



**PENGARUH BIOSAKA DAN PUPUK HAYATI BRE4 TERHADAP
PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN SAWI HIJAU
(*Brassica juncea* L.) SERTA PEMANFAATANNYA
SEBAGAI *BOOKLET***

SKRIPSI

Oleh

**Reysha Naila Arifin
220210103033**

**KEMETERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
PENDIDIKAN BIOLOGI
JEMBER
2026**



**PENGARUH BIOSAKA DAN PUPUK HAYATI BRE4 TERHADAP
PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN SAWI HIJAU
(*Brassica juncea* L.) SERTA PEMANFAATANNYA
SEBAGAI *BOOKLET***

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada
program studi Pendidikan Biologi.*

SKRIPSI

Oleh

**Reysha Naila Arifin
220210103033**

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si.

**KEMETERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
PENDIDIKAN BIOLOGI
JEMBER
2026**

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat serta hidayah-Nya, sholawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, dan berkat doa serta dukungan orang-orang tercinta, skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa cinta dan kasih kepada:

1. Kedua orang tua tersayang, Ibu Yayuk Isnaniyah dan Bapak Ahmad Arifin yang senantiasa memberikan dukungan dan doa tanpa henti dalam setiap langkah perjalanan ini. Terima kasih atas cinta dan kasih sayang yang tiada habisnya, mendidik, membimbing, dan mengusahakan segala kebutuhan penulis. Terima kasih telah menjadi rumah terbaik untuk penulis pulang.
2. Saudari perempuan tercinta, Shelya Rifna Arifin yang telah mengusahakan semuanya. Terima kasih untuk setiap doa, kasih sayang, ketulusan, dan motivasi. Penulis tidak akan bisa menempuh pendidikan dan berada di titik ini jika bukan karena dukungan dan kerja keras kakak tersayang.
3. Keluarga besar saya, khususnya nenek Roni, nenek Rochmah, Tante Wilujeng, Paman Isharianto yang memberikan doa dan dukungan.
4. Bapak dan Ibu guru saya dari TK, SD, SMP, SMA, dan Dosen Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan nasehat yang bermanfaat sehingga saya dapat sampai pada tahap ini.
5. Alamamater tercinta, Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember yang menjadi tempat belajar banyak hal.

MOTTO

Allah tidak pernah berkata semuanya mudah, tetapi dua kali Allah menegaskan
“Maka, sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya beserta
kesulitan ada kemudahan”

(Terjemahan QS. Al-Insyirah: 5-6)¹

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Terjemahan QS. Al-Baqarah: 286)²



¹ Lembaga Bahtsul Masail Nadhatul Ulama, “QS. Al- Insyirah: 5-6”Qur’an NU online, diakses 16 Juni 2026, <https://quran.nu.or.id/al-insyirah/5-6>

² Lembaga Bahtsul Masail Nadhatul Ulama, “QS. Al-Baqarah: 286”Qur’an NU online, diakses 16 Juni 2026, <https://quran.nu.or.id/al-baqarah/286>

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Reysha Naila Arifin

NIM : 220210103033

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: ***“Pengaruh Biosaka dan Pupuk Hayati BRE4 Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) serta Pemanfaatannya sebagai Booklet*”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 2 Juli 2026

Yang menyatakan,

Reysha Naila Arifin

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul ***“Pengaruh Biosaka dan Pupuk Hayati BRE4 Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) serta Pemanfaatannya sebagai Booklet*”** telah diuji dan disetujui oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 2 Juli 2026

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Pembimbing

Tanda Tangan

1. Pembimbing Utama

Nama : Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si.

(.....)

NIP : 196405101990021001

Penguji

1. Penguji Utama

Nama : Ika Lia Novenda, S.Pd., M.Pd.

(.....)

NIP : 198811102023212056

2. Penguji Anggota

Nama : Dr. Sulifah Aprilya Hariani, S.Pd., M.Pd.

(.....)

NIP : 197904152003122003

ABSTRACT

Green mustard (Brassica juncea L.) is one of the vegetable crops widely consumed by people in Indonesia. However, the increasing demand for green mustard has not been followed by an increase in production due to several cultivation problems, including the excessive use of inorganic fertilizers, which can reduce soil fertility. Therefore, environmentally friendly cultivation methods are needed, such as the use of Biosaka and BRE4 biofertilizer. Biosaka acts as a biological elicitor that helps improve plant resistance, while BRE4 biofertilizer contains beneficial microorganisms that can increase nutrient availability and plant productivity. This study aimed to determine the effect of Biosaka and BRE4 biofertilizer on the growth and production of green mustard, to analyze the interaction between the two treatments, to find the best treatment combination, and to evaluate the feasibility of a booklet developed from the research results. The study used a factorial Completely Randomized Design (CRD) with two factors: Biosaka and BRE4 biofertilizer, each consisting of four concentration levels. There were 16 treatment combinations with three replications and three plants in each replication, resulting in a total of 144 experimental plants. The observed parameters were plant height, number of leaves, leaf area, fresh weight, production weight, dry weight, growth rate, and harvest index. The results showed that the application of Biosaka and BRE4 biofertilizer significantly affected the growth and production of green mustard. A significant interaction between the two treatments was found in plant height, number of leaves, leaf area, fresh weight, and production weight. The best treatment combination was B₂K₂, consisting of 6 mL/L Biosaka and 20 mL/L BRE4 biofertilizer. Based on the validation results, the booklet obtained a feasibility score of 85.4% and was categorized as valid for use after minor revisions.

Keywords: Brassica juncea L., Biosaka, BRE4 biofertilizer, educational booklet

RINGKASAN

Pengaruh Biosaka dan Pupuk Hayati BRE4 Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) serta Pemanfaatannya sebagai *Booklet*: Reysha Naila Arifin, 220210103033; 2026; 46 halaman; Program Studi Pendidikan Biologi; Jurusan MIPA; Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan; Universitas Jember.

Sawi hijau (*Brassica juncea* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura jenis sayuran yang mudah dibudidayakan dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Saat ini, tingkat konsumsi dan kebutuhan akan sawi terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Akan tetapi, tingginya tingkat konsumsi dan permintaan pasar terhadap sawi hijau belum diimbangi dengan tingkat produksi sawi karena sering terjadinya penurunan produktivitas. Penurunan ini tidak lepas dari berbagai kendala dalam budidaya, seperti keberadaan gulma disekitar tanaman sawi dan penggunaan pupuk anorganik berlebih. penggunaan pupuk anorganik dalam jangka panjang dapat mengurangi kandungan unsur hara dan mineral dalam tanah sehingga dapat mengganggu kesuburan tanah. Oleh itu, diperlukan suatu inovasi, yaitu dengan menerapkan sistem pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan.

Salah satu penerapan sistem pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan adalah melalui penggunaan biosaka. Biosaka merupakan elisitor biologis yang berperan untuk meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit (Reflis *et al.*, 2023). Penggunaan pupuk hayati juga dapat menjadi alternatif lain untuk menekan penggunaan pupuk anorganik. Pupuk hayati BRE4 merupakan jenis pupuk dengan formulasi cair yang mengandung mikroba aktif berupa konsorsium rhizobakteri dan bakteri endofit berupa bakteri *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. yang mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara, mengembalikan kualitas tanah yang terdegradasi, dan mampu meningkatkan produktivitas tanaman.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau,

menganalisis ada atau tidaknya interaksi antara keduanya, serta menentukan kombinasi perlakuan yang paling optimal untuk pertumbuhan dan produksi sawi hijau. Selain itu, penelitian ini menghasilkan *booklet* yang telah diuji kelayakannya sebagai sumber informasi bagi pembudidaya tanaman sawi atau peneliti lain.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor perlakuan, yaitu faktor I konsentrasi biosaka (B) dengan 4 taraf perlakuan, yaitu (B₀) 0 ml/L; (B₁) 3 ml/L; (B₂) 6 ml/L; (B₃) 9 ml/L. Faktor II konsentrasi pupuk hayati BRE4 (B) dengan 4 taraf perlakuan, yaitu (K₀) 0 ml/L; (K₁) 15 ml/L; (K₂) 20 ml/L; (K₃) 25 ml/L. Terdapat 16 kombinasi perlakuan, setiap perlakuan terdapat 3 kali ulangan dan masing-masing ulangan terdapat 3 tanaman. Sehingga jumlah keseluruhan adalah 144 unit tanaman percobaan. Parameter yang diamati terdiri dari tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat segar, berat produksi, berat kering, laju pertumbuhan, dan indeks panen.

Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa terdapat pengaruh ($p>0,05$) pemberian biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.), dibuktikan pada hasil analisis yang menunjukkan bahwa terjadi peningkatan secara signifikan pada tinggi tanaman, jumlah daun umur, luas daun, berat segar, berat produksi, dan indeks panen. Interaksi nyata antara biosaka dan pupuk hayati BRE4 dibuktikan dengan adanya data analisis tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat segar, dan berat produksi. Sehingga didapatkan kombinasi perlakuan yang optimal pada B₂K₂ yaitu dengan konsentrasi 6 ml/L biosaka dan 20 ml/L pupuk hayati BRE4.

Hasil uji validasi produk penelitian berupa *booklet* dengan judul “Aplikasi Biosaka dan Pupuk Hayati BRE4 dalam Budidaya Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)” dari ketiga validator mendapatkan rerata nilai 85,4% dengan kategori valid digunakan, untuk lebih menyempurnakannya terdapat beberapa revisi agar produk *booklet* menjadi lebih baik dan menjadi sumber informasi bagi masyarakat khususnya pembudidaya tanaman sawi hijau.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Biosaka dan Pupuk Hayati BRE4 Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) serta Pemanfaatannya sebagai *Booklet*”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember, guna memperoleh gelar Sarjana Pendidikan.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan, dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Mohamad Na'im, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
2. Dr. Erfan Yudianto, S.Pd., M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
3. Prof. Erlia Narulita, S.Pd., M.Si., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi;
4. Dr. Ir. Imam Mudakir, M.Si., selaku dosen pembimbing utama, yang telah meluangkan waktu, dan memberikan bimbingan dalam proses penyusunan skripsi ini;
5. Ika Lia Novenda S.Pd., M.Pd., selaku dosen penguji utama, yang telah memberikan saran dan masukan untuk penyempurnaan skripsi ini;
6. Dr. Sulifah Aprilya Hariani, S.Pd., M.Pd., selaku dosen penguji anggota, yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun;
7. Dra. Pujiastuti, M.Si., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan masukan selama menempuh pendidikan;

8. Nita Fitriana, M. Sc., Hajar Syifa Fiarani, S.Si., M.Si., dan Mochammad Holil yang telah bersedia menjadi validator dan memberikan saran untuk penyempurnaan *booklet*;
9. Seluruh dosen pengampu mata kuliah di Program Studi Pendidikan Biologi yang telah memberikan ilmu dan wawasan selama masa perkuliahan;
10. Kedua orang tua tercinta, Ibu Yayuk Isnaniyah dan Ayah Ahmad Arifin, serta saudari perempuan tersayang Shelya Rifna Arifin. Nenek Roni, nenek Rochmah, Tante Wilujeng, Paman Isharianto yang senantiasa memberikan doa, motivasi, dukungan moral dan material selama proses penyusunan skripsi ini;
11. Sahabat “Sobat Tangan” Dinda, Nabila, Zizah, Salwa. Terima kasih telah kebersamai dalam suka maupun duka selama di perantauan. Terima kasih atas dukungan dan rasa kekeluargaan yang mengisi masa perkuliahan ini;
12. Sahabat “Kos Pargoy” Nuril, Ani, Nisa, Naya, Marsha, dan Rita. Terima kasih telah menghidupkan suasana kos layaknya hangat keluarga, kebersamaan dalam suka maupun duka, serta dukungan yang selalu mengiringi;
13. Muhammad Hilman Ramadhan yang telah kebersamai penulis sejak awal perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini usai. Terima kasih karena telah memberikan banyak dukungan dan kesabaran menjadi pendengar yang baik, tempat berkeluh kesah, serta mendampingi penulis dalam suka maupun duka;
14. Teman-teman penelitian, Latin lailia, Vio, Gress, Anjumuz, dan Umi yang telah membantu penulis dari awal hingga akhir proses penelitian;
15. Teman-teman kelas B angkatan 2022 yang telah memberikan rasa kebersamaan dan dukungan dari awal hingga akhir perkuliahan; serta
16. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang secara tidak langsung telah membantu penyelesaian skripsi.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Selain itu, penulis juga bersedia menerima kritik dan saran yang membangun bagi skripsi ini.

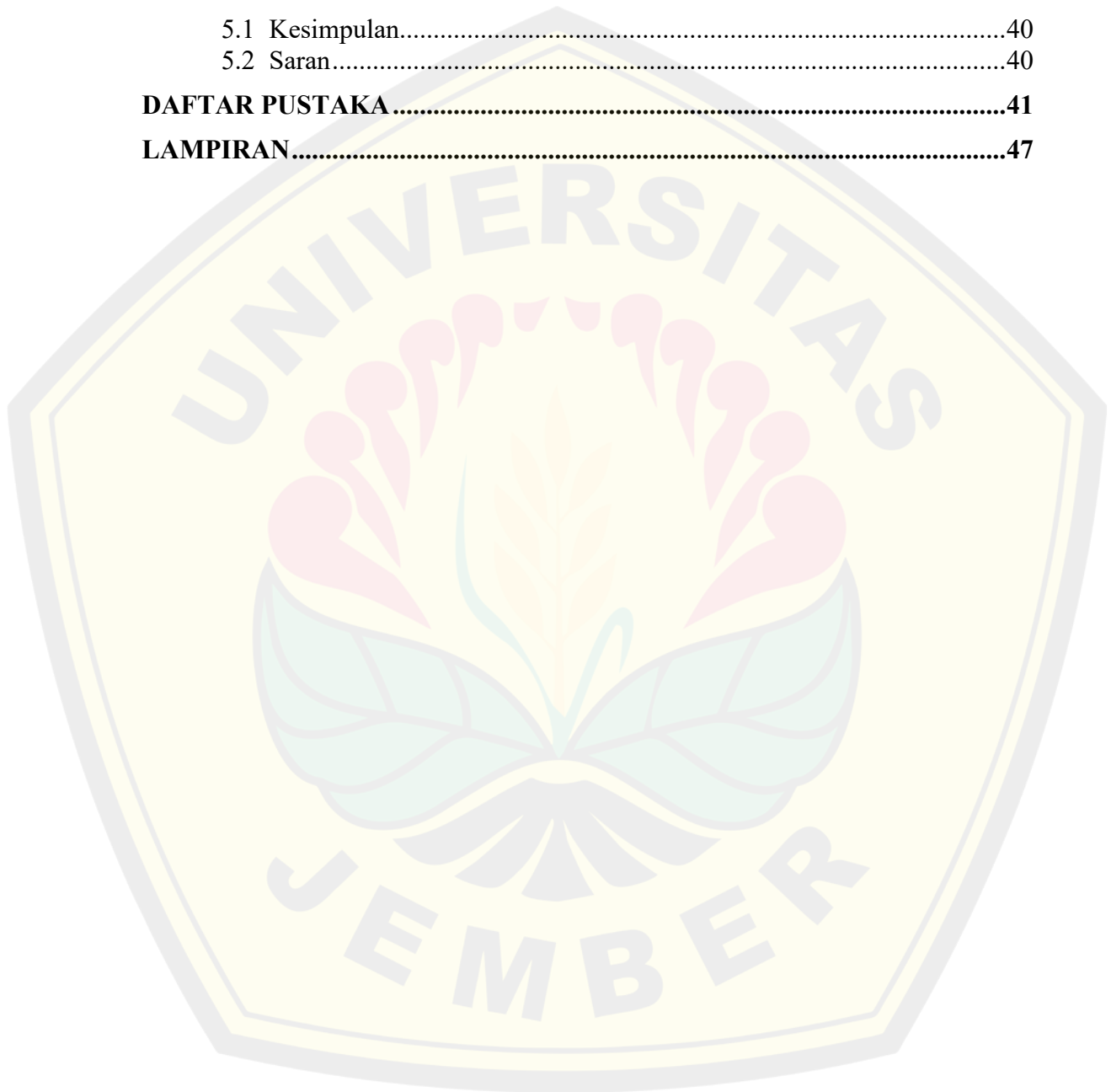
Jember, 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
PERSEMBAHAN.....	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR BAGAN.....	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2. TINJAUAN TEORI.....	5
2.1 Sawi Hijau (<i>Brassica juncea</i> L.)	5
2.2 Biosaka	6
2.3 Pupuk Hayati	9
2.4 <i>Booklet</i>	10
2.5 Kerangka Berpikir	11
2.6 Hipotesis Penelitian.....	12
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	13
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian	13
3.3 Alat dan Bahan	13
3.4 Desain Penelitian.....	14
3.5 Prosedur Penelitian.....	14

3.6 Metode Analisis.....	18
3.7 Alur Penelitian.....	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1 Hasil Penelitian	20
4.2 Pembahasan.....	33
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN.....	47

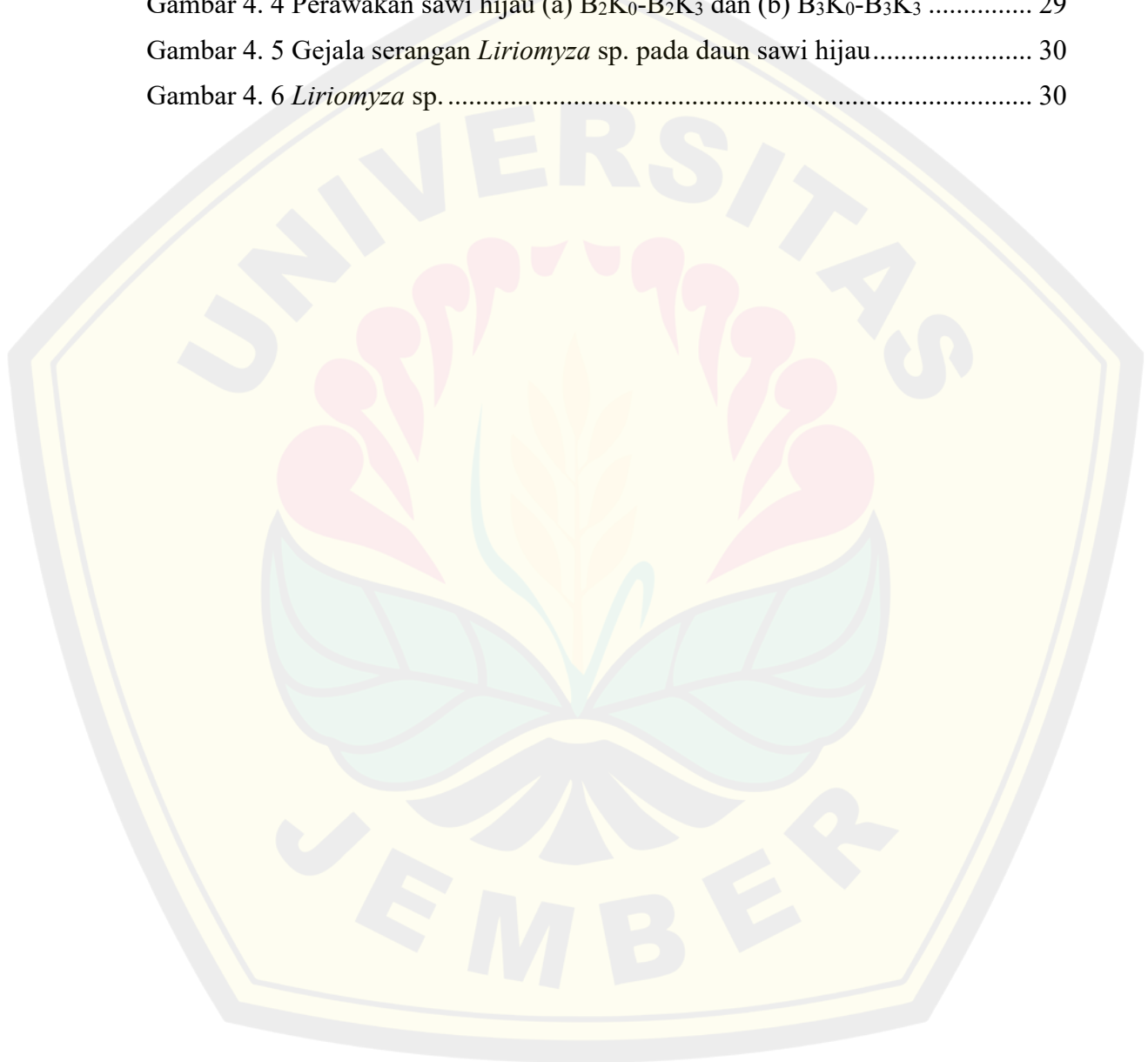


DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Faktor perlakuan penelitian.....	14
Tabel 3. 2 Kombinasi perlakuan penelitian.....	14
Tabel 3. 3 Kriteria validasi <i>booklet</i>	18
Tabel 4. 1 Respon pemberian perlakuan biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap rerata tinggi tanaman sawi hijau	21
Tabel 4. 2 Respon pemberian perlakuan biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap rerata jumlah daun tanaman sawi hijau	23
Tabel 4. 3 Respon pemberian perlakuan biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap rerata luas daun, berat segar, dan berat kering tanaman sawi hijau	25
Tabel 4. 4 Respon pemberian biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap berat produksi dan indeks panen tanaman sawi hijau	27
Tabel 4. 5 Pengamatan faktor abiotik	30
Tabel 4. 6 Hasil uji validasi <i>booklet</i>	31
Tabel 4. 7 Hasil perbaikan <i>booklet</i>	32

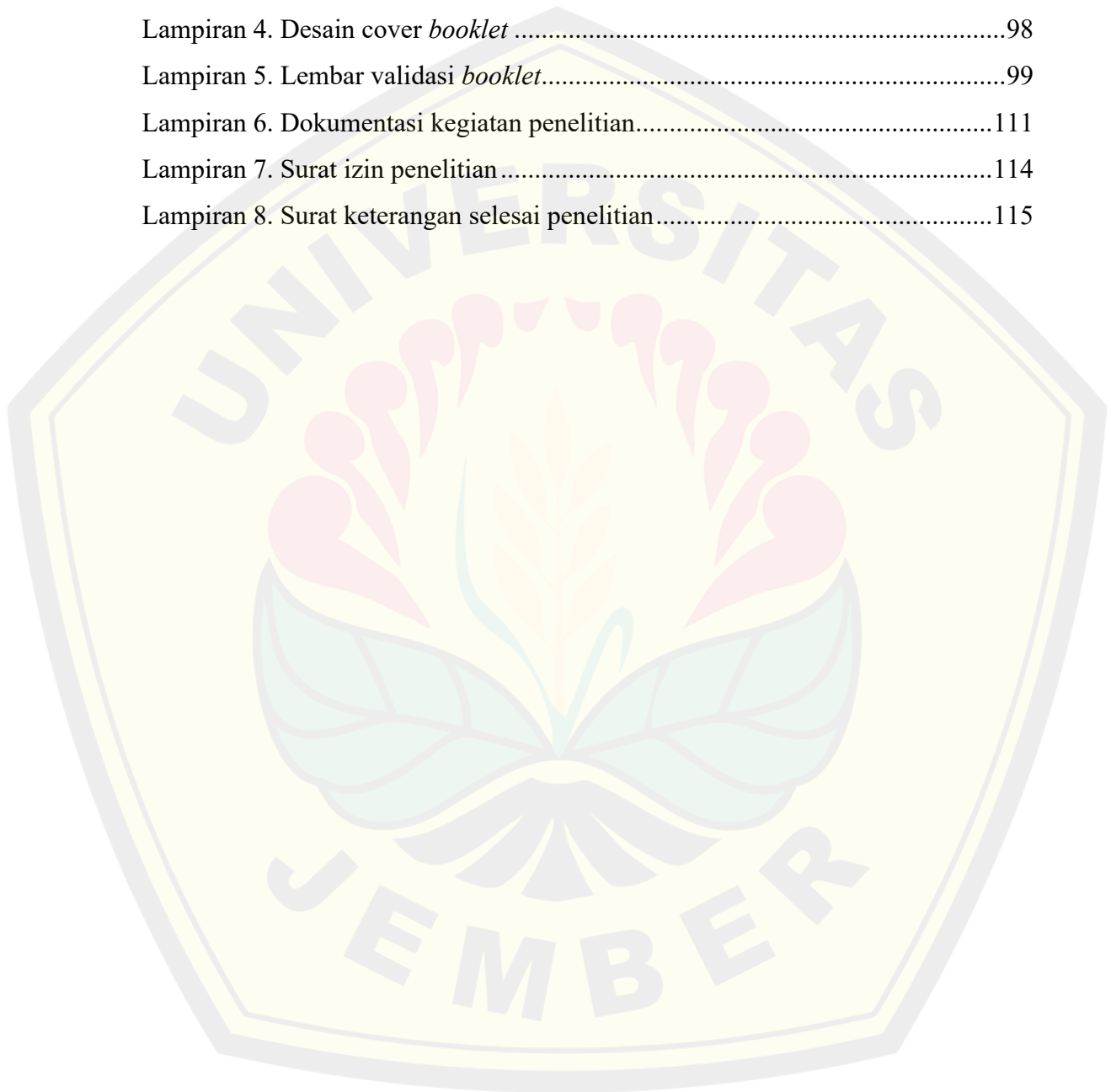
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Morfologi sawi hijau	5
Gambar 4. 1 Ciri visual biosaka	20
Gambar 4. 2 Rerata laju pertumbuhan tinggi tanaman sawi hijau	23
Gambar 4. 3 Perawakan sawi hijau (a) B ₀ K ₀ -B ₀ K ₃ dan (b) B ₁ K ₁ -B ₁ K ₃	29
Gambar 4. 4 Perawakan sawi hijau (a) B ₂ K ₀ -B ₂ K ₃ dan (b) B ₃ K ₀ -B ₃ K ₃	29
Gambar 4. 5 Gejala serangan <i>Liriomyza</i> sp. pada daun sawi hijau.....	30
Gambar 4. 6 <i>Liriomyza</i> sp.	30



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Matriks penelitian	47
Lampiran 2. Denah penelitian	50
Lampiran 3. Hasil analisis SPSS	51
Lampiran 4. Desain cover <i>booklet</i>	98
Lampiran 5. Lembar validasi <i>booklet</i>	99
Lampiran 6. Dokumentasi kegiatan penelitian	111
Lampiran 7. Surat izin penelitian	114
Lampiran 8. Surat keterangan selesai penelitian	115



DAFTAR BAGAN

Bagan 2. 1 Kerangka berpikir	11
Bagan 3. 1 Alur penelitian	20



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sawi hijau (*Brassica juncea* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura jenis sayuran yang mudah dibudidayakan dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Sawi hijau sering dimanfaatkan bagian daunnya sebagai bahan masakan (Tawar, 2024). Sawi hijau umumnya banyak dibudidayakan di dataran rendah, tetapi juga dapat tumbuh di dataran tinggi. Saat ini, tingkat konsumsi dan kebutuhan akan sawi terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan banyaknya manfaat yang ditawarkan bagi kesehatan (Bela *et al.*, 2021). Sawi hijau mengandung berbagai senyawa seperti protein, karbohidrat, lemak, zat besi, fosfor, kalsium, vitamin B dan vitamin C yang baik untuk kesehatan (Subrata *et al.*, 2024).

Tingginya tingkat konsumsi dan permintaan pasar terhadap sawi hijau belum diimbangi dengan tingkat produksi sawi yang telah dibudidayakan oleh petani sayur di Indonesia. Badan Pusat Statistik Indonesia mencatat bahwa terjadi penurunan produksi pada tanaman sawi. Hasil produksi sawi pada tahun 2022 tercatat mencapai angka panen 760.608 ton, kemudian tahun 2023 produksi tanaman sawi mengalami penurunan yang signifikan dan hanya mencapai angka 686.876 ton atau sekitar 9,69% dibandingkan tahun sebelumnya (Supriyadi *et al.*, 2024).

Penurunan produktivitas sawi hijau tidak terlepas dari berbagai kendala dalam budidaya, salah satunya keberadaan gulma disekitar tanaman. Pertumbuhan gulma tersebut menimbulkan terjadinya persaingan dalam memperoleh cahaya, air, dan unsur hara dalam tanah. Selain itu, gulma juga menjadi inang bagi beberapa jenis hama dan penyakit. Meskipun demikian, beberapa jenis gulma memiliki kandungan metabolit sekunder yang berpotensi untuk dimanfaatkan dalam budidaya tanaman. Gulma yang umum ditemukan di sekitar tanaman sawi yaitu babadotan (*Ageratum conyzoides*) dan meniran (*Phyllanthus niruri*) (Murti Laksono *et al.*, 2023).

Usaha peningkatan produksi sawi juga telah banyak dilakukan, salah satunya melalui pemupukan. Saat ini pupuk yang banyak digunakan oleh petani adalah pupuk anorganik. Pupuk tersebut mampu mendukung pertumbuhan tanaman secara cepat sehingga diperoleh hasil panen yang tinggi (Agustin *et al.*, 2024). Akan tetapi, penggunaan pupuk anorganik dalam jangka panjang dapat mengurangi kandungan unsur hara dan mineral dalam tanah sehingga dapat mengganggu kesuburan tanah. Hal ini juga akan mengganggu pertumbuhan dan menurunkan produktivitas tanaman. Untuk mengatasinya, dapat dilakukan dengan penerapan sistem pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan (Wulandari *et al.*, 2023)

Salah satu penerapan sistem pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan adalah melalui penggunaan biosaka. Biosaka merupakan elisitor biologis yang berperan untuk meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit (Reflis *et al.*, 2023). Biosaka sebagai elisitor mengandung berbagai senyawa kimia yang mampu memacu respon fisiologi dan morfologi tanaman, memberi sinyal positif pada membran sel akar, serta menyebabkan aktivasi dan ekspresi gen yang terkait dengan biosintesis metabolit sekunder (Insiyah *et al.*, 2024). Biosaka terbuat dari larutan tumbuhan liar atau gulma yang dapat menekan penggunaan pupuk anorganik hingga 50-90% (Wahyudi *et al.*, 2024). Babadotan (*Ageratum conyzoides*) dan meniran (*Phyllanthus niruri*) yang seringkali dianggap sebagai gulma pada tanaman sawi dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan biosaka. Umumnya bahan biosaka dipilih dari tumbuhan sehat, segar, tidak terserang hama atau penyakit, tidak kering dan rusak (Tjokrodiningrat *et al.*, 2023).

Penggunaan pupuk hayati juga dapat menjadi alternatif lain untuk menekan penggunaan pupuk anorganik. Pupuk hayati merupakan jenis pupuk ramah lingkungan dengan kandungan mikroorganisme yang dapat menghasilkan senyawa untuk memfasilitasi tersedianya unsur hara di dalam tanah (Ataribaba *et al.*, 2021). Mikroorganisme dalam pupuk hayati memiliki kemampuan untuk memacu pertumbuhan tanaman, melarutkan fosfat, penambat nitrogen, dan menekan pertumbuhan penyakit pada tanaman (Kalay *et al.*, 2020). Jenis pupuk hayati yang digunakan yaitu pupuk hayati BRE4. BRE4 merupakan singkatan dari Bakteri Rhizo dan Endofit, sedangkan angka 4 mewakili dari keempat bakteri yang

terkandung dalam pupuk tersebut. Pupuk hayati BRE4 merupakan pupuk dengan formulasi cair yang mengandung mikroba aktif berupa konsorsium rhizobakteri dan bakteri endofit berupa bakteri *Bacillus sp.* dan *Pseudomonas sp.* yang mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara, mengembalikan kualitas tanah yang terdegradasi, dan mampu meningkatkan produktivitas tanaman (Asyiah *et al.*, 2024).

Pupuk hayati BRE4 merupakan produk inovasi baru sehingga belum ada penelitian yang membahas mengenai konsentrasi dan kombinasi antara biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.). Hasil penelitian ini akan dijadikan sumber informasi bagi masyarakat dalam bentuk *Booklet*. *Booklet* merupakan jenis media penyampaian informasi dalam bentuk lembaran kertas yang dikemas dalam bentuk buku kecil dan praktis digunakan (Ananda *et al.*, 2022). Penyampaian melalui *booklet* diharapkan dapat menjadi media informasi atau sumber rujukan dalam pengelolaan dan budidaya tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). Berdasarkan latar belakang tersebut dilakukan penelitian berjudul **“Pengaruh Biosaka dan Pupuk Hayati BRE4 Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) serta Pemanfaatannya sebagai *Booklet*”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

- a. Adakah pengaruh biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)?
- b. Adakah interaksi antara biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)?
- c. Berapakah konsentrasi biosaka dan pupuk hayati BRE4 yang optimal untuk pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)?
- d. Bagaimana penyusunan *booklet* yang valid berdasarkan penelitian mengenai pengaruh biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penelitian sebagai berikut :

- a. Mengetahui pengaruh biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap pertumbuhan dan produksi sawi hijau (*Brassica juncea* L.)
- b. Menganalisis ada atau tidaknya interaksi antara biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)
- c. Menentukan konsentrasi biosaka dan pupuk hayati BRE4 yang optimal untuk pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)
- d. Menghasilkan *booklet* yang valid berdasarkan penelitian mengenai pengaruh biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

- a. Bagi peneliti, penelitian ini dapat membuktikan pengaruh biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)
- b. Bagi peneliti lain, penelitian ini dapat memberikan informasi dan dijadikan sebagai sumber rujukan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman lain
- c. Bagi masyarakat, utamanya bagi petani sayuran melalui penelitian ini dapat menambah pengetahuan dan sumber informasi terkait pemanfaatan biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman (*Brassica juncea* L.)

BAB 2. TINJAUAN TEORI

2.1 Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

2.1.1 Klasifikasi Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

Klasifikasi sawi hijau (*Brassica juncea* L.) berdasarkan *Global Biodiversity Information Facility* (Gbif.org, 2025) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Phylum	: Tracheophyta
Class	: Magnoliopsida
Order	: Brassicales
Family	: Brassicaceae
Genus	: <i>Brassica</i> L.
Species	: <i>Brassica juncea</i> L.



Gambar 2. 1 Morfologi sawi hijau: (a) helaian daun, (b) tangkai daun, (c) batang, (d) akar (Prayoga *et al.*, 2023)

2.1.2 Morfologi Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

Sawi hijau (*Brassica juncea* L.) termasuk famili Brassicaceae yang memiliki sistem perakaran tunggang. Batangnya berukuran pendek, beruas-ruas, dan berwarna hijau. Daun berbentuk bulat lonjong dengan variasi lebar atau sempit. Helaian daun tersusun saling melingkup dan membungkus daun yang lebih muda tetapi tetap terbuka (Syahfridawani *et al.*, 2024: 6). Warna daun sawi hijau bervariasi mulai dari hijau muda hingga hijau tua. Bunga sawi hijau memiliki mahkota berwarna kuning dengan satu putik dan empat benang sari. Buahnya

termasuk jenis buah polong yang berongga dan berbentuk memanjang (Ramadayanti *et al.*, 2023).

2.1.3 Syarat Tumbuh Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

Sawi (*Brassica juncea* L.) merupakan tanaman semusim yang dapat dibudidayakan dengan baik di daerah dataran rendah maupun dataran tinggi (Boe, 2022). Sawi hijau dapat tumbuh optimal pada ketinggian 100-500 mdpl. Namun, umumnya dibudidayakan di daerah dataran rendah. Sawi hijau tumbuh baik pada tanah gembur yang mengandung humus dan unsur hara yang cukup (Ramadayanti *et al.*, 2023). Sawi hijau dapat tumbuh optimal pada pH tanah berkisar antara 6,0 – 6,5 dengan suhu optimum 20 – 30 °C (Wiraguna *et al.*, 2023: 11).

2.1.4 Kandungan Gizi dan Manfaat Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

Sawi hijau (*Brassica juncea* L.) termasuk salah satu jenis sayuran berdaun dengan berbagai kandungan gizi yang tinggi. Dalam 100 g sawi hijau terkandung 28 kkal energi, vitamin, 4 g karbohidrat, 2,3 g protein, dan 0,3 g lemak. Sawi hijau mengandung berbagai vitamin seperti vitamin C 102 mg, vitamin A, B1, B2, dan B3. Kandungan mineral dalam sawi hijau yaitu 436,5 mg (K), 2,9 mg (Fe), 0,2 (Zn), dan 120 mcg (Cu) (Jasmine dan Rachmawati, 2024). Beberapa manfaat lain untuk kesehatan yaitu menjaga kesehatan tulang, mencegah kanker, menyehatkan kulit dan rambut, serta memperbaiki kualitas tidur dan suasana hati (Sari *et al.*, 2021).

2.1.5 Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) Varietas Tosakan

Sawi hijau (*Brassica juncea* L.) Tosakan merupakan varietas benih yang diproduksi oleh PT. East West Seed Indonesia (EWINDO). Sawi hijau varietas Tosakan memiliki beberapa keunggulan seperti rasa yang tidak pahit, lambat berbunga, dan tekstur daun renyah.

2.2 Biosaka

2.2.1 Pengertian Biosaka

Biosaka merupakan salah satu sistem teknologi terbaru dalam pengembangan pertanian organik modern. Biosaka ditemukan oleh Muhammad Ansar, seorang petani kreatif asal Blitar sejak tahun 2006 (Azhimah *et al.*, 2023). Biosaka terbuat dari larutan tumbuhan yang berperan sebagai elisitor untuk

meningkatkan produktivitas dan perlindungan tanaman berbasis ekologi yang ramah lingkungan (Adiwijaya *et al.*, 2023).

Biosaka bukan pupuk ataupun pestisida, melainkan elisitor biologis yang mempengaruhi fisiologi dan morfologi suatu tanaman. Biosaka merangsang respon positif pada membran sel akar agar lebih sehat dan meningkatkan produktivitas tanaman (Ndruru *et al.*, 2024). Elisitor merupakan zat kimia yang memicu reaksi pada tanaman untuk memperoleh zat metabolit sekunder sebagai ketahanan tanaman dari berbagai cekaman. Selain itu, elisitor dapat menginduksi terbentuknya senyawa tertentu sebagai respon ketahanan tanaman (Ndruru *et al.*, 2024). Berdasarkan hasil penelitian Akbar *et al.*, (2024), konsentrasi optimal biosaka yang signifikan terhadap parameter tinggi batang, lebar daun, jumlah daun dan bobot tanaman sawi pakcoy adalah 6 ml/liter air.

2.2.2 Manfaat Biosaka

Biosaka sebagai elisitor mampu menekan penggunaan pupuk anorganik hingga 50 – 90% dan meningkatkan produksi tanaman. Beberapa kelebihan biosaka yaitu proses pembuatan yang relatif cepat, tidak memerlukan banyak biaya, efektifitas kinerja yang baik, pengaplikasian mudah, bahan tersedia banyak di alam, dapat diaplikasikan pada semua jenis tanaman dan seluruh fase pertumbuhan mulai dari pembenihan hingga masa panen (Napitupulu *et al.*, 2023). Metode pertanian dengan biosaka terbukti efisien dan efektif digunakan pada berbagai komoditas pertanian, menghemat biaya pupuk kimia dan bersifat ramah lingkungan (Supriyadi *et al.*, 2024)

2.2.3 Pembuatan Biosaka

Biosaka dibuat dari 5 jenis tumbuhan dengan kriteria kondisi tanaman yang sehat, segar, tidak terserang hama dan penyakit (Reflis *et al.*, 2023). Adapun tumbuhan yang dapat digunakan yaitu babadotan (*Ageratum conyzoides*), meniran (*Phyllanthus niruri*), anting-anting (*Acalypha indica*), tapak liman (*Elephantopus scaber*), dan beluntas (*Pluchea indica*)

a. Babadotan (*Ageratum conyzoides* L.)

Babadotan (*Ageratum conyzoides* L) adalah tumbuhan pengganggu atau gulma yang banyak ditemui di ladang, halaman, kebun, atau tepi jalan.

Babadotan termasuk jenis tumbuhan berbunga anggota dari famili Asteraceae (Mappasomba *et al.*, 2023). Babadotan memiliki beberapa kandungan senyawa seperti alkaloid, saponin, tanin, flavonoid, steroid, terpenoid, glikosida, fenolik, dan minyak atsiri (Maramis *et al.*, 2024).

b. Meniran (*Phyllanthus niruri* L.)

Meniran (*Phyllanthus niruri* L.) termasuk famili Phyllanteceae dengan ciri morfologi berdaun kecil. Termasuk jenis tumbuhan liar yang tumbuh ditempat yang subur (Djufri *et al.*, 2022). Meniran mengandung senyawa fitokimia Phyllanthin dan Hypophyllanthin yang mampu meningkatkan ketahanan, terdapat senyawa lain seperti flavonoid, tanin, saponin, alkaloid, lignin, dan asam penol (Sophia dan Suraini, 2024).

c. Anting-anting (*Acalypha indica*)

Anting-anting (*Acalypha indica*) merupakan tumbuhan liar yang masuk dalam famili Euphorbiaceae. Ciri dari tumbuhan ini yaitu daun berseling, bentuk lonjong sampai lanset, dan ujung daunnya lancip. Anting-anting mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder seperti tanin, saponin, flavonoid, dan minyak atsiri (Agustina & Istiqomah, 2021).

d. Tapak liman (*Elephantopus scaber* L.)

Tapak liman (*Elephantopus scaber* L.) adalah tumbuhan liar dengan ciri batang pendek bercabang, akar serabut, daun berbentuk bulat memanjang, runcing, tepi daun bergerigi dengan susunan daun melingkar (Mariska *et al.*, 2024). Tapak liman mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder seperti fenolik, flavonoid, fenol, saponin, tanin, alkaloid, dan steroid (Florensia dan Wijaya, 2023).

e. Beluntas (*Pluchea indica*)

Beluntas (*Pluchea indica*) mengandung senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, minyak atsiri, tanin, aluminium, kalium, natrium, kalsium, magnesium, dan fosfor (Sari *et al.*, 2024).

Biosaka dibuat dari 5 jenis tumbuhan dengan berat 200 g sehingga masing-masing tumbuhan memiliki berat 40 g. Bahan tersebut dicampurkan dengan air sebanyak 2-5 liter dalam wadah dan diremas menggunakan tangan selama 10 – 15

menit secara perlahan dengan memutar ke arah kiri dan diselingi dengan pengadukan hingga larutan menjadi homogen. Pemerasan dihentikan apabila warnanya berubah menjadi coklat gelap (Tjokrodiningrat *et al.*, 2023).

Ciri visual biosaka dapat dikatakan homogen apabila tidak terdapat endapan, tidak timbul gas, tidak ada butiran, terlihat pekat dan mengkilap, dapat berwarna hijau, coklat, atau merah tergantung dari tumbuhan yang digunakan. Proses selanjutnya penyaringan larutan biosaka dan dimasukkan ke dalam botol. Larutan biosaka dapat diaplikasikan secara langsung dan sisanya dapat disimpan. Biosaka yang homogen secara sempurna dapat disimpan hingga 5 tahun (Raidar *et al.*, 2023).

2.3 Pupuk Hayati

2.3.1 Pengertian Pupuk Hayati

Pupuk hayati merupakan jenis pupuk dengan kandungan mikroorganisme yang diaplikasikan secara langsung pada tanah sebagai inokulan untuk menyediakan unsur hara bagi tanaman (Ataribaba *et al.*, 2021). Pupuk hayati mampu menyediakan nutrisi dan memperbaiki sifat tanah untuk memacu pertumbuhan tanaman. Pemanfaatan pupuk hayati bagi tanaman dinilai menguntungkan karena mampu mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia (Purba *et al.*, 2020). Berdasarkan hasil penelitian Sipayung *et al.*, (2021), konsentrasi optimal pupuk hayati yang berpengaruh nyata terhadap parameter pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun dan berat per tanaman pakcoy adalah 20 ml/liter air.

2.3.2 Pupuk Hayati BRE4

Pupuk hayati BRE4 merupakan pupuk hayati sekaligus pengendali nematoda pertama di Indonesia yang ditemukan oleh peneliti universitas Jember. Pupuk hayati BRE4 memiliki formulasi cair yang mengandung mikroba aktif berupa konsorsium rhizobakteri dan bakteri endofit berupa bakteri *Bacillus sp.* dan *Pseudomonas sp.* yang memiliki kemampuan untuk mengendalikan parasit pada tanaman. Berdasarkan penelitian Asyiah *et al.*, (2020) diketahui bahwa pengaplikasian rhizobakteri dan bakteri endofit pada tanaman mampu

meningkatkan pertumbuhan tanaman melalui fiksasi nitrogen oleh bakteri dari lingkungan dan melepaskannya kedalam bentuk yang dapat langsung dimanfaatkan. Selain itu, bakteri endofit dan rizobakteri dapat melarutkan unsur fosfat (P) yang terikat dalam tanah. Pupuk hayati BRE4 juga berfungsi sebagai bionematisida dan biofertilizer yang dapat mengembalikan kualitas tanah yang terdegradasi dan mampu meningkatkan produktivitas tanaman.

Pupuk hayati BRE4 yang mengandung konsorsium rhizobakteri dan bakteri endofit berupa bakteri *Bacillus sp.* dan *Pseudomonas sp.* terbukti mampu menurunkan populasi nematoda parasit pada beberapa jenis tanaman. Hal ini dibuktikan dengan hasil analisis laboratorium yang menunjukkan bahwa pupuk hayati BRE4 mengandung mikroba yang berperan dalam menguraikan bahan organik untuk meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam tanah. Kandungan bakteri pada pupuk hayati BRE4 meliputi *Pseudomonas diminuta*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus anthracis*, dan *Bacillus sp.* Bakteri *Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis* mampu menghasilkan enzim peroksidase yang dapat merangsang tanaman untuk memproduksi gen ketahanan, sehingga tanaman menjadi lebih tahan terhadap serangan hama dan penyakit. Kedua bakteri tersebut juga menghasilkan zat pengatur tumbuh seperti auksin, giberelin, dan sitokinin (Asyiah *et al.*, 2024).

2.4 Booklet

Booklet merupakan media informasi dalam bentuk lembaran kertas yang dikemas dalam bentuk buku kecil (A5). *Booklet* umumnya terdiri dari 5-48 halaman (Ananda *et al.*, 2022). *Booklet* bersifat informatif dengan desain menarik, sehingga pembaca dapat dengan mudah memahami isi bacaan (Hafizah *et al.*, 2022). Kelebihan media *booklet* terletak pada ukurannya yang kecil, tipis, dan sederhana, sehingga praktis untuk dibawa ke mana saja. Penyajian informasinya yang ringkas, sistematis, dan disertai gambar dapat membantu pembaca dalam memahami konsep dan isi *booklet* tersebut dengan baik. Selain itu, penggunaan *booklet* juga dapat menambah minat dan kesenangan untuk membacanya (Hafizah *et al.*, 2022).

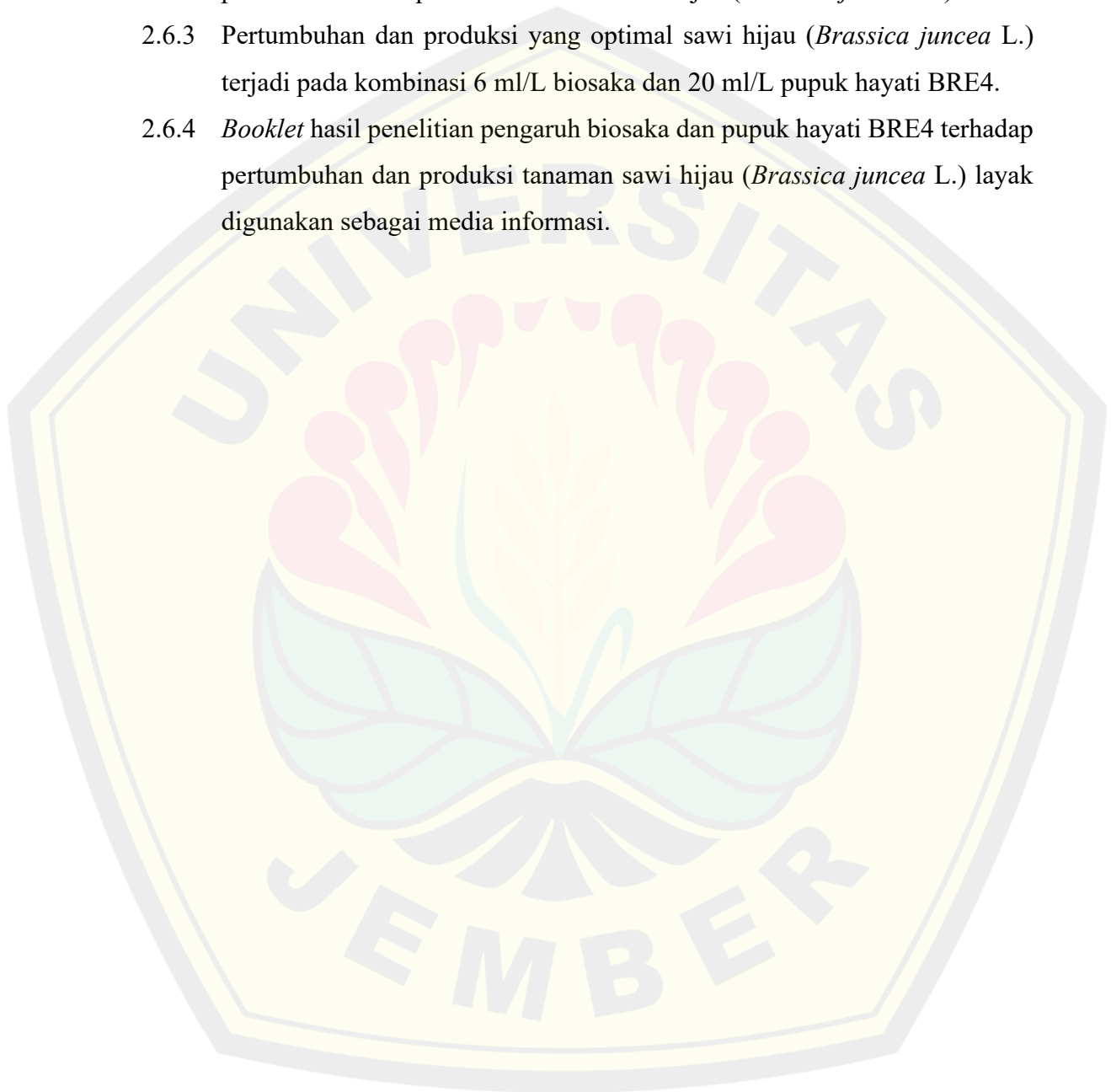
2.5 Kerangka Berpikir



Bagan 2. 1 Kerangka berpikir

2.6 Hipotesis Penelitian

- 2.6.1 Terdapat pengaruh pemberian biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.).
- 2.6.2 Terdapat interaksi nyata antara biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.).
- 2.6.3 Pertumbuhan dan produksi yang optimal sawi hijau (*Brassica juncea* L.) terjadi pada kombinasi 6 ml/L biosaka dan 20 ml/L pupuk hayati BRE4.
- 2.6.4 *Booklet* hasil penelitian pengaruh biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.) layak digunakan sebagai media informasi.



BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

3.1.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di *Greenhouse* Agrotechnopark Universitas Jember yang meliputi tahap pengaplikasian, pemeliharaan, dan pengamatan tanaman. Tahap pengeringan dan penimbangan bobot tanaman dilakukan di Laboratorium Pendidikan Biologi Universitas Jember.

3.1.2 Waktu Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan 18 Juni – 29 Juli 2025 dan dilanjutkan dengan tahap penyusunan *booklet* dan uji validasi *booklet*.

3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

3.2.1 Populasi Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah 144 unit tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.) di *Greenhouse* Agrotechnopark, Universitas Jember.

3.2.2 Sampel Penelitian

Sampel dalam penelitian ini yaitu seluruh tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.) yaitu sampel kontrol dan sampel yang diberi perlakuan biosaka dan pupuk hayati BRE4 di *Greenhouse* Agrotechnopark, Universitas Jember.

3.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi polybag ukuran 25x25, *tray* semai, cetok, timbangan analitik, gelas ukur, penggaris, wadah, botol, corong, saringan, sprayer, pisau, alat tulis, gunting, solatip, HVS, kertas label, oven, pH meter, thermohygrometer dan camera hp. Bahan yang dibutuhkan meliputi benih sawi hijau (*Brassica juncea* L.) varietas Tosakan, pupuk hayati BRE4 CV. Tiga Kreasi Bersama, tanah, kompos, air, dan 5 jenis tumbuhan liar sebagai bahan pembuatan biosaka.

3.4 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor perlakuan, yaitu pemberian konsentrasi biosaka dengan 4 taraf perlakuan dan konsentrasi pupuk hayati BRE4 dengan 4 taraf perlakuan sehingga terdapat 16 kombinasi perlakuan.

Tabel 3. 1 Faktor perlakuan penelitian

Faktor I: Pemberian konsentrasi biosaka (B)	Faktor II: Pemberian konsentrasi pupuk hayati BRE4 (K)
B ₀ = Tanpa biosaka (kontrol)	K ₀ = Tanpa BRE4 (kontrol)
B ₁ = Konsentrasi biosaka 3 ml/l	K ₁ = Konsentrasi BRE4 15 ml/l
B ₂ = Konsentrasi biosaka 6 ml/l	K ₂ = Konsentrasi BRE4 20 ml/l
B ₃ = Konsentrasi biosaka 9 ml/l	K ₃ = Konsentrasi BRE4 25 ml/l

Tabel 3. 2 Kombinasi perlakuan penelitian

Perlakuan	B₀	B₁	B₂	B₃
K₀	B ₀ K ₀	B ₁ K ₀	B ₂ K ₀	B ₃ K ₀
K₁	B ₀ K ₁	B ₁ K ₁	B ₂ K ₁	B ₃ K ₁
K₂	B ₀ K ₂	B ₁ K ₂	B ₂ K ₂	B ₃ K ₂
K₃	B ₀ K ₃	B ₁ K ₃	B ₂ K ₃	B ₃ K ₃

Setiap perlakuan pada penelitian ini terdapat 3 kali ulangan dan masing-masing ulangan terdapat 3 tanaman. Sehingga jumlah keseluruhan adalah 144 unit tanaman percobaan.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan pada dalam penelitian ini yaitu campuran tanah dan kompos. Polybag diisi dengan media tanam yang telah dibuat dan setiap polybag diberi label sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan.

3.5.2 Pemilihan Benih (*Brassica juncea* L.)

Benih sawi yang baik memiliki bentuk bulat, kecil, warna kulit coklat kehitaman, agak keras, dan permukaannya licin mengkilap. Pemilihan benih juga dapat dilakukan dengan merendam benih sawi dalam air selama 2 jam untuk memastikan bahwa benih berkualitas baik. Benih yang berkualitas akan tenggelam di dalam air, sedangkan benih yang mengapung biasanya kurang baik untuk ditanam (Wua *et al.*, 2022).

3.5.3 Penyemaian Benih Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

Penyemaian menggunakan tray semai dengan media tanam berupa tanah dan kompos. Setiap lubang pada tray semai diisi dengan satu benih sawi hijau. Penyemaian dibiarkan hingga muncul 3 hingga 4 helai daun atau sampai tanaman berumur 14 HST (Febryani *et al.*, 2022).

3.5.4 Pembuatan Biosaka

Biosaka dibuat dari 5 jenis tumbuhan dengan kriteria kondisi tanaman yang sehat, segar, tidak terserang hama dan penyakit. Adapun tumbuhan yang dapat digunakan yaitu babadotan (*Ageratum conyzoides*), meniran (*Phyllanthus niruri*), anting-anting (*Acalypha indica*), tapak liman (*Elephantopus scaber*), dan beluntas (*Pluchea indica*). Setiap tumbuhan ditimbang sebanyak 40 g, sehingga diperoleh 200 g tumbuhan. Bahan tersebut dicampurkan dengan air sebanyak 2-5 liter dalam wadah dan diremas menggunakan tangan selama 10 – 15 menit secara perlahan dengan memutar ke arah kiri dan diselingi dengan pengadukan hingga larutan menjadi homogen. Pemerasan dihentikan apabila warnanya berubah menjadi coklat gelap (Tjokrodiningrat *et al.*, 2023).

3.5.5 Penanaman Bibit Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

Penanaman bibit dilakukan pada saat tanaman telah berumur 14 hari atau setelah muncul 3 sampai 4 helai daun yang memiliki pertumbuhan sehat serta tinggi yang seragam. Kemudian bibit dipindahkan pada polybag yang berisi media tanam. Proses pemindahan dilakukan dengan membuat lubang di tengah media tanam sedalam 3-5 cm (Syiaifuddin *et al.*, 2022). Penanaman bibit dilakukan pada pagi hari.

3.5.6 Pengaplikasian Biosaka dan Pupuk Hayati BRE4

Biosaka dan pupuk hayati BRE4 terlebih dahulu dilarutkan dengan konsentrasi yang telah ditentukan. Pengaplikasian biosaka dilakukan dengan penyemprotan menggunakan sprayer keseluruhan bagian tanaman, sementara pupuk hayati BRE4 dapat diaplikasikan secara langsung pada media tanam dengan cara menuangkan secara langsung pada media tanam dengan takaran 200 ml air per polybag. Pengaplikasian dilakukan setiap satu minggu sekali dengan waktu pemberian yang sama hingga masa panen yaitu pada sore hari pukul 16.00 WIB.

3.5.7 Pemeliharaan Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

Pemeliharaan tanaman mencakup penyiraman, penyiangan gulma dan menjaga tanaman dari serangan hama serta penyakit. Penyiraman dilakukan secara intensif yaitu dua kali sehari pada pagi dan sore hari.

3.5.8 Pemanenan

Sawi hijau dapat dipanen pada umur 25-28 hari setelah tanam (*Harahap et al.*, 2024). Tanaman sawi hijau dapat dipanen dengan kriteria antara lain bentuk daun oval agak bulat, tebal dan agak berserat. Daun berwarna hijau sedangkan tangkai daun hijau muda. Cara pemanenan dapat dilakukan dengan mencabut seluruh tanaman beserta akarnya (*Azhar et al.*, 2020).

3.5.9 Parameter Pertumbuhan

a. Tinggi tanaman (cm)

Pengukuran tinggi tanaman sawi hijau dilakukan menggunakan penggaris. Pengukuran dimulai dari permukaan tanah (pangkal batang) hingga ujung titik tumbuh. Pengukuran dilakukan setiap satu minggu sekali hingga masa panen.

b. Jumlah daun (helai)

Jumlah daun dihitung setiap satu minggu sekali, yaitu dengan menghitung seluruh daun yang terbuka sempurna pada tanaman sawi hijau.

c. Luas daun (cm²)

Pengukuran luas daun dilakukan dengan menggunakan aplikasi image J.

d. Berat Segar (g)

Berat Segar tanaman merupakan total penimbangan bagian tanaman yang meliputi daun, batang, dan akar. Penimbangan berat segar dilakukan setelah pemanenan. Tanaman dicabut beserta akarnya, kemudian dibersihkan dengan air untuk menghilangkan sisa tanah, dan dikeringanginkan sebelum ditimbang menggunakan timbangan analitik.

e. Berat kering (g)

Penimbangan berat kering dilakukan setelah tanaman dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C selama 24 jam hingga mencapai berat konstan.

f. Laju pertumbuhan

Laju pertumbuhan tanaman diukur melalui perhitungan jumlah daun, pengukuran luas daun, dan pengukuran tinggi tanaman.

3.5.10 Parameter Produksi

a. Berat produksi (g)

Penimbangan berat produksi dilakukan setelah menimbang berat segar. Berat produksi adalah berat bagian tanaman yang layak dikonsumsi setelah melalui proses penyortiran. Bagian yang ditimbang meliputi daun dan batang yang bebas dari kerusakan.

b. Indeks panen (%)

Indeks panen merupakan ukuran efisiensi dari tanaman dalam mengalokasikan hasil fotosintesis ke bagian tanaman yang dipanen atau memiliki nilai ekonomi dibandingkan dengan total biomassa yang dihasilkan. Menurut penelitian Nurhalimah *et al.*, (2023), indeks panen tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.) dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$c. \quad IP = \frac{\text{Bobot hasil}}{\text{Bobot tanaman total}} \times 100\%$$

3.5.11 Parameter Lingkungan

a. Faktor abiotik

Pengamatan faktor abiotik dilakukan dengan mengukur suhu dan kelembapan, serta pH tanah. Pengukuran faktor abiotik dilakukan setiap satu minggu sekali.

b. Faktor biotik

Pengamatan hama dan penyakit dilakukan dengan pemantauan pada tanaman secara visual dan mencatat gejala serangan, serta mengambil hama tersebut.

3.5.12 Penyusunan Booklet

Hasil penelitian dapat digunakan sebagai materi untuk penyusunan *booklet*. *Booklet* ini berisi informasi mengenai pengaruh biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau. Penyusunan *booklet*

meliputi tahap pendahuluan yaitu studi tentang literatur yang relevan sebagai dasar dalam pembuatan *booklet* yang berkaitan dengan hasil penelitian. Kemudian dilanjutkan dengan tahap penyusunan dan pengembangan *booklet* yang berkaitan dengan penentuan struktur, isi, serta desain yang akan digunakan. Susunan *booklet* yang akan digunakan meliputi cover, judul, kata pengantar, daftar isi, pendahuluan, isi, penutup, daftar pustaka, glosarium, dan profil penulis. Uji validasi *booklet* dilakukan oleh 3 validator yang terdiri dari ahli materi, ahli media, dan pengguna.

3.6 Metode Analisis

3.6.1 Analisis Data Penelitian

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini yaitu uji ANOVA dengan tingkat kepercayaan 95% dan taraf signifikansi 5%. Apabila nilai signifikansi $<0,05$ maka perlakuan terindikasi berpengaruh nyata, namun jika nilai signifikansi $>0,05$ maka perlakuan terindikasi tidak berpengaruh nyata. Selanjutnya akan dilakukan uji *Duncans Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf kepercayaan 95% untuk mengetahui secara rinci perlakuan yang memiliki pengaruh signifikan.

3.6.2 Analisis Validasi *Booklet*

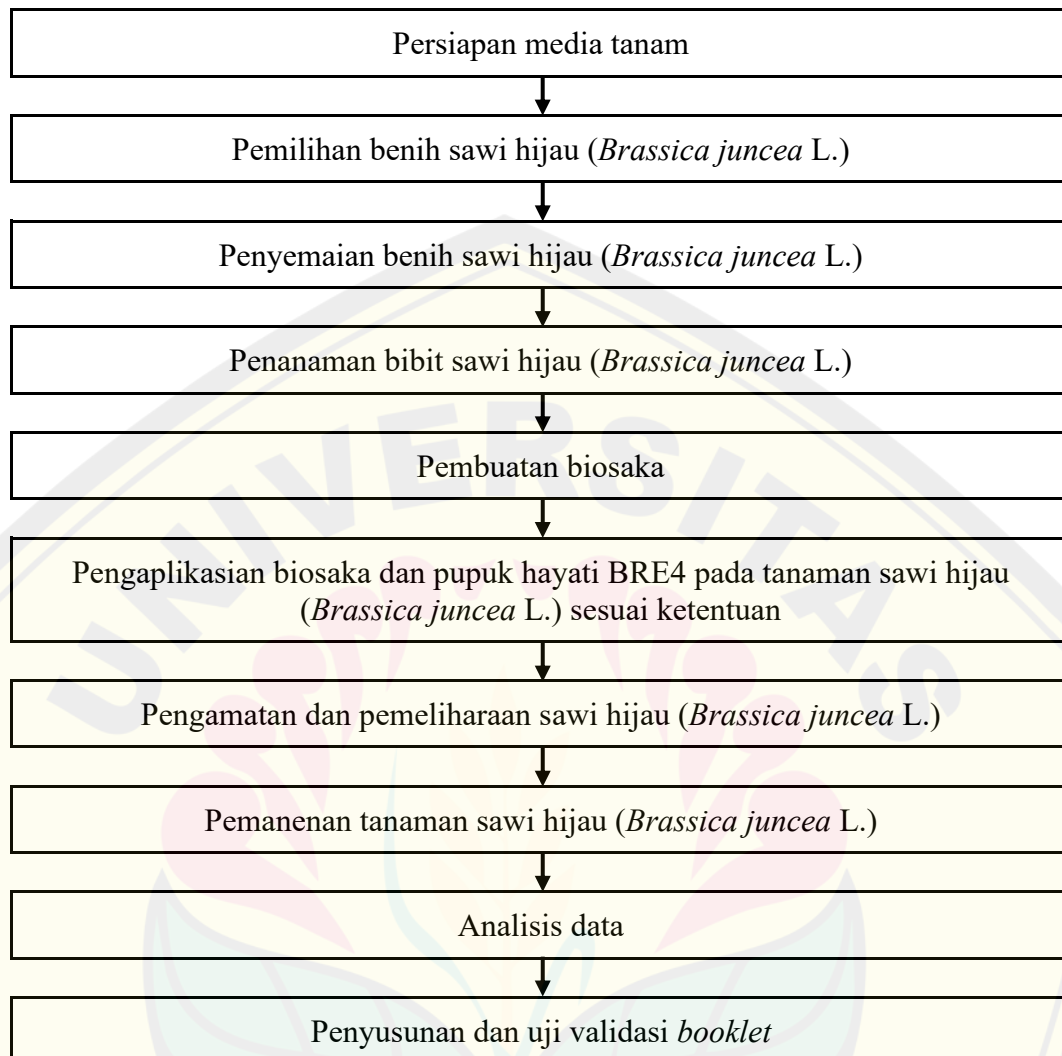
Analisis validasi *booklet* dilakukan untuk mengetahui tingkat validitas atau kelayakan dari penelitian pengaruh biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.). Nilai atau skor kelayakan *booklet* dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$\text{Nilai validitas} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor tertinggi}} \times 100\%$$

Tabel 3. 3 Kriteria validasi *booklet* Akbar (2013) (Sarip *et al.*, 2022)

No	Angka	Kategori	Keterangan
1.	86% - 100%	Sangat valid	Sangat baik untuk digunakan
2.	71% - 85%	Valid	Dapat digunakan dengan revisi kecil
3.	56% - 70%	Cukup valid	Dapat digunakan dengan revisi besar
4.	41% - 55%	Kurang valid	Tidak dapat digunakan
5.	25% - 40%	Tidak valid	Tidak dapat dipergunakan

3.7 Alur Penelitian



Bagan 3. 1 Alur penelitian

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.). Penelitian berlangsung selama 28 hari dengan pemberian perlakuan dan pengukuran parameter seperti tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat segar, berat produksi, berat kering, laju pertumbuhan, indeks panen, dan pengamatan faktor abiotik. Adapun hasil penelitian sebagai berikut.

4.1.1 Hasil Pembuatan Biosaka

Biosaka yang digunakan dalam penelitian ini merupakan ramuan dari beberapa jenis tumbuhan diantaranya yaitu babadotan, meniran, anting-anting, tapak liman, dan beluntas. Berdasarkan Gambar 4.1 biosaka yang telah dibuat berwarna hijau kecoklatan dan nampak pekat mengkilap, tidak terdapat endapan, serta tidak ada gas yang timbul pada hasil akhirnya. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Raidar *et al.*, (2023) bahwa ciri visual biosaka yang homogen diantaranya yaitu tidak terdapat endapan, tidak timbul gas, tidak ada butiran, terlihat pekat dan mengkilap, dapat berwarna hijau, coklat, atau merah tergantung dari tumbuhan yang digunakan.



Gambar 4. 1 Ciri visual biosaka

4.1.2 Pengaruh Pemberian Biosaka dan Pupuk Hayati BRE4 terhadap Rerata Tinggi dan Laju Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

Data hasil uji ANOVA dengan taraf signifikansi 5% pada Lampiran 3 menunjukkan tidak terdapat interaksi ($p>0,05$) pada kombinasi perlakuan biosaka dan pupuk hayati BRE4 pada umur 7 HST dan 14 HST, sedangkan pada umur 21 HST dan 28 HST menunjukkan adanya interaksi ($p<0,05$) antara perlakuan biosaka dan pupuk hayati BRE4. Perlakuan tunggal biosaka tidak menunjukkan pengaruh signifikan ($p>0,05$) pada umur tanaman 14 HST, namun memberikan pengaruh signifikan ($p<0,05$) pada umur 7 HST, 21 HST, dan 28 HST. Sementara perlakuan tunggal pupuk hayati BRE4 tidak berpengaruh signifikan ($p>0,05$) pada umur 7 HST, namun berpengaruh signifikan ($p<0,05$) pada umur 14 HST, 21 HST, dan 28 HST. Hasil uji DMRT dengan taraf kepercayaan 95% parameter tinggi tanaman disajikan pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1 Respon pemberian perlakuan biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap rerata tinggi tanaman sawi hijau (cm)

Perlakuan	Tinggi Tanaman Hari ke -			
	7HST	14HST	21HST	28HST
Biosaka (B)				
B ₀	9,03 ^b ±0,89	18,64 ^a ±2,28	29,78 ^a ±3,05	41,96 ^a ±2,69
B ₁	8,16 ^a ±1,04	17,95 ^a ±1,88	30,36 ^a ±2,48	44,03 ^b ±2,68
B ₂	9,30 ^b ±0,79	19,19 ^a ±1,81	33,43 ^b ±2,07	45,42 ^b ±2,38
B ₃	9,09 ^b ±0,95	19,18 ^a ±1,52	32,26 ^b ±1,54	44,44 ^b ±1,74
Sig.	0,043	0,113	0,000	0,000
Pupuk Hayati BRE4 (K)				
K ₀	8,58 ^a ±1,05	16,82 ^a ±1,50	28,98 ^a ±2,89	42,14 ^a ±2,92
K ₁	9,03 ^a ±0,94	19,43 ^b ±1,61	31,97 ^b ±1,81	43,41 ^{ab} ±1,80
K ₂	8,97 ^a ±1,08	19,69 ^b ±1,79	32,94 ^b ±2,94	45,90 ^c ±2,58
K ₃	9,00 ^a ±0,96	19,02 ^b ±1,33	31,93 ^b ±1,26	44,40 ^b ±1,84
Sig.	0,672	0,000	0,000	0,000
Faktor Biosaka dan Pupuk Hayati BRE4				
B ₀ K ₀	8,70 ^{ab} ±0,75	15,47 ^a ±1,72	25,23 ^a ±0,81	38,37 ^a ±0,40
B ₀ K ₁	9,37 ^{ab} ±0,64	20,10 ^{de} ±1,74	32,27 ^{cd} ±2,05	42,47 ^{bc} ±1,67
B ₀ K ₂	9,33 ^{ab} ±1,63	19,53 ^{cde} ±0,55	30,37 ^{bc} ±1,15	44,00 ^{bcd} ±2,69
B ₀ K ₃	8,70 ^{ab} ±0,26	19,47 ^{cde} ±1,31	31,23 ^{cd} ±1,00	43,00 ^{bcd} ±1,44
B ₁ K ₀	7,50 ^a ±1,35	16,40 ^{ab} ±0,30	27,87 ^b ±1,50	41,97 ^b ±3,09
B ₁ K ₁	8,43 ^{ab} ±1,15	18,80 ^{bcd} ±2,21	30,67 ^{cd} ±2,39	43,07 ^{bcd} ±2,06
B ₁ K ₂	8,40 ^{ab} ±1,35	19,27 ^{cde} ±2,42	31,37 ^{cd} ±3,41	45,50 ^{cd} ±2,71
B ₁ K ₃	8,30 ^{ab} ±0,20	17,33 ^{abc} ±0,90	31,53 ^{cd} ±1,12	45,60 ^{cd} ±1,91
B ₂ K ₀	8,83 ^{ab} ±0,91	17,33 ^{abc} ±0,58	31,97 ^{cd} ±0,55	44,63 ^{bcd} ±1,19
B ₂ K ₁	9,17 ^{ab} ±1,29	18,73 ^{bcd} ±1,71	33,23 ^{cd} ±0,75	45,13 ^{bcd} ±1,24
B ₂ K ₂	9,47 ^{ab} ±0,40	21,60 ^e ±0,61	36,53 ^e ±0,75	48,90 ^e ±0,44

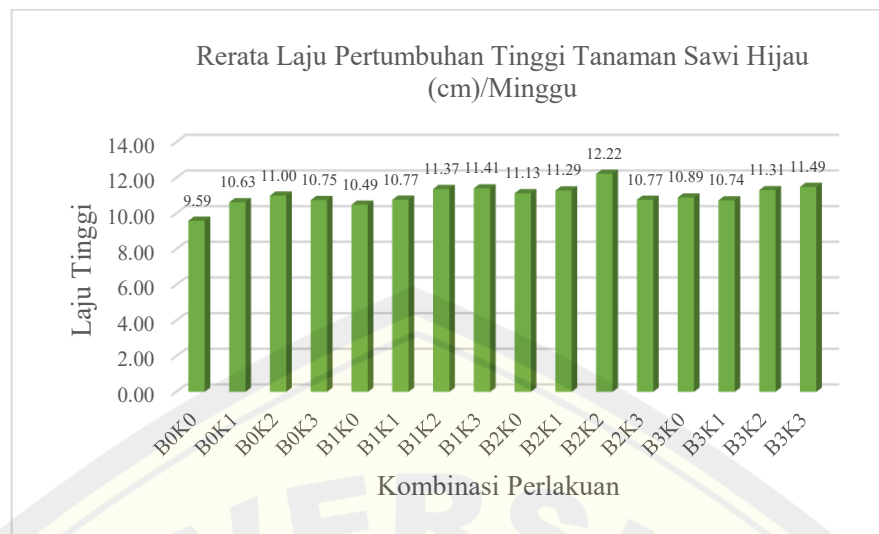
Lanjutan Tabel 4.1 Respon pemberian perlakuan biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap rerata tinggi tanaman sawi hijau (cm)

Perlakuan	Tinggi Tanaman Hari ke -			
	7HST	14HST	21HST	28HST
B₂K₃	9,73 ^b ±0,31	19,10 ^{cde} ±0,36	31,97 ^{cd} ±1,12	43,00 ^{bcd} ±0,10
B₃K₀	9,30 ^{ab} ±0,46	18,07 ^{bcd} ±1,80	30,87 ^{cd} ±1,07	43,60 ^{bcd} ±1,41
B₃K₁	9,13 ^{ab} ±0,83	20,10 ^{de} ±0,85	31,70 ^{cd} ±1,55	42,97 ^{bcd} ±1,70
B₃K₂	8,67 ^{ab} ±0,76	18,37 ^{bcd} ±1,62	33,50 ^d ±0,61	45,20 ^{bcd} ±1,37
B₃K₃	9,27 ^{ab} ±1,76	20,17 ^{de} ±0,76	32,97 ^{cd} ±1,63	46,00 ^d ±1,00
Sig.	0,927	0,072	0,010	0,027

Keterangan : Angka rerata tinggi tanaman yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$)

Berdasarkan hasil uji DMRT pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa data pada umur 7 HST diketahui sebagian besar sebaran data tidak berbeda nyata karena diikuti dengan huruf yang sama. Perlakuan tunggal biosaka B₂ (9,30 cm) menghasilkan rerata tertinggi, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan B₀ (9,03 cm) dan B₃ (9,09 cm). Sementara pada perlakuan tunggal pupuk hayati BRE4 tidak berbeda nyata. Perlakuan tunggal biosaka tidak berbeda nyata, sementara perlakuan tunggal pupuk hayati BRE4 K₂ (19,69 cm), K₁ (19,43 cm) dan K₃ (19,02 cm) menunjukkan rerata yang lebih tinggi dan berbeda nyata dengan K₀ (16,82 cm).

Interaksi kombinasi terbaik dan berbeda nyata pada umur 21 HST ditunjukkan oleh perlakuan B₂K₂ (36,53 cm). Perlakuan tunggal biosaka B₂ (33,26 cm) menghasilkan rerata tertinggi dan berbeda nyata dengan lainnya, sedangkan perlakuan tunggal pupuk hayati BRE4 K₂ (32,94 cm) menunjukkan hasil terbaik dan berbeda nyata dengan K₀ (28,98 cm). Pada umur 28 HST terjadi interaksi antara biosaka dan pupuk hayati BRE4, dengan B₂K₂ (48,90 cm) menjadi kombinasi terbaik dan berbeda nyata dibandingkan dengan kombinasi perlakuan lainnya. Pada perlakuan tunggal biosaka B₂ (45,42 cm) dan perlakuan tunggal K₂ (45,90 cm) menghasilkan rerata tertinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Gambar 4.2 menunjukkan masing-masing perlakuan memiliki nilai laju tinggi tanaman yang berbeda-beda per minggunya. Laju pertambahan tinggi pada B₂K₂ (12,22 cm) merupakan kombinasi perlakuan dengan nilai laju pertumbuhan tanaman tertinggi sedangkan B₀K₀ (9,59 cm) memiliki nilai laju pertumbuhan terendah.



Gambar 4. 2 Rerata laju pertumbuhan tinggi tanaman sawi hijau

4.1.3 Pengaruh Pemberian Biosaka dan Pupuk Hayati BRE4 Terhadap Rerata Jumlah Daun Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

Data hasil uji ANOVA dengan taraf signifikansi 5% pada Lampiran 3 menunjukkan tidak terdapat interaksi ($p>0,05$) pada kombinasi perlakuan biosaka dan pupuk hayati BRE4 pada umur 7 HST, namun terdapat interaksi ($p<0,05$) pada tanaman umur 14 HST, 21 HST dan 28 HST. Perlakuan tunggal biosaka tidak berpengaruh signifikan ($p>0,05$) pada umur 7 HST, namun memberikan pengaruh signifikan ($p<0,05$) pada jumlah daun tanaman berumur 14 HST, 21 HST, dan 28 HST. Sementara perlakuan tunggal pupuk hayati BRE4 tidak berpengaruh signifikan ($p>0,05$) pada jumlah daun tanaman berumur 7 HST, namun berpengaruh signifikan ($p<0,05$) pada umur 14 HST, 21 HST, dan 28 HST. Hasil uji DMRT dengan taraf kepercayaan 95% parameter jumlah daun disajikan pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4. 2 Respon pemberian perlakuan biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap rerata jumlah daun tanaman sawi hijau (helai)

Perlakuan	Jumlah Daun Hari ke -			
	7HST	14HST	21HST	28HST
Biosaka (B)				
B₀	3,75 ^a ±0,45	5,67 ^a ±0,49	7,33 ^a ±1,15	9,67 ^a ±1,15
B₁	3,58 ^a ±0,51	6,00 ^{bc} ±0,43	7,67 ^a ±0,65	10,17 ^{ab} ±0,72
B₂	3,75 ^a ±0,45	6,08 ^c ±0,79	8,25 ^b ±1,14	10,67 ^b ±0,98
B₃	3,67 ^a ±0,49	5,58 ^a ±0,51	7,75 ^{ab} ±0,75	10,08 ^a ±1
Sig.	0,801	0,018	0,017	0,009

Lanjutan Tabel 4.2 Respon pemberian perlakuan biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap rerata jumlah daun tanaman sawi hijau (helai)

Perlakuan	Jumlah Daun Hari ke -			
	7HST	14HST	21HST	28HST
Pupuk Hayati BRE4 (K)				
K₀	3,58 ^a ±0,51	5,50 ^a ±0,52	6,92 ^a ±0,90	9,17 ^a ±0,72
K₁	3,83 ^a ±0,39	5,92 ^b ±0,67	8,08 ^b ±0,67	10,58 ^{bc} ±0,51
K₂	3,67 ^a ±0,49	6,08 ^b ±0,67	8,25 ^b ±1,14	10,75 ^c ±1,06
K₃	3,67 ^a ±0,49	5,83 ^{ab} ±0,39	7,75 ^b ±0,62	10,08 ^b ±0,9
Sig.	0,635	0,018	0,000	0,000
Faktor Biosaka dan Pupuk Hayati BRE4				
B₀K₀	3,67 ^a ±0,58	5,00 ^a ±0,00	6,00 ^a ±1,00	8,33 ^a ±0,58
B₀K₁	4,00 ^a ±0,00	5,67 ^{abc} ±0,58	8,33 ^c ±0,58	10,67 ^c ±0,58
B₀K₂	4,00 ^a ±0,00	6,00 ^{bc} ±0,00	8,00 ^{bc} ±1,00	10,67 ^c ±0,58
B₀K₃	3,33 ^a ±0,58	6,00 ^{bc} ±0,00	7,00 ^{ab} ±0,00,	9,00 ^{ab} ±0,00
B₁K₀	3,67 ^a ±0,58	5,67 ^{abc} ±0,58	7,67 ^{bc} ±0,58	9,67 ^{bc} ±0,58
B₁K₁	3,67 ^a ±0,58	6,33 ^{cd} ±0,58	7,33 ^{bc} ±0,58	10,33 ^c ±0,58
B₁K₂	3,33 ^a ±0,58	6,00 ^{bc} ±0,00	7,33 ^{bc} ±0,58	10,00 ^{bc} ±1,00
B₁K₃	3,67 ^a ±0,58	6,00 ^{bc} ±0,00	8,33 ^c ±0,58	10,67 ^c ±0,58
B₂K₀	3,33 ^a ±0,58	5,67 ^{abc} ±0,58	7,00 ^{ab} ±1,00	9,67 ^{bc} ±0,58
B₂K₁	4,00 ^a ±0,00	6,33 ^{cd} ±0,58	8,33 ^c ±0,58	10,67 ^c ±0,58
B₂K₂	4,00 ^a ±0,00	7,00 ^d ±0,00	9,67 ^d ±0,58	12,00 ^d ±0,00
B₂K₃	3,67 ^a ±0,58	5,33 ^{ab} ±0,58	8,00 ^{bc} ±0,00	10,33 ^c ±0,58
B₃K₀	3,67 ^a ±0,58	5,67 ^{abc} ±0,58	7,00 ^{ab} ±0,00	9,00 ^{ab} ±0,00
B₃K₁	3,67 ^a ±0,58	5,33 ^{ab} ±0,58	8,33 ^c ±0,58	10,67 ^c ±0,58
B₃K₂	3,33 ^a ±0,58	5,33 ^{ab} ±0,58	8,00 ^{bc} ±1,00	10,33 ^c ±1,15
B₃K₃	4,00 ^a ±0,00	6,00 ^{bc} ±0,00	7,67 ^{bc} ±0,58	10,33 ^c ±1,15
Sig.	0,364	0,003	0,005	0,029

Keterangan : Angka rerata jumlah daun yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$)

Hasil uji DMRT pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa pada umur 7 HST, perlakuan tunggal biosaka, pupuk hayati BRE4, dan kombinasi keduanya tidak berbeda nyata. Pada umur 14 HST, interaksi kombinasi terbaik antara biosaka dan pupuk hayati BRE4 ditunjukkan oleh perlakuan B₂K₂ (7,00 helai) yang berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lain. Perlakuan tunggal biosaka B₂ (6,08 helai) memiliki rerata tertinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan kontrol B₀ (5,00 helai). Sedangkan pada perlakuan tunggal pupuk hayati BRE4 K₂ (6,08 helai) memiliki rerata paling tinggi.

Hasil uji DMRT pada tanaman umur 21 HST, interaksi kombinasi terbaik dan berbeda nyata ditunjukkan oleh perlakuan B₂K₂ (9,67 helai). Perlakuan tunggal biosaka B₂ (8,25 helai) menghasilkan rerata tertinggi dan berbeda nyata, sedangkan

perlakuan tunggal pupuk hayati BRE4 K₂ (8,25 helai) menunjukkan hasil rerata tertinggi dibandingkan perlakuan lain. Pada umur 28 HST, kombinasi interaksi terbaik antara biosaka dan BRE4 terjadi pada perlakuan B₂K₂ (12,00 helai) dan berbeda nyata dibandingkan dengan lainnya. Pada perlakuan tunggal biosaka B₂ (10,67 helai) menghasilkan rerata tertinggi, sementara itu perlakuan tunggal pupuk hayati BRE4 K₂ (10,75 helai) menunjukkan rerata tertinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

4.1.4 Pengaruh Pemberian Biosaka dan Pupuk Hayati BRE4 terhadap Rerata Luas Daun, Berat Segar, dan Berat Kering Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

Data hasil uji ANOVA dengan taraf signifikansi 5% pada Lampiran 3 menunjukkan perlakuan tunggal biosaka berpengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap semua parameter. Perlakuan tunggal pupuk hayati BRE4 memberikan pengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap parameter luas daun dan berat segar, namun tidak berpengaruh signifikan ($p > 0,05$) pada parameter berat kering. Kombinasi perlakuan biosaka dan pupuk hayati BRE4 terdapat interaksi ($p < 0,05$) pada parameter luas daun dan berat segar, namun tidak terdapat interaksi ($p > 0,05$) pada parameter berat kering. Hasil uji DMRT dengan taraf kepercayaan 95% setiap parameter disajikan pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4. 3 Respon pemberian perlakuan biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap rerata luas daun, berat segar, dan berat kering tanaman sawi hijau

Perlakuan	Rerata Luas Daun (cm ²)	Berat Segar (g)	Berat Kering (g)
Biosaka (B)			
B ₀	151,13 ^a ±21,86	92,92 ^a ±14,95	6,24 ^a ±1,51
B ₁	172,02 ^b ±22,65	109,73 ^c ±7,79	6,98 ^{ab} ±1,41
B ₂	192,16 ^d ±20,35	122,36 ^d ±12,73	8,05 ^c ±0,96
B ₃	177,01 ^c ±11,11	105,53 ^b ±12,47	7,31 ^{bc} ±0,86
Sig.	0,000	0,000	0,007
Pupuk Hayati BRE4 (K)			
K ₀	154,86 ^a ±22,18	95,56 ^a ±15,28	6,55 ^a ±0,93
K ₁	167,66 ^b ±20,49	111,98 ^c ±7,5	7,37 ^{ab} ±1,28
K ₂	193,27 ^d ±19,37	117,02 ^d ±15,08	7,77 ^{ab} ±1,34
K ₃	176,53 ^c ±18,18	105,97 ^b ±16,97	6,89 ^b ±1,59
Sig.	0,000	0,000	0,080
Faktor Biosaka dan Pupuk Hayati BRE4			
B ₀ K ₀	118,77 ^a ±0,23	75,57 ^a ±0,98	5,57 ^a ±0,98
B ₀ K ₁	160,17 ^d ±2,49	107,5 ^{cdef} ±2,5	7,53 ^{abc} ±2,36

Lanjutan Tabel 4.3 Respon pemberian perlakuan biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap rerata luas daun, berat segar, dan berat kering tanaman sawi hijau

Perlakuan	Rerata Luas Daun (cm ²)	Berat Segar (g)	Berat Kering (g)
B ₀ K ₂	175,83 ^{fg} ±2,5	105,83 ^{cde} ±6,29	6,20 ^{ab} ±0,17
B ₀ K ₃	149,73 ^e ±2,1	82,77 ^{ab} ±2,54	5,67 ^a ±1,53
B ₁ K ₀	164,73 ^e ±2,31	103,33 ^{cd} ±3,82	6,63 ^{ab} ±0,58
B ₁ K ₁	139,9 ^b ±1,99	106,1 ^{cde} ±5,35	6,63 ^{ab} ±1,15
B ₁ K ₂	193,37 ⁱ ±3,07	116,13 ^{fg} ±5,1	7,87 ^{abc} ±0,75
B ₁ K ₃	190,07 ⁱ ±1,71	113,33 ^{ef} ±10,1	6,77 ^{ab} ±2,66
B ₂ K ₀	173,07 ^f ±1,97	112,5 ^{def} ±7,5	7,43 ^{abc} ±0,51
B ₂ K ₁	178,83 ^h ±1,24	111,67 ^{cdef} ±3,82	7,43 ^{abc} ±0,81
B ₂ K ₂	223,2 ⁱ ±2,79	140 ⁱ ±4,4	9,33 ^c ±0,65
B ₂ K ₃	193,53 ⁱ ±1,8	125,27 ^h ±2,11	8,00 ^{bc} ±0,30
B ₃ K ₀	162,87 ^{de} ±1,63	90,83 ^b ±7,64	6,57 ^{ab} ±0,75
B ₃ K ₁	191,73 ⁱ ±1,21	122,67 ^{gh} ±2,52	7,87 ^{abc} ±0,51
B ₃ K ₂	180,67 ^h ±1,5	106,1 ^{cde} ±2,42	7,67 ^{abc} ±1,19
B ₃ K ₃	172,77 ^f ±0,42	102,5 ^c ±2,5	7,13 ^{abc} ±0,51
Sig.	0,000	0,000	0,574

Keterangan : Angka rerata luas daun, berat segar, dan berat kering tanaman yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$)

Hasil uji DMRT pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa pada parameter luas daun, perlakuan tunggal biosaka B₂ (192.16 cm²) menghasilkan rerata tertinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Begitu juga dengan perlakuan tunggal pupuk hayati BRE4 K₂ (193.27 cm²) menunjukkan hasil terbaik dan berbeda nyata dari perlakuan lainnya. Interaksi kombinasi terbaik dan berbeda nyata ditunjukkan oleh perlakuan B₂K₂ (223,2 cm²). Hal ini menunjukkan adanya interaksi positif dalam meningkatkan pertumbuhan daun tanaman. Perlakuan tunggal biosaka B₂ (122,36 g) pada parameter berat segar memiliki nilai rerata tertinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, sedangkan perlakuan B₀ (92,92 g) menghasilkan nilai terendah. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan konsentrasi biosaka mampu meningkatkan bobot segar tanaman. Perlakuan tunggal pupuk hayati BRE4 K₂ (117,02 g) memiliki nilai rerata tertinggi dan berbeda nyata.

Interaksi kombinasi terbaik dan berbeda nyata pada parameter berat segar ditunjukkan oleh perlakuan B₂K₂ (140 g), sedangkan perlakuan B₀K₀ (75,57 g) menghasilkan nilai rerata berat segar terendah. Pada parameter berat kering menunjukkan perlakuan tunggal biosaka B₂ (8,05 g) memiliki nilai rerata tertinggi dan berbeda nyata dengan B₀ (6,24 g) dan B₁ (6,98 g), namun tidak berbeda nyata

dengan B₃ (7,31 g). Sedangkan pada perlakuan tunggal pupuk hayati BRE4, hasil analisis menunjukkan tidak berpengaruh nyata. Kombinasi perlakuan biosaka dan pupuk hayati BRE4 tidak menunjukkan efek sinergis sehingga respon pada parameter berat kering lebih dipengaruhi oleh perlakuan tunggal biosaka.

4.1.5 Pengaruh Pemberian Biosaka dan Pupuk Hayati BRE4 terhadap Rerata Parameter Produksi Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

Data hasil uji ANOVA dengan taraf signifikansi 5% pada Lampiran 3 menunjukkan perlakuan tunggal biosaka dan pupuk hayati BRE4 masing-masing berpengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap parameter berat produksi dan indeks panen. Kombinasi perlakuan biosaka dan pupuk hayati BRE4 terdapat interaksi ($p < 0,05$) pada parameter berat produksi, namun tidak terdapat interaksi ($p > 0,05$) pada parameter indeks panen. Hasil uji DMRT dengan taraf kepercayaan 95% setiap parameter disajikan pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4. 4 Respon pemberian biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap berat produksi dan indeks panen tanaman sawi hijau

Perlakuan	Berat Produksi (g)	Indeks Panen (%)
Biosaka (B)		
B ₀	88,12 ^a ±14,81	94,73 ^a ±0,8
B ₁	104,78 ^c ±7,78	95,47 ^{ab} ±0,36
B ₂	117,08 ^d ±12,53	95,66 ^b ±0,53
B ₃	100,31 ^b ±11,9	95,01 ^{ab} ±0,84
Sig.	0,000	0,001
Pupuk Hayati BRE4 (K)		
K ₀	90,7 ^a ±15,09	94,82 ^a ±0,71
K ₁	106,67 ^c ±6,91	95,23 ^c ±0,69
K ₂	111,98 ^d ±14,78	95,65 ^d ±0,42
K ₃	100,95 ^b ±16,79	95,17 ^b ±0,91
Sig.	0,000	0,008
Faktor Biosaka dan Pupuk Hayati BRE4		
B ₀ K ₀	71,13 ^a ±1,4	94,11 ^a ±0,73
B ₀ K ₁	102,5 ^{cde} ±2,5	95,35 ^{bcd} ±0,11
B ₀ K ₂	101,07 ^{cd} ±5,97	95,49 ^{bcd} ±0,22
B ₀ K ₃	77,77 ^{ab} ±2,54	93,96 ^a ±0,19
B ₁ K ₀	98,33 ^c ±3,82	95,16 ^{bcd} ±0,18
B ₁ K ₁	101,33 ^{cd} ±5,51	95,48 ^{bcd} ±0,5
B ₁ K ₂	111,13 ^{efg} ±5,1	95,69 ^d ±0,19
B ₁ K ₃	108,33 ^{def} ±10,1	95,56 ^{cd} ±0,41
B ₂ K ₀	107,5 ^{cdef} ±7,5	95,54 ^{cd} ±0,3
B ₂ K ₁	106,67 ^{cde} ±3,82	95,52 ^{cd} ±0,15
B ₂ K ₂	134,47 ^h ±4,79	96,02 ^d ±0,74
B ₂ K ₃	119,7 ^g ±2,42	95,57 ^{cd} ±0,78
B ₃ K ₀	85,83 ^b ±7,64	94,47 ^{ab} ±0,48

Lanjutan Tabel 4.4 Respon pemberian biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap berat produksi dan indeks panen tanaman sawi hijau

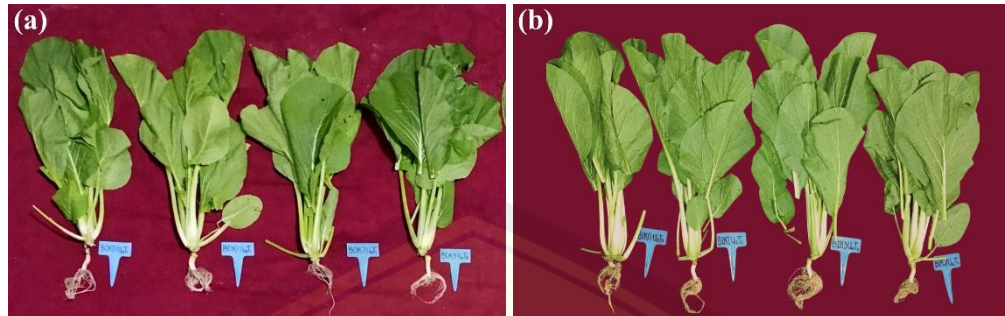
Perlakuan	Berat Produksi (g)	Indeks Panen (%)
B₃K₁	116,17 ^{fg} ±2,75	94,56 ^{abc} ±1,19
B₃K₂	101,23 ^{cd} ±2,19	95,39 ^{bcd} ±0,08
B₃K₃	98 ^c ±2,65	95,61 ^{cd} ±0,86
Sig.	0,000	0,057

Keterangan : Angka rerata berat produksi dan indeks panen yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$)

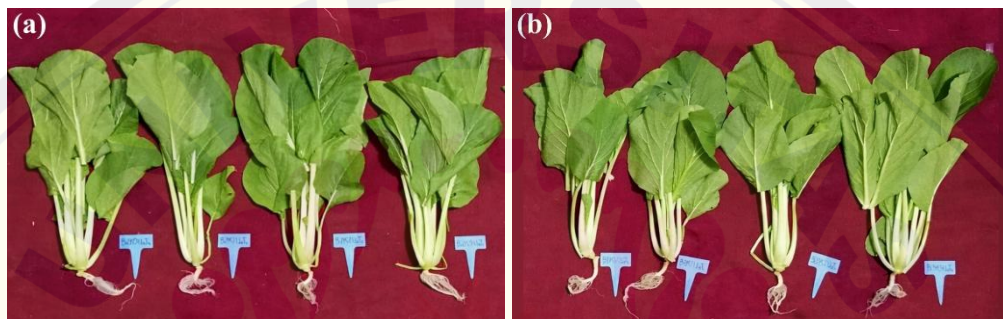
Hasil uji DMRT pada Tabel 4.4 menunjukkan perlakuan tunggal biosaka B₂ menghasilkan berat produksi tertinggi yaitu 117,08 g dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya, sedangkan perlakuan B₀ (88,12 g) menunjukkan nilai rerata terendah. Perlakuan tunggal pupuk hayati BRE4 K₂ menghasilkan berat produksi tertinggi yaitu 111,98 g dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan tunggal pupuk hayati BRE4 lainnya. Kombinasi perlakuan biosaka dan pupuk hayati BRE4 terbaik ditunjukkan oleh perlakuan B₂K₂ (134,47 g) dan berbeda nyata dibandingkan kombinasi perlakuan lainnya, sedangkan perlakuan B₀K₀ (71,13 g) menghasilkan nilai rerata terendah.

Hasil uji DMRT pada Tabel 4.4 menunjukkan bahwa parameter indeks panen lebih dipengaruhi oleh perlakuan tunggal. Perlakuan tunggal biosaka B₂ menghasilkan indeks panen tertinggi yaitu 95,66% dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan B₀ (94,73%) dan B₃ (95,01%), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan B₁ (95,47%). Sementara perlakuan tunggal pupuk hayati BRE4 K₂ menghasilkan nilai indeks panen tertinggi yaitu 95,65% dan berbeda nyata dengan perlakuan kontrol K₀ (94,82%), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan K₃ (95,17%) dan K₁ (95,23%).

4.1.6 Pengaruh Pemberian Biosaka dan Pupuk Hayati BRE4 Terhadap Perawakan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)



Gambar 4. 3 Perawakan sawi hijau perlakuan (a) B₀K₀-B₀K₃ dan (b) B₁K₁-B₁K₃



Gambar 4. 4 Perawakan sawi hijau perlakuan (a) B₂K₀-B₂K₃ dan (b) B₃K₀-B₃K₃

Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 merupakan hasil dokumentasi 16 kombinasi perlakuan yang menunjukkan perawakan tanaman sawi hijau secara keseluruhan mulai bagian dari daun hingga akar. Jika dilihat secara seksama terdapat perbedaan ukuran dari masing-masing tanaman. Dari keseluruhan kombinasi perlakuan tersebut, perawakan tanaman sawi hijau B₂K₂ menunjukkan pertumbuhan yang paling optimal. Hal ini ditandai dengan ukuran tanaman yang relatif lebih besar, jumlah daun yang lebih banyak, serta luas daun yang lebih lebar dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

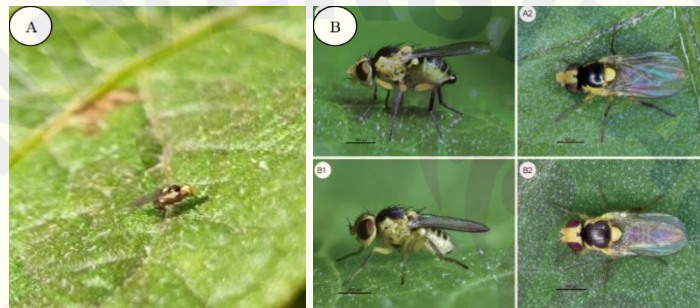
4.1.7 Jenis Hama pada Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) yang ditemukan selama Penelitian

Gambar 4.4 menunjukkan adanya tanda-tanda serangan dari jenis hama yang ditemukan selama penelitian berlangsung, serangan tersebut berasal dari larva lalat penggerek daun (*Liriomyza* sp.). Serangan lalat penggerek daun (*Liriomyza* sp.) ditandai dengan adanya liang bekas korokan beralur dan berwarna putih bening pada bagian mesofil daun. Gejala ini muncul dan teramati sebelum dilakukan

pemberian perlakuan biosaka yaitu pada saat tanaman sawi hijau berumur 6 hari setelah tanam. Selain hama penggerek daun, terdapat hama lain yang teramati yaitu belalang.



Gambar 4. 5 Gejala Serangan *Liriomyza* sp. pada daun sawi hijau (dokumentasi pribadi)



Gambar 4. 6 *Liriomyza* sp. A (Wirayuda *et al.*, 2025) dan B (Yong-xuan *et al.*, 2024)

4.1.8 Pengamatan Faktor Abiotik

Berdasarkan Tabel 4.5 menunjukkan hasil pengamatan faktor abiotik selama empat minggu pengamatan, suhu udara tercatat berada pada kisaran 25,6-27,9°C dengan rata-rata sebesar 26,6°C. Kelembapan udara selama penelitian berkisar antara 84%-85,6% dengan nilai rata-rata 84,8%, yang menunjukkan kondisi lingkungan relatif lembap. Sementara itu, hasil pengukuran pH tanah menunjukkan nilai yang stabil pada setiap minggu pengamatan, yaitu sebesar 6,4-6,5. Data hasil pengamatan faktor abiotik disajikan pada Tabel 4.5 berikut:

Tabel 4. 5 Pengamatan faktor abiotik

Minggu	Parameter		
	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	pH tanah
Minggu 1	25,6	85,2	6,4
Minggu 2	26,5	84,5	6,4
Minggu 3	26,7	84	6,5
Minggu 4	27,9	85,6	6,5
Rata-rata	26,6	84,8	6,5

4.1.9 Hasil Uji Kelayakan *Booklet*

Uji kelayakan *booklet* dilakukan melalui tahapan uji validasi yang dilakukan oleh 3 validator yang terdiri dari ahli materi, ahli media, dan pengguna. Validator ahli materi dan ahli media merupakan Dosen Pendidikan Biologi, sementara masyarakat pengguna merupakan pembudidaya tanaman hortikultura. Hasil validasi *booklet* disajikan dalam Tabel 4.6 berikut:

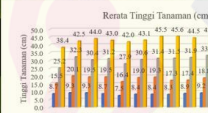
Tabel 4. 6 Hasil uji validasi *booklet*

Validator	Hasil Validasi	Kriteria	Saran dan Komentar
Ahli Materi	75	Valid	Secara umum sudah bagus, pada halaman 5 masing-masing tumbuhan disertai gambar. Pada halaman 10 grafik tinggi dan jumlah daun yang terbanyak diberi lingkaran. Jurnal tahun 2020 diganti minimal 2021.
Ahli Media	88,7	Sangat Valid	Secara umum <i>booklet</i> sudah bagus dan menarik. Pemilihan warna sesuai dengan tema budidaya sawi hijau. Grafik dibuat lebih besar dan tulisannya jelas terbaca. Beberapa bagian dengan latar berwarna hijau dibuat sedikit lebih gelap/lebih kontras lagi dengan warna tulisan, dan dapat ditambahkan satu kotak kecil berisi rekomendasi praktis. “Kalau saya petani, apa yang harus saya lakukan?”.
Pengguna	92,5	Sangat Valid	Materi dalam <i>booklet</i> sudah disajikan dengan baik dan informasi yang disampaikan mudah dipahami masyarakat. Tetapi, tata peletakan kata pengantar posisinya kurang keatas. Pada halaman 5 dijelaskan lebih detail mengenai ciri tumbuhannya.

Berdasarkan Tabel 4.6 hasil validasi menunjukkan bahwa penilaian oleh ahli materi memperoleh nilai 75%, penilaian oleh ahli media memperoleh nilai 88,7%, dan penilaian oleh pengguna memperoleh nilai 92,5%, sehingga rata-rata nilai yang diperoleh yaitu 85,4%. Hasil validasi *booklet* berjudul “Aplikasi Biosaka dan Pupuk Hayati BRE4 dalam Budidaya Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)” memperoleh nilai rata-rata dengan kategori valid digunakan, untuk lebih menyempurnakannya terdapat beberapa catatan dari validator sehingga penulis perlu melakukan perbaikan.

Hasil penyempurnaan *booklet* dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut:

Tabel 4. 7 Hasil perbaikan *booklet*

Sebelum Revisi	Setelah Revisi
1. Babadotan (<i>Ageratum conyzoides</i> L.) Tumbuhan ini adalah gulma yang memiliki beberapa kandungan seperti alkaloid, saponin, tanin, flavonoid, steroid, terpenoid, glikosida, fenolik, dan minyak atsiri (Maramis <i>et al.</i>, 2024). 2. Meniran (<i>Phyllanthus niruri</i> L.) Jenis tumbuhan liar dengan kandungan senyawa fitokimia Phyllanthin dan Hypophyllanthin yang mampu meningkatkan ketahanan, terdapat senyawa lain seperti flavonoid, tanin, saponin, alkaloid, lignin, dan asam penol (Sophia dan Suraini, 2024). 3. Anting-anting (<i>Acalypha indica</i>) Tumbuhan dengan beberapa kandungan metabolit sekunder berupa aleuron, steroid, alkaloid, saponin, dan flavonoid (Laut <i>et al.</i>, 2020). 4. Tapak liman (<i>Elephantopus scaber</i> L.) Tapak liman mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder seperti fenolik, flavonoid, fenol, saponin, tanin, alkaloid, dan steroid (Floresnia dan Wijaya, 2023). 5. Beluntas (<i>Pluchea indica</i>) Beluntas mengandung senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, minyak atsiri, tanin, aluminium, kalium, natrium, kalsium, magnesium, dan fosfor (Sari <i>et al.</i>, 2024).	1. Babadotan (<i>Ageratum conyzoides</i> L.) Babadotan adalah tumbuhan pengganggu atau gulma yang banyak ditemui di ladang, halaman, kebun, atau tepi jalan. Babadotan termasuk jenis tumbuhan berbunga anggota dari famili Asteraceae (Mappasomba <i>et al.</i>, 2023). Babadotan memiliki beberapa kandungan senyawa penting seperti alkaloid, saponin, tanin, flavonoid, steroid, terpenoid, glikosida, fenolik, dan minyak atsiri (Maramis <i>et al.</i>, 2024). 2. Meniran (<i>Phyllanthus niruri</i> L.) Meniran termasuk famili Phyllanteceae dengan ciri morfologi berdaun kecil. Umumnya tumbuh di tempat yang subur (Djufri <i>et al.</i>, 2022). Meniran mengandung senyawa fitokimia Phyllanthin dan Hypophyllanthin yang mampu meningkatkan ketahanan, terdapat senyawa lain seperti flavonoid, tanin, saponin, alkaloid, lignin, dan asam penol (Sophia dan Suraini, 2024).  Gambar 4. Tumbuhan Babadotan  Gambar 5. Tumbuhan Meniran
1. Keterangan : Menambahkan gambar masing-masing tumbuhan (halaman 5)	1. Keterangan : Menambahkan gambar masing-masing tumbuhan (halaman 5)
• Tinggi Tanaman  Gambar 13. Grafik Rerata Tinggi Tanaman Hasil menunjukkan bahwa pemberian biosaka dan pupuk hayati BRE4 memberikan pengaruh nyata terhadap rerata tinggi tanaman sawi hijau. Kombinasi perlakuan terbaik secara konsisten ditunjukkan oleh perlakuan B₃K₃ dengan rerata tinggi 48,90 cm pada 28 HST. • Jumlah Daun  Gambar 14. Grafik Rerata Jumlah Daun Hasil menunjukkan bahwa pemberian biosaka dan pupuk hayati BRE4 memberikan pengaruh nyata terhadap rerata jumlah daun tanaman sawi hijau. Kombinasi perlakuan terbaik terjadi pada perlakuan B₃K₃ yaitu memiliki rerata jumlah daun sebanyak 12 helai pada 28 HST.	• Tinggi Tanaman  Gambar 18. Grafik Rerata Tinggi Tanaman Hasil menunjukkan bahwa pemberian biosaka dan pupuk hayati BRE4 memberikan pengaruh nyata terhadap rerata tinggi tanaman sawi hijau. Kombinasi perlakuan terbaik secara konsisten ditunjukkan oleh perlakuan B₃K₃ dengan rerata tinggi 48,90 cm pada 28 HST. Pemberian biosaka dan pupuk BRE4 berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman sawi. Hal ini sejalan dengan penelitian Mukti <i>et al.</i>, (2025) bahwa pemberian biosaka yang sesuai dengan kebutuhan tanaman sehingga ketersediaan unsur hara terpenuhi dan menunjang pertumbuhan tinggi tanaman. Kandungan bakteri Bacillus dalam pupuk hayati BRE4 mampu menghasilkan zat pengatur tumbuh seperti IAA (auksin), giberelin, dan sitokinin yang mampu memacu pemanjangan sel.
2. Keterangan : Memperbesar grafik agar tulisan terbaca dengan jelas	2. Keterangan : Memperbesar grafik agar tulisan terbaca dengan jelas
1. Babadotan (<i>Ageratum conyzoides</i> L.) Tumbuhan ini adalah gulma yang memiliki beberapa kandungan seperti alkaloid, saponin, tanin, flavonoid, steroid, terpenoid, glikosida, fenolik, dan minyak atsiri (Maramis <i>et al.</i>, 2024). 2. Meniran (<i>Phyllanthus niruri</i> L.) Jenis tumbuhan liar dengan kandungan senyawa fitokimia Phyllanthin dan Hypophyllanthin yang mampu meningkatkan ketahanan, terdapat senyawa lain seperti flavonoid, tanin, saponin, alkaloid, lignin, dan asam penol (Sophia dan Suraini, 2024). 3. Anting-anting (<i>Acalypha indica</i>) Tumbuhan dengan beberapa kandungan metabolit sekunder berupa aleuron, steroid, alkaloid, saponin, dan flavonoid (Laut <i>et al.</i>, 2020). 4. Tapak liman (<i>Elephantopus scaber</i> L.) Tapak liman mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder seperti fenolik, flavonoid, fenol, saponin, tanin, alkaloid, dan steroid (Floresnia dan Wijaya, 2023). 5. Beluntas (<i>Pluchea indica</i>) Beluntas mengandung senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, minyak atsiri, tanin, aluminium, kalium, natrium, kalsium, magnesium, dan fosfor (Sari <i>et al.</i>, 2024).	3. Anting-anting (<i>Acalypha indica</i>) Anting-anting (<i>Acalypha indica</i>) merupakan merupakan tumbuhan liar yang masuk dalam famili Euphorbiaceae. Anting-anting mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder seperti tanin, saponin, flavonoid, dan minyak atsiri (Agustina dan Istiqomah, 2021). 4. Tapak liman (<i>Elephantopus scaber</i> L.) Tapak liman adalah tumbuhan liar dengan ciri batang pendek bercabang, akar serabut, daun berbentuk bulat memanjang, runcing, tepi daun bergerigi dengan susunan daun melingkar (Mariska <i>et al.</i>, 2024). Tapak liman mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder seperti fenolik, flavonoid, fenol, saponin, tanin, alkaloid, dan steroid (Floresnia dan Wijaya, 2023). 5. Beluntas (<i>Pluchea indica</i>) Beluntas mengandung senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, minyak atsiri, tanin, aluminium, kalium, natrium, kalsium, magnesium, dan fosfor  Gambar 6. Tumbuhan Anting-anting  Gambar 7. Tumbuhan Tapak Liman  Gambar 8. Tumbuhan Beluntas
3. Keterangan : Penjelasan lebih detail mengenai ciri-ciri tumbuhan (halaman 5)	3. Keterangan : Penjelasan lebih detail mengenai ciri-ciri tumbuhan (halaman 5)

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Biosaka dan Pupuk Hayati BRE4 terhadap Parameter Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

Pertumbuhan tanaman menjadi salah satu indikator penting untuk melihat suatu keberhasilan dalam budidaya tanaman, karena menunjukkan respon tanaman terhadap kondisi lingkungan dan ketersediaan unsur hara. Pada fase vegetatif, pertumbuhan tanaman ditandai dengan adanya peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, serta perkembangan organ vegetatif lain yang berlangsung akibat proses pembelahan dan pemanjangan sel. Ketersediaan unsur hara yang cukup dan dapat dimanfaatkan secara efektif oleh tanaman pada fase ini akan memacu pertumbuhan tanaman secara optimal. Pemberian biosaka dan pupuk hayati BRE4 pada tanaman sawi memberikan pengaruh signifikan pada beberapa parameter pertumbuhan, yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat segar, dan berat kering.

Berdasarkan hasil uji DMRT pada Tabel 4.1 menunjukkan rerata tinggi tanaman sawi hijau terus mengalami peningkatan pada setiap minggu dan setiap perlakuan menghasilkan respon yang berbeda-beda pada tanaman. Pemberian perlakuan tunggal biosaka menunjukkan pengaruh nyata pada tanaman umur 7 HST, 21 HST, dan 28 HST, tetapi tidak pada 14 HST. Hal ini diduga karena pada umur 14 HST pertumbuhan tanaman pada seluruh perlakuan berlangsung relatif seragam sehingga perbedaan antar perlakuan menjadi lebih kecil (Abeltino *et al.*, 2021). Selain itu, kondisi lingkungan pada fase tersebut kemungkinan juga mempengaruhi respons tanaman seperti intensitas cahaya yang kurang optimal atau kurangnya penyiraman air. Kaur *et al.*, (2021) menjelaskan bahwa kekurangan air dapat menyebabkan terjadinya penurunan laju fotosintesis sehingga pertumbuhan tanaman menjadi kurang optimal. Saat terjadi kekurangan air, tekanan turgor akan menurun sehingga pemanjangan sel dan pertumbuhan tanaman ikut terhambat. Karena pada dasarnya pertumbuhan tanaman juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti air, sinar matahari, dan nutrisi (Pratopo dan Thoriq, 2021).

Seiring dengan berjalannya waktu, pengaruh nyata dari perlakuan biosaka mulai terlihat dan ini sejalan dengan penelitian Arisandy dan Fitriani, (2024) yang mengungkapkan bahwa pemberian biosaka memberikan pengaruh nyata pada

parameter tinggi tanaman sawi. Ketika senyawa elisitor biosaka diaplikasikan pada permukaan tanaman dan reseptor pada membran plasma sel akan mengenali elisitor tersebut. Pengenalan ini memicu terjadinya transduksi sinyal melalui aktivasi protein seperti protein G dan protein kinase. Protein tersebut berfungsi untuk meneruskan sinyal dari membran menuju bagian dalam sel agar berbagai proses fisiologis tanaman dapat diaktifkan. Tahap berikutnya ditandai dengan adanya peningkatan konsentrasi ion kalsium (Ca^{2+}) dalam sitoplasma sebagai *second messenger*. Selanjutnya, jalur *Mitogen-Activated Protein Kinase* (MAPK) akan diaktifkan sehingga memicu ekspresi gen yang berperan untuk pertahanan dan metabolisme tanaman. Aktivasi gen tersebut akan meningkatkan aktivitas enzim dan proses fisiologis, termasuk juga fotosintesis. Sehingga produksi asimilat meningkat dan mendukung pertumbuhan serta perkembangan tanaman (Vasconsuelo dan Boland, 2007).

Perlakuan tunggal pupuk hayati BRE4 menunjukkan hasil yang tidak berpengaruh nyata pada tanaman sawi hijau umur 7 HST. Hal ini diduga karena tanaman sawi hijau berada pada fase awal vegetatif, sehingga penyerapan perlakuan biosaka belum terjadi secara optimal. Seiring dengan berjalan waktu, pemberian pupuk hayati BRE4 memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman sawi hijau. Sejalan dengan penelitian Ansori *et al.*, (2021) bahwa pemberian pupuk hayati memberikan pengaruh nyata pada pertumbuhan tinggi tanaman. Kandungan mikroorganisme pada pupuk hayati dapat memacu pertumbuhan tanaman dan meningkatkan ketersediaan unsur hara melalui fiksasi nitrogen dan pelarutan fosfat. Unsur nitrogen (N) berperan penting untuk pertumbuhan vegetatif tanaman, kandungan unsur hara esensial ini berperan dalam proses pembelahan dan pemanjangan sel yang menjadi komponen penting penyusun protoplasma yang banyak terdapat pada titik tumbuh. Sehingga berperan penting dalam pemanjangan batang atau peningkatan tinggi tanaman (Sipayung *et al.*, 2021).

Hasil uji DMRT pada Tabel 4.2 menunjukkan rerata jumlah daun tanaman sawi hijau pada umur 7 HST tidak menunjukkan pengaruh nyata. Hal ini diduga tanaman masih berada pada fase awal vegetatif, sehingga kebutuhan unsur hara relatif masih rendah dan perbedaan perlakuan masih belum memberikan respon

yang nyata terhadap jumlah daun. Seiring berjalannya waktu, pemberian perlakuan biosaka dan pupuk hayati BRE4 memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah daun. Perlakuan B₂K₂ menghasilkan jumlah daun dengan rerata tertinggi dan berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lain. Hal ini diduga karena kombinasi perlakuan B₂K₂ memiliki konsentrasi yang tepat dan sesuai sehingga penyerapan unsur hara terjadi secara optimal. Menurut Mukti *et al.*, (2025) pemberian biosaka pada tanaman sawi hijau berpengaruh nyata pada umur 2, 3, dan 4 minggu setelah tanam.

Faktor lain yang mempengaruhi jumlah daun adalah pemberian pupuk hayati BRE4. Bertambahnya jumlah daun juga dipengaruhi oleh pertumbuhan sel yang dipicu oleh hormon yang dihasilkan oleh bakteri *Bacillus sp.* dan *Pseudomonas sp.* yaitu hormon sitokinin, auksin, dan giberelin. Sel yang tumbuh akan terus membelah dan berkembang menjadi tunas, cabang, dan daun. Pertumbuhan daun tersebut tidak hanya dipengaruhi oleh hormon auksin, melainkan kerja sama antara auksin, giberelin, dan sitokinin (Al Banna *et al.*, 2023). Sitokinin akan merangsang pembelahan sel dan pembentukan tunas baru sehingga menghasilkan daun baru, sementara giberelin diproduksi di daun dan akar tanaman dengan peningkatan akar ini maka penyerapan unsur hara terjadi lebih optimal dan akan meningkatkan jumlah daun (Laksono *et al.*, 2025).

Hasil uji DMRT pada Tabel 4.3 menunjukkan pemberian perlakuan biosaka dan pupuk hayati BRE4 memberikan pengaruh nyata terhadap luas daun. Pertumbuhan vegetatif tanaman sawi hijau ditandai oleh peningkatan luas daun yang memiliki peranan penting dalam mendukung kapasitas fotosintesis. Menurut Huda *et al.*, (2025) menyatakan bahwa pemberian biosaka mampu meningkatkan luas daun. Kandungan mikroorganisme pada pupuk hayati BRE4 mampu menyediakan unsur hara dan hormon bagi pertumbuhan tanaman. *Leaf expansion* merupakan proses pertambahan luas daun akibat adanya pembelahan dan pembesaran sel yang dipengaruhi oleh aktivitas fisiologis tanaman. Sehingga ketersediaan unsur hara dan hormon pertumbuhan berperan penting dalam mempercepat pembentukan dan perluasan daun (Nursyamsi *et al.*, 2023). Daun yang luas dan berwarna hijau menunjukkan tingginya kandungan klorofil. Pada

kondisi ini penyerapan cahaya matahari oleh tanaman akan meningkat untuk mendukung aktivitas reaksi terang fotosintesis. Hal ini meningkatkan laju fotosintesis, yang kemudian hasilnya akan ditranslokasikan ke seluruh organ tanaman dan mempengaruhi peningkatan hasil panen (Ramdani *et al.*, 2024).

Peningkatan pertumbuhan tanaman sawi hijau, terutama pada tinggi tanaman, jumlah daun, dan luasnya daun dapat mempengaruhi berat tanaman. Pertambahan tinggi, jumlah daun, dan luas daun tersebut berkaitan erat dengan peningkatan berat segar dan berat kering tanaman (Nensi *et al.*, 2025). Berdasarkan hasil uji DMRT pada Tabel 4.3 menunjukkan pemberian perlakuan biosaka dan pupuk hayati BRE4 memberikan pengaruh nyata terhadap berat segar tanaman sawi hijau. Menurut Oktavian *et al.*, (2024) biosaka sebagai elisitor mampu memperbaiki sel-sel pada tanaman, meningkatkan ketahanan tanaman, dan meningkatkan hasil produksi. Banyaknya jumlah daun yang terlindungi dari beberapa faktor eksternal juga akan mempengaruhi bobot segar dari suatu tanaman, salah satunya adalah serangan hama. Biosaka memiliki kandungan senyawa fitokimia yang berperan meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit.

Beberapa senyawa yang terkandung dalam biosaka diantaranya alkaloid yang mampu melindungi tanaman dari serangan hama, penyakit. Flavonoid berperan mengatur pertumbuhan, antioksidan dan antibakteri. Terpenoid sebagai hormon pertumbuhan, antifeedant serangga, dan anti bakteri. Steroid mampu meningkatkan pemanjangan sel dan laju pertumbuhan, merangsang pertumbuhan pucuk daun, serta meningkatkan ketahanan terhadap stres lingkungan. Tanin dan saponin berperan melindungi tanaman dari serangan hama, jamur, dan antibakteri. Senyawa fenolik melindungi dari radiasi UV-B dan kerusakan sel, termasuk melindungi DNA. Kuinon berperan dalam respirasi sel dan fotosintesis. Beberapa senyawa tersebut memiliki kemampuan untuk melindungi tanaman dari serangan hama, penyakit, dan meningkatkan daya tahan tanaman sehingga tanaman menjadi sehat dan produktivitas tanaman juga meningkat (Arisandy dan Fitriani, 2024).

Faktor lain yang mempengaruhi parameter berat tanaman diduga dari pemberian pupuk hayati BRE4. Kandungan bakteri pada pupuk hayati BRE4 meliputi Bakteri *Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis* mampu menghasilkan

enzim peroksidase yang dapat merangsang tanaman untuk memproduksi gen ketahanan, sehingga tanaman menjadi lebih tahan terhadap serangan hama, penyakit, dan meningkatkan produktivitas tanaman (Asyiah *et al.*, 2024). Berat tanaman menunjukkan kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara dari media tanam untuk mendukung proses pertumbuhan. Peningkatan berat tanaman berkaitan dengan metabolisme tanaman, terutama aktivitas fotosintesis. Semakin besar nilai berat tanaman menunjukkan bahwa proses fotosintesis berlangsung efisien, sehingga produktivitas dan perkembangan sel jaringan berlangsung lebih cepat dan optimal. Hal ini akan mendorong pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik (Mukti *et al.*, 2025).

Hasil uji DMRT pada Tabel 4.3 menunjukkan pemberian perlakuan tunggal biosaka memberikan pengaruh nyata terhadap berat kering tanaman sawi hijau, namun perlakuan tunggal pupuk hayati BRE4 dan kombinasi perlakuan keduanya tidak berpengaruh nyata serta tidak terdapat interaksi. Proses pengeringan sampel akan mempengaruhi pada hasil akhir berat kering, karena apabila pengeringan belum mencapai berat konstan dan masih terdapat sisa kandungan air dalam jaringan tanaman. Hal ini akan mempengaruhi nilai berat kering yang diperoleh (Huda *et al.*, 2025).

4.2.2 Pengaruh Biosaka dan Pupuk Hayati BRE4 terhadap Parameter Produksi Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.)

Produktivitas tanaman sawi hijau dipengaruhi oleh jumlah helaian daun, dimana semakin banyak jumlah daun yang terbentuk, maka semakin tinggi pula tingkat produktivitas tanaman (Arisandy dan Fitriana, 2024). Berdasarkan hasil uji DMRT pada Tabel 4.4 menunjukkan pemberian perlakuan biosaka dan pupuk hayati BRE4 memberikan pengaruh nyata terhadap berat produksi tanaman sawi hijau. Perlakuan B₂K₂ memiliki rerata berat produksi tertinggi, yaitu 134,47 g. Penelitian Mukti *et al.*, (2025) mengungkapkan bahwa pemberian perlakuan biosaka pada tanaman sawi memberikan pengaruh nyata pada berat produksi. Hal ini diduga karena penyerapan air dan unsur hara berlangsung optimal, sehingga meningkatkan bobot produktivitas tanaman. Peningkatan ini terjadi karena tanaman memperoleh cukup energi dan hara untuk mendukung pembelahan dan pembesaran

sel serta peningkatan kandungan air. Air berperan penting dalam turgiditas sel, sehingga sel-sel akan membesar dan meningkatkan berat produktivitas tanaman. Pemberian perlakuan tunggal biosaka dan perlakuan tunggal pupuk hayati BRE4 memberikan pengaruh nyata terhadap indeks panen.

Gambar 4.4 menunjukkan adanya tanda-tanda serangan dari jenis hama yang ditemukan selama penelitian berlangsung, serangan tersebut berasal dari larva lalat penggerek daun (*Liriomyza* sp.). Serangan lalat penggerek daun (*Liriomyza* sp.) ditandai dengan adanya liang bekas korokan beralur dan berwarna putih bening pada bagian mesofil daun (Wirayuda *et al.*, 2025). Gejala ini muncul dan teramati sebelum dilakukan pemberian perlakuan biosaka, namun setelah dilakukan pemberian biosaka dan pupuk hayati BRE4, hama dan gejala serangan tersebut mulai berkurang dan tidak terlihat lagi. Diketahui bahwa biosaka merupakan elisitor yang mampu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit (Ndruru *et al.*, 2024). Kandungan bakteri *Pseudomonas diminuta* dan *Bacillus subtilis* dalam pupuk hayati BRE4 menghasilkan enzim peroksidase yang dapat merangsang tanaman untuk memproduksi gen ketahanan, sehingga tanaman menjadi lebih tahan terhadap serangan hama dan penyakit (Asyiah *et al.*, 2024).

Berdasarkan Tabel 4.5 menunjukkan hasil pengamatan faktor abiotik selama empat minggu pengamatan, suhu udara tercatat berada pada kisaran 25,6-27,9°C dan kelembapan udara selama penelitian berkisar antara 84%-85,6%. Sawi hijau dapat tumbuh optimal pada suhu 15-30°C dan kelembapan udara pada kisaran 80-90%. Suhu dan kelembapan yang berada pada kisaran optimal mampu mendukung proses fisiologis tanaman sehingga pertumbuhan tanaman dapat berlangsung optimal (Supriyono dan Wibowo, 2023). Sementara itu, hasil pengukuran pH tanah menunjukkan nilai yang stabil pada setiap minggu pengamatan, yaitu sebesar 6,4-6,5. pH stabil tersebut memungkinkan terjadinya penyerapan unsur hara yang optimal sehingga dapat diserap dengan baik oleh tanaman. Ketersediaan unsur hara yang optimal kan mendukung pertumbuhan daun, pembentukan klorofil, dan peningkatan hasil tanaman (Wiraguna *et al.*, 2023: 11).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian biosaka dan pupuk hayati BRE4 memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan produksi sawi hijau serta dibuktikan pada hasil analisis yang menunjukkan bahwa terjadi peningkatan secara signifikan pada tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat segar, berat produksi, dan indeks panen. Dengan demikian, hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa pemberian biosaka dan pupuk hayati BRE4 berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau dapat diterima.

4.2.3 Hasil Uji Kelayakan *Booklet*

Berdasarkan Tabel 4.6 hasil validasi menunjukkan bahwa *booklet* yang telah disusun masuk dalam kategori valid untuk digunakan sebagai sumber bacaan dengan beberapa perbaikan pada materi. Adapun karakteristik *booklet* bersifat informatif dengan desain menarik, sehingga pembaca dapat dengan mudah memahami isi bacaan (Hafizah *et al.*, 2022).

Booklet tersebut telah divalidasi oleh tiga validator, yaitu satu ahli materi dengan nilai 75%, satu ahli media dengan nilai 88,7%, dan satu penilaian dari pengguna dengan nilai 92,5%. Berdasarkan hasil tersebut diperoleh nilai rata-rata sebesar 85,4%. Sehingga *booklet* dinyatakan layak untuk digunakan sebagai sumber bacaan dengan pertimbangan tertentu.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dijelaskan, dapat disimpulkan sebagai berikut.

- a. Terdapat pengaruh pemberian biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.), dibuktikan pada hasil analisis yang menunjukkan bahwa terjadi peningkatan secara signifikan pada tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat segar, berat produksi, dan indeks panen.
- b. Terdapat interaksi nyata antara biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.), dibuktikan dengan adanya data analisis tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, berat segar, dan berat produksi.
- c. Pertumbuhan dan produksi yang optimal sawi hijau (*Brassica juncea* L.) terjadi pada kombinasi perlakuan B₂K₂ yaitu dengan konsentrasi 6 ml/L biosaka dan 20 ml/L pupuk hayati BRE4.
- d. *Booklet* hasil penelitian pengaruh biosaka dan pupuk hayati BRE4 terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.) layak digunakan sebagai media informasi.

5.2 Saran

- a. Perlakuan kombinasi biosaka dengan konsentrasi 6 ml/L dan pupuk hayati BRE4 konsentrasi 20 ml/L dapat menjadi rekomendasi bagi pembudidaya untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau.
- b. Melakukan penelitian pada berbagai jenis tanaman hortikultura lainnya untuk mengetahui efektivitas perlakuan biosaka dan pupuk hayati BRE4 pada tanaman lain.
- c. *Booklet* sebaiknya dikembangkan dalam bentuk digital (*E-booklet*) agar lebih mudah diakses dan dimanfaatkan oleh pembaca sebagai sumber informasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abeltino, K., Sugiyanto, & Tuti, H. K. (2021). Pengaruh Media Tanah dan Akuaponik Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa*), Caisim (*Brassica juncea* L.), dan Pakcoy (*Brassica rapa chinensis*). *Jurnal AGRISIA*, 14(1), 24–44.
- Adiwijaya, H. D., Lusiana, & Cartika, I. (2023). Pemanfaatan Berbagai Jenis Gulma sebagai Bahan Biosaka untuk Meningkatkan Produksi Bawang Merah (*Allium ascolanicum* L.). *Jurnal Agroekoteknologi Dan Agribisnis*, 7(2), 151–160.
- Agustin, N. I. W., Endnur, N., Nurfia, S., Setianingsih, S., Sholihah, U. N., Hendraswari, V. R., Bahari, F. P., & Al Wafi, M. F. A. W. (2024). Sosialisasi dan Pelatihan Pemanfaatan Biosaka sebagai Alternatif untuk Meminimalisir Penggunaan Pupuk Anorganik pada Pertanian Berkelanjutan. *NAJWA: Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 2(1), 71–83.
- Agustina, N., & Istiqomah, N. (2021). Analisis Kadar Metabolit Sekunder, Histokimia, dan Aktivitas Antioksidan Akar *Acalypha indica* L. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 3(2), 45–51.
- Akbar, A., Khairunnisa, K., Meutiasari, C. S., Sari, M. T., & Mahyuni, S. R. (2024). The Influence of Biosaka as an Elisitor to Increase Productivity of Food Crops Pakcoy (*Brassica rapa* L.) as Eco-Friendly Agricultural Innovation. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(1), 821–826.
- Al Banna, N. Z., Ilmiyah, N., & Khairunnisa. (2023). Pemanfaatan Limbah Air Kelapa Sebagai Zat Pengatur Tumbuh Alami Pertumbuhan Sawi (*Brassica juncea* L.). *Al Kawnu: Science and Local Wisdom Journal*, 3(1), 11–20.
- Ananda, R. A., Ardhyantama, V., & Sugiyono. (2022). Pengembangan Media *Booklet* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Segi Banyak. *Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 9(3), 254–264.
- Ansori, I., Nafi'ah, H. H., & Nurdiana, D. (2021). Pengaruh Pemberian Biochar dan Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Agroteknologi Dan Sains (JAGROS)*, 5(2), 394–408.
- Arisandy, D. A., & Fitriani, L. (2024). Pengaruh Biosaka Berbahan Dasar Limbah Pertanian Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Sawi Putih (*Brassica rapa*). *Jurnal Pro-Life*, 11(1), 34–43.
- Asyiah, I. N., Mudakir, I., Hoesain, M., Pradana, A. P., Djunaidy, A., & Sari, R. F. (2020). Consortium of Endophytic Bacteria and Rhizobacteria Effectively Suppresses the Population of *Pratylenchus Coffeae* and Promotes the Growth of *Robusta Coffee*. *Biodiversitas*, 21(10), 4702–4708.

- Asyiah, I. N., Mudakir, I., Pradana, A. P., & Nugroho, D. (2024). Pengaruh Pupuk Hayati Cair BRE4 & Pupuk Organik Terhadap Keragaman Nematoda Tanah Lahan Kopi Arabika. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 24(3), 321–328.
- Ataribaba, Y., Petrus, S. P., & Mual, C. D. (2021). Pengaruh Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) di Kampung Sidomulyo, Distrik Oransbari, Kabupaten Manokawari Selatan, Provinsi Papua Barat. *Jurnal Triton*, 12(2), 66–78.
- Azhar, D. Al, Efendi, E., & Batubara, L. R. (2020). Pengaruh Pemberian Pupuk Super Palmas dan Pupuk NPK Mutiara Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.). *Faculty of Agriculture University of Asahan*, 16(1), 46–54.
- Azhimah, F., Saragih, C. L., Pandia, W., Sembiring, N. B., Ginting, E. P., & Sitepu, H. P. (2023). Sosialisasi dan Aplikasi Pembuatan Biosaka di Lahan Hortikultura Kabupaten Karo. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, 1(5), 216–224.
- Bela, F. A. V., Putra, S. H. J., & Mansur, S. (2021). Efektivitas Pemberian Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea*). *Spizaetus: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 2(1), 30–38.
- Boe, Y. (2022). Pengaruh Komposisi Media dan Dosis Teh Kompos Daun Gamal terhadap Pertumbuhan dan Hasil pada Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) Dalam Budidaya Sistem Irigasi Genangan Terbatas. *Savana Cendana*, 7(02), 23–26.
- Djufri, K., Luang, L., & Araie, F. H. (2022). Identifikasi Pemanfaatan Morfologi Tumbuhan Sebagai Obat Tradisional Oleh Mahasiswa Biologi STKIP Kie Raha Ternate. *Journal of Biology Education And Sciencee*, 2(2), 86–94.
- Febryani, R., Sugiono, D., & Rianti, W. (2022). Pengaruh Beberapa Pupuk Kandang dan Volume Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) Varietas Tosakan pada Sistem Vertikultur. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(22), 288–301.
- Florensia, S., & Wijaya, A. (2023). Pengaruh Perbedaan Pelarut terhadap Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Daun Tapak Liman (*Elephantopus scaber* L.). *Jurnal Ilmiah Farmasi Simplisia*, 3(2), 128–134.
- Gbif.org. (2025). *Klasifikasi Tanaman Sawi Hijau*. Dapat Diakses pada doi.org/ <https://www.gbif.org/Search?Q=Brassica%20juncea>.
- Hafizah, G., Mahrudin, M., & Irianti, R. (2022). Validitas *Booklet* Sebagai Bahan Ajar Konsep Animalia (Bekantan). *Indonesian Journal of Science Education and Applied Science*, 2(1), 13.

- Harahap, L. H., Miyarnis, & Sarifuddin. (2024). Respon Pemupukan Berdasarkan Kebutuhan Hara dan Target Produksi Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) pada Sistem Hidrokanik. *Jurnal Pertanian Agros*, 26(1), 5490–5497.
- Huda, M., Nasrudin, & Rosmala, A. (2025). Analisis Hubungan Klorofil dan Pembagian Asimilat dari Aplikasi Biosaka dalam Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Melon. *Agrokompleks*, 25(2), 172–181.
- Insiyah, B., Hadiyanti, N., Junaidi, Sidhi, E. Y., Arissaryadin, & Pamujiati, A. D. (2024). Menggalakkan Pertanian Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan Melalui Klinik Agribisnis dan Praktek Pembuatan Biosaka. *Jatimas : Jurnal Pertanian Dan Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 13–19.
- Jasmine, N. A., & Rachmawati, D. (2024). Pengaruh Larutan Hara dan *Eco Enzyme* terhadap Pertumbuhan Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) Pada Sistem Hidroponik. *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 12(1), 28–36.
- Kalay, A. M., Kesaulya, H., Talahaturuson, A., Rehatta, H., & Hindersah, R. (2020). Aplikasi Pupuk Hayati Konsorsium Strain *Bacillus* sp dengan Berbeda Konsentrasi dan Cara Pemberian Terhadap Pertumbuhan Bibit Pala (*Myristica fragrans* Houtt). *Agrologia*, 9(1), 30–38.
- Kaur, H., Kohli, S. K., Khanna, K., & Bhardwaj, R. (2021). Scrutinizing The Impact Water Deficit in Plants : Transcriptional Regulation, Signaling, Photosynthetic Efficacy, and Management. *Physiologia Plantarum*, 1(2020), 1–28.
- Laksono, B. S., Hastuti, P. B., & Rusmarini, U. K. (2025). Pengaruh Dosis Pupuk Kascing dan Giberelin terhadap Pertumbuhan dan Pembungaan Tanaman *Antigonon leptopus* Hook et Arn. *AGROFORETECH*, 3(4), 2015–2023.
- Mappasomba, M., Harlis, W. O., Nalefo, L., Sidu, D., Rosmawaty, & Arimbawa, P. (2023). Pemanfaatan Tanaman Babadotan (*Ageratum conyzoides* L.) sebagai Obat Tradisional Luka Sayat. *JPIPM (Jurnal Pengembangan Inovasi Dan Pembangunan Masyarakat)*, 1(1), 1–5.
- Maramis, R. N., Wulandari, G. A., Dumanauw, J. M., & Rintjap, D. S. (2024). Kajian Senyawa Metabolit Sekunder pada Ekstrak Daun Bandotan (*Ageratum conyzoides* L.). *JIF: Journal Impact Factor*, 16(2), 59–67.
- Mariska, R., Sari, A. P. U., Sanityah, A. M., Nofitasari, T. A., & Wijayanti, E. (2023). Inventarisasi Keanekaragaman Tumbuhan Bawah Di Kawasan Waduk Jatibarang Semarang. *Bio Sains Jurnal Ilmiah Biologi*, 2(2), 62–66.
- Mukti, B. G. A., Siregar, M., & Hakim, T. (2025). Uji Pemberian Kompos Ampas Teh dan Aplikasi Biosaka Pada Pertumbuhan dan Produksi Sawi Caisim (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Agroplasma*, 12(1), 208–217.

- Murtalaksono, A., Presanthi, R., & Lestari, S. A. (2023). Pengaruh Kehadiran Gulma pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) terhadap Sebelum dan Setelah Pemberian Pupuk Limbah Udang. *Journal of Applied Agricultural Sciences*, 7(1), 72–78.
- Napitupulu, M., Syahfari, H., Yahya, Z., Patah, A., Sujalu, A. P., Rahmi, A., & Jannah, N. (2023). Pelatihan Pembuatan Elisator Biosaka dari Tumbuhan di Kelompok Tani Rukun Sentosa Kelurahan Sindangsari Kecamatan Sambutan. *JAUS: Jurnal Abdimas Untag Samarinda*, 1(2), 59–66.
- Ndruru, H. S., Telambanua, P. H., Nazara, R. V., & Gulo, S. D. (2024). Pemanfaatan Elisitor pada Tanaman. *Jurnal Sapta Agrica*, 3(1), 39–51.
- Nensi, S. S., Jayadi, M., & Lias, S. A. (2025). Pengaruh Pengaplikasian Biosaka dan Daun Gamal Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Ecosolum*, 14(1), 51–65.
- Nurhalimah, N., Wedagama, N. M. A., Ayunani, D. N., & Safitri, D. A. (2023). Korelasi pada Karakter Komponen Hasil terhadap Hasil Konsumsi Galur Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Pertanian Berbasis Keseimbangan Ekosistem (AGRIMETA)*, 13(25), 8–14.
- Nursyamsi, A., Nasrudin, & Nurhidayah, S. (2023). Pengaruh Jenis Pupuk Organik dan Penjarangan Bakal Buah terhadap Pertumbuhan dan Hasil Melon. *Jurnal Agrotek Tropika*, 11(1), 119–126.
- Oktavian, Y., Sodik, J., Hardiyanti, P., Cahyo, R. N., Oktavia, B. A., Da'fal, M., Hidayati, S., & Ningsih, P. R. S. (2024). Biosaka Pertanian Organik di Desa Banyior. *Jurnal Hasil Kegiatan Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 136–144.
- Pratopo, L. H., & Thoriq, A. (2021). Produksi Tanaman Kangkung dan Ikan Lele dengan Akuaponik. *PASPALUM: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 9(1), 68–76.
- Prayoga, A., Gustiar, F., Marlina, M., Budianta, D., Ammar, M., & Susilawati, S. (2023). Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) Tumpang Sari Tanaman Chaya (*Cnidocolus aconitifolius*) dengan Ukuran Tajuk Berbeda. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal Ke-11*, 1(1), 306–317.
- Purba, J. H., Wahyuni, P. S., & Febryan, I. (2020). Kajian Pemberian Pupuk Kandang Ayam Pedaging dan Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan Hasil Petsai (*Brassica chinensis* L.). *Agro Bali: Agricultural Journal*, 2(2), 77–88.
- Raidar, U., Nufus, N. R. K., Ramadhan, F., Supriyatna, M. R., Pesema, E. A., Nabila, Z., & Safitri, A. (2023). Penyuluhan Pertanian Pengendalian Hama Tikus Dan Pembuatan Biosaka Sebagai Upaya Mendukung Sistem Pertanian Berkelanjutan Di Pekon Banjarmasin. *Buguh: Jurnal Pengabdian Kepada*

Masyarakat, 3(2), 112–117.

Ramadayanti, D., Saefurohman, A., & Windarsih, G. (2023). Pengaruh Ekstrak Umbi Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Terhadap Pertumbuhan Sawi (*Brassica juncea*). *Tropical Bioscience : Journal Of Biological Science*, 3(2), 44–50.

Ramdani, D., Nasrudin, & Saleh, I. (2024). Hubungan Kandungan Klorofil, Luas Daun, dan Hasil Tanaman Padi Gogo Akibat Pengaturan Jarak Tanam dan Pemberian Pupuk Kompos. *Jurnal Triton*, 15(2), 388–399.

Reflis, Sumartono, E., Arianti, N. N., & Sukiyono, K. (2023). Biosaka Pengembangan Pertanian Organik. *Community Development*, 4(2), 2939–2945.

Sari, D. N., Gustian, Y., & Susilo, E. (2021). Pertumbuhan Dan Hasil Sawi (*Brassica Juncea*) Dengan Kombinasi Bahan Organik Berbahan Ampas Tebu Pada Dua Periode Tanam. *Pucuk: Jurnal Ilmu Tanaman*, 1(1), 36–45.

Sari, F., Muslikh, F. A., Hidayatul, F., Husniah, U., & Suci, P. R. (2024). Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Terpurifikasi Daun Beluntas (*Pluchea indica* L.) Menggunakan Klt dengan Perbedaan Eluen. *Parapemikir : Jurnal Ilmiah Farmasi*, 13(2), 181–187.

Sarip, M., Amintarti, S., & Utami, N. H. (2022). Validitas Dan Keterbacaan Media Ajar *E-Booklet* Untuk Siswa SMA/MA Materi Keanekaragaman Hayati. *JUPEIS : Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 1(1), 43–59.

Sipayung, M., Meriaty, & Alfaryzy, A. (2021). Pengaruh Dosis Pupuk Can dan Konsentrasi Pupuk Hayati Cair Biobost terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Agroprimatech*, 4(2), 66–74.

Sophia, A., & Suraini. (2024). Efektivitas Perasan Daun Meniran *Phyllanthus niruri* L. Sebagai Antifungi Terhadap Pertumbuhan Jamur *Candida albicans*. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 9(1), 128–134.

Subrata, I. M., Suanda, I. W., Nina, V., & Widana, I. N. S. (2024). Optimalisasi Konsentrasi Pupuk Organik Cair Biogusuan Terhadap Respon Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Edukasi Matematika Dan Sains*, 13(1), 57–67.

Supriyadi, I. K., Sunawan, & Basit, A. (2024). Respon Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Akibat Pemberian Berbagai Macam Perbandingan Konsentrasi Antara Biosaka dan Bahan Organik. *Jurnal AGRONISMA*, 12(1), 2024.

Supriyono, L. A., & Wibowo, A. F. (2023). Sistem Monitoring Suhu , Kelembaban dan Kandungan Nutrisi Budidaya Tanaman Sawi Caisim Hidroponik Berbasis IoT. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro, dan Komputer*, 3(1), 171–178.

- Syahfridawani, J., Siregar, M., & Hakim, T. (2024). *Budidaya Sawi Hijau Secara Organik*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Syaifuddin, S., Yuniar, A. F., Buhaerah, & Nurcholis, J. (2022). Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Hijau (*Brassica rapa var parachinensis* L.) dengan Pemberian Pupuk Organik Cair Kulit Pisang Kepok. *Jurnal Agrisistem*, 18(1),
- Tawar, M. N. (2024). Pendapatan Petani pada Usahatani Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) Studi Kasus pada Kelompok Tani Eka Setia Lestari, Dusun Titigalar. *DwijenAGRO*, 14(1), 65–69.
- Tjokrodiningrat, S., Sapsuha, Y., & Abdullatif, Z. (2023). Aplikasi Biosaka dan Biochar Pada Lahan Hortikultura di Pulau Ternate. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Hutan*, 1(2), 31–40.
- Vasconsuelo, A., & Boland, R. (2007). Molecular Aspects of the Early Stages of Elicitation of Secondary Metabolites In Plants. *Plant Science*, 172(2007), 861–875.
- Wahyudi, S., Talkah, A., & Supriyono. (2024). Pengembangan Tanaman Jagung Berbasis Aplikasi Biosaka. *Jurnal Agribisnis*, 24(1), 295–315.
- Wiraguna, E., Rakasiwi, A. B., & Pratama, A. J. (2023). *Budidaya Sayuran Daun dengan Sistem Hidroponik NFT*. CV. Adanu Abimata.
- Wirayuda, H., Sarjan, M., & Jihadi, A. (2025). Keberadaan Hama Pengorok Daun (*Liriomyza* sp.) Pada Berbagai Varietas Kentang (*Solanum tuberosum* L.) di Sembalun Lombok Timur. *Journal of Multidisciplinary Science and Natural Resource Management*, 1(1), 1–11.
- Wua, E. C., Mambu, S. M., & Umboh, S. D. (2022). Pengaruh Aplikasi Berbagai Dosis Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.). *Journal of Biotechnology and Conservation in Wallacea*, 2(2), 99–106.
- Wulandari, S. E., Agustina, N. W. D., Putri, M. D., Arifin, A., Toha, E. S. K., Romadhoni, A. H., & Suprpti, I. (2023). Penerapan Teknologi Inovasi Pembuatan Pupuk Biosaka di Desa Ellak Laok Kecamatan Lenteng Kabupaten Sumenep. *Jurnal Ilmiah Pengabdhi*, 9(16–22).
- Yong-xuan, L., Su-jie, D., Yu-jun, Z., Qi-jing, W., Qiong, Z., Fang-hao, W., Jianyang, G., & Wan-xue, L. (2024). Molecular Phylogeny and Identification of Agromyzid Leafminers In China, With a Focus on the Worldwide Genus *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae). *Journal of Integrative Agriculture*, 23(2), 739.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Matriks penelitian	47
Lampiran 2. Denah penelitian	50
Lampiran 3. Hasil analisis SPSS	51
Lampiran 4. Desain cover <i>booklet</i>	98
Lampiran 5. Lembar validasi <i>booklet</i>	99
Lampiran 6. Dokumentasi kegiatan penelitian	111
Lampiran 7. Surat izin penelitian	114
Lampiran 8. Surat keterangan selesai penelitian	115

Lampiran dapat diakses melalui *QR Code* di bawah ini

