

**MORFOLOGI, FISIOLOGI, DAN HASIL TANAMAN PAKCOY
(*Brassica rapa* L.) DI BEBERAPA KONSENTRASI NITROGEN
DAN SILIKA PADA HIDROPONIK VERTIKAL**

SKRIPSI

Oleh

HELSA BUDI NANDINI



**PROGRAM STUDI S-1 AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026**

**MORFOLOGI, FISIOLOGI, DAN HASIL TANAMAN PAKCOY
(*Brassica rapa* L.) DI BEBERAPA KONSENTRASI NITROGEN
DAN SILIKA PADA HIDROPONIK VERTIKAL**

Oleh

HELSA BUDI NANDINI
23020222120028

Salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Pertanian pada Program Studi S-1 Agroekoteknologi
Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

PROGRAM STUDI S-1 AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Helsa Budi Nandini
NIM : 23020222120028
Program Studi : S-1 Agroekoteknologi

Dengan ini menyatakan sebagai berikut:

1. Skripsi yang berjudul: **Morfologi, Fisiologi, dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) di Beberapa Konsentrasi Nitrogen dan Silika pada Hidroponik Vertikal** dan penelitian yang terkait dengan skripsi inimerupakan karya penulis sendiri.
2. Setiap ide atau kutipan dari karya orang orang lain berupa publikasi atau bentuk lainnya dalam skripsi ini, telah diakui sesuai dengan prosedur disiplin ilmu.
3. Penulis juga mengakui bahwa skripsi ini dapat dihasilkan berkat bimbingan dan dukungan penuh dari Pembimbing yaitu **Ir. Karno, M.Appl.Sc., Ph.D.** dan **Fajrin Pramana Putra, S.P., M.Sc.**

Apabila di kemudian hari dalam skripsi ini ditemukan hal-hal yang menunjukan telah dilakukannya kecurangan akademik maka penulis bersedia gelar sarjana yang telah penulis dapatkan ditarik sesuai dengan ketentuan dari Program Studi S-1 Agroekoteknologi, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

Semarang, Agustus 2026
Penulis



Helsa Budi Nandini

Mengetahui :

Pembimbing Utama

Ir. Karno, M.Appl.Sc., Ph.D.

Pembimbing Anggota

Fajrin Pramana Putra, S.P., M.Sc.

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : MORFOLOGI, FISILOGI, DAN HASIL
TANAMAN PAKCOY (*Brassica rapa* L.) DI
BEBERAPA KONSENTRASI NITROGEN DAN
SILIKA PADA HIDROPONIK VERTIKAL

Nama Mahasiswa : HELSA BUDI NANDINI

Nomor Induk Mahasiswa : 23020222120028

Program Studi/ Departemen : S-1 AGROEKOTEKNOLOGI/ PERTANIAN

Fakultas : PETERNAKAN DAN PERTANIAN

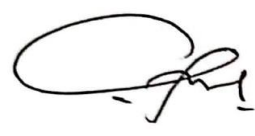
Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji
dan dinyatakan lulus pada tanggal **20 AUG 2026**.

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

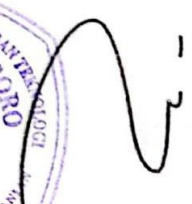

Ir. Karno, M.Appl.Sc., Ph.D.

Ketua Pogram Studi



Dr. Ir. Eny Fuskhah, M.Si.

Dekan



Prof. Sugiharto, S.Pt, M.Sc, Ph.D.


Fajrin Pramana Putra, S.P., M.Sc.

Ketua Panitia Ujian Akhir Program



Bagus Herwibawa, S.P., M.P., Ph.D.

Ketua Departemen



Ahmad Ni'matullah Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D.

RINGKASAN

HELSA BUDI NANDINI. 23020222120028. 2026. Morfologi, Fisiologi, dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) di Beberapa Konsentrasi Nitrogen dan Silika pada Hidroponik Vertikal. (Pembimbing: **KARNO** dan **FAJRIN PRAMANA PUTRA**)

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji morfologi, fisiologi, dan hasil tanaman pakcoy di beberapa konsentrasi nitrogen dan silika pada hidroponik vertikal. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Oktober sampai Desember 2025 di *greenhouse* vertikultur dan Laboratorium Fisiologi dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Kota Semarang, Jawa Tengah.

Penelitian ini telah dilaksanakan menggunakan rancangan split plot dengan 4 taraf petak utama dan 3 taraf anak petak dengan dasar Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 4 kali ulangan, sehingga terdapat 48 unit percobaan penelitian. Petak utama adalah taraf konsentrasi nitrogen pada nutrisi hidroponik yang terdiri dari N1 = 70 ppm, N2 = 140 ppm, N3 = 210 ppm (taraf standar Hoagland), dan N4 = 280 ppm. Anak petak adalah silika yang terdiri dari S1 = 0% (v/v) (kontrol), S2 = 2,5% (v/v), S3 = 5% (v/v). Parameter yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, kadar klorofil, kadar karotenoid, serapan nitrogen, kehijauan daun, laju pertumbuhan nisbi, bobot segar tajuk, bobot kering tajuk, bobot segar akar, bobot kering akar dan indeks panen. Data hasil pengamatan dianalisa menggunakan analisis ragam/*analysis of variance* (ANOVA) taraf nyata 5% untuk mengetahui adanya pengaruh perlakuan. Apabila terdapat pengaruh nyata maka dilanjut menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf signifikansi 5% untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan dalam penelitian ini.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi nitrogen berpengaruh signifikan terhadap seluruh parameter morfologi, fisiologi dan hasil tanaman pakcoy, kecuali pada akumulasi kadar karotenoid. Perlakuan silika berpengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, serapan nitrogen, laju pertumbuhan nisbi, bobot segar tajuk, bobot kering tajuk, bobot segar akar, dan bobot kering akar tanaman pakcoy. Hasil pengujian terhadap interaksi antara perlakuan konsentrasi nitrogen dan silika tidak menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap seluruh parameter pengamatan, yang mengindikasikan bahwa kedua faktor bekerja secara mandiri. Simpulan dari penelitian ini yaitu perlakuan taraf konsentrasi nitrogen 280 ppm merupakan konsentrasi terbaik dalam memicu respons pertumbuhan morfologi, fisiologi dan hasil tanaman pakcoy secara maksimal. Perlakuan konsentrasi silika 2,5% (v/v) merupakan perlakuan terbaik dalam penguatan struktur perakaran tanaman dan peningkatan biomassa tanaman.

KATA PENGANTAR

Tanaman pakcoy merupakan komoditas sayuran yang banyak digemari masyarakat karena kaya akan kandungan nutrisi seperti protein, lemak, mineral, serta berbagai jenis vitamin. Namun, produksi pakcoy saat ini terancam menurun akibat penyempitan lahan dan tantangan budidaya konvensional, sehingga teknologi hidroponik vertikultur merupakan suatu inovasi untuk mendongkrak hasil panen di lahan sempit perkotaan (*urban farming*). Keberhasilan sistem hidroponik vertikultur sangat ditentukan oleh optimasi konsentrasi nitrogen melalui proporsi amonium dan nitrat yang seimbang, karena penggunaan amonium nitrat yang berlebihan justru dapat menghambat penyerapan unsur hara lainnya. Untuk mendukung pemenuhan nitrogen yang ideal, pemanfaatan silika dapat diterapkan guna mengoptimalkan pertumbuhan dan meningkatkan ketahanan tanaman pakcoy pada berbagai kondisi lingkungan.

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan Rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Morfologi, Fisiologi, dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) di Beberapa Konsentrasi Nitrogen dan Silika pada Hidroponik Vertikal” tepat pada waktunya. Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis selama proses penelitian sampai penulisan skripsi.

1. Ir. Karno, M.Appl.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing utama dan Fajrin Pramana Putra, S.P., M.Sc. selaku dosen pembimbing anggota skripsi yang

telah membimbing, memberikan motivasi dan arahan kepada penulis dalam penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi.

2. Rosyida, S.P., M.Sc. selaku dosen yang telah membimbing dan memberikan motivasi serta arahan selama penyusunan proposal dan pelaksanaan penelitian.
3. Prof. Sugiharto, S.Pt., M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Peternakan dan Pertanian beserta jajarannya, Ahmad Ni'matullah Al-Baarri, S.Pt., M.P., Ph.D. selaku Ketua Departemen Pertanian, Dr. Ir. Eny Fuskhah, M.Si. selaku ketua program studi S-1 Agroekoteknologi beserta jajarannya di Fakultas Peternakan dan Pertanian atas kesempatannya untuk menempuh pendidikan sarjana di Program Studi S-1 Agroekoteknologi.
4. Prof. Dr. Ir. Syaiful Anwar, M.Si. selaku dosen wali yang telah membimbing dan memberikan arahan dan motivasi selama studi di Program Studi S1-Agroekoteknologi.
5. Seluruh dosen dan staff administrasi Program Studi S-1 Agroekoteknologi dan Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro yang telah membantu penulis dalam proses belajar maupun pengurusan administrasi.
6. Kedua orang tua penulis, Bapak Agus Widodo dan Ibu Sugiarti, Adik penulis Hamka Budi Maulana, serta Nenek, Kakek (Alm), Tante, Paman dan Adik-adik sepupu penulis yang selalu mendoakan, memberikan semangat, memberikan dorongan material maupun non material dan motivasi kepada penulis dalam setiap proses perjalanan penulis dari awal perkuliahan hingga berhasil menyelesaikan studinya sampai sarjana.

7. Teman-teman penulis di Agroekoteknologi angkatan 2022 terutama Yurike, Wulan, Maharani, dan teman-teman kelas A lainnya yang telah kebersamai, memberikan dukungan, dan pengalaman serta ilmu sehingga penulis dapat menyelesaikan studi.
8. Teman-teman kecil penulis, Puput dan Arta yang sampai saat ini masih selalu kebersamai untuk bertukar pikiran dan selalu memberikan dukungan, motivasi serta semangat kepada penulis.
9. Teman-teman SMP penulis, Qq Loe Q dan Caroline yang sampai saat ini masih kebersamai untuk bertukar pikiran dan selalu memberikan dukungan, motivasi serta semangat kepada penulis.
10. Seluruh pihak yang tidak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, namun berperan dan berjasa selama penulis menempuh studi.

Semarang, Agustus 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR ILUSTRASI	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
 BAB I. PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan dan Manfaat	4
1.3. Hipotesis Penelitian	4
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	 6
2.1. Tanaman Pakcoy	6
2.2. Unsur Hara Nitrogen	8
2.3. Silika	10
2.4. Hidroponik Vertikal/ Vertikultur	11
 BAB III. MATERI DAN METODE	 13
3.1. Materi Penelitian	13
3.2. Metode Penelitian	14
3.3. Analisis Data	25
 BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	 28
4.1. Kondisi Lingkungan	28
4.2. Kompilasi Hasil Analisis Ragam dan Uji Lanjut Beda Nyata Jujur	29
4.3. Tinggi Tanaman	30

4.4. Jumlah Daun	32
4.5. Panjang Akar	34
4.6. Kehijauan Daun	36
4.7. Kadar Klorofil	38
4.8. Kadar Karotenoid	40
4.9. Serapan Nitrogen	42
4.10. Laju Pertumbuhan Nisbi	44
4.11. Bobot Segar Tajuk	45
4.12. Bobot Kering Tajuk	47
4.13. Bobot Segar Akar	49
4.14. Bobot Kering Akar	51
4.15. Indeks Panen	53
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN	56
5.1. Simpulan	56
5.2. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	65
RIWAYAT HIDUP	178

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Kompilasi Analisa Ragam Seluruh Parameter	30
2.	Tinggi Tanaman Perlakuan Konsentrasi Nitrogen dan Silika.....	31
3.	Jumlah Daun Perlakuan Konsentrasi Nitrogen dan Silika.....	33
4.	Panjang Akar Perlakuan Konsentrasi Nitrogen dan Silika.....	35
5.	Kehijauan Daun Perlakuan Konsentrasi Nitrogen dan Silika.....	37
6.	Kadar Klorofil Perlakuan Konsentrasi Nitrogen dan Silika.....	39
7.	Kadar Karotenoid Perlakuan Konsentrasi Nitrogen dan Silika	40
8.	Serapan Nitrogen Perlakuan Konsentrasi Nitrogen dan Silika.....	42
9.	Laju Pertumbuhan Nisbi Perlakuan Konsentrasi Nitrogen dan Silika.....	44
10.	Bobot Segar Tajuk Perlakuan Konsentrasi Nitrogen dan Silika.....	46
11.	Bobot Kering Tajuk Perlakuan Konsentrasi Nitrogen dan Silika.....	48
12.	Bobot Segar Akar Perlakuan Konsentrasi Nitrogen dan Silika.....	50
13.	Bobot Kering Akar Perlakuan Konsentrasi Nitrogen dan Silika.....	52
14.	Indeks Panen Perlakuan Konsentrasi Nitrogen dan Silika.....	54

DAFTAR ILUSTRASI

Nomor		Halaman
1.	Sistem Hidroponik Vertikal	15
2.	Sterilisasi <i>greenhouse</i> . (a) Aplikasi insektisida dan fungisida, (b) Pembersihan instalasi hidroponik, dan (c) Monitoring instalasi	16
3.	Persiapan Media Tanam. (a) Pemotongan media <i>rockwool</i> , (b) Pembasahan media <i>rockwool</i> , (c) Pelubangan media <i>rockwool</i>	16
4.	Penyemaian Benih. (a) Penyemaian benih, dan (b) Benih pakcoy yang digunakan pada penelitian	17
5.	Pembuatan Larutan Nutrisi. (a) Penimbangan pupuk, (b) Pengenceran nutrisi, (c) Pengecekan ppm dan pH nutrisi	18
6.	Pindah Tanam. (a) Pindah tanam bibit pakcoy	18
7.	Pemeliharaan. (a) Pengecekan ppm nutrisi, (b) Penyulaman, (c) Penggantian nutrisi, (d) Monitoring, dan (e) Penyemprotan insektisida	19
8.	Aplikasi silika. (a) Pengenceran silika, dan (b) Pengaplikasian silika pada tanaman pakcoy.....	20
9.	Pemanenan. (a) Tanaman pakcoy yang siap dipanen	20
10.	Suhu dan Kelembapan didalam <i>Greenhouse</i> selama Periode Tanam	28

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. <i>Layout</i> Percobaan	65
2. Deskripsi Varietas	66
3. Formulasi Nutrisi Hidroponik Hoagland & Arnon (1938)	67
4. Kandungan Pupuk <i>Watersoluble</i>	68
5. Rincian Perhitungan Nutrisi	69
6. Tabulasi Total Kebutuhan Pupuk	77
7. Kebutuhan Unsur Nitrogen	79
8. Dasar Penentuan Perlakuan Silika	80
9. Perhitungan Taraf Perlakuan Konsentrasi Silika	81
10. Data Suhu dan Kelembapan di <i>Greenhouse</i> Vertikultur Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro pada Bulan November-Desember 2025	82
11. Tabulasi Hasil Analisis Ragam Seluruh Parameter.....	83
12. Analisis Ragam Parameter Tinggi Tanaman	84
13. Analisis Ragam Parameter Jumlah Daun	89
14. Transformasi Akar Tiga Parameter Jumlah Daun	93
15. Analisis Ragam Parameter Panjang Akar	98
16. Analisis Ragam Parameter Kehijauan Daun	103
17. Analisis Ragam Parameter Kadar Klorofil	108
18. Transformasi Akar Tiga Parameter Kadar Klorofil	112
19. Analisis Ragam Parameter Kadar Karotenoid	116

20. Transformasi Akar Tiga Parameter Kadar Karotenoid	120
21. Analisis Ragam Parameter Serapan Nitrogen	124
22. Transformasi Akar Tiga Parameter Serapan Nitrogen	128
23. Analisis Ragam Parameter Laju Pertumbuhan Nisbi	133
24. Analisis Ragam Parameter Bobot Segar Tajuk	137
25. Transformasi Akar Tiga Parameter Bobot Segar Tajuk	141
26. Analisis Ragam Parameter Bobot Segar Akar	146
27. Transformasi Akar Tiga Parameter Bobot Segar Akar	150
28. Analisis Ragam Parameter Bobot Kering Tajuk	155
29. Transformasi Akar Dua Parameter Bobot Kering Tajuk	159
30. Analisis Ragam Parameter Bobot Kering Akar	164
31. Analisis Ragam Parameter Indeks Panen	169
32. Dokumentasi Tanaman Pakcoy Hasil Penelitian	173
33. Dokumentasi Penelitian	177

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) merupakan komoditas sayuran yang digemari masyarakat karena mengandung serat dan antioksidan tinggi. Pakcoy kaya akan kandungan protein, lemak, mineral (Ca, P, Fe) serta vitamin A, B, C, E, dan K (Eny dan Seprita, 2018). Menurut Kementerian Pertanian (2023), permintaan pakcoy terus meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk, dari 775.046 ton pada 2022 meningkat 1,51% menjadi 786.740 ton pada 2023. Namun, produksi pakcoy justru menurun 9,69%, dari 760.608 ton pada 2022 menjadi 686.876 ton pada 2023 (BPS, 2024). Penurunan produksi ini dipicu oleh penyempitan lahan produktif akibat alih fungsi lahan menjadi kawasan pemukiman dan industri, serta tantangan budidaya konvensional seperti degradasi mutu tanah akibat pupuk kimia, keterbatasan air, dan cuaca ekstrem. Jika metode budidaya tanaman berbasis tanah (*soil culture*) ini terus digunakan tanpa inovasi, kesenjangan antara tingginya permintaan pasar dan rendahnya pasokan pakcoy akan semakin melebar, sehingga diperlukan upaya peningkatan produksi melalui teknologi tepat guna dan manajemen budidaya yang optimal.

Penerapan teknologi budidaya tanpa tanah (*soilless culture*) atau hidroponik menjadi solusi yang potensial untuk permasalahan tersebut. Hidroponik merupakan budidaya tanaman dengan memanfaatkan air yang diperkaya dengan nutrisi mineral esensial sebagai media tumbuh utama pengganti tanah (Ansar *et al.*, 2019). Sistem

hidroponik horizontal masih memerlukan area lahan yang luas jika diterapkan dalam skala produksi. Teknologi ini dikembangkan menjadi sistem hidroponik vertikal atau vertikultur guna mengatasi keterbatasan ruang. Hidroponik vertikultur merupakan sistem hidroponik secara vertikal yang cocok diterapkan pada lahan pekarangan sempit seperti kawasan perkotaan atau *urban farming* (Diwanti, 2018).

Keberhasilan produksi tanaman pakcoy hidroponik bergantung pada manajemen hara yang tepat. Pakcoy merupakan tanaman *heavy feeders* yang membutuhkan suplai nitrogen tinggi untuk menunjang pertumbuhan dan kualitas tanaman (Aminah *et al.*, 2021). Dalam hidroponik, biasanya nitrogen disuplai dalam bentuk nitrat atau ammonium dengan proporsi yang seimbang. Penggunaan amonium nitrat yang berlebihan dapat mengurangi serapan K, Ca, Mg, dan unsur mikro lainnya pada perakaran tanaman (Suryantini *et al.*, 2023). Dengan demikian, optimasi konsentrasi nitrogen menjadi faktor utama dalam pertumbuhan pakcoy.

Penggunaan nitrogen dalam pertanian hidroponik pakcoy dapat dilakukan dengan beberapa konsentrasi, seperti 100, 150 dan 250 ppm. Konsentrasi nitrogen 100-150 mg/L meningkatkan jumlah daun, berat basah dan kering daun, serta indeks area daun pada tahap pertumbuhan selada hingga panen (Djidonou dan Laskovar, 2019). Penggunaan nitrogen 250 ppm memberikan hasil terbaik dalam akumulasi konsentrasi nitrogen pada daun dan peningkatan bobot segar pada tanaman selada (Warganegara *et al.*, 2015). Konsentrasi nitrogen 150 ppm memberikan respon pertumbuhan terbaik, sedangkan konsentrasi diatas 150 ppm menghambat pertumbuhan tinggi tanaman, bobot basah tajuk dan akar, jumlah daun, serta bobot kering tajuk dan akar pada tanaman sawi (Setiawan *et al.*, 2013).

Optimalisasi pertumbuhan dan hasil pakcoy pada konsentrasi nitrogen yang ideal dapat didukung melalui pemanfaatan silika untuk meningkatkan ketahanan tanaman. Silika dikenal sebagai *multi-talented micronutrient* karena perannya dalam membantu tanaman menghadapi cekaman lingkungan (Zargar *et al.*, 2019). Penggunaan silika dalam pertanian hidroponik pakcoy dapat dilakukan dengan beberapa konsentrasi, seperti 0,9% (v/v), 3% (v/v) dan 7% (v/v). Konsentrasi silika 3% (v/v) mampu meningkatkan kekuatan struktural organ pada tanaman okra (Sudarsono dan Rosdiana, 2019). Konsentrasi silika 0,9% (v/v) memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan ketahanan cekaman genangan pada parameter fisiologis seperti kadar air relatif dan kandungann klorofil tanaman cabai rawit (Zainul *et al.*, 2022). Konsentrasi silika 7% (v/v) memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun dan berat konsumsi pada tanaman kailan (Izzah *et al.*, 2024).

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa konsentrasi nitrogen yang ideal berdampak positif terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy. Potensi tersebut dapat dimaksimalkan dengan pemanfaatan silika yang diterapkan guna meningkatkan ketahanan tanaman, sehingga penelitian ini bertujuan untuk menganalisis morfologi, fisiologi dan hasil tanaman pakcoy pada beberapa konsentrasi nitrogen dan silika dalam sistem hidroponik vertikal, untuk mendapatkan kombinasi interaksi yang paling produktif.

1.2. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

- 1) Mengkaji pengaruh beberapa konsentrasi nitrogen terhadap morfologi, fisiologi, dan hasil tanaman pakcoy di pada hidroponik vertikal.
- 2) Mengkaji pengaruh konsentrasi silika terhadap morfologi, fisiologi, dan hasil tanaman pakcoy pada hidroponik vertikal.
- 3) Mengkaji pengaruh interaksi antara konsentrasi nitrogen dan silika pada hidroponik vertikal.

Manfaat dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut ;

- 1) Memperoleh informasi tentang pengaruh beberapa konsentrasi nitrogen terhadap morfologi, fisiologi, dan hasil tanaman pakcoy pada hidroponik vertikal.
- 2) Memperoleh informasi tentang pengaruh silika terhadap morfologi, fisiologi, dan hasil tanaman pakcoy pada hidroponik vertikal.
- 3) Memberikan informasi tentang pengaruh beberapa konsentrasi nitrogen dan silika terhadap morfologi, fisiologi, dan hasil tanaman pakcoy pada hidroponik vertikal.

1.3. Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut ;

- 1) Konsentrasi nitrogen 140 ppm meberikan respon terbaik terhadap morfologi, fisiologi, dan hasil tanaman pakcoy pada hidroponik vertikal.

- 2) Konsentrasi silika 2,5% (v/v) memberikan respon terbaik terhadap morfologi, fisiologi, dan hasil tanaman pakcoy pada hidroponik vertikal.
- 3) Terdapat interaksi antara perbedaan konsentrasi nitrogen dan silika terhadap morfologi, fisiologi, dan hasil tanaman pakcoy pada sistem hidroponik vertikal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Pakcoy

Tanaman pakcoy merupakan tanaman sayur-sayuran yang berasal dari China dan dikembangkan secara luas hingga negara Asia lainnya. Tanaman pakcoy mulai dibudidayakan pada abad ke-5 di China selatan, China pusat dan Taiwan, serta saat ini tanaman pakcoy banyak dikembangkan secara luas di Filipina, Malaysia dan Indonesia (Seran *et al.*, 2025). Tanaman pakcoy banyak dibudidayakan masyarakat dikarenakan memiliki banyak manfaat. Kandungan gizi pada tanaman pakcoy berupa kalori 22 kalori, protein 2.30 g, lemak 0.30 g, karbohidrat 4.00 g, serat 1.20 g, kalsium 220.50 mg, fosfor 38.40 mg, besi 2.90 mg, vitamin A 969.00 SI, vitamin B1 0.09 mg, vitamin B2 0.10 mg, vitamin B3 0.70 mg, vitamin C 102.00 mg. (Eny dan Seprita, 2018). Klasifikasi tanaman salad menurut *Integrated Taxonomic Information System* (ITIS, 2026) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Tracheophyta
Sub Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Brassicales
Famili	: Brassicaceae
Genus	: Brassica
Spesies	: <i>Brassica rapa</i> L.

Pakcoy merupakan tanaman semusim yang hanya dapat dipanen satu kali. Sawi pakcoy dapat dipanen pada umur 45 – 48 hari (ditanam dari benih) atau 25 – 30 hari (ditanam dari bibit) setelah tanam (Liana *et al.*, 2023). Pakcoy merupakan tanaman *subtropic* (daerah dengan iklim sedang) yang toleran terhadap suhu panas. Tanaman pakcoy dapat tumbuh di daerah rendah dengan curah hujan lebih dari 200 mm/bulan dan bersuhu 27 – 32°C (Rahmat dan Yudirachman, 2023).

Tanaman pakcoy cocok untuk dibudidayakan pada wilayah dengan dataran tinggi maupun rendah dan dapat tumbuh di wilayah yang memiliki suhu panas dan suhu dingin. Daerah untuk penanaman pakcoy dimulai dari ketinggian 5 – 1.200 mdpl, dan biasanya dibudidayakan pada daerah yang mempunyai ketinggian 100 – 500 mdpl (Wiraguna *et al.*, 2023). Kelembaban udara yang ideal untuk pertumbuhan pakcoy berkisar antara 80 – 90%. Kelembaban yang sesuai untuk pertumbuhan pakcoy yaitu berkisar antara 80 – 90% dan pakcoy merupakan tanaman yang toleran terhadap hujan sehingga dapat ditanam sepanjang tahun (Sukma, 2021). Pakcoy dapat tumbuh dengan kisaran pH 6 – 7. Tanaman pakcoy dapat ditanam sepanjang musim, tergolong tanaman yang toleran terhadap suhu tinggi dengan keadaan tanah yang gembur, kaya dengan bahan organik, drainase yang baik dan dengan derajat keasaman pH 6 – 7 (Monareh *et al.*, 2023).

Tanaman pakcoy termasuk kedalam tanaman sawi dengan nilai ekonomis yang tinggi. Tanaman pakcoy memiliki proses penanaman yang relatif mudah dan waktu yang tergolong singkat, serta respon pertumbuhannya yang mudah diamati (Adilla *et al.*, 2021). Salah satu varietas pakcoy ternama yang sudah banyak dipakai oleh petani yaitu varietas Nauli F1. Pakcoy Nauli F1 memiliki daya tahan terhadap

penyakit layu dan busuh hitam, sehingga petani hanya memaksimalkan dengan penggunaan pestisida secukupnya. Budidaya pakcoy Nauli F1 dapat ditanam di dataran rendah hingga menengah. Pakcoy Nauli F1 memiliki tinggi 22 – 25 cm dengan batang besar dan daun berwarna hijau tua mengkilat. Masa panen pakcoy Nauli F1 yaitu pada umur 45 – 48 HST dengan potensi hasil mencapai 37 – 40 ton/ha.

2.2. Unsur Hara Nitrogen

Budidaya tanaman dengan sistem hidroponik membutuhkan unsur hara makro dan mikro yang lengkap dan seimbang agar tanaman dapat tumbuh dengan optimal tanpa tanah. Sistem budidaya secara hidroponik membutuhkan 6 unsur hara makro yaitu unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg, S) dan 7 unsur hara mikro yaitu unsur hara mikro (Fe, Cl, Mn, Cu, Zn, B dan Mo) untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Suharjo *et al.*, 2023). Unsur hara nitrogen merupakan unsur hara utama yang berperan penting dalam pertumbuhan tanaman yang disuplai dalam bentuk nitrat pada larutan hidroponik untuk mendukung pembentukan klorofil dan protein. Nitrogen adalah unsur hara yang sangat memengaruhi pertumbuhan, hasil, dan kualitas tanaman sayur, biasanya disuplai dalam bentuk nitrat pada larutan hidroponik, sementara penggunaan amonium nitrat dapat mengurangi serapan K, Ca, Mg, dan unsur mikro (Suryantini *et al.*, 2023). Unsur hara nitrogen memiliki peran penting dalam proses biokimia dan fisiologis tanaman yang mendukung pertumbuhan dan warna daun tanaman menjadi lebih optimal. Unsur hara nitrogen (N) berperan dalam penyusunan protein, asam amino dan lemak, yang penting

dalam proses fotosintesis, dan merangsang pertumbuhan vegetatif dan meningkatkan warna hijau pada tanaman (Mansyur *et al.*, 2021).

Unsur hara harus tetap dijaga pada konsentrasi rendah dalam larutan untuk mencegah akumulasi yang bersifat racun bagi tanaman. Kecukupan unsur hara nitrogen perlu diperhatikan, hal ini karena hasil dari kurangnya unsur hara nitrogen dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan pada tanaman, warna daun yang menguning dan secara langsung menyebabkan rendahnya hasil dan kualitas dari tanaman selada (Warganegara *et al.*, 2015). Konsentrasi nitrogen yang tinggi dalam larutan menyebabkan serapan berlebihan yang mengakibatkan ketidak seimbangan hara. Kelebihan hara nitrogen harus diwaspadai dikarenakan dapat menyebabkan tanaman rentan terkena penyakit dan jamur, juga dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan batang sehingga rentan tumbang (Palupi dan Maghfoer, 2020).

Konsentrasi nitrogen 100-150 mg/L meningkatkan jumlah daun, berat basah dan kering daun, serta indeks area daun pada tahap pertumbuhan selada hingga panen pada tanaman selada hidroponik (Djidonou dan Laskovar, 2019). Penggunaan konsentrasi nitrogen 250 ppm memberikan hasil terbaik dalam akumulasi konsentrasi nitrogen pada daun dan peningkatan bobot segar pada tanaman selada hidroponik (Warganegara *et al.*, 2015). Konsentrasi nitrogen 150 ppm memberikan respon pertumbuhan terbaik, sedangkan konsentrasi diatas 150 ppm justru menghambat pertumbuhan tinggi tanaman, bobot basah tajuk dan akar, jumlah daun, serta bobot kering tajuk dan akar pada tanaman sawi (Setiawan *et al.*, 2013).

2.3. Silika

Silika merupakan unsur hara mikro yang memiliki peran penting dalam meningkatkan ketahanan dan pertumbuhan tanaman pada kondisi cekaman lingkungan, termasuk cuaca panas. Silika dapat disebut sebagai *multi-talented micronutrient* karena memberikan beberapa keunggulan pada pertumbuhan tanaman yang mengalami cekaman (Zargar *et al.*, 2019). Silika berperan penting dalam meningkatkan proses fisiologi tanaman dengan memperbaiki efisiensi fotosintesis, memperkuat struktur jaringan, serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap berbagai stres lingkungan, sehingga memaksimalkan pertumbuhan dan hasil produksi tanaman. Silika mempunyai peran penting dalam proses fisiologi dan ketahanan tanaman (Sudradjat *et al.*, 2016).

Silika berperan penting dalam optimalisasi proses metabolisme tanaman melalui dukungan mekanis dan fisiologis pada daun. Silika yang terakumulasi pada daun berfungsi menjaga daun tetap tegak sehingga membantu penangkapan cahaya matahari dalam proses fotosintesis dan translokasi CO_2 (Sari *et al.*, 2017). Silika merupakan unsur hara penting yang berperan dalam meningkatkan daya tumbuh tanaman dengan memperkuat struktur jaringan. Nutrisi silika stimulator berperan sebagai hara yang peningkatan dapat pertumbuhan menginduksi tanaman, kekuatan jaringan, mengurangi kerobohan tanaman, menekan laju transpirasi sehingga efisien dalam penggunaan air dan menjadikan tanaman lebih tahan terhadap kekeringan (Romalasari dan Sobari, 2019).

Silika dapat memperkuat mekanisme pertahanan alami tanaman dengan merangsang produksi senyawa fitoaleksin yang berperan dalam meningkatkan daya

tahan tanaman. Silika dapat meningkatkan ekspresi mekanisme pertahanan alami dan akumulasi fitoaleksin dalam tanaman (Bahtiar *et al.*, 2021). Silika membentuk ikatan kompleks dengan memperkuat jaringan dan menghambat aktivitas enzim pengurai dari patogen, sehingga menjaga integritas sel tanaman dari kerusakan. Mekanisme silika sebagai penginduksi ketahanan tanaman terhadap patogen terjadi melalui terbentuknya senyawa kompleks dengan silika organik yang berfungsi untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap aktivitas enzim pengurai yang dihasilkan patogen (Suharti *et al.*, 2021).

Konsentrasi silika 3% (v/v) mampu meningkatkan kekuatan struktural organ pada tanaman okra (Sudarsono dan Rosdiana, 2019). Konsentrasi silika 0,9% (v/v) memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan ketahanan cekaman genangan pada parameter fisiologis seperti kadar air relatif dan kandungann klorofil tanaman cabai rawit (Zainul *et al.*, 2022). Konsentrasi silika 7% (v/v) memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun dan berat konsumsi pada tanaman kailan (Izzah *et al.*, 2024).

2.4. Hidroponik Vertikal/ Vertikultur

Hidroponik vertikultur merupakan sistem budidaya tanaman tanpa media tanah yang disusun secara bertingkat dari bawah ke atas untuk memaksimalkan penggunaan ruang. Sistem hidroponik vertikal atau vertikultur adalah sebuah sistem bercocok tanam tanpa tanah secara vertikal atau ke atas yang menjadi solusi bagi masyarakat di daerah perkotaan sehingga dapat melakukan budidaya tanaman di lahan yang sempit dan terbatas (Indawan *et al.*, 2024). Teknik hidroponik

vertikultur memiliki potensi besar dalam memanfaatkan lahan pekarangan atau lahan sempit untuk budidaya tanaman.. Budidaya hidroponik vertikultur merupakan budidaya tanaman yang menggabungkan teknik penanaman tanpa media tanah dengan pendekatan vertikal, menjadikan lahan sempit atau pekarangan lebih produktif serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya secara optimal. (Rajati *et al.*, 2024).

Teknik hidroponik vertikultur menawarkan berbagai manfaat yang mendukung efektivitas dan efisiensi dalam budidaya tanaman. Budidaya tanaman dengan teknik hidroponik vertikultur memiliki beberapa keunggulan yaitu, dapat diterapkan pada berbagai kondisi, mudah dalam pengontrolan nutrisi, tingkat produksi lebih tinggi dan lebih seragam, kualitas produk lebih terjamin terutama dalam hal kebersihan dan keamanan produk, hemat tenaga kerja, hemat air dan pupuk, jarang terdampak serangan hama dan penyakit, serta mudah dalam perawatan dan pemeliharaan (Indawan *et al.*, 2024). Metode hidroponik secara vertikultur memiliki beberapa kendala yang perlu diperhatikan untuk menjamin keberhasilan produksi. Budidaya hidroponik memiliki kekurangan yaitu membutuhkan sarana dan prasarana yang susah didapatkan, membutuhkan ketelitian yang tinggi dalam mengontrol nutrisi dan pH dalam air serta membutuhkan biaya yang cukup besar (Witjaksono *et al.*, 2023).

BAB III

MATERI DAN METODE

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Oktober – Desember 2025 di *greenhouse* vertikultur Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. Setelah itu, penelitian dilanjutkan dengan analisis laboratorium di Laboratorium Fisiologi dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah.

3.1. Materi Penelitian

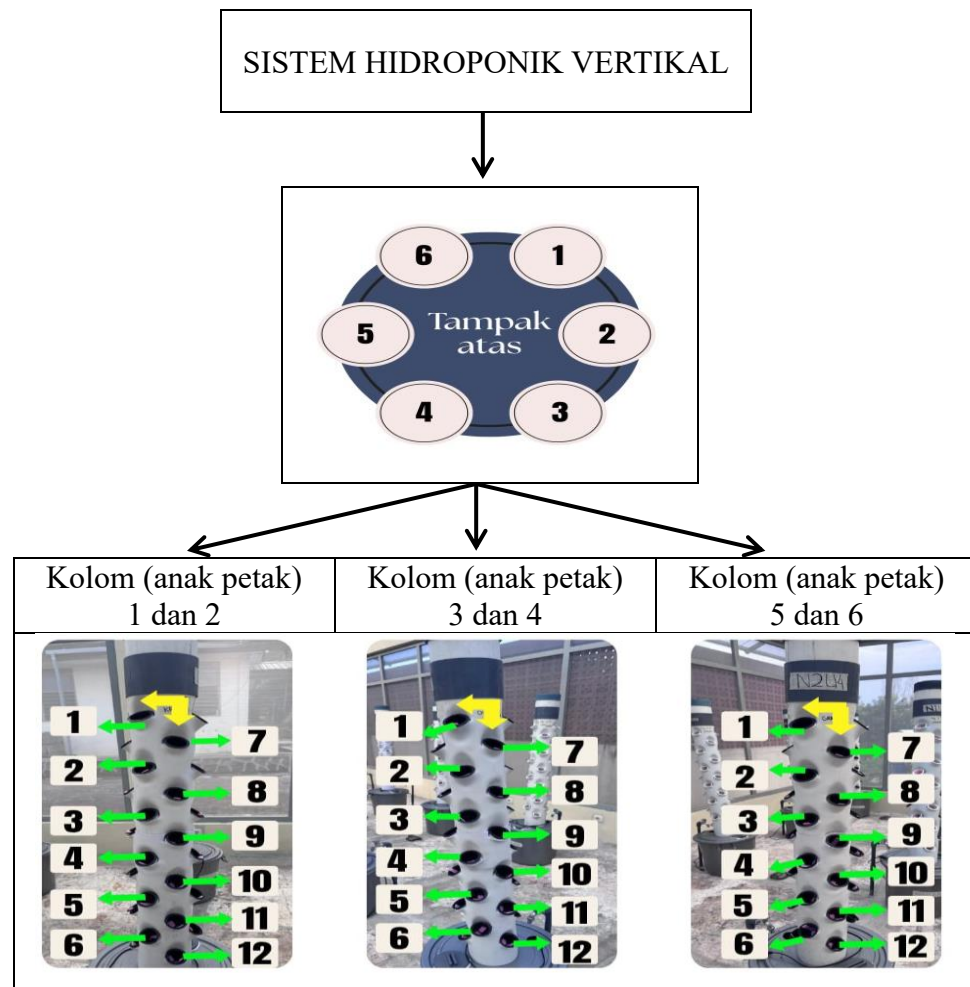
Materi yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas alat dan bahan. Bahan yang digunakan meliputi benih pakcoy varietas Nauli F1 (Lampiran.2), nutrisi AB *mix* (15% N; 18,6% Ca; N 13%; 38,2% K; 13% Fe; 46% N; 36,11% Ca; 13% S; 9,6% Mg; 21% N; 24% S; 28,2 K; 22,7% P; 15% Zn; 13% Mn; 15% Cu; 43,2% P; 185 S; 31,43 B; 0,4% N; 39,6% Mo; 49,80% K) taraf berbeda, silika cair, media *rockwool*, insektisida dengan bahan aktif profenofos 500 g/L, fungisida berbahan aktif propineb 70%, dan kain flannel. Alat yang digunakan dalam penelitian, meliputi pompa air, pipa instalasi, netpot, nampan, gergaji kecil, jerigen, gelas ukur, solasi, penggar, spidol putih, timbangan digital, timbangan analitik, bolpoin, TDS meter, pH meter, termohigrometer, ember untuk wadah larutan nutrisi, pengaduk, spektrofotometer *UV-Vis*, mortar dan alu, oven, gunting/*cutter*, *sprayer*, kuvet, SPAD meter, *blander*, *electric stove*, alat tulis, laptop dan *handphone*.

3.2. Metode Penelitian

3.2.1. Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan percobaan split plot dengan 4 taraf petak utama dan 3 taraf anak petak dengan dasar Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 kali ulangan, sehingga terdapat 48 unit percobaan penelitian (Lampiran 1). Setiap satu unit percobaan berisi 12 tanaman pakcoy, sehingga total seluruh tanaman pakcoy pada penelitian ini yaitu 576 tanaman. Perlakuan petak utama adalah taraf Nitrogen pada nutrisi hidroponik (N1) yaitu nitrogen 70 ppm, (N2) 140 ppm, (N3) 210 ppm (kontrol), dan (N4) 280 ppm (Lampiran 5). Perlakuan anak petak adalah konsentrasi silika (S1) 0% (v/v) (kontrol), (S2) 2,5% (v/v), dan (S3) 5% (v/v) (Lampiran 9).

Data hasil pengamatan kemudian dianalisa menggunakan analisis ragam *analysis of variance* (ANOVA) pada taraf nyata 5% untuk mengetahui adanya pengaruh perlakuan. Apabila terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan taraf signifikansi 5% untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan. Ilustrasi bagan instalasi sistem hidroponik vertikal yang digunakan pada penelitian ini, disajikan pada Ilustrasi 1.



Ilustrasi 1. Sistem Hidroponik Vertikal

3.2.2. Prosedur Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan melalui beberapa tahap yaitu sterilisasi *greenhouse*, penyemaian benih, pindah tanam, pembuatan nutrisi, aplikasi silika, pemeliharaan, pemanenan, pengamatan parameter dan analisis data.

Sterilisasi *greenhouse*. Penelitian diawali dengan kegiatan sterilisasi *greenhouse* yang bertujuan untuk meminimalkan serangan hama dan penyakit. Sterilisasi *greenhouse* dilakukan dengan beberapa kegiatan, seperti menyapu *greenhouse*, membersihkan instalasi dan ember instalasi hidroponik, serta

penyemprotan insektisida dan fungisida. Kemudian dilakukan monitoring instalasi hidroponik untuk memastikan instalasi tidak bocor dan pemberian tanda pada setiap instalasi sesuai dengan perlakuan dan *layout* penelitian. Kegiatan sterilisasi *greenhouse* disajikan pada Ilustrasi 2.



(a)



(b)



(c)

Ilustrasi 2. Sterilisasi *Greenhouse*. (a) Aplikasi insektisida dan fungisida, (b) Pembersihan instalasi hidroponik, dan (c) Monitoring instalasi

Persiapan media tanam. Media tanam yang digunakan dalam budidaya pakcoy hidroponik yaitu *rockwool* yang dipotong menjadi beberapa bagian dan ditata diatas nampan. Kemudian *rockwool* dibasahi dengan air untuk memudahkan tahap pelubangan. Selanjutnya pembuatan lubang tanam yang dilakukan dengan cara melubangi *rockwool* untuk memudahkan peletakkan benih tanaman pakcoy. Kegiatan persiapan media tanam disajikan pada Ilustrasi 3.



(a)



(b)



(c)

Ilustrasi 3. Persiapan Media Tanam. (a) Pemotongan media *rockwool*, (b) Pembasahan media *rockwool*, (c) Pelubangan media *rockwool*.

Penyemaian benih. Benih pakcoy disemai pada media *rockwool* yang telah dibasahi air dan dilubangi dengan cara dimasukkan ke dalam lubang *rockwool*. Satu lubang berisi satu benih pakcoy dan penyemaian dilakukan pada pagi hari. Setelah proses persemaian, nampan diletakkan di tempat teduh yang tidak terpapar oleh sinar matahari secara langsung. Setelah satu hari, benih yang telah disemai selanjutnya dipindah ke tempat yang terkena sinar matahari langsung agar benih tidak mengalami etiolasi. Benih pakcoy yang sedang disemai disiram setiap pagi dan sore hari agar media *rockwool* tetap lembab. Benih disemai selama 14 hari sampai tanaman pakcoy memiliki dua daun sejati. Kegiatan penyemaian benih disajikan pada Ilustrasi 4.



(a)



(b)

Ilustrasi 4. Penyemaian Benih. (a) Penyemaian benih, dan (b) Benih pakcoy yang digunakan pada penelitian.

Pembuatan larutan nutrisi. Nutrisi diberikan setiap hari dengan cara dialirkan pada instalasi menggunakan formulasi Hoagland dan Arnon (1938) (Lampiran. 3) dengan berbagai taraf nitrogen (N) (Lampiran. 6). Konsentrasi nutrisi diperiksa setiap sore menggunakan (*Total Dissolved Solids*) TDS meter. Konsentrasi ppm larutan AB *mix* yang digunakan yaitu 1000 ppm. Penambahan nutrisi dilakukan dengan mengambil larutan dengan gelas ukur, kemudian dituang ke ember instalasi. Kegiatan pembuatan larutan nutrisi disajikan pada Ilustrasi 5.



(a)



(b)



(c)

Ilustrasi 5. Pembuatan Larutan Nutrisi. (a) Penimbangan pupuk, (b) Pengenceran nutrisi, (c) Pengecekan ppm dan pH nutrisi.

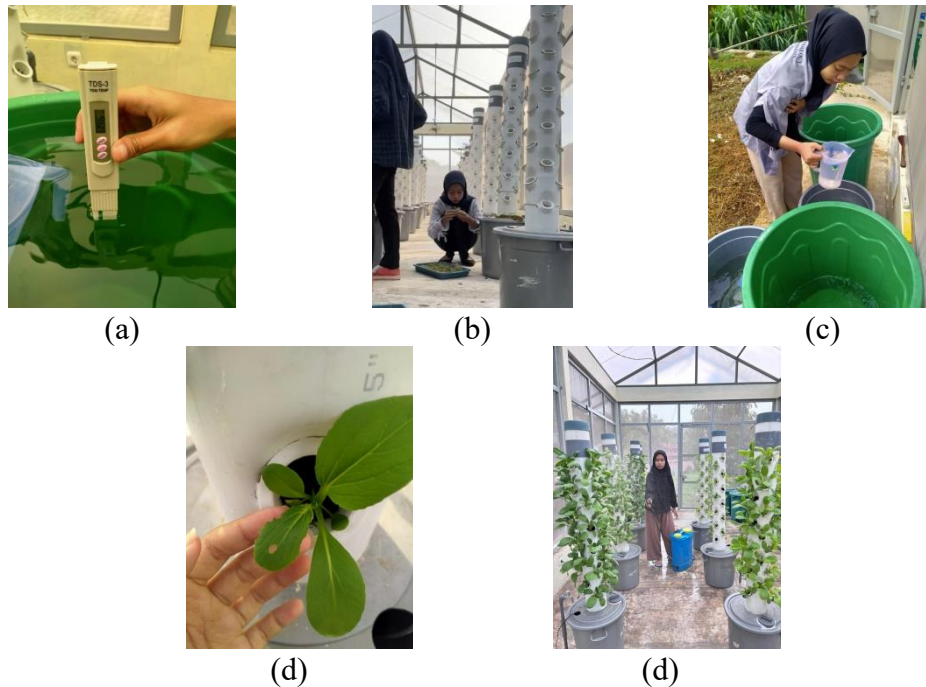
Pindah tanam. Benih yang telah berkecambah atau telah berumur 14 hari setelah semai (HSS) dipindah ke instalasi. Pindah tanam dilakukan dengan hati-hati agar tidak merusak tanaman, dan dilakukan pada sore hari. Kegiatan pindah tanam disajikan pada Ilustrasi 6.



(a)

Ilustrasi 6. Pindah Tanam. (a) Pindah tanam bibit pakcoy.

Pemeliharaan. Tahapan pemeliharaan meliputi penyulaman yang dilakukan dengan mengganti pakcoy yang kurang optimal dengan tanaman baru. Monitoring secara berkala untuk memantau pertumbuhan tanaman pakcoy. Penggantian larutan nutrisi dilakukan setiap 2 minggu sekali. Dan penyemprotan insektisida dilakukan 1x selama masa tanam. Kegiatan pemeliharaan disajikan pada Ilustrasi 7.



Ilustrasi 7. Pemeliharaan. (a) Pengecekan ppm nutrisi, (b) Penyulaman, (c) Penggantian nutrisi, (c) Monitoribn, dan (d) Penyemprotan insektisida.

Aplikasi silika. Pemberian atau aplikasi silika dilakukan mulai pada 14 hari setelah tanam (HST) dengan interval waktu setiap 7 hari, yaitu 14, 21, 28 HST. Aplikasi silika cair saat memasuki fase vegetatif mampu memicu pertambahan luas daun dan akumulasi bobot basah tanaman (Zuhro *at al.*, 2023). Perlakuan silika terdiri atas tiga taraf, yaitu 0% (v/v), 2,5% (v/v), dan 5% (v/v). Setiap anak petak dalam satu instalasi berisi 12 unit tanaman pakcoy dan menerima 1000 ml larutan sesuai perlakuan. Sehingga, setiap satu unit tanaman pakcoy menerima larutan silika sebanyak $\pm 83,3$ ml (Lampiran 9). Pengaplikasian silika dilakukan dengan cara disemprotkan pada permukaan daun tanaman pakcoy secara merata. Penyemprotan dilakukan pada sore hari untuk mengurangi penguapan. Kegiatan aplikasi silika disajikan pada Ilustrasi 8.



(a)



(b)

Ilustrasi 8. Aplikasi Silika. (a) Pengenceran silika, dan (b) Pengaplikasian silika pada tanaman pakcoy.

Pemanenan. Proses pemanenan tanaman pakcoy varietas Nauli F1 dilakukan pada saat tanaman sudah berumur 35 HST. Ciri-ciri tanaman pakcoy yang siap dipanen, antara lain yaitu daun tanaman pakcoy berwarna hijau cerah dan mengkilap serta tidak kekuningan, batang bagian bawah menyerupai sendok, helaian daun bagian bawah telah melebar penuh. Proses panen telah dilakukan pada saat pagi hari dan dilakukan dengan cara mencabut tanaman pakcoy dari netpot dalam instalasi yang dilakukan secara hati-hati agar tidak terjadi kerusakan pada tanaman pakcoy. Kegiatan pemanenan disajikan pada Ilustrasi 9.



(a)

Ilustrasi 9. Pemanenan. (a) Tanaman pakcoy yang siap dipanen

3.2.3. Parameter Pengamatan

a. Parameter Morfologi

1) Tinggi Tanaman (cm)

Pengamatan parameter tinggi tanaman diukur dengan mengukur pangkal sampai ujung daun tertinggi tanaman dengan menggunakan alat ukur sentimeter. Parameter tinggi tanaman diamati saat tanaman pakcoy berumur 21, 28 HST dan 35 HST.

2) Jumlah Daun (helai)

Pengamatan parameter jumlah daun dihitung secara manual dengan menghitung jumlah daun yang telah membuka penuh pada setiap tanaman. Parameter jumlah daun diamati saat tanaman berumur 21, 28 HST dan 35 HST.

3) Panjang Akar (cm)

Pengamatan parameter panjang akar diamati dengan cara diukur dengan penggaris mulai dari leher akar sampai ujung akar tanaman. Parameter panjang akar diamati pada saat tanaman berumur 21 HST dan 35 HST.

b. Parameter Fisiologis

1) Kehijauan Daun

Pengukuran parameter kehijauan daun dianalisis menggunakan alat *Soil Plant Analysis Development* (SPAD meter). Parameter kehijauan daun diamati pada saat tanaman berumur 21, 28 dan 35 HST.

2) Kadar Klorofil (mg/g)

Parameter kadar klorofil dianalisis dengan pengambilan sampel daun kemudian ditimbang sebanyak 0,25 g setiap daunnya menggunakan timbangan analitik. Daun kemudian dihaluskan menggunakan mortar dan alu dengan ditambahkan aseton 80% hingga 25 mL. Setelah halus, larutan daun disaring menggunakan kertas *whatman* untuk memisahkan ekstrak dari padatan yang tidak larut dalam gelas beker dan kemudian ditutup rapat dengan aluminium foil. Ekstrak kemudian dipindah ke dalam kuvet dan diukur absorbansinya pada spektrofotometer *UV-vis*. Kadar klorofil dihitung menggunakan rumus berikut, (Harborne, 1987) :

$$\text{Total klorofil (mg/g)} = 20,2 \times A_{645 \text{ nm}} + 8,02 \times A_{663 \text{ nm}}$$

3) Kadar Karotenoid (mg/g)

Parameter kadar karotenoid dianalisis dengan pengambilan sampel daun kemudian ditimbang sebanyak 0,25 g setiap daunnya menggunakan timbangan analitik. Daun kemudian dihaluskan menggunakan mortar dan alu dengan ditambahkan aseton 80% hingga 25 mL. Setelah halus, larutan daun disaring menggunakan kertas *whatman* untuk memisahkan ekstrak dari padatan yang tidak larut dalam gelas beker dan kemudian ditutup rapat dengan aluminium foil. Ekstrak kemudian dipindah ke dalam kuvet dan diukur absorbansinya pada spektrofotometer *UV-vis*. Rumus perhitungan kadar karotenoid berdasarkan (Hendry and Grime, 1993) sebagai berikut:

$$\text{Karotenoid (mg/g)} = \frac{(A_{480} + 0,114 \times A_{663}) - (0,638 \times A_{645})}{112,5 \times W} \times V \times 10^3$$

Keterangan:

A₄₈₀ = absorbansi pada panjang gelombang 480 nm

A₆₄₅ = absorbansi pada panjang gelombang 645 nm

A₆₆₃ = absorbansi pada panjang gelombang 663 nm

V = volume dari ekstrak (mL)

W = berat basah dari sampel (g)

4) Serapan N Tanaman (g N/tanaman)

Analisis serapan nitrogen dilakukan dengan menggunakan metode Kjeldahl (1883). Metode ini diawali dengan menghancurkan sampel tanaman kering menggunakan *blander*. Sampel yang telah halus kemudian ditimbang seberat 0,3 gram, lalu dimasukkan ke dalam tabung kjeldahl dan ditambahkan satu spatula selenium. Setelah itu, 10 ml asam sulfat dimasukkan dan proses destruktif dilakukan di ruang asam menggunakan *electric stove* (300 watt) hingga larutan menjadi jernih, kemudian didinginkan kurang lebih 30 menit. Selanjutnya dilakukan proses destilasi dengan menyiapkan erlenmeyer 200 ml yang berisi 20 ml asam borat 4% dan 2 tetes indikator metil biru, kemudian erlenmeyer tersebut dipasang pada alat destilasi. Sampel hasil destruktif dimasukkan pada erlenmeyer 1000 ml yang telah dipanaskan diatas kompor, lalu ditambahkan 90 ml akuades dan 40 ml NaOH 405%. Sampel dipanaskan hingga larutan mendidih. Tahap akhir adalah proses titrasi hasil destilasi menggunakan HCL 0,1 N hingga terjadi perubahan warna. Hasil titrasi dihitung dengan rumus, sebagai berikut:

$$\%N = \frac{(T_s - T_0) \times 0,14 \times 0,14 \times 0,88}{B_s} \times 100 \%$$

$$\text{Serapan N} = \%N \times \text{BK total}/100$$

Keterangan:

T_s = Volume titran HCL 0,1 N yang digunakan untuk sampel (mL)

T₀ = Volume titran HCL 0,1 N untuk blanko (mL)

Bs = Berat sampel tanaman yang digunakan (mg)

Bk = Bobot kering total satu tanaman

4) Laju Pertumbuhan Nisbi / *Relative Growth Rate* (RGR) ($\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)

Laju pertumbuhan nisbi dianalisis saat tanaman berumur 14 HST dan saat 35 HST. Perhitungan laju pertumbuhan nisbi mengacu pada rumus sebagai berikut :

$$\text{Relative Growth Rate (RGR)} = \left(\frac{1}{W} \right) \times \left(\frac{dW}{dt} \right)$$

Keterangan:

W = Berat kering

$\left(\frac{dW}{dt} \right)$ = Perubahan berat kering per satuan waktu

c. Paramater Hasil

1) Bobot Segar Tajuk (g)

Pengamatan parameter bobot segar tajuk dilakukan dilakukan dengan cara tajuk dipisahkan dari akarnya dan diukur menggunakan timbangan digital. Parameter bobot segar tajuk tanaman diamati pada saat tanaman berumur 21 HST dan 35 HST.

2) Bobot Segar Akar (g)

Pengamatan parameter bobot segar akar dilakukan dengan cara akar dipisahkan dari tajuknya dan diukur dengan menggunakan timbangan digital. Parameter bobot segar akar tanaman diamati pada saat tanaman berumur 21 HST dan 35 HST.

3) Bobot Kering Tajuk (g)

Pengamatan parameter bobot kering tajuk dilakukan dengan cara mengambil sampel tajuk tanaman pakcoy. Setiap satu sampel percobaan yang telah ditimbang

bobot segarnya, kemudian dimasukkan ke dalam amplop cokelat dan dioven pada suhu 105°C selama 1 × 24 jam. Tajuk tanaman pakcoy yang telah dioven kemudian ditimbang dengan menggunakan timbangan digital. Parameter bobot kering tajuk tanaman pakcoy diamati pada saat tanaman berumur 21 HST dan 35 HST.

4) Bobot Kering Akar (g)

Diamati pada saat 21 HST dan panen. Pengamatan parameter bobot kering akar dilakukan dengan mengambil sampel akar tanaman. Setiap satu sampel percobaan yang telah ditimbang bobot segarnya dimasukkan ke amplop cokelat dan dioven dengan suhu 105°C selama 1 × 24 jam. Akar tanaman yang sudah dioven kemudian ditimbang dengan timbangan digital. Parameter bobot kering akar tanaman diamati pada saat tanaman berumur 21 HST dan 35 HST.

5) Indeks Panen

Pengamatan parameter indeks panen dilakukan dengan cara menimbang berat ekonomis (tajuk) tanaman dan berat biologis (akar dan tajuk) tanaman pakcoy yang dianalisis setelah tahap pemanenan, dan kemudian dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Indeks Panen} = \frac{\text{Berat segar tajuk}}{\text{Berat segar tajuk dan akar}}$$

3.3. Analisis Data

Model matematika yang menjelaskan setiap nilai pengamatan sesuai percobaan faktorial 4×3 dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yaitu sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + N_i + \delta_{ik} + S_j + (NS)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan:

Y_{ij} = Nilai pengamatan akibat pengaruh variasi konsentrasi nitrogen hidroponik ke-i dan silika ke-j serta ulangan ke-k

M = Rerata nilai populasi

N_i = Komponen pengaruh taraf ke-i dari faktor variasi konsentrasi nitrogen hidroponik ($i = 1, 2, 3$ dan 4)

δ_{ik} = Komponen pengaruh acak dari petak utama yang menyebar normal

S_j = Komponen pengaruh taraf ke-j dari faktor perbedaan konsentrasi silika ($j = 1, 2$ dan 3)

$(NS)_{ij}$ = Komponen pengaruh interaksi taraf ke-i dari faktor variasi konsentrasi nitrogen nutrisi hidroponik dan taraf ke-j dari faktor perbedaan konsentrasi silika yang berbeda

E_{ijk} = Komponen pengaruh acak dari anak petak yang menyebar normal

Hipotesis yang diuji.

1. Pengaruh variasi konsentrasi nitrogen hidroponik

$$H_0 : N_1 = N_2 = N_3 = N_4 = 0$$

Tidak ada pengaruh perbedaan faktor variasi nitrogen terhadap tanaman pakcoy pada hidroponik vertikal.

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } N_i \neq 0$$

Terdapat pengaruh perbedaan faktor variasi taraf nitrogen terhadap tanaman pakcoy pada hidroponik vertikal.

2. Pengaruh konsentrasi silika

$$H_0 : S_1 = S_2 = S_3 = 0$$

Tidak ada pengaruh perbedaan konsentrasi silika terhadap tanaman pakcoy pada hidroponik vertikal.

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } S_i \neq 0$$

Terdapat pengaruh perbedaan konsentrasi silika terhadap tanaman pakcoy pada sistem hidroponik vertikal.

3. Pengaruh interaksi variasi taraf konsentrasi nitrogen hidroponik dan perbedaan konsentrasi silika

$$H_0 : N_1S_1 = N_2S_1 = N_3S_1 = N_4S_1 = N_1S_2 = N_2S_2 = N_3S_2 = N_4S_2 = N_1S_3 = N_2S_3 = N_3S_3 = N_4S_3 = 0$$

Tidak ada pengaruh interaksi variasi konsentrasi nitrogen dan perbedaan konsentrasi silika terhadap tanaman pakcoy pada hidroponik vertikal.

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } N_iS_j \neq 0$$

Terdapat pengaruh interaksi variasi konsentrasi nitrogen dan perbedaan konsentrasi silika terhadap tanaman pakcoy pada hidroponik vertikal.

Data hasil pengamatan dianalisa menggunakan analisis ragam/*analysis of variance* (ANOVA) taraf nyata 5% untuk mengetahui adanya pengaruh perlakuan. Apabila terdapat pengaruh nyata maka dilanjut menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf signifikansi 5% untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan