

**PENGARUH KADAR MIKRONUTRIEN YANG BERBEDA
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN KLOROFIL
PADA TANAMAN BAYAM MERAH (*Amaranthus tricolor* L.)
MENGUNAKAN SISTEM HIDROPONIK WICK**

SKRIPSI

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



Oleh: **Lina Faridotul Khoiriyah**

NIM: 2008016046

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2024**

HALAMAN JUDUL

**PENGARUH KADAR MIKRONUTRIEN YANG BERBEDA
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN KLOORIFIL
PADA TANAMAN BAYAM MERAH (*Amaranthus tricolor* L.)
MENGUNAKAN SISTEM HIDROPONIK WICK**

SKRIPSI

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



Oleh: **Lina Faridotul Khoiriyah**

NIM: 2008016046

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

SEMARANG

2024

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Lina Faridotul Khoiriyah
NIM : 2008016046
Jurusan : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**PENGARUH KADAR MIKRONUTRIEN YANG BERBEDA
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KANDUNGAN KLOORIFIL
PADA TANAMAN BAYAM MERAH (*Amaranthus tricolor* L.)
MENGUNAKAN SISTEM HIDROPONIK WICK**

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

Semarang, 5 Juli 2024
Pembuat Pernyataan,



Lina Faridotul Khoiriyah
NIM: 2008016046



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 Kadar Mikronutrien yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Klorofil pada Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) Menggunakan Sistem Hidroponik Wick

Penulis : Lina Faridotul Khoiriyah

NIM : 2008016046

Jurusan : Biologi

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

Semarang, 5 Juli 2024

DEWAN PENGUJI

Penguji I,

Eko Purnomo, M.Si.
NIP. 198604232019031006

Penguji II,

Penguji II,

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

Penguji IV,

Rita Ariyana Nur Khasanah, M.Sc.
NIP. 199304092019032020

Pembimbing I,

Eko Purnomo, M.Si.
NIP. 198604232019031006

Pembimbing II,

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

NOTA DINAS

Semarang, 8 Juni 2024

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 Kadar Mikronutrien yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Klorofil pada Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) Menggunakan Sistem Hidroponik Wick

Penulis : **Lina Faridotul Khoiriyah**

NIM : 2008016046

Jurusan : Biologi

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

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing I,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Eko Purnomo', with a stylized flourish at the end.

Eko Purnomo, M.Si.

NIP. 198604232019031006

NOTA DINAS

Semarang, 8 Juni 2024

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 Kadar Mikronutrien yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Klorofil pada Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) Menggunakan Sistem Hidroponik Wick

Penulis : **Lina Faridotul Khoiriyah**

NIM : 2008016046

Jurusan : Biologi

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

Wassalamu'alaikum. wr. wb.

Pembimbing II,



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

ABSTRAK

Bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) termasuk salah satu komoditas sayuran yang sangat populer di kalangan masyarakat, karena memiliki warna daun yang menarik serta mengandung gizi lengkap yang sangat dibutuhkan manusia untuk memenuhi kebutuhan nutrisinya. Namun, produktivitas tanaman ini mengalami penurunan produksi setiap tahunnya yang disebabkan oleh ketersediaan unsur hara mikro dalam tanah pada sistem budidaya konvensional yang semakin terbatas. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian kadar mikronutrien yang berbeda terhadap pertumbuhan dan hasil pada tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) yang dibudidayakan secara hidroponik. Metode penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada 6 taraf perlakuan dengan 4 pengulangan yaitu M0- (Akuades); M0+ (Mikronutrien 100%); M1 (Mikronutrien 25%); M2 (Mikronutrien 50%); M3 (Mikronutrien 75%); dan M4 (Mikronutrien 200%). Hasil penelitian melalui analisis statistik non parametrik Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa pemberian perlakuan mikronutrien dengan kadar berbeda berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, bobot basah, dan bobot kering tanaman dengan kadar *Asymp. Sig*<0,05 dan tidak berpengaruh nyata terhadap panjang akar dan kandungan klorofil. Perlakuan dengan kadar mikronutrien 75% (M3) menghasilkan pertumbuhan tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) yang lebih optimal dibandingkan perlakuan lainnya dengan rata-rata tinggi tanaman sebesar 33,15 cm (5 MST), jumlah daun 9,17 helai (5 MST), berat basah (11,28 gram), berat kering (0,82 gram), dan kandungan klorofil total 89,20 $\mu\text{g mL}^{-1}$ (klorofil a 32,43 $\mu\text{g mL}^{-1}$ dan klorofil b 56,78 $\mu\text{g mL}^{-1}$).

Kata kunci: Bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.), Mikronutrien, Pertumbuhan, Klorofil.

ABSTRACT

Red spinach (*Amaranthus tricolor* L.) is one of the vegetable commodities that is very popular among the community, because it has an attractive leaf color and contains complete nutrients that humans urgently need to meet their nutritional needs. However, the productivity of this plant has decreased in production every year due to the availability of micronutrients in the soil in conventional cultivation systems which is increasingly limited. The purpose of this study was to determine the effect of different micronutrient levels on the growth and yield of red spinach (*Amaranthus tricolor* L.) cultivated hydroponically. The research method was carried out experimentally using a Complete Random Design (RAL) design at 6 treatment levels with 4 repetitions, namely M0- (Akuades); M0+ (100% Micronutrients); M1 (Micronutrients 25%); M2 (Micronutrients 50%); M3 (Micronutrients 75%); and M4 (Micronutrients 200%). The results of the study through Kruskal-Wallis non-parametric statistical analysis showed that the administration of micronutrient treatments with different levels had a significant effect on plant height, number of leaves, wet weight, and dry weight of plants with Asymp levels. Sig<0.05 and had no significant effect on root length and chlorophyll content. Treatment with a micronutrient content of 75% (M3) resulted in more optimal growth of red spinach (*Amaranthus tricolor* L.) compared to other treatments with an average plant height of 33,15 cm (5 MST), leaf count of 9,17 pieces (5 MST), wet weight (11,28 grams), dry weight (0,82 grams), and total chlorophyll content of 89,20 $\mu\text{g mL}^{-1}$ (chlorophyll a 32,43 $\mu\text{g mL}^{-1}$ and chlorophyll b 56,78 $\mu\text{g mL}^{-1}$).

Keywords: *Red spinach (Amaranthus tricolor L.), Micronutrients, Growth, Chlorophyll.*

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 = أي

iv = إي

KATA PENGANTAR

Puji syukur *Alhamdulillah* penulis ucapkan kepada kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu. Sholawat serta salam senantiasa 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 Kadar Mikronutrien yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Klorofil pada Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.) Menggunakan Sistem Hidroponik Wick”** disusun guna untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Sains di Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

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

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia, kesehatan, dan hidayah sehingga proses penelitian dan

penyusunan skripsi ini dapat berjalan lancar serta terselesaikan dengan baik.

2. Bapak Prof. Dr. H. Nizar, M.Ag. selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
3. Bapak Prof. Dr. Musahadi, M.Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
4. Ibu Dr. Dian Ayuning Tyas M.Biotech. selaku Ketua Program Studi Biologi di UIN Walisongo Semarang.
5. Bapak Fajrul Falakh M.Ling. dan Ibu Dr. Dian Ayuning Tyas M.Biotech. selaku Wali Dosen yang telah membimbing dan memberikan nasihat maupun pengarahan selama menempuh pendidikan di UIN Walisongo Semarang.
6. Bapak Eko Purnomo, M.Si. selaku Pembimbing I yang senantiasa membimbing, memberikan saran maupun masukan serta selalu mendorong selama proses penelitian sehingga skripsi ini dapat selesai dengan tepat waktu.
7. Ibu Ira Nailas Sa'adah, M.Si. selaku Pembimbing II yang senantiasa sabar dalam membimbing, memberikan arahan dan dukungan serta berkontribusi selama proses penelitian sehingga riset dan penulisan skripsi dapat berjalan lancar.

8. Ibu Sumiati, S.Pd. selaku Laboran di Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah membantu dan memberi pengarahan selama proses pengujian sampel.
9. Keluarga besar Alm. Simbah Bakeri dan Alm. Simbah Kasnawi yang selalu mendo'akan dan memberi dukungan serta arahan selama menempuh pendidikan.
10. Bapak Kafindi selaku orang tua atau kepala keluarga yang selalu bekerja keras dan menjadi pendengar yang baik atas keluh kesah penulis selama menempuh pendidikan hingga mengerjakan skripsi ini karena tanpa perhatian, kasih sayang dan dukungan maka penulis tidak mampu menyelesaikan pendidikan sampai akhir.
11. Ibu Salamah selaku orang tua atau Ibu dalam keluarga yang telah merawat, mendidik, dan mendo'akan penulis dengan sangat tulus sehingga proses riset dalam skripsi ini dapat berjalan dengan lancar dan selesai tepat waktu.
12. Kakak Saiful Hidayat, Adek Nisrina Fairuz dan Ayesha Zea Azzalfa yang telah menjadi *support system* terbaik bagi penulis selama mengerjakan skripsi.

13. *My self* yang sudah berjuang dan bertahan sejauh ini sehingga bisa menyelesaikan perkuliahan dan mendapatkan gelar Sarjana Sains ini.
14. Sahabat dan teman-teman khususnya Alm. Muhammad Aldi F., Alm. Krisna Laksana B., Dyah Araa, Mateo Darwin L., Lutfia Ulfa, Siti Azizah, Siti Mustaghfiroh, Siti Heni W., Salsabila H., Dwi Lustianah, Khoirin N., Juliana I., Afni Nur L., Farda Farid S., Fajar R., Ahmad Febri dan semua teman-teman Biologi angkatan 2020 yang telah menjadi teman seperjuangan dan selalu ada disaat membutuhkan bantuan.

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

Semarang, 3 Juni 2024

Penulis,



Lina Faridotul Khoiriyah

NIM: 2008016046

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	Error! Bookmark not defined.
PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
NOTA DINAS.....	iv
NOTA DINAS.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
TRANSLITERASI ARAB-LATIN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	9
C. Tujuan Penelitian.....	10
D. Manfaat Penelitian	10

BAB II LANDASAN TEORI	12
A. Kajian Teori.....	12
B. Kajian Penelitian yang Relevan.....	27
C. Kerangka Berpikir	41
D. Hipotesis Penelitian.....	42
BAB III METODE PENELITIAN	43
A. Jenis Penelitian	43
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	43
C. Rancangan Penelitian	43
D. Populasi dan Sampel Penelitian	46
E. Variabel Penelitian.....	46
F. Alat dan Bahan.....	47
G. Prosedur Penelitian.....	48
H. Analisis Data	56
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	61
1. Tinggi tanaman.....	62
2. Jumlah daun	71
3. Panjang Akar	81
4. Berat Basah	85
5. Berat Kering.....	90

6. Kandungan Klorofil.....	94
BAB V KESIMPULAN	100
A. Kesimpulan	100
B. Saran	101
DAFTAR PUSTAKA	102
LAMPIRAN.....	119
RIWAYAT HIDUP	147

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Konsentrasi unsur hara esensial makro dan mikro tanaman (Resh, 2013).....	21
Tabel 2. 2 Peran unsur hara bagi tanaman (Mansyur <i>et al.</i> , 2021).....	22
Tabel 2. 3 Kajian penelitian relevan.....	28
Tabel 3. 1 Rancangan unit percobaan	45
Tabel 3. 2 Komposisi modifikasi larutan nutrisi Hoagland (Taiz <i>et al.</i> , 2010).....	50
Tabel 4. 1 Hasil rata-rata tinggi tanaman 1 MST-5 MST	63
Tabel 4. 2 Uji Kruskal-Wallis tinggi tanaman	64
Tabel 4. 3 Uji lanjut Mann-Whitney tinggi tanaman.....	65
Tabel 4. 4 Hasil rata-rata jumlah daun 1 MST-5 MST	72
Tabel 4. 5 Uji Kruskal-Wallis jumlah daun	75
Tabel 4. 6 Uji lanjut Mann-Whitney jumlah daun.....	76
Tabel 4. 7 Hasil rata-rata panjang akar	82
Tabel 4. 8 Hasil rata-rata berat basah	86
Tabel 4. 9 Uji lanjut Mann-Whitney berat basah.....	88
Tabel 4. 10 Hasil rata-rata berat kering.....	90
Tabel 4. 11 Uji lanjut Mann-Whitney berat kering.....	92
Tabel 4. 12 Hasil rata-rata kadar klorofil.....	95
Tabel 4. 13 Uji Kruskal-Wallis kadar klorofil	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tanaman bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) (GBIF, 2024).....	13
Gambar 2. 2 Hidroponik sistem sumbu (<i>Wick system</i>) (Safairoh <i>et al.</i> , 2022).....	18
Gambar 2. 3 Skema kerangka pemikiran penelitian	41
Gambar 4. 1 Grafik rata-rata tinggi tanaman.....	63
Gambar 4. 2 Pertumbuhan tanaman bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.).....	68
Gambar 4. 3 Grafik rata-rata jumlah daun.....	73
Gambar 4. 4 Gejala visual daun bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.).....	80
Gambar 4. 5 Grafik rata-rata panjang akar	83
Gambar 4. 6 Grafik rata-rata berat basah	86
Gambar 4. 7 Grafik rata-rata berat kering	91
Gambar 4. 8 Grafik rata-rata kadar klorofil	96
Gambar 4. 9 Warna daun bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.).....	97

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil pengamatan tinggi tanaman 1 MST-5 MST	119
Lampiran 2. Hasil pengamatan jumlah daun 1 MST-5 MST	122
Lampiran 3. Hasil pengamatan panjang akar 5 MST	124
Lampiran 4. Hasil pengamatan berat basah 5 MST	125
Lampiran 5. Hasil pengamatan berat kering 5 MST	126
Lampiran 6. Hasil pengamatan kandungan klorofil 5 MST .	127
Lampiran 7. Hasil perhitungan kandungan klorofil	128
Lampiran 8. Hasil pengamatan pH dan TDS	131
Lampiran 9. Hasil pengamatan faktor lingkungan.....	132
Lampiran 10. Hasil analisis statistik tinggi tanaman	134
Lampiran 11. Hasil analisis statistik jumlah daun	137
Lampiran 12. Hasil analisis statistik panjang akar	139
Lampiran 13. Hasil analisis statistik berat basah	140
Lampiran 14. Hasil analisis statistik berat kering.....	141
Lampiran 15. Hasil analisis statistik kandungan klorofil.....	142
Lampiran 16. Dokumentasi kegiatan riset	144

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sayuran merupakan sumber nutrisi penting karena mengandung gizi lengkap yang terdiri dari vitamin, mineral, antioksidan, dan serat yang sangat bermanfaat bagi kesehatan manusia. Menurut data dari Badan Pangan Nasional (2023), konsumsi sayuran dalam skala rumah tangga di Indonesia mengalami peningkatan yaitu sebesar 54 kg/kap/tahun (2018), 54,9 kg/kap/tahun (2019), 52,3 kg/kap/tahun (2020), 54,6 kg/kap/tahun (2021), dan 55,6 kg/kap/tahun (2022). Meningkatnya konsumsi sayuran didasarkan atas kesadaran manusia tentang pentingnya memenuhi kebutuhan gizinya, hal ini karena permasalahan pangan dan kekurangan gizi mikro (vitamin dan mineral) telah menjadi masalah besar yang harus diperhatikan diseluruh dunia terutama di negara-negara berkembang seperti Indonesia.

Bayam merah yang secara ilmiah dikenal sebagai *Amaranthus tricolor* L. menjadi sayuran yang sangat disukai dan banyak dikonsumsi di negara-negara Asia Tenggara maupun di seluruh benua karena

warna daunnya yang menarik, rasanya yang lezat dan kandungan gizinya yang luar biasa. Sarker *et al.*, (2019) menemukan bahwa daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) mengandung berbagai macam nutrisi termasuk protein (berkisar 66,26 g/kg-11,38 g/kg), serat (berkisar 91,94 µg/g-59,96 µg/g), lemak (berkisar 4,35 g/kg-1,42 g/kg), karbohidrat (berkisar 98,54 g/kg-15,48 g/kg), mineral seperti Fe sebesar 1089,19 µg/g, Ca sebesar 10,13 mg/g, Mg sebanyak 30,01 mg/g, kalium sebanyak 24,96 mg/g, dan Zn sebanyak 986,61 µg/g, dan nutrisi lain yaitu vitamin C (955,19 µg/g), β-karoten (1043,18 µg/g), betalains (66,40 µg/100g), betaxanthins (33,09 µg/100g), dan betacyanin (33,30 µg/100g). Selain itu, telah terbukti bahwa daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) mengandung sejumlah senyawa fitokimia seperti alkaloid, glikosida, asam fenolik, flavonoid, amarantin, tanin, dan senyawa pigmen lainnya (Dasgupta *et al.*, 2007; Srivastava, 2017; Pulipati *et al.*, 2017).

Produksi sayuran bayam di Indonesia mengalami pasang surut setiap tahunnya sesuai dengan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2023 bahwa hasil produksi bayam di tahun 2018 diperoleh sebesar 162.277 ton dan turun menjadi

157.024 ton di tahun 2020. Lalu, tahun 2021 produksi melonjak signifikan yaitu sebesar 171.706 ton, tetapi kembali turun di tahun 2022 menjadi 170.821 ton. Salah satu alasan rendahnya hasil produktivitas dari tanaman bayam ini adalah sistem budidaya yang masih dilakukan secara konvensional menggunakan media tanah, dimana kondisi lahannya yang semakin memburuk akibat terjadinya degradasi tanah ataupun intensifikasi tidak terkontrol menyebabkan ketersediaan hara dalam tanah menurun terutama hara mikro.

Sistem hidroponik dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif solusi untuk mengatasi permasalahan yang muncul, karena sistem budidaya ini hanya menggunakan air dan nutrisi untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman, sehingga hasil produktivitas tanaman dapat ditingkatkan secara optimal. Dalam hidroponik, ada banyak metode yang dapat diaplikasikan dan salah satu yang paling sederhana (mudah diterapkan), dimana metode ini tidak membutuhkan banyak air dan juga sumber listrik ataupun pompa air dalam prosesnya serta bahan yang digunakan mudah diperoleh dengan harga terjangkau (Sundoro, 2022). Pernyataan tersebut menunjukkan

bahwa sistem hidroponik ini dapat diaplikasikan dalam penelitian eksperimen yang memerlukan lahan begitu luas dan peralatan yang relatif banyak, sehingga menyebabkan biaya yang dikeluarkan cukup tinggi akibat bervariasinya perlakuan yang diberikan. Selain itu, untuk memenuhi kebutuhan sayuran rumah tangga, sistem *wick* efektif diterapkan bagi kalangan masyarakat sebab rangkaian alat hidroponik yg tidak rumit dan mudah didapatkan. Jika dikaitkan dengan kandungan dalam ayat Al-Qur'an mengenai peran air bagi tanaman pada sistem hidroponik, maka dapat dilihat pada Q.S. Al-Anbiya' ayat 30 sebagai berikut:

أَوَلَمْ يَرَ الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا
وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلَا يُؤْمِنُونَ

Artinya: “Dan apakah orang-orang yang kafir tidak mengetahui bahwasanya langit dan bumi itu keduanya dahulu adalah suatu yang padu, kemudian Kami pisahkan antara keduanya. Dan dari air Kami jadikan segala sesuatu yang hidup. Maka mengapakah mereka tiada juga beriman?”.

Menurut tafsir Tahlili bahwa ayat Al-Qur'an tersebut memberikan penjelasan mengenai aspek ilmiah dari suatu fenomena alam ini, dimana hal tersebut menggambarkan prinsip bahwa ketersediaan

air sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup seperti manusia, hewan, dan tumbuhan. Dijelaskan bahwa manusia, hewan, dan tumbuhan tidak dapat hidup tanpa air karena manusia dan hewan dapat bertahan hidup sehari-hari tanpa makanan jika diberi minuman. Begitu pula dengan tanaman, jika kekurangan air maka akar dan daunnya akan mengering dan akhirnya mati. Oleh karena itu, air sangat penting bagi makhluk hidup di bumi ini, jadi tidak ada alasan mengapa manusia tidak beriman kepada-Nya ataupun mengingkari atas nikmat-Nya yang tidak ternilai harganya (Kemenag, 2023).

Budidaya tanaman hidroponik sangat bergantung pada larutan nutrisi yang diberikan, karena memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman dapat mengoptimalkan pertumbuhannya, umumnya sistem hidroponik membutuhkan unsur hara lengkap seperti hara makro dan mikro (Syah *et al.*, 2021). Nutrisi AB Mix menjadi salah satu nutrisi siap pakai mengandung hara mineral lengkap serta dibuat secara khusus untuk tanaman hidroponik (Ramaidani *et al.*, 2022). Namun, jumlah hara yang terkandung dalam formulasi tersebut tidak diketahui secara pasti pada kemasannya, sedangkan untuk mengoptimalkan tumbuh

kembangnya tanaman dibutuhkan hara dengan batas konsentrasi yang tepat, sebab konsentrasi larutan hara yang terlalu pekat menyebabkan toksisitas dan di konsentrasi yang kurang akan terjadi gejala defisiensi pada tanaman.

Larutan Hoagland menjadi nutrisi alternatif yang dapat diaplikasikan dalam sistem budidaya tanaman hidroponik, karena memiliki hara mineral esensial yang lengkap dan diformulasi sesuai dengan batas konsentrasi yang dibutuhkan tanaman. Menurut Dewi (2016), nutrisi lengkap yang terkandung dalam larutan Hoagland dapat memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman, sebab kelebihan unsur hara menyebabkan sifat antagonis yang berarti bahwa hara tertentu tidak dapat tersedia karena terikat oleh hara lain. Selain hara makro, unsur hara mikro juga mempunyai peranan penting dalam kehidupan manusia dan perkembangan tanaman, dimana hara mikro seperti Zn (Seng), Mn (Mangan), B (Boron), Fe (Besi), Cu (Tembaga), dan Mo (Molibdenum) menjadi unsur hara paling esensial untuk meningkatkan produktivitas tanaman meskipun komponen ini hanya dibutuhkan dalam jumlah yang kecil (Assunção *et al.*, 2022). Meskipun tanaman tidak membutuhkan banyak hara mikro, perlu dilakukan

penelitian terkait pemberian kadar mikro yang berbeda sebab tiap tanaman memiliki kebutuhan nutrisi yang bervariasi.

Menurut hasil penelitian Rahi *et al.*, (2021), pemberian perlakuan 10 dan 15 kg ha⁻¹ KH dengan mikronutrien 75% dan 100% yang diaplikasikan pada media tanah menjadi perlakuan yang efektif dalam meningkatkan hasil, biomassa, indeks panen dan serapan unsur hara mikro (B, Zn, dan Fe) pada tomat selama musim semi dan musim gugur. Hasil penelitian Raudhatul (2019), menunjukkan bahwa kombinasi ekstrak purifikasi pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban) 0,25 mg/L dengan mikronutrien konsentrasi 0,5% (0,125% ZnSO₄; 0,15% FeSO₄; 0,075% H₃BO₃; 0,125% MnSO₄; 0,025% CuSO₄) menjadi perlakuan terbaik untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan hasil tanaman Jagung (*Zea mays* L.). Berdasarkan hasil dari percobaan tersebut dapat dinyatakan bahwa ketersediaan hara mikro berperan penting untuk tumbuh kembangnya suatu tanaman. Maka, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian terkait pemberian hara mikro untuk mendorong pertumbuhan bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dengan sistem hidroponik, hal ini disebabkan sistem pertanian

konvensional mempunyai ketersediaan unsur hara mikro yang terbatas didalam tanah yang nantinya akan mempengaruhi hasil produktivitas dari tanaman tersebut.

Selain nutrisi, fotosintesis juga mempengaruhi pertumbuhan tanaman dimana klorofil pada daun berperan dalam reaksi fotosintesis. Klorofil adalah pigmen berwarna hijau yang ditemukan pada tumbuhan dengan jumlah terbesar yang diperuntukan untuk aktivitasnya dengan mengubah energi cahaya menjadi energi kimia (Salsabila *et al.*, 2023). Klorofil banyak dimanfaatkan dalam kesehatan manusia karena sifat detoksifikasi alaminya, sebagai antioksidan untuk menangkal efek berbahaya radikal bebas pada sel-sel tubuh, sebagai agen antipenuaan, dan zat anti kanker (Permadi *et al.*, 2022). Kehadiran unsur hara merupakan faktor eksternal yang mempengaruhi produksi klorofil, dimana zat hara seperti Nitrogen (N), Magnesium (Mg), Besi (Fe), dan Sulfur (S) merupakan unsur penting untuk pembentukan klorofil yang ketika unsur hara tersebut tersedia dalam jumlah yang cukup dan dapat diterima dengan baik oleh tanaman maka kandungan klorofil pada daun dapat meningkat (Khoiriyah *et al.*, 2018).

Berdasarkan latar belakang diatas, perlu dilakukan penelitian untuk meningkatkan hasil produksi tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dengan menggunakan sistem pertanian yang mendukung dan mengatur ketersediaan hara yang tepat terutama hara mikro untuk mendorong pertumbuhan pada tanaman tersebut sehingga tingkat produktivitas maupun kualitas tanaman tetap terjaga.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan dari konteks permasalahan tersebut, maka dapat diajukan perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh kadar mikronutrien yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kandungan klorofil pada tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.)?
2. Berapakah kadar mikronutrien yang optimum untuk pertumbuhan dan kandungan klorofil pada tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.)?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan umum yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pengaruh pemberian kadar mikronutrien yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kandungan klorofil pada tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.).
2. Menentukan kadar mikronutrien optimum untuk pertumbuhan dan kandungan klorofil pada tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.).

D. Manfaat Penelitian

Penelitian yang sudah dilakukan diharapkan akan memberikan banyak manfaat diantaranya yaitu:

1. Manfaat Teoritis

- a. Memberikan informasi mengenai pentingnya ketersediaan unsur hara mikro untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman.
- b. Dapat digunakan sebagai referensi di penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan optimalisasi hasil produktivitas pada tanaman dengan subjek dan metode penelitian relevan.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Peneliti

Meningkatkan pengetahuan ilmiah tentang peran penting hara nutrisi bagi tanaman serta dapat meningkatkan pemahaman mengenai sistem budidaya tanaman secara hidroponik.

b. Bagi UIN Walisongo Semarang

Memberikan tambahan kajian kepustakaan karya tulis ilmiah khususnya bagi Fakultas Sains dan Teknologi.

c. Bagi Masyarakat

Menjadi acuan bagi masyarakat dalam mengatasi permasalahan pada lahan produksi tanaman yang memburuk atau sebagai dasar pemahaman bagi masyarakat terkait sistem budidaya secara hidroponik.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Taksonomi dan Morfologi Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.)

Tanaman bayam (*Amaranthus* L.) (**Gambar 2.1**) termasuk dalam anggota *family* Amaranthaceae yang terdiri dari sekitar 70 spesies dan merupakan sayuran berdaun dikotil C4 yang tersebar luas di dunia baik di wilayah beriklim sedang dan tropis (Mosyakin *et al.*, 2003; Délano-Frier *et al.*, 2011). Bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) termasuk spesies tanaman pangan unggulan karena sangat tahan terhadap panas, kekeringan, penyakit dan hama serta pada bagian biji dan daunnya mengandung banyak gizi seperti protein dan zat mikronutrien berupa zat besi (Fe), kalsium (Ca), seng (Zn), vitamin C dan vitamin A (Srivastava, 2017). Berikut ini merupakan klasifikasi dari tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.):

Kingdom : Plantae
Subkingdom : Viridiplantae
Infrakingdom : Streptophyta
Superdivision : Embryophyta
Division : Tracheophyta
Subdivision : Spermatophytina
Class : Magnoliopsida
Superorder : Caryophyllanae
Order : Caryophyllales
Family : Amaranthaceae
Genus : *Amaranthus* L.
Species : *Amaranthus tricolor* L. (ITIS, 2024).



Gambar 2. 1 Tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) (GBIF, 2024)

Karakteristik morfologi dari bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) yaitu berdaun tunggal yang berukuran lebar dengan tekstur lunak dan ujung meruncing. Batang dari tanaman ini bertekstur lunak dan berair dengan warna putih kemerahan. Selain itu, bayam merah juga mempunyai bunga berukuran kecil dan biasanya muncul di ujung batang atau ketiak daun pada rangkaian tandan. Buah dari bayam merah tidak berdaging tetapi memiliki biji berukuran kecil dengan jumlah yang sangat banyak dan berbentuk bulat serta mudah pecah. Akar dari tanaman ini berbentuk tunggang yang memiliki akar samping sangat kuat dan dalam serta termasuk kedalam jenis tanaman perdu semak (Saparinto, 2013).

2. Syarat Tumbuh Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.)

Pertumbuhan suatu tumbuhan dapat didefinisikan sebagai bertambahnya ukuran yang dapat dilihat dari bertambahnya volume dan tinggi suatu organ secara keseluruhan adalah hasil dari peningkatan jumlah ataupun ukuran sel (Hapsari *et al.*, 2018). Darmawan *et al.*, (2015) mengidentifikasi berbagai elemen yang

mempengaruhi pertumbuhan tanaman, antara lain yaitu faktor internal yang berkaitan dengan kualitas benih dan faktor eksternal yang terkait dengan lingkungan yang berada disekitar tanaman.

Bayam merah merupakan tanaman tahunan yang dapat tumbuh subur baik di daerah dataran rendah maupun tinggi, sehingga tanaman ini menjadi pilihan terbaik untuk dibudidayakan baik di kebun ataupun pekarangan rumah. Waktu tanam yang cocok untuk menanam tanaman ini adalah awal musim hujan atau awal musim panas (kemarau). Tingkat kemasaman tanah yang ideal untuk pertumbuhan bayam merah ini sekitar pH 6-7, dimana jika pH turun dibawah 6 maka pertumbuhan tanaman akan terhambat, sedangkan pH lebih dari 7 tanaman akan mengalami klorosis pada bagian daun yang masih muda (Saparinto, 2013).

Ketinggian optimal untuk tanaman bayam merah yaitu dibawah 1400 meter di atas permukaan laut (mdpl) dan memiliki parameter iklim berupa curah hujan diatas 1500 mm per tahun, mendapatkan sinar matahari penuh, suhu udara bersekitar 17-28°C serta memiliki tingkat

kelembapan kurang lebih 50-60% (Lestari, 2009). Waktu yang diperlukan untuk memanen bayam merah adalah sekitar 25-35 hari setelah tanam atau saat tinggi tanaman mencapai 20-30 cm dan belum mulai berbunga. Selain itu, bayam merah dapat dipanen dengan cara mencabut semua bagian tanaman dan memilih tanaman yang berkualitas, dimana waktu pemanenan terbaik untuk tanaman ini adalah pada pagi maupun sore hari saat suhu lingkungan tidak terlalu tinggi atau panas (Sunarjono, 2008).

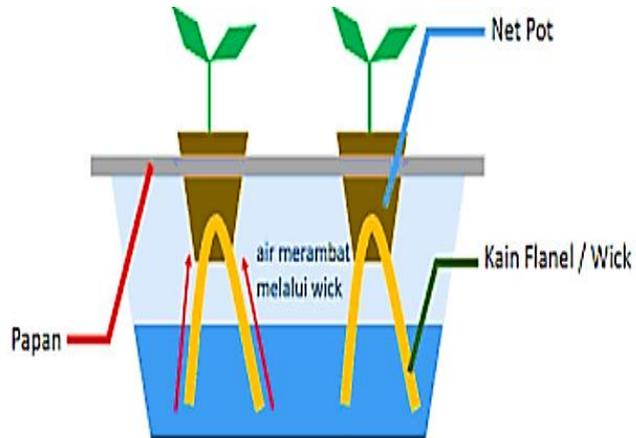
3. Hidroponik Sistem Sumbu (*Wick system*)

Menurut istilah Yunani kata hidroponik berasal dari *Hydroponos* dimana "*Hydro*" merujuk pada air dan "*ponos*" berarti daya. Selain itu, hidroponik juga dikenal sebagai *soiless culture* yaitu proses berbudidaya tanaman tanpa menggunakan media seperti tanah untuk tempat tumbuhnya. Hidroponik umumnya disebut sebagai tanaman yang ditanam dengan sirkulasi air yang diberi nutrisi untuk menyediakan hara tanpa menggunakan media berupa tanah (Singgih *et al.*, 2019). Meskipun sistem hidroponik membutuhkan air untuk tanaman, tetapi budidaya dengan sistem

ini cenderung menggunakan lebih sedikit air daripada metode budidaya konvensional dengan media tanah. Oleh karena itu, sistem hidroponik telah menjadi teknik bertani yang sangat efektif untuk dapat diterapkan terutama di wilayah dengan pasokan air yang terbatas (Alviani, 2015).

Konsep dasar hidroponik melibatkan pengayaan air dengan garam nutrisi untuk menyediakan nutrisi yang diperlukan tanaman. Nutrisi ini diperoleh melalui larutan nutrisi yang terdiri dari berbagai unsur anorganik. Selain itu, substrat hidroponik yang digunakan untuk budidaya seringkali bersifat inert, artinya media tanam tidak menyediakan unsur hara yang diperlukan untuk perkembangan tanaman. Akibatnya, unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman disediakan dalam larutan cair. Larutan nutrisi dialirkan melalui irigasi tetes, yang mengalirkan larutan langsung ke area akar tanaman. Varietas tanaman yang optimal dan banyak dibudidayakan dalam sistem hidroponik adalah tanaman hortikultura antara lain cabai, tomat, melon, mentimun, berbagai varietas sawi, selada, dan lain-lain. Pada hakikatnya hampir

semua tanaman yang biasa dibudidayakan oleh petani dengan menggunakan tanah juga dapat dibudidayakan secara hidroponik (Aini *et al.*, 2018).



Gambar 2. 2 Hidroponik sistem sumbu (*Wick system*) (Safairoh *et al.*, 2022)

Berbudidaya dengan sistem hidroponik menyediakan banyak teknik yang dapat dipilih dari yang sederhana hingga yang lebih kompleks. Pemilihan sistem budidaya dapat disesuaikan agar selaras dengan tujuan budidaya, varietas tanaman yang digunakan, dan ketersediaan waktu dan dana. Sistem sumbu (**Gambar 2.2**) adalah sistem hidroponik paling sederhana yang memanfaatkan kapilaritas dengan arti menggunakan sumbu untuk mengangkut air nutrisi dari wadah penampung ke

seluruh bagian akar tanaman. Sumbu yang digunakan pada sistem hidroponik ini seringkali menggunakan kain berbahan flanel yang mampu menyerap air nutrisi. Adapun kelebihan dari sistem sumbu (*Wick*) yaitu tidak bergantung dengan aliran listrik, lebih murah, instalasinya mudah dipindahkan, instalasinya dapat memanfaatkan barang bekas, dan tidak memerlukan penyiraman setiap hari sehingga dapat mengurangi penggunaan air. Selain kelebihan, sistem sumbu juga memiliki kekurangan seperti jentik nyamuk yang dapat berkembang di wadah penampung nutrisi, lumut tumbuh dengan mudah, dan sulit mengatur pengisian nutrisi apabila populasi tanaman tumbuh sangat besar (Nurdin, 2017).

4. Peran Unsur Hara Esensial Makro dan Mikro bagi Tanaman

Memastikan ketersediaan unsur hara tanaman sangat penting ketika menggunakan sistem hidroponik, karena pemberian pupuk secara teratur dapat meningkatkan kuantitas dan kualitas tanaman (Nurdin, 2017). Unsur hara esensial merupakan komponen hara penting yang diperlukan bagi pertumbuhan dan perkembangan

tanaman. Ada 92 unsur mineral yang diketahui di alam dan 60 unsur diantaranya telah ditemukan diberbagai tanaman, namun hanya 16 unsur saja yang dianggap penting (esensial) untuk pertumbuhan tanaman (Resh, 2013).

Hara nutrisi esensial dibagi menjadi zat hara makro dan mikro dimana hara makro mineral merupakan unsur hara yang sangat dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak dan terdiri atas hara berupa C, H, O, N, P, K, Ca, S, dan Mg. Sedangkan, hara mikro terdiri dari hara seperti Fe, Cl, Mn, B, Zn, Cu, dan Mo yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah relatif kecil. Menurut Das *et al.*, (2014) ketersediaan unsur hara mikro hanya diperlukan <1% dari berat kering sebagian besar tanaman dan sangat penting untuk pertumbuhannya. Konsentrasi relatif unsur hara makro ataupun mikro pada tanaman disajikan pada **tabel 2.1** dibawah ini:

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					
Hydrogen	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 oleh tanaman melalui sistem perakaran atau melalui daun serta tidak menutup kemungkinan bahwa tanaman dapat mendapatkan nutrisi melalui batang maupun organ lainnya dari tanaman dan tanaman biasanya menyerap nutrisi tersebut dalam bentuk ion atau senyawa. Setiap komponen hara yang diserap oleh tanaman memiliki fungsi yang sangat penting baik dari aspek untuk pertumbuhan vegetatif, sebagai agen dalam proses metabolisme, penyusun klorofil dan enzim, penggerak proses metabolisme, dan sebagai katalisator serta aktivator enzim (Mansyur *et al.*, 2021). Berikut adalah fungsi dari tiap unsur hara makro dan mikro untuk tanaman (**Tabel 2.2**):

Tabel 2. 2 Peran unsur hara bagi tanaman (Mansyur *et al.*, 2021)

Unsur Hara	Simbol	Peranan Dalam Pertumbuhan Tanaman
Karbon, Hidrogen, dan Oksigen	C, H, dan O	Penyusun protein, lemak, karbohidrat, senyawa organik, dan asam nukleat.
Nitrogen	N	Penyusun protein, asam amino, dan lemak; penyusun klorofil daun untuk fotosintesis; merangsang pertumbuhan vegetatif, tumbuhnya anakan, dan berkontribusi terhadap warna hijau pada tanaman.

Unsur Hara	Simbol	Peranan Dalam Pertumbuhan Tanaman
Phosfor	P	Penyusun asam nukleat, ADP, dan ATP; penyusun inti sel, lemak dan protein; merangsang pertumbuhan akar dan pembangunan sistem perakaran; mempercepat proses pembungaan dan pematangan buah dan biji; menambah proporsi pembentukan bunga menjadi buah atau biji.
Kalium	K	Sebagai katalis dalam membantu transportasi ion dan memproduksi ion; memperlancar fotosintesis; berkontribusi pada sintesis protein dan karbohidrat; meningkatkan ketahanan tanaman terhadap hama, penyakit, dan kekeringan; mendorong pertumbuhan jaringan meristematik.
Kalsium	Ca	Komponen penyusun dinding sel sehingga jerami dan kayu keras; merangsang pembentukan biji-bijian dan bulu akar.
Magnesium	Mg	Menyusun klorofil dan pengaktif enzim metabolisme; meningkatkan kadar minyak tanaman.
Belerang	S	Penyusun asam amino, protein, klorofil, dan vitamin; membantu pembentukan bintil-bintil akar pada leguminosae.

Unsur Hara	Simbol	Peranan Dalam Pertumbuhan Tanaman
Tembaga	Cu	Sebagai komponen enzim fotosintesis; berperan dalam metabolisme karbohidrat dan protein serta fiksasi nitrogen.
Seng	Zn	Berfungsi baik sebagai aktivator enzim dan aktivator pematangan sel.
Mangan	Mn	Berkontribusi sebagai aktivator enzim, fotosintesis, metabolisme, dan asimilasi nitrogen; merangsang perkecambahan biji dan pemasakan buah.
Besi	Fe	Berperan dalam mensintesis klorofil, reaksi oksidasi-reduksi, dan fiksasi nitrogen.
Molibdenum	Mo	Penting dalam proses fiksasi nitrogen dan penting untuk tanaman leguminosae/Fabaceae, jeruk, dan sayur-sayuran.
Boron	B	Sebagai penyusun dinding sel sehingga meningkatkan hasil tanaman sayuran, buah-buah, dan juga tanaman leguminosae.
Klor	Cl	Berkontribusi dalam proses fotosintesis.

5. Peran Klorofil bagi Tumbuhan

Makanan diperlukan oleh semua makhluk hidup untuk bertahan hidup, dan tumbuhan mendapatkan makanan ini melalui proses fotosintesis. Fotosintesis merupakan proses

pembuatan glukosa ($C_6H_{12}O_6$) sebagai zat makanan atau energi menggunakan zat hara, karbon dioksida (CO_2), dan air (H_2O) dengan bantuan energi cahaya matahari. Selain itu, adanya pigmen klorofil memungkinkan fotosintesis dapat terjadi, dimana klorofil menyerap dan menangkap energi cahaya matahari untuk digunakan dalam fotosintesis (Zuliana, 2012).

Klorofil merupakan pigmen yang terdapat pada tumbuhan yang berperan penting dalam mengubah energi cahaya menjadi energi kimia sehingga banyak terlibat dalam berbagai proses kehidupan tumbuhan. Selama fotosintesis, pigmen dan bahan kimia lainnya memanfaatkan energi matahari untuk menghasilkan koenzim ATP dan NADPH, dimana koenzim ini kemudian digunakan di stroma untuk mensintesis karbohidrat dari karbon dioksida dan air (Starr *et al.*, 2009). Klorofil memiliki rantai fitil ($C_{20}H_{39}O$) yang mengalami transformasi menjadi fitol ($C_{20}H_{39}OH$) jika terkena air dengan adanya katalis klorofilase. Fitol diartikan sebagai alkohol primer jenuh yang memiliki daya tarik tinggi terhadap oksigen (O_2) saat proses reduksi klorofil (Song *et al.*, 2011).

Kloroplas adalah struktur seluler yang menampung klorofil dan memiliki alat fotosintesis yang memanfaatkan radiasi matahari sebagai energi. Kloroplas memiliki struktur internal yang terdiri dari membran tilakoid (kromosom berbentuk cincin melingkar) serta ribosom-ribosomnya. Tilakoid vesikuler yang berbentuk datar tersebut menampung pigmen klorofil, enzim, dan molekul lain yang diperlukan untuk penyerapan energi cahaya dan dikonversi menjadi energi kimia. Fiksasi karbon terjadi di stroma, yaitu daerah yang terletak di antara tilakoid dan membran dalam (William, 1988).

Tubuh tumbuhan memiliki sekitar lima jenis klorofil, masing-masing memiliki struktur yang sama tetapi atributnya berbeda karena rantai samping alifatik yang terhubung ke inti porfirin. Klorofil A adalah sejenis klorofil yang terdapat pada semua tumbuhan autotrofik. Klorofil B terdapat pada alga hijau kelompok *chloropyta* serta pada tumbuhan darat. Klorofil C terdapat pada alga coklat *Pheophyta* dan diatom *Bacillariophyta*. Klorofil D terdapat pada alga merah *Rhodophyta*. Kehadiran klorofil memungkinkan tumbuhan

memanfaatkan sinar matahari untuk menyiapkan makanannya sendiri (Setiari *et al.*, 2009).

Klorofil a bertanggung jawab untuk mengubah energi radiasi matahari menjadi energi kimia dan mentransfernya ke pusat reaksi molekul. Sebaliknya, klorofil b mengumpulkan energi matahari dan mentransfernya ke klorofil a (Sumiati, 2021). Selain perannya sebagai pigmen fotosintesis, klorofil memiliki banyak manfaat bagi kesehatan termasuk potensinya dalam mengobati kanker otak, paru-paru, dan mulut serta digunakan sebagai desinfektan untuk membunuh mikroorganisme berbahaya, antibiotik untuk menghambat pertumbuhan organisme, dan suplemen nutrisi untuk memenuhi kebutuhan nutrisi penting bagi tubuh (Rahmi, 2018).

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian ini merujuk pada beberapa penelitian sebelumnya yang bersumber dari jurnal nasional maupun jurnal internasional. Adapun penjelasan terkait hasil penelitian dari beberapa jurnal yang digunakan sebagai sumber referensi disajikan pada **tabel 2.3** berikut:

Tabel 2. 3 Kajian penelitian relevan

No.	Author, Tahun	Judul	Metode	Hasil/ Kesimpulan	Gap Research
1.	Hidayanti <i>et al</i> , (2019)	Pengaruh Nutrisi AB Mix Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) Secara Hidroponik	Metode penelitian disusun dalam RAL 5 perlakuan dan 4 ulangan yaitu Kontrol (Tanpa nutrisi AB-Mix), P1 (5 mL nutrisi AB-Mix/Liter), P2 (10 mL nutrisi AB-Mix/Liter), P2 (15 mL nutrisi AB-Mix/Liter), P4 (20 mL nutrisi AB-Mix/Liter) yang dibudidaya secara hidroponik <i>wick system</i> .	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian dosis AB mix berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun dan berat basah tanaman bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.). Perlakuan terbaik yaitu P3 dengan tinggi tanaman 24,2 cm, jumlah daun 13,25 helai dan berat basah tanaman 18,825 g, hasil terendah	Penelitian ini menggunakan perlakuan berupa larutan Hoagland dengan kadar mikronutrien yang berbeda yaitu Kontrol (Akuades), positif (Mikronutrien 100%), M1 (Mikronutrien 25%), M2 (Mikronutrien 50%), M3 (Mikronutrien 75%)

No.	Author, Tahun	Judul	Metode	Hasil/ Kesimpulan	Gap Research
				pada perlakuan P0 M4 (Mikronutrien dengan tinggi tanaman 200%) dengan 5.65 cm, jumlah daun 8,5 helai dan berat basah tanaman 0,375 gram.	parameter pengamatan berupa tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah dan kering, kadar klorofil.
2.	Raudhatul <i>et al.</i> , (2019)	Pengaruh Ekstrak Purifikasi Pegagan (<i>Centella asiatica</i> (L.) Urban) dengan Penambahan Mikronutrien sebagai Biostimulan	Ekstrak Metode penelitian disusun dalam RAK (Rancangan Acak Kelompok) menggunakan ekstrak purifikasi pegagan dengan konsentrasi berbeda (tanpa ekstrak;	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi purifikasi pegagan dengan mikronutrien 50% menjadi perlakuan terbaik dalam meningkatkan total luas	Penelitian ini menggunakan jenis tanaman bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) dengan perlakuan berupa larutan Hoagland dengan kadar

No.	Author, Tahun	Judul	Metode	Hasil/ Kesimpulan	Gap Research
		untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Jagung (<i>Zea mays</i> L.)	0,25 mg/L; 0,5 mg/L) dan mikronutrien dengan konsentrasi yang berbeda (tanpa mikronutrien; 25%; 50%) yang masing-masing perlakuan 3 ulangan.	daun, tinggi tanaman, diameter tongkol, berat 100 biji dan berat biji per tongkol jagung.	mikronutrien yang berbeda yaitu Kontrol (Akuades), Kontrol positif (Mikronutrien 100%), M1 (Mikronutrien 25%), M2 (Mikronutrien 50%), M3 (Mikronutrien 75%), M4 (Mikronutrien 200%) yang dibudidaya secara hidroponik dengan parameter pengamatan berupa tinggi tanaman,

No.	Author, Tahun	Judul	Metode	Hasil/ Kesimpulan	Gap Research
					jumlah daun, panjang, akar, berat basah dan kering, kadar klorofil.
3.	Muryanto <i>et al.</i> , (2020)	Pengaruh Jenis Hara Mikro pada Fermentasi Urin Sapi Sebagai Nutrisi Hidroponik pada Budidaya Selada Merah (<i>Lactuca Sativa</i> Var Red Rapids)	Metode penelitian menggunakan percobaan RAL dengan 4 taraf perlakuan dan jenis pupuk mikro (P) sebagai nutrisi pengaya urin sapi, yaitu P1-AB Mix (Kontrol) PABM, P2 (Pupuk Mikro Metalik) PM, P3 (Pupuk Mikro Merokefirtoflex) PMF, P4 (Mol limbah buah) PMB yang	Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan PABM menghasilkan perbedaan sangat nyata terhadap tinggi tanaman (25,67 cm), jumlah daun (25,5 helai), panjang akar (28,793 cm), dan berat segar (106,08 g). Perlakuan konsentrasi pupuk mikro majemuk	Penelitian ini menggunakan jenis tanaman bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) dengan perlakuan berupa larutan Hoagland dengan kadar mikronutrien yang berbeda yaitu Kontrol negatif (Akuades), Kontrol positif (Mikronutrien 100%),

No.	Author, Tahun	Judul	Metode	Hasil/ Kesimpulan	Gap Research
			dibudidayakan secara hidroponik NFT (<i>Nutrient Film Technique</i>).	pada fermentasi urin sapi dan Mol buah dapat menyeimbangi dari perlakuan AB-Mix. Perlakuan PMB bisa digunakan untuk mengganti nutrisi AB-Mix tanaman hidroponik.	M1 (Mikronutrien 25%) M2 (Mikronutrien 50%), M3 (Mikronutrien 75%), M4 (Mikronutrien 200%) dengan parameter pengamatan berupa tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah dan kering, kadar klorofil.
4.	Wijaya et al., (2020)	Pengaruh Kadar Nutrisi dan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan	Metode penelitian disusun dalam RAL faktorial yang terdiri dari dua faktor yaitu kadar	Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kadar nutrisi dan media tanam	Penelitian ini menggunakan perlakuan berupa larutan Hoagland

No.	Author, Tahun	Judul	Metode	Hasil/ Kesimpulan	Gap Research
		Bayam Merah (<i>Alternanthera amoena</i>) Sistem Hidroponik	nutrisi AB mix (L1 : 2ml/L, L2 : 4ml/L dan L3 : 6ml/L) dan variasi media tanam (M1 : rockwool, M2 : serabut kelapa dan M3 : arang sekam) yang dibudidaya secara hidroponik NFT (<i>Nutrient Film Technique</i>).	berpengaruh terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan berat segar tanaman. Perlakuan yang memiliki nilai parameter tertinggi secara berturut-turut ialah L2M3, L3M3, L2M1 dan L2M3. Media tanam yang paling baik dalam mendukung pertumbuhan tanaman pada media arang sekam.	dengan kadar mikronutrien yang berbeda yaitu Kontrol negatif (Akuades), Kontrol positif (Mikronutrien 100%), M1 (Mikronutrien 25%), M2 (Mikronutrien 50%), M3 (Mikronutrien 75%), M4 (Mikronutrien 200%) yang dibudidaya secara hidroponik <i>wick system</i> dengan parameter

No.	Author, Tahun	Judul	Metode	Hasil/ Kesimpulan	Gap Research
					pengamatan berupa tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah dan kering, kadar klorofil.
5.	Hasmeda <i>et al.</i> , (2021)	Respon Pertumbuhan dan Hasil pada Tanaman Bayam (<i>Amaranthus</i> sp.) terhadap Biofortifikasi Unsur Hara Kalsium (Ca) dan Besi (Fe) dengan Sistem Hidroponik	Metode penelitian disusun dalam RAL 8 perlakuan dan 3 ulangan yaitu CF0 (AB-Mix), C1 (200 ppm), C2 (400 ppm), C3 (600 ppm), F1 (5 ppm), F2 (7.5 ppm) dan F3 (10 ppm) yang dibudidayakan secara	Hasil penelitian menunjukkan bahwa meningkatnya kandungan hara Ca dan Fe seiring dengan bertambahnya konsentrasi dalam larutan hidroponik. Penambahan konsentrasi kalsium (Ca) 600 ppm	Penelitian ini menggunakan jenis tanaman bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) dengan perlakuan berupa larutan Hoagland dengan kadar mikronutrien yang berbeda yaitu Kontrol negatif (Akuades),

No.	Author, Tahun	Judul	Metode	Hasil/ Kesimpulan	Gap Research
		DFT (<i>Deep Flow Technique</i>)	hidroponik DFT (<i>Deep Flow Technique</i>).	tidak menghambat pertumbuhan tanaman dan pada besi/ Fe penambahan konsentrasi 5 ppm menjadi konsentrasi terbaik dan tidak menghambat pertumbuhan serta perkembangan tanaman bayam.	Kontrol positif (Mikronutrien 100%), M1 (Mikronutrien 25%), M2 (Mikronutrien 50%), M3 (Mikronutrien 75%), M4 (Mikronutrien 200%) yang dibudidaya secara hidroponik <i>wick system</i> dengan parameter pengamatan berupa tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar,

No.	Author, Tahun	Judul	Metode	Hasil/ Kesimpulan	Gap Research
					berat basah dan kering, kadar klorofil.
6.	Rahi <i>et al.</i> , (2021)	Yield Enhancement and Better Micronutrients Uptake in Tomato Fruit through Potassium Humate Combined with Micronutrients Mixture	Metode penelitian ini menggunakan percobaan RCBD (Rancangan Acak Kelompok Lengkap) yang terdiri dari 16 perlakuan (Kontrol; 50% mikronutrien; 75% mikronutrien; 100% mikronutrien; 5 kg ha ⁻¹ KH (Kalium Humat); 50% mikronutrien + 5 kg ha ⁻¹ KH; 75% mikronutrien + 5 kg ha ⁻¹ ; 100%	Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan 10 dan 15 kg ha-1 KH dengan mikronutrien 75% dan 100% efektif meningkatkan hasil, biomassa, indeks panen dan serapan unsur hara mikro (B, Zn, dan Fe) pada tomat selama musim semi dan musim gugur.	Penelitian ini menggunakan jenis tanaman bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) dengan perlakuan berupa larutan Hoagland dengan kadar mikronutrien yang berbeda yaitu Kontrol negatif (Akuades), Kontrol positif (Mikronutrien 100%), M1 (Mikronutrien

No.	Author, Tahun	Judul	Metode	Hasil/ Kesimpulan	Gap Research
			mikronutrien + 5 kg ha ⁻¹ KH; 10 kg ha ⁻¹ KH; 50% mikronutrien + 10 kg ha ⁻¹ KH; 75% mikronutrien + 10 kg ha ⁻¹ KH; 100% mikronutrien + 10 kg ha ⁻¹ KH; 15 kg ha ⁻¹ KH; 50% mikronutrien + 15 kg ha ⁻¹ KH; 75% mikronutrien + 15 kg ha ⁻¹ KH; 100% mikronutrien + 15 kg ha ⁻¹ KH) dengan masing- masing perlakuan 3 ulangan.	25%), M2 (Mikronutrien 50%), M3 (Mikronutrien 75%), M4 (Mikronutrien 200%) yang dibudidaya secara hidroponik dengan parameter pengamatan berupa tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah dan kering, kadar klorofil.	

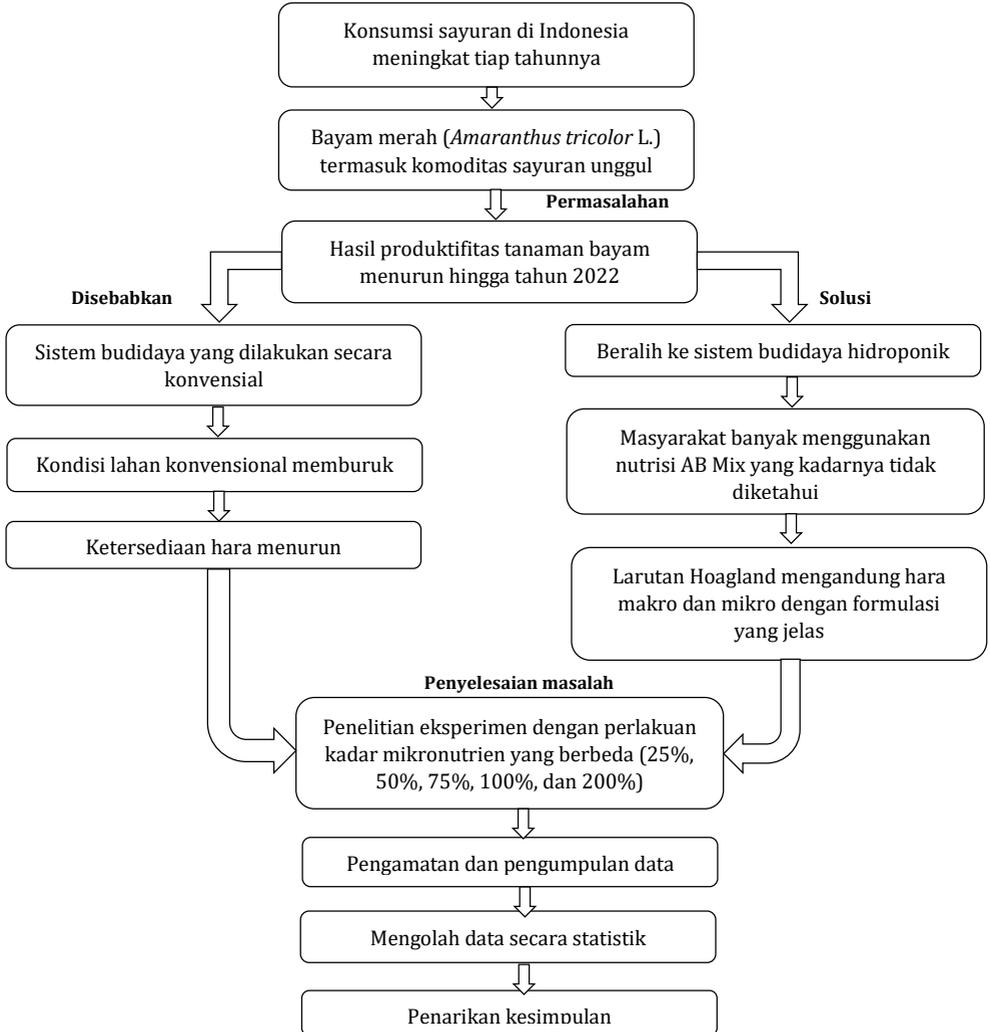
No.	Author, Tahun	Judul	Metode	Hasil/ Kesimpulan	Gap Research
7.	Hartatik <i>et al.</i> , (2022)	Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.) terhadap Aplikasi Pupuk Majemuk NPK dan Micronutrien Growmore	Metode penelitian menggunakan percobaan RAL faktorial dengan 2 faktor yaitu penggunaan pupuk majemuk NPK P1 (553 ppm), P2 (758 ppm), P3 (987 ppm) dan pupuk micronutrien growmore M0 (0 ppm), M1 (50 ppm) dan M2 (100 ppm) yang dibudidaya secara hidroponik.	Hasil menunjukkan bahwa terdapat interaksi yang nyata antara pemberian pupuk NPK dan pupuk growmore solube micromix terhadap tinggi tanaman. Kombinasi pupuk NPK konsentrasi 758 ppm dan mikronutrien Growmore 50 ppm memberikan hasil terbaik pada tinggi tanaman (17,14 cm). Pemberian pupuk NPK dengan	Penelitian ini menggunakan jenis tanaman bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) dengan perlakuan berupa larutan Hoagland dengan kadar mikronutrien yang berbeda yaitu Kontrol negatif (akuades), Kontrol positif (Mikronutrien 100%), M1 (Mikronutrien 25%), M2 (Mikronutrien 50%),

No.	Author, Tahun	Judul	Metode	Hasil/ Kesimpulan	Gap Research
				konsentrasi 553 ppm cenderung memberikan hasil yang lebih baik dari perlakuan lainnya. Sementara itu, konsentrasi pupuk mikronutrien Growmore 50 ppm, cenderung memberikan hasil yang lebih baik dari perlakuan lainnya.	M3 (Mikronutrien 75%), M4 (Mikronutrien 200%) dengan parameter pengamatan berupa tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah dan kering, kadar klorofil.
8.	Putri et al., (2023)	The Effect of Nano Technology Liquid Organic Fertilizer on The Growth of	Metode penelitian disusun dalam RAL (Rancangan Acak Lengkap) 6 perlakuan	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair teknologi	Penelitian ini menggunakan perlakuan berupa kadar mikronutrien yang

No.	Author, Tahun	Judul	Metode	Hasil/ Kesimpulan	Gap Research
	Red (<i>Amaranthus</i> <i>tricolor</i> Cultivated Hydroponic	Spinach L.)	dan 4 ulangan yaitu Kontrol (Air Sumur + 100% AB-Mix), P1 (Air Teknologi Nano + 100% AB-Mix), P2 (Air Teknologi Nano + 25% POC + 75% AB-Mix), P3 (Air teknologi nano + 50% POC + 50% AB-Mix), P4 (Air teknologi nano + 75% POC + 25% AB Mix), P5 (air teknologi nano + 100 % POC) yang dibudidaya secara hidroponik <i>wick system</i> .	nano memberikan hasil yang berbeda nyata pada pertumbuhan tanaman bayam dengan rata-rata tinggi tanaman sebesar 18,9 cm pada P2, rata-rata jumlah daun sebesar 8,75 helai pada P1, rata-rata luas daun terbesar pada P1 dengan 239,49 cm ² , rata-rata berat basah terbesar pada P1 dengan 3,75g, berat kering rata-rata maksimum P2 yaitu 1,54 g.	berbeda yaitu M0- M0+ (Akuades), (Mikronutrien 100%), M1 (Mikronutrien 25%), M2 (Mikronutrien 50%), M3 (Mikronutrien 75%), M4 (Mikronutrien 200%) dengan parameter pengamatan berupa tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah dan kering, kadar klorofil.

C. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir dari penelitian ini disajikan pada **gambar 2.3** dibawah ini:



Gambar 2. 3 Skema kerangka pemikiran penelitian

D. Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis yang muncul pada penelitian ini yaitu:

- H₀ : Tidak ada pengaruh kadar mikronutrien yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kandungan klorofil pada tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.).
- H₁ : Ada pengaruh kadar mikronutrien yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kadungan klorofil pada tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.).

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan penelitian eksperimen dengan metode kuantitatif yang berarti situasi atau kondisi tertentu dirancang untuk mengukur bagaimana variabel tertentu mempengaruhi variabel lain dan data yang dikumpulkan berupa data angka (kuantitatif) yang kemudian akan digunakan untuk menjawab pertanyaan penelitian melalui analisis statistik.

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan dari bulan Januari 2024-Maret 2024 di rumah kaca (*Greenhouse*) Fakultas Sains dan Teknologi Kampus 2 UIN Walisongo Semarang yang berlokasi di Jl. Prof. Dr. Hamka, Tambakaji, Kec. Ngaliyan, Kota Semarang, Jawa Tengah, Indonesia, 50185.

C. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan percobaan RAL

(Rancangan Acak Lengkap) yang terdiri dari 6 perlakuan dengan berbagai tingkat kadar mikronutrien. Selanjutnya, untuk menentukan jumlah pengulangan digunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

t = Jumlah perlakuan

r = Jumlah ulangan

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

$$(6-1)(r-1) \geq 15$$

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

$$5r-5 \geq 15$$

$$5r \geq 20$$

$$r = 4$$

Penelitian ini melibatkan 6 perlakuan dan 4 kali ulangan sehingga diperoleh total 24 satuan percobaan, dimana setiap satuan percobaan terdiri dari 3 tanaman sehingga total tanaman yang digunakan dalam penelitian adalah 72 tanaman. Rancangan unit eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan pada **tabel 3.1**:

Tabel 3. 1 Rancangan unit percobaan

Perlakuan	Ulangan			
	1	2	3	4
M₀⁻	M ₀ ⁻ 1	M ₀ ⁻ 2	M ₀ ⁻ 3	M ₀ ⁻ 4
M₀⁺	M ₀ ⁺ 1	M ₀ ⁺ 2	M ₀ ⁺ 3	M ₀ ⁺ 4
M₁	M ₂ 1	M ₂ 2	M ₂ 3	M ₂ 4
M₂	M ₃ 1	M ₃ 2	M ₃ 3	M ₃ 4
M₃	M ₄ 1	M ₄ 2	M ₄ 3	M ₄ 4
M₄	M ₅ 1	M ₅ 2	M ₅ 3	M ₅ 4

Keterangan:

- Perlakuan M₀⁻ = Kontrol negatif (Akuades).
- Perlakuan M₀⁺ = Kontrol positif (Pemberian larutan Hoagland dengan kadar mikronutrien 100%).
- Perlakuan M₁ = Pemberian larutan Hoagland dengan kadar mikronutrien 25%.
- Perlakuan M₂ = Pemberian larutan Hoagland dengan kadar mikronutrien 50%.
- Perlakuan M₃ = Pemberian larutan Hoagland dengan kadar mikronutrien 75%.
- Perlakuan M₄ = Pemberian larutan Hoagland dengan kadar mikronutrien 200%.

D. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian kuantitatif diartikan sebagai sekelompok atau jumlah total individu, objek, atau peristiwa yang ingin diteliti dan dimasukkan ke dalam analisis data (Nasrudin, 2019). Populasi dalam penelitian ini yaitu seluruh tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) yang disemai selama 14 hari. Sementara itu, sampel adalah suatu subjek atau unit analisis yang dipilih secara acak dari suatu populasi yang besar (Anam *et al.*, 2023). Sampel dalam penelitian ini yaitu 72 tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) berumur 14 hari yang telah tumbuh daun sebanyak 3-4 helai dan dipilih secara acak.

E. Variabel Penelitian

Penelitian eksperimen membagi variabel penelitian menjadi dua yaitu variabel bebas (independen) dan variabel terikat (dependen). Variabel bebas adalah variabel yang dimanipulasi dalam penelitian untuk melihat pengaruhnya terhadap variabel terikat, sedangkan variabel terikat adalah variabel yang diamati atau diukur selama penelitian dan dipengaruhi oleh variabel bebas. Selain itu, dalam

penelitian eksperimen juga terdapat variabel kontrol yang harus diatur sehingga tidak berdampak pada hasil penelitian (Anam *et al.*, 2023).

Variabel independen dari penelitian ini yaitu larutan Hoagland dengan kadar mikronutrien yang berbeda yaitu 0%, 25%, 50%, 75%, 100%, 200%. Variabel dependennya yaitu pertumbuhan dan hasil tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dengan parameter pengamatan berupa tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah tanaman, berat kering tanaman, dan analisis kandungan klorofil. Sedangkan, variabel kontrol dari penelitian ini adalah mengukur suhu, kelembapan udara, intensitas cahaya, TDS (*Total Dissolved Solid*) dan pH larutan nutrisi.

F. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain gelas beaker, botol kultur 250 mL, gelas ukur, spatula, mikropipet 1000 μ L, mikro tip warna biru, nampan, *hotplate*, netpot, neraca analitik, kaca arloji, TDS, pH meter, *hygrometer thermometer*, lux meter, pinset, gunting, penggaris, box plastik, spektrofotometri UV-Vis, kuvet kaca, pipet tetes,

tabung reaksi, erlenmeyer, vortex, pisau scalpel handle, botol plastik tabung 10mL, mortar dan pestle.

Penelitian ini menggunakan bahan berupa benih bayam merah dengan merk Cap Panah Merah No. SK Kementan 094/Kpts/SR.120/D.2.7/9/2013 yang dibeli secara *online*, KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, KCl , H_3BO_3 , $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, H_2MoO_4 , FeEDTA, *rockwool*, kain flanel, akuades, aluminium foil, tisu, kertas saring, plastik wrapping, aseton 80%, pH Up (Kalium Hidroksida 10%) & Down (Asam Fosfat 10%).

G. Prosedur Penelitian

1. Penyemaian benih

Penyemaian benih bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dilakukan pada media *rockwool* yang sudah dipotong menggunakan gergaji besi berukuran 3x3 cm². Potongan *rockwool* kemudian diletakkan dalam nampan plastik dan disiram secara merata dengan akuades secukupnya. *Rockwool* yang telah basah dilubangi sedikit menggunakan tusuk gigi dan benih yang telah disiapkan ditanam dalam media tanam tersebut, kemudian simpan di ruangan gelap selama 1 hari.

Benih yang sudah berkecambah dipindahkan ke tempat ternaungi atau sedikit terkena cahaya matahari selama 14 hari (muncul 3-4 daun). Selama proses penyemaian dilakukan penyiraman disetiap harinya agar *rockwool* tetap basah/lembab sehingga tanaman tidak mati.

2. Pembuatan larutan stok nutrisi

Pembuatan larutan stok dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang diawali dengan menimbang seluruh bahan dasar yang digunakan sebagai nutrisi sesuai dengan kadar massa yang sudah ditentukan. Selajutnya, bahan yang telah ditimbang dilarutkan menggunakan akuades dan aduk sampai bahan terlarut sempurna. Larutan yang telah larut dari masing-masing nutrisi dituang ke dalam botol kultur secara terpisah dan simpan nutrisi di tempat yang tidak terpapar sinar matahari agar tidak terdegradasi. Larutan stok nutrisi yang sudah disiapkan dapat digunakan sesuai dengan batas takar nutrisi yang dibutuhkan. Berikut bahan dasar larutan nutrisi beserta konsentrasi yang digunakan untuk perlakuan disajikan pada **tabel 3.2** dibawah ini:

Tabel 3. 2 Komposisi modifikasi larutan nutrisi Hoagland (Taiz *et al.*, 2010)

Senyawa	Berat Molekul (g mol ⁻¹)	Konsentrasi Larutan Stok (g L ⁻¹)	Konsentrasi Perlakuan (g L ⁻¹) (Fayezizadeh <i>et al.</i> , 2023)					Volume yang digunakan (mL L ⁻¹)
			25%	50%	75%	100%	200%	
Makronutrien								
KNO ₃	101,10	101,10	-	-	-	-	-	6,0
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	236,16	236,16	-	-	-	-	-	4,0
NH ₄ H ₂ PO ₄	115,08	115,08	-	-	-	-	-	2,0
MgSO ₄ .7H ₂ O	246,48	246,49	-	-	-	-	-	1,0
Mikronutrien								
KCl	74,55	1,864	0,466	0,932	1,398	1,864	3,728	2,0
H ₃ BO ₃	61,83	0,773	0,193	0,386	0,579	0,773	1,546	
MnSO ₄ .H ₂ O	169,01	0,169	0,042	0,084	0,126	0,169	0,338	
ZnSO ₄ .7H ₂ O	287,54	0,288	0,072	0,144	0,216	0,288	0,576	
CuSO ₄ .5H ₂ O	249,68	0,062	0,015	0,031	0,046	0,062	0,124	

Senyawa	Berat Molekul (g mol ⁻¹)	Konsentrasi Larutan Stok (g L ⁻¹)	Konsentrasi Perlakuan (g L ⁻¹) (Fayezizadeh <i>et al.</i> , 2023)					Volume yang digunakan (mL L ⁻¹)
			25%	50%	75%	100%	200%	
H ₂ MoO ₄ (85% MoO ₃)	161,97	0,040	0,010	0,020	0,030	0,040	0,080	1,0
FeEDTA								
-FeSO ₄ .7H ₂ O	278,05	5,57	1,392	2,785	4,177	5,57	11,14	
-Na ₂ EDTA	372,24	7,45	1,862	3,725	5,587	7,45	14,9	

3. Penanaman bibit

Penanaman bibit bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dilakukan saat masa semai tanaman telah selesai kemudian bibit tanaman yang memiliki daun sempurna (muncul 3-4 daun) dipilih untuk digunakan sebagai sampel. Selanjutnya, satu persatu *rockwool* yang berisi bibit bayam tersebut dimasukkan ke dalam netpot yang sudah dipasang dengan kain flanel kemudian netpot diletakkan kedalam lubang pada tutup box hidroponik yang dibawahnya sudah berisi nutrisi makro dan mikro sesuai dengan konsentrasi perlakuan (pastikan kain flanel mengenai air nutrisi). Bibit tanaman yang telah ditanam pada box hidroponik diletakkan di tempat yang mendapatkan sinar matahari penuh agar pertumbuhan dan perkembangan tanaman dapat optimal atau tidak kerdil.

4. Pemeliharaan tanaman

1. Pengontrolan nutrisi

Pengukuran kadar nutrisi dan nilai pH dari masing-masing perlakuan diukur sejak awal penanaman serta dilakukan pengamatan tiap 3x sehari. Pengukuran kadar nutrisi dilakukan

dengan menggunakan alat TDS meter yang berfungsi untuk mengetahui jumlah partikel yang terlarut dalam satuan ppm (*parts per million*).

Nilai pH nutrisi dikontrol dengan menambahkan atau mengurangi nilai pH nutrisi menggunakan larutan pH Up (*Kalium Hidroksida* 10%) & Down (*Asam Fosfat* 10%) yang bertujuan agar pH tetap berada pada batas kisaran yang telah ditentukan, dimana pH optimum tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) berada pada kisaran pH 6-7 (Saparinto, 2013). Selain itu, dilakukan juga penambahan volume nutrisi tiap seminggu sekali ketika kadar nutrisi berkurang $\geq 5\%$ atau volume air nutrisi dalam box hidroponik menurun.

2. Pengukuran faktor lingkungan

Pengukuran dilakukan dengan mengukur suhu, kelembapan udara, dan intensitas cahaya tiap 3x sehari pada waktu pagi (08:00), siang (12:00), dan sore (15.30) dengan meletakkan alat pengukur disekitar lingkungan tempat tumbuh tanaman atau *Greenhouse*.

3. Masa panen tanaman

Jangka waktu panen tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) berkisar antara 25-35 hari setelah tanam (Sunarjono, 2008). Pada penelitian ini dilakukan pengamatan tiap seminggu setelah tanam (MST) hingga tanaman berusia 35 hari (1 MST-5 MST) dengan dilakukan pengukuran secara langsung terhadap pertumbuhan tanaman sesuai dengan parameter yang diamati.

5. Parameter penelitian

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

1. Tinggi tanaman (cm)

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

2. Jumlah daun (helai)

Pengamatan jumlah daun dilakukan pada saat yang sama dengan pengamatan tinggi tanaman

yaitu tiap 7 hari sekali (1 MST-5 MST) dengan menghitung seluruh daun yang telah terbuka sempurna dari masing-masing tanaman/ sampel.

3. Panjang akar (cm)

Panjang akar diukur menggunakan penggaris dari pangkal akar sampai ujung titik akar setelah tanaman dipanen (5 MST).

4. Berat segar tanaman (gram)

Berat segar tanaman ditentukan dengan menimbang seluruh bagian tanaman setelah tanaman dipanen (5 MST) dengan menggunakan alat timbangan berupa neraca analitik.

5. Berat kering tanaman (gram)

Berat kering tanaman ditentukan dengan cara menimbang secara keseluruhan bagian tanaman yang telah dioven pada suhu 60°C selama 48 jam menggunakan neraca analitik.

6. Analisis kandungan klorofil ($\mu\text{g mL}^{-1}$)

Kandungan klorofil diukur dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang yang telah ditetapkan sebelumnya. Sebanyak dua gram sampel daun segar (daun urutan ke 3 dan 4 dari atas) dihancurkan menggunakan mortar dan pestle,

kemudian sampel diekstraksi dengan 10 mL aseton 80%. Ekstrak daun disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 42 setelah didiamkan selama kurang dari 1 jam, kemudian hasil penyaringan ekstrak sampel yang diperoleh dihomogenkan dengan vortex. Selanjutnya, hasil ekstrak sampel yang telah homogen diukur kadar klorofilnya menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang absorbansi 663 nm dan 646 nm (Afida, 2019). Berikut merupakan rumus perhitungan kadar klorofil (Lichtenthaler *et al.*, 1983):

$$\text{Klorofil a} = 12,21A_{663} - 2,81A_{646}$$

$$\text{Klorofil b} = 20,13A_{646} - 5,03A_{663}$$

$$\text{Klorofil total} = \text{Klorofil a} + \text{Klorofil b}$$

Keterangan:

A_{646} = nilai panjang absorbansi 646 nm

A_{663} = nilai panjang absorbansi 663 nm

H. Analisis Data

Data hasil pengamatan berupa tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, berat basah dan kering tanaman, kandungan klorofil tanaman dianalisis secara statistik menggunakan program SPSS (*Software*

Statistical Product and Service) versi 25 dengan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) yang digunakan untuk mengidentifikasi apakah ada perbedaan rata-rata diantara populasi atau kelompok yang diamati. Uji ANOVA ini termasuk dalam kategori analisis parametrik dengan arti bahwa populasi yang akan diujikan harus memenuhi asumsi utama yaitu data harus berdistribusi normal dan homogen (Lusiana *et al.*, 2021). Apabila salah satu syarat utama tidak terpenuhi maka dilakukan analisis alternatif non parametrik menggunakan uji Kruskal-Wallis. Adapun ketentuan dari masing-masing dalam menentukan keputusan hipotesis penelitian sebagai berikut:

1. Uji normalitas

Uji normalitas digunakan untuk menentukan apakah distribusi sampel penelitian normal atau tidak (Kurnia, 2019). Berikut merupakan ketentuan dalam pengujian uji normalitas:

1) Taraf signifikansi (α) : 0,05

2) Kriteria pengujian

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

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

2. Uji homogenitas

Uji homogenitas dilakukan pada data yang berdistribusi normal dimana uji ini digunakan untuk menentukan apakah varians disetiap sampel sama (homogen) atau tidak (Kurnia, 2019). Berikut merupakan ketentuan dalam pengujian uji homogenitas:

1) Taraf signifikansi (α) : 0.05

2) Kriteria pengujian

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

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

3. Uji Kruskal-Wallis

Uji Kruskal-Wallis digunakan untuk menentukan apakah ada perbedaan antara tiga atau lebih kelompok sampel yang independen. Uji Kruskal-Wallis juga menjadi salah satu uji yang sering digunakan sebagai pengganti uji ANOVA jika data tidak memenuhi syarat untuk uji parametrik (Priyatno, 2011). Berikut merupakan ketentuan dalam pengujian uji Kruskal-Wallis:

H_0 : Tidak ada pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman.

H_1 : Ada pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman.

1) Taraf signifikansi (α) : 0,05

2) Kriteria pengujian

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

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

3) Uji lanjut

Uji lanjut Mann-Whitney digunakan jika hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan perbedaan yang signifikan. Uji Mann-Whitney merupakan alternatif dari non parametrik dengan tujuan untuk membantu para peneliti dalam membedakan hasil dari dua kelompok dengan dua alternatif yang berbeda (Mulia, 2023). Berikut merupakan ketentuan dalam pengujian uji Mann-Whitney:

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

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

4. Uji ANOVA

Uji ANOVA dilakukan jika asumsi data berdistribusi normal dan homogen. Uji ANOVA merupakan salah satu jenis (uji hipotesis) yang

digunakan pada statistika parametrik yang digunakan untuk membandingkan rata-rata populasi dan menentukan perbedaan signifikan antara dua atau lebih kelompok data (Fauzi *et al.*, 2023). Berikut merupakan ketentuan dalam pengujian uji ANOVA:

H_0 : Tidak ada pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman.

H_1 : Ada pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman.

1) Taraf signifikansi (α) : 0.05

2) Kriteria pengujian

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

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

3) Uji lanjut

Uji lanjut DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) digunakan jika hasil ANOVA menunjukkan angka yang signifikan. Uji lanjut ini bertujuan untuk mengidentifikasi perbedaan yang nyata dalam jarak antara setiap kelompok uji.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan tanaman merupakan proses irreversible (tidak dapat kembali ke keadaan semula) yang melibatkan penambahan massa dan volume seperti penambahan tinggi, panjang, dan lebar bagian tanaman, hal ini disebabkan oleh peningkatan jumlah dan ukuran sel. Pertumbuhan suatu tanaman dapat diukur dan dinyatakan secara numerik atau bersifat kuantitatif (Ningsih, 2019). Dari pertumbuhan ini, maka dapat dijadikan sebagai indikator pada penelitian ini untuk menentukan hasil produktivitas tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) melalui pengukuran beberapa parameter seperti tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), panjang akar (cm), berat basah (gram), berat kering (gram), dan kandungan klorofilnya ($\mu\text{g mL}^{-1}$).

Pertumbuhan tanaman tidak lepas dari faktor-faktor yang mempengaruhinya baik faktor dari tanaman itu sendiri maupun lingkungan seperti suhu, kelembapan udara, cahaya, dan unsur hara. Pada penelitian ini tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) diberi perlakuan dengan ketersediaan hara mikro berbeda dan ditumbuhkan dalam lingkungan *Greenhouse* dengan rata-rata suhu berkisar antara 33°C-35,4°C, kelembapan udara 58,8%-62,6%, intensitas cahaya

1178-1639 Lux dan pH antara 6,35-6,70 (**Lampiran 8 & 9**). Berikut merupakan penjabaran terkait hasil dari penelitian terhadap pengaruh pemberian hara mikro yang berbeda terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) yang telah dianalisis secara statistik menggunakan SPSS versi 25 dengan uji non parametrik Kruskal-Wallis:

1. Tinggi tanaman

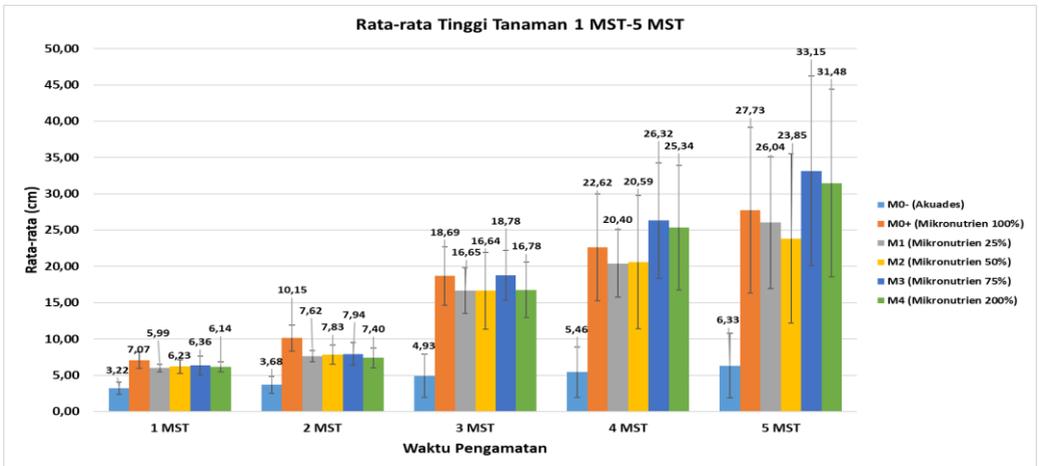
A. Hasil pengamatan

Tinggi tanaman merupakan ukuran tanaman yang umum diamati yang berfungsi sebagai indikator pertumbuhan dan digunakan sebagai parameter untuk mengukur dan menentukan efektivitas suatu perlakuan dalam percobaan penelitian. Pengamatan tinggi tanaman dilakukan pengukuran setiap seminggu sekali setelah tanam selama 35 hari (1 MST-5 MST) dengan mengukur dari tiap sampel pada masing-masing perlakuan, dimana diketahui bahwa hasil dari pengukuran didapatkan nilai tinggi tanaman yang berbeda-beda (**Lampiran 1**). Pada **tabel 4.1** merupakan hasil rata-rata dari data pengukuran tinggi tanaman yang kemudian disajikan dalam bentuk grafik untuk mempermudah dalam menganalisa pertumbuhan tanaman dari tiap perlakuan.

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

Perlakuan	Pengamatan Tinggi Tanaman (cm)				
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST
M0-	3,22±0,86	3,68±1,15	4,93±2,98	5,46±3,47	6,33±4,46
M0+	7,07±1,13	10,15±1,79	18,69±4,02	22,62±7,34	27,73±11,44
M1	5,99±0,52	7,62±0,77	16,65±3,15	20,40±4,65	26,04±9,06
M2	6,23±0,95	7,83±1,34	16,64±5,31	20,59±9,18	23,85±11,66
M3	6,36±1,31	7,94±1,59	18,78±3,43	26,32±7,97	33,15±13,08
M4	6,14±0,70	7,40±1,38	16,78±3,80	25,34±8,57	31,48±12,95

Keterangan: tanda (\pm) menunjukkan nilai standar deviasi; **M0-** (Akuades); **M0+** (Mikronutrien 100%); **M1** (Mikronutrien 25%); **M2** (Mikronutrien 50%); **M3** (Mikronutrien 75%); **M4** (Mikronutrien 200%).



Gambar 4. 1 Grafik rata-rata tinggi tanaman

Berdasarkan grafik rata-rata tinggi tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) (**Gambar 4.1**) diketahui bahwa laju pertumbuhan tinggi tanaman membentuk pola

kurva sigmoid yang menggambarkan tiga fase pertumbuhan yaitu fase pertumbuhan lambat yang ditunjukkan pada waktu pengamatan 1 MST-2 MST, fase linier yang ditunjukkan di pada waktu pengamatan 3 MST-5 MST, sedangkan fase penuaan tidak terlihat pada gambar sebab pengamatan terhenti pada usia panen (35 HST). Suhardjono, (2013) berpendapat bahwa fenomena bertambahnya ukuran suatu organisme dari waktu ke waktu membentuk kurva pertumbuhan yang ditandai dengan pola berbentuk S (sigmoid), dimana kurva sigmoid memiliki tiga tahapan utama yaitu fase logaritmik (waktu tumbuh lambat), fase linier (ukuran terus bertambah/ berlangsung konstan), dan fase penunaan yang dicirikan dengan penurunan laju pertumbuhan dan terjadi kematian pada tanaman.

B. Analisis data

Tabel 4. 2 Uji Kruskal-Wallis tinggi tanaman

Pengamatan	<i>Asymp. Sig</i>
1 MST	0,00*
2 MST	0,00*
3 MST	0,00*
4 MST	0,00*
5 MST	0,00*

Keterangan: tanda (*) menunjukkan adanya pengaruh nyata.

Berdasarkan hasil uji Kruskal-Wallis (**Tabel 4.2**) diketahui bahwa pemberian perlakuan kadar mikronutrien

yang berbeda berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dari waktu pengamatan 1 MST-5 MST dengan tingkat signifikansi sebesar 0,00, dimana nilai tersebut memenuhi asumsi pada uji Kruskal-Wallis yaitu nilai *Asymp. Sig* < 0,05. Selanjutnya, dilakukan analisis lanjutan menggunakan *Post Hoc* Mann-Whitney untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar masing-masing kelompok perlakuan terhadap tinggi tanaman pada bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.). Berikut merupakan hasil dari analisis lanjutan Mann-Whitney pada tinggi tanaman:

Tabel 4. 3 Uji lanjut Mann-Whitney tinggi tanaman

Pengamatan	Perlakuan	Rata-rata (cm)	Kelompok (<i>Asymp. Sig</i>)					
			M0-	M0+	M1	M2	M3	M4
1 MST	M0-	3,22	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
	M0+	7,07		-	0,01*	0,06 ^{tn}	0,12 ^{tn}	0,04*
	M1	5,99			-	0,66 ^{tn}	0,93 ^{tn}	0,50 ^{tn}
	M2	6,23				-	0,95 ^{tn}	0,97 ^{tn}
	M3	6,36					-	0,97 ^{tn}
	M4	6,14						-
2 MST	M0-	3,68	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
	M0+	10,15		-	0,01*	0,00*	0,00*	0,00*
	M1	7,62			-	0,88 ^{tn}	0,68 ^{tn}	0,84 ^{tn}
	M2	7,83				-	0,81 ^{tn}	0,54 ^{tn}
	M3	7,94					-	0,38 ^{tn}

Pengamatan	Perlakuan	Rata-rata (cm)	Kelompok (<i>Asymp. Sig</i>)					
			M0-	M0+	M1	M2	M3	M4
3 MST	M4	7,40						-
	M0-	4,93	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
	M0+	18,69		-	0,14 ^{tn}	0,20 ^{tn}	0,88 ^{tn}	0,21 ^{tn}
	M1	16,65			-	0,58 ^{tn}	0,16 ^{tn}	0,90 ^{tn}
	M2	16,64				-	0,14 ^{tn}	0,62 ^{tn}
	M3	18,78					-	0,16 ^{tn}
	M4	16,78						-
4 MST	M0-	5,46	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
	M0+	22,62		-	0,32 ^{tn}	0,52 ^{tn}	0,29 ^{tn}	0,35 ^{tn}
	M1	20,40			-	0,58 ^{tn}	0,03*	0,10 ^{tn}
	M2	20,59				-	0,08 ^{tn}	0,13 ^{tn}
	M3	26,32					-	0,77 ^{tn}
	M4	25,34						-
	M4	25,34						-
5 MST	M0-	6,33	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
	M0+	27,73		-	0,72 ^{tn}	0,37 ^{tn}	0,28 ^{tn}	0,41 ^{tn}
	M1	26,04			-	0,35 ^{tn}	0,20 ^{tn}	0,32 ^{tn}
	M2	23,85				-	0,05 ^{tn}	0,13 ^{tn}
	M3	33,15					-	0,79 ^{tn}
	M4	31,48						-
	M4	31,48						-

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

Berdasarkan hasil *Post Hoc* pada **tabel 4.3** didapatkan bahwa perlakuan M0- (Akuades) pada pengamatan 1 MST-5 MST menunjukkan hasil berbeda nyata terhadap semua perlakuan dengan nilai *Asymp. Sig*<0,05 dan memiliki nilai rata-rata tinggi tanaman terendah dibandingkan perlakuan lainnya yaitu 3,22 cm (1 MST), 3,68 cm (2 MST), 4,93 cm (3 MST), 5,46 cm (4 MST), dan 6,33 cm (5 MST). Faktor penyebab rendahnya tingkat pertumbuhan tinggi tanaman pada bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) tersebut diduga karena air akuades tidak menyediakan nutrisi yang dibutuhkan tanaman, sebab akuades termasuk air murni yang hanya mengandung senyawa H₂O tanpa adanya kandungan zat atau mineral lainnya, sehingga ketersediannya tidak dapat membantu untuk tumbuh kembangnya tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.), seperti pada **gambar 4.2** bahwa tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) yang mendapatkan pasokan hara (M0+, M1, M2, M3, M4) menghasilkan pertumbuhan yang lebih panjang dibanding dengan tanaman yang ditumbuhkan dalam perlakuan kontrol akuades (M0-). Sesuai dengan pendapat Tampinongkol, (2021) bahwa ketersediaan komponen hara merupakan faktor penting yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman.



Gambar 4. 2 Pertumbuhan tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.)

Sumber: Dokumentasi pribadi (22 Maret 2024)

Hasil *Post Hoc* pada pengamatan 1 MST-2 MST perlakuan M0+ (Mikronutrien 100%) menjadi perlakuan yang memiliki nilai rata-rata tertinggi yaitu 7,07 cm (1 MST) dan 10,15 cm (2 MST), dimana hasil *Post Hoc* pada perlakuan tersebut menunjukkan berbeda nyata (*Asymp. Sig*<0,05) dengan perlakuan M1 (Mikronutrien 25%) dan M4 (Mikronutrien 75%) pada pengamatan 1 MST dan menunjukkan hasil berbeda nyata (*Asymp. Sig*<0,05) terhadap semua perlakuan pada pengamatan 2 MST. Namun, saat dilakukan pengamatan pada 3 MST-5 MST perlakuan M3 (Mikronutrien 75%) menjadi perlakuan terbaik dengan rata-rata tinggi tanaman sebesar 18,78 cm (3 MST), 26,32 cm (MST), dan 33,15 cm (5 MST) dengan hasil *Post Hoc* menunjukkan berbeda nyata (*Asymp.*

Sig<0,05) terhadap perlakuan M1 (mikronutrien 25%) pada pengamatan 4 MST dan tidak berbeda nyata (*Asymp. Sig*>0,05) terhadap semua perlakuan pada pengamatan 3 MST dan 5 MST.

Berdasarkan hasil *Post Hoc* tersebut diketahui bahwa semua perlakuan (M0+, M1, M2, M3, M4) di akhir masa budidaya (5 MST) menghasilkan tinggi tanaman yang sama besarnya, hal tersebut kemungkinan disebabkan karena nutrisi mikro yang hanya dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang sangat sedikit, sehingga pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman tidak terlalu berbeda signifikan. Namun, dapat dilihat bahwa perlakuan M3 (Mikronutrien 75%) memiliki nilai rata-rata lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya, maka dapat dikatakan bahwa perlakuan tersebut menjadi komposisi nutrisi yang optimum sebab menyediakan hara esensial dalam jumlah dan proporsi seimbang, sehingga tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dapat tumbuh subur karena hara mineral yang dibutuhkan tanaman tersebut tersedia. Harjadi, (2003) menegaskan bahwa ketika tanaman mendapat pasokan nutrisi yang cukup dan seimbang serta memiliki keadaan lingkungan sekitar yang mendukung, maka pertumbuhannya akan meningkat dan fotosintesis dapat berjalan dengan baik. Suryana, (2008) menambahkan

bahwa tanaman dapat tumbuh dan mencapai perkembangan dengan baik bila mempunyai akses terhadap unsur hara esensial dalam jumlah yang cukup.

Setiap unsur hara mempunyai fungsi tertentu dalam mendukung aktivitas metabolisme tanaman, dimana kehadiran unsur hara makro dan mikro sangat mempengaruhi pertumbuhan bagi tanaman baik pada fase vegetatif maupun generatif. Ditambahkannya unsur hara makro seperti NPK beserta beberapa unsur hara mikro dari tiap perlakuan pada penelitian ini dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan pertumbuhan vegetatif suatu tanaman. Menurut Mamonto (2005) bahwa pemberian pupuk NPK sangat diperlukan untuk mendorong perkembangan akar untuk menunjang stabilitas tanaman yang disertai dengan meningkatnya tinggi tanaman. Kumar *et al.*, (2021) juga menambahkan agar tanaman dapat mencapai tahap reproduksi maka ketersediaan NPK harus dipastikan tercukupi sehingga berbagai proses biokimia, fisiologis, dan metabolisme dapat berjalan dengan baik. Selain hara NPK, Seran (2017) mengemukakan bahwa unsur hara mikro seperti Cu, Zn, Fe, dan Mn juga termasuk unsur hara terpenting bagi tanaman karena meskipun dibutuhkan dalam jumlah kecil tetapi memainkan peran besar dalam metabolisme di dalam tanaman.

Pertumbuhan tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) juga didukung oleh lingkungan tempat tumbuh yang optimum, dimana hasil rata-rata (**Lampiran 8 & 9**) pengontrolan pH sebesar 6,52 di perlakuan M3 (Mikronutrien 75%), suhu berkisar antara 33,0°C-35,4°C, kelembapan udara 58,8%-62,6%, dan intensitas cahaya 1178,83-1639,50 menjadi faktor abiotik optimum yang mampu mendukung pertumbuhan tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.). Menurut Nur *et al.*, (2021), lingkungan memegang peranan penting dalam pertumbuhan tanaman, karena aktivitas fisiologis tanaman dipengaruhi oleh faktor lingkungan, oleh karena itu menciptakan lingkungan yang tepat dapat mendukung pertumbuhan tanaman. Safriani, (2018) menambahkan bahwa pertumbuhan dan perkembangan tanaman dipengaruhi oleh faktor luar dan dalam seperti varietas tanaman, unsur hara, suhu, kelembapan, cahaya, dan pH.

2. Jumlah daun

A. Hasil pengamatan

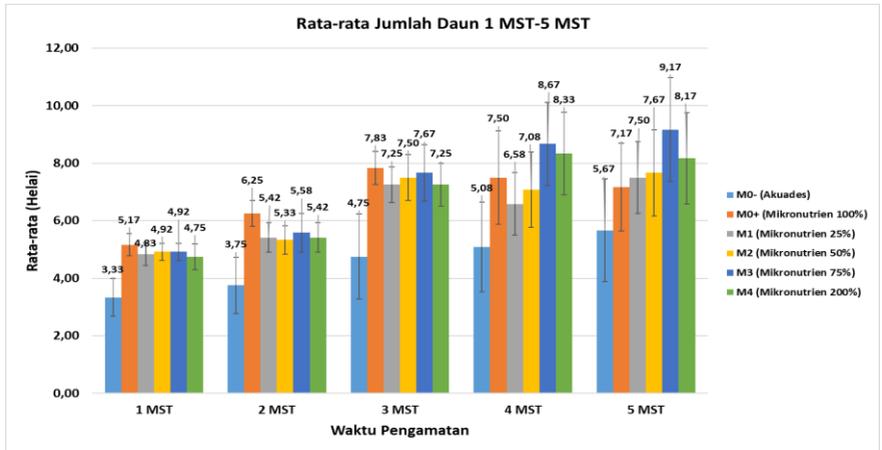
Jumlah daun merupakan statistik yang penting untuk dipantau dalam pertumbuhan tanaman karena daun berfungsi sebagai tempat fotosintesis, dimana penambahan jumlah daun berdampak positif pada hasil fotosintesis sehingga memfasilitasi pertumbuhan tanaman yang optimal. Rizal (2017) mengemukakan bahwa ada korelasi

langsung antara tinggi tanaman dengan jumlah daun yang dihasilkan karena secara khusus tanaman yang lebih tinggi cenderung memiliki lebih banyak ruas batang tempat munculnya daun. Pengamatan jumlah daun pada penelitian ini dihitung setiap seminggu sekali (1 MST-5 MST) dengan menghitung keseluruhan daun yang telah membuka sempurna dari masing-masing sampel di setiap perlakuan, dimana diketahui bahwa hasil dari perhitungan didapatkan jumlah daun yang berbeda-beda (**Lampiran 2**) yang kemudian hasil rata-rata dari data perhitungan jumlah daun disajikan dalam bentuk tabel dan grafik dibawah ini:

Tabel 4. 4 Hasil rata-rata jumlah daun 1 MST-5 MST

Perlakuan	Pengamatan (Helai)				
	1 MST	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST
M0-	3,33±0,65	3,75±0,97	4,75±1,48	5,08±1,56	5,67±1,78
M0+	5,17±0,39	6,25±0,45	7,83±0,58	7,50±1,62	7,17±1,53
M1	4,83±0,39	5,42±0,51	7,25±0,62	6,58±1,08	7,50±1,24
M2	4,92±0,29	5,33±0,49	7,50±0,8	7,08±1,31	7,67±1,5
M3	4,92±0,29	5,58±0,67	7,67±0,98	8,67±1,44	9,17±1,8
M4	4,75±0,45	5,42±0,51	7,25±0,75	8,33±1,44	8,17±1,59

Keterangan: tanda (\pm) menunjukkan nilai standar deviasi; **M0-** (Akuades); **M0+** (Mikronutrien 100%); **M1** (Mikronutrien 25%); **M2** (Mikronutrien 50%); **M3** (Mikronutrien 75%); **M4** (Mikronutrien 200%).



Gambar 4. 3 Grafik rata-rata jumlah daun

Berdasarkan grafik jumlah daun (**Gambar 4.3**) dapat diketahui bahwa daun pada tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) yang ditumbuhkan dengan perlakuan M0- (Akuades) menghasilkan rata-rata jumlah daun yang lebih sedikit dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Perlakuan M3 (Mikronutrien 75%) terus mengalami pertambahan jumlah hingga akhir waktu budidaya (5 MST), sedangkan perlakuan dengan kadar dibawah atau diatas M3 (Mikronutrien 75%) yaitu perlakuan M0+ (100%), M1 (25%), M2 (50%), dan M4 (200%) daun mengalami kerontokan atau gugur sehingga jumlah daun berkurang. Menurut Saleem *et al.*, (2023) defisiensi mikronutrien pada tanaman dikenal sebagai

“kelaparan tersembunyi” yang menyebabkan klorosis, nekrosis interveinal, dan terjadinya pengguguran daun.

Berdasarkan hasil pengamatan tersebut dapat dinyatakan bahwa perlakuan dengan konsentrasi hara seimbang yaitu mikronutrien 75% (M3) menjadi komposisi hara optimum yang dapat diaplikasikan untuk meningkatkan jumlah daun pada tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.). Menurut Gardner *et al.*, (1991) kemunculan dan pembentukan daun memerlukan banyak hara dalam jumlah yang cukup untuk digunakan dalam pembentukan karbohidrat dan protein, dimana jumlah karbohidrat dan protein yang cukup akan mendorong pertumbuhan akar, batang dan daun secara optimal. Cahyono, (2014) juga mengemukakan bahwa kecukupan unsur hara memungkinkan metabolisme tanaman dapat berjalan lancar sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman terutama jumlah daun.

Meningkatnya jumlah daun tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) diketahui dipengaruhi oleh beberapa unsur hara yang tersedia dari tiap perlakuan yang diberikan. Unsur hara makro NPK selain mempengaruhi pembentukan sel pada bagian batang tanaman, tetapi juga berperan dalam pertumbuhan vegetatif daun. Sesuai dengan pendapat Atmaja, (2017) bahwa unsur nitrogen,

fosfor, dan kalium merupakan unsur makro yang diperlukan untuk proses metabolisme dalam tubuh tumbuhan termasuk untuk pembentukan organ baru seperti daun. Fahrudin, (2009) juga menambahkan bahwa jumlah daun dipengaruhi oleh adanya unsur hara seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) didalam tanah. Selain itu, aplikasi mikronutrien seperti Fe, Mn, dan Zn juga telah dilaporkan dapat membantu dalam pertumbuhan vegetatif dan akar diberbagai tanaman obat dan aromatik (Saleem *et al.*, 2023). Menurut Hanafy *et al.*, (2018) bahwa aplikasi Fe, Mn, dan Zn dapat meningkatkan kandungan pigmen, karbohidrat, asam amino total, protein, makronutrien dan mikronutrien.

B. Analisis data

Tabel 4. 5 Uji Kruskal-Wallis jumlah daun

Pengamatan	<i>Asymp. Sig</i>
1 MST	0,00*
2 MST	0,00*
3 MST	0,00*
4 MST	0,00*
5 MST	0,00*

Keterangan: tanda (*) menunjukkan adanya pengaruh nyata.

Hasil uji Kruskal-Wallis (**Tabel 4.5**) didapatkan bahwa pemberian perlakuan kadar mikronutrien yang berbeda

berpengaruh nyata terhadap jumlah daun pada tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dari waktu pengamatan 1 MST-5 MST dengan hasil uji sebesar 0,00 (1 MST-5 MST), dimana nilai tersebut memenuhi asumsi pada uji Kruskal-Wallis yaitu nilai *Asymp. Sig*<0,05. Selanjutnya, dilakukan analisis lanjutan menggunakan *Post Hoc* Mann-Whitney untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar masing-masing kelompok perlakuan terhadap jumlah daun pada bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.). Berikut merupakan hasil dari analisis lanjutan Mann-Whitney pada jumlah daun:

Tabel 4. 6 Uji lanjut Mann-Whitney jumlah daun

Pengamatan	Perlakuan	Rata-rata (helai)	Kelompok (<i>Asymp. Sig</i>)					
			M0-	M0+	M1	M2	M3	M4
1 MST	M0-	3,33	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
	M0+	5,17		-	0,05 ^{tn}	0,08 ^{tn}	0,08 ^{tn}	0,02*
	M1	4,83			-	0,54 ^{tn}	0,54 ^{tn}	0,62 ^{tn}
	M2	4,92				-	1,00 ^{tn}	0,28 ^{tn}
	M3	4,92					-	0,28 ^{tn}
	M4	4,75						-
2 MST	M0-	3,75	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
	M0+	6,25		-	0,00*	0,00*	0,01*	0,00*
	M1	5,42			-	0,68 ^{tn}	0,57 ^{tn}	1,00 ^{tn}
	M2	5,33				-	0,35 ^{tn}	0,68 ^{tn}

Pengamatan	Perlakuan	Rata-rata (helai)	Kelompok (<i>Asymp. Sig</i>)					
			M0-	M0+	M1	M2	M3	M4
	M3	5,58					-	0,57 ^{tn}
	M4	5,42						-
3 MST	M0-	4,75	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
	M0+	7,83		-	0,03*	0,24 ^{tn}	0,28 ^{tn}	0,05 ^{tn}
	M1	7,25			-	0,40 ^{tn}	0,37 ^{tn}	0,92 ^{tn}
	M2	7,50				-	0,92 ^{tn}	0,49 ^{tn}
	M3	7,67					-	0,44 ^{tn}
	M4	7,25						-
4 MST	M0-	5,08	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
	M0+	7,50		-	0,22 ^{tn}	0,72 ^{tn}	0,06 ^{tn}	0,15 ^{tn}
	M1	6,58			-	0,38 ^{tn}	0,00*	0,00*
	M2	7,08				-	0,01*	0,02*
	M3	8,67					-	0,59 ^{tn}
	M4	8,33						-
5 MST	M0-	5,67	-	0,02*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
	M0+	7,17		-	0,47 ^{tn}	0,40 ^{tn}	0,01*	0,13 ^{tn}
	M1	7,50			-	0,85 ^{tn}	0,02*	0,27 ^{tn}
	M2	7,67				-	0,04*	0,41 ^{tn}
	M3	9,17					-	0,20 ^{tn}
	M4	8,17						-

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

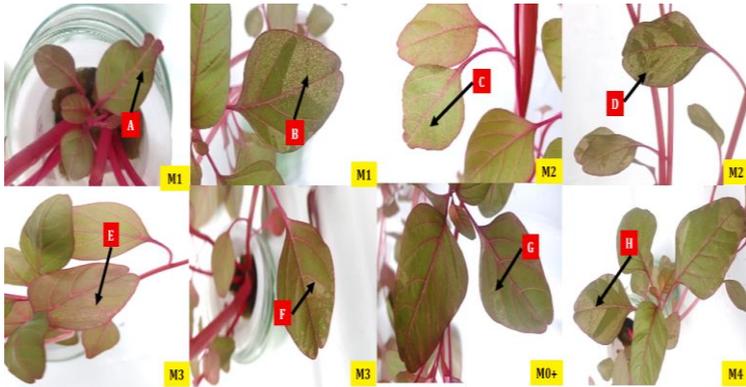
Berdasarkan hasil *Post Hoc* pada **tabel 4.6** didapatkan bahwa perlakuan M0- (Akuades) pada pengamatan 1 MST-5 MST menunjukkan hasil berbeda nyata terhadap semua perlakuan dengan nilai *Asymp. Sig*<0,05 dan memiliki nilai rata-rata jumlah daun terendah dibandingkan perlakuan dengan pasokan nutrisi lengkap yaitu sebanyak 3,33 helai (1 MST); 3,75 helai (2 MST); 4,75 helai (3 MST); 5,08 helai (4 MST); 5,67 (5 MST). Sehingga dapat dinyatakan bahwa ketersediaan unsur hara tidak hanya mempengaruhi pertumbuhan batang saja tetapi juga berperan dalam pembentukan daun. Menurut Priyono, (2020) mengatakan bahwa pemanfaatan unsur hara oleh tanaman digunakan untuk merangsang pertumbuhan dan menghasilkan hasil berupa organ akar, batang, daun, bunga, buah, dan biji.

Hasil *Post Hoc* pada pengamatan 1 MST-3 MST bahwa perlakuan M0+ (Mikronutrien 100%) menjadi perlakuan yang memiliki nilai rata-rata jumlah daun tertinggi yaitu 5,17 helai (1 MST); 6,25 helai (2 MST); 7,83 helai (3 MST), dimana hasil *Post Hoc* pada perlakuan tersebut menunjukkan berbeda nyata (*Asymp. Sig*<0,05) dengan perlakuan M4 (Mikronutrien 200%) pada pengamatan 1 MST. Menunjukkan hasil berbeda nyata (*Asymp. Sig*<0,05) terhadap semua perlakuan pada pengamatan 2 MST serta menunjukkan hasil berbeda nyata (*Asymp. Sig*<0,05)

terhadap M1 (Mikronutrien 25%) pada pengamatan 3 MST. Selanjutnya, saat dilakukan pengamatan 4 MST-5 MST diperoleh rata-rata jumlah daun terbaik pada perlakuan M3 (Mikronutrien 75%) yaitu 8,67 helai (4 MST) dan 9,17 helai (5 MST) lebih banyak dibandingkan perlakuan lainnya dengan hasil *Post Hoc* menunjukkan berbeda nyata (*Asymp. Sig*<0,05) terhadap perlakuan M1 (Mikronutrien 25%) dan M2 (Mikronutrien 50%) pada pengamatan 4 MST serta berbeda nyata (*Asymp. Sig*<0,05) terhadap perlakuan M1 (Mikronutrien 25%), M2 (Mikronutrien 50%), dan M0+ (Mikronutrien 100%) pada waktu pengamatan 5 MST.

Bedasarkan hasil *Post Hoc* tersebut dapat dikatakan bahwa perlakuan dengan kadar hara mikro dalam jumlah yang sedikit atau berlebih dapat menghambat pertumbuhan daun pada tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.). Hal tersebut sesuai pendapat Ullah *et al.*, (2019) yang mengatakan bahwa kekurangan atau kelebihan unsur hara baik makro atau mikro dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan menyebabkan penuaan dini pada daun. Selama nutrisi tidak mencukupi, molekul-molekul penting seperti DNA, RNA, protein, lipid, dan klorofil tidak dapat disintesis sehingga menyebabkan pertumbuhan lambat, terjadinya klorosis maupun nekrosis pada daun dan berakhir dengan kematian. Pada penelitian

ini ditemukan beberapa gejala visual pada daun tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) yang ditumbuhkan dalam kadar nutrisi mikro yang berbeda (**Gambar 4.4**).



Gambar 4. 4 Gejala visual daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) (A dan C ujung daun keriting atau menyusut; B, D, E, F, G, dan H bercak putih pada daun).

Sumber: Dokumentasi pribadi (Maret 2024)

Berdasarkan gejala visual **gambar 4.4** dapat diketahui bahwa pada gambar A, B, C dan D tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) yang dibudidayakan dengan ketersediaan hara kadar hara mikro 25% dan 50% mengalami gejala visual berupa ujung daun keriput dan adanya bercak-bercak putih dipermukaan daun. Sedangkan, gejala visual yang muncul pada gambar E, F, G, dan H hanya terdapat bercak putih pada bagian daun dengan ketersediaan hara mikro sebesar 75%, 100%, dan 200%. Munculnya berbagai gejala visual tersebut

kemungkinan dipengaruhi oleh salah satu atau lebih mineral mikro tidak mampu diserap baik oleh tanaman tersebut, dimana setiap hara mineral menunjukkan berbagai gejala visual yang berbeda-beda. Menurut Nadeem *et al.*, (2019) bahwa defisiensi Mn dapat menyebabkan area tidak merata dengan ujung daun bagian atas yang menguning, munculnya bercak keputihan atau tidak berwarna dan sedikit pengelupasan pada daun yang baru tumbuh. Khodijah *et al.*, (2024) juga menambahkan bahwa kekurangan hara Cu menyebabkan spot nekrotik dan daun menjadi hijau gelap atau memutih dan berubah bentuk. Sedangkan, menyusutnya ujung daun dipengaruhi oleh kekurangan hara Zn sebab defisiensi Zn mengakibatkan daun baru lebih kecil dan sering menggembung atau terdistorsi, ruas pada daun menyusut, membuat tanaman tampak seperti roset, dan kurangnya resistensi terhadap penyakit (Saquee *et al.*, 2023).

3. Panjang Akar

A. Hasil pengamatan

Pengamatan panjang akar menjadi parameter yang penelitian yang perlu diamati sebab akar merupakan organ vegetatif utama yang menyediakan air, mineral, dan zat lain yang penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tujuan dari pengamatan ini adalah untuk

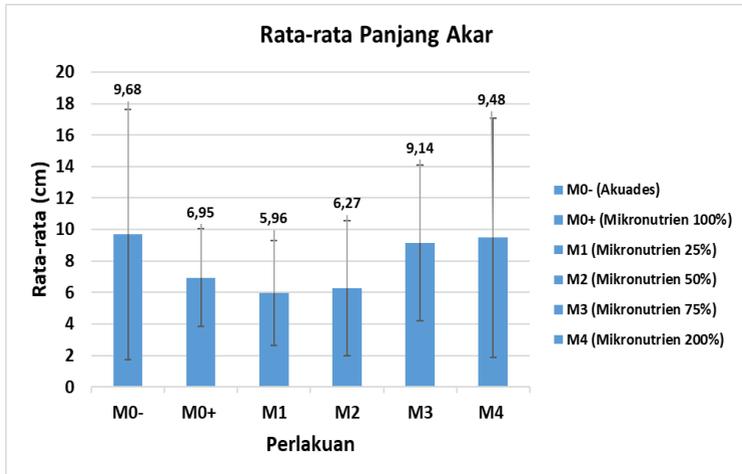
mengetahui kemampuan akar suatu tanaman dalam menyerap air dan nutrisi hara yang ada, dimana pertambahan panjang akar merupakan respon akar terhadap ketersediaan air dan nutrisi hara. Pengamatan panjang akar tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dilakukan pengukuran saat tanaman berusia 35 hari (masa panen) dengan mengukur tiap sampel memakai penggaris dari pangkal akar hingga ujung akar paling panjang, dimana diketahui bahwa hasil dari pengukuran didapatkan nilai panjang akar yang berbeda-beda (Lampiran 3). Pada **tabel 4.7** merupakan hasil rata-rata dari data pengukuran panjang akar tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dan untuk mengetahui panjang akar dari masing-masing perlakuan dapat dilihat pada grafik yang telah disajikan (**Gambar 4.5**).

Tabel 4. 7 Hasil rata-rata panjang akar

Perlakuan	Rata-rata Panjang Akar (cm)
M0-	9,68±7,95
M0+	6,95±3,1
M1	5,96±3,33
M2	6,27±4,28
M3	9,14±4,95
M4	9,48±7,61

Keterangan: tanda (±) menunjukkan nilai standar deviasi;

M0- (Akuades); **M0+** (Mikronutrien 100%); **M1** (Mikronutrien 25%); **M2** (Mikronutrien 50%); **M3** (Mikronutrien 75%); **M4** (Mikronutrien 200%).



Gambar 4. 5 Grafik rata-rata panjang akar

Hasil pengamatan pada grafik rata-rata panjang akar (**Gambar 4.5**) diketahui bahwa perlakuan M0- (Akuades) menjadi perlakuan dengan rata-rata panjang akar tertinggi yaitu 9,68 cm. Sedangkan perlakuan yang mendapatkan asupan nutrisi diperoleh rata-rata yang lebih rendah yaitu 6,95 cm (M0+), 5,96 cm (M1), 6,27 cm (M2), 9,14 cm (M3), dan 9,48 (M4). Faktor penyebab panjangnya akar pada perlakuan M0- (Akuades) disebabkan karena minimnya kandungan nutrisi yang ada pada air akuades, sehingga akar berusaha untuk selalu mencari ketersediaan nutrisi yang dibutuhkannya dan mengakibatkan akar primer maupun lateral terus tumbuh memanjang sampai ke tempat nutrisi, sedangkan akar tanaman yang mendapatkan asupan hara lengkap hanya tumbuh disekitar media dengan jumlah

rambut akar lebih banyak. Menurut Taiz *et al.*, (2010) bahwa peningkatan panjang akar dan jumlah akar disebabkan oleh gangguan serapan mineral penting dan gangguan metabolisme intraseluler. Zainal *et al.*, (2014) menambahkan bahwa dengan perkembangan akar yang baik, maka akar tanaman dapat mencari air dan unsur hara sendiri, sehingga akan dapat mengurangi jumlah pupuk anorganik yang diaplikasikan.

B. Analisis data

Berdasarkan hasil uji Kruskal-Wallis (**Lampiran 12**) didapatkan bahwa pengaruh pemberian kadar mikronutrien yang berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap panjang akar pada tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dengan nilai *Asymp. Sig* $0,23 > 0,05$. Hal tersebut kemungkinan disebabkan karena rendahnya sirkulasi oksigen di area perakaran yang menjadi kekurangan dari sistem hidroponik *Wick* pada penelitian ini, sehingga diduga bahwa rendahnya sirkulasi ini menyebabkan perkembangan panjang akar memicu respon yang sama. Sesuai dengan pernyataan Khasanah, (2015) bahwasanya pergerakan air dan komponen hara tanaman terjadi melalui ruang pori tempat sirkulasi oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2), sehingga mempengaruhi perkembangan akar tanaman. Selain itu, ia juga

menambahkan bahwa perkembangan akar pada sistem hidroponik *Wick* tidak cenderung tumbuh ke bawah melainkan menyebar ke samping, hal ini kemungkinan disebabkan karena proses penyerapan air dan hara dibantu oleh perantara sumbu sehingga akar akan mudah menyerap air melalui sumbu sehingga menghasilkan pemanjangan akar yang relatif sama pada setiap perlakuan.

4. Berat Basah

A. Hasil pengamatan

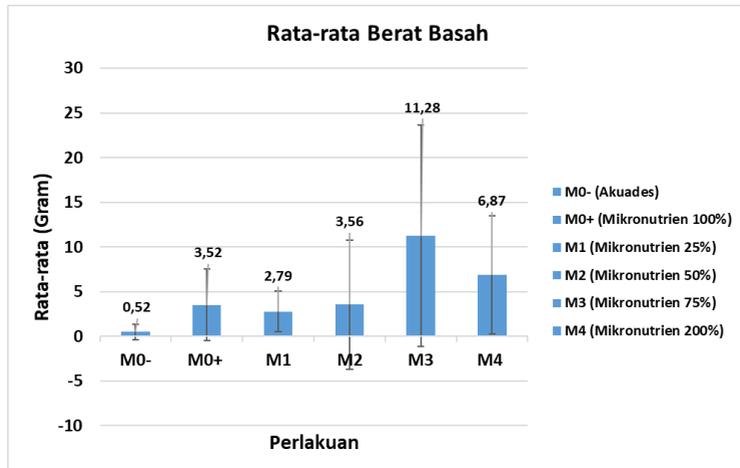
Berat basah tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) adalah berat seluruh bagian tanaman termasuk batang, daun dan akar yang diukur langsung dalam keadaan segar atau tidak layu, dimana peningkatan bobot basah suatu tanaman didukung oleh tersedianya air dan nutrisi yang terlarut didalamnya. Pengamatan berat basah tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dilakukan penimbangan saat tanaman berusia 35 hari (masa panen) dengan menimbang seluruh bagian tanaman menggunakan neraca analitik pada masing-masing sampel, dimana diketahui bahwa hasil dari penimbangan berat basah tanaman didapatkan berat sampel yang berbeda-beda (**Lampiran 4**). Pada **tabel 4.8** merupakan hasil rata-rata dari data penimbangan berat basah tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dan untuk mengetahui berat basah

dari masing-masing perlakuan dapat dilihat pada grafik yang telah disajikan (**Gambar 4.6**).

Tabel 4. 8 Hasil rata-rata berat basah

Perlakuan	Rata-rata Berat Basah (Gram)
M0-	0,52±0,87
M0+	3,52±4,02
M1	2,79±2,3
M2	3,56±7,24
M3	11,28±12,4
M4	6,87±6,59

Keterangan: tanda (\pm) menunjukkan nilai standar deviasi; **M0-** (Akuades); **M0+** (Mikronutrien 100%); **M1** (Mikronutrien 25%); **M2** (Mikronutrien 50%); **M3** (Mikronutrien 75%); **M4** (Mikronutrien 200%).



Gambar 4. 6 Grafik rata-rata berat basah

Hasil pengamatan pada grafik rata-rata berat basah pada tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) (**Gambar 4.6**) diperoleh bahwa perlakuan M0- (Akuades)

memiliki rata-rata berat basah tanaman terendah yaitu 0,52 gram, sedangkan perlakuan M3 (Mikronutrien 75%) menjadi perlakuan terbaik karena menghasilkan bobot tanaman yang lebih tinggi yaitu 11,28 gram. Dari hasil pengamatan tersebut dapat dinyatakan bahwa ketersediaan unsur hara dan lingkungan tempat tumbuh yang mendukung menjadi faktor penentu dalam keberhasilan budidaya tanaman, sebab tanpa adanya hara dan kondisi lingkungan yang optimum maka tanaman tidak dapat tumbuh optimal dan menyebabkan hasil produktivitas menurun. Sejalan dengan pendapat Marginisih *et al.*, (2018), bahwa proses fotosintesis yang didukung oleh unsur hara yang cukup dan kondisi lingkungan yang mendukung dapat menyebabkan peningkatan fotosintesis, sehingga menghasilkan tinggi batang, jumlah atau lebar daun yang lebih tinggi, dan pada akhirnya meningkatkan bobot segar tanaman.

B. Analisis data

Berdasarkan hasil uji Kruskal-Wallis (**Lampiran 13**) diperoleh bahwa pemberian perlakuan kadar mikronutrien yang berbeda berpengaruh nyata terhadap berat basah pada tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dengan nilai signifikansi sebesar 0,00, dimana nilai tersebut memenuhi asumsi pada uji Kruskal-Wallis sebab nilai

Asymp. Sig<0,05, dari hasil analisis tersebut maka data berat basah tanaman perlu dilakukan uji lanjutan *Post Hoc* Mann-Whitney untuk menentukan apakah dua kelompok berbeda secara signifikan satu sama lain. Berikut merupakan hasil dari analisis lanjutan Mann-Whitney pada berat basah tanaman:

Tabel 4. 9 Uji lanjut Mann-Whitney berat basah

Pengamatan	Perlakuan	Rata-rata (gram)	Kelompok (<i>Asymp. Sig</i>)					
			M0-	M0+	M1	M2	M3	M4
5 MST	M0-	0,52	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
	M0+	3,52		-	0,81 ^{tn}	0,13 ^{tn}	0,06 ^{tn}	0,14 ^{tn}
	M1	2,79			-	0,31 ^{tn}	0,04*	0,18 ^{tn}
	M2	3,56				-	0,01*	0,04*
	M3	11,28					-	0,45 ^{tn}
	M4	6,87						-

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

Berdasarkan hasil *Post Hoc* pada **tabel 4.9** didapatkan bahwa perlakuan M0- (Akuades) menjadi perlakuan yang memiliki berat basah terendah yaitu 0,52 gram, perlakuan ini juga menunjukkan hasil berbeda nyata terhadap semua perlakuan dengan nilai *Asymp. Sig*<0,05. Perlakuan M3 (Mikronutrien 75%) menjadi perlakuan yang memiliki nilai rata-rata berat basah tertinggi yaitu 11,28 gram, dimana

hasil *Post Hoc* pada perlakuan tersebut menunjukkan berbeda nyata (*Asymp. Sig*<0,05) dengan perlakuan M1 (Mikronutrien 25%) dan M2 (Mikronutrien 50%) dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan M0+ (Mikronutrien 100%) dan M4 (Mikronutrien 200%) dengan nilai *Asymp. Sig*>0,05. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa tanaman yang tidak mendapat pasokan nutrisi mikro yang kurang memadai dapat mempengaruhi hasil pada produktivitas tanaman sebab kekurangan salah satu nutrisi mikro dapat menghambat pertumbuhan baik pada akar, daun, dan batang tanaman sehingga bobot tanaman tersebut menurun. Sesuai dengan hasil penelitian Rahi *et al.*, (2021), pemberian perlakuan kombinasi kalium humat (KH) taraf yang berbeda yaitu sebesar 0, 5, 10, dan 15 kg ha⁻¹ dengan unsur hara mikro taraf 0, 50, 75, dan 100% pada tanaman tomat, diperoleh bahwa perlakuan K-humat 10 dan 15 kg ha⁻¹ dengan mikronutrien 75% dan 100% efektif meningkatkan hasil panen buah, biomassa buah, indeks panen, dan serapan unsur hara mikro (B, Zn, dan Fe) dibandingkan perlakuan dengan taraf yang lebih rendah. Harjadi, (2007) menyatakan bahwa keberadaan unsur hara makro dan mikro pada tanaman sangat penting untuk aktivitas metabolismenya yang menghasilkan energi untuk pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, besarnya

kecukupan unsur hara berpengaruh langsung terhadap biomassa suatu tanaman.

5. Berat Kering

A. Hasil pengamatan

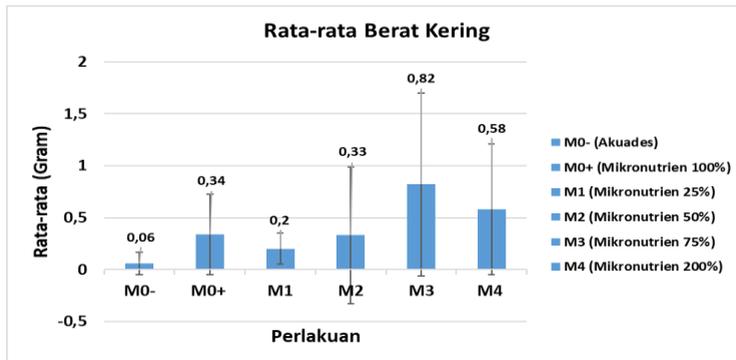
Berat kering tanaman digunakan sebagai indeks untuk mengevaluasi pertumbuhan tanaman, karena berat kering mencerminkan akumulasi senyawa organik yang dapat disintesis oleh tanaman dari senyawa anorganik khususnya air dan CO₂. Pengamatan berat kering tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dilakukan saat tanaman berusia 35 hari (masa panen) dengan menimbang seluruh bagian tanaman dari tiap sampel yang sudah dikeringkan menggunakan oven selama 48 jam pada suhu 60°C, dimana diketahui bahwa hasil dari penimbangan sampel didapatkan berat tanaman kering yang berbeda-beda (**Lampiran 5**). Pada **tabel 4.10** merupakan hasil rata-rata dari data pengamatan berat kering tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dan untuk mengetahui rata-rata berat kering sampel dari masing-masing perlakuan dapat dilihat pada grafik yang telah disajikan (**Gambar 4.7**).

Tabel 4. 10 Hasil rata-rata berat kering

Perlakuan	Rata-rata Berat Kering (Gram)
M0-	0,06±0,11
M0+	0,34±0,39
M1	0,20±0,15
M2	0,33±0,66

Perlakuan	Rata-rata Berat Kering (Gram)
M3	0,82±0,88
M4	0,58±0,63

Keterangan: tanda (\pm) menunjukkan nilai standar deviasi; **M0-** (Akuades); **M0+** (Mikronutrien 100%); **M1** (Mikronutrien 25%); **M2** (Mikronutrien 50%); **M3** (Mikronutrien 75%); **M4** (Mikronutrien 200%).



Gambar 4. 7 Grafik rata-rata berat kering

Hasil pengamatan berat kering (**Gambar 4.7**) diperoleh bahwa pemberian perlakuan dengan asupan nutrisi hara lengkap memberikan hasil rata-rata berat kering sebesar 0,34 gram (M0+), 0,20 gram (M1), 0,33 gram (M2), 0,82 gram (M3), 0,58 gram (M4) lebih optimal dibanding dengan berat kering pada perlakuan M0- (Akuades) yaitu 0,06 gram. Hal tersebut disebabkan karena perlakuan M0- (Akuades) menghasilkan pertumbuhan bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) yang sangat rendah sehingga berpengaruh terhadap bobot biomassa pada tanaman tersebut. Haryadi *et al.*, (2015) mengemukakan

bahwa meningkatnya pertumbuhan tanaman yang dipengaruhi oleh ketersediaan mineral hara dan air (H₂O) secara otomatis akan meningkatkan bobot segar dan bobot kering tanaman.

B. Analisis Data

Berdasarkan hasil uji Kruskal-Wallis (**Lampiran 14**) didapatkan bahwa pemberian perlakuan kadar mikronutrien yang berbeda berpengaruh nyata terhadap berat kering pada tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dengan nilai signifikansi 0,00, dimana nilai tersebut memenuhi asumsi pada uji Kruskal-Wallis sebab nilai *Asymp. Sig* < 0,05, dari hasil analisis tersebut maka data berat kering tanaman perlu dilakukan uji lanjutan *Post Hoc* Mann-Whitney untuk mengetahui kelompok mana yang memiliki perbedaan secara signifikansi. Berikut merupakan hasil dari analisis lanjutan Mann-Whitney pada berat kering tanaman:

Tabel 4. 11 Uji lanjut Mann-Whitney berat kering

Pengamatan	Perlakuan	Rata-rata (gram)	Kelompok (<i>Asymp. Sig</i>)					
			M0-	M0+	M1	M2	M3	M4
5 MST	M0-	0,06	-	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
	M0+	0,34		-	0,16 ^{tn}	0,11 ^{tn}	0,19 ^{tn}	0,38 ^{tn}
	M1	0,20			-	0,54 ^{tn}	0,02*	0,08 ^{tn}
	M2	0,33				-	0,02*	0,06 ^{tn}

Pengamatan	Perlakuan	Rata-rata (gram)	Kelompok (<i>Asymp. Sig</i>)					
			M0-	M0+	M1	M2	M3	M4
	M3	0,82					-	0,60 ^{tn}
	M4	0,58						-

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

Berdasarkan hasil *Post Hoc* pada **tabel 4.11** didapatkan bahwa perlakuan M0- (Akuades) menunjukkan hasil berbeda nyata terhadap semua perlakuan dengan nilai *Asymp. Sig*<0,05 dan memiliki nilai rata-rata berat kering terendah yaitu 0,06 gram. Sedangkan, perlakuan M3 (Mikronutrien 75%) menjadi perlakuan yang memiliki nilai rata-rata berat sampel kering tertinggi yaitu 0,82 gram, dimana hasil *Post Hoc* pada perlakuan tersebut menunjukkan berbeda nyata (*Asymp. Sig*<0,05) dengan perlakuan M1 (Mikronutrien 25%) dan M2 (Mikronutrien 50%) dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan M0+ (Mikronutrien 100%) dan M4 (Mikronutrien 200%) dengan tingkat *Asymp. Sig*>0,05. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa perlakuan dengan ketersediaan hara mikro yang kurang memadai tidak efektif digunakan sebagai pupuk untuk budidaya tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.), karena hasil rata-rata berat kering

yang diperoleh memiliki berat lebih rendah dari perlakuan lainnya, sedangkan tingkat keberhasilan dalam berbudidaya ditentukan pada berat kering tanaman. Menurut Lestari *et al.*, (2008) berat kering biasanya merupakan representasi produksi tanaman yang lebih akurat dibandingkan berat basah, hal ini dikarenakan berat basah sangat dipengaruhi oleh kondisi kelembaban. Sementara itu, berat kering total mencerminkan akumulasi komponen organik yang berhasil disintesis tanaman dari senyawa anorganik seperti unsur hara, air (H_2O), dan karbohidrat ($C_6H_{12}O_6$). Sarif *et al.*, (2015) menambahkan bahwa berat kering merupakan salah satu indikator keberhasilan pertumbuhan tanaman, karena berat kering menunjukkan hasil akhir dari proses metabolisme tanaman seperti fotosintesis.

6. Kandungan Klorofil

A. Hasil pengamatan

Kandungan klorofil menjadi standar acuan untuk mengukur pertumbuhan yang berkaitan erat dengan hasil produktivitas tanaman. Daun mengandung klorofil yang berfungsi sebagai tempat untuk aktivitas reaksi fotosintesis. Pada tumbuhan tingkat tinggi seperti bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) terdapat dua jenis klorofil yaitu klorofil a (tampak hijau tua) dan klorofil b (tampak

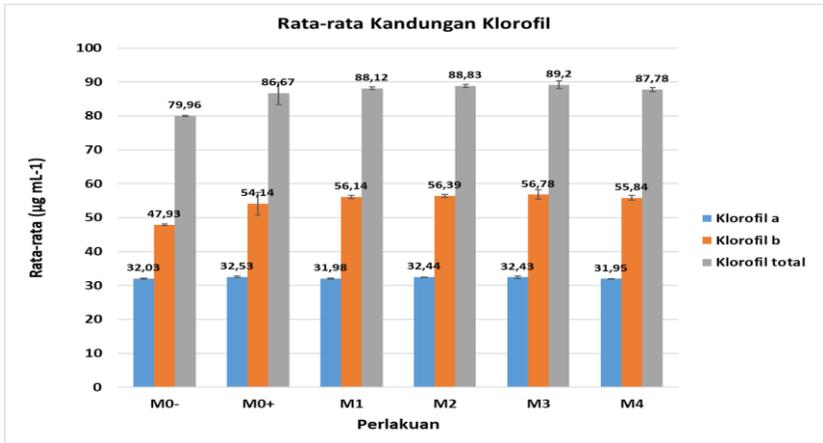
hijau muda). Klorofil a dan klorofil b mempunyai daya serap paling tinggi terhadap cahaya merah yaitu pada rentang 600 nm hingga 700 nm, dan memiliki kapasitas penyerapan terendah pada cahaya hijau dipanjang gelombang 500 nm hingga 600 nm.

Pengamatan kandungan klorofil tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) dilakukan pengukuran saat tanaman berusia 35 hari (masa panen) dengan mengukur hasil ekstrak daun sampel dari masing-masing perlakuan menggunakan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 646 nm dan 663 nm sebanyak 3 ulangan, dimana diketahui bahwa hasil dari pengukuran didapatkan kadar klorofil yang berbeda-beda (Lampiran 6). Pada **tabel 4.12** merupakan hasil rata-rata dari data pengukuran kadar klorofil tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) yang telah dihitung menggunakan rumus untuk menentukan kadar klorofil a, b dan total yang kemudian disajikan dalam bentuk grafik (**Gambar 4.8**).

Tabel 4. 12 Hasil rata-rata kadar klorofil

Perlakuan	Rata-rata Kadar Klorofil ($\mu\text{g mL}^{-1}$)		
	Klorofil a	Klorofil b	Klorofil total
M0-	32,03±0,2	47,93±0,21	79,96±0,11
M0+	32,53±0,27	54,14±3,34	86,67±3,27
M1	31,98±0,14	56,14±0,47	88,12±0,41
M2	32,44±0,07	56,39±0,45	88,83±0,42
M3	32,43±0,34	56,78±1,36	89,20±1,21
M4	31,95±0,06	55,84±0,68	87,78±0,64

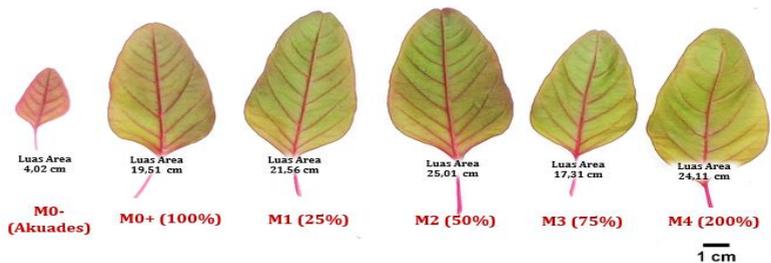
Keterangan: tanda (\pm) menunjukkan nilai standar deviasi; **M0-** (Akuades); **M0+** (Mikronutrien 100%); **M1** (Mikronutrien 25%); **M2** (Mikronutrien 50%); **M3** (Mikronutrien 75%); **M4** (Mikronutrien 200%).



Gambar 4. 8 Grafik rata-rata kadar klorofil

Hasil pengamatan kandungan klorofil pada **gambar 4.8** diketahui bahwa pemberian perlakuan dengan pasokan nutrisi makro maupun mikro (M0+, M1, M2, M3, M4) menghasilkan rata-rata kandungan klorofil total lebih tinggi yaitu 86,67 $\mu\text{g mL}^{-1}$ (M0+); 88,12 $\mu\text{g mL}^{-1}$ (M1); 88,83 $\mu\text{g mL}^{-1}$ (M2); 89,2 $\mu\text{g mL}^{-1}$ (M3); 87,78 $\mu\text{g mL}^{-1}$ (M4) daun segar dibanding dengan perlakuan M0- (Akuades) yaitu 79,96 $\mu\text{g mL}^{-1}$ daun segar. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa unsur hara yang terkandung dalam larutan nutrisi di perlakuan tersebut yang memainkan peranan dalam mensintesis klorofil tanaman. Hendriyani *et al.*, (2009)

menemukan bahwa sintesis klorofil dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk cahaya, karbohidrat, air, suhu, genetika, dan berbagai nutrisi seperti nitrogen (N), magnesium (Mg), besi (Fe), mangan (Mn), tembaga. (Cu), seng (Zn), belerang (S), dan oksigen (O), sehingga dapat membuktikan bahwa ketersediaan hara yang terkandung dalam perlakuan yang diberikan pada penelitian ini mampu mempengaruhi pembentukan klorofil pada tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) terutama dibagian organ daun, seperti pada **gambar 4.9** bahwa daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) yang mendapatkan pasokan hara lengkap (M0+, M1, M2, M3, M4) memperlihatkan visual warna daun lebih hijau dibanding daun diperlakuan kontrol akuades (M0-) yang lebih berwarna merah keunguan.



Gambar 4. 9 Daun bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.)

Sumber: Dokumentasi pribadi (22 Maret 2024)

Perlakuan M3 (Mikronutrien 75%) menjadi perlakuan terbaik dengan rata-rata kandungan klorofil total lebih tinggi yaitu 9,20 $\mu\text{g mL}^{-1}$ daun segar (klorofil a sebanyak

32,43 dan klorofil b 56,78 $\mu\text{g mL}^{-1}$), sedangkan perlakuan dengan pasokan nutrisi yang lebih rendah atau berlebih memiliki kandungan klorofil total yang lebih rendah yaitu 86,67 $\mu\text{g mL}^{-1}$ (M0+), 88,12 $\mu\text{g mL}^{-1}$ (M1), 88,83 $\mu\text{g mL}^{-1}$ (M2), dan 87,78 $\mu\text{g mL}^{-1}$ (M4) daun segar. Sehingga dapat dinyatakan bahwa defisiensi atau toksisitas dari salah satu hara mikro dapat menghambat proses sintesis klorofil suatu tanaman. Sesuai dengan hasil penelitian Ali *et al.*, (2015) pengaplikasian dosis Hoagland 25% dengan tambahan hara Cu taraf 0, 2, 5, dan 10 μM CuCl_2 pada tanaman kubis (*Brassica oleracea var. capitata*) menunjukkan bahwa perlakuan dengan dosis hara Cu berlebih (2, 5, dan 10 μM CuCl_2) menghasilkan kandungan pigmen fotosintesis (klorofil a & b) lebih rendah dibanding perlakuan tanpa tambahan hara Cu.

B. Analisis data

Tabel 4. 13 Uji Kruskal-Wallis kadar klorofil

Pengamatan	<i>Asymp. Sig</i>
Klorofil a	0,05 ^{tn}
Klorofil b	0,13 ^{tn}
Klorofil total	0,08 ^{tn}

Keterangan: tanda (tn) menunjukkan tidak adanya pengaruh nyata.

Berdasarkan hasil uji Kruskal-Wallis pada **tabel 4.13** didapatkan bahwa pengaruh pemberian mikronutrien

dengan kadar berbeda tidak berpengaruh nyata (*Asymp. Sig* $\geq 0,05$) terhadap kandungan klorofil a, klorofil b, dan klorofil total pada tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.). Hal tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh faktor genetik dari spesies tanaman itu sendiri sebab tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) diketahui lebih banyak mengandung zat antosianin (pigmen pemberi warna merah) dibanding klorofil. Dharmadewi, (2020) menyatakan bahwa sebaran nilai klorofil pada daun bersifat fluktuatif dan dikendalikan oleh warna daun, dimana semakin tinggi kehijauan daun suatu tanaman maka semakin tinggi pula kandungan klorofilnya. Selain itu, lingkungan disekitar laboratorium saat proses ekstraksi klorofil daun kemungkinan juga yang mempengaruhi terhadap hasil pada pengamatan ini, dimana saat dilakukan perendaman menggunakan pelarut aseton 80% selama 1 jam terjadi penguapan akibat udara disekitarnya, sehingga pigmen daun tidak dapat terekstraksi secara sempurna. Sesuai dengan pendapat Rohmat *et al.*, (2014) bahwa pigmen klorofil selama masa penyimpanan tidak hanya berinteraksi dengan oksigen tetapi juga dengan CO₂ di udara sekitar. Kehadiran CO₂ di atmosfer seperti udara menyebabkan degradasi klorofil sehingga berdampak pada stabilitas pigmen klorofil.

BAB V

KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemberian mikronutrien dengan kadar berbeda memberikan hasil yang berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah, dan berat kering dengan nilai *Asymp. Sig* < 0,05. Namun, tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan panjang akar dan kandungan klorofil pada tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.).
2. Perlakuan dengan kadar mikronutrien 75% (M3) menghasilkan pertumbuhan dan kandungan klorofil tanaman bayam (*Amaranthus tricolor* L.) yang lebih baik dibandingkan dengan pemberian perlakuan pada kadar mikronutrien yang lebih rendah maupun berlebih yaitu M0+ (100%), M1 (25%), M2 (50%), dan M4 (200%) dengan hasil yang diperoleh berupa tinggi tanaman sebesar 33,15 cm (5 MST), jumlah daun 9,17 helai (MST 5), berat basah 11,28 gram, berat kering 0,82 gram,

kandungan klorofil total $89,20 \mu\text{g mL}^{-1}$ (klorofil a $32,43 \mu\text{g mL}^{-1}$ dan klorofil b $56,78 \mu\text{g mL}^{-1}$).

B. Saran

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

1. Perlu dilakukan penelitian dengan parameter pengamatan yang lebih bervariasi pada spesies yang berbeda menggunakan kombinasi dan konsentrasi hara mikro yang berbeda, sehingga informasi mengenai efek dari pemberian hara mikro akan lebih lengkap.
2. Mengganti sistem budidaya hidroponik yang lebih efisien untuk penelitian selanjutnya, sebab pada sistem hidroponik *wick system* rentang terjadi pengendapan nutrisi akibat air nutrisi dalam wadah tidak bergerak, sehingga hara yang tersedia tidak dapat diserap merata oleh tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Afida, Y. N. (2019). Pertumbuhan, Hasil Dan Pigmen Bayam Merah (*Amaranthus Tricolor* L.) Dengan Pemberian Pupuk Nitrogen Dan Pupuk Kandang Ayam. *Skripsi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Aini, N., & Azizah, N. (2018). *Teknologi Budidaya Tanaman Sayuran Secara Hidroponik*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Ali, S., Shahbaz, M., Shahzad, A. N., Khan, H. A. A., Anees, M., Haider, M. S., & Fatima, A. (2015). Impact of copper toxicity on stone-head cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) in hydroponics. *PeerJ*, 3, e1119. [10.7717/peerj.1119](https://doi.org/10.7717/peerj.1119)
- Alviani, P. (2015). *Bertanam hidroponik untuk pemula*. Jakarta: Bibit publisher.
- Anam, S., Nashihin, H., Taufik, A., Sitompul, H. S., Manik, Y. M., Arsid, I., ... & Luturmas, Y. (2023). *Metode Penelitian (Kualitatif, Kuantitatif, Eksperimen, dan R&D)*. Global Eksekutif Teknologi.
- Assunção, A. G., Cakmak, I., Clemens, S., González-Guerrero, M., Nawrocki, A., & Thomine, S. (2022). Micronutrient homeostasis in plants for more sustainable agriculture and healthier human nutrition. *Journal of experimental*

botany, 73(6), 1789-1799.

<https://doi.org/10.1093/jxb/erac014>

Atmaja, I. S. W. (2017). Pengaruh uji minus one test pada pertumbuhan vegetatif tanaman mentimun. *Jurnal Logika*, 19(1), 63-68. <http://jurnal.unswagati.ac.id>

Badan Pangan Nasional. (2023). *Situasi Konsumsi Pangan Nasional Tahun 2022*. Jakarta: Indonesia <https://badanpangan.go.id/buku-digital> (Diakses pada tanggal 18 Februari 2024).

Badan Pusat Statistik (BPS). (2023). *Produksi Tanaman Sayuran Tahun 2018-2022*. Jakarta: Indonesia. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjEjMg==/produksi-tanaman-sayuran.html> (Diakses pada tanggal 4 Maret 2024).

Cahyono, (2014). *Teknik Budidaya dan Analisis Usaha tani Selda*. Semarang: CV. Aneka Ilmu.

Darmawan, D., Yusuf, M., & Syahrudin, I. (2017). Pengaruh berbagai media tanam terhadap pertumbuhan bibit tanaman kakao (*Theobroma cacao*. L). *Agroplanta: Jurnal Ilmiah Terapan Budidaya dan Pengelolaan Tanaman Pertanian dan Perkebunan*, 6(1), 13-18. <https://doi.org/10.51978/agro.v6i1.19>

Das, S. K. (2014). Role of micronutrient in rice cultivation and management strategy in organic agriculture-A

reappraisal. *Agricultural Sciences*, 5(9).

DOI:10.4236/as.2014.59080

Dasgupta, N., & De, B. (2007). Antioxidant activity of some leafy vegetables of India: A comparative study. *Food chemistry*, 101(2), 471-474.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.02.003>

Délano-Frier, J. P., Avilés-Arnaut, H., Casarrubias-Castillo, K., Casique-Arroyo, G., Castrillón-Arbeláez, P. A., Herrera-Estrella, L., ... & Estrada-Hernández, M. G. (2011). Transcriptomic analysis of grain amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) using 454 pyrosequencing: comparison with *A. tuberculatus*, expression profiling in stems and in response to biotic and abiotic stress. *BMC genomics*, 12, 1-18.

Dewi, A. (2016). Pengaruh Modifikasi Larutan Hoagland Terhadap Peningkatan Unsur Hara Makro (N, P, K) Tanah dan Serapan Hara pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Skripsi*. Malang: Universitas Brawijaya.

Dharmadewi, A. I. M. (2020). Analisis kandungan klorofil pada beberapa jenis sayuran hijau sebagai alternatif bahan dasar food suplement. *Emasains: Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*, 9(2), 171-176.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.4299383>

- Fahrudin, F. (2009). Budidaya caisim (*Brassica juncea* L.) menggunakan ekstrak teh dan pupuk kascing. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Fauzi, ME, Kom, M., Chrismesi Pagiu, SE, Has'ad Rahman Attamimi, SP, Jahring, SP, Ansar, DR, ... & Rohmatullah, N. (2023). *Buku Ajar Statistika*. Purwokerto: Pena Persada.
- Fayezizadeh, M. R., Ansari, N. A., Sourestani, M. M., & Hasanuzzaman, M. (2023). Balancing Yield and Antioxidant Capacity in Basil Microgreens: An Exploration of Nutrient Solution Concentrations in a Floating System. *Agriculture*, 13(9), 1691. <https://doi.org/10.3390/agriculture13091691>
- Gardner, F. P., Pearce, R. B., & Mitchell, R. L. (1991). *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Jakarta: UI Press.
- GBIF (*Global Biodiversity Information Facility*). (2023). *Gallery Tanaman Bayam Merah (*Amaranthus tricolor* L.)*. https://www.gbif.org/occurrence/gallery?taxon_key=5384397 (Diakses pada tanggal 26 Februari 2024).
- Hapsari, A. T., Darmanti, S., & Hastuti, E. D. (2018). Pertumbuhan batang, akar dan daun gulma katumpangan (*Pilea microphylla* (L.) liebm.). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 3(1), 79-84. <https://doi.org/10.14710/baf.3.1.2018.79-84>

- Harjadi, B., Prakosa, D., & Wuryanta, A. (2007). Analisis karakteristik kondisi fisik lahan DAS dengan PJ dan SIG di DAS Benain-Noemina, NTT. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 7(2), 74-79.
- Harjadi, S.S. (2003). *Pengantar Agronomi*. Jakarta: Gramedia.
- Hartatik, S., & Asmawan, SP (2022). Respon Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa L.*) Terhadap Aplikasi Pupuk Majemuk NPK Dan Micronutrien Growmore. *Jurnal Penelitian IPTEKS*, 7 (1), 38-44.
- Haryadi, D., Yetti, H., & Yoseva, S. (2015). Pengaruh pemberian beberapa jenis pupuk terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kailan (*Brassica alboglabra L.*). *Jurnal Online Fakultas Mahasiswa Pertanian Universitas Riau*, 2(0), 1-10.
- Hasmeda, M., Sari, IY, Munandar, M., Ammar, M., & Gustiar, F. (2021). Respon Pertumbuhan dan Hasil pada Tanaman Bayam (*Amaranthus sp.*) terhadap Biofortifikasi Unsur Hara Kalsium (Ca) dan Besi (Fe) dengan Sistem Hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*). *Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 9(2021), 721-733.
- Hendriyani, I. S., & Setiari, N. (2009). Kandungan klorofil dan pertumbuhan kacang panjang (*Vigna sinensis*) pada tingkat penyediaan air yang berbeda. *Jurnal Sains & Matematika*, 17(3), 145-150.

- Hidayanti, L., & Kartika, T. (2019). Pengaruh nutrisi AB Mix terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) secara hidroponik. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 16(2), 166-175. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v16i2.3214>
- ITIS (*Integrated Taxonomic Information System*). (2024). *Klasifikasi Amaranthus tricolor L.* https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=181927#null (Diakses pada tanggal 26 Februari 2024).
- Kemenag, (2023). Al-Qur'an Surah Al-Anbiya' Ayat 1-112. <https://quran.kemenag.go.id/quran/per-ayat/surah/21?from=1&to=112> (Diakses pada tanggal 25 September 2023).
- Khasanah, A. R. (2015). Aplikasi Urin Ternak Sebagai Sumber Nutrisi Pada Budidaya Selada (*Lactuca Sativa*) Dengan Sistem Hidroponik Sumbu. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Khodijah, N. S., Inonu, I., & Setiawan, I. (2024). Visual Daun dan Identifikasi Hara Mikro pada Tanaman Lada dengan Kriteria Pertumbuhan Baik. *JURNAL GALUNG TROPIKA*, 13(1), 27-34. <https://doi.org/10.31850/jgt.v13i1.1162>

- Khoiriyah, N., & Nugroho, A. (2018). Pengaruh konsentrasi dan frekuensi aplikasi pupuk organik cair pada tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) varietas flamingo. *Jurnal Protan*, 6 (8), 1875-1883.
- Kumar, S., Kumar, S., & Mohapatra, T. (2021). Interaction between macro-and micro-nutrients in plants. *Frontiers in Plant Science*, 12, 665583. <https://doi.org/10.3389%2Ffpls.2021.665583>
- Kurnia, M. E. (2019). Sistem Hidroponik Wick Organik Menggunakan Limbah Ampas Tahu Terhadap Respon Pertumbuhan Tanaman Pak Choy (*Brassica chinensis* L.). *Skripsi*. Lampung: UIN Raden Intan Lampung.
- Lestari, G. (2009). *Berkebun Sayuran Hidroponik di Rumah*. Jakarta: Prima Info Sarana.
- Lestari, G. W., Solichatun, Sugiyarto. (2006). Pertumbuhan, kandungan klorofil dan laju respirasi tanaman garut (*Maranta arundinacea* L.) setelah pemberian asam giberelat (GA3). *Jurnal Bioteknologi*, 5(1), 1-9. DOI: 10.13057/biotek/c050101.
- Lichtenthaler, H. K., & Wellburn, A. R. (1983). *Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents*.

- Lusiana, ED, & Mahmudi, M. (2021). *ANOVA untuk Penelitian Eksperimen: Teori dan Praktik dengan R*. Malang: Pers Universitas Brawijaya.
- Mamonto, R. (2005). Pengaruh penggunaan dosis pupuk majemuk NPK Phonska terhadap pertumbuhan dan produksi jagung manis (*Zea mays* Var. *Saccharata slurt*). *Skripsi*. Gorontalo: Universitas Icshan.
- Mansyur, N. I., Pudjiwati, E. H., & Murtilaksono, A. (2021). *Pupuk dan pemupukan*. Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Marginingsih, R. S., Nugroho, A. S., & Dzakiy, M. A. (2018). Pengaruh substitusi pupuk organik cair pada nutrisi AB mix terhadap pertumbuhan caisim (*Brassica juncea* L.) pada hidroponik *drip irrigation system*. *Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 5(1), 44-51. <https://doi.org/10.29407/jbp.v5i1.12034>
- Mosyakin SL, Robertson KR. (2003). *Amaranthus*. *Flora Amerika Utara Meksiko Utara*. Diedit oleh Komite FoNAE, vol. 4. New York: Pers Universitas Oxford: 410-435.
- Mulia, F. I. M,. (2023). Efektivitas Kadar NPK Pada Pupuk Kompos Dari Kotoran Sapi, Serbuk Gergaji Dan Jerami Padi Desa Jogorogo Ngawi. *Skripsi*. Madiun: Stikes Bhakti Husada Mulia Madiun.

- Muryanto, S., & Aulia, M. P. (2020). Pengaruh Jenis Hara Mikro pada Fermentasi Urin Sapi Sebagai Nutrisi Hidroponik pada Budidaya Selada Merah (*Lactuca Sativa* Var. *Red Rapids*). *AGROTECH Research Journal*, 1(2), 18-22.
- Nadeem, F., & Farooq, M. (2019). Application of micronutrients in rice-wheat cropping system of South Asia. *Rice Science*, 26(6), 356-371.
<https://doi.org/10.1016/j.rsci.2019.02.002>
- Nasrudin, J. (2019). *Metodologi Penelitian Pendidikan: Buku ajar praktis cara membuat penelitian*. Bandung: Pantera Publishing.
- Ningsih, R. S. M. (2019). Pengaruh intensitas cahaya terhadap pertumbuhan dan perkembangan tanaman kacang merah. *Jurnal AGROSWAGATI*. 7(1): 1-6.
<https://dx.doi.org/10.33603/agroswagati.v7i1.2844>
- Nur, A. J., Tantawi, A. R., Hasibuan, S. (2021). Pengaruh Suara Adzan Terhadap Pertumbuhan, Produksi, Dan Kejadian Penyakit Pada Tiga Jenis Tanaman Brassicaceae. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 3(2), 158-168.
<http://dx.doi.org/10.31289/jiperta.v3i2.784>
- Nurdin, S. Q. (2017). *Mempercepat Panen Sayuran Hidroponik*. Jakarta: PT Agromedia Pustaka.
- Permadi, A., Suhendra, S., Ahda, M., Zufar, A. F., Padya, S. A., Anugrah, N., ... & Suharto, T. E. (2022). Perbandingan

Kandungan Klorofil Dan Antioksidan Spirulina Dengan Beberapa Jenis Sayuran. *In Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, 1(1).

Priyatno, D. (2011). *Buku saku analisis data statistik SPSS*. Yogyakarta: MediaKom.

Priyono, I., & MM, S. S. (2020). *Nutrisi Bagi Tanaman*. Surakarta: Unisri Press.

Pulipati, S., Babu, P. S., Naveena, U., Parveen, S. R., Nausheen, S. S., & Sai, M. T. N. (2017). Determination of total phenolic, tannin, flavonoid contents and evaluation of antioxidant property of *Amaranthus tricolor* (L). *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 9(6), 814-819.

Putri, F. S., Fevria, R., Des, M., & Putri, I. L. E. (2023). The Effect of Nano Technology Liquid Organic Fertilizer on The Growth of Red Spinach (*Amaranthus tricolor* L.) Cultivated Hydroponic. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(2), 491-497. DOI: [10.29303/jbt.v23i2.4872](https://doi.org/10.29303/jbt.v23i2.4872)

Rahi, A. A., Anjum, M. A., Iqbal Mirza, J., Ahmad Ali, S., Marfo, T. D., Fahad, S., ... & Datta, R. (2021). Yield enhancement and better micronutrients uptake in tomato fruit through potassium humate combined with micronutrients mixture. *Agriculture*, 11(4), 357. <https://doi.org/10.3390/agriculture11040357>

- Rahi, A. A., Anjum, M. A., Iqbal Mirza, J., Ahmad Ali, S., Marfo, T. D., Fahad, S., ... & Datta, R. (2021). Yield enhancement and better micronutrients uptake in tomato fruit through potassium humate combined with micronutrients mixture. *Agriculture*, *11*(4), 357. <https://doi.org/10.3390/agriculture11040357>
- Rahmi, N. (2018). Kandungan Klorofil pada Beberapa Jenis Tanaman Sayuran sebagai Pengembangan Praktikum Fisiologi Tumbuhan. *Skripsi*. Banda Aceh: UIN Ar-Raniry.
- Ramaidani, R., Mardina, V., & Al Faraby, M. (2022). Pengaruh Nutrisi AB Mix terhadap Petumbuhan Sawi Pakcoy dan Selada Hijau dengan Sistem Hidroponik. *Biologica Samudra*, *4*(1), 32-42. <https://doi.org/10.33059/jbs.v4i1.4136>
- Raudhatul, J. (2019). Pengaruh Ekstrak Purifikasi Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban) Dengan Penambahan Mikronutrien Sebagai Biostimulan Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Dan Hasil Jagung (*Zea mays* L.). *Tesis*. Padang: Universitas Andalas.
- Resh, H. M. (2013). *Hydroponic food production: a definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower*. Seventh Edition. Boca Raton: CRC press.

- Rohmat, N., Ibrahim, R., & Riyadi, P. H. (2014). Pengaruh perbedaan suhu dan lama penyimpanan rumput laut *sargassum polycystum* terhadap stabilitas ekstrak kasar pigmen klorofil. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(1), 118-126.
- Safairoh, P. N., Nama, G. F., & Komarudin, M. (2022). Sistem Pengendalian Kadar PH dan Penyiraman Tanaman Hidroponik Model *Wick System*. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 10(1).
- Safriani, H. (2018). Pengaruh Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Tomat (*Solanum Lycopersicum* Mill.) Sebagai Penunjang Praktikum Fisiologi Tumbuhan. *Skripsi*. Banda Aceh: UIN Ar-raniry.
- Saleem, S., Mushtaq, N. U., Rasool, A., Shah, W. H., Tahir, I., & Rehman, R. U. (2023). Plant nutrition and soil fertility: physiological and molecular avenues for crop improvement. In *Sustainable plant nutrition* (pp. 23-49). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-18675-2.00009-2>
- Salsabila, M. F., & Surur, A. (2023). Determination of Chlorophyll Levels of Water Kale Plants (*Ipomoea aquatica* Forkss) Experiencing Nutrient Deficiencies. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(1), 186-191. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i1.4478>

- Saparinto, C. (2013). *Grown Your Own Vegetables: Panduan Praktis Menanam 14 Sayuran Konsumsi Populer di Pekarangan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Saquee, F. S., Diakite, S., Kavhiza, N. J., Pakina, E., & Zargar, M. (2023). The efficacy of micronutrient fertilizers on the yield formulation and quality of wheat grains. *Agronomy*, 13(2), 566. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020566>
- Sarif, P., Hadid, A., dan Wahyudi, I. (2015). Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Akibat Pemberian Berbagai Dosis Pupuk Urea. *E-Jurnal Agrotekbis*,3(5), 585-591.
- Sarker, U., & Oba, S. (2019). Protein, dietary fiber, minerals, antioxidant pigments and phytochemicals, and antioxidant activity in selected red morph *Amaranthus* leafy vegetable. *PLoS One*, 14(12), e0222517. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222517>
- Seran, R. (2017). Pengaruh mangan sebagai unsur hara mikro esensial terhadap kesuburan tanah dan tanaman. *Bio-Edu: Jurnal Pendidikan Biologi*, 2(1), 13-14.
- Setiari, N., & Nurchayati, Y. (2009). Eksplorasi kandungan klorofil pada beberapa sayuran hijau sebagai alternatif bahan dasar food supplement. *Bioma*, 11(1), 6-10.

- Singgih, M., Prabawati, K., & Abdulloh, D. (2019). Bercocok tanam mudah dengan sistem hidroponik NFT. *Jurnal Abdikarya: Jurnal Karya Pengabdian Dosen dan Mahasiswa*, 3(1), 21-24.
- Song, A. N., & Banyo, Y. (2011). Konsentrasi klorofil daun sebagai indikator kekurangan air pada tanaman. *Jurnal ilmiah sains*, 166-173.
<https://doi.org/10.35799/jis.11.2.2011.202>
- Srivastava, R. (2017). An updated review on phyto-pharmacological and pharmacognostical profile of *Amaranthus tricolor*: A herb of nutraceutical potentials. *The Pharma Innovation*, 6(6), 124-129.
- Srivastava, R. (2017). An updated review on phyto-pharmacological and pharmacognostical profile of *Amaranthus tricolor*: A herb of nutraceutical potentials. *The Pharma Innovation*, 6(6, Part B), 124.
- Starr, C., Taggart, R., Evers, C., & Starr, L. (2009). *Biologi Kesatuan dan Keragaman Makhluk hidup*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Suhardjono, H., & Guntoro, W. (2013). Pengaruh Komposisi Nutrisi Hidroponik Dan Varietas Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakchoy (*Brassica Chinensis* L.) Yang Ditanam Secara

Hidroponik. *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 11 (1), 73-77.

- Sumiati, S. (2021). Penggunaan Pelarut Etanol dan Aseton pada Prosedur Kerja Ekstraksi Total Klorofil Daun Jati (*Tectona grandis*) dengan Metode Spektrofotometri. *Indonesian Journal of Laboratory*, 4(1), 30-35.
<https://doi.org/10.22146/ijl.v4i1.65418>
- Sunarjono, H. (2008). *Berkebun 21 Jenis Tanaman Buah*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Sundoro, B. T. (2022). Penyuluhan Penggunaan Teknik Hidroponik *Wick System* dengan Media Botol Plastik Bekas sebagai Media Cocok Tanam di Desa Ngawu, Playen, Gunung Kidul. *Jurnal Atma Inovasia*, 2(3), 339-343. <https://doi.org/10.24002/jai.v2i3.4508>
- Suryana, N. K. (2008). Pengaruh naungan dan dosis pupuk kotoran ayam terhadap pertumbuhan dan hasil paprika (*Capsicum annum* var. *Grossum*). *Jurnal Agrisains*, 9(2), 89-95.
- Syah, M. F., & Yulia, A. E. (2021). Pemberian Pupuk Ab Mix Pada Tanaman Pakcoy Putih (*Brassica rapa* L.) Dengan Sistem Hidroponik Rakit Apung. *Dinamika Pertanian*, 37(1), 17-22.
[https://doi.org/10.25299/dp.2021.vol37\(1\).7714](https://doi.org/10.25299/dp.2021.vol37(1).7714)

- Taiz, L., & Zeiger, E. (2006). *Plant physiology sinauer associates*. Sunderland: Inc., Publisher.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). *Plant physiology 5th edition*. Sinauer Associates. Inc: Publishunder land Massac husetts.
- Tampinongkol, CL (2021). Ketersediaan unsur hara sebagai indikator pertumbuhan tanaman mentimun (*Cucumis Sativus* L.). *Agri-sosioekonomi*, 17 (2 MDK), 711-718. <https://doi.org/10.35791/agrsosek.17.2%20MDK.2021.35439>
- Ullah, A., Akbar, A., & Yang, X. (2019). Jasmonic acid (JA)-mediated signaling in leaf senescence. In *Senescence Signalling and Control in Plants* (111-123). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813187-9.00007-X>
- 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). DOI: [10.25047/jii.v20i1.1929](https://doi.org/10.25047/jii.v20i1.1929)
- William, Stansfield. (1988). *Biologi Molekuler dan Sel*. Jakarta: Erlangga.
- Zainal, M., Nugroho, A., & Suminarti, N. E. (2014). Respon pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max*

(L.) Merrill) pada berbagai tingkat pemupukan N dan pupuk kandang ayam. *Thesis*. Malang: Brawijaya University.

Zuliana, Rahmawati. (2012). *50 Reaksi Biologi Percobaan Ilmiah untuk Penelitian dan Pengetahuan*. Jakarta Timur: Nectar.

LAMPIRAN

Lampiran 1. 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		
1 MST (Jum'at, 23 Februari 2024)	M0-	2,5	2,9	2,3	4,9	3,2	3,7	3	4,4	4,1	2,4	2,6	2,6	38,6	3,22
	M0+	7,4	9,1	8,1	6,8	6	7,8	8,6	6,6	6,3	5,9	5,6	6,6	84,8	7,07
	M1	6,1	6,9	6,1	6,2	6,1	5,6	4,9	6,1	6,5	5,5	5,6	6,3	71,9	5,99
	M2	6,6	8,4	7,1	5,5	5,7	5,4	4,8	6,9	5,9	6,2	5,8	6,4	74,7	6,23
	M3	6,1	4,9	5,1	9,1	7,6	5,9	7,7	7,1	5,2	5,4	6,8	5,4	76,3	6,36
	M4	7,3	6,5	5,8	6,1	5,6	6,8	6,2	6,1	5,4	6,5	4,7	6,7	73,7	6,14
2 MST (Jum'at, 1 Maret 2024)	M0-	2,9	2,9	2,7	6,1	3,7	3,9	3,4	5,7	4,2	2,9	2,6	3,2	44,2	3,68
	M0+	12,1	12,3	11,6	9,2	7,8	10,7	10,3	8,7	8,6	7,6	10,1	12,8	121,8	10,15
	M1	7,2	9,2	7,1	7,8	8,4	6,7	7,5	7,9	7,5	6,5	7,2	8,4	91,4	7,62

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (cm)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
	M2	8,8	10,9	9	7	6,8	6,1	7,1	8,3	6,3	8,1	7,6	8	94	7,83
	M3	8,2	5,3	6,7	11,1	7,9	7,4	9,7	9	7,7	6,9	9	6,4	95,3	7,94
	M4	9,5	8,5	6,3	8,8	5,9	7,6	7,8	7	6,2	8,7	4,9	7,6	88,8	7,40
3 MST (Jum'at, 8 Maret 2024)	M0-	3,2	3,1	2,8	11,9	4,5	5	3,9	10,2	5	3	3,2	3,3	59,1	4,93
	M0+	22,2	24,7	21,9	16,6	11,6	19,7	20	17,7	13,1	14,5	21,4	20,9	224,3	18,69
	M1	13,3	20,7	17	17,9	17,6	11,9	18,3	13,8	21,2	12,4	16,5	19,2	199,8	16,65
	M2	19,1	26,4	18	11,8	13,8	10,6	26	17,3	9,7	15,4	16,1	15,5	199,7	16,64
	M3	20,1	15,6	18,1	24,1	18,9	13,3	23,9	19,1	20,2	14,5	16,3	21,2	225,3	18,78
	M4	23,8	20,1	13,8	19,7	11,9	17,1	17,6	18,1	13,4	18,3	10,4	17,1	201,3	16,78
4 MST (Jum'at, 15 Maret 2024)	M0-	3,4	3,2	3,3	13,6	4,5	5,5	4,8	11,6	5,3	3	3,3	4	65,5	5,46
	M0+	29,6	35,2	23,9	17,2	12,2	23,1	32,8	18,4	13,7	16,5	24,8	24	271,4	22,62
	M1	15,3	28,3	21,7	21,7	22,8	14,5	22,9	16,4	22,4	13,2	20	25,6	244,8	20,40
	M2	25,6	41,9	24,2	12,5	15,1	11,5	31,8	19,8	10	18,5	18,7	17,5	247,1	20,59

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (cm)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
	M3	33,7	23	22,7	41,6	27,4	16,6	24,5	35,6	24,5	15,7	18,8	31,7	315,8	26,32
	M4	40,7	30,3	18,9	33,4	13,9	24,3	27,1	28,1	15,4	30,7	12,7	28,6	304,1	25,34
5 MST (Jum'at, 22 Maret 2024)	M0-	4,1	3,2	3,3	14,9	4,8	5,7	5,5	16,2	6,8	3,2	3,6	4,7	76	6,33
	M0+	37	45,2	27,7	20,7	12,2	41,1	42,7	21	13,8	17	26,5	27,9	332,8	27,73
	M1	15,7	38,3	25,2	25,9	35,3	15,3	28,6	18,8	38,2	13,9	22,5	34,8	312,5	26,04
	M2	30,1	51,9	27,2	12,5	17	12,8	36,5	24,6	11	22,3	21,6	18,7	286,2	23,85
	M3	49,5	28,1	24,3	55,6	29,7	17,3	52,9	37,6	26,5	17,7	26,1	32,5	397,8	33,15
	M4	49,7	36,4	21,7	47,8	14,9	28,1	35,5	35,8	13,3	43,4	14,1	37,1	377,8	31,48

Lampiran 2. Hasil pengamatan jumlah daun 1 MST-5 MST

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (Helai)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1 MST (Jum'at, 23 Februari 2024)	M0-	3	3	3	5	4	3	3	4	3	3	3	3	40	3,33
	M0+	5	6	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	62	5,17
	M1	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	58	4,83
	M2	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	59	4,92
	M3	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	59	4,92
	M4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	57	4,75
2 MST (Jum'at, 1 Maret 2024)	M0-	3	3	3	6	4	4	3	5	4	3	3	4	45	3,75
	M0+	7	7	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	75	6,25
	M1	5	5	5	6	6	5	5	5	6	5	6	6	65	5,42
	M2	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	6	64	5,33
	M3	6	5	5	7	5	5	6	6	6	5	6	5	67	5,58
	M4	6	6	5	6	5	5	5	5	5	5	6	6	5	65

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (Helai)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
3 MST (Jum'at, 8 Maret 2024)	M0-	4	4	3	8	5	5	4	7	5	3	4	5	57	4,75
	M0+	8	9	8	8	7	8	8	8	7	7	8	8	94	7,83
	M1	7	8	7	8	8	7	7	7	7	6	7	8	87	7,25
	M2	8	9	8	7	7	7	8	8	6	8	7	7	90	7,50
	M3	8	7	7	9	7	7	10	8	7	7	7	8	92	7,67
	M4	8	7	7	8	7	8	7	7	6	8	8	6	87	7,25
4 MST (Jum'at, 15 Maret 2024)	M0-	5	4	4	9	5	5	5	7	5	3	4	5	61	5,08
	M0+	10	10	8	6	6	7	10	6	7	6	7	7	90	7,50
	M1	7	8	6	6	5	6	6	7	5	7	8	8	79	6,58
	M2	8	10	8	6	7	6	7	7	5	6	7	8	85	7,08
	M3	10	9	7	10	8	8	11	10	8	6	8	9	104	8,67
	M4	11	9	9	9	8	8	10	8	6	8	8	6	100	8,33
	M0-	6	4	4	9	5	6	6	9	6	4	4	5	68	5,67

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (Helai)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
5 MST (Jum'at, 22 Maret 2024)	M0+	9	10	7	7	6	9	8	5	6	6	6	7	86	7,17
	M1	7	8	6	8	6	7	8	8	9	6	7	10	90	7,50
	M2	9	11	8	7	6	7	9	8	6	7	6	8	92	7,67
	M3	11	9	7	12	8	7	11	10	9	7	11	8	110	9,17
	M4	11	8	8	11	7	8	9	8	6	8	8	6	98	8,17

Lampiran 3. Hasil pengamatan panjang akar 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		
5 MST (Senin, 25 Maret 2024)	M0-	10,6	2,3	4,6	22,7	7,7	6,7	14,9	26,8	2,6	3,2	5,4	8,7	116,2	9,68
	M0+	11,1	8,5	3,7	4,9	3,6	6,4	13	5,7	5,6	6,2	10,4	4,3	83,4	6,95
	M1	4,6	5,8	4,6	4,7	9,4	3	4,1	9,9	3,3	4,3	3,9	13,9	71,5	5,96

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (cm)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
M2		4,5	15,4	10,7	2,3	3	5	4	12,3	3,6	7,6	3,2	3,6	75,2	6,27
M3		18	4,8	8,6	18,6	4,2	9,4	12	7,2	10,7	4,6	5,3	6,3	109,7	9,14
M4		9,7	4,5	6,4	18,7	5,2	9,5	4,7	11	3,6	29,6	4,6	6,2	113,7	9,48

Lampiran 4. Hasil pengamatan berat basah 5 MST

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (gram)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
5 MST (Senin, 25 Maret 2024)	M0-	0,11	0,02	0,03	2,28	0,17	0,22	0,28	2,44	0,39	0,07	0,09	0,18	6,28	0,52
	M0+	6,78	15,2 4	2,67	1,6	0,69	3,11	2,84	1,52	1,53	0,68	2,86	2,75	42,27	3,52
	M1	0,99	7,27	1,93	2,74	2,85	0,99	3,78	1,58	0,9	0,95	2,12	7,37	33,47	2,79
	M2	3,89	26,3 1	1,18	0,62	0,52	1,05	0,57	2,92	0,62	2,21	1,58	1,24	42,71	3,56

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (gram)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
M3		21,5 1	3,42	2,07	41,6 1	0,66	6,67	22,8 8	3,47	12,8	1,43	2,94	15,8 4	135,3	11,28
M4		21,3 6	5,57	2,03	15,7 1	1,02	3,23	5,72	5,71	0,88	13,3 2	0,79	7,15	82,49	6,87

Lampiran 5. Hasil pengamatan berat kering 5 MST

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (gram)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
5 MST (Kamis, 28 Maret 2024)	M0-	0,02	0,01	0,01	0,33	0,03	0,04	0,03	0,25	0,01	0,01	0,01	0,02	0,77	0,06
	M0+	0,58	1,49	0,24	0,15	0,08	0,28	0,27	0,18	0,15	0,08	0,27	0,29	4,06	0,34
	M1	0,09	0,46	0,14	0,24	0,22	0,07	0,27	0,12	0,07	0,06	0,18	0,51	2,43	0,20
	M2	0,36	2,39	0,11	0,06	0,05	0,1	0,08	0,25	0,06	0,19	0,18	0,13	3,96	0,33
	M3	1,52	0,25	0,17	3	0,06	0,53	1,66	0,28	0,89	0,12	0,26	1,09	9,83	0,82

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan (gram)												Total	Rata-rata
		I			II			III			IV				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
M4		2,14	0,39	0,17	1,4	0,09	0,26	0,43	0,46	0,08	0,94	0,07	0,55	6,98	0,58

Lampiran 6. Hasil pengamatan kandungan klorofil 5 MST

Hari Pengamatan	Perlakuan	Panjang Absorbansi	Ulangan		
			I	II	III
5 MST (Senin, 1 April 2024- Selasa, 2 April 2024)	M0-	646 nm	3,22	3,22	3,23
		663 nm	3,37	3,38	3,35
	M0+	646 nm	3,44	3,48	3,76
		663 nm	3,44	3,49	3,52
	M1	646 nm	3,64	3,64	3,68
		663 nm	3,45	3,47	3,46
M2	646 nm	3,69	3,65	3,69	

Hari Pengamatan	Perlakuan	Panjang Absorbansi	Ulangan		
			I	II	III
	M3	663 nm	3,50	3,50	3,51
		646 nm	3,75	3,62	3,72
		663 nm	3,53	3,51	3,48
	M4	646 nm	3,60	3,64	3,67
		663 nm	3,45	3,45	3,46

Lampiran 7. Hasil perhitungan kandungan klorofil

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan	Hasil Perhitungan ($\mu\text{g mL}^{-1}$)		
			Klorofil a	Klorofil b	Klorofil total
5 MST (Senin, 1 April 2024- Selasa, 2 April 2024)	M0-	I	32,05	47,79	79,84
		II	32,22	47,82	80,04
		III	31,83	48,17	80
		Total	96,10	143,78	239,88
		Rata-rata	32,03	47,93	79,96

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan	Hasil Perhitungan ($\mu\text{g mL}^{-1}$)		
			Klorofil a	Klorofil b	Klorofil total
	M0+	I	32,34	51,94	84,28
		II	32,83	52,50	85,33
		III	32,41	57,98	90,40
		Total	97,58	162,42	260,01
		Rata-rata	32,53	54,14	86,67
	M1	I	31,90	55,92	87,82
		II	32,14	55,82	87,96
		III	31,91	56,67	88,58
		Total	95,94	168,41	264,36
		Rata-rata	31,98	56,14	88,12
	M2	I	32,37	56,67	89,04
		II	32,48	55,87	88,35
		III	32,49	56,62	89,11
		Total	97,33	169,17	266,50

Hari Pengamatan	Perlakuan	Ulangan	Hasil Perhitungan ($\mu\text{g mL}^{-1}$)		
			Klorofil a	Klorofil b	Klorofil total
				Rata-rata	32,44
M3		I	32,56	57,73	90,30
		II	32,68	55,22	87,90
		III	32,04	57,38	89,42
		Total	97,29	170,33	267,61
		Rata-rata	32,43	56,78	89,20
M4		I	32,01	55,11	87,12
		II	31,90	55,92	87,82
		III	31,93	56,47	88,41
		Total	95,84	167,51	263,35
		Rata-rata	31,95	55,84	87,78

Lampiran 8. Hasil pengamatan pH dan TDS

Hari/ Tanggal	Hasil Pengukuran pH dan TDS											
	M0-		M0+		M1		M2		M3		M4	
	pH	TDS	pH	TDS	pH	TDS	pH	TDS	pH	TDS	pH	TDS
Jum'at, 16-02-2024	6,61	41	6,79	793	6,67	805	5,92	772	5,95	802	6,75	735
Senin, 19-02-2024	6,67	42	6,84	794	6,63	804	6,36	776	6,63	800	6,47	727
Kamis, 22-02-2024	6,72	43	6,82	800	6,63	808	6,36	779	6,54	807	6,4	745
Minggu, 25-02-024	6,65	47	6,5	797	6,51	813	6,33	786	6,41	800	6,53	750
Rabu, 28-02-2024	6,44	43	6,72	762	6,72	773	6,74	755	6,75	789	6,81	757
Sabtu, 02-03-2024	6,53	40	6,97	711	5,97	695	6,75	661	6,81	721	5,83	683
Selasa, 05-03-2024	6,77	43	6,21	779	6,18	784	6,49	759	6,22	767	5,86	754
Jum'at, 08-03-2024	6,81	46	6,67	813	6,71	780	6,98	761	6,76	737	6,58	746
Senin, 11-03-2024	6,71	45	6,45	793	6,36	768	6,37	758	6,3	720	6,27	655
Kamis, 14-03-2024	6,87	42	6,55	845	6,07	903	6,28	893	6,38	893	6,18	892
Minggu, 17-03-2024	6,77	41	6,1	831	6,87	896	6,72	882	6,85	883	5,99	853
Rabu, 20-03-2024	6,82	41	6,07	896	6,88	819	6,58	836	6,62	802	6,55	852
Rata-rata	6,70	42,83	6,56	801,17	6,52	804,00	6,49	784,83	6,52	793,42	6,35	762,42

Lampiran 9. Hasil pengamatan faktor lingkungan

Hari/ Tanggal	Hasil Pengamatan Faktor Lingkungan					
	Suhu/Kelembapan Udara			Intensitas Cahaya		
	08.00 (Pagi)	12.00 (Siang)	15.30 (Sore)	08.00 (Pagi)	12.00 (Siang)	15.30 (Sore)
Jum'at, 16-02-2024	30,5°C/75%	39,5°C/51%	31,3°C/75%	1712	1735	927
Senin, 19-02-2024	30,5°C/46%	35,3°C/58%	34,8°C/52%	1077	1296	1285
Kamis, 22-02-2024	29,8°C/76%	34,8°C/66%	32,4°C/53%	1525	1726	1026
Minggu, 25-02-024	38,1°C/46%	35,1°C/53%	34,3°C/53%	1542	1741	793
Rabu, 28-02-2024	37,1°C/51%	36,7°C/50%	33,7°C/57%	1736	1737	1066
Sabtu, 02-03-2024	38,7°C/44%	36,3°C/45%	34,6°C/55%	1791	1360	857
Selasa, 05-03-2024	30,5°C/75%	32,6°C/69%	34,4°C/50%	1712	1719	727
Jum'at, 08-03-2024	30,6°C/72%	32,3°C/70%	31,3°C/75%	1613	1652	925
Senin, 11-03-2024	29,2°C/80%	31,9°C/73%	31,8°C/70%	1631	1698	1633
Kamis, 14-03-2024	32,5°C/71%	32,9°C/70%	31,9°C/74%	1666	1562	1673
Minggu, 17-03-2024	39,5°C/51%	41,8°C/40%	32,6°C/65%	1735	1799	1598
Rabu, 20-03-2024	33,8°C/56%	35,2°C/61%	32,3°C/72%	1059	1649	1636

Hari/ Tanggal	Hasil Pengamatan Faktor Lingkungan					
	Suhu/Kelembapan Udara			Intensitas Cahaya		
	08.00 (Pagi)	12.00 (Siang)	15.30 (Sore)	08.00 (Pagi)	12.00 (Siang)	15.30 (Sore)
Rata-rata	33,4°C/61,9%	35,4°C/58,8%	33,0°C/62,6%	1566,58	1639,50	1178,83

Lampiran 10. Hasil analisis statistik tinggi tanaman

1. Uji normalitas

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Perlakuan	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
MST_1	Perlakuan M0-	.183	12	.200*	.890	12	.116
	Perlakuan M0+	.177	12	.200*	.942	12	.526
	Perlakuan M1	.249	12	.039	.946	12	.575
	Perlakuan M2	.134	12	.200*	.951	12	.653
	Perlakuan M3	.185	12	.200*	.910	12	.212
	Perlakuan M4	.143	12	.200*	.980	12	.984
MST_2	Perlakuan M0-	.181	12	.200*	.823	12	.018
	Perlakuan M0+	.124	12	.200*	.943	12	.534
	Perlakuan M1	.143	12	.200*	.962	12	.809
	Perlakuan M2	.125	12	.200*	.940	12	.496
	Perlakuan M3	.102	12	.200*	.986	12	.997
	Perlakuan M4	.141	12	.200*	.969	12	.904
MST_3	Perlakuan M0-	.323	12	.001	.695	12	.001
	Perlakuan M0+	.182	12	.200*	.949	12	.620
	Perlakuan M1	.151	12	.200*	.936	12	.451
	Perlakuan M2	.155	12	.200*	.913	12	.234
	Perlakuan M3	.099	12	.200*	.963	12	.832
	Perlakuan M4	.201	12	.196	.964	12	.836
MST_4	Perlakuan M0-	.329	12	.001	.693	12	.001
	Perlakuan M0+	.134	12	.200*	.954	12	.698
	Perlakuan M1	.193	12	.200*	.944	12	.552
	Perlakuan M2	.201	12	.195	.905	12	.183

Tests of Normality

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
Perlakuan M3	.173	12	.200*	.955	12	.707	
Perlakuan M4	.165	12	.200*	.946	12	.580	
MST_5	Perlakuan M0-	.307	12	.003	.692	12	.001
	Perlakuan M0+	.161	12	.200*	.929	12	.375
	Perlakuan M1	.167	12	.200*	.912	12	.229
	Perlakuan M2	.141	12	.200*	.897	12	.145
	Perlakuan M3	.187	12	.200*	.894	12	.133
Perlakuan M4	.205	12	.175	.913	12	.231	

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

a. Lilliefors Significance Correction

2. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

		Levene			Sig.
		Statistic	df1	df2	
MST_1	Based on Mean	3.023	5	66	.016
	Based on Median	1.951	5	66	.098
	Based on Median and with adjusted df	1.951	5	53.613	.101
	Based on trimmed mean	2.817	5	66	.023
MST_2	Based on Mean	1.810	5	66	.123
	Based on Median	1.714	5	66	.144
	Based on Median and with adjusted df	1.714	5	59.793	.145
	Based on trimmed mean	1.803	5	66	.124

Test of Homogeneity of Variances

		Levene			
		Statistic	df1	df2	Sig.
MST_3	Based on Mean	.965	5	66	.446
	Based on Median	.807	5	66	.548
	Based on Median and with adjusted df	.807	5	54.856	.549
	Based on trimmed mean	.987	5	66	.432
MST_4	Based on Mean	2.466	5	66	.041
	Based on Median	1.763	5	66	.133
	Based on Median and with adjusted df	1.763	5	51.380	.137
	Based on trimmed mean	2.400	5	66	.046
MST_5	Based on Mean	2.657	5	66	.030
	Based on Median	1.856	5	66	.114
	Based on Median and with adjusted df	1.856	5	51.510	.118
	Based on trimmed mean	2.651	5	66	.030

3. Uji Kruskal-Wallis

Test Statistics^{a,b}

	MST_1	MST_2	MST_3	MST_4	MST_5
Kruskal-Wallis H	33.698	39.824	31.857	32.848	30.058
df	5	5	5	5	5
Asymp. Sig.	.000	.000	.000	.000	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan

Lampiran 11. Hasil analisis statistik jumlah daun

1. Uji normalitas

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Perlakuan	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
MST_1	Perlakuan M0-	.446	12	.000	.592	12	.000
	Perlakuan M0+	.499	12	.000	.465	12	.000
	Perlakuan M1	.499	12	.000	.465	12	.000
	Perlakuan M2	.530	12	.000	.327	12	.000
	Perlakuan M3	.530	12	.000	.327	12	.000
	Perlakuan M4	.460	12	.000	.552	12	.000
MST_2	Perlakuan M0-	.281	12	.009	.778	12	.005
	Perlakuan M0+	.460	12	.000	.552	12	.000
	Perlakuan M1	.374	12	.000	.640	12	.000
	Perlakuan M2	.417	12	.000	.608	12	.000
	Perlakuan M3	.309	12	.002	.768	12	.004
	Perlakuan M4	.374	12	.000	.640	12	.000
MST_3	Perlakuan M0-	.266	12	.018	.866	12	.059
	Perlakuan M0+	.364	12	.000	.753	12	.003
	Perlakuan M1	.323	12	.001	.780	12	.006
	Perlakuan M2	.235	12	.067	.886	12	.106
	Perlakuan M3	.334	12	.001	.731	12	.002
	Perlakuan M4	.257	12	.028	.807	12	.011
MST_4	Perlakuan M0-	.355	12	.000	.812	12	.013
	Perlakuan M0+	.288	12	.007	.787	12	.007
	Perlakuan M1	.205	12	.176	.890	12	.118
	Perlakuan M2	.192	12	.200*	.928	12	.356

Tests of Normality

Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.	
Perlakuan M3	.179	12	.200*	.952	12	.662	
Perlakuan M4	.242	12	.052	.915	12	.245	
MST_5	Perlakuan M0-	.259	12	.026	.813	12	.013
	Perlakuan M0+	.210	12	.150	.916	12	.254
	Perlakuan M1	.177	12	.200*	.912	12	.228
	Perlakuan M2	.172	12	.200*	.903	12	.175
	Perlakuan M3	.179	12	.200*	.900	12	.161
	Perlakuan M4	.292	12	.006	.857	12	.045

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

a. Lilliefors Significance Correction

2. Uji Kruskal-Wallis

Test Statistics^{a,b}

	MST_1	MST_2	MST_3	MST_4	MST_5
Kruskal-Wallis H	41.476	35.726	26.529	30.238	20.956
Df	5	5	5	5	5
Asymp. Sig.	.000	.000	.000	.000	.001

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan

Lampiran 12. Hasil analisis statistik panjang akar

1. Uji normalitas

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Perlakuan	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Panjang_Akar	Perlakuan M0-	.216	12	.128	.838	12	.026
	Perlakuan M0+	.237	12	.061	.893	12	.127
	Perlakuan M1	.314	12	.002	.781	12	.006
	Perlakuan M2	.283	12	.009	.815	12	.014
	Perlakuan M3	.159	12	.200*	.859	12	.048
	Perlakuan M4	.254	12	.031	.736	12	.002

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

a. Lilliefors Significance Correction

2. Uji Kruskal-Wallis

Test Statistics^{a,b}	
Panjang_Akar	
Kruskal-Wallis H	6.819
Df	5
Asymp. Sig.	.234

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan

Lampiran 13. Hasil analisis statistik berat basah

1. Uji normalitas

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Perlakuan	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Berat_Basah	Perlakuan M0-	.395	12	.000	.582	12	.000
	Perlakuan M0+	.374	12	.000	.643	12	.000
	Perlakuan M1	.239	12	.056	.774	12	.005
	Perlakuan M2	.398	12	.000	.448	12	.000
	Perlakuan M3	.236	12	.065	.815	12	.014
	Perlakuan M4	.236	12	.063	.848	12	.034

a. Lilliefors Significance Correction

2. Uji Kruskal-Wallis

Test Statistics^{a,b}	
Berat_Basah	
Kruskal-Wallis H	29.089
Df	5
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan

Lampiran 14. Hasil analisis statistik berat kering

1. Uji normalitas

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Perlakuan		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Berat_Kering	Perlakuan M0-	.422	12	.000	.563	12	.000
	Perlakuan M0+	.383	12	.000	.611	12	.000
	Perlakuan M1	.171	12	.200*	.848	12	.035
	Perlakuan M2	.398	12	.000	.446	12	.000
	Perlakuan M3	.230	12	.080	.816	12	.014
	Perlakuan M4	.270	12	.016	.792	12	.008

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

a. Lilliefors Significance Correction

2. Uji Kruskal-Wallis

Test Statistics^{a,b}

Berat_Kering	
Kruskal-Wallis H	26.378
df	5
Asymp. Sig.	.000

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan

Lampiran 15. Hasil analisis statistik kandungan klorofil

1. Uji normalitas

		Tests of Normality					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Perlakuan	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Klorofil_a	Perlakuan M0-	.201	3	.	.995	3	.859
	Perlakuan M0+	.337	3	.	.855	3	.253
	Perlakuan M1	.372	3	.	.781	3	.070
	Perlakuan M2	.358	3	.	.812	3	.144
	Perlakuan M3	.319	3	.	.885	3	.339
	Perlakuan M4	.282	3	.	.936	3	.510
Klorofil_b	Perlakuan M0-	.360	3	.	.809	3	.136
	Perlakuan M0+	.355	3	.	.820	3	.163
	Perlakuan M1	.346	3	.	.837	3	.206
	Perlakuan M2	.365	3	.	.797	3	.107
	Perlakuan M3	.338	3	.	.852	3	.247
	Perlakuan M4	.217	3	.	.988	3	.790
Klorofil_Total	Perlakuan M0-	.314	3	.	.893	3	.363
	Perlakuan M0+	.326	3	.	.874	3	.308
	Perlakuan M1	.320	3	.	.883	3	.332
	Perlakuan M2	.355	3	.	.818	3	.159
	Perlakuan M3	.236	3	.	.977	3	.708
	Perlakuan M4	.189	3	.	.998	3	.906

a. Lilliefors Significance Correction

2. Uji homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

		Levene			
		Statistic	df1	df2	Sig.
Klorofil_a	Based on Mean	3.355	5	12	.040
	Based on Median	.564	5	12	.726
	Based on Median and with adjusted df	.564	5	6.019	.727
	Based on trimmed mean	2.979	5	12	.056
Klorofil_b	Based on Mean	8.437	5	12	.001
	Based on Median	.811	5	12	.564
	Based on Median and with adjusted df	.811	5	2.885	.612
	Based on trimmed mean	7.038	5	12	.003
Klorofil_Total	Based on Mean	7.339	5	12	.002
	Based on Median	1.175	5	12	.377
	Based on Median and with adjusted df	1.175	5	2.566	.493
	Based on trimmed mean	6.487	5	12	.004

3. Uji Kruskal-Wallis

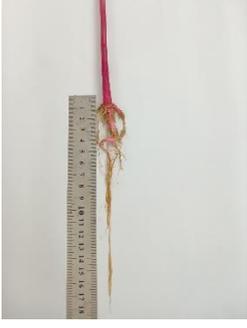
Test Statistics^{a,b}

	Klorofil_a	Klorofil_b	Klorofil_Total
Kruskal-Wallis H	11.181	8.497	9.788
Df	5	5	5
Asymp. Sig.	.048	.131	.081

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan

Lampiran 16. Dokumentasi kegiatan riset

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

No.	Gambar	Keterangan	No.	Gambar	Keterangan
4.		Penyemaian benih	13.		Menimbang berat basah sampel
5.		Bibit bayam merah berusia 14 hari	14.		Mengoven sampel tanaman pada suhu 60°C selama 48 jam
6.		Mengukur pH nutrisi	15.		Menimbang berat kering sampel

No.	Gambar	Keterangan	No.	Gambar	Keterangan
7.		Mengukur partikel terlarut dengan TDS meter	16.		Ekstraksi klorofil daun dengan aseton (80%)
8.		Pengamatan suhu dan kelembapan udara	17.		Hasil ekstrak klorofil daun
9.		Pengamatan intensitas cahaya	18.		Mengukur kadar klorofil dengan spektrofotometri UV-Vis

Sumber: Dokumentasi pribadi (Januari-April 2024)

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Lina Faridotul Khoiriyah
2. Tempat & Tgl. : Demak, 6 Januari 2001
Lahir
3. Alamat Rumah : Rimbu Lor RT 03/ RW
04, Desa Rejosari, Kec.
Karangawen, Kab.
Demak, Provinsi Jawa
Tengah 59566
4. E-mail : linafaridotul@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. MI Tarbiyatus Shibyan
 - b. MTS Roudlotul Muttaqin
 - c. MAN 1 Kota Semarang
 - d. UIN Walisongo Semarang
2. Pendidikan Non-Formal
 - a. Pondok Pesantren Putri Al-Izzah Mranggen
Demak