

**TESIS**

**TOLERANSI PERTUMBUHAN DAN HASIL PAKCHOI UNGU  
(*Brassica rapa* var. *chinensis*) TERHADAP NAUNGAN DAN  
FREKUENSI PEMUPUKAN SERTA TEKNIK BUDIDAYA  
DAN POPULASI**

**GROWTH AND YIELD TOLERANCE OF PURPLE PAKCHOI  
(*Brassica rapa* var. *chinensis*) ON SHADING AND SPLIT  
FERTILIZER APPLICATIONS WITH CULTIVATION  
TECHNIQUES AND POPULATION**



**Lya Nailatul Fadilah  
05012682125002**

**PROGRAM STUDI ILMU TANAMAN  
PROGRAM PASCASARJANA  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2023**

## SUMMARY

**LYA NAILATUL FADILAH.** Growth and yield tolerance of purple pakchoi (*Brassica rapa* var. *chinensis*) on shading and split fertilizer applications with cultivation techniques and population. (Survised by **BENYAMIN LAKITAN** and **MARLINA**).

Open green space in urban areas can be utilized in many ways. Recently, more of the open space has been cultivated for vegetable productions, gradually shifted from houseplants to more productive plants that can be consumed and are beneficial to health. Urban vegetable farming can be conventionally practiced on a limited yard. Our research aimed to determine the tolerance limits of growth and yield of purple pakchoi (*Brassica rapa* var. *chinensis*) on shading, split fertilizer applications, cultivation techniques, and population. The research was arranged based on the Split Plot Design and carried out in two stages. The first stage of the research, treatment of shading as the main plot and the split fertilizer applications as a subplot. The second stage of the research, treatment of cultivation techniques as the main plot and the population as a subplot. The results showed that shading treatment at 0%, 45%, 55%, and 80% significantly affected morphological traits, including stem length, number of leaf, length and width of leaf blades, petiole length, canopy diameter, leaf SPAD, fresh and dry weight of leaf blades; petiole; stem; roots, and root length; but did not significantly affect the leaf thickness. Purple pakchoi prefers full sunlight; however, it can still grow and give optimal yields on 45%-55% shading. All properties affected by 80% shading inhibited growth. The leaf of purple pakchoi reached its maximum size at less than 14 days counted from the first day of leaf blade was fully unfolded. Purple pakchoi can be harvested at 35 days after planting. The accurate leaf area estimation in purple pakchoi can be achieved by using  $P \times L$  as predictor and calculated using power regression ( $R^2 = 0.9806$ ). The treatment of split fertilizer applications has no influence on the growth and yield of the purple pakchoi. The floating cultivation technique showed the best results on the growth of purple pakchoi, including the number of leaf, length and width of the leaf blade, petiole length, and canopy diameter. The yield of the purple pakchoi, such as the total fresh weight per plant, the total fresh weight per pot, fresh and dry weight of the leaf blade; petiole; stem; root, stem diameter, and root length are influenced by population density. Purple pakchoi gives optimal results on a population of 1-2 plants per pot with a pot area 530 cm<sup>2</sup>. The lower level of population, total fresh weight per plant will be high and the total fresh weight per area is low; the opposite nature applies. The specific leaf area of the purple pakchoi ranges from 22.2-25.8 cm<sup>2</sup> with a weight of > 0.01 g. Differences in cultivation techniques and populations have no effect on the morphology of purple pakchoi. Environmental temperature conditions and soil conditions do not lead excessive transpiration. The temperature of purple pakchoi leaves ranges from 29.8°C-33°C.

**Keywords:** *Cultivation Techniques, Leaf Area Estimation, Leaf Growth Rate, Population Density, Purple Pakchoi, Shading, Split Fertilizer Application*

## RINGKASAN

**LYA NAILATUL FADILAH.** Toleransi pertumbuhan dan hasil pakchoi ungu (*Brassica rapa* var. *chinensis*) terhadap naungan dan frekuensi pemupukan serta teknik budidaya dan populasi. (Dibimbing oleh **BENYAMIN LAKITAN** dan **MARLINA**).

Ruang terbuka hijau di kawasan perkotaan dapat dimanfaatkan dengan berbagai cara. Baru-baru ini, banyak ruang terbuka telah digunakan untuk budidaya sayuran, secara bertahap bergeser dari tanaman hias menjadi tanaman yang lebih produktif yang dapat dikonsumsi dan bermanfaat bagi kesehatan. Pertanian perkotaan dapat dilakukan secara konvensional di halaman yang terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui batas toleransi pertumbuhan dan hasil pakchoi ungu (*Brassica rapa* var. *chinensis*) terhadap naungan, frekuensi pemupukan, teknik budidaya, dan populasi. Penelitian ini disusun berdasarkan Rancangan Petak Terbagi (*Split Plot*) dan dilakukan dalam dua tahap. Penelitian tahap pertama, perlakuan naungan sebagai petak utama dan frekuensi pemupukan sebagai anak petak. Penelitian tahap kedua, perlakuan teknik budidaya sebagai petak utama dan populasi sebagai anak petak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan naungan pada 0%, 45%, 55%, dan 80% berpengaruh nyata terhadap sifat-sifat morfologi pertumbuhan, meliputi panjang batang, jumlah daun, panjang dan lebar helai daun, panjang tangkai daun, diameter kanopi, SPAD daun, berat segar dan kering helai daun; tangkai daun; batang; akar, dan panjang akar; tetapi secara tidak signifikan mempengaruhi ketebalan daun. Pakchoi ungu lebih menyukai sinar matahari penuh, namun masih dapat tumbuh dan memberikan hasil optimal pada naungan 45%-55%. Semua sifat yang dipengaruhi oleh naungan 80% menyebabkan pertumbuhan terhambat. Daun pakchoi ungu mencapai ukuran maksimal kurang dari 14 hari dihitung sejak hari pertama helaian daun terbuka penuh. Pakchoi ungu dapat dipanen pada umur 35 hari setelah tanam. Estimasi luas daun pakchoi ungu yang akurat dapat dicapai menggunakan  $P \times L$  sebagai prediktor dan dihitung menggunakan regresi power ( $R^2 = 0,9806$ ). Perlakuan frekuensi pemupukan tidak memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakchoi ungu. Teknik budidaya terapung menunjukkan hasil terbaik pada seluruh sifat-sifat pertumbuhan tanaman pakchoi ungu, meliputi jumlah daun, panjang dan lebar helai daun, panjang tangkai daun, dan diameter kanopi. Seluruh bagian hasil tanaman pakchoi ungu, seperti total berat segar per tanaman, total berat segar per pot, berat segar dan kering helai daun; tangkai daun; batang; akar, diameter batang, dan panjang akar dipengaruhi oleh kerapatan populasi. Pakchoi ungu memberikan hasil optimal pada populasi 1-2 tanaman per pot dengan luas area pot 530 cm<sup>2</sup>. Semakin sedikit populasi, total berat segar per tanaman akan tinggi dan total berat segar per luas area rendah; berlaku sifat sebaliknya. Luas daun spesifik pakchoi ungu berkisar antara 22,2-25,8 cm<sup>2</sup> dengan berat > 0,01 g. Perbedaan teknik budidaya dan populasi tidak berpengaruh terhadap morfologi pakchoi ungu. Kondisi suhu lingkungan dan kondisi tanah tidak menyebabkan transpirasi yang berlebih. Suhu daun pakchoi ungu berkisar antara 29,8°C-33°C.

**Kata Kunci :** *Estimasi Luas Daun, Frekuensi Pemupukan, Laju Pertumbuhan Daun, Naungan, Pakchoi Ungu, Populasi Tanaman, Teknik Budidaya*

**TESIS**

**TOLERANSI PERTUMBUHAN DAN HASIL PAKCHOI UNGU  
(*Brassica rapa* var. *chinensis*) TERHADAP NAUNGAN DAN  
FREKUENSI PEMUPUKAN SERTA TEKNIK BUDIDAYA  
DAN POPULASI**

**Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Magister Sains (M.Si.)  
Pada Program Studi Ilmu Tanaman Program Pascasarjana  
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya**



**Lya Nailatul Fadilah  
05012682125002**

**PROGRAM STUDI ILMU TANAMAN  
PROGRAM PASCASARJANA  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

### TOLERANSI PERTUMBUHAN DAN HASIL PAKCHOI UNGU (*Brassica rapa* var. *chinensis*) TERHADAP NAUNGAN DAN FREKUENSI PEMUPUKAN SERTA TEKNIK BUDIDAYA DAN POPULASI

#### TESIS

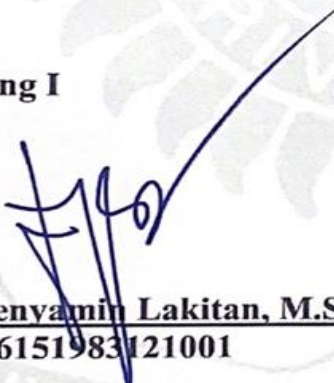
Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Magister Sains (M.Si.)  
Pada Program Studi Ilmu Tanaman Program Pascasarjana  
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya


Oleh:

**Lya Nailatul Fadilah**  
**05012682125002**

Pembimbing I

Palembang, 13 Januari 2023  
Pembimbing II

  
Prof. Ir. Benyamin Lakitan, M.Sc., Ph.D.  
NIP 196006151983121001

  
Dr. Ir. Marlina, M.Si.  
NIP 196106211986022005

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Pertanian

  
Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr.  
NIP 196412291990011001

Tesis dengan judul “Toleransi pertumbuhan dan hasil pakchoi ungu (*Brassica rapa* var. *chinensis*) terhadap naungan dan frekuensi pemupukan serta teknik budidaya dan populasi” oleh Lya Nailatul Fadilah telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Tesis Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 14 Desember 2022 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan dari tim penguji.

### Komisi Penguji

1. **Prof. Ir. Benyamin Lakitan, M.Sc., Ph.D.** Ketua (.....)  
NIP 196006151983121001

2. **Dr. Ir. Marlina, M.Si.** Sekretaris (.....)  
NIP 196106211986022005

3. **Dr. Ir. Zaidan, M.Sc.** Anggota (.....)  
NIP 195906211986021001

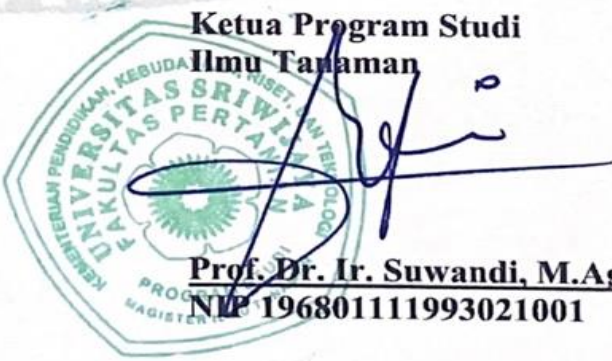
4. **Dr. Ir. Susilawati, M.Si.** Anggota (.....)  
NIP 196712081995032001

Palembang, 13 Januari 2023

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Pertanian

Ketua Program Studi  
Ilmu Tanaman

  
**Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M.Agr.**  
NIP 196412291990011001

  
**Prof. Dr. Ir. Suwandi, M.Agr.**  
NIP 196801111993021001

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lya Nailatul Fadilah

NIM : 05012682125002

Judul : Toleransi pertumbuhan dan hasil pakchoi ungu (*Brassica rapa* var. *chinensis*) terhadap naungan dan frekuensi pemupukan serta teknik budidaya dan populasi.

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam tesis ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya, dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiarasi dalam tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Palembang, 11 Januari 2023



[Lya Nailatul Fadilah]

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis bernama lengkap Lya Nailatul Fadilah, lahir di Kayuagung pada 29 Oktober 1999. Penulis merupakan anak ke-2 dari dua bersaudara dari pasangan bapak Turmudi dan Ibu Hidayah.

Selama hidupnya penulis telah menempuh pendidikan Taman Kanak-kanak di TK Dharma Wanita, Desa Bumi Harapan, Kecamatan Teluk Gelam pada tahun 2003-2005. Penulis melanjutkan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 1 Desa Bumi Harapan, Kecamatan Teluk Gelam pada tahun 2005-2011 dan menempuh pendidikan menengah pertama di MTs Nurul Qolam Lempuing, Ogan Komering Ilir pada tahun 2011-2014. Penulis menempuh pendidikan menengah atas di SMA Negeri 3 Kayuagung pada tahun 2014-2017 dan melanjutkan pendidikan sarjana di Universitas Sriwijaya, program studi Agroekoteknologi pada tahun 2017-2020. Pada tahun 2021 penulis mulai terdaftar sebagai mahasiswa dan aktif menempuh pendidikan di Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya pada program studi Ilmu Tanaman.

Selama masa perkuliahan penulis aktif dalam kegiatan akademik seperti penulisan artikel ilmiah untuk publikasi nasional dan internasional bereputasi, ikut serta dalam seminar nasional dan internasional; yaitu, sebagai peserta pada 1<sup>st</sup> International Convergence on Assessment and Development for Agricultural Innovation (ICADAI), BBP2TP Litbang Pertanian, Indonesia tahun 2021 dan Participant of 3<sup>rd</sup> International Modern Scientific Research Congress, İstanbul Gedik University, İstanbul, Turkey tahun 2022. Selama menempuh pendidikan, penulis juga menerima dana dari Program Penelitian Profesi, Universitas Sriwijaya, Indonesia; yang diketuai oleh bapak Prof. Ir. Benyamin Lakitan, M.Sc., Ph.D. sebagai pendanaan dalam perkuliahan, penelitian, dan publikasi.



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan kemudahan dan melimpahkan rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Toleransi pertumbuhan dan hasil pakchoi ungu (*Brassica rapa* var. *chinensis*) terhadap naungan dan frekuensi pemupukan serta teknik budidaya dan populasi” dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Prof. Ir. Benyamin Lakitan, M.Sc., Ph.D. dan ibu Dr. Ir. Marlina, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan dan memfasilitasi kegiatan penelitian ini. Terima kasih kepada bapak Dr. Ir. Zaidan, M.Sc. dan ibu Dr. Ir. Susilawati, M.Si. selaku dosen pembahas yang telah memberikan masukan dan saran kepada penulis. Penelitian ini didanai dari Program Penelitian Profesi, Universitas Sriwijaya, Indonesia. Dekrit 0111/UN9.3.1/SK/2022 yang diketuai oleh bapak Prof. Ir. Benyamin Lakitan, M.Sc., Ph.D. Sehingga, tidak diperkenankan untuk menyebar dan mempublikasi semua data pada tesis ini tanpa izin tertulis dari bapak Prof. Ir. Benyamin Lakitan, M.Sc., Ph.D. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua, mas Yusup Hendriyanto, Fahmi Febrianto Rizqi dan keluarga, Ulfa Ardy Pramesti, Kholisa Aulia Kosasih, Tim peneliti JB (ibu Dora, pak Fitra, kak Ali, kak Ikuh, kak Fei, dan Goppi-san) dan teman-teman yang telah memberikan dukungan, semangat, dan motivasi tanpa pernah reda kepada penulis, hingga akhirnya penulisan tesis ini dapat selesai tepat waktu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan tesis ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis menerima semua kritik dan saran yang bersifat membangun dan mendukung penelitian ini. Akhir kata, penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat digunakan dengan sebaik-baiknya.

Palembang, Januari 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan .....	4
1.4. Hipotesis .....	4
1.5. Manfaat .....	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1. Tanaman Pakchoi Ungu .....	6
2.1.1. Sejarah Tanaman Pakchoi .....	6
2.1.2. Klasifikasi dan Morfologi .....	6
2.1.3. Budidaya Tanaman .....	7
2.2. Intensitas Cahaya Matahari .....	8
2.3. Frekuensi Pemupukan.....	9
2.4. Teknik Budidaya .....	10
2.5. Populasi Tanaman.....	11
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	13
3.1. Tempat dan Waktu.....	13
3.2. Alat dan Bahan .....	13
3.3. Metode Penelitian .....	13
3.3.1. Penelitian Tahap Pertama .....	13
a. Rancangan Penelitian .....	13
b. Analisis Data .....	14
c. Cara Kerja .....	15
d. Peubah yang Diamati .....	16

3.3.2. Penelitian Tahap Kedua .....	19
a. Rancangan Penelitian .....	19
b. Analisis Data .....	20
c. Cara Kerja .....	20
d. Peubah yang Diamati .....	21
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>26</b>
4.1. Hasil .....	26
4.1.1. Penelitian Tahap Pertama .....	26
1) Panjang Batang (cm) .....	28
2) Jumlah Daun .....	28
3) Panjang Helai Daun (cm) .....	29
4) Lebar Helai Daun (cm) .....	30
5) Panjang Tangkai Daun (cm) .....	30
6) Diameter Kanopi (cm) .....	31
7) Tebal Daun (mm) .....	32
8) Klorofil Daun .....	32
9) Total Berat Segar Tanaman (g) .....	33
10) Berat Segar (BS) dan Berat Kering (BK) Helai Daun .....	34
11) Berat Segar (BS) dan Berat Kering (BK) Tangkai Daun .....	34
12) Berat Segar (BS) dan Berat Kering (BK) Batang .....	35
13) Panjang, Berat Segar (BS), dan Berat Kering (BK) Akar .....	36
14) Laju Pertumbuhan Daun .....	37
15) Estimasi Luas Daun .....	40
4.1.2. Penelitian Tahap Kedua .....	42
1) Jumlah Daun .....	44
2) Panjang Helai Daun (cm) .....	45
3) Lebar Helai Daun (cm) .....	45
4) Panjang Tangkai Daun (cm) .....	46
5) Diameter Kanopi (cm) .....	47
6) Total Berat Segar Tanaman (g) .....	48

7) Berat Segar (BS), Berat Kering (BK), dan Kadar Air (KA) Helai Daun .....	48
8) Berat Segar (BS), Berat Kering (BK), dan Kadar Air (KA) Tangkai Daun .....	49
9) Diameter, Berat Segar (BS), Berat Kering (BK), dan Kadar Air (KA) Batang .....	50
10) Panjang, Berat Segar (BS), Berat Kering (BK), dan Kadar Air (KA) Akar .....	51
11) Analisis Daun .....	52
12) Analisis Tumbuh .....	54
13) Suhu dan Kelembaban .....	54
4.2. Pembahasan .....	57
4.2.1. Respon Pakchoi Ungu Terhadap Naungan .....	57
4.2.2. Respon Pakchoi Ungu Terhadap Frekuensi Pemupukan .....	61
4.2.3. Respon Pakchoi Ungu Terhadap Teknik Budidaya .....	61
4.2.4. Respon Pakchoi Ungu Terhadap Populasi .....	64
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....	66
5.1. Kesimpulan .....	66
5.2. Saran .....	66
DAFTAR PUSTAKA .....	67
LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Pakchoi ungu ( <i>Brassica rapa</i> var. <i>chinensis</i> ) .....	7
Gambar 3.1. Naungan <i>polyethylene</i> dengan taraf 45% (N1), 55% (N2), dan 80% (N3) .....	14
Gambar 3.2. Perbedaan teknik budidaya .....	19
Gambar 3.3. Susunan posisi tanaman pada kerapatan populasi yang berbeda .....	20
Gambar 3.4. Rumus kadar air .....	23
Gambar 4.1. Efek naungan dan frekuensi pemupukan pada pakchoi ungu .....	26
Gambar 4.2. Efek naungan (A), frekuensi pemupukan (B), dan interaksi keduanya (C) terhadap panjang batang pakchoi ungu .....	28
Gambar 4.3. Efek naungan (A), frekuensi pemupukan (B), dan interaksi keduanya (C) terhadap jumlah daun pakchoi ungu .....	29
Gambar 4.4. Efek naungan (A), frekuensi pemupukan (B), dan interaksi keduanya (C) terhadap panjang helai daun pakchoi ungu ..	29
Gambar 4.5. Efek naungan (A), frekuensi pemupukan (B), dan interaksi keduanya (C) terhadap lebar helai daun pakchoi ungu .....	30
Gambar 4.6. Efek naungan (A), frekuensi pemupukan (B), dan interaksi keduanya (C) terhadap panjang tangkai daun pakchoi ungu .....	31
Gambar 4.7. Efek naungan (A), frekuensi pemupukan (B), dan interaksi keduanya (C) terhadap diameter kanopi pakchoi ungu.....	31
Gambar 4.8. Efek naungan (A), frekuensi pemupukan (B), dan interaksi keduanya (C) terhadap tebal daun pakchoi ungu .....	32
Gambar 4.9. Efek naungan (A), frekuensi pemupukan (B), dan interaksi keduanya (C) terhadap SPAD daun pakchoi ungu .....	33
Gambar 4.10. Efek naungan (A), frekuensi pemupukan (B), dan interaksi keduanya (C) terhadap total berat segar pakchoi ungu .....	33
Gambar 4.11. Laju pertumbuhan panjang dan lebar daun pakchoi ungu pada naungan 0% (A;B), 45% (C;D), 55% (E;F), dan 80% (G;H) .....	38
Gambar 4.12. Laju pertumbuhan panjang $\times$ lebar daun pakchoi ungu pada naungan 0% (A), 45% (B), 55% (C), dan 80% (D)....	39

Gambar 4.13. Estimasi luas daun pakchoi ungu menggunakan regresi power (A), linier zero-intercept (B), dan polinomial (C) untuk prediktor ganda .....	41
Gambar 4.14. Estimasi luas daun pakchoi ungu menggunakan regresi power (A;B), linier zero-intercept (C;D), dan polinomial (E;F) untuk prediktor tunggal .....	42
Gambar 4.15. Efek teknik budidaya (A), populasi (B), dan interaksi keduanya (C) terhadap jumlah daun pakchoi ungu .....	44
Gambar 4.16. Efek teknik budidaya (A), populasi (B), dan interaksi keduanya (C) terhadap panjang helai daun pakchoi ungu ..	45
Gambar 4.17. Efek teknik budidaya (A), populasi (B), dan interaksi keduanya (C) terhadap lebar helai daun pakchoi ungu .....	46
Gambar 4.18. Efek teknik budidaya (A), populasi (B), dan interaksi keduanya (C) terhadap panjang tangkai daun pakchoi ungu .....	46
Gambar 4.19. Efek teknik budidaya (A), populasi (B), dan interaksi keduanya (C) terhadap diameter kanopi pakchoi ungu.....	47
Gambar 4.20. Efek perbedaan teknik budidaya dan populasi pada pakchoi ungu .....	47
Gambar 4.21. Efek teknik budidaya (A), populasi (B), dan interaksi keduanya (C) terhadap total berat segar per tanaman dan total berat segar per pot .....	48
Gambar 4.22. Efek populasi terhadap panjang akar pakchoi ungu .....	52
Gambar 4.23. Efek teknik budidaya dan populasi terhadap rasio panjang dan lebar daun (A;B) dan rasio panjang daun dan panjang tangkai daun (C;D).....	53
Gambar 4.24. Efek teknik budidaya dan populasi terhadap <i>specific leaf area</i> (A;B) dan <i>specific leaf weight</i> (C;D) .....	54
Gambar 4.25. Efek teknik budidaya dan populasi terhadap suhu (A-C) dan kelembaban (D-F) tanah .....	55
Gambar 4.26. Efek teknik budidaya (A), populasi (B), dan interaksi keduanya (C) terhadap suhu daun pakchoi ungu .....	56
Gambar 4.27. Efek teknik budidaya dan populasi terhadap suhu daun pakchoi ungu .....	56

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Taraf pemberian pupuk .....	14
Tabel 4.1. Nilai F hitung dan koefisien keragaman hasil perlakuan naungan, frekuensi pemupukan, dan interaksi keduanya terhadap pertumbuhan pakchoi ungu .....	27
Tabel 4.2. Nilai F hitung dan koefisien keragaman hasil perlakuan naungan, frekuensi pemupukan, dan interaksi keduanya terhadap hasil pakchoi ungu .....	27
Tabel 4.3. Pengaruh naungan, frekuensi pemupukan, dan interaksi keduanya terhadap berat segar (BS) dan berat kering (BK) helai daun .....	34
Tabel 4.4. Pengaruh naungan, frekuensi pemupukan, dan interaksi keduanya terhadap berat segar (BS) dan berat kering (BK) tangkai daun .....	35
Tabel 4.5. Pengaruh naungan, frekuensi pemupukan, dan interaksi keduanya terhadap berat segar (BS) dan berat kering (BK) batang .....	36
Tabel 4.6. Pengaruh naungan, frekuensi pemupukan, dan interaksi keduanya terhadap panjang, berat segar (BS), dan berat kering (BK) akar .....	37
Tabel 4.7. Persamaan regresi dan estimasi luas daun (LA) pakchoi ungu pada regresi power, linier zero-intercept, dan polinomial.....	40
Tabel 4.8. Nilai F hitung dan koefisien keragaman hasil perlakuan teknik budidaya, populasi, dan interaksi keduanya terhadap pertumbuhan pakchoi ungu .....	43
Tabel 4.9. Nilai F hitung dan koefisien keragaman hasil perlakuan teknik budidaya, populasi, dan interaksi keduanya terhadap hasil pakchoi ungu .....	44
Tabel 4.10. Pengaruh teknik budidaya, populasi, dan interaksi keduanya terhadap berat segar (BS), berat kering (BK), dan kadar air (%) helai daun .....	49
Tabel 4.11. Pengaruh teknik budidaya, populasi, dan interaksi keduanya terhadap berat segar (BS), berat kering (BK), dan kadar air (%) tangkai daun .....	50
Tabel 4.12. Pengaruh teknik budidaya, populasi, dan interaksi keduanya terhadap diameter, berat segar (BS), berat kering (BK), dan kadar air (%) batang .....	51
Tabel 4.13. Pengaruh teknik budidaya, populasi, dan interaksi keduanya terhadap panjang, berat segar (BS), berat kering (BK), dan kadar air (%) akar .....	52

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan Total Dosis Pakchoi Ungu .....	79
Lampiran 2. Pelaksanaan Penelitian Tahap Pertama .....	80
Lampiran 3. Denah Penelitian Tahap Pertama .....	81
Lampiran 4. Pelaksanaan Penelitian Tahap Kedua .....	82
Lampiran 5. Denah Penelitian Tahap Kedua .....	83



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Seiring berjalannya waktu, luas lahan hijau terbuka di kawasan urban semakin berkurang. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh desakan sosial ekonomi, kebijakan publik, kondisi fisik agroekosistem, dan peningkatan nilai ekonomi lahan untuk dikonservasi sebagai pemukiman (Ustaoglu dan Williams, 2017; Rondhi *et al.*, 2018). Sementara itu, keberadaannya perlu dijaga demi menjaga kenyamanan, mempertahankan kesehatan lingkungan, dan estetika.

Ruang terbuka hijau di kawasan urban dapat dimanfaatkan dengan berbagai cara. Secara tradisional, ruang terbuka hijau yang tersedia digunakan untuk perumahan, komunitas, dan taman kota. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah kegiatan pertanian perkotaan. Intensifikasi kegiatan perkotaan dapat meningkatkan ekologi dan estetika lingkungan hidup serta meningkatkan ketersediaan sayuran segar dan sehat bagi masyarakat perkotaan (Lakitan, 2021).

Hal ini didukung kondisi masyarakat yang cenderung menerima pertanian di dekat tempat tinggal (Greibitus *et al.*, 2020). Kegiatan ini dapat meningkatkan kedaulatan pangan perkotaan, peran masyarakat, menerapkan ilmu pengetahuan dan teknologi yang dikembangkan oleh institusi pendidikan dan lembaga riset (Ferreira *et al.*, 2018; Yoshida dan Yagi, 2021), serta dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat 27.66%, memperkuat kapasitas masyarakat 55.95%, dan memberikan dukungan modal usaha 36.72% (Surya *et al.*, 2020). Di sisi lain, kondisi pandemi juga mempengaruhi pasokan dan ketersediaan pangan segar terutama buah dan sayuran di perkotaan (Lal, 2020).

Budidaya sayuran pada pertanian perkotaan dapat dilakukan di lahan yang terbatas. Tanaman sayuran (*olericultura*) dipilih karena memiliki siklus panen yang pendek, proses budidayanya tidak harus pada lahan yang luas, merupakan sumber vitamin, mineral, dan memiliki nilai estetika. Orsini, *et al.* (2013) menyatakan, budidaya sayuran di perkotaan efisien dalam pemanfaatan sarana produksi, memiliki nilai tambah, dan menyediakan produk yang segar. Walters dan Midden (2018) menyarankan tanaman sayuran dengan akar dangkal.

Pakchoi ungu dapat digunakan sebagai alternatif tanaman budidaya sekaligus memberikan nilai estetika karena warnanya yang menarik. Pakchoi (*Brassica rapa* var. *chinensis*) adalah sayuran yang umum dikonsumsi secara global (Zhang *et al.*, 2014), terutama di Indonesia (Priadi dan Nuro, 2017). Tanaman ini digemari karena rasanya yang enak, mudah dibudidayakan, bernilai ekonomis tinggi, dan baik untuk melengkapi selenium bagi manusia (Wahyuningsih *et al.*, 2016; Li *et al.*, 2018). Kultivar yang digunakan adalah pakchoi ungu yang kaya antosianin, bernilai estetika, lebih menarik, dan berharga (Zhu *et al.*, 2017; Hao *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2014).

Dalam proses budidaya pakchoi ungu di perkotaan, perlu diketahui lebih lanjut mengenai batas toleransi pertumbuhan dan hasil pakchoi ungu terhadap intensitas cahaya matahari yang diterimanya. Diketahui bahwa cahaya matahari sangat penting bagi tanaman untuk melakukan metabolisme melalui proses fotosintesis. Proses tersebut akan berpengaruh pada pertumbuhan dan produksi tanaman. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengetahui batas toleransi cahaya matahari agar dapat dimanfaatkan tanaman secara optimal adalah pemberian naungan. Naungan telah banyak dilakukan pada budidaya pakchoi ungu di agroekosistem tropis (Abdel-Ghany dan Al-Helal, 2020).

Naungan, pada siang hari dapat menurunkan suhu tanah, memelihara kelembaban tanah, dan melindungi tanaman dari derasnya terpaan air hujan (Setyowati, 2011). Beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa, naungan dapat meningkatkan jumlah daun pakchoi dan sawi (Andini dan Yuliani, 2020; Mansyur *et al.*, 2014), serta meningkatkan tinggi dan berat kering tanaman bawang daun (*Allium fistulosum* L) (Anni *et al.*, 2013). Oleh karena itu, pada beberapa budidaya tanaman tertentu diperlukan naungan untuk mengatur intensitas cahaya matahari.

Faktor lain seperti pemberian nutrisi juga perlu diperhatikan melalui frekuensi pemupukan yang tepat untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kehilangan pupuk (Rahayu *et al.*, 2015). Frekuensi pemupukan yang tepat yaitu diberikan saat tanaman membutuhkan. Hasil penelitian Ayal *et al.* (2018) menunjukkan bahwa waktu pemberian pupuk pada tanaman pakchoi (*Brassica rapa* L.) dengan frekuensi 3 kali/tanaman memberikan hasil yang signifikan pada jumlah daun. Hal ini menunjukkan bahwa frekuensi pemupukan harus diperhatikan agar

pemupukan menjadi lebih efisien. Frekuensi pemupukan meningkatkan hasil kailan dan kubis bunga (Fathin *et al.*, 2019). Selanjutnya, Susila (2013) menyatakan bahwa penggunaan pupuk NPK yang diaplikasikan secara terus-menerus dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Oleh sebab itu penggunaan pupuk harus memperhatikan tingkat kesuburan tanah, kebutuhan tanaman, dan perlindungan agroekosistem.

Teknik budidaya tanaman dapat dilakukan dengan berbagai metode. Selain budidaya secara konvensional, teknik terapung dapat digunakan untuk budidaya pakchoi ungu. Salah satu keuntungan teknik budidaya terapung adalah tidak memerlukan penyiraman rutin, karena difusi air terjadi secara kontinu melalui dasar media tanam yang berada di permukaan air. Meskipun umumnya dilakukan untuk mempertahankan praktek budidaya pertanian di lahan rawa pada kondisi banjir atau penghujan (Chowdhury dan Moore, 2015; Siaga *et al.*, 2018; Jaya *et al.*, 2021; Kartika *et al.*, 2021; Siaga dan Lakitan, 2021), teknik budidaya terapung merupakan praktik yang ramah lingkungan, layak secara ekonomi dan sosial (Chowdhury dan Moore, 2017), serta direkomendasikan untuk pertanian perkotaan berkelanjutan yang ekologis (Zhang, *et al.*, 2014). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Orsini *et al.* (2014) di Bologna, Italia; pertanian perkotaan dapat memenuhi hingga 77% kebutuhan pasokan sayuran segar.

Beberapa tanaman memberikan hasil terbaik melalui teknik budidaya terapung seperti kangkung (Bernas *et al.*, 2012), bayam (Syafriullah, 2014), cabai (Siaga *et al.*, 2018), terong hijau (Jaya *et al.*, 2019), sawi hijau (Siaga dan Lakitan, 2021), tatsoi (Kartika *et al.*, 2021), dan daun seledri (Jaya *et al.*, 2021). Akan tetapi, budidaya sayuran di lahan terbuka dibatasi oleh serangan hama dan penyakit yang dapat menurunkan kualitas hasil (Kumar dan Kumar, 2020). Oleh sebab itu digunakan jaring transparan untuk mencegah penurunan kualitas pertumbuhan dan hasil. Budidaya yang dilindungi memiliki ruang lingkup yang lebih besar untuk mencapai hasil terbaik pada sektor sayuran bahkan dengan lahan yang terbatas (Kumar dan Kumar, 2020).

Kondisi lahan hijau terbuka di perkotaan yang terbatas sebaiknya dapat dimanfaatkan secara optimal. Hal yang dapat dilakukan adalah pengaturan populasi tanaman. Firmansyah *et al.* (2009) menyatakan bahwa pengaturan jarak tanam atau

populasi tanaman akan mempengaruhi tingkat kompetisi antar tanaman, sehingga mempengaruhi pertumbuhan akibat kompetisi dalam mendapatkan air, unsur hara, dan cahaya. Disamping itu, pengaturan populasi pakchoi ungu dilakukan untuk melihat seberapa efektif ruang kosong yang ada dapat digunakan secara maksimal, dengan meningkatkan produktivitas pada lahan yang sama, sehingga memberikan hasil yang lebih menguntungkan. Alfandi *et al.* (2017) menyatakan bahwa jarak tanam 10×15 cm di lapangan dapat meningkatkan hasil tanaman pakchoi.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Sampai batas mana tingkat toleransi pertumbuhan dan hasil pakchoi ungu terhadap naungan dan bagaimana pengaruhnya terhadap frekuensi pemupukan?
2. Bagaimana pengaruh teknik budidaya dan sampai batas mana tingkat toleransi pertumbuhan dan hasil pakchoi ungu terhadap kerapatan populasi?

### **1.3. Tujuan**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui batas toleransi akibat naungan dan pengaruh frekuensi pemupukan pada pertumbuhan dan hasil pakchoi ungu.
2. Mengetahui pengaruh teknik budidaya dan batas toleransi akibat kerapatan populasi pada pertumbuhan dan hasil pakchoi ungu.

### **1.4. Hipotesis**

Adapun hipotesis dari penelitian ini adalah :

1. Diduga pakchoi ungu masih dapat tumbuh dan memberikan hasil yang optimal pada intensitas naungan 0%-55% dan frekuensi pemupukan 2 kali pemberian selama periode tanam pada 14 HST dan 21 HST dengan total dosis yang sama efisien untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil pakchoi ungu.
2. Diduga pakchoi ungu pada teknik budidaya konvensional menunjukkan pertumbuhan dan hasil terbaik serta masih dapat tumbuh dan memberikan

hasil yang optimal pada populasi 1-2 tanaman per pot sehingga efektif untuk pemanfaatan lahan yang terbatas.

### **1.5. Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui respon dan batas toleransi pertumbuhan dan hasil pakchoi ungu terhadap naungan, frekuensi pemupukan dengan total dosis yang sama, perbedaan teknik budidaya, dan kerapatan populasi untuk pengembangan tanaman olericultura di kawasan perkotaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Ghany, A. M., and Al-Helal, I. M. 2020. Toward sustainable agriculture: jaring-houses instead of greenhouses for saving energy and water in arid regions. In: *Stagner J, Ting DK (Eds.). Sustaining Resources for Tomorrow. Springer, Cham*, 83-98. doi: 10.1007/978-3-030-27676-8\_11.
- Ackah, E., and R Kotei. 2021. Effect of drought length on the performance of cabbage (*Brassica oleracea var capitata*) in the forest-savannah transition zone, Ghana. *Plant Physiol Rep*, 26: 74-83.
- Adiwilaga. 2010. *Faktor-faktor yang Mempengaruhi Sisi Permintaan dan Sisi Penawaran Sayuran Sawi*. Bandung: Penerbit Alumni Bandung.
- Agusta, H., Kartika, J. G., and Sari, K. R. 2021. Nitrate concentration and accumulation on vegetables related to altitude and sunlight intensity. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 896, No. 1, p. 012052). IOP Publishing.
- Ahmad, U., dan Budiastra, I. W. 2002. *Panen dan Penanganan Pascapanen*. Bogor: Departemen Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian IPB.
- Alfandi., Budirahman, D., dan Hasikin, Z. 2017. Pengaruh kombinasi jarak tanam dan umur bibit terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica campestris* L.). *Jurnal Agroswagati*, 5(2): 610-619.
- Aminifard, M.H., Hossein, A., Atefe, A., dan Hamide, F. 2012. Effect of plant density and nitrogen fertilizer on growth, yield and fruit quality of sweet pepper (*Capsicum annum* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 7(6): 859-866.
- Andini, C., and Yuliani. 2020. Effect of shading treatment on the growth of pakcoy (*Brassica chinensis* L.) in low land area. *Lentera Bio*, 9(2): 105-108.
- Anni, I. A., Septianingsih, E., dan Haryani, S. 2013. Pengaruh naungan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bawang daun (*Allium Fistulosum* L.) di Bandungan, Jawa Tengah. *Jurnal Biologi*, 2(3): 31-400.
- António, C., Pöpke, C., Rocha, M., Diab, H., Limami, A.M., Obata, T., Fernie, A.R. and van Dongen, J.T. 2016. Regulation of primary metabolism in response to low oxygen availability as revealed by carbon and nitrogen isotope redistribution. *Plant Physiology*, 170(1): 43–56. doi: 10.1104/pp.15.00266.
- Armarego-Marriott, T., Sandoval-Ibañez, O. and Kowalewska, L. 2020. Beyond the darkness: recent lessons from etiolation and de-etiolation studies. *Journal of Experimental Botany*, 71(4): 1215–1225. doi: 10.1093/jxb/erz496.

- Ayal, Y. N., Kesaulya, H., dan Matulesy, F. 2018. Aplikasi integrasi pupuk npk dengan waktu pemberian pupuk organik cair pada tanaman pakcoy (*Brassica Rapa L.*). *Jurnal Budidaya Pertanian*, 14(1): 1858-4322.
- Bernas, S. M., Pohan, A., Fitri, S. N. A., dan Kurniawan, E. 2012. Model pertanian terapung dari bambu untuk budidaya kangkung darat (*Ipomoea reptans Poir.*) di lahan rawa. *Jurnal Lahan Suboptimal*, 1(2): 177-185.
- Budiarto, R., Poerwanto, R., Santosa, E., Efendi, D. and Agusta, A. 2019. Agronomical and physiological characters of kaffir lime (*Citrus hystrix DC*) seedling under artificial shading and pruning. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 31(3): 222–230. doi: 10.9755/ejfa.2019.v31.i3.1920.
- Burton, D. L., Zebarth, B. J., Gillam, K. M. and MacLeod, J. A. 2008. Effect of split application of fertilizer nitrogen on N<sub>2</sub>O emissions from potatoes. *Can. J. Soil Sci*, 88: 229-239.
- Canali, S., Diacono, M., Ciaccia, C., Masetti, O., Tittarelli, F., and Montemurro, F. 2014. Alternative strategies for nitrogen fertilization of overwinter processing spinach (*Spinacia oleracea L.*) in Southern Italy. *Europ. J. Agronomy*, 54: 47–53.
- Chadha, A., Florentine, S.K., Chauhan, B.S., Long, B., and Jayasundera. M. 2019. Influence of soil moisture regimes on growth, photosynthetic capacity, leaf biochemistry and reproductive capabilities of the invasive agronomic weed; *Lactuca serriola*. *PLoS One*, 14: e0128191.
- Cho, Y. Y., Lee, J. H., Shin, J. H., and Son, J. E. 2015. Development of an exponential growth model for pak-choi using the radiation integral and planting density. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 56(3): 310-315.
- Chowdhury, R. B., and Moore, G. A. 2015. Floating agriculture: a potential cleaner production technique for climate change adaptation and sustainable community development in Bangladesh. *Journal of Cleaner Production*. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.10.060.
- Cole, J. C., Smith, M. W., Penn, C. J., Cheary, B. S., and Conaghan, K. J. 2016. Nitrogen, phosphorus, calcium, and magnesium applied individually or as a slow release or controlled release fertilizer increase growth and yield and affect macronutrient and micronutrient concentration and content of field-grown tomato plants. *Sci. Hortic*, 211: 420-30.
- Dantri, R., T. Irmansyah, dan J. Ginting. 2015. Respons Pemberian Pupuk Hayati pada Beberapa Jarak Tanam Pertumbuhan dan Produksi Kailan (*Brassica oleraceae var. acephala*). *Jurnal Agroekoteknologi*, 3(2): 483-488.

- Deswati, D., Febriani, N., Pardi, H., Yusuf, Y., and Suyani, H. 2018. Applications of aquaponics on pakcoy (*Brassica Rapa* L) and nila fish (*Oreochromis Niloticus*) to the concentration of ammonia, nitrite, and nitrate. *Oriental Journal of Chemistry*, 34(5): 2447-2455. doi:10.13005/ojc/340529.
- Dintcheva, T. 2012. Growth response of broccoli seedlings in a mixture enriched with bioproducts in floating system. *Plant Science*, 49(4): 29-37.
- Du, F., Guan, C., and Jiao, Y. 2018. Molecular mechanisms of leaf morphogenesis. *Molecular plant*, 11(9): 1117–1134. doi: 10.1016/j.molp.2018.06.006.
- Edi, S., and Bobihoe, J. 2010. *Budidaya Tanaman Sayuran*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jambi.
- Eko, M. 2007. *Budidaya Tanaman Sawi (Brassica juncea)*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Eko, M. 2007. *Budidaya Tanaman Sayur Sawi di Dataran Rendah Kab. Serang. Banten*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Erwin, S., Ramli, dan Adrianton. 2015. Pengaruh Berbagai Jarak Tanam pada Pertumbuhan dan Produksi Kubis (*Brassica oleracea* L.) di Dataran Menengah Desa Bobo Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi. *Agrotekbis*, 3(4): 491-497.
- Fadilah, L. N., Lakitan, B., and Marlina, M. 2022. Effects of shading on the growth of the purple pakchoy (*Brassica rapa* var. *Chinensis*) in the urban ecosystem. *Agronomy Research*, 20(X), xxx–ccc. doi: 10.15159/AR.22.057.
- Fan, S. K., Zhu, J., and Tian W. H. 2017. Effect of split application of nitrogen fertilizer on the Cd level and nutritional quality of Chinese Cabbage. *J. Zhejiang Univ Sci B*, 18: 897-905.
- Fascella, G., Roupheal, Y., Cirillo, C., Mammano, M. M., Pannico, A., and De Pascale, S. (2018). Allometric model for leaf area estimation in Bougainvillea genotypes. *Acta Horticulturae*, 1215, 449–452. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1215.81>.
- Fathin, S. L., Purbajanti, E. D., and Fuskhah, E. 2019. Growth and yield of Kale (*Brassica oleracea* var. *Alboglabra*) on several doses of goat manure and Nitrogen fertilizing frequency. *Jurnal Pertanian Tropik*, 6(53): 438-447. doi: 10.32734/jpt.v6i3.3193.
- Feng, J., Hussain, H. A., Hussain, S., Shi, C., Cholidah, L., Men, S., Ke, J., and Wang, L. 2020. Optimum water and fertilizer management for better growth and resource use efficiency of rapeseed in rainy and drought seasons. *Sustainability*, 703.



- Ferreira, A. J. D., Guilherme, R. I. M. M., Ferreira, C. S. S., and Oliveira, M. de F. M. L. 2018. Urban agriculture. a tool towards more resilient urban communities? *Current Opinion in Environmental Science and Health* 5: 93-97. doi: 10.1016/j.coesh. 2018.06.004.
- Firmansyah, F., Anngo, T. M., dan Akyas, M. A. 2009. Pengaruh umur pindah tanam bibit dan populasi tanaman terhadap hasil dan kualitas sayuran pakcoy (*Brassica campestris* L., *Chinensis* group) yang ditaman dalam naungan kasa di dataran medium. *Jurnal Agrikultura*, 20(3): 216-224.
- Ghasiani, H., Rohadi, S., and Nazarudin, M. 2021. Pengaruh konsentrasi dan frekuensi pemberian pupuk organik cair dari limbah kulit buah terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Sosains Greenvest*, 1(4): 239–246.
- Ghulamahdi, M. 2011. *Budidaya Praktis Beberapa Tanaman Di Indonesia*. Bogor: Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB.
- Giro, A., and Ferrante, A. 2016. Yield and quality of *Corchorus olitorius* baby leaf grown in a floating system. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 91(6): 603-610.
- Grossnickle, S.C. 2005. Importance of root growth in overcoming planting stress. *New Forest*, 30: 273-94.
- Grebitus, C., Chenarides, L., Muenich, R., and Mahalov, A. 2020. Consumers' perception of urban farming-an exploratory study. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4(79): 1-13. doi: 10.3389/fsufs.2020.00079.
- Gunawan, H., Puspitawati, M. D., dan Sumiasih, I. H. 2019. Pemanfaatan pupuk organik limbah budidaya belimbing tasikmadu tuban terhadap pertumbuhan dan hasil produksi tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Bioindustri.*, 2(1): 413-425.
- Hao, X., Jia, J., Mi, J., Yang, S., Khattak, A. M., Zheng, L., Gao, W., and Wang, M. 2020. An optimization model of light intensity and nitrogen concentration coupled with yield and quality. *Plant Growth Regulation*, 92: 319–331. doi: 0.1007/s10725-020-00641-0.
- Hasikin, Z., Alfandi, A., Wijaya, W., dan Budirokhman, D. 2017. Respon pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica campestris* L.) Akibat perlakuan jarak tanam dan umur bibit. *Agrijati Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Pertanian*, 31(3): 93-103.
- Hutagalung, F., Timotiwu, P. B., Ginting, Y. C., and Manik, T. K. B. 2021. Effect of reducing intensity of solar radiation on the growth and quality rimaîne lettuce (*Lactuca sativa* var. *longifolia*). *Jurnal Agrotek Tropika*, 9(3): 453-461. doi: 10.23960/jat.v9i3.5311.

- Islam, M. A., Amin, M. R., and Kamruzzaman, M. 2015. Farmers' perception about floating agriculture as a means of crop production. *Interaction*, 33(2): 22-27.
- Jaya, K. K., Lakitan, B., and Negara, Z. P. 2019. Depth of water-substrate interface in floating culture and nutrient-enriched substrate effect on green apple eggplant. *Journal of Agrivita Science*, 41(2): 320-327.
- Jaya, K. K., Lakitan, B., and Bernas, S. M. 2021. Responses of leaf celery to floating culture system with different depths of water-substrate interface and NPK-fertilizer application. *Walailak Journal*, 18(12): 1-14. doi: 10.48048/wjst.2021.19823.
- Jhonson, W. A., Nechois, J. R., Cloyd, R. A., Rotenberg, D., and Kennelly, M. M. 2012. Effect of light intensity on *Brassica rapa* chemistry and *Plutella xylostella* (*Lepidoptera: Plutellidae*) life history traits. *Journal of Entomological Science*, 47(4): 327-349. doi: 10.18474/0749-8004-47.4.327.
- Kartika, K., Lakitan, B., Sanjaya, N., Wijaya, A., Kadir, S., Kurnianingsih, A., Widuri, L., Siaga, E., and Meihana, M. 2018. Internal versus edge row comparison in Jajar legowo 4:1 rice planting pattern at different frequency of fertilizer applications. *AGRIVITA J. Agr. Sci*, 40: 222-32.
- Kartika, K., Lakitan, B., Ria, R. P., and Putri, H. H. 2021. Effect of the cultivation systems and split fertilizer applications on the growth and yields of Tatsoi (*Brassica rapa* subsp. *Narinosa*). *Trends in Sciences*, 18(21): 1-12. doi: 10.48048/tis.2021.344.
- Khusni, L., Hastuti, R. B., and Prihastanti, E. 2018. The impact of shade to the growth and the antioxidant activity of red spinach (*Alternanthera amoena* Voss.) Lutfiyatul. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 3(1), 62-70. <https://doi.org/10.14710/baf.3.1.2018.62-70>.
- Koch, G., Rolland, G., Dauzat, M., Bédiée, A., Baldazzi, V., Bertin, N., Guédon, Y., and Granier, C. 2019. Leaf production and expansion: A generalized response to drought stresses from cells to whole leaf biomass - a case study in the tomato compound leaf. *Plants*, 8: 409.
- Kong, Y. and Zheng, Y. 2018. Variation of phenotypic responses to lighting using a combination of red and blue light-emitting diodes versus darkness in seedlings of 18 vegetable genotypes. *Canadian Journal of Plant Science* 99(2): 159-172. doi: 10.1139/cjps-2018-0181.
- Kosma, C., Triantafyllidis, V., Papasavvas, A., Salahas, G., and Patakas, A. 2013. Yield and nutritional quality of greenhouse lettuce as affected by shading and cultivation season. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 974-979.
- Kumar, D., and Kumar, S. 2020. Vegetables cultivation under the protected conditions. *Progressive Agriculture*, 20(2): 148-152.

- Lakitan, B., Ilman Widuri, L., and Meihana, M. 2017. Simplifying procedure for a non-destructive, inexpensive, yet accurate trifoliate leaf area estimation in snap bean (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of Applied Horticulture*, 19(1): 15–21.
- Lakitan, B., Juliani, F., and Sodikin, E. 2019. Ability of *Limnocharis flava* to escape from episodic submersion by rapid elongation of its leaf midrib. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 25(2): 314-319.
- Lakitan, B., and Kartika, K. 2020. Population density, multiple harvesting, and ability of *Ipomoea reptans* to compete with native weeds at tropical wetlands. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(9).
- Lakitan, B. 2021. Urban olericulture: Contribution to increase vegetable production for urban community. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal Ke-9*, 1–10. Universitas Sriwijaya.
- Lakitan, B., Kartika, K., Susilawati, and Wijaya, A. 2021a. Acclimating leaf celery plant (*Apium graveolens*) via bottom wet culture for increasing its adaptability to tropical riparian wetland ecosystem. *Biodiversitas*, 22(1): 320-328. doi: 10.13057/biodiv/ d220139.
- Lakitan, B., Kartika, K., Widuri, L. I., Siaga, E., and Fadilah, L. N. 2021b. Lesser-known ethnic leafy vegetables *Talinum paniculatum* grown at tropical ecosystem: Morphological traits and non-destructive estimation of total leaf area per branch. *Biodiversitas*, 22(10): 4487-4495. doi: 10.13057/biodiv/ d221042.
- Lal, R. 2020. Home gardening and urban agriculture for advancing food and nutritional security in response to the COVID-19 pandemic. *Food Security*, 12: 871–876. doi: 10.1007/s12571-020-01058-3.
- Li, X., Wu, Y., Li, B., Yang, Y., and Yang, Y. 2018. Selenium accumulation characteristics and biofortification potentiality in turnip (*Brassica rapa* var. *rapa*) supplied with selenite or selenate. *Frontiers in Plant Science*, 8: 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02207>.
- Lindawati, Y. 2015. Pengaruh lama penyinaran lampu led dan lampu neon terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) Dengan hidroponik teknik sumbu (*Wick System*). *Tesis* (Tidak dipublikasi). Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Mahmood, A., Hu, Y., Tanny, J., and Asante, E. A. 2018. Effects of shading and insect-proof screens on crop microclimate and production: A review of recent advances. *Scientia Horticulturae*, 241: 241–251. doi: 10.1016/j.scienta.2018.06.078.

- Mansyur, A. N., Triyono, S., and Tusi, A. 2014. Influence of shading on the growth of green mustard (*Brassica juncea* L.) cultured in hydroponic DFT (deep flow technique). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 3(2): 103–110.
- Meihana, M., Lakitan, B., Susilawati, Harun, M. U., Widuri, L. I., Kartika, K., Siaga, E., and Kriswanto, H. 2017. Steady shallow water table did not decrease leaf expansion rate, specific leaf weight, and specific leaf water content in tomato plants. *Australian Journal of Crop Science*, 11(12), 1635–1641. doi: 10.21475/ajcs.17.11.12.pne808.
- Mulyati, M., I.P, S., L.S, N., dan K, A. 2019. Pengaruh takaran dan frekuensi pemberian pupuk bioekstrim terhadap beberapa sifat kimia tanah, pertumbuhan dan hasil kol bunga (*Brassica oleracea* Var *Botrytis* L.). *Jurnal Agrotek UMMAT*, 6(1): 1–6. doi: 10.31764/agrotek.v6i1.708.
- Murtiawan, D., Swasono Heddy, dan Agung Nugroho. 2018. Kajian Perbedaan jarak tanam dan umur bibit (transplanting) pada tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L. var. *chinensis*). *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(2): 264-272.
- Nengsih, L., Apriadia, T., and Muzammil, W. 2021. Growth and biomass of *Vallisneria gigantea*'s leaf in Senggarang River flow, Tanjungpinang City, Riau Islands. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 8(3): 124–130.
- Orsini, F., Kahane, R., Nono-Womdim, R., and Gianquinto, G. 2013. Urban agriculture in the developing world: a review. *Agronomy for Sustainable Development* 33(4): 695–720. doi: 10.1007/s13593-013-0143-z.
- Orsini, F., Gasperui, D., Marchetti, L., Piovene, C., Draghetti, S., Ramazzotti, S., Bazzocchi, G., and Gianquinto, G. 2014. Exploring the production capacity of rooftop gardens (RTGs) in urban agriculture: the potential impact on food and nutrition security, biodiversity and other ecosystem services in the city of Bologna. *Food Sec.* doi: 10.1007/s12571-014-0389-6.
- Pardossi, A., Malorgio, F., Incrocci, L., Tognoni, F. 2005. Hydroponic technologies for greenhouse crops. Pp 360-378. In: *Crops: Quality, Growth and Biotechnology* (Ed. Dris R.), WFL Publisher, Helsinki, Finlandia.
- Ponce, F. D. S., Trento, D. A., Toledo, C. A. D. L., Antunes, D. T., Zanuzo, M. R., Dallacort, R., Oliveira, R. C., and Seabra, S. 2021. Low tunnels with shading meshes: An alternative for the management of insect pest in kale cultivation. *Scientia Horticulturae*, 288. doi: 10.1016/j.scienta.2021.110284.
- Priadi, D., and Nuro, F. 2017. Seedling production of pak choy (*Brassica rapa* L. var *chinensis*) using organic and inorganic nutrients. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 9(2): 217-224. doi: 10.15294/biosaintifika.v9i2.8537.

- Putri, S. U. A. 2019. Kajian kelayakan usaha pemanfaatan effluent reaktor biogas tapioka untuk produksi sayuran. *Tesis* (Tidak dipublikasi). Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Rahayu, A., Astuti, D. P., and Ramdani, H. 2015. Growth and production of strawberry (*Fragaria vesca* L.) on different growing media volume and frequency of NPK fertilizer application. *Jurnal Agronida*, 1(1): 46–56.
- Raksun, A., Ilhamdi, M. L., Merta, I. W., and Mertha, I. G. 2020. Vegetative growth of pakcoy (*Brassica rapa* L.) due to different doses of bokashi and NPK fertilizer. *Jurnal Biologi Tropis*, 20(3): 452–459. doi: 10.29303/jbt.v20i3.2156.
- Rondanini, D.P., Menendez, Y.C., Gomez, N.V., Miralles, D.J., Botto, J.F. 2017. Vegetative plasticity and floral branching compensate for low plant density in modern spring rapeseed. *Field Crop Res*, 210: 104-113.
- Rondhi, M., Pratiwi, P. A., Handini, V. T., Sunartomo, A. F., and Budiman, S. A. 2018. Agricultural land conversion, land economic value, and sustainable agriculture: A case study in East Java. Indonesia. *Journal Land*, 7(4): 1–19. doi: 10.3390/land 7040148.
- Rongting, J. I., Weiming, S. H. I., Yuan, W., Zhang, H., and Ju, M. 2020. Nondestructive estimation of bok choy nitrogen status with an active canopy sensor in comparison to a chlorophyll meter. *Pedosphere*, 30(6): 769-777. doi: 10.1016/S1002-0160(20)60037-6.
- Rubatzky, E. V., and Yamaguchi, M. 1998. *Sayuran Dunia 2*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Sacita, A.S., June, T., and Impron, I. 2018. Soybean adaptation to water stress on vegetative and generative phases. *Agrotech J*, 3: 42-52.
- Saeed, M., Ilyas, N., Akram, A., Raja, N., Mazhar, R., Bibi, F., Seerat, W., Kanwal, S., and Batool, N. 2016. Effect of drought stress on Brassica crops and its mitigation by inoculation of PGPR. *Int. J. Biosci*, 9: 282-91.
- Santoso, B. 2013. *Pertumbuhan dan Perkembangan Bagian Tanaman (Produk Panenan)*. Mataram: Fakultas Pertanian Universitas Mataram.
- Sarkar, R.K., Jana, J.C., dan Datta, S. 2014. Effect of different sowing times and spacings on growth, yield and quality of water spinach (*Ipomoea reptans* Poir.) under Terai region of West Bengal. *J Appl Nat Sci*, 6(2): 489-494.
- Sarido, L., dan Junia. 2017. Uji pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dengan pemberian pupuk organik cair pada system hidroponik. *Jurnal Agrifor*, 16(1): 65–74.

- Schjoerring, J. K., Cakmak, I., and White, P. J. 2019. Plant nutrition and soil fertility: Synergies for acquiring global green growth and sustainable development. *Plant Soil*, 434: 1-6.
- Selamat, A., Atiman, S. A., Puteh, A., Abdullah, N. A. P., Mohamed, M. T. M., Zulkeefli, A. A., Othman, S. 2012. Allometry deterministic approaches in cell size, cell number and crude fiber content related to the physical quality of kangkong (*Ipomoea reptans*) grown under different plant density pressures. *Int J Modern Physic*, 9: 30-43.
- Semananda, N. P. K., Ward. J. D., and Myers. B. R. 2018. A semi-systematic review of capillary irrigation: The benefits, limitations, and opportunities. *Horticulturae*, 4: 23.
- Setyowati, N. 2011. Pengaruh intensitas cahaya dan media tanam terhadap pertumbuhan bibit rosella. *Jurnal Agrivigor*, 10(2): 218-227.
- Siaga, E., Lakitan, B., Bernas, S. M., Wijaya, A., Lisda, R., Ramadhani, F., Widuri, L. I., Kartika, K., and Meihana, M. 2018. Application of floating culture system in chili pepper (*Capsicum annum* L.) during prolonged flooding period at riparian wetland in Indonesia. *Australian Journal of Crop Science*, 12(5): 808-816.
- Siaga, E., and Lakitan, B. 2021. Pembibitan padi dan budidaya sawi hijau teknik terapung sebagai alternatif budidaya tanaman selama periode banjir di lahan rawa lebak, pemulutan, sumatera selatan. *Abdimas Unwahas*, 6(1).
- Song, B., Xu, H., Chen, L., Fan, X., Jing, Z., Chen, S., and Xu, Z. 2020. Study of the relationship between leaf color formation and anthocyanin metabolism among different purple Pakchoi lines. *Molecules*, 25(20): e4809. doi: 10.3390/molecules25204809.
- Süß, A., Danner, M., Obster, C., Locherer, M., Hank, T., Richter, K., and EnMAP Consortium. 2015. *Measuring leaf chlorophyll content with the Konica Minolta SPAD-502Plus*. GFZ Data Services, Potsdam, Germany. doi: 10.2312/enmap.2015.010.
- Surya, B., Syafri, S., Hadijah, H., Baharuddin, B., Fitriyah, A. T., and Sakti, H. H. 2020. Management of slum-based urban farming and economic empowerment of the community of Makassar City. South Sulawesi. Indonesia. *Sustainability*, 12(18): 1-42. doi: 10.3390/SU12187324.
- Susila, A. D. 2013. *Pemupukan Tanaman Hortikultura*. Bahan Ajar Mata Kuliah. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sutirman. 2011. *Budidaya Tanaman Sayuran Sawi di Dataran Rendah Kabupaten Serang Provinsi Banten*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Suwarto. 2013. Change of chlorophyll, specific leaf area, and light use efficiency of cassava in intercropping with maize. *Buletin Agrohorti*, 1(1): 135–139. doi: 10.29244/agrob.1.1.135-139.
- Syafrullah, S. 2014. Teknik pertanian terapung dari limbah plastik pada budidaya bayam (*Amaranthus tricolor* L.) di lahan rawa lebak. *Klorofil: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Pertanian*, 9(2): 80-83.
- Tu, V. H., Kopp, S. W., Trang, N. T., Kontoleon, A., and Yabe, M. 2021. UK consumers' preference for ethical attributes of floating rice: implication for environmentally friendly agriculture in Vietnam. *Sustainability*, 13(15): 8354. doi: 10.3390/su13158354.
- Ustaoglu, E., and Williams, B. 2017. Determinants of urban expansion and agricultural land conversion in 25 EU countries. *Environmental Management*, 60(4): 717-746. doi: 10.1007/s00267-017-0908-2.
- Uteau, D., Horn, R. and Peth, S. 2022. Millimeter scale aeration of the rhizosphere and drilosphere. *European Journal of Soil Science*, 73(4): e13269. doi: 10.1111/ejss.13269.
- Wahyuningsih, A., Fajriani, S., and Aini, N. 2016. The nutrition and growth media composition on the growth and yield of pakcoy (*Brassica rapa* L.) using hydroponics systems. *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(8): 595-601.
- Walia, S., and Kumar, R. 2017. Development of the nondestructive leaf area estimation model for valeriana (*Valeriana jatamansi* Jones). *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 48(1), 1–23. doi: 10.1080/00103624.2016.1253723.
- Walters, S. A., and Midden, K. S. 2018. Sustainability of urban agriculture: Vegetable production on green roofs. *Agriculture*, 8(168): 1-16. doi: 10.3390/agriculture8110168.
- Wangge, E. S., and Benu, I. S. 2012. Pengaruh Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Pak Choi (*Brassica rapa*). *AGRICA*, 5(2): 131-141.
- Widowati, W., and Asnah, A. 2014. Biochar effect on potassium fertilizer and leaching potassium dosage for two corn planting seasons. *AGRIVITA J. Agr. Sci*, 36: 65-71.
- Wu, Y., Sun, M., Liu, J., Wang, W., and Liu, S. 2019. Fertilizer and soil nitrogen utilization of pear trees as affected by the timing of split fertilizer application in rain-fed orchards. *Scientia Horticulturae*, 252: 363-369.
- Yang, J., Zhu, Z. and Gerendás, J. 2009. Interactive effects of phosphorus supply and light intensity on glucosinolates in pakchoi (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis* var. *communis*). *Plant and soil*, 323(1): 323–333.

- Yoshida, S., and Yagi, H. 2021. Long-term development of urban agriculture: Resilience and sustainability of farmers facing the covid-19 pandemic in Japan. *Sustainability*, 13(8): 1-23. doi: 10.3390/su13084316.
- Yu, S., Zhang, F., Yu, Y., Zhang, D., Zhao, S., and Wang., W. 2012 Transcriptome profiling of dehydration stress in the Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*) by tag sequencing. *Plant Mol. Biol.Rep*, 30: 17-28.
- Zhang, Y., Che, G., Dong, T., Pan, Y., Zhao, Z., Tian, S., and Hu, Z. 2014. Anthocyanin accumulation and transcriptional regulation of anthocyanin biosynthesis in purple bok choy (*Brassica rapa* var. *chinensis*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62: 1-36. doi: 10. 1021/jf503453e.
- Zhu, H., Li, X., Zhai, W., Liu, Y., Gao, Q., Liu, J., Ren, L., Chen, H., and Zhu, Y. 2017. Effects of low light on photosynthetic properties, antioxidant enzyme activity, and anthocyanin accumulation in purple pak-choi (*Brassica campestris* ssp. *Chinensis Makino*). *PLoS ONE*, 12(6): 1-17. doi: 10.1371/journal.pone.0179305.
- Zoran, I. S., Lidija, M., Ljubomir, Š., Fallik, E. 2022. Shading Jaring and Grafting Reduce Losses by Environmental Stresses during Vegetable Production and Storage. *Biol. Life Sci. Forum* (2).
- Zulkarnain. 2010. *Dasar-Dasar Hortikultura*. Jakarta: Bumi Aksara.