

**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI FOSFOR TERHADAP
PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN FLAVONOID SERTA
ANTOSIANIN DAUN BAYAM MERAH (*Amaranthus cruentus* L.)**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Biologi dalam Ilmu Biologi



Oleh: Siti Amirotin Khasanah

NIM: 2108016027

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

2025

HALAMAN JUDUL

PENGARUH VARIASI KONSENTRASI FOSFOR TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN FLAVONOID SERTA ANTOSIANIN DAUN BAYAM MERAH (*Amaranthus cruentus* L.)

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Biologi dalam Ilmu Biologi



Oleh: Siti Amirotin Khasanah

NIM: 2108016027

PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO

SEMARANG

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Siti Amirotin Khasanah

NIM : 2108016027

Jurusan : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI FOSFOR
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN FLAVONOID
SERTA ANTOSIANIN DAUN BAYAM MERAH (*Amaranthus
cruentus* L.)**

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

Semarang, 15 April 2024

Pembuat Pernyataan,



Siti Amirotin Khasanah

NIM: 2108016027



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 : Pengaruh Variasi Konsentrasi Fosfor terhadap
Pertumbuhan dan Kandungan Flavonoid serta Antosianin
Daun Bayam Merah (*Amaranthus cruentus* L.)

Penulis : **Siti Amirotin Khasanah**

NIM : 2108016027

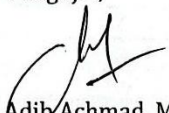
Jurusan : Biologi

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

Semarang, 21 April 2025

DEWAN PENGUJI

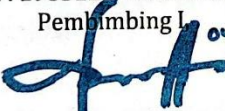
Penguji I,


Chusnul Adib Achmad, M.Si.
NIP. 198712312019031018

Penguji III,


Dian Triastari Armanda, M.Si.
NIP. 198312212011012004

Pembimbing I,


Dian Triastari Armanda, M.Si.
NIP. 198312212011012004

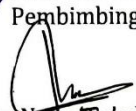
Penguji II,


Niken Kusumarini, M.Si.
NIP. 198902232019032015

Penguji IV,


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

Pembimbing II,


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

NOTA DINAS

Semarang, 15 April 2025

Yth. Ketua Program Studi Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya sudah melaksanakan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengaruh Variasi Konsentrasi Fosfor Terhadap
Pertumbuhan dan Kandungan Flavonoid serta
Antosianin Daun Bayam Merah (*Amaranthus
cruentus* L.)

Penulis : Siti Amirotin Khasanah

NIM : 2108016027

Jurusan : Biologi

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

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing,



Dian Triastari Armanda, M.Si.

NIP. 198312212011012004

NOTA DINAS

Semarang, 15 April 2025

Yth. Ketua Program Studi Biologi

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum. wr. wb.

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

Judul : Pengaruh Variasi Konsentrasi Fosfor Terhadap
Pertumbuhan dan Kandungan Flavonoid serta
Antosianin Daun Bayam Merah (*Amaranthus
cruentus* L.)

Penulis : Siti Amirotin Khasanah

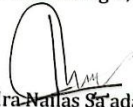
NIM : 2108016027

Jurusan : Biologi

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

Wassalamu'alaikum. wr.wb.

Pembimbing II,



Ira Nallas Sa'adah, M.Si.

NIP. 199204032019032021

MOTTO

“Setetes keringat orang tuaku yang keluar, ada seribu langkahku untuk maju”

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(Q.S. Al-Insyirah:5)

“Terbentur lalu terbentuk, bukan cepat namun tepat, selalu ada harga dalam sebuah proses. Pengayom terkuat adalah diri sendiri, pergilah ke kota orang dan pulanglah dengan membawa gelar sarjanamu, peluk dan katakanlah pada mereka bahwa kamu berhasil menyelesaikan misimu”

“Sura dira jayaningrat lebur dening pangastuti”

ABSTRAK

Bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) adalah jenis sayuran tahan penyakit namun produktivitasnya masih rendah. Pertumbuhan dan kandungan metabolit sekunder bayam merah dapat dipengaruhi oleh budidaya yang digunakan dan makronutrien, di antaranya yaitu fosfor. Fosfor berperan dalam pembelahan sel, pembentukan energi, dan sintesis metabolit sekunder, di antaranya flavonoid dan antosianin. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi fosfor terhadap pertumbuhan dan kandungan flavonoid serta antosianin daun bayam merah yang dibudidayakan dengan metode hidroponik sumbu (*wick*). Metode penelitian ini dikerjakan secara eksperimental memakai desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada 5 perlakuan dengan 4 ulangan yaitu P0 (Fosfor 0%); P1 (Fosfor 50%), P2 (Fosfor 100%); P3 (Fosfor 150%); dan P4 (Fosfor 200%). Parameter yang diteliti terdiri dari tinggi bayam merah, jumlah helai daun, panjang akar, berat basah, berat kering, indeks pertumbuhan, kadar total flavonoid dan antosianin daun bayam merah. Budidaya yang digunakan yaitu hidroponik sumbu (*wick*). Hasil penelitian diolah dengan SPSS 25 melalui analisis data secara parametrik dan nonparametrik yang menunjukkan bahwa variasi konsentrasi fosfor berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bayam merah. Pengamatan dilakukan dari 1 MST hingga 5 MST di *greenhouse*, UIN Walisongo. Perlakuan P0 (0%) menghasilkan tinggi bayam merah dan panjang akar paling tinggi. Perlakuan P2 (100%) nilainya paling tinggi terhadap berat basah dan berat kering. P3 (150%) paling banyak menghasilkan jumlah helai daun. Sementara pada P4 (200%) menurunkan nilai pertumbuhan pada semua parameter. Kandungan flavonoid tidak berbeda nyata secara statistik, namun P1 (50%) berbeda nyata dibandingkan P0 (0,046). Kandungan antosianin dipengaruhi oleh perlakuan fosfor, dengan hasil berbeda nyata pada beberapa uji statistik, di mana P1 menunjukkan kadar relatif lebih tinggi dan P3 lebih rendah.

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

ABSTRACT

Red spinach (*Amaranthus cruentus* L.) is a type of vegetable that is resistant to disease but its productivity is still low. The growth and secondary metabolite content of red spinach can be influenced by the cultivation used and macronutrients, including phosphorus. Phosphorus plays a role in cell division, energy formation, and the synthesis of secondary metabolites, including flavonoids and anthocyanins. The purpose of this study was to determine the effect of variations in phosphorus concentration on the growth and flavonoid and anthocyanin content of red spinach leaves cultivated using the wick hydroponic method. This research method was carried out experimentally using a Completely Randomized Design (CRD) design in 5 treatments with 4 replications, namely P0 (Phosphorus 0%); P1 (Phosphorus 50%), P2 (Phosphorus 100%); P3 (Phosphorus 150%); and P4 (Phosphorus 200%). The parameters studied consisted of red spinach height, number of leaves, root length, wet weight, dry weight, growth index, total flavonoid and anthocyanin levels of red spinach leaves. The cultivation used was wick hydroponics. The results of the study were processed with SPSS 25 through parametric and nonparametric data analysis which showed that variations in phosphorus concentration significantly affected the growth of red spinach. Observations were made from 1 MST to 5 MST in the greenhouse, UIN Walisongo. Treatment P0 (0%) produced the highest red spinach height and root length. Treatment P2 (100%) had the highest value for wet weight and dry weight. P3 (150%) produced the most number of leaves. While P4 (200%) reduced the growth value in all parameters. The flavonoid content was not statistically significantly different, but P1 (50%) was significantly different compared to P0 (0.046). Anthocyanin content was affected by phosphorus treatment, with significantly different results in several statistical tests, where P1 showed relatively higher levels and P3 lower.

Keywords: Anthocyanin, Red spinach (*Amaranthus cruentus* L.), Flavonoids, Phosphorus, Growth.

TRANSLITERASI ARAB-LATIN

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

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 = أو

ai = اي

KATA PENGANTAR

Puji syukur *Alhamdulillah* penulis ucapkan kepada kehadirat Allah SWT yang sudah melimpahkan rahmat dan taufiq-Nya sehingga penulis mampu menyusun dan menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada baginda tercinta Nabi Muhammad SAW sebagai suri teladan yang baik untuk seluruh umatnya dan berharap mendapatkan syafa'atnya di yaumul akhir kelak. Skripsi yang berjudul **“Pengaruh Variasi Konsentrasi Fosfor Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Flavonoid serta Antosianin Daun Bayam Merah (*Amaranthus cruentus* L.)”** disusun agar terpenuhinya persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Sains di Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang sudah menolong karena dalam tahap penelitian dan penyusunan skripsi ini tidak dapat berjalan dengan baik dan lancar tanpa adanya do'a, dukungan, bimbingan maupun arahan dari berbagai pihak, yaitu kepada:

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

3. Dr. Dian Ayuning Tyas, M.Biotech. selaku Ketua Program Studi Biologi di UIN Walisongo Semarang.
4. Abdul Malik, M.Si. selaku Wali Dosen yang sudah membimbing dan memberikan nasihat maupun pengarahan selama menjalani pendidikan di UIN Walisongo Semarang.
5. Dian Triastari Armanda, M.Si. selaku Pembimbing I yang selalu sabar membimbing dan memberikan nasihat ataupun masukan serta senantiasa mendorong proses penelitian sehingga skripsi ini dapat selesai dengan tepat waktu.
6. Ira Nailas Sa'adah, M.Si. selaku Pembimbing II yang telah memberikan ide, memfasilitasi penelitian, selalu sabar membimbing dan memberikan nasihat ataupun masukan sehingga riset dan penulisan skripsi dapat berjalan lancar.
7. Chusnul Adib Achmad, M.Si. selaku penguji I dan Niken Kusumarini, M.Si. selaku penguji II yang sudah bersedia menguji dan memberikan saran serta arahan terhadap penulis sehingga skripsi penulis dapat tersusun dengan baik.
8. Sumiati, S. Pd. dan Bapak Erwin Edy Wibowo, S.Pd. selaku Laboran di Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang sudah membantu dan memberikan pengarahan selama proses pengujian sampel.
9. Bapak Solikin sebagai kepala keluarga yang senantiasa bekerja keras dan banyak berkorban demi penulis, memberikan kasih sayang dan perhatian sebaik mungkin selama menempuh

pendidikan dan pengerjaan skripsi ini sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu.

10. Ibu Parsini selaku Ibu dalam keluarga yang sudah senantiasa merawat, mendidik, dan mendo'akan yang terbaik untuk penulis sehingga proses riset dalam skripsi ini dimudahkan oleh Allah dan berjalan dengan baik.
11. Nadia Lailatus Saidah dan Najma Nur Amania, kedua adik saya yang sudah memotivasi saya sebagai anak pertama untuk senantiasa kuat dan mampu melewati segala proses mendapatkan gelar Sarjana Sains.
12. Diriku sendiri yang sudah berjuang dan dapat melewati semua prosesnya dengan sabar serta bertahan sampai di titik ini sehingga dapat memperoleh gelar Sarjana Sains.
13. Arif Yulianto, yang selalu mendengarkan keluh kesah peneliti, memberi dukungan, motivasi, dan menemani peneliti sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
14. Lina Faridotul Khoiriyah, yang senantiasa menolong dan mengarahkan peneliti selama proses penelitian dan penyusunan skripsi sehingga skripsi dapat diselesaikan dengan baik.
15. Sahabat dan teman-teman saya, Wildan Fatur Dafa, Sarah Raudhotul Aulia, Muqadimatul Ainia, Muhammad Yusrun Ni'am, Alfi Syaefudin yang senantiasa memberi dukungan dan bantuan selama proses penyusunan skripsi.

16. Teman-teman Biologi A angkatan 2021 yang sudah kebersamai peneliti selama belajar di UIN Walisongo dan sama-sama berjuang untuk memperoleh gelar Sarjana Sains.
17. Teman-teman Gang *Cruentus*, Muqodimatul Ainia, Azka Azkia, Ilma Ayunda Arum, dan Fitri Azizah, yang kebersamai peneliti dalam melaksanakan penelitian sehingga peneliti semangat mengerjakan penelitian.
18. Teman-teman KKN MMK kelompok 6 2024 yang senantiasa memberi dukungan dan kebersamai peneliti dari KKN hingga mendapatkan gelar Sarjana Sains.

Penulis menyadari jika saat proses penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan sehingga penulis memohon maaf atas ketidak sempurnaan dalam penulisan tersebut. Penulis juga berharap semoga skripsi ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Semarang, 15 April 2024

Penulis,

Siti Amirotin Khasanah

NIM. 2108016027

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN.....	iii
NOTA DINAS.....	iv
NOTA DINAS.....	v
MOTTO	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
TRANSLITERASI ARAB-LATIN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian	5
BAB II LANDASAN TEORI.....	7
A. Tinjauan Pustaka	7
1. Bayam Merah (<i>Amaranthus cruentus</i> L.)	7
2. Budidaya Bayam Merah (<i>Amaranthus cruentus</i> L.).....	10
3. Nutrisi Pertumbuhan Bayam Merah (<i>Amaranthus</i> <i>cruentus</i> L.).....	13
4. Hidroponik.....	19
5. Flavonoid dan Antosianin.....	22
B. Kajian Penelitian Relevan	24
C. Kerangka Berpikir	34

D. Hipotesis Penelitian.....	35
BAB III METODE PENELITIAN.....	36
A. Jenis Penelitian	36
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	36
C. Rancangan Penelitian	36
D. Populasi dan Sampel Penelitian	38
E. Variabel Penelitian.....	39
F. Alat dan Bahan.....	40
G. Prosedur Penelitian.....	41
1. Penyemaian benih.....	41
2. Pembuatan larutan stok nutrisi	41
3. Penanaman bibit.....	44
4. Parameter penelitian.....	44
5. Pemeliharaan tanaman	51
H. Analisis Data	53
1. Uji parametrik.....	53
2. Uji nonparametrik.....	56
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	58
A. Hasil penelitian.....	59
1. Pertumbuhan bayam merah.....	59
2. Flavonoid dan antosianin.....	79
3. Faktor abiotik pertumbuhan bayam merah.....	85
B. Pembahasan.....	88
1. Pertumbuhan bayam merah.....	88
2. Flavonoid dan Antosianin.....	104
3. Faktor abiotik bayam merah	108
BAB V KESIMPULAN	116
A. Kesimpulan	116
B. Saran	117
DAFTAR PUSTAKA	119
LAMPIRAN.....	137
RIWAYAT HIDUP	172

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Konsentrasi unsur hara esensial makro dan mikro tanaman (Resh, 2013).....	15
Tabel 2. 2 Kajian penelitian relevan.....	24
Tabel 3. 1 Rancangan unit percobaan	37
Tabel 3. 2 Komposisi modifikasi larutan nutrisi Hoagland	42
Tabel 4. 1 Hasil rata-rata tinggi tanaman 1 MST-5 MST	60
Tabel 4. 2 Hasil rata-rata jumlah daun bayam merah 1 MST-5 MST	66
Tabel 4. 3 Hasil rata-rata panjang akar dan indeksinya.....	73
Tabel 4. 4 Hasil rata-rata berat basah dan indeksinya 5 MST ..	75
Tabel 4. 5 Hasil rata-rata berat kering	77
Tabel 4. 6 Tingkat kekeruhan warna	81
Tabel 4. 7 Kadar Total Flavonoid.....	83
Tabel 4. 8 Kadar total antosianin.....	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bayam merah (<i>Amaranthus cruentus</i> L.) (GBIF, 2024)	8
Gambar 2. 2 Desain instalasi hidroponik sistem sumbu (Kamalia et al., 2017)	21
Gambar 2. 3 Skema kerangka berpikir penelitian	34
Gambar 4. 1 Penyemaian benih bayam merah	58
Gambar 4. 2 Grafik rata-rata tinggi bayam merah dan standar deviasinya. MST: Minggu Setelah Tanam	61
Gambar 4. 3 Grafik rata-rata jumlah daun bayam merah dan standar deviasinya	67
Gambar 4. 4 P0 dan P1 daun sedikit melipat dan kisut	71
Gambar 4. 5 P2 dan P3 normal	71
Gambar 4. 6 P4 jumlah helai daun lebih sedikit dari perlakuan lainnya	71
Gambar 4. 7 Grafik rata-rata panjang akar dan standar deviasinya	73
Gambar 4. 8 Grafik rata-rata berat basah	75
Gambar 4. 9 Grafik rata-rata berat kering	78
Gambar 4. 10 Hasil warna senyawa flavonoid	81

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil perhitungan NH_4Cl yang dibutuhkan.....	131
Lampiran 1 Hasil perhitungan NH_4Cl yang dibutuhkan	137
Lampiran 2. Hasil pengamatan faktor abiotik.....	138
Lampiran 3 . Hasil pengamatan pH dan TDS	139
Lampiran 4. Hasil pengamatan tinggi tanaman 1 MST-5 MST.	140
Lampiran 5. Uji normalitas tinggi bayam merah	141
Lampiran 6. Uji homogenitas tinggi bayam merah.....	143
Lampiran 7. Uji ANOVA tinggi bayam merah	145
Lampiran 8. Uji Duncan tinggi bayam merah.....	146
Lampiran 9 . Jumlah daun bayam merah 1 MST-5 MST	147
Lampiran 10. Uji Kruskal-Wallis jumlah daun bayam merah... ..	148
Lampiran 11. Uji Mann-Whitney jumlah daun bayam merah ..	149
Lampiran 12. Panjang akar (5 MST)	150
Lampiran 13. Uji normalitas panjang akar	151
Lampiran 14. Uji homogenitas panjang akar.....	151
Lampiran 15. Uji ANOVA panjang akar	152
Lampiran 16. Uji Duncan panjang akar.....	152
Lampiran 17. Berat basah 5 MST	153
Lampiran 18. Uji normalitas berat basah.....	154
Lampiran 19. Uji homogenitas berat basah	154
Lampiran 20. Uji Welch ANOVA berat basah bayam merah	155
Lampiran 21. Berat kering 5 MST	155
Lampiran 22. Uji normalitas berat kering	156
Lampiran 23. Uji homogenitas berat kering.....	157
Lampiran 24. Uji Welch ANOVA berat kering	157
Lampiran 25. Uji Games-Howell berat kering.....	158
Lampiran 26. Indeks tinggi bayam merah.....	160
Lampiran 27. Indeks jumlah daun bayam merah.....	161
Lampiran 28. Indeks panjang akar bayam merah.....	162
Lampiran 29. Indeks berat basah bayam merah.....	163
Lampiran 30. Indeks berat kering bayam merah	164
Lampiran 31. Kurva standard kuersetin	165

Lampiran 32. Hasil pengukuran absorbansi larutan standar kuersetin	165
Lampiran 33. Uji Kruskal-Wallis flavonoid	166
Lampiran 34. Uji Mann-Whitney flavonoid.....	166
Lampiran 35. Uji normalitas kadar total antosianin	166
Lampiran 36. Uji homogenitas kadar total antosianin	167
Lampiran 37. Uji ANOVA Welch kadar total antosianin	167
Lampiran 38. Uji Games-Howell kadar total antosianin.....	168

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sayuran merupakan sumber nutrisi penting yang sangat dibutuhkan oleh tubuh. Salah satu jenis sayuran bergizi yang memiliki produktivitas rendah adalah bayam merah. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2023, produksi bayam pada tahun 2018 mencapai 162.277 ton, namun mengalami penurunan menjadi 157.024 ton pada tahun 2020. Selanjutnya, pada tahun 2021 produksinya meningkat secara signifikan menjadi 171.706 ton, tetapi kembali turun pada tahun 2022 menjadi 170.821 ton.

Salah satu penyebab utama rendahnya produktivitas bayam merah adalah penggunaan metode budidaya yang masih bersifat konvensional dengan media tanam berupa tanah (Silviyanti & Sari, 2018). Sementara kondisi lahan pertanian saat ini semakin rusak akibat degradasi tanah dan intensifikasi yang tidak terkendali, sehingga menurunkan ketersediaan makronutrien di dalam tanah, termasuk fosfor (Gulo *et al.*, 2024). Salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menggunakan budidaya hidroponik *wick system*. Kelebihan dari sistem ini yaitu mampu menghasilkan tanaman yang tumbuh subur, meskipun perawatannya rendah. Selain itu, perpindahan

tanaman juga tidak terlalu dibutuhkan serta pergerakan atau perpindahan tidak terlalu banyak dibutuhkan, serta tidak membutuhkan alat berteknologi tinggi seperti mesin atau pompa dalam penggunaannya, sehingga tergolong cukup praktis (Berliana *et al.*, 2023).

Bayam merah adalah bagian dari tumbuhan yang kaya serat dan diketahui mempunyai beragam manfaat kesehatan. Sayuran berwarna merah ini mengandung lebih dari satu zat aktif seperti saponin, skualena, dan flavonoid, serta pigmen merah berupa senyawa fenolik yang disebut antosianin. Berdasarkan zat aktif tersebut, flavonoid dan antosianin merupakan senyawa yang berfungsi aktif sebagai antioksidan. Flavonoid mempunyai potensi dalam menangkal radikal bebas dan menurunkan risiko penyakit jangka panjang (Khoerunnisa *et al.*, 2023), sedangkan antosianin pada tanaman bermanfaat untuk pewarna, pelindung tanaman dari biotik dan abiotik, serta terhadap radiasi sinar UV-B (Priska *et al.*, 2018). Flavonoid dan antosianin berperan sebagai antioksidan yang melindungi bayam merah dari stres lingkungan dan penyakit, serta membantu menjaga kesehatan dan warna daun (Astuti & Respatie, 2022). Selain itu, bayam merah juga kaya akan vitamin, protein, karbohidrat, lemak, serta mineral seperti zat besi, magnesium, mangan, kalium, dan kalsium. Vitamin

yang terdapat dalam bayam merah meliputi vitamin A, vitamin C, dan vitamin E (Manurung *et al.*, 2020).

Nutrisi makro seperti fosfor (P) memainkan peran penting dalam pertumbuhan tanaman dan produksi metabolit sekunder (Asril *et al.*, 2023). Fosfor berperan penting dalam pembentukan tunas, akar, bunga, dan daun. Fosfor juga dapat mempengaruhi sintesis senyawa bioaktif seperti flavonoid dan antosianin (Ekawati, 2023). Flavonoid adalah kelompok polifenol yang terdiri dari 15 atom karbon. Dimana dua cincin benzena (C6) terikat oleh rantai propana (C3). Flavonoid berfungsi sebagai antioksidan, antiinflamasi, antibakteri dan antijamur (Susila Ningsih, I., *et al.*, 2020). Sementara antosianin merupakan bagian dari flavonoid yang memberi warna merah, biru, dan ungu pada buah, sayur, bunga, dan tanaman lain. Senyawa ini bermanfaat bagi kesehatan diantaranya sebagai antioksidan dan antiinflamasi (Kurniawan, 2023). Penelitian terkait pengaruh variasi konsentrasi fosfor terhadap pertumbuhan tanaman sudah ada dilakukan, namun banyak yang menggunakan media tanah, sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Rianditya & Hartatik (2022) yang meneliti pengaruh pemberian pupuk fosfor terhadap pertumbuhan vegetatif tebu varietas Bululawang hasil mutasi. Sedangkan penelitian terkait

pengaruh variasi konsentrasi fosfor terhadap kandungan flavonoid dan antosianin daun bayam merah belum ditemukan, sehingga penelitian tentang variasi konsentrasi fosfor terhadap pertumbuhan dan kandungan flavonoid serta antosianin daun bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) perlu dilakukan untuk mendukung teknik budidaya bayam merah yang lebih optimal.

Sebagai upaya meningkatkan produksi bayam merah yang tidak hanya unggul dalam aspek pertumbuhan, namun juga mempunyai kandungan flavonoid dan antosianin yang tinggi, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi konsentrasi fosfor terhadap pertumbuhan dan kadar total flavonoid serta antosianin pada daun bayam merah. Melalui pemahaman tentang pengaruh fosfor terhadap pertumbuhan dan kandungan flavonoid dan antosianin, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan teknik budidaya bayam merah yang lebih optimal dan berkualitas tinggi.

B. Rumusan Masalah

1. Apakah variasi konsentrasi fosfor berpengaruh terhadap pertumbuhan bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.)?
2. Apakah variasi konsentrasi fosfor berpengaruh terhadap kandungan flavonoid daun bayam merah (*A. cruentus* L.)?
3. Apakah variasi konsentrasi fosfor berpengaruh terhadap kandungan antosianin daun bayam merah (*A. cruentus* L.)?

C. Tujuan penelitian

1. Menganalisis pengaruh variasi konsentrasi fosfor terhadap pertumbuhan bayam merah (*A. cruentus* L.).
2. Menganalisis pengaruh variasi konsentrasi fosfor terhadap kandungan flavonoid pada daun bayam merah (*A. cruentus* L.).
3. Menganalisis pengaruh variasi konsentrasi fosfor terhadap kandungan antosianin pada daun bayam merah (*A. cruentus* L.).

D. Manfaat Penelitian

1. Bagi Penulis

Memberikan pemahaman terkait dengan pengaruh fosfor terhadap pertumbuhan dan senyawa flavonoid dan antosianin daun bayam merah, serta

meningkatkan keterampilan dalam riset ilmiah dan analisis data.

2. Bagi Pembaca

Menyediakan informasi penting tentang manfaat fosfor bagi tanaman bayam merah, yang dapat dipakai untuk menaikkan produksi dan mutu hasil panen.

3. Bagi Institusi

Menjadi referensi di bidang botani, mendukung materi ajar, dan memperkuat reputasi prodi dalam riset fisiologi tumbuhan, biokimia, dan bioteknologi.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Bayam Merah (*Amaranthus cruentus* L.)

Bayam merah adalah tumbuhan yang hidup di wilayah tropis dan subtropis, asalnya dari Amerika serta Selandia Baru. Tanaman ini menyebar ke Indonesia pada abad ke-19 dan menjadi bagian dari jenis bayam cabut dengan karakteristik warna merah pada tanamannya. Umumnya, tanaman ini digunakan sebagai bahan makanan, seperti sayur dan keripik. Selain itu, akarnya juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengobatan tradisional (D. E. Putri, 2024).

Bayam merah termasuk dalam keluarga *Amaranthaceae*, adalah sayuran herba yang dapat tumbuh hingga 1,5 meter dengan ciri khas warna merah di seluruh bagian tumbuhannya (D. E. Putri, 2024). Bayam ini mempunyai akar tunggang dan serabut yang tumbuh dangkal, berfungsi meresap air serta nutrisi dari tanah dan menopang pertumbuhannya. Daunnya memiliki bentuk oval, warnanya merah, dengan tepi rata, serta berperan dalam penyerapan nutrisi dan proses penguapan (Waryoso, 2018). Batangnya berwarna kemerahan, tebal, berdaging, dan mengandung banyak air, cocok untuk tumbuh di musim hujan (Juliastuti *et al.*,

2021). Bunganya berkelamin tunggal, tersusun dalam malai, dengan penyerbukan dibantu angin dan serangga, sementara buahnya kecil dan mengandung biji berwarna coklat kehitaman yang mudah hancur (Putri, 2024).

Klasifikasi dari tanaman bayam merah yaitu sebagai berikut (ITIS, 2024):

Kingdom : Plantae

Filum : *Tracheophyta*

Kelas : *Magnoliopsida*

Ordo : *Caryophyllales*

Famili : *Amaranthaceae*

Genus : *Amaranthus*

Species : *Amaranthus cruentus* L.



Gambar 2. 1 Bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.)
(GBIF, 2024)

(<https://www.gbif.org/search?q=amaranthus%20cruentus>)

Bayam merah mengandung mineral penting untuk tubuh, misalnya vitamin A, vitamin C, protein, serta antioksidan polifenol dalam jumlah tinggi (Pebrianti *et al.*, 2015). Bayam ini juga mengandung flavonoid dan antosianin. Flavonoid berperan penting dalam aktivitas antioksidan tinggi karena adanya gugus hidroksil pada struktur kimianya yang bisa disumbangkan untuk menetralkan radikal bebas. Kandungan flavonoid, hidroksibenzoat, dan asam hidroksisinamat dalam bayam merah mampu meningkatkan aktivitas antioksidan pada tingkat seluler (Pratiwi, 2017). Adapun antioksidan menurut penelitian Fevria *et al.* (2023) antioksidan betakaroten yang memiliki peran serupa dengan antosianin, yakni sebagai antioksidan yang sangat krusial bagi tubuh. Selain itu. Kandungan vitamin seperti vitamin A dan C, serta serat dalam bayam merah dapat membantu melawan kanker, mendukung kesehatan pencernaan, menjaga kekuatan tulang, dan mencegah osteoporosis. Selain itu, bayam merah juga bermanfaat untuk kesehatan mata dengan mengurangi dampak sinar UV dan mencegah katarak terkait penuaan (Fevria *et al.*, 2023). Kebermanfaatan bayam merah tersebut juga berhubungan dengan hadis dalam Kitab

Shahih Al-Bukhari, ath-thibb, hadis No. 567 sebagai berikut:

مَا أَنْزَلَ اللَّهُ دَاءً إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً

Artinya: *"Tidaklah Allah menurunkan suatu penyakit kecuali Dia juga menurunkan penawarnya."*

Hadist tersebut memperkuat jika umat Muslim dapat mempelajari ilmu tumbuhan untuk pengobatan, termasuk kandungan gizi bayam merah sebagai bagian dari pengobatan atau pencegahan (HR. Bukhori No. 5678).

2. Budidaya Bayam Merah (*Amaranthus cruentus* L.)

Tanaman ini cukup mudah dibudidayakan, karena tergolong tahan terhadap air dan sinar matahari yang kuat. Bayam mampu tumbuh setiap tahun, baik di dataran rendah maupun tinggi dengan ketinggian berkisar 5-2000 MDPL. Tanaman ini cenderung suka tanah yang subur, lembut, kaya akan nutrisi, serta memiliki kandungan bahan organik tinggi, dengan tingkat keasaman tanah (pH) sekitar 6-7. Bayam merah memerlukan suhu antara 17-28°C, kelembapan 40-60%, serta paparan sinar matahari yang cukup untuk mendukung pertumbuhan yang maksimal (Juliastuti *et al.*, 2021).

Media budidaya bayam merah dapat dikerjakan dengan beragam teknik, di antaranya yaitu dengan hidroponik. Hidroponik adalah cara budidaya tanaman yang tidak memakai media tanah, di mana prosesnya dilakukan dengan memanfaatkan air sebagai pengganti tanah (Siregar & Novita, 2021).

Pertumbuhan bayam merah dipengaruhi oleh dua faktor, di antaranya faktor internal dan eksternal. Faktor internal terdiri dari genetik dan hormon. Gen bertanggung jawab atas sintesis enzim yang mengatur proses kimiawi dalam sel, sementara hormon merupakan senyawa organik yang memicu respons fisiologis pada tanaman. Faktor eksternal mencakup nutrisi dan air, cahaya, oksigen, suhu, serta kelembapan (Hasmiati *et al.*, 2017). Terkait dengan nutrisi dan air, nutrisi adalah zat yang diperlukan oleh organisme agar tumbuh dan berkembang selaras dengan dengan kegunaannya. Nutrisi harus ada dalam jumlah yang cukup dan proporsional. Tumbuhan memperoleh nutrisi dari tanah dan udara. Unsur-unsur yang diperlukan tumbuhan terbagi menjadi dua jenis, yaitu senyawa organik (C, H, O, dan N) dan mineral anorganik (Fe^{2+} , Ca^{2+} , dan lainnya). Sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan, unsur-unsur ini dibagi menjadi dua

kategori: unsur makro, yang diperlukan dalam jumlah besar seperti C, H, O, N, P, K, S, dan asam nukleat; serta unsur mikro, yang diperlukan dalam jumlah kecil seperti Cl, Mn, Fe, Cu, Zn, B, dan Mo (Hasmiati *et al.*, 2017). Cahaya mempengaruhi berbagai proses fisiologis pada tumbuhan seperti terbentuknya klorofil, fotosintesis, fototropisme, dan fotoperiodisme. Cahaya yang cukup menambah kerja enzim agar produksi klorofil dan mempengaruhi laju fotosintesis. Dengan kata lain, cahaya membantu mengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman dari hasil fotosintesis, yaitu karbohidrat, dipakai untuk membentuk organ tanaman. Oksigen juga berperan dalam pertumbuhan tumbuhan melalui respirasi, yang menghasilkan energi untuk proses seperti perkecambahan dan aktivitas tumbuhan. Enzim dalam tumbuhan mempengaruhi pertumbuhan, dan suhu memengaruhi kerja enzim. Setiap spesies tumbuhan memiliki batas suhu minimum, rentang suhu optimum, dan suhu maksimum tertentu. Pada suhu di bawah batas minimum, tanaman tidak akan tumbuh; pertumbuhan optimal terjadi pada rentang suhu di atas batas maksimum, pertumbuhan terhambat atau bahkan menyebabkan kematian tanaman. Selain itu, kelembapan udara turut memengaruhi laju transpirasi.

Ketika kelembapan udara rendah, laju transpiransi meningkat, sehingga akar terdorong untuk menyerap lebih banyak air dan unsur udara, yang pada akhirnya dapat merangsang pertumbuhan tanaman (Hasmiati *et al.*, 2017).

Setelah mengalami masa pertumbuhan dan perkembangan, bayam merah akan siap dipanen sesudah berumur 25-35 hari dan dapat dimanfaatkan untuk kesehatan tubuh (Prasetyo *et al.*, 2020).

3. Nutrisi Pertumbuhan Bayam Merah (*Amaranthus cruentus* L.)

Nutrisi yang tepat sangat penting untuk pertumbuhan optimal bayam merah. Hara nutrisi esensial terbagi menjadi makro dan mikro, di mana makronutrien adalah unsur hara paling diperlukan oleh tanaman dalam jumlah banyak, meliputi elemen seperti C, H, O, N, P, K, Ca, S, dan Mg. Mikronutrien terdiri dari elemen seperti Fe, Cl, Mn, B, Zn, Cu, dan Mo yang diperlukan tanaman dengan jumlah yang cenderung sedikit (Rika, 2022). Kadar relatif unsur hara, baik makro maupun mikro, merupakan indikator krusial dalam menilai keseimbangan nutrisi pada bayam merah. Setiap unsur hara memiliki tingkat optimal yang idealnya terdapat dalam jaringan tanaman. Misalnya, nitrogen

dan fosfor umumnya memiliki kadar yang lebih tinggi dibandingkan unsur hara lain karena perannya yang penting dalam proses fotosintesis dan perkembangan jaringan baru. Sebaliknya, mikronutrien seperti besi (Fe) dan seng (Zn) memiliki kadar yang relatif rendah, namun tetap vital bagi aktivitas enzimatik dan pembentukan klorofil. Ketidakseimbangan kadar unsur-unsur ini sering kali memengaruhi kondisi fisiologis tanaman, yang ditunjukkan oleh gejala visual seperti klorosis, nekrosis, atau pertumbuhan yang terhambat (Wahidah, B.F., 2020). Konsentrasi relatif unsur hara yang ideal penting untuk memastikan bahwa bayam merah memperoleh nutrisi dalam proporsi yang tepat, sehingga menghasilkan tanaman yang sehat dan produktif. Konsentrasi relatif unsur hara makro ataupun mikro pada tanaman bisa dilihat dalam Tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Konsentrasi unsur hara esensial makro dan mikro tanaman (Resh, 2013)

Unsur Hara	Simbol	Bentuk Tersedia Bagi Tanaman	Berat Atom	Ppm	Konsentrasi Dalam Jaringan Tanaman (%)
Unsur Hara Makro					
Hidrogen	H	H ₂ O	1,01	60.000	6
Karbon	C	CO ₂	12,01	450.000	45
Oksigen	O	O ₂ , H ₂ O	16,00	450.000	45
Nitrogen	N	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺	14,01	15.000	1,5
Kalium	K	K ⁺	39,10	10.000	1,0
Kalsium	Ca	Ca ₂ ⁺	40,08	5.000	0,5
Magnesium	Mg	Mg ₂ ⁺	24,32	2.000	0,2
Fosfor	P	H ₂ P ₄ ⁻ , HPO ₄ ²⁻	30,98	2.000	0,2
Belerang	S	SO ₄ ²⁻	32,07	1.000	0,1
Unsur Hara Mikro					
Klor	Cl	Cl ⁻	35,46	100	0,01
Besi	Fe	Fe ³⁺ , Fe ²⁺	55,85	100	0,01
Mangan	Mn	Mn ²⁺	54,94	50	0,005
Boron	B	BO ₃ ²⁻ , B ₄ O ₇ ²⁻	10,82	20	0,002
Seng	Zn	Zn ²⁺	65,38	20	0,002
Tembaga	Cu	Cu ²⁺ , Cu ⁺	63,54	6	0,0006
Molibdinum	Mo	MoO ₄ ²⁻	95,96	0,1	0,00001

Elemen hara diserap tanaman melalui akar, daun, atau organ lainnya, termasuk batang. Tanaman biasanya memperoleh nutrisi yang bentuknya ion atau senyawa. Setiap unsur hara yang diserap mempunyai peran penting, baik untuk pertumbuhan vegetatif, mendukung metabolisme, penyusun klorofil dan enzim, serta berfungsi sebagai katalis dan aktivator enzim (Mansyur, N.I. *et al.*, 2021). Berikut merupakan peran dari setiap

unsur hara makro dan mikro untuk tanaman (Mansyur, N. I. *et al.*, 2021):

- a. Karbon (C), Hidrogen (H), dan Oksigen (O): membentuk protein, lemak, karbohidrat, senyawa organik, dan asam nukleat.
- b. Nitrogen (N): membentuk protein, asam amino, dan lemak; komponen klorofil untuk fotosintesis; mendorong pertumbuhan vegetatif, pembentukan tunas, dan menghasilkan warna hijau pada tanaman.
- c. Fosfor (P): membentuk DNA, ADP, dan ATP; komponen inti sel, lemak, dan protein; merangsang pertumbuhan akar dan sistem perakaran; mempercepat pembungaan dan pematangan buah/biji; serta meningkatkan konversi bunga menjadi buah/biji.
- d. Kalium (K): mempercepat proses transportasi serta produksi ion dalam sel tumbuhan; mendukung jalannya fotosintesis; dan turut berperan dalam sintesis protein serta pembentukan karbohidrat. Selain itu, unsur ini juga berkontribusi dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit, serta merangsang aktivitas meristem

untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal.

- e. Kalsium (Ca): menyusun dinding sel, menghasilkan serat dan kayu keras; mendorong pembentukan biji dan rambut akar.
- f. Magnesium (Mg): membentuk klorofil dan mengaktifkan enzim metabolisme; meningkatkan kandungan minyak tanaman.
- g. Belerang (S): membentuk asam amino, protein, klorofil, dan vitamin; membantu pembentukan bintil akar pada tanaman leguminosa.
- h. Tembaga (Cu): sebagai unsur enzim fotosintesis; berkontribusi dalam metabolisme karbohidrat dan protein serta penyerapan nitrogen.
- i. Seng (Zn): bertindak sebagai pengaktif enzim dan pemicu pematangan sel.
- j. Mangan (Mn): sebagai pengaktif enzim, fotosintesis, metabolisme, dan asimilasi nitrogen; mendorong pertumbuhan biji dan pematangan buah.
- k. Besi (Fe): berpartisipasi dalam proses sintesis klorofil, reaksi redoks, dan penyerapan nitrogen.
- l. Molibdenum (Mo): penting dalam tahap fiksasi nitrogen.

- m. Boron(B): sebagai komponen dinding sel sehingga kualitas tanaman sayuran, buah-buahan, dan juga tanaman leguminosae meningkat.
- n. Klor(Cl): berpartisipasi dalam proses fotosintesis.

Fosfor (P) adalah makronutrien penting bagi tanaman yang diperlukan dalam jumlah banyak. Fosfor di tanah ada dalam dua bentuk: organik dan anorganik. Bentuk organikya termasuk inositol fosfat, khususnya heterofosfat, sedangkan bentuk anorganiknya antara lain Al-P, Fe-P, dan Ca-P. Fosfor yang secara instan diserap tanaman yaitu yang ada di tanah, berupa ion ortofosfat H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} . Ketersediaan ion ortofosfat dipengaruhi pH tanah; pada tanah asam, tanaman mengambil fosfor sebagai H_2PO_4^- , sementara pada tanah basa, tanaman mengambil fosfor dalam bentuk HPO_4^{2-} (Nisak Yumnun *et al.*, 2021).

Fosfor menjadi unsur hara esensial yang tidak dapat digantikan oleh unsur lain dalam proses fisiologis tumbuhan, sehingga ketersediannya dalam jumlah yang cukup sangat penting untuk pertumbuhan optimal. Unsur ini berperan krusial dalam proses fotosintesis, respirasi, transfer dan penyimpanan energi, serta dalam aktivitas pertumbuhan dan pembelahan sel. Kekurangan fosfor akan menyebabkan tanaman menjadi tidak

maksimal. Umumnya, kandungan fosfor dalam jaringan tanaman lebih rendah dibandingkan nitrogen dan kalium, yaitu sekitar 0,1% hingga 0,2% (Mutia Lisdiyanti, *et al.*, 2018).

4. Hidroponik

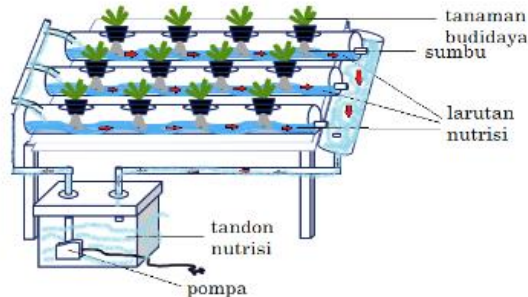
Sebagai solusi untuk mengatasi tantangan dalam pengelolaan nutrisi dan masalah yang muncul setiap tahun terkait kesulitan memperoleh lahan pertanian, penerapan sistem hidroponik menjadi solusi yang semakin relevan. Sistem ini memungkinkan pertumbuhan tanaman tanpa memerlukan tanah, sehingga dapat mengoptimalkan penggunaan ruang dan sumber daya (Wijaya *et al.*, 2020).

Teknik budaya hidroponik dapat diterapkan di berbagai lokasi selama tersedia akses terhadap air dan cahaya. Metode ini memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan dengan sistem tanam konvensional, antara lain hasil panen yang lebih tinggi, efisiensi dalam pengelolaan lahan tanam, penghematan biaya perawatan dan perlengkapan jika dibandingkan dengan media tanah, serta perlindungan yang lebih baik terhadap serangan hama dan kondisi cuaca ekstrem seperti hujan deras. Selain itu, hidroponik mempermudah dalam pemberian dan pemantauan

nutrisi tanaman serta dapat dengan mudah diadopsi oleh petani yang memiliki keterbatasan sumber daya. Sistem ini juga memberikan peluang bagi masyarakat setempat untuk mengakses pangan segar dan bergizi (Aini, N., & Azizah, 2018). Salah satu metode yang umum digunakan dalam hidroponik adalah teknik sumbu.

Hidroponik sumbu (*Wick*) adalah hidroponik dengan sumbu yang berfungsi sebagai penghubung antara larutan nutrisi dan akar tanaman dalam media tanam (Suharman *et al.*, 2023). Sumbu yang dipakai guna mengaitkan media tanam dan larutan hara yaitu flanel dengan kemampuan kapilaritas yang optimal (Mardiyana *et al.*, 2021). Sistem hidroponik *wick* memiliki sejumlah keunggulan, di antaranya mampu memberikan suplay air dan nutrisi secara terus-menerus kepada tanaman, menggunakan peralatan dengan biaya relative rendah, serta memudahkan perawatan karena tidak memerlukan penyiraman manual dan tergantung pada sumber listrik (Chotijah *et al.*, 2019). Meskipun demikian, sistem ini juga memiliki beberapa keterbatasan, seperti risiko munculnya jentik nyamuk pada wadah larutan nutrisi, kecenderungan tumbuhnya lumut, serta kesulitan dalam pengaturan distribusi

nutrisi jika tanaman yang dibudidayakan terlalu banyak (Nurdin, 2017).



Gambar 2. 2 Desain instalasi hidroponik sistem sumbu (Kamalia *et al.*, 2017)

Nutrisi hidroponik umumnya diberikan dalam bentuk larutan dari stok A dan B Mix, yang mengandung berbagai mineral makro dan mikro. Stok A Mix mengandung nitrogen (NO_3^- dan NH_4^+), fosfor (H_2PO_4^- , HPO_4^- , atau PO_4^{3-}), kalium (K^+), dan kalsium (Ca^{2+}). Stok B Mix mengandung magnesium (Mg^{2+}), belerang (SO_4^{2-}), serta unsur mikro seperti FeSO_4 . Setiap media tanam membutuhkan konsentrasi AB Mix yang tepat untuk mencegah kekurangan atau kelebihan nutrisi, yang bisa menurunkan hasil panen atau memperlambat pertumbuhan tanaman serta meningkatkan biaya (Ariananda & Nopsagiarti, 2020). Sementara itu, variasi konsentrasi nutrisi dalam larutan AB Mix tersebut

tentunya dapat mempengaruhi produksi metabolit sekunder (Pohan & Oktoyournal, 2019).

5. Flavonoid dan Antosianin

Flavonoid dan antosianin merupakan bagian dari senyawa metabolit sekunder yang ada pada bayam merah. Flavonoid ialah metabolit sekunder dari polifenol yang sering dijumpai di tumbuhan serta mempunyai beragam aktivitas bioaktif misalnya antivirus, anti-inflamasi (Wang *et al.*, 2016), pelindung jantung, antidiabetes, antikanker (Marzouk, 2016), anti-penuaan, antioksidan (Munhoz *et al.*, 2014), dan sebagainya. Flavonoid yaitu senyawa polifenol yang mencakup 15 atom karbon dengan struktur C₆-C₃-C₆, di mana rangka karbonnya berupa dua unit C₆ (cincin benzena yang tersubstitusi) yang disambungkan oleh rantai alifatik tiga karbon (Wang *et al.*, 2018). Antosianin ialah salah satu kelompok dari senyawa flavonoid berperan sebagai senyawa bioaktif dengan aktivitas antioksidan, sekaligus berfungsi sebagai pewarna alami yang mengandung tiga atom oksigen (Priska *et al.*, 2018). Proses biosintesis flavonoid dan antosianin berlangsung melalui dua jalur utama, yakni jalur asetat-malonat dan jalur sikimat. Cincin A pada struktur flavonoid disintesis melalui jalur asetat-malonat, sedangkan cincin B terbentuk melalui

jalur sikimat. Jalur sikimat dimulai dengan fenilalanin yang diubah menjadi asam sikimat, kemudian menjadi asam p-kumarat, dan selanjutnya diubah menjadi p-coumaric koenzim A. Senyawa ini berperan dalam pembentukan struktur flavonoid dengan menggabungkan senyawa dari jalur asetat-malonat (Rezaldi *et al.*, 2024). Sintesis flavonoid dan antosianin dipengaruhi oleh fosfor dalam tanah, karena fosfor penting untuk metabolisme tanaman, termasuk fotosintesis, kesuburan tanah, pembentukan energi (ATP), dan sintesis senyawa penting lainnya (Manurung *et al.*, 2020).

B. Kajian Penelitian Relevan

Penelitian ini merujuk pada penelitian sebelumnya yang ditemukan dari berbagai referensi jurnal. Penjelasan terkait hasil penelitian relevan disajikan dalam Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2. 2 Kajian penelitian relevan

No.	Author, Tahun	Judul	Metode	Hasil/Kesimpulan	Gap Research
1.	Kridhianto, R., 2016	Pengaruh Macam Media Tanam dan Kemiringan Talang terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bayam Merah (<i>Amarantus tricolor</i> L.) pada Sistem Hidroponik NFT	Penelitian ini dirancang menggunakan metode split plot dengan tiga ulangan dalam RAL. Faktor utama dalam penelitian ini adalah kemiringan talang yang terdiri atas tiga taraf, yaitu T1 (3%), T2 (5%), dan T3 (7%). Sementara itu, sebagai anak petak digunakan tiga jenis media tanam, yaitu M1 (sekam bakar), M2 (zeolit), dan M3 (paki).	Interaksi antara media tanam dan kemiringan talang hanya menunjukkan nyata terhadap tinggi tanaman pada umur 1 MST. Setelah terpisah, media tanam tidak memberikan pengaruh signifikan, sedangkan kemiringan talang terbukti berpengaruh secara signifikan terhadap seluruh variabel pertumbuhan dan perkembangan bayam merah.	Penelitian relevan menggunakan variabel media tanam dan kemiringan talang dengan sistem NFT tanpa analisis senyawa aktif, sedangkan penelitian ini menggunakan variasi konsentrasi fosfor, sistem wick, dan menganalisis flavonoid serta antosianin bayam merah.

No.	Author, Tahun	Judul	Metode	Hasil/Kesimpulan	Gap Research
2.	Hardiane, K., <i>et al.</i> , 2017	Pengaruh intensitas cahaya dan dosis pupuk kascing terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.)	Penelitian ini menggunakan RAKL dengan metode petak terbagi. Petak utama adalah intensitas cahaya (100%, 75%, dan 65%), sedangkan anak petak adalah dosis pupuk kascing (kontrol, 5, 7,5, dan 10 ton/ha).	Interaksi antara pemberian pupuk kascing dan intensitas cahaya tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap seluruh variabel, kecuali klorofil. Intensitas cahaya penuh terbukti mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil bayam merah, sedangkan aplikasi pupuk kascing tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan maupun hasil tanaman tersebut.	Penelitian relevan memakai intensitas cahaya dan dosis pupuk kascing sebagai variabel bebas, tidak menggunakan sistem hidroponik, tidak meneliti kandungan flavonoid dan antosianinnya, sementara penelitian yang akan dikerjakan memakai variasi konsentrasi fosfor, hidroponik <i>wick</i> , dan menganalisis kandungan flavonoid dan antosianinnya.

No.	Author, Tahun	Judul	Metode	Hasil/Kesimpulan	Gap Research
3.	Hidayanti, L., & Kartika, T., 2019	Pengaruh nutrisi AB Mix terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) secara hidroponik	Penelitian ini merupakan eksperimen yang disusun dalam RAL dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan, yaitu P0 (kontrol), P1 (5 ml AB mix), P2 (10 ml AB mix), P3 (15 ml AB mix), dan P4 (20 ml AB mix). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode ANSIRA. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, serta berat basah tanaman.	Pemberian berbagai dosis unsur hara AB mix memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, serta berat basah tanaman bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.).	Penelitian relevan memakai nutrisi AB mix sebagai variabel bebasnya, jenis hidroponik yang digunakan rakit apung, dan tidak meneliti kandungan flavonoid, antosianinnya, sedangkan penelitian yang akan dilakukan memakai variasi konsentrasi fosfor, memakai hidroponik wick, dan menganalisis senyawa flavonoid dan antosianinnya.

No.	Author, Tahun	Judul	Metode	Hasil/Kesimpulan	Gap Research
4.	Hasnah, 2020	Pengaruh Pemberian Pupuk Fosfor Terhadap Produksi Tanaman Kacang Hijau (<i>Vigna radiata</i> L.)	Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas lima perlakuan dan tiga ulangan, yaitu: T0 (tanpa pupuk fosfor), T1 (0,7 g/polybag), T2 (0,85 g/polybag), T3 (1,0 g/polybag), dan T4 (1,15 g/polybag).	Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi pupuk SP36 belum memberikan peningkatan yang signifikan terhadap produksi kacang hijau, baik pada berat polong, biji, dan jerami. Kondisi ini diduga disebabkan oleh media tanam yang miskin unsur hara, sementara tanaman kacang hijau memerlukan ketersediaan unsur hara makro seperti N, P, dan K yang cukup untuk mencapai pertumbuhan dan hasil yang optimal.	Penelitian relevan penanamannya tidak menggunakan sistem hidroponik dan sampelnya berupa kacang hijau. Sementara penelitian yang akan dilakukan menggunakan teknik hidroponik dan sampelnya bayam merah (<i>Amaranthus cruentus</i> L.).

No.	Author, Tahun	Judul	Metode	Hasil /Kesimpulan	Gap Research
5.	Pratama, M.R., & Nihaya, E., 2021	Pengaruh Berbagai Dosis Pengapuran dan Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Senyawa Antosianin pada Tanaman <i>Coleus scutellarioides</i> L.)	Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan dua faktor, yaitu dosis pupuk kandang kambing (0, 10, dan 20 ton/ha) dan kapur (0, 2, 4, dan 6 ton/ha). Kombinasi kedua faktor tersebut menghasilkan 12 perlakuan, yang masing-masing diulang sebanyak tiga kali, sehingga terdapat total 36 unit percobaan.	Pupuk kandang 20 ton/ha meningkatkan pertumbuhan tanaman, sedangkan kapur 2–6 ton/ha tidak berpengaruh signifikan. Namun, kombinasi pupuk kandang 20 ton/ha dan kapur 6 ton/ha menghasilkan antosianin tertinggi (0,377–0,618 mg/g).	Penelitian relevan memakai berbagai dosis pengapuran dan pupuk kandang untuk mengetahui pertumbuhan dan kandungan senyawa antosianin pada <i>Coleus scutellarioides</i> . Sedangkan penelitian yang akan dikerjakan memakai variasi konsentrasi fosfor dan meneliti terkait kandungan flavonoid dan antosianinnya.

No.	Author, Tahun	Judul	Metode	Hasil/Kesimpulan	Gap Research
6.	Suharto, P., 2021	Pengaruh Pemberian Pupuk Fosfor dan Molibdenum Dengan Dosis Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Flavonoid Pada Legum <i>Clitoria ternatea</i> L.	Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan dua faktor, yakni dosis pupuk fosfor (1,5 g, 2 g, dan 2,5 g/bibit) dan dosis dolomit (0 g, 10 g, 20 g, dan 30 g/bibit).	Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat interaksi signifikan antara dosis pupuk fosfor terhadap pertumbuhan <i>Clitoria ternatea</i> L. Namun, pemberian dosis pupuk fosfor dengan dosis 2 g/bibit menghasilkan pertumbuhan bibit <i>Clitoria ternatea</i> L. yang lebih optimal dibandingkan dosis lainnya.	Penelitian ini menggunakan dua faktor yaitu pertama dosis pupuk fosfor dan yang kedua memakai dosis dolomit, serta tidak meneliti kandungan antosianinnya terhadap <i>Clitoria ternatea</i> L., sedangkan penelitian yang akan dikerjakan meneliti pertumbuhan, kandungan flavonoid dan antosianin <i>Amaranthus cruentus</i> L.

No.	Author, Tahun	Judul	Metode	Hasil/Kesimpulan	Gap Research
7.	Rianditya, O.D., & Hartatik, S., 2022	Pengaruh Pemberian Pupuk Fosfor terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Tebu Var. Bululawang Hasil Mutasi	Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) facktorial dengan dua faktor: genotipe tebu 3mutan dari generasi ke-4 (M4.2, M4.3, M4.4) dan 5 dosis P menggunakan pupuk SP-36 (P0-P4). Total ada 15 kombinasi dengan 3 ulangan.	Hasil penelitian mengindikasikan bahwa penggunaan tebu mutan M4.3 berpotensi mendukung pencapaian rendemen optimal pada kandungan sukrosa daun. Selain itu, pemberian dosis pupuk P2 sebesar 132 gr P/ha pada tebu M4.3 memberikan hasil paling terbaik terhadap diameter batang tebu.	Penelitian ini menggunakan 3 kali ulangan dengan 15 kombinasi dan belum meneliti terkait kandungan flavonoid dan antosianinnya, sedangkan penelitian yang akan dilakukan memakai 4 kali ulangan dengan 5 variasi konsentrasi dan meneliti kandungan flavonoid dan antosianinnya.

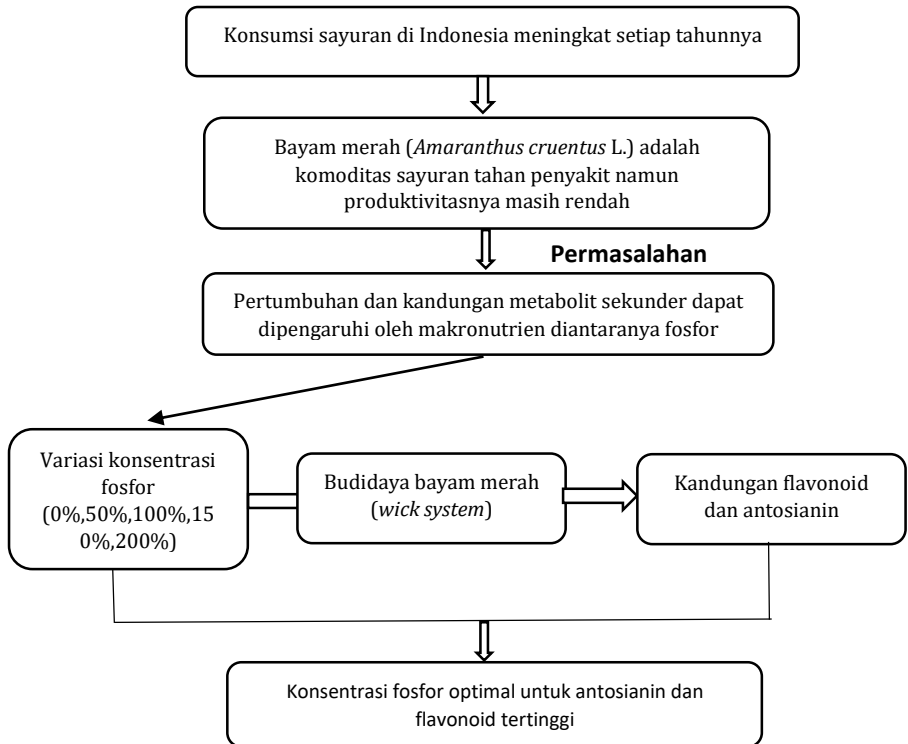
No.	Author, Tahun	Judul	Metode	Hasil/Kesimpulan	Gap Research
8.	Iswiyanto, A., <i>et al.</i> , 2023	Pengaruh Nitrogen dan Fosfor terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai Edemame pada Tanah Gambut	Penelitian ini menggunakan RAL faktorial dengan 2 faktor dan 3 ulangan. Faktor pertama adalah pupuk N (50, 100, 150 gr/ha) dan pupuk P (150, 200, 250 gr/ha). Variabel yang diamati meliputi tinggi tanaman, berat kering, volume akar, jumlah polong, berat polong, dan berat 100 biji	Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara pupuk N dan P berpengaruh terhadap tinggi tanaman pada umur 2 MST. Namun, interaksi tersebut tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap volume akar, bobot kering tanaman, tinggi tanaman pada umur 3 dan 4 MST, jumlah polong per tanaman, berat polong per tanaman, maupun berat 100 biji. Secara keseluruhan, pertumbuhan tanaman tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.	Penelitian relevan objeknya adalah tanah gambut dan tidak memakai teknik hidroponik serta tidak meneliti kandungan flavonoid dan antosianinnya juga. Sedangkan penelitian yang akan dilakukan menggunakan sistem hidroponik <i>wick</i> dan meneliti kandungan flavonoid dan antosianinnya.

No.	Author, Tahun	Judul	Metode	Hasil/Kesimpulan	Gap Research
9.	Hia, F.I.S., <i>et al.</i> , 2023	Pengaruh Pemberian Pupuk ZPT Auksin dan Kompos Kulit Pisang Terhadap Pertumbuhan Bayam Merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.)	Penelitian ini menggunakan RAK dengan 2 faktor: dosis kompos kulit pisang (P0, P1, P2) dan perlakuan air (A0, A1, A2), menghasilkan 9 kombinasi.	Aplikasi kompos kulit pisang dan ZPT auksin berpengaruh nyata pada tinggi tanaman bayam, jumlah daun, produksi, bobot basah, panjang, dan volume akar. Kombinasi terbaik adalah P2 (175 g/gr kompos) dan A2 (500 ml/l ZPT).	Penelitian relevan menggunakan pupuk ZPT auksin dan kompos kulit pisang sebagai variabel bebasnya, tidak menggunakan sistem hidroponik, tidak meneliti kandungan flavonoid dan antosianinnya, sementara penelitian yang akan dilakukan menggunakan variasi konsentrasi fosfor, menggunakan hidroponik <i>wick</i> , meneliti kandungan flavonoid dan antosianin daun <i>Amaranthus cruentus</i> L...

No.	Author, Tahun	Judul	Metode	Hasil/Kesimpulan	Gap Research
10.	Afiah, A., & Fevria, R., 2024	Pengaruh POC Teknologi Nano terhadap Pertumbuhan Bayam Merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) yang Dibudidayakan secara Hidroponik	Metode yang digunakan adalah RAL dengan tiga perlakuan dan lima pengulangan, yaitu P1 (AB mix 100%), P3 (AB Mix 50% + POC nano 50%) dan P5 (POC nano 100%).	Pengaruh penggunaan POC berteknologi nano terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah dapat dilihat dari rata-rata tinggi tanaman pada perlakuan P1 sebesar 18,74 cm, jumlah daun rata-rata 35,2 helai, berat basah 15,84 g, serta berat kering 1,4 g. Pemberian pupuk organik cair dengan teknologi nano ini memberikan efek yang signifikan terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman bayam merah.	Penelitian relevan memakai POC teknologi nano sebagai variabel bebas, tidak meneliti kandungan flavonoid dan antosianin, spesies yang digunakan adalah <i>Amaranthus tricolor</i> L., sedangkan penelitian yang akan dilakukan memakai variasi konsentrasi fosfor untuk variabel bebas, menganalisis kandungan flavonoid dan antosianinnya, spesies yang digunakan <i>Amaranthus cruentus</i> L

C. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir dari penelitian ini dapat diamati pada gambar 2.3 sebagai berikut:



Gambar 2. 3 Skema kerangka berpikir penelitian

D. Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis yang muncul pada penelitian ini yaitu:

H₀ : Tidak ada pengaruh variasi konsentrasi fosfor terhadap pertumbuhan bayam merah (*A. cruentus* L.)

H₁ : Ada pengaruh variasi konsentrasi fosfor terhadap pertumbuhan bayam merah (*A. cruentus* L.)

H₀ : Tidak ada pengaruh variasi konsentrasi fosfor terhadap kandungan flavonoid daun bayam merah (*A. cruentus* L.)

H₁ : Ada pengaruh variasi konsentrasi fosfor terhadap kandungan flavonoid daun bayam merah (*A. cruentus* L.)

H₀ : Tidak ada pengaruh variasi konsentrasi fosfor terhadap kandungan antosianin daun bayam merah (*A. cruentus* L.)

H₁ : Ada pengaruh variasi konsentrasi fosfor terhadap kandungan antosianin daun bayam merah (*A. cruentus* L.)

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan metode kuantitatif. Metode ini bertujuan untuk menerangkan hubungan sebab-akibat (kausal) antara satu variabel dengan variabel lainnya (variabel X dan variabel Y) dan data yang dikumpulkan berupa data angka (kuantitatif) (Syahrizal & Jailani, 2023). Selanjutnya, data angka tersebut akan dipakai untuk menjawab pertanyaan penelitian dari analisis statistik.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dikerjakan dari 16 Desember 2024-2 Februari 2025 di *greenhouse*, Fakultas Sains dan Teknologi Kampus 2 UIN Walisongo Semarang yang berada di Jl. Prof. Dr. Hamka, Tambakaji, Kec.Ngaliyan, Kota Semarang, Jawa Tengah, Indonesia, 50185.

C. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang dipakai dalam penelitian ini merupakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) yang meliputi 5 perlakuan dengan macam-macam kadar fosfor. Setelah itu, untuk menetapkan jumlah pengulangan dipakai rumus sebagai berikut (Afriera *et al.*, 2024):

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

Keterangan:

t = Jumlah perlakuan

n = Jumlah ulangan

t (n-1) ≥ 15

5 (n-1) ≥ 15

(5) (n-1) ≥ 15

5n ≥ 20

n = 4

Penelitian ini mengaitkan 5 perlakuan dan 4 kali ulangan sehingga didapatkan total 20 satuan percobaan, dimana setiap satuan percobaan memakai 3 tanaman sehingga jumlah bayam merah yang dipakai dalam penelitian yaitu 60. Rancangan unit eksperimen yang dipakai dalam penelitian ini ditampilkan pada Tabel 3.1:

Tabel 3. 1 Rancangan unit percobaan

Perlakuan	Ulangan			
	1	2	3	4
P₀	P ₀ 1	P ₀ 2	P ₀ 3	P ₀ 4
P₁	P ₁ 1	P ₁ 2	P ₁ 3	P ₁ 4
P₂	P ₂ 1	P ₂ 2	P ₂ 3	P ₂ 4
P₃	P ₃ 1	P ₃ 2	P ₃ 3	P ₃ 4
P₄	P ₄ 1	P ₄ 2	P ₄ 3	P ₄ 4

Keterangan:

P0 = Perlakuan variasi media nutrisi fosfor konsentrasi 0%
(digunakan sebagai kontrol negatif)*

P1 = Pemberian larutan fosfor dengan kadar 50%

P2 = Pemberian larutan fosfor dengan kadar 100%
(digunakan sebagai kontrol positif)**

P3 = Pemberian larutan fosfor dengan kadar 150%

P4 = Pemberian larutan fosfor dengan kadar 200%

Keterangan:

Kadar fosfor (0%, 50%, 100%, 150%, 200%) tersebut diambil dari larutan nutrisi Hoagland.

*: Sampel tanpa perlakuan, memastikan hasil tidak terpengaruh variabel lain

**: Sampel dengan perlakuan yang diketahui efeknya, memastikan metode eksperimen berfungsi

D. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian kuantitatif didefinisikan sebagai kumpulan atau keseluruhan individu, objek, atau kejadian yang menjadi target penelitian dan akan digunakan dalam analisis data (Nasrudin, 2019). Populasi

dalam penelitian ini yaitu 100 tanaman bayam merah yang disemai selama 14 hari. Adapun sampel yaitu bagian kecil dari populasi yang dipakai untuk sumber data utama dalam penelitian dan mewakili keseluruhan populasi (Adnyana, 2021). Sampel pada penelitian ini adalah 60 bayam merah yang umurnya 14 hari dan dipilih dengan acak dari 100 bayam merah. Kriteria pemilihannya yaitu bayam sehat, tidak menunjukkan gejala penyakit, dan memiliki ukuran yang relatif seragam.

E. Variabel Penelitian

Penelitian eksperimen ini memakai dua variabel yaitu variabel bebas (independen) dan variabel terikat (dependen). Variabel bebas yaitu variabel yang mempengaruhi perubahan pada variabel terikat, atau yang sering namakan sebagai variabel X. Sedangkan variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel X atau variabel bebas (Wahyu *et al.*, 2019). Selain itu, pada penelitian eksperimen juga terdapat variabel kontrol yang harus diatur sehingga tidak berpengaruh pada hasil penelitian (Tanjung, A. A., & Mulyani, 2021).

Variabel bebas dari penelitian ini adalah kadar fosfor yang berbeda yaitu 0%, 50%, 100%, 150%, dan 200%. Variabel terikat yaitu pertumbuhan bayam merah dengan parameter pengamatan berupa tinggi tanaman,

jumlah daun, panjang akar, berat basah tanaman, berat kering tanaman, analisis kandungan flavonoid dan antosianin. Sementara untuk variabel kontrol dari penelitian ini yaitu mengukur suhu, kelembapan udara, intensitas cahaya, TDS (*Total Dissolved Solid*) dan pH larutan nutrisi.

F. Alat dan Bahan

Alat-alat yang dipakai dalam penelitian ini yaitu *beaker glass*, botol kultur 250 mL, gelas takar, sendok spatula, mikropipet 1000 μ L, mikro tip berwarna biru, baki, hotplate, netpot, timbangan analitik, kaca arloji, TDS meter, pH meter, termometer higrometer, lux meter, penjepit, gunting, penggaris, kotak plastik, spektrofotometer UV-Vis, kuvet kaca, pipet tetes, tabung reaksi, labu erlenmeyer, vortex mixer, pisau bedah dengan gagang, botol plastik 10 mL, serta mortar dan alu.

Penelitian ini memakai bahan berupa benih bayam merah dengan merk Cap Panah Merah No.SK Kementan 094/Kpts/SR.120/D.2.7/9/2013, KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, KCl , H_3BO_3 , $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, H_2MoO_4 , NaNO_3 , FeEDTA , HCl , KCl , CH_3COONa , NH_4Cl , AlCl_3 10%, *rockwool*, kain flanel, akuades, aluminium foil, tisu, kertas saring, plastik *wrapping*, etanol

70%, Ph Up (Kalium Hidroksida 10%) & Down (Asam Fosfat 10%).

G. Prosedur Penelitian

1. Penyemaian benih

Penyemaian benih bayam merah dikerjakan pada media *rockwool* yang telah dipotong memakai gergaji besi yang ukurannya 3x3 cm². Potongan *rockwool* lalu ditempatkan pada nampan plastik dan disiram merata dengan akuades secukupnya. *Rockwool* yang sudah basah dilubangi sedikit memakai tusuk gigi dan benih yang sudah disiapkan ditanam dalam media tanam tersebut, selanjutnya simpan di ruangan gelap selama 1 hari untuk menjaga akarnya tetap fokus pada penyerapan air dan nutrisi, serta pertumbuhan dan perkembangannya (Sutanto, 2015).

2. Pembuatan larutan stok nutrisi

Larutan stok dibuat di Laboratorium Kultur Jaringan UIN Walisongo dengan menimbang bahan nutrisi, melarutkannya dalam aquades, lalu menyimpannya dalam botol tertutup dan terlindung dari cahaya. Larutan digunakan sesuai kebutuhan perlakuan. Rincian bahan dan konsentrasi, termasuk NH₄Cl 0% dan 50%, tercantum pada Lampiran 1 dan Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Komposisi modifikasi larutan nutrisi Hoagland

(Taiz, L., & Zeiger, 2010)

Senyawa	Berat Molekul (g mol ⁻¹)	Konsentrasi Larutan Stok (g L ⁻¹)	Konsentrasi Perlakuan Fosfor (g L ⁻¹)					Volume yang digunakan (mLL ⁻¹)
			0%	50%	100%	150%	200%	
			(P)	(P)	(P)	(P)	(P)	
Makronutrien								
KNO ₃	101,10	101,10	101,10	101,10	101,10	101,10	101,10	6,0
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	236, 16	236,16	236,16	236,16	236,16	236,16	236,16	4,0
NH ₄ H ₂ PO ₄	115,08	115,08	0	57,54	115,08	172,62	230,16	2,0
MgSO ₄ .7H ₂ O	246,48	246,49	246,49	246,49	246,49	246,49	246,49	1,0
NH ₄ Cl*	53,5	53,5	53,5	26,75	0	0	0	2,0

Mikronutrien								
KCl	74,55	1,864	1,864	1,864	1,864	1,864	1,864	2,0
H ₃ BO ₃	61,83	0,773	0,773	0,773	0,773	0,773	0,773	
MnSO ₄ .H ₂ O	169,01	0,169	0,169	0,169	0,169	0,169	0,169	
ZnSO ₄ .7H ₂ O	287,54	0,288	0,288	0,288	0,288	0,288	0,288	
CuSO ₄ .5H ₂ O	249,68	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	0,062	
H ₂ MoO ₄ (85% MoO ₃)	161,97	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	1,0
FeEDTA								
-FeSO ₄ .7H ₂ O	278,05	5,57	5,57	5,57	5,57	5,57	5,57	
-Na ₂ EDTA	372,24	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	7,45	

Keterangan:

*: senyawa NH₄Cl pada konsentrasi 0% dan 50% untuk memenuhi senyawa NH₄H₂PO₄

3. Penanaman bibit

Penanaman bibit bayam merah dikerjakan ketika masa semai tanaman sudah selesai lalu bibit tanaman yang mempunyai daun sempurna (muncul 3-4 daun) dipilih untuk dipakai sebagai sampel. Setelah itu, satu persatu *rockwool* yang isinya bibit bayam tersebut dimasukkan ke dalam netpot yang sudah dipasang dengan kain flannel selanjutnya netpot diletakkan kedalam lubang pada tutup box hidroponik yang dibawahnya telah berisi nutrisi fosfor, makro lainnya dan mikro sesuai dengan konsentrasi perlakuan (pastikan kain flannel mengenai air nutrisi). Bibit tanaman yang sudah ditanam pada box hidroponik diletakkan di tempat yang memperoleh sinar matahari penuh supaya pertumbuhan dan perkembangan tanaman bisa optimal atau tidak kerdil.

4. Parameter penelitian

Terdapat beberapa parameter pengamatan yang digunakan untuk menentukan pertumbuhan dan mutu bayam merah yakni sebagai berikut:

a. Tinggi tanaman (cm)

Pengukuran tinggi tanaman dikerjakan setiap 7 hari dengan cara mengukur dari pangkal batang

(permukaan media tanam) hingga ujung daun tertinggi memakai penggaris.

b. Jumlah daun (helai)

Observasi jumlah daun dikerjakan bersamaan saat observasi tinggi tanaman yaitu tiap 7 hari sekali (1 MST-5 MST) dengan menghitung semua daun yang sudah terbuka sempurna dari setiap bayam merah.

c. Panjang akar (cm)

Akar pokok dari setiap bayam merah diukur panjangnya memakai benang kemudian benang diukur kembali menggunakan penggaris. Pemotongan akar dilakukan dari pangkal akar sampai ujung titik akar setelah tanaman dipanen (5 MST).

d. Berat basah tanaman (gram)

Berat basah tanaman diukur dengan menimbang semua bagian tanaman sesudah dipanen (5 MST) memakai timbangan analitik.

e. Berat kering tanaman (gram)

Berat kering tanaman ditetapkan dengan menimbang secara keseluruhan bagian tanaman yang sudah dioven pada suhu 40°C hingga keringnya konstan sampai dengan 10 hari menggunakan neraca analitik.

f. Indeks pertumbuhan

Indeks pertumbuhan bayam merah menunjukkan seberapa cepat dan sehat bayam merah berkembang dalam suatu periode (Lalk *et al.*, 2023). Indeks pertumbuhan digunakan pada tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah, berat kering, dan panjang akar (yang paling panjang) dengan rumus sebagai berikut (Saadah *et al.*, 2019):

$$\text{Indeks pertumbuhan} = \frac{P_2 - P_1}{P_1}$$

Keterangan:

P1 = parameter penelitian pada pengamatan pertama

P2 = parameter penelitian pada pengamatan terakhir

g. Pembuatan larutan kuersetin

Larutan kuersetin dibuat sebagai pembanding kadar senyawa flavonoid dalam sampel (Ramadhani *et al.*, 2020). Sebanyak 0,05 gram kuersetin ditimbang dan dilarutkan dalam campuran etanol 175 ml dengan aquades 75 ml yang sudah dibuat hingga tanda batas 50 ml sebagai larutan stok.

h. Pengenceran kuersetin

Pengenceran kuersetin dibuat dengan berbagai konsentrasi yaitu 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm,

dan 100 ppm. Pengenceran kuersetin dilakukan dengan mengambil larutan kuersetin sebanyak 0,2 mL, 0,4 mL, 0,6 mL, 0,8 mL, dan 1 mL. kemudian ditambahkan larutan etanol sampai tanda batas labu ukur 10 ml dan dihomogenkan. Setelah itu, kuersetin yang sudah diencerkan dipindahkan ke dalam botol kaca 10 ml. Setiap konsentrasi terdapat 3 ulangan.

i. Spektrofotometri kuersetin

Setiap larutan kuersetin yang sudah diencerkan dengan masing-masing konsentrasinya diambil sebanyak sebanyak 250 μ l, ditambahkan 1250 μ l water one dan 75 μ l NaNO₂, dihomogenkan dan ditunggu sampai 6 menit. Kemudian 150 μ l AlCl₃ ditambahkan dan dihomogenkan, diamkan dalam waktu 5 menit. Setelah itu 500 μ l NaOH dan 275 μ l water one ditambahkan sebagai tahap paling akhir. Sampel tersebut diinkubasi selama 10 menit pada suhu ruang dan diukur kadar flavonoidnya memakai spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 510 nm. Sampel dibuat dalam tiga replikasi untuk setiap analisis dan didapatkan nilai rata-rata absorbansi (Cahyanta, 2016).

j. Analisis kandungan flavonoid daun bayam merah (mg/ml)

Sebanyak 0,2 gram sampel daun segar (daun urutan ke 3 dan ke 4 dari atas) diambil dari setiap bayam merah dan dipilih secara acak. Daun bayam merah urutan ke 3 dan ke 4 dipilih sebab memiliki kandungan zat gizi yang lebih tinggi termasuk flavonoid dan antosianin (Ahmad *et al.*, 2016), bayam merah per perlakuan dihancurkan memakai blender, selanjutnya sampel diekstraksi dengan 10 ml etanol 70% dan dihomogenkan dengan vortex. Selanjutnya, hasil ekstrak daun bayam merah dari setiap perlakuan diambil sebanyak 250 μ l, ditambahkan 1250 μ l *water one* dan 75 μ l NaNO₂, dihomogenkan dan ditunggu sampai 6 menit. Selanjutnya sebanyak 150 μ l larutan AlCl₃ ditambahkan ke dalam campuran dihomogenkan, lalu didiamkan selama 5 menit. Setelah itu, tahap akhir dilakukan dengan menambahkan 500 μ l larutan NaOH dan 275 μ l *aquadest*. Campuran sampel tersebut kemudian diinkubasi selama 10 menit pada suhu ruang, lalu kadar flavonoidnya dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 510 nm. Sampel dibuat dalam tiga

replikasi untuk setiap analisis dan didapatkan nilai rata-rata absorbansi (Cahyanta, 2016). Adapun rumus dari kadar total flavonoid adalah sebagai berikut (R. Utami *et al.*, 2021):

$$\text{Kadar Total Flavonoid} = V \times X \times FP / m$$

Keterangan:

V = 2,5 ml (diambil dari total larutan yang dibuat untuk spektro)

X = Hasil perhitungan konsentrasi standar flavonoid

Fp = 1 (pengenceran tidak bertingkat)

M = jumlah sampel adalah 0,25

Konsentrasi standar flavonoid

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

Keterangan:

X: konsentrasi standar flavonoid

y: absorbansi flavonoid

Analisis kandungan flavonoid juga dilakukan secara kualitatif, yaitu dengan mengambil sebanyak 2 ml ekstrak, kemudian dihomogenkan dan ditambahkan 0,1 gr serbuk magnesium serta 3 tetes HCl pekat (Y. P. Utami *et al.*, 2023).

k. Analisis kandungan antosianin daun bayam merah ($\mu\text{g ml}^{-1}$)

Larutan buffer pH 1 disiapkan dengan melarutkan 0,465 gram KCl dalam *water one*, lalu volumenya ditambahkan hingga mencapai 250,0 ml dalam labu ukur, dan HCl pekat ditambahkan hingga pH menjadi $1,0 \pm 0,1$. Sementara itu, larutan buffer pH 4,5 dibuat dengan melarutkan 8,2 gram natrium asetat dalam *water one* hingga mencapai volume 250,0 ml, lalu ditambahkan HCl pekat sampai pH mencapai $4,5 \pm 0,1$. Setiap ekstrak 2 pH dan setiap pH dilakukan tiga kali pengulangan. Pengukuran kadar antosianin dikerjakan dengan melarutkan ekstrak ke dalam buffer pH 1,0 dan pH 4,5 dengan rasio 1:5 (v/v). Setelah itu, absorbansi setiap larutan diukur pada panjang gelombang maksimum 520 nm dan 700 nm sesudah diinkubasi dalam waktu 15 menit pada suhu ruang (Sasudara & Wiranata, 2022).

Nilai absorbansi antosianin dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Adam, D.H., 2015):

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

Kadar total antosianin dalam sampel dihitung memakai rumus sebagai berikut (Y. P. Utami *et al.*, 2023):

$$\text{Total antosianin} = \frac{A \times BM \times F_p \times 1000}{\epsilon \times L}$$

Keterangan:

A = Nilai absorbansi antosianin

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

L = Lebar kuvet (1cm)

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

Fp = Faktor pengenceran

5. Pemeliharaan tanaman

a. Pengontrolan nutrisi

Pengukuran tingkat nutrisi dan nilai pH dari setiap perlakuan dilakukan sejak awal penanaman serta diobservasi tiga kali sehari. Pengukuran kadar nutrisi dilakukan menggunakan alat TDS meter yang berfungsi untuk mengukur jumlah partikel terlarut dalam satuan ppm (*parts per million*).

Nilai pH nutrisi dikendalikan dengan menambah atau mengurangi pH menggunakan larutan pH Up (Kalium Hidroksida 10%) dan pH Down (Asam Fosfat 10%), yang bertujuan agar pH tetap berada dalam kisaran yang ditetapkan. pH

optimal untuk tanaman bayam merah berada pada kisaran 6-7 (Saparinto, 2013). Selain itu, penambahan volume nutrisi dilakukan setiap minggu ketika kadar nutrisi berkurang $\geq 5\%$ atau volume air nutrisi di dalam kotak hidroponik menurun.

b. Pengukuran faktor abiotik

Pengukuran faktor lingkungan penting dilakukan untuk mengontrol kondisi sekitar *greenhouse* terhadap pertumbuhan bayam merah (Nirwanto *et al.*, 2023). Pengukuran dilakukan dengan memonitor suhu, kelembapan udara, dan intensitas cahaya tiga hari sekali dengan menempatkan alat pengukur di sekitar area tumbuh tanaman atau di dalam rumah kaca.

c. Masa panen bayam merah

Masa panen bayam merah berkisar antara 25-35 hari setelah tanam (Nur'aini, 2019). Dalam penelitian ini, observasi dilakukan tiga hari sekali setelah penanaman (MST) hingga tanaman berusia 35 hari (1 MST-5 MST), dengan pengukuran langsung terhadap pertumbuhan tanaman sesuai dengan parameter yang diamati.

H. Analisis Data

Data hasil penelitian, yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah dan kering tanaman, serta kandungan flavonoid dan antosianin, dianalisis secara statistik menggunakan perangkat lunak SPSS (*Software Statistical Product and Service*) versi 25. Analisis dilakukan melalui uji ANOVA (Analisis Varian) guna menentukan adanya perbedaan rata-rata yang signifikan di antara kelompok atau perlakuan yang diamati. Uji ANOVA termasuk dalam kategori analisis parametrik, yang berarti populasi yang diuji harus memenuhi asumsi utama, yakni data harus berdistribusi normal dan homogen. Namun jika tidak terpenuhi, maka memakai analisis alternatif non-parametrik yaitu uji Kruskal-Wallis. Adapun ketentuan untuk masing-masing dalam menetapkan keputusan hipotesis penelitian dijelaskan sebagai berikut:

1. Uji parametrik

a. Uji normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah sebaran data hasil penelitian berdistribusi normal atau tidak (Usmadi, 2020). Berdasarkan Kurnia (2019), uji normalitas dilakukan dengan tingkat signifikansi (α) sebesar 0,05. Kriteria pengambilan keputusan adalah jika nilai Sig > 0,05 maka H_0 diterima,

yang menunjukkan bahwa data berdistribusi normal. Sebaliknya, jika nilai $\text{Sig} < 0,05$ maka H_1 ditolak, yang berarti data tidak berdistribusi normal.

b. Uji homogenitas

Uji homogenitas dikerjakan pada data yang berdistribusi normal dan digunakan untuk menentukan apakah varians di setiap sampel sama (homogen) atau tidak. Dalam uji homogenitas, taraf signifikansi yang dipakai yaitu 0,05. Tolak ukur penilaiannya apabila nilai Sig lebih besar dari 0,05, maka H_0 diterima, yang artinya data bersifat homogen. Sebaliknya, jika nilai Sig kurang dari 0,05, maka H_1 ditolak, menunjukkan data tidak homogen (Kurnia, 2019).

c. Uji ANOVA

Uji Anova yaitu salah satu metode uji hipotesis statistik, di mana kesimpulan diambil sesuai data atau kelompok dalam statistik inferensial. Uji ini dipakai untuk melihat perbandingan rata-rata populasi dan menentukan perbedaan signifikan antara dua atau lebih kelompok data (Fauzi, ME., *et al.*, 2023). Hipotesis nol dalam uji Anova menyatakan bahwa data berasal dari sampel acak sederhana dari populasi yang sama, sehingga mempunyai rata-rata dan varians yang

sebanding. Dalam uji ANOVA, taraf signifikansi yang dipakai yaitu 0,05. Tolak ukur penilaiannya adalah apabila nilai Sig lebih besar dari 0,05, maka H_0 diterima, sedangkan jika nilai Sig kurang dari 0,05, maka H_0 ditolak (Septiadi & Ramadhani, 2020). Berikut adalah ketentuan dalam pengujian uji ANOVA:

H_0 : Tidak ada pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, kandungan flavonoid dan antosianin daun bayam merah.

H_1 : Ada pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, kandungan flavonoid dan antosianin daun bayam merah.

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

Uji DMRT digunakan jika hasil ANOVA memperlihatkan angka yang signifikan. Uji lanjut ini berfungsi untuk mengidentifikasi perbedaan yang nyata dalam jarak antara setiap kelompok uji. Dengan demikian, DMRT membantu menentukan kelompok mana yang berbeda secara signifikan satu sama lain (Desiani *et al.*, 2021).

e. Uji Welch ANOVA

Data yang diasumsikan bersifat homogen dari uji welch adalah data yang mempunyai nilai dari Sig. > 0,05 dan data diasumsikan tidak homogen apabila nilai

dari Sig. < 0,05 atau dikatakan mempunyai varians yang tidak sama (Ummah, 2019).

f. Uji Games-Howell

Uji games-howell adalah uji post-hoc yang digunakan setelah welch-ANOVA. Data dinilai signifikan apabila nilai dari sig < 0,05 (Indriyani *et al.*, 2020).

2. Uji nonparametrik

a. Uji Kruskal-Wallis

Uji Kruskal-Wallis digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang signifikan antara tiga atau lebih kelompok sampel yang independen. Uji ini biasanya dipakai sebagai alternatif dari ANOVA jika data tidak memenuhi asumsi parametrik, seperti distribusi normal atau kesamaan varian antar kelompok. Dalam uji ini, hipotesis nol (H_0) menyatakan jika tidak ada pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, sementara hipotesis alternatif (H_1) menyatakan jika ada pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Pengujian dilakukan dengan taraf signifikansi (α) sebesar 0,05. Kriteria pengujian menyatakan bahwa jika nilai signifikansi (Sig) lebih besar dari 0,05, maka H_0 diterima, yang berarti tidak

ada perbedaan yang signifikan. Sebaliknya, jika nilai Sig kurang dari 0,05, maka H_0 ditolak, yang memperlihatkan adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok yang diuji (Jamco & Balami, 2022).

b. Uji Man-Whitney

Uji lanjutan Mann-Whitney digunakan ketika hasil uji Kruskal-Wallis memperlihatkan perbedaan yang signifikan. Uji ini adalah alternatif dari metode nonparametrik yang bertujuan membantu peneliti dalam membandingkan dua kelompok dengan dua kemungkinan hasil yang berbeda. Kriteria pengujiannya menyatakan bahwa jika nilai signifikansi (Sig) lebih besar dari 0,05, maka H_0 diterima, yang berarti tidak ada perbedaan antara kedua kelompok. Sebaliknya, jika nilai Sig kurang dari 0,05, maka H_0 ditolak, yang memperlihatkan adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok yang diuji (Cantica *et al.*, 2023).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.) adalah proses kenaikan massa dan volume yang tidak dapat dibalik (*irreversible*) serta dapat dinyatakan dengan angka atau bersifat kuantitatif (Nio *et al.*, 2021). Pertumbuhan tersebut dapat dipakai sebagai tolak ukur dalam penelitian ini untuk menilai hasil produktivitas bayam merah, seperti tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), panjang akar (cm), berat basah (gram), berat kering (gram), indeks pertumbuhan, serta kandungan flavonoid (mg) dan antosianinnya (g/L). Pertumbuhan bayam merah diawali dengan menyemai benih bayam merah pada Senin, 16 Desember 2024 sampai dengan Senin, 30 Desember 2024. Pengamatan dilakukan dari 1 MST-5 MST, di mana 1 MST-4MST merupakan fase vegetatif dan 5 MST termasuk awal dari fase generatif (Telaumbanua *et al.*, 2023).



Gambar 4. 1 Penyemaian benih bayam merah

Proses setelah penyemaian adalah dipindahkannya *rockwool* yang berisi bayam merah semaian tadi ke dalam box hidroponik. Kemudian sesudahnya dikontrol setiap 3 hari sekali, dimana satu hari tersebut tiga kali pengulangan dari pagi, siang, dan sore serta pengecekan nutrisi hidroponik yang dilakukan satu minggu sekali dengan menambahkan larutan stok nutrisi Hoagland sesuai perhitungan tabel 3.2 dan mengecek pH sekaligus TDS nya.

A. Hasil penelitian

1. Pertumbuhan bayam merah

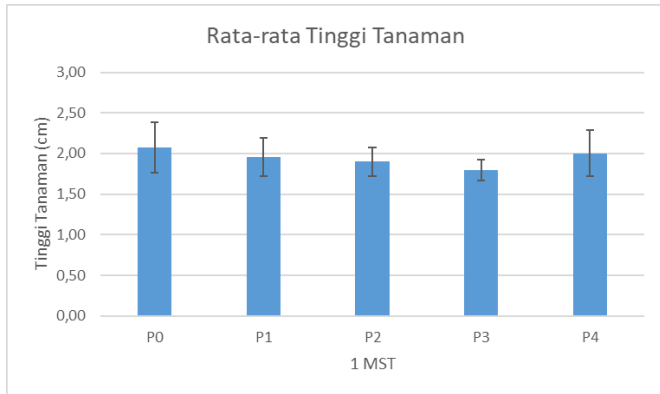
a. Tinggi bayam merah

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan dengan cara mengukur setiap sampel pada setiap perlakuan setiap seminggu sekali sesudah tanam selama 35 hari (1 MST-5 MST), dan diketahui bahwa hasil pengukuran menghasilkan tinggi tanaman yang bervariasi (Lampiran 4). Rata-rata data hasil pengukuran tinggi tanaman disajikan pada tabel 4.1 dan gambar 4.2 sebagai berikut:

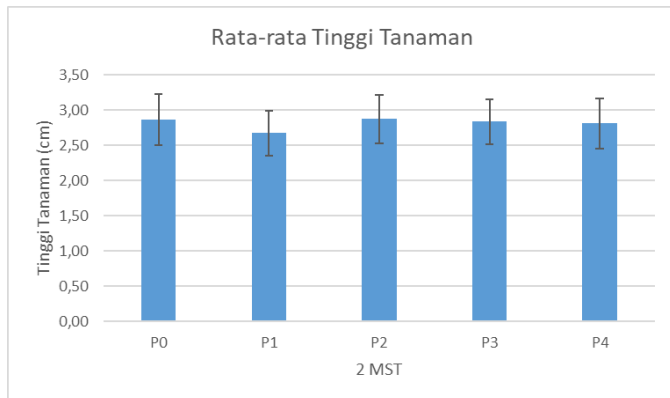
Tabel 4. 1 Hasil rata-rata tinggi tanaman 1 MST-5 MST

Perlakuan	Pengamatan Tinggi Tanaman (cm)					Indeks tinggi bayam merah (cm)
	1 MST ^{tn}	2 MST ^{tn}	3 MST	4 MST ^{tn}	5 MST ^{tn}	
P0	2,08 ±0,31	2,87±0,36	5,39 ± 0,92 ^a	10,4 ±2,35	1,5±6,61	9,3
P1	1,96±0,24	2,68±0,32	4,96±0,86 ^{abc}	11,4±2,65	3,1±6,97	10,8
P2	1,92±0,15	2,88±0,34	4,46±0,99 ^{bc}	11,2±2,23	22,5±7,92	10,7
P3	1,80±0,13	2,83±0,32	5,08±0,93 ^{ab}	12,3±2,41	3,8±7,18	12,2
P4	2,00±0,28	2,81±0,36	4,20±0,99 ^c	10,3±2,83	21,9±7,29	9,9

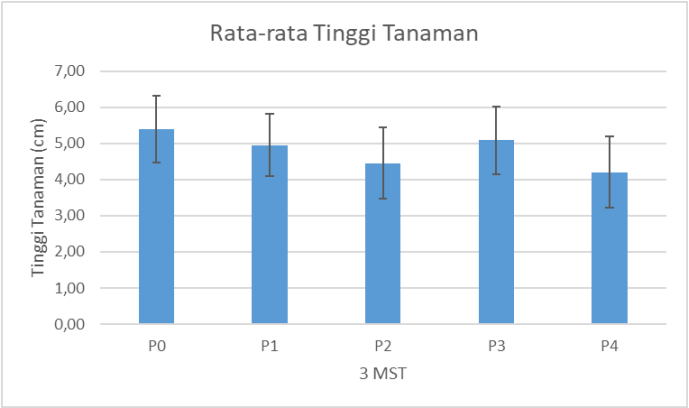
Keterangan: P0 (Fosfor 0%), P1 (Fosfor 50%), P2 (Fosfor 100%), P3 (Fosfor 150%), P4 (Fosfor 200%). Tn : tidak berbeda secara signifikan dengan uji ANOVA



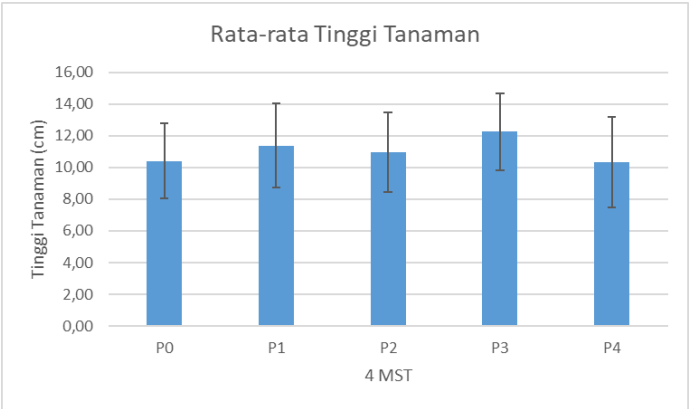
Gambar 4.2 Grafik rata-rata tinggi bayam merah dan standar deviasinya 1 MST



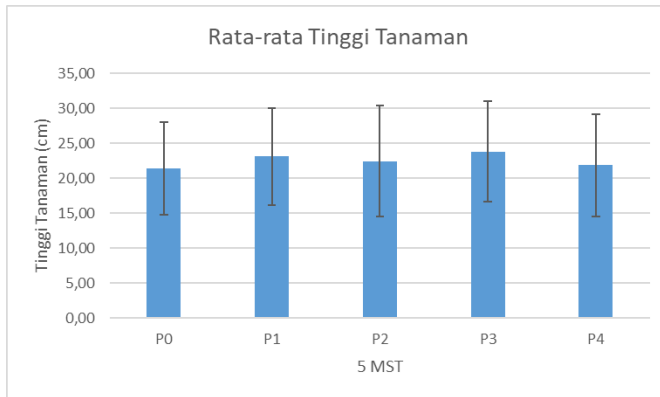
Gambar 4.3 Grafik rata-rata tinggi bayam merah dan standar deviasinya 2 MST



Gambar 4.4 Grafik rata-rata tinggi bayam merah dan standar deviasinya 3 MST



Gambar 4.5 Grafik rata-rata tinggi bayam merah dan standar deviasinya 4 MST



Gambar 4.6 Grafik rata-rata tinggi bayam merah dan standar deviasinya 4 MST

Grafik rata-rata tinggi bayam merah dari 1 MST sampai dengan 5 MST menunjukkan bahwa pemberian fosfor (P0–P4) berpengaruh terhadap tinggi tanaman. Rata-rata tinggi bayam merah pada perlakuan P0 sebesar 8,45 cm, P1 sebesar 8,82 cm, P2 sebesar 8,59 cm, P3 sebesar 9,16 cm, dan P4 sebesar 8,24 cm. Perlakuan P3 menghasilkan rata-rata tinggi bayam merah tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

Indeks tinggi tanaman paling tinggi terdapat pada perlakuan P3 sebesar 12,2 cm, diikuti oleh P1 sebesar 10,8 cm, P2 sebesar 10,7 cm, P4 sebesar 9,9 cm, dan paling rendah pada perlakuan P0 sebesar 9,3 cm. Berdasarkan data yang ada, perlakuan P3

memiliki indeks yang paling besar, yang berarti paling mendukung untuk pertumbuhan tinggi bayam merah.

Berdasarkan hasil uji normalitas tinggi bayam merah (Lampiran 5), data pertumbuhan yang digunakan berdistribusi normal. Uji homogenitas (Lampiran 6) menunjukkan bahwa semua sampel memiliki nilai lebih dari 0,05, sehingga data memiliki varians yang homogen dan dapat dianalisis lebih lanjut menggunakan Uji ANOVA. Hasil Uji ANOVA (Lampiran 7) menunjukkan bahwa pada 1 MST, 2 MST, 4 MST, dan 5 MST tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan, yang mengindikasikan bahwa variasi konsentrasi fosfor tidak memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman pada minggu-minggu tersebut. Namun, pada 3 MST terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan, menunjukkan bahwa variasi konsentrasi fosfor memberikan efek yang berbeda terhadap pertumbuhan tinggi bayam merah pada minggu tersebut. Berdasarkan Uji Duncan (Lampiran 8), perlakuan P0 (0%) menunjukkan pertumbuhan tinggi bayam merah tertinggi,

sedangkan P4 (200%) menunjukkan pertumbuhan paling rendah.

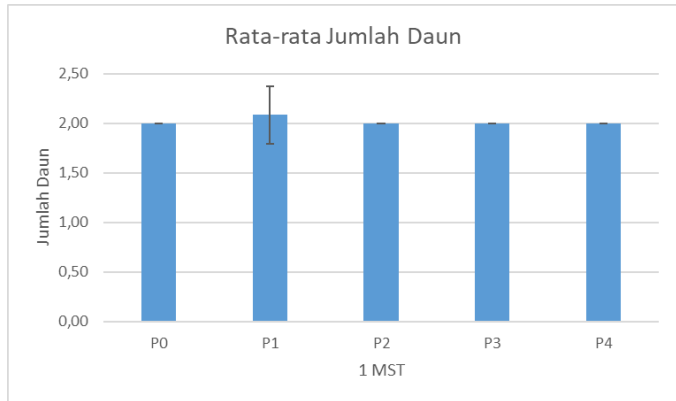
b. Jumlah daun bayam merah

Pengamatan jumlah daun pada penelitian ini dihitung setiap seminggu sekali (1 MST-5 MST) dengan menghitung seluruh daun yang terbuka sepenuhnya pada setiap sampel di masing-masing perlakuan. Hasil perhitungan menunjukkan variasi jumlah daun (Lampiran 9), yang kemudian dirata-ratakan dan disajikan dalam tabel 4.2 dan gambar 4.3 sebagai berikut:

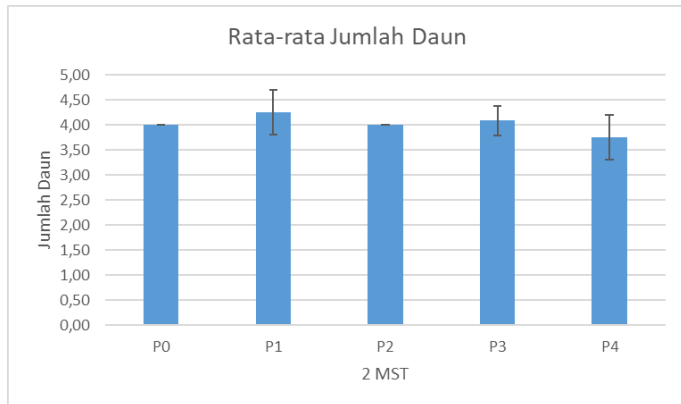
Tabel 4. 2 Hasil rata-rata jumlah daun bayam merah 1 MST-5 MST

Perlakuan	Pengamatan Jumlah Daun (helai)					Indeks jumlah daun
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	
P0	2,00±0,00	4,00±0,00	6,30±0,98	9,50±0,90	12,3±1,61	5,15
P1	2,08±0,29	4,30±0,45	6,30±1,14	9,70±1,78	12,3±3,05	4,91
P2	2,00±0,00	4,00±0,00	6,70±0,78	10,5±1,98	12,5±3,83	5,25
P3	2,00±0,00	4,10±0,29	6,80±0,62	10,8±1,66	13,0±3,29	5,50
P4	2,00±0,00	3,50±0,90	5,80±0,97	9,50±1,62	11,3±2,61	4,65

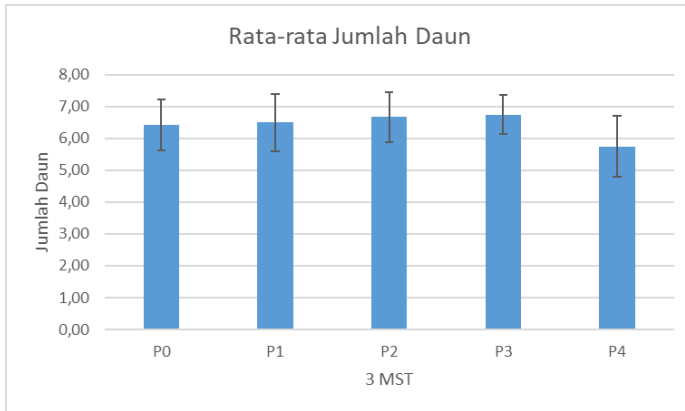
Keterangan: P0 (Fosfor 0%), P1 (Fosfor 50%), P2 (Fosfor 100%), P3 (Fosfor 150%), P4 (Fosfor 200%).



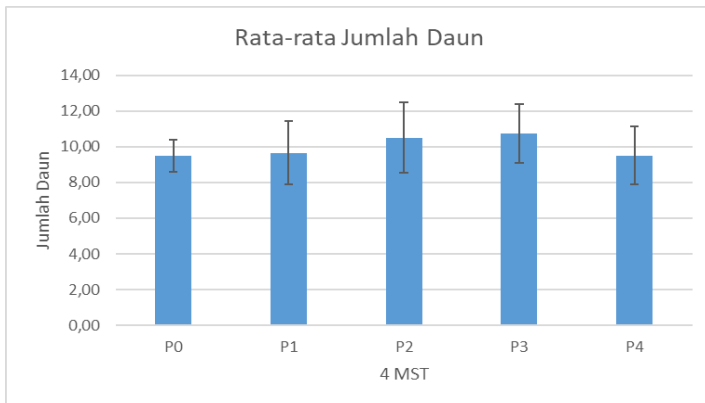
Gambar 4.7 Grafik rata-rata jumlah daun bayam merah dan standar deviasinya 1 MST



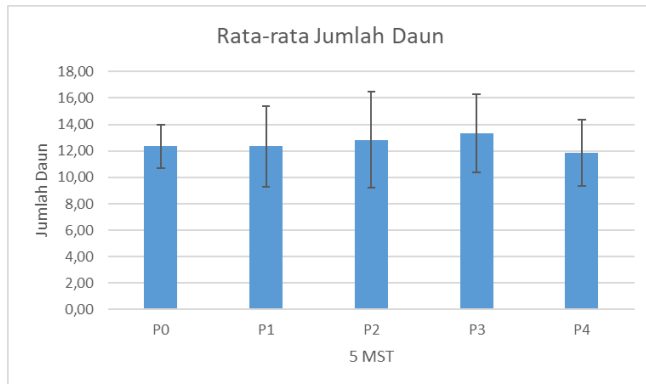
Gambar 4.8 Grafik rata-rata jumlah daun bayam merah dan standar deviasinya 2 MST



Gambar 4.9 Grafik rata-rata jumlah daun bayam merah dan standar deviasinya 3 MST



Gambar 4.10 Grafik rata-rata jumlah daun bayam merah dan standar deviasinya 4 MST



Gambar 4.11 Grafik rata-rata jumlah daun bayam merah dan standar deviasinya 5 MST

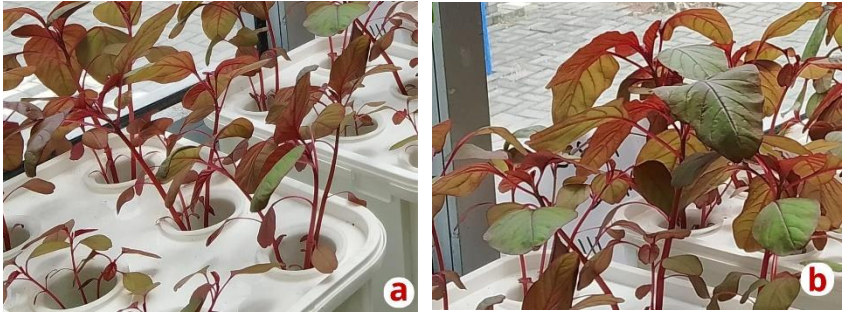
Berdasarkan grafik rata-rata jumlah daun 1 MST-5 MST perlakuan P0 (0%) memiliki rata-rata jumlah daun sebesar 7, P1 (50%) sebesar 7,5, P2 (100%) sebesar 8, P3 (150%) sebesar 8,5, dan P4 (200%) sebesar 7. Dengan demikian, perlakuan P3 menghasilkan rata-rata jumlah daun paling tinggi, sedangkan perlakuan P0 memiliki rata-rata jumlah daun paling rendah.

Indeks jumlah daun paling tinggi terdapat pada perlakuan P3 sebesar 5,50, diikuti oleh P2 sebesar 5,25, P0 sebesar 5,15, P1 sebesar 4,91, dan paling rendah pada perlakuan sebesar 4,65.

Analisis data jumlah daun bayam merah menunjukkan bahwa berdasarkan hasil uji Kruskal-Wallis (Lampiran 10), konsentrasi fosfor yang

berbeda memberikan pengaruh sangat signifikan pada 2 MST, 4 MST, dan 5 MST ($p < 0,05$), sedangkan pada 1 MST dan 3 MST tidak terdapat perbedaan signifikan ($p > 0,05$). Uji lanjut dengan Post Hoc Mann-Whitney (Lampiran 11) menunjukkan bahwa pada tahap awal pertumbuhan (1–2 MST), tidak terdapat perbedaan signifikan antara perlakuan P0 hingga P4. Pada 3 MST, mulai terlihat pengaruh perlakuan P3 yang lebih nyata dibandingkan lainnya. Pada 4 MST dan 5 MST, jumlah helai daun meningkat signifikan, dengan perbedaan paling signifikan terjadi antara P0 dan P3 pada 5 MST (Asymp.Sig = 0,01). Secara keseluruhan, pengaruh perlakuan mulai jelas pada tahap pertumbuhan lanjut, di mana perlakuan P3 menunjukkan pengaruh paling besar terhadap peningkatan jumlah helai daun dibandingkan perlakuan lainnya.

Adapun gejala visual dari bayam merah yang ditemukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 4.12 (a : fosfor 0%) dan (b : fosfor 50%) daun sedikit melipat dan kisut



Gambar 4.13 (c : fosfor 100%) dan (d : fosfor 150%) daun normal



Gambar 4.14 (e : fosfor 200%) jumlah daun paling sedikit dari perlakuan lainnya

P0 dan P1 menunjukkan daun bayam merah dengan perlakuan fosfor 0% dan 50% mengalami daun keriting, menyusut, dan kusam. P2 (100%) dan P3 (150%) daun bayam merah normal tidak ditemukan gangguan, sementara P4 (200%) menunjukkan jumlah daun paling sedikit.

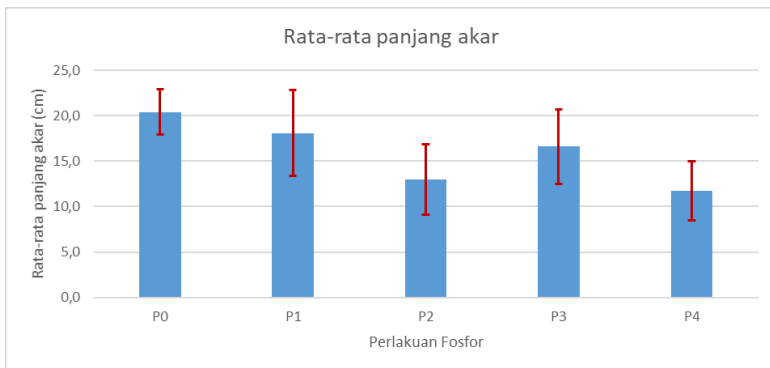
c. Panjang akar bayam merah

Pengamatan panjang akar tanaman bayam merah dilakukan saat tanaman berusia 35 hari (masa panen) dengan mengukur setiap sampel memakai penggaris dan benang, diukur dari pangkal akar hingga ujung akar terpanjang. Hasil pengukuran menunjukkan variasi panjang akar (Lampiran 12). Pada Tabel 4.3 ditampilkan rata-rata hasil pengukuran panjang akar tanaman bayam merah dan standar deviasinya, sementara panjang akar dan standar deviasi dari setiap perlakuan dapat diamati pada grafik yang tersedia (Gambar 4.7).

Tabel 4. 3 Hasil rata-rata panjang akar dan indeksnya

Perlakuan	Rata-rata panjang akar (cm)	Indeks panjang akar (cm)
P0	20,4±2,24 ^a	14,5
P1	18,1±5,43 ^{ab}	9,6
P2	13,0±4,50 ^b	5,1
P3	16,6±4,76 ^{ab}	6,0
P4	11,7±3,75 ^b	9,2

Keterangan: P0 (0%); P1 (50%); P2 (100%); P3 (150%); P4 (200%).



Gambar 4.15 Grafik rata-rata panjang akar dan standar deviasinya

Berdasarkan Gambar 4.7, rata-rata panjang akar paling tinggi terdapat pada perlakuan P0 sebesar 20,4 cm, diikuti oleh P1 sebesar 18,1 cm, P3 sebesar 16,6 cm, P2 sebesar 13,0 cm, dan paling rendah pada P4 sebesar 11,7 cm. Indeks panjang akar paling tinggi juga terdapat pada perlakuan P0 sebesar 14,5 cm, diikuti oleh P1 sebesar 9,6 cm, P4 sebesar 9,2 cm, P3 sebesar 6 cm, dan paling rendah pada P2 sebesar 5,1 cm.

Berdasarkan hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk*, seluruh perlakuan mempunyai nilai signifikansi (Sig.) lebih dari 0,05 sehingga data panjang akar pada semua perlakuan berdistribusi normal (Lampiran 13). Uji homogenitas menunjukkan bahwa varians data panjang akar antar perlakuan bersifat homogen dengan nilai Sig. lebih dari 0,05 pada semua metode, sehingga asumsi homogenitas terpenuhi dan data dapat dianalisis lebih lanjut dengan Uji ANOVA (Lampiran 14). Hasil Uji ANOVA menunjukkan adanya perbedaan signifikan panjang akar antar perlakuan ($p = 0,034$), yang mengindikasikan setidaknya ada satu kelompok dengan panjang akar berbeda secara nyata (Lampiran 15). Berdasarkan Uji Duncan, perlakuan P0 memiliki rata-rata panjang akar tertinggi dan menunjukkan pengaruh paling besar terhadap pertumbuhan panjang akar dibandingkan perlakuan lainnya, meskipun perbedaannya tidak berbeda nyata secara statistik dengan perlakuan lain (Lampiran 16).

d. Berat Basah

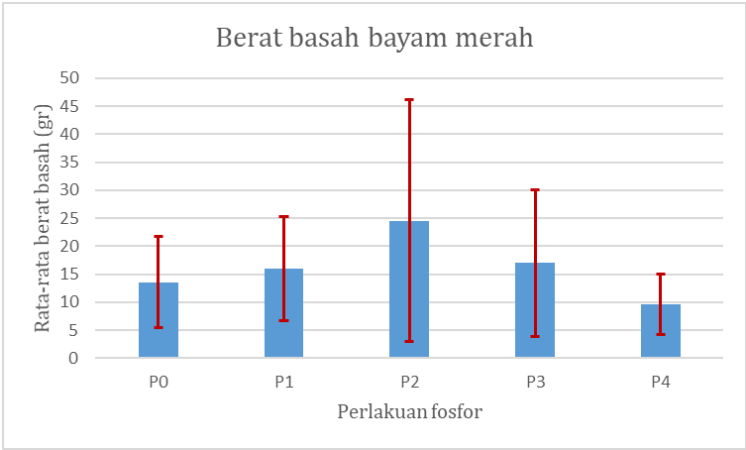
Pengamatan berat basah bayam merah dilakukan penimbangan setelah panen saat berusia 35 hari dengan menimbang semua bagian tanaman memakai neraca analitik pada masing-masing sampel, hasil dari

penimbangan berat basah bayam merah dapat diamati pada Lampiran 17. Pada tabel 4.4 merupakan hasil rata-rata dari data penimbangan berat basah bayam merah dan pada Gambar 4.8 disajikan grafik rata-rata berat basah dan standar deviasinya dari setiap perlakuan konsentrasi fosfor.

Tabel 4. 4 Hasil rata-rata berat basah dan indeksnya 5 MST

Perlakuan	Rata-rata berat basah (Gram)	Indeks berat basah (gram)
P0	13,6±8.50	2,56
P1	16,0±9,65	2,66
P2	24,5±22,5	4,06
P3	17,0±13,7	2,89
P4	9,60±5,64	1,91

Keterangan: P0 (Fosfor 0%); P1 (Fosfor 50%); P2 (100%); P3 (150%); P4 (200%)



Gambar 4.16 Grafik rata-rata berat basah 5 MST

Hasil pengamatan pada grafik rata-rata berat basah bayam merah 5 MST (Gambar 4.8) menunjukkan bahwa perlakuan P2 menghasilkan berat basah paling tinggi sebesar 24,5 gram, sedangkan P4 memiliki rata-rata berat basah paling rendah sebesar 9,6 gram. Perlakuan P0 mempunyai rata-rata berat basah 13,6 gram, yang lebih rendah dibandingkan P1 sebesar 16 gram dan P3 sebesar 17 gram.

Indeks berat basah pada perlakuan P0 yaitu 2,56 gram, P1 2,66 gram, P2 4,06 gram, P3 2,89 gram, dan P4 1,91 gram. Indeks berat basah paling tinggi ada pada P2 (4,06 gram) dan paling rendah pada P4 (1,91 gram).

Berdasarkan hasil uji normalitas (Lampiran 18), data berat basah berdistribusi normal dengan nilai signifikansi lebih dari 0,05 pada semua perlakuan. Namun, uji homogenitas (Lampiran 19) menunjukkan nilai signifikansi kurang dari 0,05, sehingga data tidak homogen. Oleh karena itu, analisis dilanjutkan menggunakan uji alternatif yaitu Welch ANOVA. Berdasarkan hasil Welch ANOVA (Lampiran 20), nilai signifikansi sebesar 0,091 (lebih

dari 0,05) menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara perlakuan P0 hingga P4.

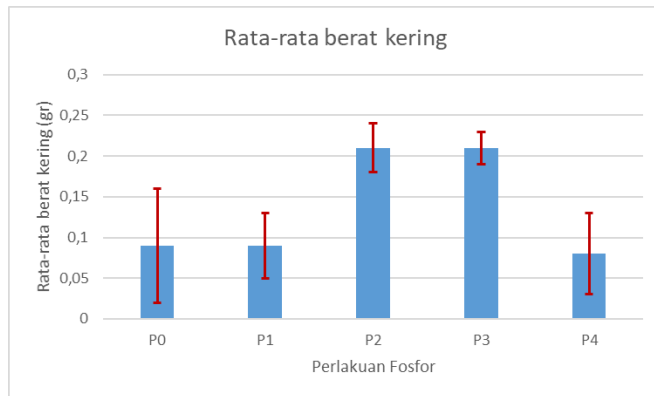
e. Berat Kering

Pengukuran berat kering bayam merah dilakukan saat sudah berumur 35 hari (waktu panen) dengan menimbang seluruh bagian bayam merah dari setiap sampel yang sudah dikeringkan dalam oven selama 10 hari hingga konstan keringnya pada suhu 40°C, pengeringan dilakukan pada suhu tersebut karena jika suhu oven terlalu tinggi akan menyebabkan rusaknya kandungan dalam simplisia termasuk flavonoid dan antosianin (Warnis *et al.*, 2020). Hasil dari penimbangan sampel diperoleh dengan hasil yang berbeda-beda sebagaimana dalam Lampiran 21. Hasil rata-rata dan indeks pertumbuhan dari data pengamatan berat kering bayam merah disajikan pada tabel 4.5 dan dapat diamati pada gambar 4.9.

Tabel 4. 5 Hasil rata-rata berat kering

Perlakuan	Rata-rata berat kering (Gram)	Indeks berat kering (Gram)
P0	0,09±0,03	110,1
P1	0,09±0,04	50,1
P2	0,21±0,03	91,5
P3	0,21±0,02	436,5
P4	0,08±0,05	180,8

Keterangan: P0 (Fosfor 0%), P1 (Fosfor 50%), P2 (Fosfor 100%), P3 (Fosfor 150%), P4 (Fosfor 200%)



Gambar 4.17 Grafik rata-rata berat kering 5 MST

Berdasarkan Gambar 4.9, diketahui bahwa perlakuan P0 (0%) dan P1 (50%) memiliki rata-rata berat kering yang sama, yaitu 0,09 gram. Perlakuan P2 (100%) dan P3 (150%) menunjukkan rata-rata berat kering yang paling tinggi, yaitu 0,21 gram. Jika tidak dibulatkan, nilai berat kering pada P2 adalah 0,208 gram dan pada P3 sebesar 0,206 gram, dengan selisih sebesar 0,002 gram. Sementara itu, perlakuan P4 (200%) mengalami penurunan rata-rata berat kering menjadi 0,08 gram.

Indeks berat kering bayam merah pada P0 yaitu 110,1 gram, P1 50,1 gram, P2 91,5 gram, P3 436,5

gram, dan P4 180,8 gram. Indeks paling tinggi yaitu pada P3 436,5 gram dan paling rendah yaitu pada P1 50,1 gram.

Berdasarkan hasil uji normalitas berat kering (Lampiran 22), data normal. Namun, hasil uji homogenitas (Lampiran 23) menunjukkan bahwa data tidak homogen berdasarkan mean dan trimmed mean ($p < 0,05$), sehingga digunakan alternatif uji Welch ANOVA. Hasil uji Welch ANOVA (Lampiran 24) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antar perlakuan terhadap berat kering bayam merah ($p < 0,05$). Uji lanjut Games-Howell (Lampiran 25) menunjukkan bahwa perlakuan P2 berbeda signifikan terhadap hampir semua perlakuan lain ($p = 0,000$), sehingga P2 merupakan perlakuan yang paling berpengaruh terhadap peningkatan berat kering bayam merah.

2. Flavonoid dan antosianin

a. Flavonoid

Pengukuran kadar flavonoid total ekstrak daun bayam merah secara kuantitatif yaitu dengan panjang gelombang 510 nm. Flavonoid dihitung dengan memakai persamaan regresi liner dari kurva kalibrasi kuersetin yang sudah diukur sebelumnya.

Kandungan flavonoid ditentukan sebagai jumlah total flavonoid dalam sampel. Perhitungan ini mengacu pada hukum Lambert-Beer, yang menggambarkan korelasi linear antara absorbansi dan konsentrasi ekstrak flavonoid (Asmoro Bangun, 2021).

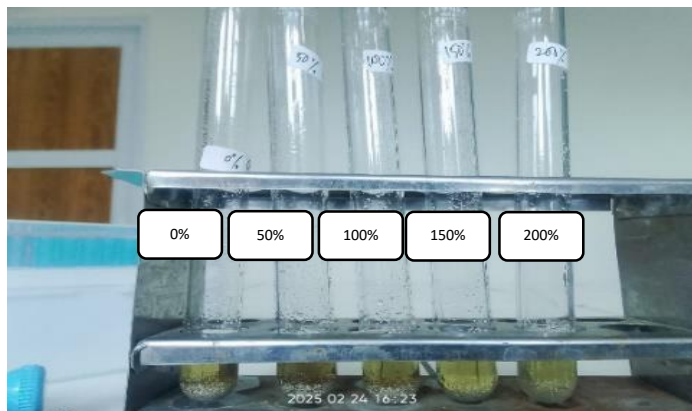
Penentuan kadar flavonoid total dilakukan dengan memakai larutan standar kuersetin 0, 20, 40, 60, 80, dan 100 (mg/ml). Pengukuran absorbansi dikerjakan memakai spektrofotometri UV-Vis dengan panjang gelombang 510 nm. Rata-rata absorbansi konsentrasi 0 (0,012), 20 (0,025), 40 (0,044), 60 (0,053), 80 (0,071), dan 100 (0,083) (Lampiran 31).

Hasil pengukuran kurva standar membuktikan jika semakin besar konsentrasi, semakin meningkat juga nilai absorbansi. Hasil tersebut menunjukkan hubungan lurus antara absorbansi dan flavonoid yang terdapat pada bayam merah sebagaimana pada persamaan linier (lampiran 32) (Asmoro Bangun, 2021).

1) Analisis Kualitatif Senyawa Flavonoid

Tabel 4. 6 Tingkat kekeruhan warna

Perlakuan	Tingkat kekeruhan
P0	++
P1	++++
P2	+++
P3	+
P4	+



Gambar 4. 18 Hasil warna senyawa flavonoid

Sebanyak 2 ml ekstrak daun bayam merah ditambahkan dengan 0,1 gram serbuk magnesium dan 3 tetes HCl pekat. Apabila terbentuk warna jingga sampai merah membuktikan terdapat senyawa flavon, merah sampai merah tua membuktikan adanya senyawa flavanol, dan merah pekat sampai merah keunguan

menunjukkan senyawa flavanon (Y. P. Utami *et al.*, 2023). Usman & Muin (2023) menambahkan bahwa warna kuning juga menandakan positif adanya flavonoid.

Hasil yang diperoleh adalah semua perlakuan bewarna kuning, namun pada perlakuan P1 (50%) warna kuningnya lebih keruh dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Begitu juga dengan P2 (100%) tetapi warnanya lebih menonjol pada P1 (50%).

1) Analisis Kuantitatif Senyawa Flavonoid

Analisis kuantitatif senyawa flavonoid total dengan memakai spektrofotometri UV-Vis dikerjakan untuk melihat seberapa besar kadar flavonoid total yang ada pada ekstrak daun bayam merah. Penentuan kadar flavonoid dilakukan memakai metode spektrofotometri UV-Vis, sebab senyawa flavonoid mempunyai sistem cincin aromatik yang saling berhubungan. Struktur ini menyebabkan flavonoid menyerap cahaya dengan intensitas tinggi pada rentang spectrum ultraviolet dan cahaya tampak (Aminah *et al.*, 2017).

Tabel 4. 7 Kadar Total Flavonoid

Perlakuan	Kadar Total Flavonoid (mg/L)
P0 (0%)	1,64±0,02
P1 (50%)	2,31±0,01
P2 (100%)	1,83±0,07
P3 (150%)	1,67±0,07
P4 (200%)	1,66±0,03

Hasil uji spektrofotometri pada 510 nm membuktikan bahwa kadar total flavonoid paling tinggi terdapat pada perlakuan P1 (50%) dengan rata-rata 2,31. Pada perlakuan P0 (0%) kadar flavonoid paling rendah, yaitu 1,64. Setelah perlakuan P1, kadar flavonoid mengalami penurunan pada P2 (100%) sebesar 1,83, kemudian pada P3 (150%) menjadi 1,67 dan P4 (200%) dengan 1,66.

2) Analisis data flavonoid bayam merah

Data kadar total flavonoid diuji dengan metode non-parametrik karena tidak berdistribusi normal. Hasil uji Kruskal-Wallis (Lampiran 33) menunjukkan tidak ada pengaruh signifikan antar perlakuan ($p = 0,186$). Namun, uji Mann-Whitney (Lampiran 34) menunjukkan bahwa perlakuan P1 berbeda signifikan

dibandingkan P0, sementara perlakuan lainnya tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

b. Antosianin

Kadar total antosianin dianalisis secara kuantitatif menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis dengan pendekatan pH diferensial yang menunjukkan adanya perbedaan nilai absorbansi antara larutan pada pH 1,0 dan pH 4,5. Pengukuran dilakukan pada panjang gelombang 520 nm dan 700 nm. Sementara hasil dari kadar total antosianin sebagai berikut:

Tabel 4. 8 Kadar total antosianin

Perlakuan	Kadar Total Antosianin (mg/L)
P0 (0%)	0,26±0,08
P1 (50%)	2,01±0,03
P2 (100%)	0,43±0,08
P3 (150%)	0,40±0,09
P4 (200%)	0,62±0,33

Pada perlakuan P0, kadar antosianin menunjukkan nilai paling rendah, yaitu 0,26±0,08 mg/L. Perlakuan P1 menghasilkan kadar antosianin tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya, yaitu 2,01±0,03 mg/L.

Perlakuan P2 menghasilkan kadar sebesar $0,43 \pm 0,08$ mg/L, sedangkan P3 kadar antosianinnya lebih rendah, yaitu $0,40 \pm 0,09$ mg/L. Sementara itu, P4 nilai kadar antosianinnya sedang yaitu $0,62 \pm 0,33$ mg/L. Secara keseluruhan, nilai tertinggi ditemukan pada P1, sedangkan nilai terendah terdapat pada P0.

Analisis uji statistik kadar antosianin data normal namun tidak homogen (Lampiran 35 & 36), sehingga digunakan uji ANOVA Welch dan Games-Howell. Hasil menunjukkan P3 (150% fosfor) berbeda nyata dengan P0 (0% fosfor) dan P1 (50% fosfor). Sementara P4 (200% fosfor) tidak berbeda signifikan dengan perlakuan lain (Lampiran 38).

3. Faktor abiotik pertumbuhan bayam merah

a. Suhu

Pengamatan suhu dilakukan pada tiga waktu, yaitu pukul 08.00 pagi, 12.00 siang, dan 15.30 sore. Suhu udara pada berbagai waktu pengamatan menunjukkan variasi yang cukup jelas. Rata-rata suhu pagi hari (08.00) adalah $29,0^{\circ}\text{C}$, meningkat menjadi $30,3^{\circ}\text{C}$ pada siang hari (12.00), lalu sedikit menurun menjadi $28,9^{\circ}\text{C}$ pada sore hari (15.30). Suhu pagi paling tinggi yaitu terdapat pada Senin, 20 Januari 2025 sebesar $33,6^{\circ}\text{C}$. Suhu siang hari paling

tinggi terjadi pada Senin, 30 Desember 2024 sebesar $34,2^{\circ}\text{C}$, sedangkan suhu sore hari paling tinggi juga pada hari yang sama sebesar $31,1^{\circ}\text{C}$. Sementara suhu paling rendah pada pagi hari adalah $25,3^{\circ}\text{C}$ (Kamis, 23 Januari 2025, 3 MST), pada siang hari adalah $25,9^{\circ}\text{C}$ (Rabu, 29 Januari 2025, 4 MST), dan pada sore hari adalah $25,1^{\circ}\text{C}$ (Rabu, 29 Januari 2025, 4 MST) (Lampiran 2).

b. Kelembapan udara

Kelembapan udara juga diukur pada waktu yang sama dengan suhu. Rata-rata kelembapan udara pada pagi hari yaitu 78,0%, kemudian menurun menjadi 71,4% saat siang dan kembali menurun sedikit menjadi 69,6% pada sore hari. Kelembapan yang lebih tinggi ada pada Sabtu, 1 Februari 2025 (5 MST) sebesar 88%, sedangkan kelembapan paling rendah terjadi pada siang hari Senin, 30 Desember 2024 (4 MST) dan Senin, 20 Januari 2025 (3 MST), masing-masing sebesar 63%. Secara umum, kelembapan cenderung tinggi pada pagi hari dan menurun saat siang, kemudian kembali sedikit meningkat pada sore hari (Lampiran 2).

c. Intensitas cahaya

Rata-rata intensitas cahaya pada pagi hari adalah 528 lux, meningkat menjadi 552 lux saat siang hari, lalu menurun drastis menjadi 312 lux pada sore hari. Intensitas cahaya menunjukkan nilai paling tinggi terjadi pada Senin, 20 Januari 2025 pukul 08.00 pagi sebesar 1117 lux, sedangkan nilai paling rendah tercatat pada Sabtu, 1 Februari 2025 (5 MST) pukul 15.30 sore sebesar 104 lux. Intensitas cahaya berdasarkan data paling tinggi pada pukul 12.00 siang, namun terdapat pengecualian pada beberapa hari, seperti Senin, 20 Januari 2025 (3 MST) yang menunjukkan intensitas cahaya lebih tinggi di pagi hari. Intensitas cahaya paling rendah pada waktu siang terjadi pada Sabtu, 11 Januari 2025 (1 MST) sebesar 323 lux. Hasil yang bervariasi tersebut dipengaruhi oleh kondisi cuaca musim hujan.

d. pH

Secara umum, pH berkisar antara 6,0–7,0 selama pengamatan. Pada Desember 2024, pH tertinggi tercatat 6,88 (0%) dan terendah 6,21 (150%). Nilai pH bervariasi tiap minggu, dengan kecenderungan menurun di minggu ketiga, yaitu 6,07–6,24. Puncak pH terjadi pada 27 Januari 2025 sebesar 6,94 (100%),

sedangkan nilai terendah tercatat 6,02 (50%) pada 20 Januari 2025 (Lampiran 3).

e. TDS

Pengamatan TDS dari 30 Desember 2024 hingga 27 Januari 2025 menunjukkan fluktuasi antar konsentrasi. TDS meningkat tajam pada minggu kedua dan ketiga, dengan puncaknya 1010 ppm (13 Januari, 0%). Minggu pertama nilai TDS masih rendah (300–544 ppm), dan kembali menurun pada minggu terakhir (520–755 ppm) (Lampiran 3).

B. Pembahasan

1. Pertumbuhan bayam merah

a. Tinggi bayam merah

Dalam percobaan penelitian, tinggi bayam merah adalah parameter yang biasanya diamati dan berfungsi sebagai indikator pertumbuhan. Selain itu, digunakan sebagai parameter untuk mengukur dan menentukan efektivitas suatu perlakuan (Apresus Sinaga & Ma'ruf, 2015). Fenomena bertambahnya ukuran suatu organisme dari waktu ke waktu menghasilkan kurva pertumbuhan yang nyata dengan pola membentuk S (sigmoid). Kurva tersebut terbentuk dari adanya 4 fase yaitu fase lag, log (eksponensial), stationer, dan penuaan (Suhardjono,

2018). Bayam merah dipanen saat 5 MST karena pada periode ini bayam merah menunjukkan adanya akumulasi metabolit sekunder (Kurniawan Supriyadi & Basit, 2024).

Tinggi bayam merah sangat dipengaruhi oleh tahapan metabolisme dalam tubuh tanaman itu sendiri. Dalam melangsungkan aktifitas metabolisme tersebut bayam merah memerlukan nutrisi (Putra & Ningsi, 2019). Salah satu nutrisi yang dibutuhkan tersebut adalah fosfor. Secara umum, fosfor berpengaruh terhadap tinggi bayam merah sebagaimana data pada lampiran 4 yang menunjukkan bahwa rata-rata tinggi bayam merah per MST nya semakin meningkat. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Lukman (2010) yang menyebutkan bahwa terdapat perbedaan peningkatan pertumbuhan antara manggis yang diberikan fosfor, tertinggi pada 50 ppm (83,47 cm) dengan manggis yang tidak berikan fosfor, 0 ppm (40,93).

Rata-rata tinggi bayam merah menunjukkan bahwa perlakuan P0 hingga P3 mampu meningkatkan tinggi bayam merah, namun pada P4 rata-rata tinggi bayam merah lebih rendah, yang mengindikasikan bahwa kelebihan fosfor dapat

menyebabkan pertumbuhan yang terhambat, bahkan menyebabkan kematian (Lukman, 2010). Indeks tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan P3 (150%) dengan nilai 12,2 cm. Kandungan fosfor dengan konsentrasi 150% mendukung pertumbuhan vertikal bayam merah, sehingga membantu bayam merah tumbuh lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian Sutarwi (2013) yang menyebutkan bahwa fosfor dengan perlakuan P3 (150 kg/ha) menunjukkan hasil panen terbaik pada kacang tanah, termasuk nilai tingginya.

Berdasarkan analisis statistik menunjukkan bahwa data tinggi tanaman memenuhi syarat uji parametrik, karena terdistribusi normal dan homogen. Uji ANOVA menunjukkan bahwa pada 3 MST terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan fosfor ($p=0,021$) dibandingkan dengan minggu lainnya (1,2,4, dan 5 MST), tidak ditemukan perbedaan signifikan antar perlakuan. Tanaman pada 3 MST termasuk berada dalam fase vegetatif yang sangat responsif terhadap asupan nutrisi sehingga mengalami proses pertambahan tinggi yang cepat. Selain dipengaruhi oleh serapan nutrisi, pembentukan batang atau cabang tanaman juga

dipengaruhi oleh radiasi matahari, temperatur, karbondioksida, dan kelembapan yang diterima tanaman (Pudjiwati & Asmina, 2020). Abedin *et al.* (2021) menambahkan bahwa fosfor dapat berfungsi untuk merangsang pembelahan sel serta proses asimilasi untuk pertumbuhan dan perkembangan tinggi bayam merah.

Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa P0 mempunyai nilai lebih tinggi secara signifikan dibandingkan perlakuan lain pada 3 MST, sementara P1 dan P2 tidak signifikan, yang berarti peningkatan kadar fosfor belum tentu meningkatkan pertumbuhan secara signifikan. Pada P0 diberikan senyawa modifikasi yang mengganti unsur fosfor yaitu NH_4Cl 2 ml yang dapat berfungsi untuk meningkatkan nutrisi hidroponik (Chai *et al.*, 2017). Selain itu NH_4^+ dalam NH_4Cl dapat menstimulasi pertumbuhan vegetatif karena diserap oleh akar dan digunakan bayam merah untuk mensintesis asam amino, protein, dan klorofil yang penting untuk pembentukan jaringan baru termasuk pada batang untuk tinggi bayam merah (Pahlawati *et al.*, 2022).

b. Jumlah daun bayam merah

Jumlah helai daun merupakan data penting yang perlu diamati dalam perkembangan bayam merah, karena daun berperan sebagai lokasi fotosintesis. Peningkatan jumlah daun berperan positif terhadap proses fotosintesis, sehingga mendukung pertumbuhan bayam merah. Bertambahnya jumlah daun tanaman memiliki hubungan dengan unsur hara makro, salah satunya yaitu fosfor. Fosfor berfungsi dalam pembelahan sel dan diperlukan dalam proses metabolisme energi (ATP), yang penting untuk pembentukan organ baru termasuk daun (Munar *et al.*, 2018).

Berdasarkan grafik rata-rata jumlah daun (Gambar 4.3), perlakuan P3 (150%) memiliki rata-rata jumlah daun yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu 8,5. Begitu juga dengan indeks jumlah daun terbanyak ditemukan pada perlakuan P3 (150%) yaitu 5,50 helai. Fosfor berperan dalam merangsang pembentukan daun yang penting dalam proses fotosintesis (Faizin *et al.*, 2015). Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ade *et al.*(2023) yang menyatakan bahwa dosis 150 kg SP-36 berpotensi memperoleh

daun kedelai lebih banyak dibandingkan perlakuan yang lainnya. Sementara, pada perlakuan P4 (200%) rata-rata daun menjadi 7. Hal tersebut terjadi karena perlakuan fosfor yang tinggi dapat menghambat penyerapan unsur mikro seperti Zn, Fe, dan Mn yang penting untuk sintesis klorofil, enzim, dan hormon pertumbuhan (Lukman, 2010).

Berdasarkan uji Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa perlakuan fosfor dengan konsentrasi yang berbeda memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah daun bayam merah pada 2,4, dan 5 MST ($p < 0,05$). Sedangkan pada 1 MST dan 3 MST uji tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, di mana 1 MST (0,549) dan 3 MST (0,081). Hal tersebut terjadi karena pada 1 MST merupakan fase lag atau adaptasi dengan lingkungan (Junairiah *et al.*, 2014) dan pada 3 MST rata-rata standar deviasi besar (3,91), sehingga perbedaan rata-rata jumlah daun sulit dibedakan secara nyata antar perlakuan secara statistik. Sebaliknya, pada 2 MST variasi data lebih kecil, sehingga perbedaan lebih mudah terbaca secara statistik. Sebagaimana menurut Wahyudi David & Aurino R A Djamaris (2018) yang menyatakan bahwa hasil signifikansi uji statistik

tidak hanya dipengaruhi oleh rata-rata, namun juga tingkat keragaman atau varians. Sementara pada 4 MST dan 5 MST merupakan fase linier yang berlangsung konstan (Nugraheni *et al.*, 2019).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian fosfor dengan berbagai konsentrasi belum memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah daun bayam merah pada tahap awal pertumbuhan (1-2 MST). Hal ini didukung oleh nilai signifikansi uji Mann-Whitney yang lebih besar dari 0,05 (Lampiran 11), serta rata-rata jumlah daun yang masih rendah dan relatif seragam pada semua perlakuan (Lampiran 9). Pada fase vegetatif awal ini, tanaman masih dalam tahap adaptasi dan pertumbuhan akar, sehingga belum sepenuhnya mampu menyerap nutrisi secara optimal (Solikin, 2002). Memasuki 3 MST, mulai terlihat adanya pengaruh dari pemberian berbagai konsentrasi fosfor, ditunjukkan dengan perbedaan signifikan antara perlakuan P3 dan P4 ($p=0,04$). Namun, secara umum perbedaan antarperlakuan masih belum signifikan. Sementara bayam merah pada 4 MST dan 5 MST, efek perlakuan terlihat jelas dengan adanya perbedaan nyata antar beberapa perlakuan. Perlakuan P3 menunjukkan hasil yang

lebih tinggi dalam peningkatan jumlah daun dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Proses peningkatan jumlah daun yaitu daun mengalami pembelahan yang terjadi pada area proksimodistal, sentrolateral, serta adaksial-abaksial. Pertumbuhan ini berlangsung bersamaan dengan proses spesialisasi sel yang sudah ditetapkan sejak tahap awal perkembangan menjadi berbagai penyusun struktur daun (Meriem, 2019). Fahrudin (2009) juga menambahkan bahwa jumlah daun dipengaruhi oleh adanya unsur hara seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) di dalam media tanam.

Gejala visual dari daun bayam merah juga ditemukan pada P0 dan P1 menunjukkan daun bayam merah dengan perlakuan fosfor 0% dan 50% mengalami daun keriting, menyusut, dan kusam. Hal ini sejalan dengan penelitian Lukman (2010) yang menyatakan bahwa kekurangan unsur P memperlihatkan gejala terhambatnya pertumbuhan daun, diantaranya daun bewarna kusam, daun cenderung menjadi sempit (menyusut) dibandingkan bentuk aslinya yang *ovate*. Selain itu, kurangnya fosfor pada bayam merah dapat mengganggu produksi klorofil, yang menyebabkan klorosis daun

seperti terlihat kusam (Siedliska *et al.*, 2021). Dalam perlakuan P0 dan P1 juga diberikan NH_4Cl sebagai modifikasi untuk mencukupi senyawa $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$. Di mana NH_4Cl mempunyai tingkat pemanfaatan nutrisi yang tinggi dan peningkatan efisiensi pemakaian radiasi intensitas cahaya serta efisiensi pemakaian nitrogen. Semakin tinggi bayam merah, maka jumlah ruas akan semakin banyak sehingga dapat menambah jumlah daun bayam merah (Fidiyawati *et al.*, 2024). Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan karena rata-rata jumlah daun P0 dan P1 setiap minggunya bertambah, namun pada beberapa daun ditemukan gejala daun kusam dan menyusut.

Sementara itu, pada perlakuan P2 (100%) dan P3 (150%) daun bayam merah normal tidak ditemukan gangguan, karena pemberian fosfor pada dosis tersebut diduga dalam kisaran optimal untuk pembentukan dan perkembangan daun sebagaimana pada perhitungan larutan nutrisi Hoagland (Tabel 3.2). Sementara, pada P4 (200%) menunjukkan jumlah daun lebih sedikit karena unsur P yang tinggi pada perlakuan fosfor 200% dapat menyebabkan penumpukan ion dalam sel yang mengganggu keseimbangan ion dan osmotik, sehingga

menghambat pembelahan sel, pertumbuhan daun bayam merah terganggu, dan tanaman mengalami stres (Khan *et al.*, 2023). Selain itu, daun yang hasilnya kurang optimal diduga dipengaruhi oleh suhu di atas nilai optimal ($34,2^{\circ}\text{C}$, siang hari) dan intensitas cahaya di bawah nilai optimal (1117 lux, pagi hari) (Lampiran 2). Suhu yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan stres pada bayam merah yang mengganggu fotosintesis dan mempercepat transpirasi. Hal tersebut dapat menyebabkan daun layu, pertumbuhan daun baru terhambat, sehingga jumlah daun berkurang (Jaisyurahman *et al.*, 2019). Sedangkan intensitas cahaya yang rendah menyebabkan rendahnya laju fotosintesis, sehingga energi yang dihasilkan untuk pertumbuhan daun berkurang. Akibatnya, jumlah daun yang terbentuk lebih sedikit (Khusni *et al.*, 2018).

c. Panjang akar

Pengukuran panjang akar merupakan salah satu indikator penting dalam penelitian, mengingat akar berfungsi sebagai organ vegetative utama yang berperan dalam penyerapan air, mineral, dan zat-zat esensial lainnya guna menunjang pertumbuhan serta perkembangan tanaman bayam merah (Undut *et al.*,

2023). Berdasarkan Gambar 4.15, perlakuan tanpa penambahan fosfor (P0) menunjukkan hasil rata-rata panjang indeks akar tertinggi, yaitu masing-masing sebesar 20,4 cm dan 14,5 cm. Perlakuan ini diikuti oleh P1 dengan Panjang akar 18,1 cm dan indeks akar 9,6 cm. Baik dalam perlakuan P0 maupun P1, diberikan NH_4Cl sebanyak 2 ml (Lampiran 1). Ion NH_4^+ dari NH_4Cl berperan dalam merangsang pertumbuhan akar secara aktif, khususnya melalui peningkatan aktivitas metabolik dan efisiensi penyerapan hara pada zona perakaran (Pahlawati *et al.*, 2022), sedangkan unsur Cl^- (klorin) berfungsi sebagai aktivator enzim dalam proses produksi oksigen dari larutan nutrisi yang mendukung pertumbuhan akar (Rahmawati *et al.*, 2019). Rata-rata jumlah daun pada P2 sebesar 13 cm dengan standar deviasi 3,89 cm dan P3 sebesar 16,6 cm dengan standar deviasi 4,12 cm. Sementara pemberian fosfor tinggi (P4) rata-rata jumlah daun menjadi turun menjadi 11,7 cm dengan standar deviasi 3,25 cm. Kelebihan unsur fosfor pada perlakuan P4 dapat menyebabkan proses fisiologi bayam merah terganggu karena dapat mengikat unsur hara mikro seperti besi, tembaga, dan seng,

sehingga tidak dapat diserap oleh akar secara maksimal (Mansyur, N. I., Pudjiwati, E. H., & Murtilaksono, 2021).

Berdasarkan uji normalitas dan uji homogenitas, data panjang akar menunjukkan nilai signifikansi $> 0,05$, yang berarti data normal dan homogen. Hasil ANOVA menunjukkan adanya perbedaan panjang akar yang signifikan antar perlakuan ($p=0,034 < 0,05$), yang mengindikasikan bahwa perlakuan variasi konsentrasi fosfor berpengaruh terhadap panjang akar bayam merah. Sementara hasil uji Duncan (Lampiran 16), variasi konsentrasi fosfor memberikan pengaruh berbeda terhadap panjang akar bayam merah. Perlakuan P0 menunjukkan rata-rata panjang akar paling tinggi, yaitu 20,458 cm dan termasuk dalam subset berbeda (a). sementara itu, perlakuan P4 dan P2 memiliki rata-rata panjang akar paling rendah, masing-masing 11,750 cm dan 13,000 cm, serta berada dalam subset yang sama (b). Perlakuan P1 dan P3 mempunyai rata-rata panjang akar masing-masing 16,417 dan 16,583 cm, dan berada pada dua subset (ab), yang berarti tidak berbeda nyata dengan P0 maupun P2 dan P4. Nilai signifikansi pada subset 1 dan 2 masing-masing

adalah 0,132 dan 0,191 ($p>0,05$), menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan panjang akar yang signifikan antar perlakuan. Namun, berdasarkan uji Duncan panjang akar perlakuan P0 (0%) memiliki akar lebih panjang dibandingkan perlakuan lainnya (Lampiran 16).

d. Berat basah

Berat basah bayam merah merupakan berat yang semua bagian tanamannya termasuk batang, daun, dan akar yang diukur langsung dalam kondisi segar, dimana kenaikan berat basah suatu tumbuhan didukung oleh tersedianya nutrisi yang terlarut di dalamnya (Jayati & Susanti, 2019).

Berdasarkan hasil pengamatan (Gambar 4.16), perlakuan P2 memberikan rata-rata berat basah paling tinggi yaitu sebesar 24,5 gram dengan standar deviasi 21,6 gram. Indeks berat basah paling tinggi juga pada perlakuan P2 sebesar 4,06 gram. Fosfor sebagai bagian dari ATP penting dalam transfer energi metabolisme, sehingga mendukung pembentukan jaringan segar secara optimal (Ginting *et al.*, 2017). Sebaliknya, nilai paling rendah ditemukan pada perlakuan P4 dengan rata-rata 9,6 gram dan standar deviasi 5,4 gram. P0 menghasilkan

rata-rata 13,6 gram, lebih rendah dibanding P1 (16 gram) dan P3 (17 gram). Hasil dari berat basah bayam merah tentunya juga dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi dan kondisi lingkungan. Sebagaimana menurut Sri Marginingsih *et al.* (2018), bahwa adanya nutrisi dan kondisi lingkungan yang kondusif dapat menambah laju fotosintesis, sehingga menghasilkan pertumbuhan batang yang lebih tinggi, jumlah daun yang lebih besar, dan menaikkan berat basah tanaman.

Hasil uji normalitas (Lampiran 18) menunjukkan bahwa semua perlakuan memiliki nilai signifikansi (Sig.) $> 0,05$, yang berarti data berdistribusi normal. Namun, uji homogenitas (Lampiran 19), diperoleh nilai signifikansi $< 0,05$, data tidak homogen. Selanjutnya dilakukan uji alternatif Welch ANOVA karena data normal namun tidak homogen (Ummah, 2019). Uji Welch ANOVA (Lampiran 20), diperoleh nilai signifikansi sebesar $0,091 > 0,05$, sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Secara statistik pemberian fosfor pada P0 hingga P4 tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap berat basah bayam merah. Namun, jika diamati secara deskriptif, perlakuan P2 (100%) memberikan

pengaruh yang lebih terhadap berat basah bayam merah.

e. Berat kering

Berdasarkan gambar 4.17 tersebut dapat diketahui jika P0 (0%) dan P1 (50%) memiliki rata-rata berat kering yang sama, yaitu 0,09 gram. P2 (100%) dan P3 (150%) menghasilkan berat kering 0,21 gram. Namun, jika tidak dibulatkan $P2 = 0,208$ dan $P3 = 0,206$, yang mengindikasikan bahwa P2 (100%) lebih optimal. Sementara pada P4 (200%) berat kering bayam merah lebih rendah menjadi 0,08 gram karena lebihnya fosfor pada perlakuan P4 yang dapat menghambat penyerapan nutrisi mikro seperti unsur besi (Fe), tembaga (Cu), dan seng (Zn) (Permatasari *et al.*, 2023). Haryadi *et al.* (2014) juga menambahkan bahwa ketidaktersediaan nutrisi dan H_2O secara langsung juga dapat menurunkan berat kering. Sementara indeks berat kering tertinggi dicapai pada P3 (150%) dengan nilai 436,5 gram. Pemberian fosfor pada tingkat ini mendukung akumulasi biomassa kering, yang berpengaruh terhadap peningkatan berat kering tanaman (Ginting *et al.*, 2017).

Uji normalitas menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memiliki distribusi normal ($p > 0,05$). Namun, hasil uji homogenitas menunjukkan data tidak homogen ($p < 0,05$), analisis dilanjutkan memakai Welch ANOVA (Firdausy *et al.*, 2020). Hasil uji tersebut menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar perlakuan ($p < 0,05$) (Lampiran 24). Uji lanjut menggunakan Games-Howell menunjukkan bahwa perlakuan P2 dan P3 berbeda signifikan dibandingkan dengan P0, P1, dan P4 ($p=0,000$). Sebaliknya, pada P2 dan P3 tidak terdapat perbedaan yang signifikan (0,999), serta antara P0, P1, dan P4 ($p > 0,99$). Berdasarkan uji Games-Howell menunjukkan bahwa fosfor pada perlakuan P2 berbeda nyata dari perlakuan lainnya (Lampiran 25).

Fosfor memiliki fungsi penting dalam mekanisme fisiologi seperti metabolisme senyawa karbohidrat dan reaksi fotosintesis dengan membentuk inti sel dan membagi hasil senyawa fotosintesis ke seluruh bagian tanaman. Ketersediaan fosfor yang cukup membuat hasil fotosintesis seperti glukosa dapat dialirkan secara efisien ke seluruh bagian tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan jaringan, termasuk pembentukan

biomassa (Aziza *et al.*, 2022). Perlakuan fosfor dengan kadar yang tepat (100%) menghasilkan berat kering yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya karena akumulasi biomassa yang lebih tinggi. Sementara pada P4 kadar fosfor yang berlebih dapat menghambat pertumbuhan bayam merah sehingga mempengaruhi berat keringnya (Permatasari *et al.*, 2023).

2. Flavonoid dan Antosianin

a. Flavonoid

Uji kualitatif menunjukkan semua sampel menghasilkan warna kuning setelah direaksikan dengan serbuk magnesium dan HCl pekat, yang menandakan adanya flavonoid. Flavonoid tersebut tergolong dalam jenis flavonol yaitu kuersetin. Di mana flavonol merupakan flavonoid yang berfungsi sebagai perlindungan terhadap radiasi UV berlebih dan sebagai sinyal biologis (Pambudi *et al.*, 2015). Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Sulistyarini *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa senyawa flavonoid akan tereduksi dengan Mg dan HCl sehingga menghasilkan berbagai warna di antaranya kuning.

Pengukuran kuantitatif dilakukan menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang

gelombang 510 nm, dengan kuersetin sebagai standar. Sampel dibuat dalam tiga replikasi untuk setiap analisis dan diperoleh nilai rata-rata absorbansi (Cahyanta, 2016). Hasil uji kuantitatif menunjukkan bahwa perlakuan P1 (50%) memiliki kadar flavonoid lebih tinggi (2,31) karena proses biosintesis yang optimal berjalan dalam jaringan daun, hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Syafrida *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa tingginya kadar flavonoid pada daun teki disebabkan karena pada sitoplasma daun paling banyak terjadi proses biosintesis senyawa fenolik. Sedangkan P0 (tanpa perlakuan) menunjukkan bahwa kadar flavonoid paling rendah (1,64). Kadar flavonoid menurun kembali pada P2 hingga P4, dengan nilai mendekati P0. Kadar flavonoid yang nilainya lebih rendah dapat dipengaruhi oleh lamanya proses pengeringan daun bayam merah. Syafarina, M. *et al.* (2017) menerangkan bahwa flavonoid tergolong dalam kelompok polifenol dengan struktur dasar fenol yang bersifat mudah teroksidasi dan peka terhadap panas. Oleh karena itu, suhu dan waktu pengeringan daun bayam merah dapat memengaruhi kadar flavonoid dalam daun bayam merah.

b. Antosianin

Teknik analisis kuantitatif antosianin dilakukan dengan pH diferensial. Teknik yang diterapkan untuk menilai perbedaan senyawa antosianin yang terbentuk pada tingkat keasaman berbeda, yaitu pH 1 karena antosianin lebih stabil di bawah PH 4 dan kurang stabil pada pH 4,5. Larutan penyangga ditambahkan pada pH 1 dan 4,5, lalu absorbansi diukur (Y. P. Utami *et al.*, 2023). Penyesuaian pH pada pembuatan larutan buffer KCl dan natrium asetat dilakukan memakai HCl pekat. Nilai absorbansi dari kedua perlakuan pH tersebut diukur memakai spektrofotometer pada panjang gelombang 520 nm dan 700 nm sesudah didiamkan selama 15 menit. Panjang gelombang 520 nm yaitu titik maksimum penyerapan untuk sianidin-3-glukosida, sementara panjang gelombang 700 nm dipakai untuk acuan koreksi. Jika sampel benar-benar bening, absorbansi pada panjang gelombang 700 nm akan bernilai 0. Panjang gelombang sianidin-3-glukosida dipilih karena merupakan tipe antosianin yang paling ditemukan di alam (Irnawati *et al.*, 2017).

Antosianin bersifat stabil dan menghasilkan warna terang dalam kondisi PH yang asam. Namun,

seiring kenaikan pH, warnanya perlahan memudar hingga tidak tampak lagi pada kisaran pH 4-5. Tingkat keasaman (pH) memengaruhi kestabilan warna senyawa antosianin, di mana warnanya cenderung lebih tahan lama dalam suasana asam atau pH rendah. Stabilitas antosianin juga dipengaruhi oleh faktor suhu dan tingkat keasaman (Irnawati *et al.*, 2017).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar antosianin bayam merah dipengaruhi secara nyata oleh kombinasi pH, panjang gelombang, dan perlakuan fosfor. Perlakuan P1 (50% fosfor), menghasilkan kadar antosianin paling tinggi, konsentrasi fosfor pada perlakuan P1 optimal untuk mendukung sintesis metabolisme antosianin yang termasuk senyawa fenolik dan mempertahankan stabilitas antosianin dalam kondisi asam (Sutikno *et al.*, 2023). Sebaliknya, P3 memiliki kadar antosianin paling rendah, hal ini dipengaruhi oleh suhu lingkungan yang dapat mempercepat degradasi antosianin sehingga kadarnya lebih rendah (Ifadah *et al.*, 2022).

Analisis statistik menunjukkan bahwa data kadar antosianin bersifat normal namun tidak homogen, sehingga digunakan uji ANOVA Welch dan

Games-Howell. Hasil uji menunjukkan bahwa P3 berbeda nyata terhadap P0 dan P1, sedangkan P4 (200%) tidak menunjukkan perbedaan nyata terhadap perlakuan lainnya. Hal ini berkaitan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nirmala Sari & Masrillah (2022) yang menyatakan bahwa fosfor tidak hanya memengaruhi peningkatan kadar antosianin, tetapi juga turut memengaruhi bentuk dan kestabilan pigmen. Kadar fosfor yang berlebihan dapat menyebabkan perubahan struktur antosianin, sehingga menurunkan kestabilannya dan menyebabkan hasil yang berbeda nyata dibandingkan perlakuan dengan dosis fosfor yang lebih rendah.

3. Faktor abiotik bayam merah

a. Suhu

Suhu optimum untuk pertumbuhan bayam merah adalah 17-28°C (Rika Widianita, 2023). Suhu selama masa pengamatan berkisar antara 25°C hingga 34,2°C (1 MST). Suhu tinggi terlebih pada siang hari mencapai > 33°C. Suhu tersebut menyebabkan pertumbuhan dengan hasil yang kurang maksimal, karena suhu tersebut tidak cocok untuk bayam merah (Rika Widianita, 2023). Suhu

yang tinggi dapat menyebabkan stres terhadap bayam merah sehingga pertumbuhan bayam merah menjadi terhambat. Daun dengan suhu lingkungan yang tinggi proses fotosintesisnya terhambat hingga menimbulkan kerusakan pada jaringan bayam merah. Suhu yang tinggi memicu penutupan stomata, menurunkan penyerapan CO₂, serta meningkatkan laju penguapan air, yang dapat menyebabkan kekeringan pada bayam merah. Selain itu, suhu yang tinggi juga dapat merusak enzim dan protein yang membuat proses metabolisme terganggu, serta memicu visualisasi daun yang tidak sehat (Moore *et al.*, 2021). Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan, di antaranya pada perlakuan P0, P1, dan P4. Pengaruh suhu terhadap perlakuan P1 menghasilkan kadar flavonoid dan antosianin yang lebih tinggi karena mendukung sintesis senyawa fenolik yang melibatkan proses biosintesis melalui jalur asam shikimat dan asetat. Jalur ini membentuk struktur dasar fenilpropanoid (C6-C3) serta unit penyusun dua karbon, yang selanjutnya diubah menjadi senyawa flavonoid dan antosianin (Ardila, 2020). Selain itu, suhu yang tinggi juga dapat mempercepat degradasi antosianin dan menghambat

aktivitas enzim sehingga menghasilkan kadar antosianin yang lebih rendah (Ifadah *et al.*, 2022).

b. Kelembapan udara

Kelembapan udara yang sesuai untuk bayam merah adalah 50-60% (Rika Widianita, 2023). Kelembapan udara pada proses penelitian cukup tinggi, tidak sesuai dengan batas optimal kelembapan udara bayam merah, yaitu antara 61% hingga 88%. Kelembapan udara yang tinggi juga dapat menghambat transpirasi dan penyerapan unsur hara, serta memicu kondisi lembap berlebih yang tidak ideal untuk bayam merah (A. A. Putri *et al.*, 2023). Tingginya kelembapan juga berdampak pada sintesis senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid. Flavonoid berperan sebagai antioksidan dan pelindung bayam merah terhadap stres lingkungan. Perlakuan P1 (50%) menghasilkan kandungan flavonoid dan antosianin yang lebih tinggi karena pada perlakuan tersebut respon bayam merah menambah aktivitas enzim yang terlibat dalam jalur fenilpropanoid, sehingga produksi senyawa fenolik lebih efisien (A. A. Putri *et al.*, 2023). Kelembapan yang terlalu tinggi dapat mengganggu proses transpirasi dan penyerapan air serta nutrisi, sehingga

mempengaruhi pertumbuhan bayam merah (A. A. Putri *et al.*, 2023). Keadaan tersebut berhubungan dengan perlakuan P4, yang menunjukkan penurunan tinggi bayam merah, panjang akar, berat basah, dan berat kering, serta pada P3 yang memiliki rata-rata jumlah daun paling banyak namun kadar antosianin rendah, hal tersebut menandakan bahwa pertumbuhan vegetatif tidak selalu sejalan dengan kualitas senyawa metabolit, terlebih saat kelembapan tidak optimal (Rianditya & Hartatik, 2022).

c. Intensitas cahaya

Pertumbuhan bayam merah intensitas cahaya optimalnya kisaran 1.965 lux (Khusni *et al.*, 2018). Intensitas cahaya pada saat proses penelitian menunjukkan variasi yang cukup tinggi, dengan nilai paling tinggi mencapai 1.117 lux (pagi, 20 Januari 2025) dan paling rendah 104 lux (Sore, 1 Februari 2025). Secara umum, intensitas tertinggi terjadi pada pagi dan siang hari, sedangkan sore hari lebih rendah. Selama fase pertumbuhan, bayam merah memerlukan tingkat intensitas cahaya yang memadai. Hal ini dikarenakan paparan cahaya matahari yang kuat dibutuhkan secara keberlanjutan untuk memfasilitasi penggabungan karbon dioksida dan air

dalam proses sintesis karbohidrat, yang fungsinya untuk sumber energi utama bagi bayam merah (Zannah *et al.*, 2023). Intensitas cahaya bekerja dengan baik seperti pada P0 tinggi tanaman dan panjang akar karena intensitas cahaya pagi dan siang cukup stabil di awal pertumbuhan. P2 memberikan berat basah dan kering paling tinggi yang dipengaruhi oleh intensitas cahaya di pertengahan observasi (sekitar 831-983 lux). Sementara pada P4 kelebihan fosfor dapat membuat stres cahaya saat intensitas matahari tinggi, sehingga bayam merah terganggu untuk penyerapan unsur penting dan berdampak negatif pada pertumbuhan serta kadar flavonoid dan antosianin (L, Vigna., 2024). Perlakuan P1 (50%) menghasilkan konsentrasi flavonoid dan antosianin paling tinggi dengan paparan cahaya matahari sekitar 726–983 lux, yang menstimulasi kerja enzim dalam pembentukan senyawa fenolik (Yuniarti *et al.*, 2020). Sebaliknya, P3 menunjukkan kadar antosianin paling rendah karena intensitas cahaya yang diterima tidak stabil, sehingga produksi senyawa flavonoid dan antosianin kurang maksimal.

d. pH

pH larutan nutrisi berperan penting dalam efektivitas penyerapan unsur hara bayam merah. Berdasarkan hasil pengamatan, perlakuan P0 menunjukkan PH relatif stabil di kisaran 6,1-6,8, yang mendukung pertumbuhan tinggi bayam merah dan panjang akar, terlebih karena bayam merah merespon sumber nitrogen dari NH_4Cl yang digunakan (Pahlawati *et al.*, 2022). Perlakuan P2 yang menghasilkan berat basah dan berat kering paling tinggi juga memiliki nilai pH cukup ideal, berkisar antara 6,2-6,9, yang mendukung penyerapan fosfor secara efisien (Lubis *et al.*, 2015). Sebaliknya, perlakuan P4 (200%) menunjukkan rata-rata pH lebih rendah yang berpotensi terhambatnya penyerapan nutrisi sehingga rata-rata perlakuan pada pH ini lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Lubis *et al.*, 2015). Di sisi lain, untuk kandungan senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid dan antosianin, perlakuan P1 (50%) menghasilkan nilai yang paling tinggi. Kondisi ini didukung oleh tingkat keasaman (pH) yang cukup stabil dan berada dalam kisaran ideal, sehingga memperlancar kerja enzim yang berperan dalam

pembentukan senyawa fenolik (Yuniarti *et al.*, 2020). Sebaliknya, perlakuan P3 (150%) menunjukkan kadar antosianin lebih rendah. Hal ini dipengaruhi oleh berubahnya nilai pH pada perlakuan P3, konsentrasi pigmen, adanya campuran dengan senyawa-senyawa lain yang menyebabkan kadar antosianin pada P3 lebih rendah (Ayun *et al.*, 2022).

e. TDS (*Total Dissolved Solids*)

TDS merupakan padatan-padatan yang mempunyai ukuran lebih kecil dari padatan tersuspensi. TDS disebabkan oleh bahan anorganik yang berupa ion-ion yang umumnya ditemukan di perairan (Ode *et al.*, 2024). Data menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi fosfor, nilai TDS juga meningkat. TDS nilainya lebih tinggi ditemukan pada perlakuan P4 (200%), yaitu mencapai 834 ppm pada minggu kedua. Hal ini menunjukkan akumulasi zat terlarut dalam larutan nutrisi seiring peningkatan dosis fosfor. Kelebihan TDS ini diduga menyebabkan gangguan penyerapan air dan nutrisi, yang berdampak negatif pada pertumbuhan tanaman, seperti yang terlihat pada penurunan semua parameter pertumbuhan di P4. Sebaliknya, perlakuan P1 dan P2 menunjukkan nilai TDS sedang, yang

mendukung pertumbuhan optimal dan kandungan metabolit seperti flavonoid dan antosianin (Sholehah, D. N., *et al.*, 2025) .

BAB V

KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan yang sudah dikerjakan maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian, variasi konsentrasi fosfor berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bayam merah. Perlakuan P0 (0%) paling berpengaruh terhadap tinggi tanaman dan panjang akar. Perlakuan P2 menunjukkan paling berpengaruh pada nilai berat basah dan berat kering. P3 paling berpengaruh terhadap jumlah helai daun, Sebaliknya, pemberian fosfor berlebih pada P4 (200%) menurunkan nilai pertumbuhan pada semua parameter.
2. Variasi konsentrasi fosfor tidak berpengaruh signifikan terhadap kandungan flavonoid daun bayam merah. Namun, perlakuan P1 (50%) menunjukkan peningkatan kandungan flavonoid dibandingkan perlakuan lainnya.
3. Variasi konsentrasi fosfor berpengaruh signifikan terhadap kandungan antosianin daun bayam merah. Perlakuan P1 (50%) menghasilkan kadar antosianin tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan yang ada, saran dari peneliti adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan tanaman lain seperti kangkung, selada merah, sawi hijau, untuk mengetahui apakah respon terhadap variasi konsentrasi fosfor serupa dengan bayam merah (*Amaranthus cruentus* L.)
2. Sebaiknya menggunakan sistem hidroponik yang lainnya seperti NFT (*Nutrient Film Technique*), rakit apung, atau *drip system* untuk melihat pengaruh distribusi nutrisi terhadap hasil.
3. Sebaiknya menguji pengaruh fosfor terhadap kandungan senyawa lain seperti klorofil, asam askorbat, tannin, saponin, dan sebagainya untuk memperluas aspek fitokimia yang diteliti.
4. Sebaiknya menggunakan perlakuan P1 (50% fosfor) untuk mendukung teknik budidaya bayam merah yang lebih optimal. Perlakuan ini menghasilkan kadar total flavonoid dan antosianin yang lebih tinggi, sehingga dapat memperkuat sistem pertahanan tanaman dan melindungi bayam merah dari gangguan penyakit. Sementara untuk konsumsi daun bayam merah disarankan memakai perlakuan P2

(100%) karena perlakuan ini menghasilkan berat basah dan kering tertinggi, menunjukkan bahwa daun yang dihasilkan lebih besar, lebih segar, dan bernutrisi, sehingga lebih cocok untuk dikonsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abedin, T., Yamamoto, A., Hayashi, T., & Hosokawa, M. (2021). Drip fertigation enhances the growth of hydroponic lettuce (*Lactuca sativa*) using polyester fiber substrate. *Scientia Horticulturae*, 276(June 2020), 109604. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109604>
- 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.
- Ade Tika Sari Harahap, Iskandar Lubis, E. R. P. (2023). Pengaruh Dosis Pupuk Fosfor dan Kalium terhadap Produksi dan Pertumbuhan Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). 12(3), 17-23.
- Adnyana, I. M. D. M. (2021). Populasi dan Sampel. *Metode Penelitian Pendekatan Kuantitatif*, 14(1), 103-116.
- Afriera, R., Manalu, K., & Rahmadina. (2024). Pengaruh Pemberian Air Cucian Beras Dan Serbuk Cangkang Keong Mas Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Selada (*Lactuca Sativa* L) Pada Hidroponik Sistem Wick. *Journal BIONatural*, 11(1), 1-14.
- Ahmad, M. A., Gupta, L. M., & Gupta, M. (2016). Effect of integrated nutrient management on growth and yield of Aloe barbadensis. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 86(1), 91-95. <https://doi.org/10.56093/ijas.v86i1.55236>
- Aini, N., & Azizah, N. (2018). *Teknologi budidaya tanaman sayuran secara hidroponik*. Universitas Brawijaya Press.
- Aminah, A., Tomayahu, N., & Abidin, Z. (2017). Penetapan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Etanol Kulit Buah Alpukat (*Persea americana* Mill.) dengan Metode

- Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 4(2), 226–230. <https://doi.org/10.33096/jffi.v4i2.265>
- Apresus Sinaga, & Ma'ruf, A. (2015). Tanggapan Hasil Pertumbuhan Tanaman Jagung Akibat Pemberian Pupuk Urea, Sp-36 Dan Kcl. *Jurnal Agrekoteknologi*, December 2016, 51–58.
- Ardila, T. T. (2020). *Uji Total Fenol dan Aktivitas Antioksidan Daun Teh (Camellia sinensis) Berdasarkan Tahun Pangkas di Kebun Teh Wonosari Lawang* (Vol. 2507, Issue February).
- Asmoro Bangun, P. P. (2021). Analisis kadar total flavonoid pada daun dan biji pepaya (*Carica papaya* L.) Menggunakan metode spektrofotometer Uv-Vis. *Jurnal Ilmiah Farmasi Attamru*, 2(1), 1–5. <https://doi.org/10.31102/attamru.v2i1.1263>
- Asril, M., Lestari, W., Basuki, Sanjaya, M. ., Firgiyanto, R., Manguntungi, B., Swandi, M. ., Paulina, M., & Kunusa, W. . (2023). *Mikroorganisme Pelarut Fosfat pada Pertanian Berkelanjutan*. 1–170.
- Astuti, W. Y., & Respatie, D. W. (2022). Kajian Senyawa Metabolit Sekunder pada Mentimun (*Cucumis sativus* L.). *Vegetalika*, 11(2), 122. <https://doi.org/10.22146/veg.60886>
- Ayun, Q., Khomsiyah, & Ajeng, A. (2022). Pengaruh pH Larutan Terhadap Kestabilan Warna Senyawa Antosianin yang Terdapat pada Ekstrak Kulit Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*). *Jurnal Crystal: Publikasi Penelitian Kimia Dan Terapannya*, 4(1), 1–6. <https://doi.org/10.36526/jc.v4i1.2090>
- Aziza, I., Rahayu, Y. S., & Dewi, S. K. (2022). Pengaruh Pupuk Organik Cair dengan Penambahan Silika dan Cekaman Air terhadap Tanaman Kedelai. *Journal Unesa*, 11(1), 183–

191.

<https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/index%0A183>

- Beben Ariananda, Tri Nopsagiarti, dan M. (2020). Pengaruh Pemberian Berbagai Konsentrasi Larutan Nutrisi AB Mix Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Selada (*Lactuca sativa* L.) Hidroponik Sistem Floating. *8*(2), 7–12.
- Berliana, Y., Putra, I. A., Juniarsih, T., Sihombing, J. M., Berutu, K. M., Ramadhan, A., Wibowo, F., Kajarina, S., Amalia, R., & Lase, K. S. (2023). Pelatihan Budidaya Hidroponik Sistem Wick di Kelompok Tani Purnama Sari Kelurahan Jati Utomo, Kecamatan Binjai Utara. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Tjut Nyak Dhien*, *2*(2), 115–119. <https://doi.org/10.36490/jpmtnd.v2i2.859>
- Cahyanta, A. N. (2016). Penetapan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Daun Pare Metode Kompleks Kolorimetridengan Pengukuran Absorbansi Secara Spektrofotometri. *Parapemikir: Jurnal Ilmiah Farmasi*, *5*(1), 58–61. <https://doi.org/10.30591/pjif.v5i1.318>
- Cantica, O., Abdillah, M. H., & Anggraini, F. (2023). Analisis Produksi Padi di Provinsi Jambi dan Riau Menggunakan Uji Mann-Whitney. *Multi Proximity: Jurnal Jurnal Statistika Universitas Jambi*, *2*(1), 32–38.
- Chai, X., Chen, L., Xue, B., & Liu, E. (2017). Granulation of ammonium chloride fertilizer and agglomeration mechanism. *Powder Technology*, *319*, 148–153. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2017.06.045>
- Chotijah, U., Khanifah, A., & Sahara, G. (2019). Budidaya Tanpa Tanah Dengan Menggunakan Sistem Wick Pada Anak Usia Dini Desa Kaligerman Kecamatan Karanggeneng. *DedikasiMU(Journal of Community Service)*, *1*(1), 128. <https://doi.org/10.30587/dedikasimu.v1i1.1117>

- Desiani, A., Maiyanti, S. I., Sukanda, D. C., Nusantara, P. B., Charisa, T. J., & Apledaria, A. (2021). Rancangan Acak Lengkap untuk Mengetahui Pengaruh Pemasaran Melalui Media Sosial Terhadap Penjualan Unique Hijab Bouquet. *Jurnal Infomedia*, 5(2), 16. <https://doi.org/10.30811/jim.v5i2.2102>
- Ekawati, R. & K. R. Z. (2023). *Formulasi Pemupukan Organik Untuk Meningkatkan Kualitas dan Hasil Eleutherine palmifolia L. (Merr) Sebagai Tanaman Sela di Perkebunan Kopi*.
- Fahrudin. (2009). Budidaya caisim (*Brassica juncea* L.) menggunakan ekstrak teh dan pupuk kascing. *Экономика Пегуона*, 19(19), 19.
- Faizin, N., Mardhiansyah, M., & Yoza, D. (2015). Respon Pemberian Beberapa Dosis Pupuk Fosfor Terhadap Pertumbuhan Semai Akasia (*Acacia mangium* Willd.) dan Ketersediaan Fosfor di Tanah. *JOM Faperta*, 2(2).
- Fauzi, ME, Kom, M., Chrismesi Pagiu, SE, H. R., Attamimi, SP, Jahring, SP, Ansar, DR, ... & Rohmatullah, & N. (2023). *Buku Ajar Statistika*. Pena Persada.
- Fevria, R., Vauzia, V., Farma, S. A., & Edwin, E. (2023). *Effect of Ecoenzyme Addition on Vitamin C Levels of Spinach (Amaranthus Sp.) Cultivate Hydroponically* (Vol. 1). Atlantis Press International BV. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-166-1_30
- Fidiyawati, E., Cahyono, T., & Setyorini, D. (2024). Optimasi Pertumbuhan dan Hasil Jagung (*Zea mays* L.) dengan Pupuk Ammonium Klorida pada Dataran Rendah. *AGROSAINSTEK: Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pertanian*, 8(1), 17–24. <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v8i1.418>
- Firdausy, M. A., Mizwar, A., Khair, R. M., Nirtha, R. I., & Hamatha,

- N. (2020). Perbandingan Emisi Gas Buang Yang Dihasilkan Pada Penerapan Biodiesel Di Pt Adaro Indonesia. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 6(2), 147–156. <https://doi.org/10.20527/jukung.v6i2.9258>
- Ginting, A. K., Dianita, R., & Sy, A. R. (2017). Pengaruh pemberian nitrogen dan fosfor terhadap pertumbuhan legum. *Jurnal of Agricultural Science and Technology*, 1(1), 1–9.
- Gulo, N. A., Indah, A., Mendrofa, P., Vivi, B., & Lase, L. (2024). *Kurangnya Unsur Hara pada Tanaman Cabai Merah serta Pemeliharaannya*. 3.
- Hans Waryoso. (2018). *Prospek Cerah Budidaya Bayam Merah* (Cetakan 1). Lembaga Kajian Profesi.
- Haryadi, D., Yetti, H., & Yoseva, S. (2014). *Pengaruh Pemberian Beberapa Jenis Pupuk Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kailan (Brassica alboglabra L.)*. 3(3), 63–77.
- Hasmiati, Jamilah, & Mustami, M. K. (2017). Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa Pada Pembelajaran Pertumbuhan dan Perkembangan Dengan Metode Praktikum. *Jurnal Biotek*, 5(1), 21–35. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/biotek/article/view/3444>
- Ifadah, R. A., Wiratara, P. R. W., & Afgani, C. A. (2022). Ulasan Ilmiah : Antosianin dan Manfaatnya untuk Kesehatan. *Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian*, 3(2), 11–21. <https://doi.org/10.35308/jtpp.v3i2.4450>
- Indriyani, I., Rizqi, U., & Mahmudah, U. (2020). Bagaimana Kreativitas Dan Keaktifan Mahasiswa Mempengaruhi Pemahaman Materi Abstrak Matematika Melalui E-Learning. *Al Khawarizmi: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Matematika*, 4(2), 112. <https://doi.org/10.22373/jppm.v4i2.8130>

- Irnawati, Zubaydah, W. O. S., & Arifah. (2017). Anthocyanin Total And Antioxidant Activity Of Ruruhi (*Syzygium Polycephalum* Merr) Fruits. *PHARMACON Jurnal Ilmiah Farmasi-UNSRAT*, 6(3), 169–175.
- Jaisyurahman, U., Wirnas, D., Trikoesoemaningtyas, & Purnamawati, H. (2019). Dampak Suhu Tinggi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi. *J. Agron. Indonesia*, 47(3), 248–254.
- Jamco & Balami. (2022). Analisis Kruskal-Wallis Untuk Mengetahui Konsentrasi Belajar Mahasiswa Berdasarkan Bidang Minat Program Studi Statistik FMIPA UNPATT. *Jurnal Matematika, Statistika Dan Terapannya*, 1(1), 39–44.
<https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/parameter%0AANALISIS>
- Jayati, R. D., & Susanti, I. (2019). Perbedaan Pertumbuhan Dan Produktivitas Tanaman Sawi Pagoda Menggunakan Pupuk Organik Cair Dari Eceng Gondok Dan Limbah Sayur. *Jurnal Biosilampari: Jurnal Biologi*, 1(2), 73–77.
<https://doi.org/10.31540/biosilampari.v1i2.246>
- Juliastuti, H., Kes, M., Yuslianti, E. R., Rakhmat, I. I., Kes, M., Handayani, D. R., ... & Rizkani, E. N. (2021). *Sayuran Dan Buah Berwarna Merah, Antioksidan Penangkal Radikal Bebas* (1st ed.). Deepublish.
- Junairiah, Ni'matuzahroh, & Suwito, H. (2014). Produksi Elisitor Untuk Menstimulasi Metabolit Sekunder Pada Kultur Jaringan Tumbuhan. *Proceeding Biology Education Conference*, 11(1), 178–181.
- Khan, F., Siddique, A. B., Shabala, S., Zhou, M., & Zhao, C. (2023). Phosphorus Plays Key Roles in Regulating Plants' Physiological Responses to Abiotic Stresses. *Plants*, 12(15). <https://doi.org/10.3390/plants12152861>

- Khoerunnisa, Proklamasiningsih, E., & Budisantoso, I. (2023). Pertumbuhan dan kandungan polifenol selada merah (*Lactuca Sativa* L. var. *crispa* L.) pada media tanam dengan pemberian asam humat. *BioEksakta: Jurnal Ilmiah Biologi Unsoed*, 5(3), 160–167.
- Khusni, L., Hastuti, R. B., & Prihastanti, E. (2018). Pengaruh Naungan terhadap Pertumbuhan dan Aktivitas Antioksidan pada Bayam Merah (*Alternanthera amoena* Voss.). *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 3(1), 62. <https://doi.org/10.14710/baf.3.1.2018.62-70>
- Kurnia, M. E. (2019). Sistem hidroponik wick organik menggunakan limbah ampas tahu terhadap respon pertumbuhan tanaman pak choy (*Brassica chinensis* L.). *Skripsi Universitas Islam Negeri Raden Intan*, 1–122.
- Kurniawan Supriyadi, I., & Basit, A. (2024). Respon Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Akibat Pemberian Berbagai Macam Perbandingan Konsentrasi antara Biosaka dan Bahan Organik. *Sunawan Dan Basit*, 12(1), 2024.
- Kurniawan, W. (2023). *Efektivitas Antosianin Ekstrak Bunga Mawar untuk Pengobatan Diabetes Mellitus Tipe 2*. 2(2), 1–23.
- L, V. R. (2024). *Perkembangan Tanaman Kacang Hijau*. 01, 120–126.
- Lalk, G. T., Bi, G., Stafne, E. T., & Li, T. (2023). Fertilizer type and irrigation frequency affect plant growth, yield, and gas exchange of containerized strawberry cultivars. *Technology in Horticulture*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.48130/tih-2023-0003>
- Lubis, D. S., Hanafiah, A. S., & Sembiring, M. (2015). Pengaruh pH Terhadap Pembentukan Bintil Akar, Serapan Hara N, P dan Produksi Tanaman pada Beberapa Varietas Kedelai pada Tanah Inseptisol Di Rumah Kasa. *Jurnal Online*

Agroekoteknologi, 3(3), 1111–1115.

- Lukman, L. (2010). Efek pemberian fosfor terhadap pertumbuhan dan status hara pada bibit manggis. *Jurnal Hortikultura*, 20(1), 18–26.
<http://124.81.126.59/handle/123456789/7961>
- Mansyur, N. I., Pudjiwati, E. H., & Murtilaksono, A. (2021a). *Pupuk dan pemupukan* (Aceh). Syiah Kuala University Press.
- Mansyur, N. I., Pudjiwati, E. H., & Murtilaksono, A. (2021b). *Pupuk dan pemupukan*. Syiah Kuala University Press.
- Manurung, F. S., Nurchayati, Y., & Setiari, N. (2020). Pengaruh Pupuk Daun Gandasil D Terhadap Pertumbuhan , Kandungan Klorofil dan Karotenoid Tanaman Bayam Merah (*Alternanthera amoena* Voss). *Jurnal Biologi Tropika*, 3(1), 24–32.
- Mardiyana, F., Dhimas, C., Ramadhan, A., Puspita, R. D., Putra, Z. A. P., & Sumarmi, S. (2021). Pengenalan Bercocok Tanam Hidroponik Sederhana System Sumbu (*Wick System*) bagi Anak Usia SD Kelas 4-6. *Magistrorum et Scholarium: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(3), 407–416.
<https://doi.org/10.24246/jms.v1i32021p407-416>.
- Marzouk, M. M. (2016). Flavonoid constituents and cytotoxic activity of *Erucaria hispanica* (L.) Druce growing wild in Egypt. *Arabian Journal of Chemistry*, 9, S411–S415.
<https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2011.05.010>
- Meriem, S. (2019). *Kontrol Auksin dan PIN1 dalam Perkembangan dan Venasi Daun*. 2003, 978–602.
<http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb>
- Moore, C. E., Meacham-Hensold, K., Lemonnier, P., Slattey, R. A., Benjamin, C., Bernacchi, C. J., Lawson, T., & Cavanagh, A. P. (2021). The effect of increasing temperature on crop photosynthesis: From enzymes to ecosystems. *Journal of*

- Experimental Botany*, 72(8), 2822–2844.
<https://doi.org/10.1093/jxb/erab090>
- Munar, A., Bangun, I. H., & Lubis, E. (2018). Pertumbuhan Sawi Pakchoi (*Brassica rapa* L.) Pada Pemberian Pupuk Bokashi Kulit Buah Kakao Dan Poc Kulit Pisang Kepok. *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 21(3), 243–253.
<http://journal.umsu.ac.id/index.php/agrium/article/view/2449>
- Munhoz, V. M., Longhini, R., Souza, J. R. P., Zequi, J. A. C., Mello, E. V. S. L., Lopes, G. C., & Mello, J. C. P. (2014). Extraction of flavonoids from *Tagetes patula*: Process optimization and screening for biological activity. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 24(5), 576–583.
<https://doi.org/10.1016/j.bjp.2014.10.001>
- Mutia Lisdiyanti, Sarifuddin*, H. G. (2018). Pengaruh Pemberian Bahan Humat dan Pupuk SP-36 untuk Meningkatkan Ketersediaan Fosfor pada Tanah Ultisol. *Jurnal Pertanian Tropik*, 7(2), 1–25.
- Nasrudin, J. (2019). *Metodelogi Penelitian Pendidikan : Buku Ajar Praktis Cara Membuat Penelitian*. Pantera Publishing.
- 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>
- Nirmala Sari, A., & Masrillah, M. (2022). Morfologi Sel Darah Pada Apusan Darah Tepi (SADT) Menggunakan Pewarnaan Alternatif Ekstrak Kol Ungu (*Brassica oleracea* L). *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 9(2), 189.
<https://doi.org/10.22373/pbio.v9i2.11660>
- Nirwanto, Y., Mutiarasari, N. R., Agroteknologi, S., Pertanian, F., Siliwangi, U., Studi, P., Fakultas, A., & Siliwangi, U. (2023).

Pengaruh Dosis Pupuk Anorganik Pada Pertumbuhan dan Hasil Sawi Pagoda (Brassica narinosa L.)

- Nisak Yumnun, Nawangsari, M. (2021). Pengaruh Pemberian Pupuk Fosfor dan Dolomit Terhadap Pertumbuhan Legum *Mucuna bracteata*. *International Journal of Intellectual Discourse (IJID)*, 39(8), 102–111.
- Nugraheni, F. T., Haryanti, S., & Prihastanti, E. (2019). Pengaruh Perbedaan Kedalaman Tanam dan Volume Air terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Benih Sorgum (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench). *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 3(2), 223–232. <https://doi.org/10.14710/baf.3.2.2018.223-232>
- Nur'aini, H. I. M. (2019). *Mengenal Tanaman Hortikultura*. Penerbit Duta.
- Nurdin, S. Q. (2017). *Mempercepat Panen Sayuran Hidroponik*. AgroMedia.
- Ode, W., Wida, A., & Putra, D. J. (2024). Kandungan *Total Dissolved Solid* (TDS) dan Salinitas Air Tanah di Distrik Merauke. *L Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 8(2), 145–152.
- Pahlawati, M., Mahbub, M., & Syarbini, M. (2022). *Pengaruh Pemberian Biourin Sapi terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kangkung Darat (Ipomoea reptans Poir) pada Tanah Ultisol*. 1(November), 41–46.
- Pambudi, A., -, S., Noriko, N., Azhari, R., & Azura, P. R. (2015). Identifikasi Bioaktif Golongan Flavonoid Tanaman Anting-Anting (*Acalypha indica* L.). *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, 2(3), 178. <https://doi.org/10.36722/sst.v2i3.139>
- Pebrianti, C., Ainurrasyid, R. B., & Purnamaningsih, L. (2015). Uji Kadar Antosianin dan Hasil Enam Varietas Tanaman Bayam Merah (*Alternanthera amoena* Voss) pada Musim

- Hujan. *Jurnal Produksi Tanaman*, 3(1), 27–33.
- Permatasari, C. S., Aziez, A. F., & Wiyono, W. (2023). Analisis Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) Pada Tingkat Pemangkasan Pucuk dan Dosis Pupuk Kimia Berbeda. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia*, 8(2), 90. <https://doi.org/10.32503/hijau.v8i2.3418>
- Pohan, S. A., & Oktoyournal, O. (2019). Pengaruh Konsentrasi Nutrisi A-B Mix Terhadap Pertumbuhan Caisim Secara Hidroponik (*Drip system*). *Lambung*, 18(1), 20–32. <https://doi.org/10.32530/lambung.v18i1.179>
- Prasetyo, J., Baharsyah, Y. F., & Hendrawan, Y. (2020). Efek Pemaparan Musik Gamelan Jawa, Musik Rock dan Suara Burung Murai Batu (*Copsychus malabaricus*) Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Bayam Cabut (*Amaranthus tricolor* L.). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 9(4), 311. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v9i4.311-316>.
- 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 (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 6(2), 79–97.
- Pudjiwati, E. H., & Asmina, D. D. (2020). Pengaruh Model Styrofoam dan Sistem Hidroponik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *J-PEN Borneo: Jurnal Ilmu Pertanian*, 2(1), 26–33. <https://doi.org/10.35334/jpen.v2i2.1512>
- Putra, B., & Ningsi, S. (2019). Peranan Pupuk Kotoran Kambing Terhadap Tinggi Tanaman, Jumlah Daun, Lebar dan Luas daun Total Pennisitum purpureum cv. Mott.

StockPetrnakan, 2(2), 1–17.

- Putri, A. A., Permana, F. G., Wulandari, A., & Irawanto, R. (2023). Respon Pertumbuhan Ipomoea Reptans Pada Media Tanam (Tanah dan Air) Terhadap Pencemar Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu). *Prosiding Sains Nasional Dan Teknologi*, 13(1), 14. <https://doi.org/10.36499/psnst.v13i1.9679>
- Putri, D. E. (2024). *Pemanfaatan Azolla microphylla dan Cangkang Telur Ayam Sebagai Pupuk Organik Cair (POC) Pada Pertumbuhan Bayam Merah (Amaranthus tricolor L .).*
- Rahmawati, I. D., Purwani, K. I., & Muhibuddin, A. (2019). Pengaruh Konsentrasi Pupuk P Terhadap Tinggi dan Panjang Akar *Tagetes erecta* L. (Marigold) Terinfeksi Mikoriza Yang Ditanam Secara Hidroponik. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2), 4–8. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.37048>
- Ramadhani, N., Samudra, A. G., & Pratiwi, L. W. I. (2020). Analisis Penetapan Kadar Flavonoid Sari Jeruk Kalamansi (*Citrofortunella microcarpa*) Dengan Metode Spektrofotometri UV-VIS. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 6(01), 53–58. <https://doi.org/10.35311/jmpi.v6i01.57>
- Rezaldi, F., Millah, Z., Susiyanti, S., Gumilar, R., & Yenny, R. F. (2024). Peran Biotek Gen Tanaman Pada Bidang Pangan dan Farmasi Sebagai Bahan Sediaan Pangan Fungsional, Bahan Aktif Obat dan Kosmetik Natural. *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan*, 8(1), 01. <https://doi.org/10.51213/jamp.v8i1.93>
- Rianditya, O. D., & Hartatik, S. (2022). Pengaruh Pemberian Pupuk Fosfor Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Tebu Var. Bululawang Hasil Mutasi. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 5(1), 52.

<https://doi.org/10.19184/bip.v5i1.29677>

- Rika, M. A. (2022). Kajian Unsur Hara Makro Dan Mikro Pada Pertumbuhan Tanaman. In *Thesis (Diploma). UIN Raden Intan Lampung*.
<http://repository.radenintan.ac.id/id/eprint/20028>
- Rika Widianita, D. (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. *AT-TAWASSUTH: Jurnal Ekonomi Islam*, VIII(1), 1–19.
- Saadah, I. N., Kristanti, A. N., Hardjo, P. H., & Manuhara, Y. S. W. (2019). Shoots Culture of *Gynura procumbens* (Lour.) Merr. in Balloon-Type Bubble-bioreactor Influenced by Sucrose Concentration and Inoculums Density. *Asian Journal of Plant Sciences*, 18(2), 85–90.
<https://doi.org/10.3923/ajps.2019.85.90>
- Saparinto, C. (2013). *Grown Your Own Vegetables : Panduan Praktis Menanam 14 Sayuran Konsumsi Populer di Pekarangan*. Andi Offset.
- Sasadara, M. M. V., & Wiranata, I. G. (2022). Pengaruh Pelarut dan Metode Ekstraksi terhadap Kandungan Metabolit Sekunder dan Nilai IC50 Ekstrak Umbi Bit (*Beta vulgaris* L.). *Usadha*, 2(1), 7–13.
<https://doi.org/10.36733/usadha.v2i1.5277>
- Septiadi, A., & Ramadhani, W. K. (2020). Penerapan metode anova untuk analisis rata-rata produksi donat, burger, dan croissant pada toko roti Animo Bakery. *Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory*, 1(2), 60–64.
- Sholehah, D. N., Purnobasuki, H., & Hariyanto, S. (2025). *Serba-Serbi Ciplukan (Physalis Spp.) Budi Daya, Manfaat, dan Cekaman Lingkungan*. Airlangga University Press.
- Siedliska, A., Baranowski, P., Pastuszka-Woźniak, J., Zubik, M.,

- & Krzyszczak, J. (2021). Identification of plant leaf phosphorus content at different growth stages based on hyperspectral reflectance. *BMC Plant Biology*, 21(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s12870-020-02807-4>
- Silviyanti, N. A., & Sari, S. (2018). Pengaruh Metode Penanaman Hidroponik Dan Konvensional Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah. *Jurnal Ilmiah Agribios*, 16(2), 49–50.
- Siregar, M.H.F.F., & Novita, A. (2021). Sosialisasi Budidaya Sistem Tanam Hidroponik Dan Veltikultur. *Ihsan: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(1). <https://doi.org/10.30596/ihsan.v3i1.6826>
- Solikin. (2002). Pertumbuhan Vegetatif dan Generatif *Stachytarpetta jamaicensis*(L.) Vahl. *Oxford University Press*, 649.
- Sri Marginingsih, R., Susatyo Nugroho, A., Anas Dzakiy, dan M., PGRI Semarang, U., & Sidodadi Timur Nomor, J. (2018). Pengaruh Substitusi Pupuk Organik Cair Pada Nutrisi AB MIX Terhadap Pertumbuhan Caisim (*Brassicajuncea*L.) Pada Hidroponik Drip Irrigation System. *Jurnal Biologi & Pembelajarannya*, 5(1), 44–51.
- Suhardjono, H. (2018). *Terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (Brassica chinensis L .) yang ditanam secara hidroponik*. 11.
- Suharman, I., Afrianto, D., Akbar Nur Izza, E., Sorim Arkan, M., Nursa, S., Mardhiyah, A., Lestari, A., Handayani, M., Wahyu Ningsih, E., & Tri Pratiwi, R. (2023). Community Environmental Empowerment through Socialization of Wick System Hydroponics in Tanjung Simandolak Village, Benai District, Kuantan Singingi Regency, Riau Province. *Jurnal Hasil Kegiatan Pengabdian Masyarakat Indonesia*,

- 1(4), 46–53. <https://doi.org/10.59024/faedah.v1i4.332>
- Sulistiyarini, I., Sari, A., Tony, D., Wicaksono, A., Tinggi, S., Farmasi, I., Yayasan, ", Semarang, P., Letjend, J., Wibowo, S. E., & Semarang, P. (2016). Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Batang Buah Naga skrining fitokimia senyawa metabolit sekunder batang buah naga(*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta*, 56–62.
- Susila Ningsih, I., Moralita Chatri, Linda Advinda, V. (2020). Pengaruh Ukuran Dan Perlakuan Bibit Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Iles-Iles. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 8(2), 61. <https://doi.org/10.21082/jlittri.v8n2.2002.61-66>
- Sutanto, T. (2015). *Rahasia sukses budidaya tanaman dengan metode hidroponik*. Bibit Publisher.
- Sutikno, H. B., Roviq, M., & Nihayati, E. (2023). *Studi Pengaruh Pupuk Fosfor dan Aplikasi Hormon Giberelin terhadap Pertumbuhan , Hasil dan Antosianin Tanaman Terung Ungu (Solanum melongena L .) Study on The Effect of Phosphorus Doses and Gibberelin Application towards Growth , Yield and Anthocyanin of*. 11(7), 447–456.
- Syafarina, M., Irham, T., E. 2017. (n.d.). *Perbedaan Total Flavonoid antara Tahapan Pengeringan Alami dan Buatan pada Ekstrak Daun Binjai (Mangifera caesia)*.
- Syafrida, M., Darmanti, S., & Izzati, M. (2018). Pengaruh Suhu Pengeringan Terhadap Kadar Air, Kadar Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Daun dan Umbi Rumput Teki (*Cyperus rotundus* L.). *Bioma : Berkala Ilmiah Biologi*, 20(1), 44. <https://doi.org/10.14710/bioma.20.1.44-50>
- Syahrizal, H., & Jailani, M. S. (2023). Jenis-Jenis Penelitian Dalam Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. *Jurnal QOSIM Jurnal Pendidikan Sosial & Humaniora*, 1(1), 13–23.

<https://doi.org/10.61104/jq.v1i1.49>

- Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). *Plant Physiology 5th Edition*. (Sinauer Associates (ed.)). Inch: Publishunder land Massac hussets.
- Tanjung, A. A., & Mulyani, S. E. (2021). *Metodologi Penelitian: Sederhana, Ringkas, Padat Dan Mudah Dipahami*. Scopindo Media Pustaka.
- 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.
- Ummah, M. S. (2019). Analisis Pengaruh Fenomena January Effect dan Monday Effect Pada Return Perusahaan Yang Terdaftar Sebagai Indeks LQ-45 Di Bursa Efek Indonesia Periode 2015-2018. *Skripsi Universitas Islam Indonesia*, 11(1), 1-14.
- Undut, S. P., Sulistiyanto, Y., Sinaga, S., Sirenden, R. T., & Amelia, V. (2023). Pengaruh Pemberian Ampas Kopi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil tanaman Caisim (*Brassica chinensis* L.) Pada tanah Spodosol. *AgriPeat*, 24(2), 7-13. <https://doi.org/10.36873/agp.v24i2.10802>
- Usmadi, U. (2020). Pengujian Persyaratan Analisis (Uji Homogenitas Dan Uji Normalitas). *Inovasi Pendidikan*, 7(1), 50-62. <https://doi.org/10.31869/ip.v7i1.2281>
- Usman, Y., & Muin, R. (2023). Uji kualitatif dan perhitingan nilai Rf senyawa flavonoid dari ekstrak daun gulma siam. *Journal of Pharmaceutical Science and Herbal Technology*, 1(1), 12.
- Utami, R., Alpasiri, I. M., Fadhli, H., Ikhtiarudin, I., Mora, E., & Furi, M. (2021). Kadar Flavonoid Total dan Uji In Vitro Aktivitas Tabir Surya Ekstrak Kulit Batang Tuntun Angin

- (*Elaeocarpus floribundus* Blume). *JFIONline* / Print ISSN 1412-1107 / e-ISSN 2355-696X, 13(1), 95–101. <https://doi.org/10.35617/jfionline.v13i1.119>
- Utami, Y. P., Jariah, A., & Mustarin, R. (2023). Determination of UV-Vis Spectrophotometry with Differential pH on Total Anthocyanin Levels of Ethanol Extract of *Cordyline fruticosa* (L.) A. Cheval Leaves. *Pharmaceutical Reports*, 2(1), 10–14. <https://doi.org/10.33096/pharmrep.v2i1.232>
- W, W., Triyanti, M., & Sepriyaningsih, S. (2019). Inventarisasi Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*) di Perkebunan PT Bina Sains Cemerlang Kabupaten Musi Rawas. *Jurnal Biosilampari: Jurnal Biologi*, 2(1), 29–35. <https://doi.org/10.31540/biosilampari.v2i1.815>
- Wahidah, B.F., *et al.* (2020). *Ilmu Hara*. Alinea Media Dipantara.
- Wahyudi David, & Aurino R A Djamaris. (2018). Metode Statistik final. In *Metode Statistik Untuk Ilmu dan Teknologi Pangan*.
- Wang, Q., Jin, J., Dai, N., Han, N., Han, J., & Bao, B. (2016). Anti-inflammatory effects, nuclear magnetic resonance identification, and high-performance liquid chromatography isolation of the total flavonoids from *Artemisia frigida*. *Journal of Food and Drug Analysis*, 24(2), 385–391. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2015.11.004>
- Wang, T. yang, Li, Q., & Bi, K. shun. (2018). Bioactive flavonoids in medicinal plants: Structure, activity and biological fate. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 13(1), 12–23. <https://doi.org/10.1016/j.ajps.2017.08.004>
- Warnis, M., Adelia Aprilina, L., Maryanti, L., & Farmasi Poltekkes Palembang, J. (2020). Pengaruh Suhu Pengeringan Terhadap Kadar Flavonoid Total Ekstrak

Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.). *Jurusan Farmasi Poltekkes Palembang*, 264–268.

- Wijaya, R., Hariono, B., & Saputra, T. W. (2020). Pengaruh Kadar Nutrisi dan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Bayam Merah (*Alternanthera amoena* voss) Sistem Hidroponik. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 20(1), 1–5. <https://doi.org/10.25047/jii.v20i1.1929>
- Yuniarti, A., Solihin, E., & Arief Putri, A. T. (2020). Aplikasi pupuk organik dan N, P, K terhadap pH tanah, P-tersedia, serapan P, dan hasil padi hitam (*Oryza sativa* L.) pada inceptisol. *Kultivasi*, 19(1), 1040. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i1.24563>
- Zannah, H., Zahroh, S., R, E., Sudarti, & Trapsilo, P. (2023). Peran Cahaya Matahari dalam Proses Fotosintesis Tumbuhan. *Cermin: Jurnal Penelitian*, 7(1), 204–214.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil perhitungan NH_4Cl yang dibutuhkan

Resep heagland mengandung 115,08 g/l $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$
 Namun P mau dihilangkan, sehingga NH_4 substitusi dengan
 NH_4Cl . Berapa NH_4Cl yg dibutuhkan untuk mengganti NH_4 nya?

Ditabung dulu Mr $\rightarrow$ satuan gr/mol

$$\begin{aligned}\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 &= 14.01 + (6 \times 1.008) + 30.97 + 64.00 \\ &= \text{N} + (6 \times \text{H}) + \text{P} + \text{O}_4 \\ &= 115.028 \text{ g/mol} \rightarrow 115.03 \text{ g/mol}\end{aligned}$$

② Fraksi massa NH_4^{1+} dalam $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$

$$\hookrightarrow \frac{\text{Ar } \text{NH}_4^{1+}}{\text{Mr } \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4} = \frac{18}{115.03} = 0.156480$$

③ Massa NH_4^{1+} dalam $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 = 115 \text{ g} \times 0.156480$
 $= 17.9952 \text{ gr}$

④ Mol NH_4^{1+} tsb adalah = $\frac{\text{Massa}}{\text{Ar}} = \frac{17.9952}{18}$
 $= 0.9997 \approx 1 \text{ mol}$

⑤ Hubung massa NH_4Cl yg dibutuhkan

$$= \text{mol } \text{NH}_4^{1+} \times \text{Mr } \text{NH}_4\text{Cl}$$

$$= 1 \times 53.5 = 53.5 \text{ g/l} \rightarrow 100\%$$

$$\hookrightarrow : 2 \rightarrow 50\%$$

Lampiran 2. Hasil pengamatan faktor abiotik

Hari/tanggal	Hasil Pengamatan Faktor Lingkungan					
	Suhu/Kelembapan udara			Intensitas cahaya (lux)		
	08.00 (pagi)	12.00 (Siang)	15.30 (Sore)	08.00 (pagi)	12.00 (Siang)	15.30 (Sore)
Senin, 30-12-2024	29,0°C/73%	34,2°C / 64%	31,1°C/64%	322	391	254
Kamis, 02-01-2025	27,0°C/75%	27,4°C / 76%	28,4 °C/76%	354	395	343
Minggu, 05-01-2025	28,2°C/77%	30,4°C /70%	27,1°C/ 77%	909	831	786
Rabu, 08-01-2025	26,0°C/77%	27,7°C /78%	29,3°C/73%	368	420	277
Sabtu, 11-01-2025	29,2°C/74%	31,7°C/63%	29,5°C/65%	570	323	322
Selasa, 14-01-2025	28,5°C/77%	30,6°C/71%	29,4°C/67%	370	429	400
Jum'at, 17-01-2025	31,0°C/78%	33,4°C/69%	30,9°C/65%	269	705	412
Senin, 20-01-2025	33,6°C/82%	31,6°C/63%	29,7°C/61%	1117	983	163
Kamis, 23-01-2025	25,3°C/79%	30,2°C/77%	28,9°C/72%	334	447	220
Minggu, 26-01-2025	32,6°C/86%	32,4°C/63%	28,7°C/62%	393	554	340
Rabu, 29-01-2025	28,3°C/85%	25,9°C/81%	25,1°C/79%	555	432	121
Sabtu, 01-02-2025	27,9°C/88%	29,2°C/77%	27,9°C/74%	726	611	104

Lampiran 3 . 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	6.88	300	6.59	420	6.71	454	6.21	492	6.34	544
Senin, 06-01-2025	6.52	668	6.47	689	6.65	661	6.72	783	6.49	834
Senin, 13-01-2025	6.24	1010	6.20	750	6.18	715	6.07	702	6.18	748
Senin, 20-01-2025	6.12	874	6.02	653	6.22	623	6.89	633	6.19	661
Senin, 27-01-2025	6.13	755	6.28	528	6.94	522	6.13	520	6.27	520

Lampiran 4. Hasil pengamatan tinggi tanaman 1 MST-5 MST

Hari pengamatan	Perlakuan	Ulangan (cm)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
0 MST (Semai, 30 Januari 2025)	P0	2,5	2,2	2	2,5	2	1,5	2,1	2	1,8	2,5	2	1,8	24,9	2,08
	P1	1,8	1,7	1,6	2,5	2,2	2	1,8	2	2	2	1,9	2	23,5	1,96
	P2	2,1	1,8	1,8	2,1	2	1,6	2	2	1,8	2	2	1,6	22,8	1,90
	P3	2	1,8	1,7	1,9	1,8	1,6	1,8	1,8	1,6	1,8	2	1,8	21,6	1,80
	P4	2,5	2	2	2,5	2	1,8	2,1	1,8	1,8	2	2	1,5	24	2,00
1 MST (Semai, 6 Januari 2025)	P0	3,6	3,3	3	3	2,8	3	2,8	2,8	2,7	2,7	2,5	2,2	34,4	2,87
	P1	2,5	2,3	2,2	3,3	3	2,5	2,8	2,5	2,8	3	2,5	2,7	32,1	2,68
	P2	3,5	2,7	2,5	3	3,3	3	3,1	2,8	2,5	3,1	2,5	2,5	34,5	2,88
	P3	3	2,5	2,4	3	2,6	2,5	3	2,9	3,2	3,4	3	2,5	34	2,83
	P4	3	2,9	2,6	3,3	3,2	3	3	2,9	2,8	2,5	2,5	2	33,7	2,81
2 MST (Semai, 13 Januari 2025)	P0	7	6,2	5	6,5	5	4	5,5	5,5	5	6	5	4	64,7	5,39
	P1	6	5	5	6,5	5,5	4	5	4,5	3,5	5,5	5	4	54	4,91
	P2	6	5	5	5,5	5	5	4,5	3,5	3	4,5	3,5	3	53,5	4,46
	P3	5	4,5	4,5	6	5,5	4,5	7	5,5	4	6	4,5	4	61	5,08
	P4	5	5	4	5,5	5	4	5	4,6	4	2,7	2,6	3	47,8	4,35
3 MST (Semai, 20 Januari 2025)	P0	14,5	13	8	12,5	10	8	11,5	11	10	10,5	10	6	125	10,42
	P1	11,5	10	9,5	15	14,5	8	14	13	7	13	12	9	136,5	11,38
	P2	13,5	12,5	12	11,5	9	7	11	10	10	15,5	12,5	7	131,5	10,96
	P3	13	11,5	10	16	15	10	14	13	9,5	15	11	9	147	12,25
	P4	13	12,5	10	13,5	12,5	11,5	11	10,5	11,5	7	6	5	124	10,33
4 MST (Semai, 27 Januari 2025)	P0	30	28,5	12	27,5	22	13,5	24,5	22,5	18	26,5	22	10,5	257,5	21,46
	P1	22	20,5	23	33	29	13	28	27	12,5	28,5	27,5	13,5	277,5	23,13
	P2	33	32	24	26	16,5	11,5	23,5	15	19	35	21	13	269,5	22,46
	P3	31	26	19	33,5	29,5	15	28	27	13	30	15	19	286	23,83
	P4	28	21,5	31	30	22	24	25	22,5	21	21	10,5	6	262,5	21,88

Lampiran 5. Uji normalitas tinggi bayam merah

Tests of Normality							
	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
MST_1	Perlakuan P0	.179	12	.200*	.914	12	.240
	Perlakuan P1	.263	12	.021	.916	12	.253
	Perlakuan P2	.291	12	.006	.863	12	.053
	Perlakuan P3	.250	12	.037	.884	12	.099
	Perlakuan P4	.250	12	.037	.885	12	.101
MST_2	Perlakuan P0	.189	12	.200*	.958	12	.752
	Perlakuan P1	.208	12	.160	.952	12	.665
	Perlakuan P2	.195	12	.200*	.901	12	.164
	Perlakuan P3	.197	12	.200*	.902	12	.168
	Perlakuan P4	.184	12	.200*	.928	12	.363
MST_3	Perlakuan P0	.169	12	.200*	.947	12	.593
	Perlakuan P1	.186	12	.200*	.965	12	.853

	Perlakuan P2	.208	12	.158	.910	12	.215
	Perlakuan P3	.236	12	.064	.909	12	.207
	Perlakuan P4	.207	12	.164	.886	12	.106
MST_4	Perlakuan P0	.180	12	.200*	.978	12	.973
	Perlakuan P1	.147	12	.200*	.951	12	.657
	Perlakuan P2	.127	12	.200*	.983	12	.992
	Perlakuan P3	.158	12	.200*	.930	12	.380
	Perlakuan P4	.203	12	.184	.874	12	.072
MST_5	Perlakuan P0	.199	12	.200*	.922	12	.303
	Perlakuan P1	.211	12	.147	.895	12	.137
	Perlakuan P2	.136	12	.200*	.946	12	.577
	Perlakuan P3	.202	12	.190	.900	12	.158
	Perlakuan P4	.286	12	.008	.881	12	.090

Lampiran 6. Uji homogenitas tinggi bayam merah

Test of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
MST_1	Based on Mean	1.701	4	55	.163
	Based on Median	1.268	4	55	.294
	Based on Median and with adjusted df	1.268	4	43.472	.297
	Based on trimmed mean	1.752	4	55	.152
MST_2	Based on Mean	.062	4	55	.993
	Based on Median	.066	4	55	.992
	Based on Median and with adjusted df	.066	4	49.269	.992
	Based on trimmed mean	.064	4	55	.992
MST_3	Based on Mean	.235	4	55	.917
	Based on Median	.203	4	55	.936
	Based on Median and with adjusted df	.203	4	54.036	.936

MST_4	Based on trimmed mean	.230	4	55	.921
	Based on Mean	.415	4	55	.797
	Based on Median	.269	4	55	.897
	Based on Median and with adjusted df	.269	4	44.872	.896
	Based on trimmed mean	.373	4	55	.827
MST_5	Based on Mean	.348	4	55	.844
	Based on Median	.255	4	55	.905
	Based on Median and with adjusted df	.255	4	52.553	.905
	Based on trimmed mean	.355	4	55	.839

Lampiran 7. Uji ANOVA tinggi bayam merah

		ANOVA				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
MST_1	Between Groups	.502	4	.125	2.308	.069
	Within Groups	2.988	55	.054		
	Total	3.490	59			
MST_2	Between Groups	.314	4	.079	.675	.612
	Within Groups	6.408	55	.117		
	Total	6.722	59			
MST_3	Between Groups	11.166	4	2.791	3.165	.021
	Within Groups	48.504	55	.882		
	Total	59.670	59			
MST_4	Between Groups	29.558	4	7.390	1.179	.330
	Within Groups	344.625	55	6.266		
	Total	374.183	59			
MST_5	Between Groups	43.600	4	10.900	.210	.932
	Within Groups	2857.250	55	51.950		
	Total	2900.850	59			

Lampiran 8. Uji Duncan tinggi bayam merah

MST_3Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Perlakuan P4	12	4,200 ^c		
Perlakuan P2	12	4,458 ^{bc}	4,458 ^{bc}	
Perlakuan P1	12	4,958 ^{abc}	4,958 ^{abc}	4,958 ^{abc}
Perlakuan P3	12		5,083 ^{ab}	5,083 ^{ab}
Perlakuan P0	12			5,392 ^a
Sig.		0,066	0,129	0,293

Lampiran 9 . Jumlah daun bayam merah 1 MST-5 MST

Hari Pengamatan Jumlah Daun	Perlakuan	Ulangan (helai)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
0 MST (Senin, 30 Januari 2024)	P0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	2
	P1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	25	2,08
	P2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	2
	P3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	2
	P4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24	2
1 MST (Senin, 6 Januari 2025)	P0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48	4
	P1	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	51	4,3
	P2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48	4
	P3	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	49	4,1
	P4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	45	3,75
2 MST (Senin, 13 Januari 2025)	P0	7	6	5	7	7	6	6	7	7	5	7	7	77	6,4
	P1	7	7	6	8	7	7	7	7	5	6	6	5	78	6,5
	P2	7	8	7	7	6	6	6	6	6	8	6	7	80	6,7
	P3	7	7	6	8	6	7	7	7	6	7	6	7	81	6,8
	P4	6	6	6	7	7	6	6	6	6	5	4	4	69	5,8
3 MST (Senin, 20 Januari 2025)	P0	9	10	8	10	10	9	10	10	9	10	11	8	114	9,5
	P1	9	9	9	13	12	8	11	11	8	9	10	7	116	9,7
	P2	12	12	10	11	9	8	11	9	10	15	11	8	126	10,5
	P3	14	10	10	12	11	9	11	12	8	12	9	11	129	10,8
	P4	11	10	10	11	11	10	10	10	10	8	7	6	114	9,5
4 MST (Senin, 27 Januari 2025)	P0	15	12	11	14	12	10	13	13	11	14	13	10	148	12,3
	P1	11	11	11	20	14	9	14	12	10	13	14	9	148	12,3
	P2	20	12	11	13	11	9	14	10	11	20	13	10	154	12,8
	P3	18	11	12	18	13	11	13	11	10	18	13	12	160	13
	P4	17	11	14	14	12	12	11	12	12	11	9	7	142	11,8

Lampiran 10. Uji Kruskal-Wallis jumlah daun bayam merah

Test Statistics^{a,b}

	MST_1	MST_2	MST_3	MST_4	MST_5
Kruskal-Wallis H	3.052	45.308	8.293	36.813	43.045
df	4	4	4	4	4
Asymp. Sig.	.549	.000*	.081	.000*	.000*

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan

Keterangan: tanda (*) menunjukkan adanya pengaruh nyata.

Lampiran 11. Uji Mann-Whitney jumlah daun bayam merah

Pengamatan	Perlakuan	Rata-rata (helai)	Kelompok (<i>Asymp. Sig</i>)				
			P0	P1	P2	P3	P4
1 MST	P0	2,00	-	1.00 ^{tn}	1.00 ^{tn}	1.00 ^{tn}	1.00 ^{tn}
	P1	2,00		-	1.00 ^{tn}	1.00 ^{tn}	1.00 ^{tn}
	P2	2,00			-	1.00 ^{tn}	1.00 ^{tn}
	P3	2,00				-	1.00 ^{tn}
	P4	2,00					-
2 MST	P0	4,00	-	0.31 ^{tn}	1.00 ^{tn}	0.31 ^{tn}	1.00 ^{tn}
	P1	4,25		-	0.31 ^{tn}	0.85 ^{tn}	0.31 ^{tn}
	P2	4,00			-	0.31 ^{tn}	1.00 ^{tn}
	P3	4,62				-	0.31 ^{tn}
	P4	4,00					-
3 MST	P0	6,27	-	0.88 ^{tn}	0.46 ^{tn}	0.09 ^{tn}	0.37 ^{tn}
	P1	6,20		-	0.46 ^{tn}	0.44 ^{tn}	0.66 ^{tn}
	P2	6,65			-	0.88 ^{tn}	0.13 ^{tn}
	P3	6,70				-	0.04 ^{tn}
	P4	5,73					-
4 MST	P0	9,45	-	0.88 ^{tn}	0.13 ^{tn}	0.01*	0.34 ^{tn}
	P1	9,65		-	0.18 ^{tn}	0.14 ^{tn}	0.88 ^{tn}
	P2	10,5			-	0.76 ^{tn}	0.46 ^{tn}
	P3	10,8				-	0.03*
	P4	9,50					-
5 MST	P0	12,3	-	0.30 ^{tn}	1.00 ^{tn}	0.01*	0.30 ^{tn}
	P1	12,2		-	1.00 ^{tn}	0.14 ^{tn}	0.46 ^{tn}
	P2	12,4			-	0.24 ^{tn}	0.38 ^{tn}
	P3	14,3				-	0.14 ^{tn}
	P4	11,3					-

Keterangan: tanda (tn) menunjukkan hasil tidak berbeda nyata; tanda (*) menunjukkan adanya perbedaan nyata; dan angka bercetak tebal menunjukkan hasil tertinggi.

Lampiran 12. Panjang akar (5 MST)

Perlakuan	Rata-rata ulangan panjang akar				Rata-rata
	I	II	III	IV	
P0	22,6	23,1	19	17	20,4
P1	13,3	13,5	22,8	22,8	18,1
P2	10,3	13	19,3	9,3	13,0
P3	21,6	13,5	11,6	19,5	16,6
P4	12,6	6,33	15	13	11,7

Lampiran 13. Uji normalitas panjang akar

Tests of Normality							
	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Panjang_Akar	P0	.141	12	.200*	.965	12	.856
	P1	.186	12	.200*	.908	12	.201
	P2	.255	12	.030	.863	12	.054
	P3	.180	12	.200*	.924	12	.317
	P4	.146	12	.200*	.957	12	.734

Lampiran 14. Uji homogenitas panjang akar

Test of Homogeneity of Variances						
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
Panjang_Akar	Based on Mean	1.690	4	55	.165	
	Based on Median	1.578	4	55	.193	
	Based on Median and with adjusted df	1.578	4	42.848	.198	
	Based on trimmed mean	1.602	4	55	.187	

Lampiran 15. Uji ANOVA panjang akar

ANOVA					
Panjang_Akar					
	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	561,733	4	140,433	2,821	0,034
Within Groups	2737,793	55	49,778		
Total	3299,526	59			

Lampiran 16. Uji Duncan panjang akar

Panjang_Akar				
Duncan ^a				
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	
P4	12	11,750 ^b		
P2	12	13,000 ^b		
P1	12	16,417 ^{ab}	16,417 ^{ab}	
P3	12	16,583 ^{ab}	16,583 ^{ab}	
P0	12		20,458 ^a	
Sig.		0,132	0,191	

Lampiran 17. Berat basah 5 MST

Hasil Pengamatan Berat Basah	Perlakuan	Ulangan (cm)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Senin, 3 Februari 2025	P0	23,7	13,4	3	25,4	10,2	5	16,8	12,8	5	24	20,7	3	163	13,6
	P1	41	23,3	21,2	17,5	9,7	8,8	6,5	5	16,2	15,4	14,7	12,6	191,9	16,0
	P2	30,9	19	78	3,5	19,7	3	2	46,3	9,6	41,6	30,5	10,4	294,5	24,5
	P3	48,6	15,9	10	27,2	6,5	2,8	5	17,6	15	34,2	16,2	5	204	17,0
	P4	12	7,2	5,8	15,1	7	6	10,8	24	10	9,2	5	3	115,1	9,6

Lampiran 18. Uji normalitas berat basah

Tests of Normality							
	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Berat_Basah	P0	.177	12	.200*	.900	12	.161
	P1	.188	12	.200*	.867	12	.060
	P2	.168	12	.200*	.882	12	.092
	P3	.232	12	.072	.874	12	.073
	P4	.168	12	.200*	.867	12	.059

Lampiran 19. Uji homogenitas berat basah

Test of Homogeneity of Variances					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Berat_Basah	Based on Mean	4.795	4	55	.002
	Based on Median	3.460	4	55	.014
	Based on Median and with adjusted df	3.460	4	27.541	.021
	Based on trimmed mean	4.297	4	55	.004

Lampiran 20. Uji Welch ANOVA berat basah bayam merah

	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Welch	2,247	4	26,419	0,091

Lampiran 21. Berat kering 5 MST

Hasil Pengamatan Berat Basah	Perlakuan	Ulangan (cm)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Senin, 3 Februari 2025	P0	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,1	0,1	0,08	0,08	0,07	0,05	0,03	1,08	0,09
	P1	0,14	0,14	0,13	0,12	0,11	0,11	0,1	0,07	0,06	0,04	0,04	0,04	1,10	0,09
	P2	0,23	0,23	0,23	0,2	0,2	0,19	0,17	0,17	0,28	0,21	0,2	0,19	2,50	0,21
	P3	0,23	0,23	0,21	0,21	0,2	0,2	0,23	0,23	0,21	0,19	0,18	0,15	2,47	0,21
	P4	0,14	0,14	0,14	0,12	0,12	0,09	0,09	0,05	0,05	0,03	0,02	0,02	1,01	0,08

Lampiran 22. Uji normalitas berat kering

Tests of Normality							
	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Berat_Kering	P0	.220	12	.113	.889	12	.116
	P1	.179	12	.200*	.876	12	.078
	P2	.190	12	.200*	.904	12	.181
	P3	.173	12	.200*	.878	12	.083
	P4	.188	12	.200*	.871	12	.067

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

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 23. Uji homogenitas berat kering

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Berat_Kering	Based on Mean	3.851	4	55	.008
	Based on Median	2.497	4	55	.053
	Based on Median and with adjusted df	2.497	4	52.429	.054
	Based on trimmed mean	3.790	4	55	.009

Lampiran 24. Uji Welch ANOVA berat kering

	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Welch	48,296	4	27,171	0,000

Lampiran 25. Uji Games-Howell berat kering

Dependent Variable: Berat_Kering

Games-Howell

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
		Difference (I-J)			Lower Bound	Upper Bound
P0	P1	-.00167	.01408	1.000	-.0438	.0405
	P2	-.11833*	.01211	.000	-.1543	-.0824
	P3	-.11583*	.01083	.000	-.1480	-.0836
	P4	.00583	.01616	.996	-.0431	.0547
P1	P0	.00167	.01408	1.000	-.0405	.0438
	P2	-.11667*	.01444	.000	-.1597	-.0736
	P3	-.11417*	.01339	.000	-.1546	-.0737
	P4	.00750	.01798	.993	-.0460	.0610
P2	P0	.11833*	.01211	.000	.0824	.1543
	P1	.11667*	.01444	.000	.0736	.1597
	P3	.00250	.01130	.999	-.0312	.0362
	P4	.12417*	.01648	.000	.0745	.1738

P3	P0	.11583*	.01083	.000	.0836	.1480
	P1	.11417*	.01339	.000	.0737	.1546
	P2	-.00250	.01130	.999	-.0362	.0312
	P4	.12167*	.01557	.000	.0741	.1693
P4	P0	-.00583	.01616	.996	-.0547	.0431
	P1	-.00750	.01798	.993	-.0610	.0460
	P2	-.12417*	.01648	.000	-.1738	-.0745
	P3	-.12167*	.01557	.000	-.1693	-.0741

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 26. Indeks tinggi bayam merah

	NO	Date
Indeks tinggi bayam merah = $\frac{P_2 - P_1}{P_1}$		
P_2 = akhir pengamatan, P_1 = awal pengamatan		
a. Perlakuan P_0 (0%)		
Tinggi $P_0 = \frac{21,5 - 2,08}{2,08} = 9,3 \text{ cm}$		
b. Perlakuan P_1 (50%)		
Tinggi $P_1 = \frac{23,1 - 1,96}{1,96} = 10,8 \text{ cm}$		
c. Perlakuan P_2 (100%)		
Tinggi $P_2 = \frac{22,5 - 1,92}{1,92} = 10,7 \text{ cm}$		
d. Perlakuan P_3 (150%)		
Tinggi $P_3 = \frac{23,8 - 1,80}{1,80} = 12,2 \text{ cm}$		
e. Perlakuan P_4 (200%)		
Tinggi $P_4 = \frac{21,9 - 2,00}{2,00} = 9,9 \text{ cm}$		

Lampiran 27. Indeks jumlah daun bayam merah

NO	Date
Indeks jumlah daun bayam merah	
↳	
a.	Perlakuan P ₀ (0%)
jumlah helai daun P ₀ = $\frac{12,3 - 2}{2} = 5,15$	
b.	Perlakuan P ₁ (50%)
jumlah helai daun P ₁ = $\frac{12,3 - 2,08}{2,08} = 4,91$	
c.	Perlakuan P ₂ (100%)
jumlah helai daun P ₂ = $\frac{12,5 - 2,00}{2,00} = 5,25$	
d.	Perlakuan P ₃ (150%)
jumlah helai daun P ₃ = $\frac{13,0 - 2,00}{2,00} = 5,50$	
e.	Perlakuan P ₄ (200%)
jumlah helai daun P ₄ = $\frac{11,3 - 2,00}{2,00} = 4,65$	

Lampiran 28. Indeks panjang akar bayam merah

	NO	Date
Indeks Panjang akar (cm)		
a. Perlakuan P_0 (0%)		
Panjang akar $P_0 = \frac{20,5 - 1,32}{1,32} = 14,5 \text{ cm}$		
b. Perlakuan P_1 (50%)		
Panjang akar $P_1 = \frac{16,4 - 1,54}{1,54} = 9,6 \text{ cm}$		
c. Perlakuan P_2 (100%)		
Panjang akar $P_2 = \frac{11,8 - 1,94}{1,94} = 5,1 \text{ cm}$		
d. Perlakuan P_3 (150%)		
Panjang akar $P_3 = \frac{16,6 - 2,36}{2,36} = 6,0 \text{ cm}$		
e. Perlakuan P_4 (200%)		
Panjang akar $P_4 = \frac{13,0 - 1,28}{1,28} = 9,2 \text{ cm}$		

Lampiran 29. Indeks berat basah bayam merah

NO	Date
Indeks berat basah	
a.	Perlakuan P ₀ (0%)
Berat basah P ₀ = $\frac{13,6 - 0,0053}{0,0053} = 2,$	
b.	Perlakuan P ₁ (50%)
Berat basah P ₁ = $\frac{16,0 - 0,006}{0,006} = 2,66 \text{ gr}$	
c.	Perlakuan P ₂ (100%)
Berat basah P ₂ = $\frac{24,5 - 0,00603}{0,00603}$	
= 4,06 gr	
d.	Perlakuan P ₃ (150%)
Berat basah P ₃ = $\frac{17,0 - 0,00587}{0,00587} = 2,89$	
e.	Perlakuan P ₄ (200%)
Berat basah P ₄ = $\frac{9,57 - 0,00497}{0,00497} = 1,91$	

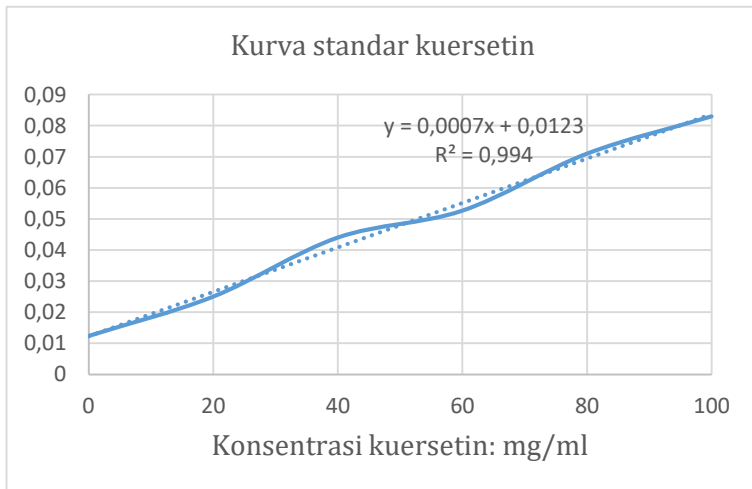
Lampiran 30. Indeks berat kering bayam merah

	NO	Date
Indeks berat kering		
a. Perlakuan P ₀ (0%)		
$\text{Berat kering } P_0 = \frac{0,09 - 0,00081}{0,00081}$ $= 110,1 \text{ gr}$		
b. Perlakuan P ₁ (50%)		
$\text{Berat kering } P_1 = \frac{0,09 - 0,00176}{0,00176} = 50,1 \text{ gr}$		
c. Perlakuan P ₂ (100%)		
$\text{Berat kering } P_2 = \frac{0,21 - 0,00227}{0,00227} = 91,5 \text{ gr}$		
d. Perlakuan P ₃ (150%)		
$\text{Berat kering } P_3 = \frac{0,21 - 0,00048}{0,00048} = 436,5$		
e. Perlakuan P ₄ (200%)		
$\text{Berat kering } P_4 = \frac{0,08 - 0,00044}{0,00044} = 180,8$		

Lampiran 31. Kurva standard kuersetin

Konsentrasi Kuersetin (mg/ml)	Pengulangan			Rata-rata (mg/ml)
	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 32. Hasil pengukuran absorbansi larutan standar kuersetin



Lampiran 33. Uji Kruskal-Wallis flavonoid

Test Statistics^{a,b}

	Perlakuan
Kruskal-Wallis H	1.750
df	1
Asymp. Sig.	.186

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Flavonoid

Lampiran 34. Uji Mann-Whitney flavonoid

Perlakuan	Rata-rata	Kelompok (<i>Asymp. Sig</i>)				
		P0	P1	P2	P3	P4
P0	1,64	-	0,046*	0,050*	0,513 ^{tn}	0,370 ^{tn}
P1	2,31		-	0,046*	0,046*	0,046*
P2	1,83			-	0,050*	0,050*
P3	1,67				-	0,513 ^{tn}
P4	1,66					-

Lampiran 35. Uji normalitas kadar total antosianin

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Perlakuan	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil	P0	.337	3	.	.855	3	.253
	P1	.328	3	.	.871	3	.298
	P2	.253	3	.	.964	3	.637
	P3	.272	3	.	.947	3	.554
	P4	.273	3	.	.946	3	.550

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 36. Uji homogenitas kadar total antosianin

Tests of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil	Based on Mean	4.976	4	10	.018
	Based on Median	1.445	4	10	.289
	Based on Median and with adjusted df	1.445	4	2.868	.402
	Based on trimmed mean	4.616	4	10	.023

Lampiran 37. Uji ANOVA Welch kadar total antosianin

Robust Tests of Equality of Means

Hasil

	Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Welch	457.121	4	4.598	.000

a. Asymptotically F distributed.

Lampiran 38. Uji Games-Howell kadar total antosianin

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil

Games-Howell

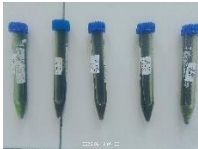
(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I- J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
P0	P1	-1.74333*	.04749	.000	-2.0165	-1.4701
	P2	-.16333	.06209	.225	-.4394	.1127
	P3	-.14000	.06675	.369	-.4399	.1599
	P4	-.35667	.19785	.527	-1.7259	1.0126
P1	P0	1.74333*	.04749	.000	1.4701	2.0165
	P2	1.58000*	.04784	.001	1.3038	1.8562
	P3	1.60333*	.05375	.001	1.2771	1.9296
	P4	1.38667	.19385	.055	-.0741	2.8474
P2	P0	.16333	.06209	.225	-.1127	.4394
	P1	-1.58000*	.04784	.001	-1.8562	-1.3038
	P3	.02333	.06700	.996	-.2773	.3240
	P4	-.19333	.19793	.850	-1.5609	1.1742
P3	P0	.14000	.06675	.369	-.1599	.4399
	P1	-1.60333*	.05375	.001	-1.9296	-1.2771
	P2	-.02333	.06700	.996	-.3240	.2773
	P4	-.21667	.19944	.807	-1.5557	1.1224
P4	P0	.35667	.19785	.527	-1.0126	1.7259
	P1	-1.38667	.19385	.055	-2.8474	.0741
	P2	.19333	.19793	.850	-1.1742	1.5609
	P3	.21667	.19944	.807	-1.1224	1.5557

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Lampiran 39. Dokumentasi kegiatan riset

No.	Gambar	Keterangan	No.	Gambar	Keterangan
1.		Menimbang bahan nutrisi	4.		Penyemaian benih bayam merah
2.		Pembuatan larutan stok nutrisi	5.		Pengukuran intensitas cahaya
3.		Benih <i>Amaranthus cruentus</i> L.	6.		Pengukuran pH dan TDS

No.	Gambar	Keterangan	No.	Gambar	Keterangan
7.		Pengamatan suhu dan kelembaban	10.		Menimbang berat basah bayam merah
8.		Pengamatan tinggi dan jumlah daun bayam merah	11.		Menimbang berat kering bayam merah
9.		Pengamatan panjang akar	12.		Bayam merah dioven pada 40°C hingga konstan sampai dengan 10 hari

No.	Gambar	Keterangan	No.	Gambar	Keterangan
13.		Penimbangan bayam merah yang akan diekstraksi	16.		Pembuatan larutan penyangga pH uji antosianin
14.		Ekstraksi flavonoid dengan etanol 70%	17.		Ekstraksi antosianin dengan perbandingan pH
15.		Sentrifugasi hasil ekstraksi flavonoid daun bayam merah	18.		Spektrofotometri uji kuantitatif flavonoid dan antosianin

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama lengkap : Siti Amirotin Khasanah
2. Tempat & tanggal lahir : Samarinda, 11 Juli 2003
3. Alamat rumah : Jl Damanhuri 2, Gang
Manunggal RT 43, Kec.
Sungai Pinang, Kota
Samarinda
4. E-mail : alhasania867@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan formal
 - a. SDN 3 Banjarejo
 - b. MTS Al-Isti'anah Boarding School, Plangitan Pati
 - c. MA Al-Isti'anah Boarding School, Plangitan Pati
 - d. UIN Walisongo Semarang
1. Pendidikan non-formal
 - a. Pondok Pesantren Putri Al-Isti'anah Boarding
School Plangitan, Pati