

**PENGARUH PGPR (*PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA*)  
SEBAGAI SUBSTITUSI AB-MIX TERHADAP PERTUMBUHAN DAN  
HASIL SAWI NAI BAI (*Brassica rapa* subsp. *chinensis*)  
PADA SISTEM HIDROPONIK RAKIT APUNG**

**Skripsi**

**Oleh**

**Redho Asmara  
2214121087**



**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2026**

**PENGARUH PGPR (*PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA*)  
SEBAGAI SUBSTITUSI AB-MIX TERHADAP PERTUMBUHAN DAN  
HASIL SAWI NAI BAI (*Brassica rapa* subsp. *chinensis*)  
PADA SISTEM HIDROPONIK RAKIT APUNG**

Oleh

**REDHO ASMARA  
2214121087**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA PERTANIAN**

pada

**Jurusan Agroteknologi  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**JURUSAN AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2026**

## ABSTRAK

### **PENGARUH PGPR (*PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA*) SEBAGAI SUBSTITUSI AB-MIX TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL SAWI NAI BAI (*Brassica rapa* subsp. *chinensis*) PADA SISTEM HIDROPONIK RAKIT APUNG**

Oleh

**REDHO ASMARA**

Sawi Nai Bai (*Brassica rapa* subsp. *chinensis*) merupakan sayuran daun yang banyak dibudidayakan karena memiliki nilai gizi tinggi dan pertumbuhan relatif cepat. Budidaya tanaman ini dapat dilakukan dengan sistem hidroponik rakit apung yang memanfaatkan larutan nutrisi sebagai sumber unsur hara. Nutrisi yang umum digunakan pada sistem hidroponik yaitu AB-mix, namun biayanya mahal sehingga diperlukan alternatif substitusi nutrisi, salah satunya melalui pemanfaatan *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). PGPR berperan dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara dan merangsang pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh substitusi nutrisi AB-mix dengan PGPR terhadap pertumbuhan Sawi Nai Bai pada sistem hidroponik rakit apung. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan kombinasi AB-mix dan PGPR yang terdiri atas P1 (100% AB-mix), P2 (75% AB-mix + 25% PGPR), P3 (50% AB-mix + 50% PGPR), P4 (25% AB-mix + 75% PGPR), dan P5 (100% PGPR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan (25% AB-mix + 75% PGPR) menghasilkan pertumbuhan yang sebanding dengan perlakuan kontrol (100% AB-mix) pada seluruh variabel pengamatan, kecuali panjang akar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PGPR berpotensi digunakan sebagai substitusi sebagian nutrisi AB-mix dalam budidaya Sawi Nai Bai secara hidroponik.

**Kata kunci:** AB-mix, Rakit Apung, Sawi Nai Bai, Substitusi Nutrisi, PGPR

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECT OF PGPR (*PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA*) AS A SUBTITUTE FOR AB-MIX ON THE GROWTH AND YIELD OF NAI BAI CABBAGE (*Brassica rapa subsp. chinensis*) IN FLOATING RAFT HYDROPONIC SYSTEM**

*By*

**REDHO ASMARA**

*Nai Bai Cabbage (*Brassica rapa subsp. chinensis*) is a leafy vegetable widely cultivated due to its high nutritional value and relatively fast growth. This crop can be cultivated using a floating raft hydroponic system that utilizes nutrient solutions as the primary source of plant nutrients. The nutrient commonly used in hydroponic systems is AB-mix, but its relatively high cost necessitates alternative nutrient substitutions, one of which is the utilization of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR). PGPR plays an important role in increasing nutrient availability and stimulating plant growth. This study aimed to analyze the effect of substituting AB-mix nutrients with PGPR on the growth of nai bai cabbage in a floating raft hydroponic system. The experiment was arranged using a Randomized Block Design (RBD) with combinations of AB-mix and PGPR consisting of P1 (100% AB-mix), P2 (75% AB-mix + 25% PGPR), P3 (50% AB-mix + 50% PGPR), P4 (25% AB-mix + 75% PGPR), and P5 (100% PGPR). Treatment (25% AB-mix + 75% PGPR) produced plant growth comparable to the control treatment (100% AB-mix) in all observed variables, except root length. These results indicate that PGPR has the potential to be used as a partial substitute for AB-mix nutrients in hydroponic cultivation of Nai Bai Cabbage.*

*Keywords: AB-mix, Floating Raft, Nai Bai Cabbage, Nutrient Substitution, PGPR*

**Judul Skripsi** : **PENGARUH PGPR (*PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA*) SEBAGAI SUBSTITUSI AB-MIX TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL SAWI NAI BAI (*Brassica rapa subsp. chinensis*) PADA SISTEM HIDROPONIK RAKIT APUNG**

**Nama Mahasiswa** : Redho Asmara

**Nomor Pokok Mahasiswa** : 2214121087

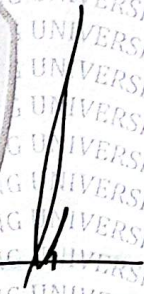
**Jurusan** : Agroteknologi

**Fakultas** : Pertanian

**MENYETUJUI:**

1. **Komisi Pembimbing,**

  
**Dr. Sri Ramadiana, S.P., M.Si.**  
NIP 196912051994032002

  
**Ir. Solikhin, M.Si.**  
NIP 196209071989031002

2. **Ketua Jurusan,**

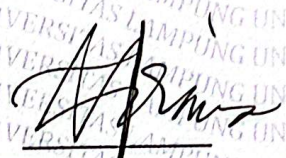
  
**Ir. Setyo Widagdo, M.Si.**  
NIP 196812121992031004

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji,**

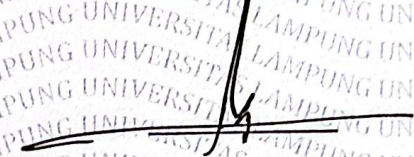
**Ketua**

**: Dr. Sri Ramadiana, S.P., M.Si.**



**Sekretaris**

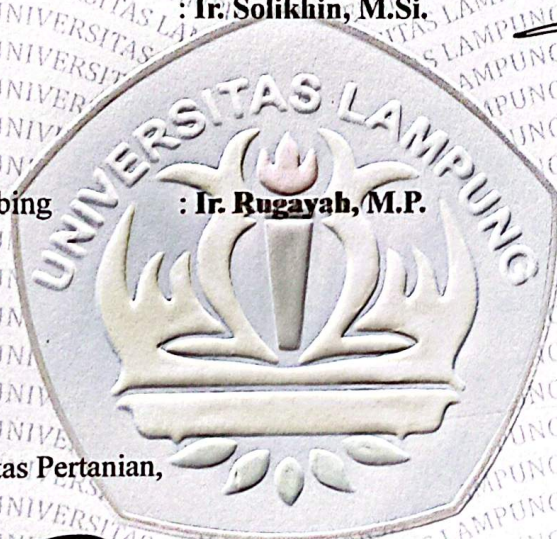
**: Ir. Solikhin, M.Si.**



**Penguji**

**Bukan Pembimbing**

**: Ir. Rugayah, M.P.**



**2. Dekan Fakultas Pertanian,**



**DR. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.**

**096411181989021002**



**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 22 April 2026**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Pengaruh PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) sebagai Substitusi AB-mix terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Nai Bai (*Brassica rapa* subsp. *chinensis*)” merupakan hasil karya saya sendiri bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 22 April 2026

Penulis



**Redho Asmara**  
NPM 2214121087

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis merupakan putra dari Bapak Nur Indra dan Ibu Yanti, lahir di Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan, pada 28 Mei 2005. Pendidikan dimulai di TK Buah Hati pada 24 Juni 2010, kemudian dilanjutkan ke Madrasah Ibtidaiyah Palembang (2010–2015), SMP Negeri 1 Bengkulu Tengah (2016–2019), dan SMA Negeri 4 Palembang, yang diselesaikan pada 2022. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada 2022 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif sebagai anggota Hubungan Eksternal Persatuan Mahasiswa Agroteknologi (Perma AGT). Selama menjadi mahasiswa penulis pernah terpilih menjadi asisten dosen pada 2025-2026 di mata kuliah: Biologi II, Genetika Pertanian, Mikrobiologi Pertanian, Teknologi Budidaya Hortikultura, dan Dasar-dasar Budidaya Tanaman. Penulis melaksanakan Praktik Pengenalan Pertanian pada 2022 di Desa Wonoharjo, Kecamatan Sumberejo, Kabupaten Tanggamus. Penulis melaksanakan salah satu program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) yaitu Wirausaha Merdeka (WMK) pada September - Desember 2024.

## **PERSEMBAHAN**

*Alhamdulillah* *rabbi`alamin*, dengan rasa syukur dan kerendahan hati  
kupersembahkan karya ini kepada:

Kedua orang tua tercinta, Ayah Nur Indra dan Ibu Yanti yang selalu menjadi penyemangat saya sebagai sandaran terkuat dari kerasnya dunia. Yang tidak henti-hentinya memberikan kasih sayang dengan penuh cinta. Terimakasih selalu berjuang untuk kehidupan saya, semua bentuk dukungan yang baik, motivasi, nasihat, dan doa yang tidak pernah terputus

Kedua saudara tercinta, Fitri Yani dan Yulia Ramadhani yang selalu memberikan dukungan hingga motivasi.

Keluarga besar Agroteknologi 2022

Serta Almamater tercinta, Universitas Lampung.

## MOTTO

“Dan bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah adalah benar”

(Qs. Ar-Ruum: 60)

*“Life can be heavy, especially if you try to carry it all at once. Part of growing up and moving into new chapters of your life is about catch and release”*

(Taylor Swift)

“Tidak ada mimpi yang terlalu tinggi dan tidak ada mimpi yang patut diremehkan.

Lambungkan setinggi yang kau inginkan dan gapailah  
dengan selayaknya yang kau harapkan”

(Maudy Ayunda)

“Hidup yang tidak dipertaruhkan, maka tidak akan pernah dimenangkan”

(Najwa Shihab)

“Orang lain gak akan paham *struggle* dan masa sulitnya kita, yang mereka ingin tahu hanya bagian *success stories*. Berjuanglah untuk diri sendiri walaupun tidak ada yang tepuk tangan. Kelak, diri kita dimasa depan akan sangat bangga dengan apa yang kita perjuangkan hari ini”

## SANWACANA

Segala puji syukur ke hadirat Allah SWT. karena berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) sebagai Substitusi AB-mix terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Nai Bai (*Brassica rapa* subsp. *chinensis*) pada Sistem Hidroponik Rakit Apung” dan tidak lupa sholawat serta salam kita sanjung agungkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW., yang kita nantikan syafaat nya di hari akhir kelak.

Penulis mengetahui bahwa dalam penyusunan skripsi ini terdapat banyak keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Berkat dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak penulis dapat menyelesaikan skripsi. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
- (2) Bapak Ir. Setyo Widagdo, M.Si., selaku Ketua Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
- (3) Bapak Dr. Sri Ramadiana, S.P., M.Si., selaku Pembimbing Pertama yang telah memberikan saran dan masukan selama penyusunan skripsi;
- (4) Bapak Ir. Solikhin, M.Si., selaku Pembimbing Kedua yang telah memberikan saran dan masukan selama penyusunan skripsi, serta Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan memberikan masukan dan saran kepada penulis selama perkuliahan;
- (5) Ibu Ir. Rugayah, M.P., selaku Dosen Penguji atas ketersediaannya dalam meluangkan waktu, memberikan ilmu, saran, kritik dan motivasi kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya;

- (6) Ibu Dr. Suskandini Ratih, M.S., yang telah memberikan arahan dan membantu penulis selama penelitian;
- (7) Keluarga tercinta: Bapak Nur Indra dan Ibu Yanti, serta Adik-adik Fitri Yani dan Yulia Ramadhani yang selalu ada untuk penulis memberikan doa yang terbaik, dukungan baik secara moral maupun material sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dengan baik;
- (8) Aqsol Hadi selaku orang terdekat penulis yang selalu bersedia mendengarkan keluh kesah penulis, membantu penulis secara emosional, dan memberikan semangat untuk penulis dalam menyelesaikan perkuliahan hingga sekarang;
- (9) Sahabat Karib Penulis: Muhammad Jahfar Wahyudi, Ni Luh Pita Surya Pita Aprisa Kirana, Elsa Novita Sari Nainggolan, Yuni Aryanti, Adinda Nur Hasanah, Muhammad Yusuf, Ridwan Ihsan, Setyawan Novanto, Atiqah Syadza, Adel Vitri Noviola, Carina Cahaya, Crisanti Junia Sari, dan Fika Oktavia;
- (11) Rekan seperjuangan dalam jalannya perkuliahan: Ansor Sukmana, Jefri Farhan, Auni Maliki, Muhammad Ferdiansyah, Fina Novika Putri, Seva Gilang Pamungkas, dan Naura Rensi Ramadhani;
- (12) Keluarga Besar Agroteknologi 2022 yang berjuang kebersamaan penulis;
- (13) Serta pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu-persatu, Terima kasih atas dukungan untuk penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.

Penulis menyadari banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini namun penulis juga berharap bahwa skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Bandar Lampung, 22 April 2026  
Penulis

**Redho Asmara**  
NPM 2214121087

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan .....	4
1.3 Landasan Teori dan Kerangka Pemikiran.....	4
1.4 Hipotesis.....	7
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>8</b>
2.1 Sawi Nai Bai ( <i>Brassica rapa</i> subsp. <i>chinensis</i> ).....	8
2.2 Hidroponik .....	9
2.3 Sumber Nutrisi Hidroponik.....	10
2.4 PGPR ( <i>Plant Growth Promoting Rhizobacteria</i> ).....	12
2.5 Peran PGPR ( <i>Plant Growth Promoting Rhizobacteria</i> ) .....	13
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>15</b>
3.1 Waktu dan Tempat .....	15
3.2 Alat dan Bahan.....	15
3.3 Metode Penelitian .....	15
3.3.1 Pemasangan instalasi hidroponik.....	17
3.3.2 Penyemaian benih .....	17
3.3.3 Pembuatan nutrisi AB-Mix .....	17
3.3.4 Pembuatan larutan PGPR.....	18
3.3.5 Pembuatan larutan nutrisi hidroponik.....	18
3.3.6 Pindah tanam.....	19
3.3.7 Pemeliharaan tanaman .....	19
3.3.8 Pengendalian hama penyakit.....	20
3.3.9 Pemanenan .....	20

3.4 Variabel Pengamatan .....	21
3.4.1 Tinggi tanaman .....	21
3.4.2 Panjang daun .....	21
3.4.3 Lebar daun .....	21
3.4.4 Jumlah daun .....	22
3.4.5 Lebar kanopi tanaman.....	22
3.4.6 Tingkat kehijauan daun.....	22
3.4.7 Panjang akar.....	22
3.4.8 Bobot segar total tanaman.....	23
3.4.9 Bobot segar tajuk tanaman.....	23
3.4.10 Bobot kering tajuk tanaman.....	23
3.4.11 Bobot segar akar .....	23
3.4.12 Bobot kering akar.....	24
3.4.13 Isolasi endofit di perakaran Sawi Nai Bai.....	24
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>25</b>
4.1 Hasil .....	25
4.1.1 Tinggi tanaman .....	26
4.1.2 Panjang daun .....	26
4.1.3 Lebar daun .....	28
4.1.4 Jumlah daun .....	28
4.1.5 Lebar kanopi .....	29
4.1.6 Tingkat kehijauan daun.....	29
4.1.7 Panjang akar.....	30
4.1.8 Bobot segar akar .....	31
4.1.9 Bobot kering akar.....	32
4.1.10 Bobot segar tanaman.....	32
4.1.11 Bobot segar tajuk .....	34
4.1.12 Bobot kering tajuk.....	34
4.1.13 Isolasi bakteri endofit di perakaran Sawi Nai Bai .....	35
4.1.14 Data pendukung .....	35
4.2 Pembahasan.....	39
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>44</b>
5.1 Simpulan .....	44
5.2 Saran.....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>45</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>49</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kebutuhan Perlakuan AB-Mix dan PGPR dalam 10 L Air Baku.....	19
2. Rekapitulasi Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Substitusi AB-mix dengan Pemberian PGPR terhadap Variabel Pengamatan Tanaman Sawi Nai Bai. ....	26
3. Pengaruh Pemberian PGPR dan AB-mix terhadap Tinggi Tanaman (cm) Sawi Nai Bai.....	27
4. Pengaruh Pemberian PGPR dan AB-mix terhadap Panjang Daun (cm) Tanaman Sawi Nai Bai.....	27
5. Pengaruh Pemberian PGPR dan AB-mix terhadap Lebar Daun (cm) Tanaman Sawi Nai Bai. ....	28
6. Pengaruh Pemberian PGPR dan AB-mix terhadap Jumlah Daun (helai) Tanaman Sawi Nai Bai.....	29
7. Pengaruh Pemberian PGPR dan AB-mix terhadap Lebar Kanopi (cm) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst. ....	30
8. Pengaruh Pemberian PGPR dan AB-mix terhadap Tingkat Kehijauan Daun (%) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst .....	30
9. Pengaruh Pemberian PGPR dan AB-mix terhadap Panjang Akar (cm) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst.....	31
10. Pengaruh Pemberian PGPR dan AB-mix terhadap Bobot Segar Akar (g) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst.....	32
11. Pengaruh Pemberian PGPR dan AB-mix terhadap Bobot Kering Akar (g) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst.....	33

12.	Pengaruh Pemberian PGPR dan AB-mix terhadap Bobot Segar Tanaman (g) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst.....	33
13.	Pengaruh Pemberian PGPR dan AB-mix terhadap Bobot Segar Tajuk (g) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst.....	34
14.	Pengaruh Pemberian PGPR dan AB-mix terhadap Bobot Kering Tajuk (g) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst.....	35
15.	Data Hasil Pengamatan Variabel Tinggi Tanaman (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 7 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	50
16.	Uji Homogenitas Ragam Variabel Tinggi Tanaman (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 7 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	50
17.	Uji Aditivitas Ragam Variabel Tinggi Tanaman (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 7 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	51
18.	Analisis Ragam Variabel Tinggi Tanaman (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 7 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	51
19.	Data Hasil Pengamatan Variabel Tinggi Tanaman (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 14 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	52
20.	Uji Homogenitas Variabel Tinggi Tanaman (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 14 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	52
21.	Uji Aditifitas Ragam Variabel Tinggi Tanaman (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 14 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	53
22.	Analisis Ragam Variabel Tinggi Tanaman (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 14 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	53
23.	Data Hasil Pengamatan Variabel Tinggi Tanaman (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 21 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	54
24.	Uji Homogenitas Ragam Variabel Tinggi Tanaman (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 21 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	54
25.	Uji Aditivitas Ragam Variabel Tinggi Tanaman (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 21 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	55

26.	Analisis Ragam Variabel Tinggi Tanaman (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 21 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	55
27.	Data Hasil Pengamatan Variabel Tinggi Tanaman (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix....	56
28.	Uji Homogenitas Ragam Variabel Tinggi Tanaman (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	56
29.	Uji Aditivitas Ragam Variabel Tinggi Tanaman (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	57
30.	Analisis Ragam Variabel Tinggi Tanaman (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	57
31.	Data Pengamatan Variabel Panjang Daun (cm) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 7 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	58
32.	Uji Homogenitas Ragam Variabel Panjang Daun (cm) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 7 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	58
33.	Uji Aditivitas Ragam Variabel Panjang Daun (cm) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 7 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	59
34.	Analisis Ragam Variabel Panjang Daun (cm) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 7 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	59
35.	Data Hasil Pengamatan Variabel Panjang Daun (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 14 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	60
36.	Uji Homogenitas Ragam Variabel Panjang Daun (cm) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 14 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	60
37.	Uji Aditifitas Ragam Variabel Panjang Daun (cm) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 14 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	61
38.	Analisis Ragam Variabel Panjang Daun (cm) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 14 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	61

39.	Data Hasil Pengamatan Variabel Panjang Daun (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 21 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	62
40.	Uji Homogenitas Ragam Variabel Panjang Daun (cm) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 21 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	62
41.	Uji Aditivitas Ragam Variabel Panjang Daun (cm) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 21 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	63
42.	Analisis Ragam Variabel Panjang Daun Tanaman (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 21 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	63
43.	Data Hasil Pengamatan Variabel Panjang Daun (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	64
44.	Uji Homogenitas Ragam Variabel Panjang Daun (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	64
45.	Uji Aditivitas Ragam Variabel Panjang Daun (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	65
46.	Analisis Ragam Variabel Panjang Daun (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	65
47.	Data Hasil Pengamatan Lebar Daun (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 7 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	66
48.	Uji Homogenitas Ragam Variabel Lebar Daun (cm) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 7 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	66
49.	Uji Aditivitas Ragam Variabel Lebar Daun (cm) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 7 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	67
50.	Analisis Ragam Variabel Lebar Daun (cm) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 7 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	67
51.	Data Hasil Pengamatan Lebar Daun (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 14 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	68
52.	Uji Homogenitas Ragam Variabel Lebar Daun (cm) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 14 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	68

53. Uji Aditivitas Ragam Variabel Lebar Daun (cm) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 14 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	69
54. Analisis Ragam Variabel Lebar Daun (cm) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 14 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	69
55. Data Hasil Pengamatan Lebar Daun (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 21 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	70
56. Uji Homogenitas Ragam Variabel Lebar Daun (cm) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 21 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	70
57. Uji Aditivitas Ragam Variabel Lebar Daun (cm) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 21 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	71
58. Analisis Ragam Variabel Lebar Daun (cm) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 21 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	71
59. Data Hasil Pengamatan Lebar Daun (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	72
60. Uji Homogenitas Ragam Variabel Lebar Daun (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	72
61. Uji Aditivitas Ragam Variabel Lebar Daun (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	73
62. Analisis Ragam Variabel Lebar Daun (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	73
63. Data Hasil Pengamatan Jumlah Daun (helai) Sawi Nai Bai pada Umur 7 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	74
64. Uji Homogenitas Ragam Variabel Jumlah Daun (helai) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 7 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	74
65. Uji Aditivitas Ragam Variabel Jumlah Daun (helai) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 7 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	75
66. Analisis Ragam Variabel Jumlah Daun (helai) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 7 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	75

67.	Data Hasil Pengamatan Jumlah Daun (helai) Sawi Nai Bai pada Umur 14 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	76
68.	Uji Homogenitas Ragam Variabel Jumlah Daun (helai) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 14 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	76
69.	Uji Aditivitas Ragam Variabel Jumlah Daun (helai) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 14 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	77
70.	Analisis Ragam Variabel Jumlah Daun (helai) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 14 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix...	77
71.	Data Hasil Pengamatan Jumlah Daun (helai) Sawi Nai Bai pada Umur 21 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	78
72.	Uji Homogenitas Ragam Variabel Jumlah Daun (helai) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 21 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	78
73.	Uji Aditivitas Ragam Variabel Jumlah Daun (helai) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 21 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	79
74.	Analisis Ragam Variabel Jumlah Daun (helai) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 21 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	79
75.	Data Hasil Pengamatan Jumlah Daun (helai) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	80
76.	Uji Homogenitas Ragam Variabel Jumlah Daun (helai) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	80
77.	Uji Aditivitas Ragam Variabel Lebar Daun (helai) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	81
78.	Analisis Ragam Variabel Lebar Daun (helai) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	81
79.	Data Hasil Pengamatan Lebar Kanopi (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	82
80.	Uji Homogenitas Ragam Variabel Lebar Kanopi (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	82

81.	Uji Aditivitas Ragam Variabel Lebar Kanopi (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	83
82.	Analisis Ragam Variabel Lebar Kanopi (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	83
83.	Data Hasil Pengamatan Variabel Tingkat Kehijauan Daun Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	84
84.	Uji Homogenitas Ragam Variabel Tingkat Kehijauan Daun Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	84
85.	Uji Aditivitas Ragam Variabel Tingkat Kehijauan Daun Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	85
86.	Analisis Ragam Variabel Tingkat Kehijauan Daun Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	85
87.	Data Hasil Pengamatan Variabel Panjang Akar (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	86
88.	Uji Homogenitas Ragam Variabel Panjang Akar (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	86
89.	Uji Aditivitas Ragam Variabel Panjang Akar (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	87
90.	Analisis Ragam Variabel Panjang Akar (cm) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	87
91.	Data Hasil Pengamatan Variabel Bobot Basah Akar (g) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	88
92.	Uji Homogenitas Ragam Variabel Bobot Basah Akar (g) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	88
93.	Uji Aditivitas Ragam Variabel Bobot Basah Akar (g) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	89
94.	Analisis Ragam Variabel Bobot Basah Akar (g) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	89
95.	Data Hasil Pengamatan Variabel Bobot Kering Akar (g) pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	90

96. Uji Homogenitas Ragam Variabel Bobot Kering Akar (g) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	90
97. Uji Aditivitas Ragam Variabel Bobot Kering Akar (g) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	91
98. Analisis Ragam Variabel Bobot Kering Akar (g) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix.....	91
99. Data Hasil Pengamatan Variabel Bobot Segar Tanaman (g) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	92
100. Uji Homogenitas Ragam Variabel Bobot Segar Tanaman (g) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	92
101. Uji Aditivitas Ragam Variabel Bobot Segar Tanaman (g) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	93
102. Analisis Ragam Variabel Bobot Segar Tanaman (g) Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	93
103. Data Hasil Pengamatan Variabel Bobot Segar Tajuk (g) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	94
104. Uji Homogenitas Ragam Variabel Bobot Segar Tajuk (g) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	94
105. Uji Aditivitas Ragam Variabel Bobot Segar Tajuk (g) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	95
106. Analisis Ragam Variabel Bobot Segar Tajuk (g) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	95
107. Data Hasil Pengamatan Variabel Bobot Kering Tajuk (g) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	96

108. Uji Homogenitas Ragam Variabel Bobot Kering Tajuk (g) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	96
109. Uji Aditivitas Ragam Variabel Bobot Kering Tajuk (g) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	97
110. Analisis Ragam Variabel Bobot Kering Tajuk (g) Tanaman Sawi Nai Bai pada Umur 28 hst Akibat Pemberian PGPR dan AB-mix .....	97

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema kerangka pemikiran.....	6
2. Instalasi hidroponik sistem rakit apung. ....	10
3. Tata letak percobaan. ....	16
4. Perbandingan pertumbuhan tanaman Sawi Nai Bai untuk lima perlakuan.....	25
5. Perbandingan panjang akar Sawi Nai Bai untuk lima perlakuan.....	31
6. Perbandingan panjang akar tanaman Sawi Nai Bai untuk lima perlakuan.....	36
7. Pengamatan isolat bakteri endofit pada perakaran Sawi Nai Bai lima perlakuan.....	37
8. Tingkat keasaman larutan nutrisi perlakuan PGPR dengan AB-mix. ....	38
9. Tingkat kepekatan larutan nutrisi perlakuan PGPR dengan AB-mix. ....	38
10. Suhu larutan nutrisi hidroponik. ....	39
11. Pembuatan larutan stok AB-mix.....	98
12. Penyemaian benih Sawi Nai Bai.....	98
13. Sawi Nai Bai pada umur 21 hss.....	98
14. Pembuatan larutan nutrisi hidroponik: (a) pengisian air baku, (b) penambahan nutrisi AB-mix, (c) penambahan larutan PGPR, dan (d) pengecekan ppm.....	99
15. Instalasi sistem hidroponik rakit apung. ....	99
16. Pengukuran lebar kanopi tanaman Sawi Nai Bai untuk perlakuan P4.....	101
17. Perbandingan akar: (a) AB-mix dan (b) AB-mix + PGPR.....	101
18. Pengukuran bobot segar total tanaman Sawi Nai Bai.....	101

19.	Pengukuran bobot kering tanaman Sawi Nai Bai.....	102
20.	Persiapan media NA. ....	102

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sawi Nai Bai (*Brassica rapa* subsp. *chinensis*) merupakan tanaman sayuran daun yang berasal dari famili Brassicaceae. Tanaman ini memiliki ciri-ciri batangnya berwarna putih susu dengan tekstur renyah serta rasa yang cenderung manis (Shao dan Takeuchi, 2023). Sayuran ini kaya akan vitamin, mineral, serat, dan senyawa bioaktif yang bermanfaat untuk kesehatan tubuh (Wenno dan Sinay, 2019). Manfaat tersebut membuat Sawi Nai Bai sangat digemari oleh berbagai lapisan masyarakat. Indikator lain dari peningkatan popularitasnya adalah semakin banyaknya benih Sawi Nai Bai yang dipasarkan melalui *marketplace* besar seperti Lazada, Blibli, dan Shopee yang menandakan permintaan Sawi Nai Bai semakin berkembang serta memperkuat posisinya sebagai komoditas hortikultura di pasar Indonesia (Yaseir dkk., 2022).

Alih fungsi lahan pertanian produktif menjadi kawasan pemukiman, industri, maupun infrastruktur semakin mempersempit ruang bagi petani untuk mengembangkan komoditas Sawi Nai Bai. Penurunan kesuburan tanah akibat limbah bahan kimia berbagai kawasan tersebut menyebabkan rendahnya produktivitas tanaman. Kondisi ini kemudian diperburuk dengan penggunaan pupuk anorganik yang tidak tepat waktu, dosis, jenis, dan aplikasi (Barus dkk., 2022). Fenomena tersebut menjadi tantangan tersendiri dalam mencukupi kebutuhan konsumsi sayuran di masyarakat.

*Urban farming* merupakan salah satu model pertanian untuk perkotaan dengan penataan dan tata wilayah. Konsep ini merupakan praktik pertanian modern yang dilakukan di kawasan perkotaan dengan memanfaatkan lahan sempit secara

efisien dan berkelanjutan (Abror dkk., 2022). Konsep ini dapat menjadi solusi strategis untuk mengatasi keterbatasan lahan pertanian. Metode *urban farming* yang banyak diterapkan adalah hidroponik. Hidroponik merupakan sistem budidaya tanaman tanpa tanah, dengan larutan nutrisi sebagai media tumbuh. Prinsipnya yaitu dengan memberikan air dan nutrisi dari media padat atau cair secara terkontrol (Putra dan Yulianto, 2015). Hidroponik dapat menjadi solusi strategis untuk mengatasi kekurangan lahan, kondisi tanah yang bermasalah, hama dan penyakit yang terkendali, persediaan irigasi yang terbatas, musim yang tidak dapat diprediksi dan kualitas yang tidak konsisten (Radinka dkk., 2023).

Sistem hidroponik rakit apung hadir sebagai salah satu metode budidaya hidroponik yang mampu menjawab tantangan keterbatasan lahan sekaligus mendukung konsep *urban farming*. Metode ini menempatkan akar tanaman langsung pada larutan nutrisi sehingga penyerapan unsur hara dapat berlangsung lebih efisien dibandingkan media tanah. Larutan nutrisi yang cukup populer digunakan dalam hidroponik adalah AB-mix. AB-mix merupakan pupuk yang mengandung hara makro dan mikro esensial untuk digunakan pada sistem penanaman hidroponik. Menurut Gumregut (2015), dalam satu set nutrisi hidroponik AB-mix terdiri dari 2 bagian yaitu bagian A dan bagian B yang mengandung  $\text{NO}_3$ : 9,90%,  $\text{NH}_4$ :0,48%,  $\text{P}_2\text{O}_5$ :4,83%,  $\text{K}_2\text{O}$ : 16,50%,  $\text{MgO}$ : 2,83%,  $\text{CaO}$ : 11,48%,  $\text{SO}_3$ : 3,81%, B: 0,013%, Mn: 0,025%, Zn: 0,015%, Cu: 0,002%, Mo: 0,003%, Fe: 0,037%.

Larutan nutrisi AB-mix sudah beredar banyak di pasaran dengan berbagai formulasi sesuai kebutuhan tanaman, seperti AB-mix untuk tanaman sayuran yang tinggi akan unsur N dan AB-mix untuk tanaman buah yang tinggi akan unsur P dan K. Keunggulan dari nutrisi AB-mix yaitu pengaplikasian nutrisi yang praktis dengan melarutkan nutrisi AB-mix dengan air sesuai prosedur penggunaan (Pohan dan Oktoyurnal, 2019). Menurut Sastro dan Nofi (2016), nutrisi AB-mix tidak boleh dicampur dalam keadaan pekat agar tidak menghasilkan endapan. Pencampuran AB-mix menyebabkan kation kalsium (Ca) dari mix A bereaksi dengan anion sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) dan fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) dari mix B, membentuk endapan

kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ) dan kalsium fosfat ( $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ), sehingga unsur Ca, S, dan P tidak dapat diserap akar karena kebutuhan hara atau nutrisi tanaman hidroponik berasal dari pupuk atau larutan nutrisi.

Pemberian nutrisi yang dianggap sesuai, sering ditemui masalah seperti pemberian nutrisi yang kurang atau berlebihan. Hal tersebut terjadi akibat larutan nutrisi yang menguap dan unsur hara yang saling terikat akibat fluktuasi pH seperti unsur P (Agustina dan Aini, 2025). Permasalahan ini mengakibatkan tanaman tidak memperoleh nutrisi secara optimal, sehingga berdampak negatif terhadap pertumbuhan vegetatif maupun generatif tanaman dan pada akhirnya menurunkan kualitas hasil panen. Kondisi tersebut mendorong perlunya alternatif penambahan nutrisi yang mampu meningkatkan ketersediaan dan efisiensi nutrisi dalam sistem hidroponik.

*Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) adalah kelompok mikroba menguntungkan yang mengkoloni akar tanaman dan mampu meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi. Mikroba ini dapat memfiksasi nitrogen, melarutkan fosfat, serta menghasilkan hormon tumbuh yang merangsang perkembangan tanaman. Beberapa contoh PGPR yaitu *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Arthrobacter*, *Bacterium*, *Mycobacterium*, dan *Pseudomonas* (Situngkir dkk., 2021). Asosiasi bakteri dengan tanaman tidak hanya memacu pertumbuhan tanaman, tetapi juga terlibat dalam toleransi terhadap stres biotik dan abiotik (Koza dkk., 2022). PGPR memiliki potensi untuk merangsang pertumbuhan tanaman dan pada akhirnya mampu meningkatkan hasil panen, kondisi tersebut menunjukkan bahwa PGPR berpotensi digunakan untuk meningkatkan ketersediaan dan efisiensi nutrisi dalam sistem hidroponik.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa aplikasi PGPR mampu meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas berbagai tanaman, termasuk sayuran daun pada sistem hidroponik (Ikiz dkk., 2024). Kajian yang ada lebih banyak berfokus pada pakcoy, selada, atau tanaman lain, sedangkan penelitian khusus pada Sawi Nai Bai dengan sistem rakit apung masih terbatas. Karakteristik morfologi dan

fisiologi Sawi Nai Bai yang unik menuntut pengujian lebih lanjut terkait responnya terhadap PGPR. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi baru mengenai optimalisasi pertumbuhan Sawi Nai Bai pada hidroponik rakit apung. Hasil penelitian tidak hanya berkontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan tetapi juga mendukung praktik pertanian berkelanjutan melalui pengurangan penggunaan pupuk kimia serta peningkatan ketahanan pangan.

## 1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- (1) Mengetahui pengaruh pemberian PGPR terhadap pertumbuhan Sawi Nai Bai pada sistem hidroponik rakit apung;
- (2) Mengetahui konsentrasi terbaik pemberian PGPR terhadap pertumbuhan tanaman Sawi Nai Bai pada sistem hidroponik rakit apung.

## 1.3 Landasan Teori dan Kerangka Pemikiran

Sawi Nai Bai (*Brassica rapa* subsp. *chinensis*) merupakan tanaman sayuran daun dari famili Brassicaceae. Tanaman ini memiliki ciri khas batang berwarna putih susu yang renyah dan rasa sedikit manis sehingga digemari konsumen. Umur panennya relatif singkat, yaitu sekitar 30–40 hari, sehingga efisien untuk dibudidayakan. Sawi Nai Bai kaya akan vitamin, mineral, serat, serta senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi Kesehatan (Wenno dan Sinay, 2019).

Popularitasnya semakin meningkat karena sesuai dengan tren gaya hidup sehat dan kebutuhan akan sayuran segar berkualitas (Shao dan Takeuchi, 2023). Metode budidaya yang dapat digunakan untuk menanam Sawi Nai Bai adalah hidroponik.

Hidroponik adalah metode budidaya tanpa tanah yang menggunakan larutan nutrisi sebagai media tumbuh. Sistem hidroponik memiliki beberapa jenis, salah satunya yang adalah sistem rakit apung. Sistem ini sering digunakan karena sederhana, hemat biaya, dan cocok untuk budidaya tanaman daun seperti bayam,

kangkung, dan selada (Putra dan Yuliando, 2015). Sistem rakit apung memungkinkan akar tanaman terendam langsung dalam larutan nutrisi yang kaya akan unsur hara sehingga tanaman dapat menyerap nutrisi dengan lebih efisien. Penambahan aerasi pada larutan nutrisi juga menjadi faktor penting untuk mendukung respirasi akar agar pertumbuhan tanaman optimal (Sapkota dkk., 2019).

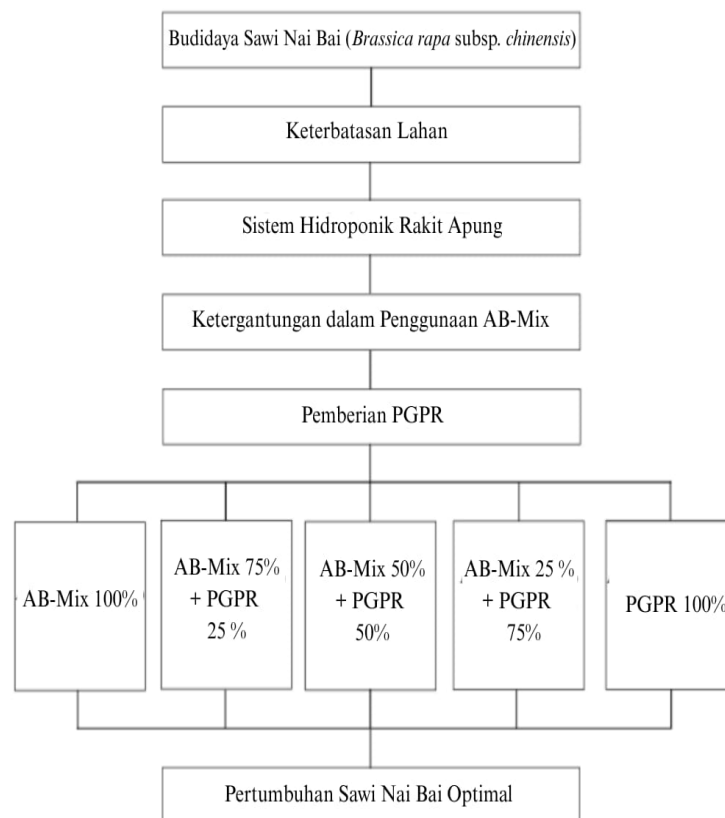
Larutan nutrisi yang biasa digunakan dalam hidroponik adalah AB-Mix. AB-mix merupakan pupuk khusus hidroponik yang terdiri dari dua komponen utama yaitu mix A dan mix B. Nutrisi AB-mix menyediakan unsur hara makro dan mikro lengkap bagi tanaman seperti N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, B, S, dan Zn (Romalasari dan Robani, 2019). Menurut Agustina dan Aini (2025), nutrisi AB-mix memiliki beberapa kekurangan seperti harga yang relatif mahal, ketergantungan petani terhadap produk komersial dan pemberian nutrisi yang tidak efektif (Agustina dan Aini, 2025).

Kelompok bakteri yang hidup di sekitar akar tanaman dan memiliki kemampuan meningkatkan pertumbuhan tanaman secara langsung maupun tidak langsung disebut dengan PGPR. Fungsi dari PGPR yaitu sebagai menambat N di udara, melarutkan fosfat, memproduksi hormon tumbuh (auksin, sitokinin, dan giberelin), serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap stres biotik dan abiotik. PGPR dapat menekan penggunaan pupuk kimia sampai 40% (Ikiz dkk., 2024), karena mengandung bakteri *Azospirillum*, *Bacillus*, dan *Pseudomonas* yang umum digunakan sebagai *biofertilizer* (Khotimah dkk., 2024). Penggunaan PGPR dapat menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi dan merangsang pertumbuhan tanaman. PGPR yang diberikan dalam bentuk cair dapat langsung menyebar di larutan nutrisi dan mengkolonisasi akar tanaman secara efektif.

Penelitian mengenai efisiensi penggunaan nutrisi dalam sistem hidroponik telah banyak dilakukan. Menurut Aini dkk. (2019), kombinasi larutan nutrisi tereduksi (50–100%) dengan inokulasi PGPR dan mikoriza meningkatkan bobot akar dan

efisiensi penyerapan hara pada selada hidroponik. Menurut Ikiz dkk. (2024), konsorsium PGPR mampu menggantikan 20–40% pupuk mineral tanpa menurunkan hasil selada hidroponik. Menurut Agustina dan Aini (2025), konsentrasi PGPR 15 ml/L dan 20 ml/L dengan interval pemberian PGPR 2 minggu sekali memberikan hasil paling baik pada tanaman melon hidroponik.

Pemberian PGPR ke dalam larutan nutrisi AB-mix diperkirakan dapat meningkatkan pertumbuhan Sawi Nai Bai. Studi yang menggabungkan AB-mix dan PGPR masih sangat terbatas, khususnya pada tanaman Sawi Nai Bai dalam sistem hidroponik rakit apung. Penelitian ini diharapkan mampu menemukan konsentrasi PGPR terbaik yang mendukung pertumbuhan optimal tanaman Sawi Nai Bai secara efisien dan berkelanjutan. Skema kerangka pemikiran disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema kerangka pemikiran.

## 1.4 Hipotesis

Berdasarkan uraian dari kerangka pemikiran, maka hipotesis yang dapat diajukan adalah:

- (1) Substitusi AB-mix dengan pemberian PGPR dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman Sawi Nai Bai pada sistem hidroponik rakit apung;
- (2) Terdapat kombinasi terbaik dari substitusi AB-mix dengan pemberian PGPR dengan AB-Mix terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman Sawi Nai Bai dengan sistem hidroponik rakit apung.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Sawi Nai Bai (*Brassica rapa* subsp. *chinensis*)

Sawi Nai Bai merupakan salah satu varietas dari *Brassica rapa* subsp. *chinensis* yang termasuk famili Brassicaceae. Tanaman ini memiliki morfologi khas berupa batang berwarna putih susu, pendek, dan gemuk dengan helaian daun hijau kompak. Pertumbuhan Sawi Nai Bai tergolong cepat dengan umur panen sekitar 30–40 hari setelah tanam, menjadikannya sayuran efisien untuk sistem budidaya modern. Tanaman ini bersifat semusim dengan perakaran serabut dangkal sehingga sesuai ditanam pada sistem hidroponik rakit apung. Keunggulan lainnya yaitu pemanenan cepat sehingga mendukung intensifikasi produksi dalam skala *urban farming* (Zhang dkk., 2023).

Kandungan gizi yang dimiliki Sawi Nai Bai berupa vitamin A, C, dan K, mineral kalsium, zat besi, magnesium, serta serat pangan. Sayuran ini juga mengandung senyawa bioaktif seperti glukosinolat, flavonoid, dan antosianin yang berperan sebagai antioksidan alami. Kandungan nutrisi tersebut berkontribusi terhadap pencegahan penyakit degeneratif, mendukung kesehatan pencernaan, serta meningkatkan daya tahan tubuh (Wenno dan Sinay, 2020). Konsumsi Sawi Nai Bai secara rutin terbukti memberikan efek positif bagi kesehatan metabolik. Kombinasi kandungan gizi dan umur panen singkat menjadikan Sawi Nai Bai semakin diminati sebagai sayuran fungsional.

Sawi Nai Bai tumbuh optimal pada suhu 18–25 °C, sedangkan suhu di atas 30 °C dapat memicu pembungaan dini dan menurunkan kualitas daun (Rembet dkk., 2021). Menurut Shao dan Takeuchi (2023), kelembaban relatif yang sesuai adalah 60–70% untuk menjaga keseimbangan transpirasi dan mencegah penyakit. Lama

penyinaran ideal berkisar 10–12 jam per hari sehingga mendukung fotosintesis maksimal. Menurut Rembet dkk. (2021), tanaman ini tidak tahan terhadap curah hujan yang tinggi, sehingga sistem budidaya terkontrol seperti hidroponik lebih sesuai untuk menjaga stabilitas lingkungan tumbuh.

## 2.2 Hidroponik

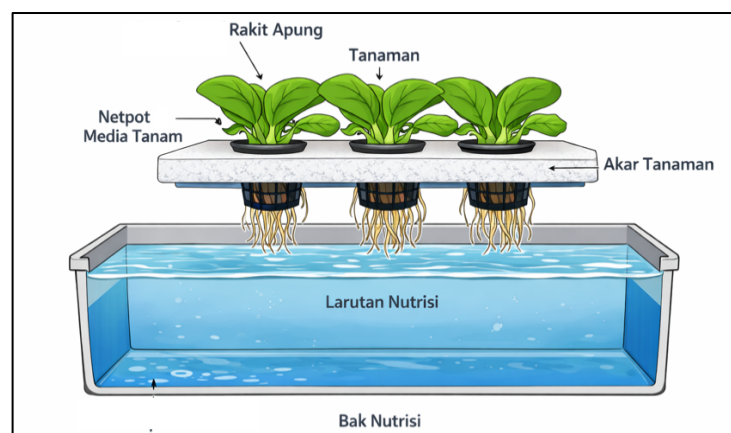
Hidroponik berasal dari bahasa Yunani yaitu *Hydroponos*, yang berarti *hydro* adalah air dan *ponos* adalah daya. Hidroponik secara umum diartikan sebagai metode budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah, dengan memanfaatkan larutan nutrisi sebagai media utama. Sistem ini memungkinkan kontrol yang lebih presisi terhadap faktor lingkungan, seperti ketersediaan air, nutrisi, pH, dan pencahayaan. Hidroponik menjadi solusi inovatif dalam menghadapi keterbatasan lahan dan meningkatnya kebutuhan pangan, terutama di kawasan urban. Sistem ini dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air sampai 90% dibandingkan pertanian konvensional (Singgih, 2019), sehingga penerapan hidroponik berkembang luas pada skala rumah tangga maupun komersial

Berdasarkan cara pemberian nutrisi dan pengelolaan air sistem hidroponik terdiri dari berbagai sistem. Sistem aktif memerlukan pompa dan sirkulasi nutrisi, mencakup sistem drip, NFT (*Nutrient Film Technique*), ebb and flow (*flood and drain*), dan aeroponik. NFT memanfaatkan aliran tipis nutrisi di saluran miring untuk menyediakan air dan oksigen secara seimbang. Aeroponik dengan menyemprotkan kabut nutrisi langsung ke akar, sedangkan sistem pasif seperti *Deep Water Culture* (DWC) dan sistem rakit apung menempatkan akar langsung dalam bak nutrisi yang diaerasi. Dari beberapa sistem tersebut, sistem hidroponik rakit apung merupakan sistem yang sangat mudah dan sederhana untuk diterapkan.

Hidroponik sistem rakit apung merupakan teknik budidaya tanaman tanpa tanah yang menggunakan larutan nutrisi sebagai sumber hara, dengan tanaman diletakkan pada lembaran rakit yang mengapung di atas larutan nutrisi (Raviv dan

Lieth, 2008). Prinsip kerja sistem ini didasarkan pada pemanfaatan larutan nutrisi yang tersedia secara kontinu di zona perakaran sehingga akar tanaman dapat menyerap air, unsur hara, dan oksigen secara optimal (Savvas dan Gruda, 2018).

Cara kerja hidroponik rakit apung dilakukan dengan menempatkan net pot berisi tanaman pada lubang rakit, sementara akar tanaman menjuntai langsung ke dalam larutan nutrisi di bak tanam (Resh, 2013). Kelebihan sistem rakit apung meliputi konstruksi yang sederhana, biaya relatif rendah, perawatan mudah, serta pertumbuhan tanaman yang seragam dan cepat (Resh, 2013). Kekurangan sistem ini terletak pada ketergantungan tinggi terhadap kualitas larutan nutrisi dan aerasi, sehingga kesalahan pengelolaan dapat menyebabkan kekurangan oksigen pada akar dan menurunkan pertumbuhan tanaman (Savvas dan Gruda, 2018). Menurut Virha dkk. (2020), pemberian aerasi meningkatkan pertumbuhan bayam merah pada hidroponik sistem rakit apung. Ilustrasi instalasi hidroponik sistem rakit apung disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Instalasi hidroponik sistem rakit apung.

### 2.3 Sumber Nutrisi Hidroponik

Larutan nutrisi merupakan komponen utama dalam sistem hidroponik karena berfungsi sebagai sumber unsur hara esensial bagi tanaman (Raviv dan Lieth, 2008). Nutrisi hidroponik umumnya diformulasikan dalam bentuk pupuk anorganik lengkap yang mengandung unsur makro dan mikro dalam komposisi

terkontrol, salah satunya adalah nutrisi AB-mix (Resh, 2013). Nutrisi AB-mix terdiri atas dua larutan terpisah, yaitu stok A mengandung kalsium (Ca), nitrogen (N), dan kalium (K), sedangkan Stok B mengandung potasium, fosfor (P), magnesium (Mg), sulfat (S), serta unsur hara mikro (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo) (Resh, 2013). Penggunaan AB-mix banyak diterapkan pada sistem hidroponik karena memiliki kelarutan tinggi, komposisi hara seimbang, dan mudah disesuaikan dengan kebutuhan tanaman sayuran daun seperti sawi (Savvas dan Gruda, 2018).

Pupuk hayati juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi pendukung dalam sistem hidroponik, salah satunya adalah *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR). PGPR merupakan kelompok bakteri menguntungkan yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui mekanisme fiksasi nitrogen, pelarutan fosfat, produksi fitohormon, serta peningkatan ketersediaan unsur hara di sekitar akar tanaman (Vessey, 2003). Menurut Bhattacharyya dan Jha (2012), aplikasi PGPR mampu meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi dan memperbaiki perkembangan sistem perakaran tanaman pada berbagai sistem budidaya. Pemanfaatan PGPR dalam hidroponik berpotensi mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia sintetis dan mendukung sistem pertanian yang lebih ramah lingkungan (Vessey, 2003).

Berdasarkan sumber nutrisinya, larutan hidroponik dapat berasal dari pupuk anorganik seperti AB-mix maupun pupuk organik hayati seperti PGPR yang memiliki peran saling melengkapi. Nutrisi AB-mix menyediakan unsur hara dalam bentuk siap serap dengan komposisi yang presisi, sedangkan PGPR berperan dalam meningkatkan efisiensi pemanfaatan nutrisi dan kesehatan perakaran tanaman (Bhattacharyya dan Jha, 2012). Pemilihan sumber larutan nutrisi yang tepat berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman hidroponik. Penggunaan PGPR sebagai pendukung nutrisi hidroponik berpotensi meningkatkan hasil tanaman secara berkelanjutan.

## 2.4 PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*)

Kelompok bakteri yang bersimbiosis di daerah rhizosfer akar tanaman dan berperan penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman disebut PGPR. Istilah PGPR pertama kali diperkenalkan oleh Kloepper dan Schroth pada tahun 1978 untuk menggambarkan bakteri yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui berbagai mekanisme (Basu dkk., 2021). Menurut Ehinmitan dkk. (2024), PGPR umumnya ditemukan di zona rizosfer, yaitu wilayah tanah yang langsung dipengaruhi oleh eksudat akar dan mencakup berbagai jenis bakteri seperti *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Azospirillum*, dan *Rhizobium*. Keberadaan PGPR di zona rizosfer memungkinkan bakteri tersebut berinteraksi langsung dengan tanaman, sehingga dapat memberikan manfaat yang signifikan dalam pertumbuhan dan ketahanan tanaman terhadap berbagai stres lingkungan .

Karakteristik utama PGPR meliputi kemampuan untuk berkolonisasi di akar tanaman, kompatibilitas dengan mikroorganisme lain di rizosfer, serta toleransi terhadap berbagai kondisi lingkungan seperti pH tanah, suhu, dan kelembaban. Menurut Basu dkk. (2021), PGPR yang efektif harus mampu bertahan dalam jumlah yang cukup di lingkungan tanah dan memiliki kemampuan untuk bersaing dengan mikroorganisme lain. Kriteria ini penting untuk memastikan bahwa PGPR dapat memberikan manfaat maksimal bagi tanaman yang diinokulasi. Penggunaan PGPR dalam pertanian berkelanjutan semakin mendapatkan perhatian karena potensinya dalam meningkatkan produktivitas tanaman tanpa ketergantungan pada input kimia.

Aplikasi PGPR dalam pertanian telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen berbagai jenis tanaman. Penggunaan PGPR sebagai bioinokulan tidak hanya mendukung pertumbuhan tanaman tetapi juga membantu dalam mengurangi penggunaan pupuk dan pestisida kimia, sehingga berkontribusi pada praktik pertanian yang lebih ramah lingkungan (De andrade dkk., 2023). Keberhasilan aplikasi PGPR di lapangan sangat dipengaruhi

oleh faktor-faktor seperti jenis tanaman, kondisi tanah, dan lingkungan sekitar. Pemilihan kombinasi bakteri PGPR yang tepat dan penyesuaian dengan kondisi lokal menjadi kunci dalam memaksimalkan manfaatnya dalam sistem pertanian.

## **2.5 Peran PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*)**

Kelompok PGPR mempengaruhi pertumbuhan tanaman melalui dua mekanisme utama, yaitu mekanisme langsung dan tidak langsung. Mekanisme langsung meliputi peningkatan ketersediaan nutrisi esensial seperti nitrogen, fosfor, dan zat besi melalui fiksasi nitrogen, pelarutan fosfat, serta produksi siderofor yang mengikat zat besi di tanah (Bhattacharyya dan Jha, 2012). Selain itu, PGPR juga mensintesis fitohormon seperti auksin, sitokinin, dan giberelin yang merangsang pertumbuhan akar dan tunas tanaman. Produksi enzim 1-aminosiklopropana-1-karboksilat (ACC) deaminase oleh PGPR dapat menurunkan kadar etilen dalam akar, sehingga mengurangi stres dan meningkatkan pertumbuhan akar (Basu dkk., 2021). Mekanisme ini telah terbukti efektif dalam meningkatkan pertumbuhan berbagai jenis tanaman. Penelitian yang dilakukan oleh Ikiz dkk. (2024) menunjukkan bahwa aplikasi PGPR dalam budidaya selada secara hidroponik dapat mengurangi penggunaan pupuk mineral anorganik yang berasal dari garam mineral sampai 40% tanpa mengurangi hasil panen secara signifikan.

Mekanisme tidak langsung PGPR melibatkan perlindungan tanaman dari patogen melalui produksi senyawa antimikroba seperti antibiotik, siderofor, dan enzim hidrolitik. Senyawa-senyawa ini dapat menghambat pertumbuhan patogen di sekitar akar tanaman, sehingga mengurangi risiko infeksi. Menurut Singh dkk. (2023), PGPR dapat menginduksi resistensi sistemik terinduksi ISR (*Induced Systemic Resistance*) pada tanaman, yang meningkatkan kemampuan tanaman untuk melawan serangan patogen. Sistem ISR diaktifkan melalui pengenalan pola molekuler mikroba MAMPs (*Microbe Associated Molecular Patterns*) oleh reseptor tanaman. Penelitian yang dilakukan Villena dkk. (2018) melaporkan bahwa kolonisasi akar oleh PGPR seperti *Bacillus amyloliquefaciens* dapat meningkatkan resistensi tanaman melalui jalur asam jasmonat.

Perakaran Sawi Nai Bai memiliki sistem akar tunggang, yaitu akar utama yang tumbuh ke bawah secara dominan, dengan akar lateral yang menyebar ke samping. Akar lateral Sawi Nai Bai mampu menyediakan permukaan yang cocok untuk kolonisasi mikroba seperti PGPR (Vacheron dkk., 2013). Interaksi mikroba terjadi di zona elongasi yang aktif mengeluarkan eksudat akar, sehingga mikroba tersebut dapat berperan secara optimal dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat (Santoyo dkk., 2021).

Indikator keberhasilan kolonisasi PGPR pada akar tanaman dapat diamati melalui beberapa ciri visual dan fisiologis akar. Lapisan lendir atau *biofilm* di permukaan akar menunjukkan adanya aktivitas eksopolisakarida (EPS) yang diproduksi oleh bakteri seperti *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* yang berperan dalam pembentukan struktur koloni mikroba dan perlindungan terhadap kondisi lingkungan (Costa dkk., 2021). Akar yang berhasil dikolonisasi biasanya tampak lebih cerah, mengilap, tidak berbau busuk, dan menunjukkan peningkatan jumlah percabangan akar akibat produksi hormon tumbuh seperti auksin dan giberelin oleh PGPR (Glick, 2012). Keberadaan *biofilm* juga membantu mikroba bertahan lebih lama di lingkungan akar dan memperkuat hubungan simbiotik dengan tanaman inang biasanya biofilm muncul pada 2 minggu pertama setelah pemberian PGPR (Ahmad dan Kibret, 2014).

Mekanisme fiksasi nitrogen dan produksi fitohormon yang dilakukan oleh *Azospirillum sp.* dan *Azotobacter sp.* berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan Sawi Nai Bai. *Azospirillum sp.* mampu meningkatkan pertumbuhan akar dan penyerapan hara makro, serta menghasilkan auksin yang merangsang perkembangan tajuk dan jumlah daun (Olivera dkk., 2023). *Azotobacter sp.* berfungsi sebagai fiksator nitrogen bebas yang mampu membentuk kista, menghasilkan siderofor, dan meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman (Sumbul dkk., 2020). Aktivitas kedua bakteri ini berkontribusi pada peningkatan bobot segar, panjang akar, jumlah daun, dan tinggi tanaman yang menjadi indikator utama variabel pengamatan dalam budidaya tanaman selada (Ikiz dkk., 2024).

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan dari Oktober sampai dengan Desember 2025, di Rumah Kaca Laboratorium Terpadu Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan isolasi bakteri di Laboratorium Biologi Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

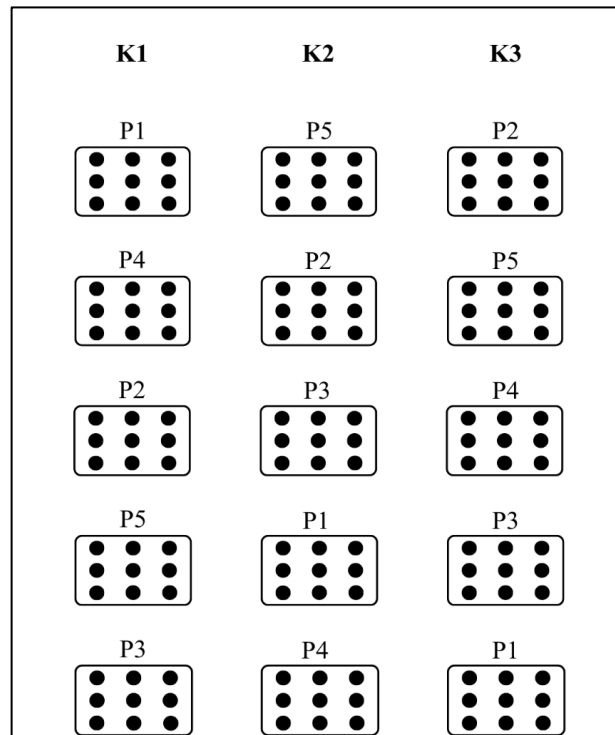
#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian yaitu alat tulis, bak ukuran 39 cm x 31 cm x 13 cm, nampan plastik, *netpot*, pH meter, penggaris, botol plastik volume 1,5 L, timbangan, TDS (*Total Dissolved Solid*) meter, gelas beaker, label, cawan petri, jarum ose, bunsen, *laminar air flow*, dan *autoclaf*. Bahan yang digunakan pada penelitian yaitu benih Sawi Nai Bai merek Known Your Seed, nutrisi AB-mix merek Infarm Nutrition, PGPR merk Bactegrowth yang mengandung konsorsium mikroba *Bacillus subtilis*  $9,6 \times 10^{12}$  CFU/gr, *Pseudomonas Fluorecense*  $1,0 \times 10^{12}$  CFU/gr, *Azotobacter* sp.  $1,0 \times 10^{12}$  CFU/gr, dan *Azospirillum* sp.  $1,0 \times 10^{12}$  CFU/gr, KOH 3%, akuades, alkohol 70%, dan media NA (*Nutrient Agar*)

#### 3.3 Metode Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) yang terdiri dari 5 perlakuan tunggal dan 3 ulangan, sehingga terdapat 15 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri dari 6 tanaman pada *netpot*, sehingga total populasi tanaman adalah 90 tanaman. Tata letak percobaan disajikan pada Gambar 3. Data hasil penelitian selanjutnya dianalisis dengan uji homogenitas menggunakan uji Bartlett, sedangkan untuk

menguji aditifitas menggunakan uji Tukey. Asumsi terpenuhi maka dilakukan analisis ragam (anara). Pemisahan nilai tengah dilakukan menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%.



Gambar 3. Tata letak percobaan.

Keterangan:

K1 = Kelompok 1

K2 = Kelompok 2

K3 = Kelompok 3

P1 = 100% PGPR

P2 = 75% AB-mix + 25% PGPR

P3 = 50% AB-mix + 50% PGPR

P4 = 25% AB-mix + 75% PGPR

P5 = 100% PGPR

Penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu: pemasangan instalasi hidroponik, penyemaian benih, pembuatan nutrisi AB-mix, pembuatan larutan PGPR, pembuatan larutan nutrisi hidroponik, pindah tanam, pemeliharaan tanaman, pengendalian hama dan penyakit, dan pemanenan.

### 3.3.1 Pemasangan instalasi hidroponik

Instalasi hidroponik sistem rakit apung menggunakan bak ukuran 39 cm x 31 cm x 13 cm. *Styrofoam*, dibuat lubang tanam dengan jarak antar lubang 15 x 15 cm untuk menempatkan *netpot* dan potongan *rockwool* .

### 3.3.2 Penyemaian benih

Benih Sawi Nai Bai disemai menggunakan *rockwool* yang telah direndam dan dilubangi sebagai media tanam. Persemaian diletakkan di tempat gelap untuk mempercepat pertumbuhan. Setelah benih berkecambah, persemaian dipindahkan ke tempat yang terpapar sinar matahari, lalu diberikan naungan menggunakan paranet 50%. Bibit Sawi Nai Bai yang telah tumbuh empat helai daun sejati kemudian dipindahkan ke instalasi hidroponik rakit apung.

### 3.3.3 Pembuatan nutrisi AB-Mix

Pembuatan nutrisi AB-mix merek dagang Infarm Nutrition dilakukan dengan menyiapkan dua jenis larutan stok, yaitu nutrisi A dan nutrisi B. Larutan stok nutrisi A dibuat dengan melarutkan 125 g bubuk nutrisi ke dalam 500 ml air, kemudian diaduk hingga larut dan ditambahkan air hingga volumenya mencapai 1 L. Larutan stok nutrisi B dibuat dengan melarutkan 125 g bubuk nutrisi ke dalam 500 ml air, kemudian diaduk hingga larut dan ditambahkan air hingga volumenya mencapai 1 L. Larutan yang akan digunakan dengan tingkat kepekatan 1200 ppm dibuat dengan mencampurkan masing-masing 5 ml larutan stok nutrisi A dan 5 ml larutan stok nutrisi B ke dalam wadah dan ditambahkan air hingga volumenya 1 L. Campuran nutrisi A dan B menghasilkan larutan nutrisi yang siap digunakan dalam sistem hidroponik.

### 3.3.4 Pembuatan larutan PGPR

Konsorsium PGPR yang digunakan pada penelitian ini berasal dari PGPR merk Bactergrowth yang siap digunakan dan didapatkan dari toko pertanian atau *online shop*. Pada label kemasan tertulis informasi bahwa PGPR Bactergrowth mengandung konsorsium mikroba *Bacillus subtilis*  $9,6 \times 10^{12}$  CFU/gr, *Pseudomonas Fluorecense*  $1,0 \times 10^{12}$  CFU/gr, *Azotobacter* sp.  $1,0 \times 10^{12}$  CFU/gr, dan *Azospirillum* sp.  $1,0 \times 10^{12}$  CFU/gr. Keunggulan dari PGPR Bactergrowth yaitu mengandung bakteri yang jelas dan aman bagi tanaman, sehingga cocok diberikan untuk semua jenis tanaman. Harga PGPR Bactergrowth di *online shop* yaitu Rp 75.000 dengan bobot 100 g.

Cara pembuatan larutan PGPR Bactergrowth adalah sebagai berikut:

- (1) Ditimbang bubuk PGPR sebanyak 1 g;
- (2) Dimasukkan air 1 L ke dalam botol atau wadah yang bersih;
- (3) Dicampurkan bubuk PGPR sebanyak 1 g ke dalam botol atau wadah yang bersih, kemudian ditambahkan air hingga volumenya 1 L;
- (4) Dihomogenkan larutan dengan cara diaduk menggunakan pengaduk hingga tidak ada endapan;
- (5) Larutan PGPR yang sudah homogen siap digunakan.

### 3.3.5 Pembuatan larutan nutrisi hidroponik

Pembuatan larutan hidroponik dalam penelitian terdiri dari beberapa perlakuan. Setiap perlakuan memiliki konsentrasi yang berbeda-beda dalam pemberian larutan nutrisi. Perhitungan dalam penggunaan nutrisi yang digunakan disajikan pada Tabel 1. Konsentrasi yang dibuat merupakan standar ramuan nutrisi dengan kepekatan masing-masing larutan yaitu 1200 ppm dan tingkat keasaman larutan sekitar 6-7 (Tripama dan Yahya, 2018).

Konsentrasi nutrisi 10 ml/L pada AB-mix merupakan konsentrasi yang dibutuhkan untuk membuat larutan dengan kepekatan 1200 ppm yang terdiri dari

5 ml stok A dan 5 ml Stok B merupakan konsentrasi 100% AB-mix. Pemberian PGPR dilakukan bersamaan dengan awal penanaman atau *transplanting*, dengan konsentrasi yang telah ditentukan pada masing-masing perlakuan (Setiawati dkk., 2023). Konsentrasi yang digunakan pada perlakuan 100% PGPR adalah 10ml/L. Semua perlakuan dibutuhkan 3 kali penambahan larutan dimulai dari 14-28 hst sehingga didapatkan hasil seperti yang tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Perlakuan AB-Mix dan PGPR dalam 10 L Air Baku.

Perlakuan	AB-Mix	PGPR
P1	100% (100 ml)	0% (0 ml)
P2	75% (75 ml)	25% (25 ml)
P3	50% (50 ml)	50% (50 ml)
P4	25% (25 ml)	75% (75 ml)
P5	0% (0 ml)	100% (100 ml)

Keterangan:

P1 = 100% AB-mix

P2 = 75% AB-mix + 25% PGPR

P3 = 50% AB-mix + 50% PGPR

P4 = 25% AB-mix + 72% PGPR

P5 = 100% PGPR

### 3.3.6 Pindah tanam

Pindah tanam dilakukan pada tanaman Sawi Nai Bai yang berumur 14 hari setelah semai (hss). Ciri-ciri Sawi Nai Bai siap tanam yaitu memiliki 3-4 helai jumlah daun. Bibit Sawi Nai Bai yang sudah siap tanam dimasukkan ke dalam *netpot*, lalu disusun pada instalasi hidroponik rakit apung.

### 3.3.7 Pemeliharaan tanaman

Pemeliharaan meliputi kontrol nutrisi dan penyulaman tanaman. Kontrol nutrisi meliputi pengukuran volume larutan nutrisi, pengukuran pH, kepekatan larutan nutrisi, dan *Electrical Conductivity* (EC). Pengukuran pH menggunakan alat pH

meter, sedangkan pengukuran suhu larutan, kepekatan larutan (ppm) dan EC diukur menggunakan alat TDS meter. Nilai pH yang terlalu tinggi atau terlalu rendah, tidak dilakukan penyesuaian pH.

Larutan nutrisi dalam bak harus disesuaikan kepekatannya. Jika larutan nutrisi didalam bak terlalu pekat maka ditambahkan air bersih, sedangkan jika larutan nutrisi didalam bak terlalu encer maka ditambahkan larutan stok nutrisi dengan cara menambahkan larutan stok yang sama dengan perlakuan kemudian diukur kepekatannya. Pengukuran suhu juga dilakukan dengan cara meletakkan sensor t ke dalam larutan nutrisi, apabila suhunya tinggi maka diberikan naungan 50% diseluruh satuan percobaan.

### 3.3.8 Pengendalian hama penyakit

Pengendalian hama dilakukan secara mekanik yaitu menggunakan *yellow tarp* di setiap baris pada bak hidroponik yang diletakkan pada sisi depan dan sisi belakang pada setiap baris bak percobaan. Pengendalian penyakit dilakukan dengan menjaga kebersihan tempat persiapan tanaman. Jika populasi hama dan penyakit pada tanaman sudah melawati ambang batas, maka dilakukan penyemprotan dengan pestisida nabati.

### 3.3.9 Pemanenan

Pemanenan Sawi Nai Bai dilakukan pada umur 28 hari setelah tanam (hst). Sawi Nai Bai yang siap dipanen memiliki kriteria tinggi sekitar 15-20 cm, daun lebar, berbentuk oval sedikit keriting, berwarna hijau segar, memiliki batang yang besar dan bewarna putih (Shao dan Takeuchi, 2023). Pemanenan Sawi Nai Bai dilakukan pada pagi hari dengan mencabut tanaman hingga akar-akarnya dari media hidroponik, melepaskan dari *netpot* yang berada di instalasi, lalu bagian akar dibersihkan dari sisa-sisa larutan media.

### **3.4 Variabel Pengamatan**

Variabel yang diamati pada penelitian meliputi: tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, jumlah daun, tingkat kehijauan daun, panjang akar, bobot segar akar, bobot kering akar, bobot segar tanaman, bobot segar tajuk, bobot kering tajuk, dan isolasi bakteri endofit di perakaran Sawi Nai Bai

#### 3.4.1 Tinggi tanaman (cm)

Tinggi tanaman diukur dari permukaan atas media sampai titik tumbuh tanaman menggunakan penggaris dengan satuan centimeter (cm). Pengamatan tinggi tanaman dilakukan pada 5 sampel tanaman per satuan percobaan setiap minggu dari 7 hst hingga 28 hst, kemudian data tersebut dilakukan analisis.

#### 3.4.2 Panjang daun (cm)

Panjang daun diukur menggunakan penggaris dengan satuan centimeter (cm), diukur dari pangkal daun hingga ujung daun. Daun yang diukur adalah daun ketiga dari titik tumbuh Sawi Nai Bai. Pengamatan panjang daun dilakukan pada 5 sampel tanaman per satuan percobaan setiap minggu dari 7 hst sampai 28 hst

#### 3.4.3 Lebar daun (cm)

Pengukuran lebar daun dilakukan dengan mengukur daun ketiga dari titik tumbuh Sawi Nai Bai menggunakan penggaris dengan satuan centimeter (cm) pada 5 sampel tanaman per satuan percobaan dan diukur pada bagian sisi daun yang paling lebar setiap minggu dari 7 hst sampai 28 hst, kemudian data tersebut dianalisis.

#### 3.4.4 Jumlah daun (helai)

dihitung secara manual yaitu per helai tanaman. Pengamatan dilakukan pada 5 sampel tanaman per satuan percobaan setiap minggu dari 7 hst sampai 28 hst kemudian data tersebut disajikan dalam bentuk histogram, kemudian data tersebut dianalisis.

#### 3.4.5 Lebar kanopi tanaman (cm)

Pengukuran lebar kanopi tanaman dilakukan dengan mengukur lebar tajuk tanaman menggunakan penggaris dengan satuan centimeter (cm) pada 5 sampel tanaman per satuan percobaan setelah panen, yaitu pada 28 hst dan data ini kemudian dianalisis.

#### 3.4.6 Tingkat kehijauan daun

Tingkat kehijauan daun diukur menggunakan SPAD (*Soil Plant Analysis Development*). Pengukuran dilakukan pada daun ketiga dari titik tumbuh tanaman. Pengukuran dilakukan pada 3 titik yaitu bagian belakang, tengah, dan ujung daun. Data dari ketiga titik tersebut dirata-rata, sehingga diperoleh persentase tingkat kehijauan daun tanaman. Data tersebut kemudian dianalisis.

#### 3.4.7 Panjang akar (cm)

Pengukuran panjang akar dilakukan dengan mengukur panjang akar tanaman Sawi Nai Bai menggunakan penggaris dengan satuan centimeter (cm) pada 5 sampel tanaman per satuan percobaan setelah panen, yaitu pada 28 hst dan data ini kemudian dianalisis.

#### 3.4.8 Bobot segar total tanaman (g)

Bobot segar total diukur dengan menimbang seluruh bagian batang dan daun menggunakan timbangan digital dengan satuan gram (g). Pengamatan bobot segar total dilakukan pada 5 sampel tanaman per satuan percobaan setelah panen, yaitu pada 28 hst dan data ini kemudian dianalisis.

#### 3.4.9 Bobot segar tajuk tanaman (g)

Bobot segar tajuk tanaman diukur dengan menimbang tajuk tanaman menggunakan timbangan digital dengan satuan gram (g). Pengamatan bobot segar tajuk dilakukan pada 5 sampel tanaman per satuan percobaan setelah panen, yaitu pada 28 hst dan data ini kemudian dianalisis.

#### 3.4.10 Bobot kering tajuk tanaman (g)

Pengukuran bobot kering tajuk dilakukan dengan menimbang tajuk tanaman Sawi Nai Bai yang telah dikering anginkan selama 3 hari kemudian dioven selama 2x24 jam pada suhu 70 °C menggunakan timbangan digital dengan satuan gram (g) pada 5 sampel tanaman per satuan percobaan setelah panen, yaitu pada 28 hst dan data ini kemudian dianalisis.

#### 3.4.11 Bobot segar akar (g)

Pengukuran bobot segar akar dilakukan dengan menimbang akar tanaman menggunakan timbangan digital dengan satuan gram (g). Pengamatan bobot segar akar dilakukan pada 5 sampel tanaman per satuan percobaan setelah panen, yaitu pada 28 hst dan data ini kemudian dianalisis.

#### 3.4.12 Bobot kering akar (g)

Pengukuran bobot kering akar dilakukan dengan menimbang akar tanaman yang telah dikering anginkan selama 3 hari kemudian dioven selama 2x24 jam pada suhu 70 °C menggunakan timbangan digital dengan satuan gram (g) pada 5 sampel tanaman per satuan percobaan setelah panen, yaitu pada 28 hst dan data ini kemudian dianalisis.

#### 3.4.13 Isolasi bakteri endofit di perakaran Sawi Nai Bai

Sampel akar yang digunakan diambil dari akar Sawi Nai Bai sepanjang 1-2cm. Potongan akar tersebut direndam dalam larutan NaOCl 2% selama satu menit untuk proses sterilisasi permukaan, lalu dibilas menggunakan aquades steril sebanyak tiga kali. Selanjutnya, potongan akar diambil menggunakan jarum ose steril dan diinokulasikan ke dalam media *Nutrient Agar* (NA) dengan metode goresan kuadran, lalu diinkubasi pada suhu ruang selama 24 sampai 48 jam. Koloni tunggal yang muncul dan memiliki karakteristik morfologi berbeda diamati, setelah itu dilakukan perhitungan koloni bakteri dari isolat menggunakan *colony counter*.

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh simpulan sebagai berikut:

- (1) Perlakuan P1 (100% AB-mix), P2 (75% AB-mix + 25% PGPR), P3 (50% AB-mix + 50% PGPR), dan P4 (25% AB-mix + 75% PGPR) menghasilkan pengaruh yang sama antarvariabel pengamatan yang meliputi tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, lebar kanopi tanaman, kehijauan daun, bobot segar tanaman, bobot segar tajuk, bobot kering tajuk, panjang akar, bobot segar akar, dan bobot kering akar, sehingga seluruh perlakuan tersebut dapat menggantikan AB-mix;
- (2) Konsentrasi terbaik dari substitusi AB-mix dengan pemberian PGPR yaitu pada perlakuan 25% AB-mix + 75% PGPR karena dapat mengimbangi hasil dari perlakuan kontrol (100% AB-mix) pada variabel tinggi tanaman, panjang daun, lebar daun, lebar kanopi, tingkat kehijauan daun, bobot segar akar, bobot kering akar, bobot segar tanaman, bobot segar tajuk, dan bobot kering tajuk, namun tidak dapat mengimbangi panjang akar.

### 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka penulis menyarankan untuk melakukan penelitian lanjutan dengan variasi konsorsium bakteri dan penambahan bahan organik untuk mengoptimalkan hasil pertumbuhan tanaman. Penelitian pada skala yang lebih besar dan dalam kondisi lingkungan yang beragam diperlukan untuk memastikan konsistensi kemampuan bakteri dalam mendukung pertumbuhan tanaman secara hidroponik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abror, M., Eviyanti, A., dan Arifin, S. 2022. Urban farming model pertanian organik dengan pimpinan daerah aisiyah sidoarjo. *Suluh Abdi : Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*. 4(2): 90-94.
- Agustina, I. L dan Aini, N. 2025. Pengaruh aplikasi pgpr (plant growth promoting rhizobacteria) terhadap pertumbuhan dan hasil melon (*Cucumis melo* L.) Sistem Hidroponik. *Jurnal Produksi Tanaman*, 13(1): 30–37.
- Ahemad, M dan Kibret, M. 2014. Mechanisms and applications of plant growth-promoting rhizobacteria: current perspective. *Journal of King Saud University – Science*. 26(1): 1–20.
- Ahmad, F., Ahmad, I., dan Khan, M. S. 2008. Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. *Microbiological Research*. 163(2): 173–181.
- Aini, N., Fadhilah, A., dan Kurniasari, S. 2019. Effect of nutrient concentration and PGPR and AMF on growth and yield of hydroponic lettuce (*Lactuca sativa* L.). *International Journal of Agriculture and Biology*. 21(1): 175–183.
- Barus, P., Arthagama, I. D. M., dan Mega, I. M. 2022. Evaluasi status kesuburan tanah sawah berbasis sistem informasi geografis di kecamatan negara kabupaten jembrana. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 11(3): 351- 361.
- Basu, A., Prasad, P., Das, S. N., Kalam, S., Sayyed, R. Z., Reddy, M. S., dan El Enshasy, H. 2021. Plant growth promoting rhizobacteria (pgpr) as green bioinoculants: recent developments, constraints, and prospects. *Sustainability*. 13(3): 1140.
- Bhattacharyya, P. N dan Jha, D. K. 2012. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 28(4): 1327–1350.
- Costa, O. Y. A., Raaijmakers, J. M., dan Kuramae, E. E. 2021. Microbial extracellular polymeric substances: Ecological function and impact on soil aggregation. *Frontiers in Microbiology*. 9: 1636.

- De Andrade, L. A., Santos, C. H. B., Frezarin, E. T., Sales, L. R., dan Rigobelo, E. C. 2023. Plant growth-promoting rhizobacteria for sustainable agricultural production. *Microorganisms*. 11(4): 1088.
- Ehinmitan, E., Losenge, T., Mamati, E., Ngumi, V., Juma, P., dan Siamalube, B. 2024. Biosolutions for green agriculture: unveiling the diverse roles of plant growth-promoting rhizobacteria. *International Journal of Microbiology*. 2024(1): 23.
- Glick B. R. 2012. Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications. *Scientifica*. 2012: 963401.
- Haryadi, D., Yetti, H., dan Yoseva, S. 2015. Pengaruh Pemberian Beberapa Jenis Pupuk terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kailan (*Brassica alboglabra* L.). *Jom Faperta*. 2(2): 99–102.
- Helmy, H., Nursyahid, A., Setyawan, T. A., dan Hasan, A. 2016. Nutrien film technique (NFT) hydroponic monitoring system. *Journal of Applied Information and Communication Technologies*. 1(1): 1-6.
- Ikiz, B., Dasgan, H. Y., dan Gruda, N. S. 2024. Utilizing the power of plant growth promoting rhizobacteria on reducing mineral fertilizer, improved yield, and nutritional quality of Batavia lettuce in a floating culture. *Scientific Reports*. 14(1): 1616.
- Khotimah, S., Gusmalawati, D., Rafdinal, R., Lovadi, I., Saputra, F., dan Fajar, M. 2024. Pengenalan dan pemanfaatan biofertilizer bakteri indigenus dari tanah gambut bagi siswa smk negeri 1 rasau jaya kubu raya kalimantan barat. *I-Com: Indonesian Community Journal*. 4(1): 428–435.
- Malik, A dan Hartono, R. 2021. Sistem otomatisasi pembuatan nutrisi ideal untuk tanaman pakcoy menggunakan kendali logika fuzzy. *Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*. 9(2): 154-164.
- Marschner, P. 2012. *Marschner's mineral nutrition of higher plants* (3rd ed.). Elsevier. Amsterdam. 651 hlm.
- Oliveira, C. S. E., Jalal, A., Vitória, L. S., Giolo, V. M., Oliveira, T. J. S. S., Aguilar, J. V., de Camargos, L. S., Brambilla, M. R., Fernandes, G. C., Vargas, P. F., Zoz, T., dan Filho, M. C. M. T. 2023. Inoculation with *Azospirillum brasilense* Strains AbV5 and AbV6 Increases Nutrition, Chlorophyll, and Leaf Yield of Hydroponic Lettuce. *Plants*. 12(17): 3107.
- Pangaribuan, D.H., Ginting, Y.C., Arif, M. A. S., Niswati, A., Dermiyati, Utari, E., Wulandini, F., dan Aprilyani, Y. I. 2022. Pengaruh campuran ekstrak fermentasi pupuk kandang sapi sebagai substitusi nutrisi AB-mix pada tanaman pakcoy dengan sistem hidroponik. *Agro Bali Agricultural Journal*. 5(1): 187-198.

- Radinka, S., Zuhair, N., Nauli, G., Aulia, N., Mundi, C., Yeninta, D., Sistem, K. K., dan Lingkungan, D. 2023. Peran mahasiswa dalam menjaga dan membudidayakan tanaman hidroponik di jurusan pkk. *Indonesian Journal of Conservation*. 12(1): 24–32.
- Rahmawati, A.W., Nurhidayati, dan Arfarita, N. 2020. Efektivitas aplikasi beberapa macam pupuk organik dibandingkan dengan pupuk anorganik terhadap pertumbuhan tanaman kalia (*Brassica oleraceae* var. *alboglabra*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Islam Malang*. 1(1): 1-10.
- Romalasari, A dan Sobari, E. 2019. Produksi selada (*Lactuca sativa* L.) menggunakan system hidroponik dengan perbedaan sumber nutrisi. *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*. 3(1): 36-41.
- Rembet, F. F., Paat, F. J., dan Najooan, J. 2021. Test the potential growth and yield of plants pak choi (*Brassica rapa* subsp. *chinensis* (L.) Hanelt Var. Green) through hydroponics system-nutrient film technique at the level of the concentration of nutrients ab mix. *Jurnal Agroekoteknologi Terapan*. 2(2): 62- 69.
- Santoyo, G., Urtis-Flores, C. A., Loeza-Lara, P. D., Orozco-Mosqueda, M. D. C., dan Glick, B. R. 2021. Rhizosphere colonization determinants by plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR). *Biology*. 10(6): 475.
- Sastro, Y dan Nofi, A.R. 2016. *Hidroponik Sayuran di Perkotaan*. BPTP. Jakarta. 32 hlm.
- Senthilkumar, M., Anandham, R., Madhaiyan, M., Venkateswaran, V., dan Sa, T. 2011. Endophytic bacteria: perspectives and applications in agricultural crop production. Springer. Heidelberg. 96 hlm.
- Setiawati, M. R., Afrilandha, N., Hindersah, R., Suryatmana, P., Fitriatin, B. N., dan Kamaluddin, N. N. 2023. The effect of beneficial microorganism as biofertilizer application in hydroponic-grown tomato. *Sains Tanah*. 20(1): 66–77.
- Shao, S dan Takeuchi, W. 2023. Bio-Geophysical Suitability Mapping for Chinese Cabbage of East Asia from 2001 to 2020. *Remote Sensing*, 15(5): 1427.
- Singh, A., Yadav, V. K., Chundawat, R. S., Soltane, R., Awwad, N. S., Ibrahim, H. A., Yadav, K. K., dan Vicas, S. I. 2023. Enhancing plant growth promoting rhizobacterial activities through consortium exposure: A review. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 11: 1099999.
- Susila, A.D dan Koerniawati, Y. 2004. Pengaruh volume dan jenis media tanam pada pertumbuhan dan hasil tanaman selada (*Loctuca sativa*) dalam teknologi hidroponik sistem terapung. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 32(3): 16-21.
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., dan Murphy, A. 2015. *Plant physiology and development* (6th ed.). Sinauer Associates. Sunderland. 888 hlm.

- Wenno, S. J dan Sinay, H. 2019. Kadar klorofil daun pakcoy (*brassica chinensis* L.) Setelah perlakuan pupuk kandang dan ampas tahu sebagai bahan ajar mata kuliah fisiologi tumbuhan. *Biopendix: Jurnal Biologi, Pendidikan Dan Terapan*. 5(2): 130–139.
- Zhang, X., Yang, Z., Wang, L., Yue, Y., Wang, L, dan Yang, X. 2023. The effects of plant growth promoting rhizobacteria on plants under temperature stress: a meta analysis. *Rhizosphere*. 28(1): 100788.