,200*	,947	12	,598	,598
	N4	12	,007	,887	12	,107	,107

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

2. Uji Kruskal-Wallis

Test Statistics^{a,b}

	0 MST	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST
Kruskal-Wallis H	,000	33,847	35,357	29,980	29,937	29,819
df	4	4	4	4	4	4
Asymp. Sig.	1,000	,000	,000	,000	,000	,000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: PERLAKUAN

Lampiran 17. Hasil analisis statistik panjang akar tanaman

1. Uji Normalitas

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	PERLAKUAN	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
5 MST	N0	,159	12	,200 [*]	,961	12	,798
	N1	,185	12	,200 [*]	,888	12	,111
	N2	,182	12	,200 [*]	,944	12	,558
	N3	,135	12	,200 [*]	,934	12	,424
	N4	,259	12	,025	,900	12	,160

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

2. Uji ANOVA (*Analysis of Variance*)

ANOVA

5 MST

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1073,192	4	268,298	11,654	,000
Within Groups	1266,201	55	23,022		
Total	2339,393	59			

3. Uji DMRT (Duncan's Multiple Range Test)

5 MST

Duncan^a

PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
N0	12	1,9583		
N1	12		9,1833	
N2	12		10,7167	10,7167
N4	12		11,6083	11,6083
N3	12			14,6583
Sig.		1,000	,249	,061

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

Lampiran 18. Hasil analisis statistik berat basah tanaman

1. Uji Normalitas

Tests of Normality							
	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
5 MST	N0	,191	12	,200 [*]	,932	12	,403
	N1	,163	12	,200 [*]	,933	12	,411
	N2	,223	12	,101	,868	12	,061
	N3	,151	12	,200 [*]	,917	12	,262
	N4	,254	12	,031	,863	12	,054

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

2. Uji ANOVA (*Analysis of Variance*)

ANOVA					
5 MST					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1547,510	4	386,878	5,818	,001
Within Groups	3657,290	55	66,496		
Total	5204,801	59			

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

5 MST				
Duncan ^a				
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
N0	12	,6425		
N1	12		7,3842	
N2	12		10,2150	10,2150
N4	12		12,6767	12,6767
N3	12			15,4725
Sig.		1,000	,139	,142

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

Lampiran 19. Hasil analisis statistik berat kering tanaman

1. Uji Normalitas

Tests of Normality							
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	PERLAKUAN	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
5 MST	N0	,148	12	,200 [*]	,963	12	,821
	N1	,157	12	,200 [*]	,923	12	,314
	N2	,131	12	,200 [*]	,961	12	,796
	N3	,201	12	,194	,916	12	,254
	N4	,218	12	,121	,888	12	,111

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

2. Uji ANOVA (*Analysis of Variance*)

ANOVA					
5 MST					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	8,445	4	2,111	15,308	,000
Within Groups	7,586	55	,138		
Total	16,031	59			

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

5 MST				
Duncan ^a				
		Subset for alpha = 0.05		
PERLAKUAN	N	1	2	3
N0	12	,007917		
N4	12		,657500	
N1	12		,698000	
N2	12		,787500	
N3	12			1,170833
Sig.		1,000	,425	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

Lampiran 20. Hasil analisis statistik kadar total flavonoid

1. Uji Normalitas

Tests of Normality							
	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Total Flavonoid	N0	,253	3	.	,964	3	,637
	N1	,264	3	.	,954	3	,588
	N2	,294	3	.	,921	3	,454
	N3	,344	3	.	,841	3	,215
	N4	,340	3	.	,849	3	,238
a. Lilliefors Significance Correction							

2. Uji ANOVA (*Analysis of Variance*)

ANOVA					
Total Flavonoid					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7,145	4	1,786	467,683	,000
Within Groups	,038	10	,004		
Total	7,183	14			

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

Total Flavonoid					
Duncan ^a					
		Subset for alpha = 0.05			
Perlakuan	N	1	2	3	4
N0	3	,55767			
N1	3		,87667		
N2	3		,93367		
N3	3			1,50967	
N4	3				2,51467
Sig.		1,000	,285	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

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

Lampiran 21. Hasil analisis statistik kadar total antosianin

1. Uji Normalitas

Tests of Normality							
	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Antosianin	N0	,212	3	.	,990	3	,813
	N1	,205	3	.	,993	3	,840
	N2	,175	3	.	1,000	3	,993
	N3	,287	3	.	,930	3	,487
	N4	,245	3	.	,971	3	,671

a. Lilliefors Significance Correction

2. Uji ANOVA (*Analysis of Variance*)

ANOVA					
Antosianin					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5,552	4	1,388	8,122	,003
Within Groups	1,709	10	,171		
Total	7,261	14			

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

Antosianin			
Duncan ^a			
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
N0	3	,12267	
N1	3	,25567	
N2	3	,48433	
N3	3	,56767	
N4	3		1,82600
Sig.		,247	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

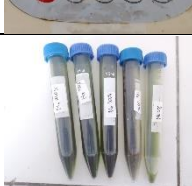
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

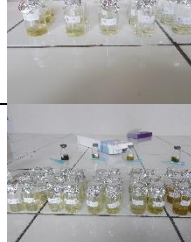
Lampiran 22. Hasil perhitungan modifikasi larutan Hoagland

1. Senyawa $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ disubstitusi KH_2PO_4
 - a. Mr (Massa molar) = (N) + (H4) + (H2) + (P) + (O4)
 $= (14,01) + (4 \times 1,01) + (2 \times 1,01) + (31) + (4 \times 16) = 115,07$
 - b. Fraksi massa H_2PO_4 dalam $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 = \frac{\text{Ar H}_2\text{PO}_4}{\text{Mr NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4}$
 $= \frac{97,02}{115,07} \text{ g/mol} = 0,843$
 - c. Massa H_2PO_4 dalam $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 = 115,08 \times 0,843 = 97,01 \text{ g}$
 - d. Mol H_2PO_4 adalah Massa /Ar = $97,01/97,02 = \pm 1 \text{ mol}$
 - e. Massa KH_2PO_4 yang dibutuhkan = mol $\text{H}_2\text{PO}_4 \times \text{Mr KH}_2\text{PO}_4 = 1 \times 136,08 = 136,08 \text{ g}$
2. Senyawa KNO_3 disubstitusi KH_2PO_4
 - a. Mr (Massa molar) = (K) + (N) + (O3)
 $= (39,1) + (14,01) + (3 \times 16) = 101,11$
 - b. Fraksi massa K dalam $\text{KNO}_3 = \frac{\text{Ar H}_2\text{PO}_4}{\text{Mr KNO}_3} = \frac{39,1}{101,11} \text{ g/mol}$
 $= 0,386$
 - c. Massa K dalam $\text{KNO}_3 = 101,10 \times 0,386 = 39,09 \text{ g}$
 - d. Mol K adalah Massa /Ar = $39,09/39,1 = \pm 1 \text{ mol}$
 - e. Massa KH_2PO_4 yang dibutuhkan = mol K $\times \text{Mr KH}_2\text{PO}_4 = 1 \times 101,10 = 101,10 \text{ g}$
3. Senyawa $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ disubstitusi CaCl_2
 - a. Mr (Massa molar) = (Ca) + (N2) + (O6) + (4H2O)
 $= (40,08) + (2 \times 14,01) + (6 \times 16) + (4 \times 18,02) = 236,18$
 - b. Fraksi massa Ca dalam $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} = \frac{\text{Ar Ca}}{\text{Mr Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}}$
 $= \frac{40,08}{236,18} \text{ g/mol} = 0,169$
 - c. Massa Ca dalam $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} = 236,18 \times 0,169 = 40,07 \text{ g}$
 - d. Mol Ca adalah Massa /Ar = $40,07/40,08 = \pm 1 \text{ mol}$
 - e. Massa $\text{CaCl}_2 = \text{mol Ca} \times \text{Mr CaCl}_2 = 1 \times 111 = 111 \text{ g}$

Lampiran 23. Dokumentasi penelitian

Gambar 	Keterangan Pembuatan larutan stok nutrisi	Gambar 	Keterangan Pengukuran intensitas cahaya menggunakan luxmeter
	Biji bayam merah		Pengukuran pH
	Penyemaian di rockwool selama 14 hari		Pengukuran zat terlarut (ppm)
			Pengukuran tinggi tanaman dan jumlah daun
			Pengukuran akar

Gambar	Keterangan
	Penimbangan berat basah tanaman
	Pengeringan tanaman menggunakan oven
	Penimbangan berat kering tanaman
	Proses ekstraksi

Gambar	Keterangan
	Hasil ekstraksi
	Pembuatan larutan uji flavonoid
	Pembuatan larutan uji antosianin
	Uji senyawa flavonoid dan antosianin dengan spektrofotometri UV-Vis

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Muqodimatul Ainia
2. Tempat & Tanggal Lahir : Batang, 24 Mei 2004
3. Alamat Rumah : Desa. Soka, RT.02/RW.01,
Kecamatan Bawang,
Kabupaten Batang, Jawa
Tengah
4. Nomor HP : 08192977841
5. E-mail : ainia00405@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. TK Sukodono Bawang
2. SD N Soka
3. MTs Sunan Kalijaga Bawang
4. MA Sunan Kalijaga Bawang
5. UIN Walisongo Semarang

C. Prestasi Akademik

1. Gold Medal Essay Competition dalam kegiatan
Himateta Scientific Champion 2022

D. Karya Ilmiah

1. Buku ajar Quovadis Antara Industrialisasi dan Kesehatan (Penerbit Alinea)
2. Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Inovasi: Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) dan Eco-Enzyme Solusi Alternatif Ramah Lingkungan di Desa Kledung Kecamatan Kledung Kabupaten Temanggung

Semarang, 23 April 2025



Muqodimatul Ainia
NIM 2108016008