



SURAT KETERANGAN

NOMOR: 4926/SM.220/I.10/07/2026

Yang bertanda-tangan di bawah ini,

Nama : Yustin Nesty Citrasari, S.IP.Info., M.I.Kom
NIP : 198706042011012023
Jabatan : Kepala Unit Perpustakaan

dengan ini menerangkan bahwa

Nama : Sinta Rahma Wati
NIM : 04.01.22.1175
Prodi : Penyuluhan Pertanian Berkelanjutan
Jurusan : Pertanian
Judul Tugas Akhir : Penyuluhan aplikasi nanobiopestisida daun Afrika (Vernonia Amygdalina) untuk pengendalian ulat daun (Plutella Xylostela) pada bunga kol (Brassica Oleracea) di desa Tawangargo kecamatan Karangploso kabupaten Malang.

Dosen Pembimbing :

1. Dr. Eny Wahyuning Purwanti SP., MP
2. Dr. Irianti Kurniasari, SP., M.Biotech

Dinyatakan telah melakukan Uji Plagiasi Tugas Akhir melalui proses deteksi plagiasi menggunakan aplikasi “Itenthicate (Turnitin)” Polbangtan Malang. Nilai prosentase yang dihasilkan dari Hasil Uji Plagiasi tersebut dengan prosentase tingkat kemiripan (similarity) naskah sebesar **18%** (maksimal kemiripan **25%** berdasarkan pedoman penulisan Tugas Akhir Tahun 2025/2026), dan yang bersangkutan dapat melaksanakan tahapan jenjang berikutnya. Surat keterangan ini dapat di pergunakan sebagai salah satu syarat dalam **Mengikuti Ujian Sidang Komprehensif dan Penyelesaian Administrasi Akademik.**

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Dikeluarkan di : Malang
Tanggal : 29 Juli 2026
An. Direktur Polbangtan Malang,
Kepala Unit Perpustakaan



Yustin Nesty Citrasari, S.IP. Info., M.I.Kom
NIP.198706042011012023

Tembusan :

1. Direktur Polbangtan Malang sebagai laporan
2. Wakil Direktur I Bidang Akademik dan Kerja Sama
3. Ketua Jurusan Pertanian
4. Ketua Jurusan Peternakan
5. Ketua Program Studi Penyuluhan Pertanian Berkelanjutan
6. Ketua Program Studi Penyuluhan Peternakan dan Kesejahteraan Hewan
7. Ketua Program Studi Agribisnis Peternakan

SINTA RAHMA WATI

 Politeknik Pembangunan Pertanian Malang

Document Details

Submission ID

trn:oid:::3618:146779977

Submission Date

Jul 29, 2026, 2:56 PM GMT+7

Download Date

Jul 29, 2026, 3:48 PM GMT+7

File Name

CEK PLAGIASI TA_SINTA RAHMA.docx

File Size

2.5 MB

80 Pages

19,573 Words

132,119 Characters

18% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Exclusions

- 1 Excluded Website

Top Sources

- 15%  Internet sources
- 10%  Publications
- 0%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

15%  Internet sources
10%  Publications
0%  Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet	repository.ub.ac.id	<1%
2	Internet	123dok.com	<1%
3	Internet	id.123dok.com	<1%
4	Internet	kikp-pertanian.id	<1%
5	Internet	www.scribd.com	<1%
6	Internet	pt.scribd.com	<1%
7	Internet	text-id.123dok.com	<1%
8	Internet	core.ac.uk	<1%
9	Internet	docplayer.info	<1%
10	Internet	journal.ipb.ac.id	<1%
11	Publication	Camelia Grecia Ariyanti, Siti Latifatus Siriyah, Rommy Andhika Laksono. "Intensit...	<1%

12	Internet	eprints.poltekkesjogja.ac.id	<1%
13	Internet	media.neliti.com	<1%
14	Publication	Miftahul Choir, Dadi Nurdiana, Resti Fajarfika, Hilmi Hardimansyah. "PENGARUH ...	<1%
15	Internet	repository.stikesrspadgs.ac.id	<1%
16	Internet	repo.unand.ac.id	<1%
17	Internet	rinjani.unitri.ac.id	<1%
18	Publication	Luthfiyyah Zulfaa Astari, Suci Nurhayati, Rachma Kusuma Ningati, Citra Aisyah N...	<1%
19	Internet	eprints.umm.ac.id	<1%
20	Internet	repository.unjaya.ac.id	<1%
21	Internet	eprints.uny.ac.id	<1%
22	Internet	riset.unisma.ac.id	<1%
23	Publication	Simon Miosido, Latarus Fangohoi, Indah Pratiwi. "Persepsi Petani terhadap Pera...	<1%
24	Internet	adoc.pub	<1%
25	Publication	Ni Siluh Putu Nuryanti, Sigit Ardiansyah. "DEMONSTRASI DAN IMPLEMENTASI BI...	<1%

26	Internet	jmp-unpak.id	<1%
27	Internet	jurnal.polinela.ac.id	<1%
28	Internet	repository.uinsaizu.ac.id	<1%
29	Internet	cityavernsalisbury.com	<1%
30	Internet	jurnal.fp.unila.ac.id	<1%
31	Internet	mafiadoc.com	<1%
32	Internet	repository.ar-raniry.ac.id	<1%
33	Internet	repository.radenintan.ac.id	<1%
34	Internet	peraturan.bpk.go.id	<1%
35	Internet	www.neliti.com	<1%
36	Internet	ckan.nganjukkab.go.id	<1%
37	Internet	eprints.uns.ac.id	<1%
38	Publication	Marcellina Sekar Saputri, Tien Zubaidah, Syarifudin Syarifudin, Erminawati Ermin...	<1%
39	Publication	Neti Yuliawati, Lukmanul Hakim. "Pengaruh Kesadaran Wajib Pajak, Kualitas Pela...	<1%

40	Internet	jurnal.stiq-amuntai.ac.id	<1%
41	Internet	repositori.ubs-ppni.ac.id	<1%
42	Internet	repository.unsoed.ac.id	<1%
43	Publication	Xiaoxu Liu, Chunxiao Yang, Yongjun Zhang, Shengyong Wu et al. " Global expansi...	<1%
44	Internet	e-theses.iaincurup.ac.id	<1%
45	Internet	docobook.com	<1%
46	Internet	e-jurnal.pnl.ac.id	<1%
47	Internet	etheses.uin-malang.ac.id	<1%
48	Internet	journal.ummat.ac.id	<1%
49	Internet	ojs.iik.ac.id	<1%
50	Publication	Rani Puspita Sari, Winarti Winarti. "Peningkatan Numerasi dan Berpikir Kritis Ana...	<1%
51	Publication	Triya Agustina Susanti, Hotma Wardhani Harahap. "Analysis Specific and Non-Spe...	<1%
52	Internet	petaniberdasi23.blogspot.com	<1%
53	Internet	repository.undaris.ac.id:8080	<1%

54	Publication	Shivani Sharma, Neha Loach, Shweta Gupta, Lalit Mohan. "Phyto-nanoemulsion: ...	<1%
55	Publication	Yuni Ratna, Herni Dwinta Pebrianti, Vidi Mugi Prayogi. "Uji Ketahanan Beberapa ...	<1%
56	Internet	acopen.umsida.ac.id	<1%
57	Internet	e-journal.unmas.ac.id	<1%
58	Internet	idoc.pub	<1%
59	Internet	repository.ipb.ac.id	<1%
60	Internet	repository.unitri.ac.id	<1%
61	Publication	Agus Susanto, Tri Oldy Rotinsulu, George M.V. Kawung. "ANALISIS FAKTOR-FAKTO...	<1%
62	Publication	Kadek Ardhika Widya Kresna, Edwyk Sony Udaieby, Adi Candra Purnama, Muham...	<1%
63	Publication	Safrida Safrida, Wirda Yuliani, Mimie Sapurti, Supriatno -, Abdullah -. "Effect of Bi...	<1%
64	Internet	ejournal.unipas.ac.id	<1%
65	Internet	indojurnal.com	<1%
66	Internet	jurnal.unsur.ac.id	<1%
67	Internet	kinerja.undiksha.ac.id	<1%

68	Internet	repository.upi.edu	<1%
69	Publication	Nurul Mustamila. "Analisis Penggunaan Teknologi Informasi Dalam Proses Pemb...	<1%
70	Publication	Riki Kurniawan, Maman Suryaman, Suhardjadinata. "Inventory Of Local Plant Sp...	<1%
71	Internet	jurnal.unitri.ac.id	<1%
72	Internet	olahraganesia.id	<1%
73	Internet	repository.upstegal.ac.id	<1%
74	Internet	vdocuments.site	<1%
75	Publication	Salsabillah Amiratul Fauziah, Arina Sabila, Karina Mustika Putri, Rilo Chandra Mu...	<1%
76	Internet	eprints.mercubuana-yogya.ac.id	<1%
77	Internet	journal.stieamkop.ac.id	<1%
78	Internet	journal.unram.ac.id	<1%
79	Internet	repository.umsu.ac.id	<1%
80	Internet	repository.umus.ac.id	<1%
81	Internet	digilibadmin.unismuh.ac.id	<1%

82	Internet	gurune.net	<1%
83	Internet	repository.unbari.ac.id	<1%
84	Internet	repository.upp.ac.id	<1%
85	Publication	Citra Dewi Salasanti, Rahmawati Rahmawati, Naila Ismatun Hasanah. "Generasi S...	<1%
86	Publication	Euis Atikah, Yayuk Sri Rahayu, Marlina Rahma, Salsabila Fadilla, Anisah Fauziah. ...	<1%
87	Publication	Gina Citra Kharisma, Siwi Hastuti, Kharisma Jayak. "PENGARUH PEMBERIAN EKST...	<1%
88	Publication	Hanum Arumningtyas, Ilyas Ilyas. "Pengaruh Pendekatan Pembelajaran STEM ter...	<1%
89	Publication	Irvan Zestyadi R.S., Solikhin Solikhin, Nur Yasin. "TOKSISITAS EKSTRAK BUAH MAH...	<1%
90	Publication	Prima, Ellen. "Pengaruh Pengetahuan, Motivasi, Dan Sikap Pengasuhan Terhadap...	<1%
91	Internet	arsyyulifa.blogspot.com	<1%
92	Internet	ecampus.poltekkes-medan.ac.id	<1%
93	Internet	jejakpenyuluh.blogspot.co.id	<1%
94	Internet	jurnal.untad.ac.id	<1%
95	Internet	perpus-utama.poltekkes-malang.ac.id	<1%

96	Internet	repositori.unsil.ac.id	<1%
97	Internet	repository.its.ac.id	<1%
98	Internet	syahriartato.wordpress.com	<1%
99	Publication	Devita Febriani Putri, Arti Febriyani, Muhammad Yasir. "PERBANDINGAN KASUS ...	<1%
100	Internet	itrev.kemenkeu.go.id	<1%
101	Internet	journal.unpacti.ac.id	<1%
102	Internet	journals.umkt.ac.id	<1%
103	Internet	kliktrend.com	<1%
104	Internet	pdffox.com	<1%
105	Internet	repository.iainkudus.ac.id	<1%
106	Internet	repository.itekes-bali.ac.id	<1%
107	Internet	repository.ummy.ac.id	<1%
108	Internet	www.deptan.go.id	<1%
109	Publication	Meisilva Erona S, Nika Yanti, Nofrita Sandi, Anggi Lubis et al. "Pengembangan Sis...	<1%

110	Internet	abahfattah.blogspot.com	<1%
111	Internet	balittri.litbang.pertanian.go.id	<1%
112	Internet	digilib.uinsby.ac.id	<1%
113	Internet	digilib.ulm.ac.id	<1%
114	Internet	dniwas.blogspot.com	<1%
115	Internet	e-journal.uajy.ac.id	<1%
116	Internet	eprints.ums.ac.id	<1%
117	Internet	geograf.id	<1%
118	Internet	journal.staiypiqbaubau.ac.id	<1%
119	Internet	jurnal.uns.ac.id	<1%
120	Internet	ojs.uajy.ac.id	<1%
121	Internet	www.slideshare.net	<1%
122	Publication	Astri Anto, Andriansyah. "Analisa Tingkat Pengetahuan Penyuluh Terhadap Prog...	<1%
123	Publication	Eka Cahya Nugraha, Tri Mulyowati, Rinda Binugraheni. "Uji Aktivitas Larvasida Ek...	<1%

124	Publication	Garry Clements, Paulina V. Y. Yamlean, Widya Astuty Lolo. "FORMULASI DAN UJI A...	<1%
125	Publication	Nandini Ayuningtias, Syaifullah Rahim, Nurlailah Nurlailah, Liz Yanti Andriyani. "...	<1%
126	Publication	Nasri Tupulu, Rudy Hartono. "PENGEMBANGAN GAME EDUKASI BERBASIS AI UNT...	<1%
127	Publication	Nurul Putri Salsabilla, Afrina Januarista, Sugyarso Sanan. "Pengaruh Pemberian E...	<1%
128	Publication	Risyart A. Far Far. "Komunikasi partisipatif dalam pelaksanaan prima tani di Keca...	<1%
129	Internet	cvcempakamulya.wordpress.com	<1%
130	Internet	digilib.unhas.ac.id	<1%
131	Internet	ejurnalmalahayati.ac.id	<1%
132	Internet	eprints.unram.ac.id	<1%
133	Internet	journal.ikipsiliwangi.ac.id	<1%
134	Internet	kpm.unpad.ac.id	<1%
135	Internet	lamongankab.go.id	<1%
136	Internet	lib.unnes.ac.id	<1%
137	Internet	manfaatcek.blogspot.com	<1%

138	Internet	repository.uin-suska.ac.id	<1%
139	Internet	repository2.unw.ac.id	<1%
140	Internet	ripsonsuku.blogspot.com	<1%
141	Internet	scholar.unand.ac.id	<1%
142	Internet	unsri.portalgaruda.org	<1%
143	Internet	vibdoc.com	<1%
144	Internet	www.informasitraining.com	<1%
145	Publication	Afidatus Titik Zahrotul Mufidah, Sulistiyah Sulistiyah, Reny Retnaningsih. "PENG...	<1%
146	Publication	Ambar Susanti, Umi Kulsum Nur Qomariah, Siti Aminatuz Zuhria, Septian Ragil A...	<1%
147	Publication	Christine Sri Widiputranti. "Respon dan Keberdayaan Petani dalam Program Corp...	<1%
148	Publication	Indri Yati, Lutfi Afifah, Nurcahyo Widyodaru Saputro. "PENGARUH UJI EFEKTIVITA...	<1%
149	Publication	Jeffie V Hasinu, Ria Y Rumthe, R Laisow. "Efikasi Ekstrak Daun Pepaya Terhadap N...	<1%
150	Publication	Mariyono Mariyono, Eko Yuliarsha Sidhi, Nugraheni Hadiyanti. "Keefektifan Pato...	<1%
151	Publication	Misda Alberto Senen, Christoffol Leiwakabessy, Jacobus S.A. Lamerkabel, Costanz...	<1%

152	Publication	Muhammad Nashruddin. "Tingkat Kepuasan Konsumen terhadap Kualitas Layan...	<1%
153	Publication	Noor Zakiyyatus Syifa, Syarifudin Syarifudin, Joko Supriyadi. "EFEKTIVITAS LARUT...	<1%
154	Publication	Oktaviana Limbong, Budi Adi Kristanto, Florentina Kusmiyati. "PENGARUH KONSE...	<1%
155	Publication	Sudirman Sudirman, Astina Astina, Nurlaela Nurlaela, Rizka Aulia Safarni. "STRAT...	<1%
156	Publication	Toni Atul Akbar, Fuja Novitra, Festiyed Festiyed, Fauziah Ulmi. "Analisis Validitas ...	<1%
157	Internet	aminabd.wordpress.com	<1%
158	Internet	aryadilintuman.blogspot.com	<1%
159	Internet	cjp.jurnal.stikescendekiautamakudus.ac.id	<1%
160	Internet	digilib.uin-suka.ac.id	<1%
161	Internet	ejournal.uniska-kediri.ac.id	<1%
162	Internet	eprints.ung.ac.id	<1%
163	Internet	es.scribd.com	<1%
164	Internet	etheses.uinmataram.ac.id	<1%
165	Internet	ffs.uhamka.ac.id	<1%

166	Internet	id.scribd.com	<1%
167	Internet	id.wikipedia.org	<1%
168	Internet	jos.unsoed.ac.id	<1%
169	Internet	jurnal.d4k3.uniba-bpn.ac.id	<1%
170	Internet	jurnal.portalpublikasi.id	<1%
171	Internet	jurnalmahasiswa.unesa.ac.id	<1%
172	Internet	karangtengah.desasid.my.id	<1%
173	Internet	kompetensi.fkip.uniba-bpn.ac.id	<1%
174	Internet	mahasiswa.mipastkipllg.com	<1%
175	Internet	mistar.id	<1%
176	Internet	pdfcoffee.com	<1%
177	Internet	prosiding.respati.ac.id	<1%
178	Internet	repo.stikesicme-jbg.ac.id	<1%
179	Internet	repositori.kemdikbud.go.id	<1%

180	Internet	repositori.usu.ac.id	<1%
181	Internet	repository.akfarsurabaya.ac.id	<1%
182	Internet	repository.pertanian.go.id	<1%
183	Internet	repository.usd.ac.id	<1%
184	Internet	repository.usu.ac.id	<1%
185	Internet	repository.ut.ac.id	<1%
186	Internet	sainsbertek.machung.ac.id	<1%
187	Internet	simpuh.kemenag.go.id	<1%
188	Internet	web.pln.co.id	<1%
189	Internet	www.ojk.go.id	<1%
190	Internet	yellowbrickroadthemovie.com	<1%
191	Publication	Helena Mataheru. "PENGEMBANGAN PERANGKAT PMR DAN PENGARUHNYA TERH...	<1%
192	Publication	Kalbi Rikardo, Solikhin Solikhin, Nur Yasin. "TOKSISITAS EKSTRAK BIJI PINANG (Ar...	<1%
193	Publication	Monica Diva Maharani Tamba, Noer Saelan Tadjudin, Frans Ferdinal, Eny Yulianti....	<1%

194

Publication

Adella Rizqa Cahyana, Istiono Istiono. "Analisis Pengaruh Literasi Keuangan Digit... <1%

195

Publication

Hotden Leonardo Nainggolan, Chandra Kristiyani Gulo, Wendi Syahda Setia Waru... <1%

196

Publication

Maria V. I. Rani, Anita E. Dundu, Theresia M. D. Kaunang. "GAMBARAN TINGKAT K... <1%

197

Internet

laporanagrotek.wordpress.com <1%

11

2

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENYULUHAN APLIKASI NANO BIOPESTISIDA DAUN
AFRIKA (*Vernonia amygdalina*) UNTUK PENGENDALIAN
ULAT DAUN (*Plutella xylostella*) PADA BUNGA KOL
(*Brassica oleracea*) DI DESA TAWANGARGO
KECAMATAN KARANGPLOSO KABUPATEN MALANG**

PROGRAM STUDI PENYULUHAN PERTANIAN BERKELANJUTAN

SINTA RAHMA WATI

NIM 04.01.22.1175



3

**POLITEKNIK PEMBANGUNAN PERTANIAN MALANG
BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SDM PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN**

2026

RINGKASAN

Sinta Rahma Wati. NIRM 04.01.22.1175. Penyuluhan Aplikasi Nanobiopestisida Daun Afrika (*Vernonia amygdalina*) untuk Pengendalian Ulat Daun (*Plutella xylostella*) pada Bunga Kol (*Brassica oleracea*) di Desa Tawangargo Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang. Pembimbing: Dr. Eny Wahyuning P., SP., MP dan Dr. Irianti Kurniasari, SP., M.Biotech.

Penelitian ini didasari oleh rendahnya produktivitas bunga kol di Desa Tawangargo yang hanya mencapai 12 ton/ha dari potensi 18-20 ton/ha akibat serangan hama ulat daun (*Plutella xylostella*), sementara petani masih mengandalkan pestisida kimia yang berisiko menimbulkan residu, resistensi hama, dan penurunan nilai jual produk. Padahal daun afrika (*Vernonia amygdalina*) tersedia melimpah di desa tersebut dan berpotensi sebagai bahan pestisida nabati. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk 1) Mengetahui efektivitas nanobiopestisida daun afrika terhadap ulat daun pada bunga kol, 2) Menyusun desain penyuluhan pengaplikasiannya, 3) Mengetahui peningkatan pengetahuan dan sikap petani setelah penyuluhan.

Penelitian dilaksanakan di Desa Tawangargo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang. Uji efektivitas dilakukan secara *in vitro* dengan menganalisis mortalitas larva menggunakan analisis probit untuk memperoleh nilai LC50 dan LT50, serta data *antifeedant* dianalisis dengan *one way* ANOVA dan uji DMRT taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan mortalitas larva berkisar 66,67%–83,33% pada konsentrasi 2%–24%, dengan LC50 sebesar 0,3038% yang menunjukkan toksisitas tinggi. LT50 tercepat diperoleh pada konsentrasi 6% (40,86 jam), sedangkan aktivitas *antifeedant* tertinggi pada konsentrasi 24% mendekati pestisida kimia.

Tujuan penyuluhan disusun mengacu prinsip SMART dengan sasaran 30 petani Kelompok Tani Amar Tani, dilaksanakan pada 18 Juni 2026 menggunakan metode diskusi dan demonstrasi cara serta media folder, video, dan benda sesungguhnya. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan pengetahuan yang signifikan pada seluruh 30 peserta (uji Wilcoxon, $Z = -4,848$; $p < 0,001$), serta perubahan sikap ke arah positif pada 70% sasaran (21 orang).

Kata Kunci: Nanobiopestisida, Daun Afrika, Ulat Daun, Bunga Kol, Penyuluhan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bunga kol (*Brassica oleracea*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai gizi tinggi dan potensi ekonomi yang besar. Sayuran ini kaya akan vitamin C, serat, folat, kalsium, dan senyawa fitokimia seperti glukosinolat, polifenol dan karotenoid yang berperan sebagai antioksidan dalam melindungi tubuh dari stres oksidatif (Nartea *et al.*, 2022). Berdasarkan hal tersebut bunga kol menjadi komoditas strategis yang penting dalam pemenuhan kebutuhan pangan dan peningkatan pendapatan petani.

Menurut Badan Pusat Statistik (2020), produksi bunga kol nasional mencapai 204.238 ton, menunjukkan kontribusi bunga kol yang cukup signifikan dalam produksi hortikultura nasional. Bunga kol umumnya dibudidayakan di dataran tinggi dan dataran menengah karena membutuhkan suhu sejuk dan kelembaban yang cukup untuk pertumbuhan yang optimal. Salah satu wilayah yang berpotensi adalah Desa Tawangargo di Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang. Berdasarkan data Program Kecamatan Karangploso (2025), total lahan hortikultura di desa tersebut mencapai ±165 ha, dengan ±66 ha digunakan untuk budidaya bunga kol.

Menurut Balitbangtan (2021), potensi hasil bunga kol pada budidaya optimal dapat mencapai 18-20 ton/ha. Akan tetapi, produktivitas bunga kol yang dihasilkan petani di Desa Tawangargo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang saat ini hanya 12 ton/ha. Rendahnya produktivitas tersebut dipengaruhi oleh tingginya tekanan hama, serangan penyakit, serta penerapan teknik budidaya yang belum sepenuhnya optimal.

Tanaman bunga kol rentan terhadap berbagai hama yang dapat menurunkan kualitas dan hasil panen. Beberapa hama yang menyerang bunga kol antara lain ulat *Crociodolomia pavonana* dan *Plutella xylostella*, serta kutu daun seperti *Aphis gossypii* dan *Myzus persicae* (Balitbangtan, 2021). Di antara hama tersebut, ulat daun (*Plutella xylostella*) merupakan salah satu hama utama pada tanaman bunga kol di Desa Tawangargo yang menyerang daun hingga hanya menyisakan jaringan epidermis, sehingga berdampak pada penurunan fotosintesis. Pada tingkat serangan yang berat, hama ini mampu menghambat pembentukan krop dan bahkan menyebabkan tanaman gagal membentuk bunga dengan baik, sehingga kerugian yang ditimbulkan dapat mencapai 58-100% (Witri & Purnomo, 2021).

1

Pada umumnya, petani di Desa Tawangargo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang masih menggunakan pestisida kimia secara intensif dalam pengendalian hama ulat daun (*Plutella xylostella*). Dampak negatif yang ditimbulkan, diantaranya adalah residu pestisida pada produk hortikultura, ancaman kesehatan manusia dan hewan, serta penurunan nilai jual produk karena tidak memenuhi standar keamanan pangan (Rhamadini *et al.*, 2024). Rendahnya adopsi pestisida nabati oleh petani umumnya disebabkan oleh keterbatasan informasi dan pengalaman, meskipun manfaatnya diakui lebih aman dan berkelanjutan dibandingkan pestisida kimia (Maratun *et al.*, 2025). Permasalahan ini semakin diperburuk oleh munculnya resistensi hama ulat daun terhadap berbagai insektisida komersial (Rante *et al.*, 2025). Berdasarkan hal tersebut maka dibutuhkan alternatif pengendalian ulat daun (*Plutella xylostella*) diantaranya adalah penggunaan pestisida nabati.

33

113

Salah satu tumbuhan yang dapat dijadikan pestisida nabati ini adalah daun afrika (*Vernonia amygdalina*). Tanaman dari famili *Asteraceae* ini mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, saponin, terpenoid, tanin, glikosida, indole alkaloid, antrakuinon, dan luteolin (Sukmawati *et al.*, 2017). Senyawa-senyawa tersebut berpotensi memiliki aktivitas insektisida maupun antimikroba. Kandungan flavonoid dan terpenoid di dalamnya dapat berperan sebagai antifeedant, racun perut, maupun penghambat pertumbuhan pada serangga (Ramadhani *et al.*, 2021). Hasil observasi di Desa Tawangargo menunjukkan bahwa tanaman daun afrika tumbuh melimpah dan dimanfaatkan petani sebagai pagar pembatas lahan. Dari total 204 ha lahan pertanian, 70% petani menanam daun afrika pada salah satu sisi lahannya. Dengan perkiraan panjang pagar ± 100 meter per hektar, total panjang pagar tanaman daun afrika mencapai sekitar 14.280 meter. Jika diasumsikan tiap hektar menggunakan ± 100 tanaman, maka terdapat kurang lebih 14.280 tanaman daun afrika yang ditanam sebagai pagar pembatas di wilayah pertanian Desa Tawangargo. Ketersediaan tanaman daun afrika yang melimpah ini berpotensi besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pestisida nabati.

70

Efektivitas pestisida nabati sering kali terkendala oleh stabilitas senyawa aktif yang mudah terdegradasi. Untuk mengatasi hal tersebut, teknologi nano menjadi inovasi yang hadir dalam mengatasi masalah tersebut. Formulasi nano dari minyak nabati terbukti mampu meningkatkan toksisitas terhadap hama ulat daun (*Plutella xylostella*), sehingga lebih efektif dibandingkan formulasi konvensional (Ikawati &

Choliq, 2023). Hal ini dikarenakan partikel nano memiliki luas permukaan yang jauh lebih besar sehingga interaksi dengan hama menjadi lebih intens dan toksisitasnya lebih meningkat. Selain itu, partikel nano diketahui mampu meningkatkan kelarutan dan bioavailabilitas senyawa aktif yang umumnya sulit larut dalam air, sehingga kestabilan senyawa aktif lebih terlindungi dari proses fotodegradasi dan kerusakan lingkungan. Dengan mengubah ekstrak daun afrika menjadi partikel nano, senyawa aktif didalamnya dapat bekerja lebih optimal dan bertahan lebih lama di lapangan.

Berdasarkan hal tersebut, penerapan nanobiopestisida berbasis daun afrika dapat menjadi alternatif pengendalian ulat daun yang lebih ramah lingkungan, efisien, dan berkelanjutan di Desa Tawangargo. Berdasarkan permasalahan dan potensi yang ditemukan di Desa Tawangargo, maka dilakukan penyuluhan teknologi pengendalian hama ulat daun (*Plutella xylostella*). Penyuluhan teknologi tersebut dapat berupa kegiatan penyuluhan mengenai pemanfaatan daun afrika sebagai bahan baku pestisida nabati dalam pengendalian hama ulat daun guna mengurangi ketergantungan terhadap pestisida kimia. Pengujian efektifitas nanobiopestisida daun afrika terhadap ulat daun serta penyusunan rancangan penyuluhan yang tepat menjadi langkah penting agar nanobiopestisida dapat dipahami dan diterapkan oleh petani dalam kegiatan budidaya.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana efektifitas nanobiopestisida daun afrika terhadap hama ulat daun (*Plutella xylostella*) pada bunga kol?
2. Bagaimana desain penyuluhan pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika untuk pengendalian hama ulat daun (*Plutella xylostella*) pada bunga kol?
3. Bagaimana peningkatan pengetahuan dan sikap sasaran terhadap pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika terhadap ulat daun (*Plutella xylostella*) Di Desa Tawangargo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui efektifitas nanobiopestisida daun afrika terhadap hama ulat daun (*Plutella xylostella*) pada bunga kol.
2. Menyusun desain penyuluhan pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika terhadap pengendalian hama ulat daun (*Plutella xylostella*) pada bunga kol.

3. Mengetahui peningkatan pengetahuan dan tingkat sikap petani terhadap pengaplikasian nanobiopestisida ekstrak daun afrika terhadap hama ulat daun (*Plutella xylostella*).

1.4 Manfaat

Harapannya penelitian ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak, diantaranya adalah;

1. Manfaat bagi petani

- a. Meningkatkan pengetahuan petani dalam pengaplikasian pestisida nabati dari daun afrika untuk mengendalikan hama ulat daun (*Plutella xylostella*) pada bunga kol.
- b. Memberikan pemahaman kepada petani mengenai kandungan senyawa bioaktif pada daun afrika (*Vernonia amygdalina*) yang berpotensi sebagai bahan alami pengendali hama.
- c. Menumbuhkan kesadaran petani akan pentingnya penggunaan bahan organik yang ramah lingkungan sebagai alternatif pestisida kimia sintetis.
- d. Mendorong penerapan praktik pertanian berkelanjutan, yang lebih efisien, aman, dan ramah terhadap lingkungan.

2. Manfaat bagi peneliti

- a. Meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam memecahkan masalah yang diperoleh dari hasil identifikasi potensi wilayah.
- b. Menambah pengetahuan, wawasan, dan kemampuan peneliti dalam mengembangkan daun afrika sebagai bahan dasar pembuatan nanobiopestisida untuk pengendalian hama ulat daun (*Plutella xylostella*) pada bunga kol.
- c. Meningkatkan respon mahasiswa dalam menjalin komunikasi dengan lingkungan masyarakat
- d. Sebagai syarat dalam mendapatkan gelar Sarjana Terapan Pertanian di Polbangtan Malang

3. Manfaat bagi instansi

- a. Penelitian ini menjadi sarana untuk memperkenalkan Politeknik Pembangunan Pertanian Malang (Polbangtan Malang) sebagai institusi akademik yang berperan aktif dalam pengabdian kepada masyarakat
- b. Menghasilkan kajian yang dapat dijadikan referensi bagi mahasiswa yang ingin meneliti di bidang sejenis.

3

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Kajian terhadap penelitian terdahulu merupakan langkah penting bagi peneliti dalam melakukan perbandingan, sekaligus sebagai sumber inspirasi untuk merumuskan arah penelitian selanjutnya. Beberapa hasil penelitian terdahulu yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Penulis, Tahun, dan Judul	Metode	Hasil	Persamaan dan Perbedaan
1	Paramita & Djiwanti, (2019). Potensi Tanaman Obat Daun Afrika (<i>Vernonia Amygdalina</i>) Sebagai Insektisida Nabati	Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan variasi konsentrasi tepung dan ekstrak daun <i>Vernonia amygdalina</i> yang diaplikasikan pada hama.	Daun Afrika terbukti berpotensi sebagai insektisida nabati dengan kemampuan menurunkan populasi hama pascapanen seperti <i>Callosobruchus maculatus</i> dan <i>Sitophilus zeamais</i> serta menghambat perkembangannya.	Persamaan pada pemanfaatan Daun afrika (<i>Vernonia Amygdalina</i>) Sebagai Insektisida Nabati Perbedaan pada hama yang digunakan
2	Safrida <i>et al.</i> , (2020) Effects of Natural Insecticides from the Extract of Nanoemulsion (<i>Tridax Procumbens L.</i>) Leaves on Behavior and Mortality Control of Caterpillars (<i>Crociodolomia</i>	Eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL), 7 perlakuan (0-25% nanoemulsi dan kontrol deltamethrin 0,04%) dengan 4 ulangan. Ekstrak dibuat	Pemberian nanoemulsi ekstrak daun ketumpang menurunkan aktivitas makan dan gerak ulat, serta meningkatkan mortalitas seiring peningkatan konsentrasi. Konsentrasi 20%	Persamaan menggunakan teknologi nano untuk meningkatkan efektivitas senyawa insektisida alami dari daun tanaman. Perbedaan menggunakan daun ketumpang

No	Penulis, Tahun, dan Judul	Metode	Hasil	Persamaan dan Perbedaan
	<i>pavonana F.)</i> in Mustard Plants.	melalui maserasi etanol 96%, kemudian diformulasi menjadi nanoemulsi menggunakan tween 80 dan maltodekstrin. Data dianalisis secara deskriptif dan ANOVA ($\alpha=0,05$).	paling efektif, setara dengan insektisida kimia. Senyawa bioaktif seperti saponin, flavonoid, alkaloid, dan tanin berperan sebagai racun alami.	sebagai pestisida nabati
51 51	3 Ramadhani. <i>et al.</i> , (2021) Uji Fitokimia dan Uji Toksisitas Tanaman Afrika (<i>Vernonia amygdalina</i>)	Uji fitokimia dan uji toksisitas BSLT (LC50) pada ekstrak daun, batang, dan kulit batang.	Ekstrak daun Afrika mengandung flavonoid, triterpenoid dan steroid yang bersifat toksik.	Persamaan: bahan aktif daun Afrika dan efek toksik senyawa bioaktif. Perbedaan: uji toksisitas pada <i>Artemia salina</i> , bukan serangga hama tanaman, bukan nano
43	4 Zhao <i>et al.</i> , (2025) A self-assembled multicomponent RNA nano-biopesticide for increasing the susceptibility of destructive bean flower thrips to	Metode penelitian ini menggunakan nano-biopestisida berbasis RNA interference (RNAi) dengan menargetkan gen nrf2 pada	Nanobiopestisida yang dibuat mampu menekan gen detoksifikasi hama hingga 60%, meningkatkan daya lekat di daun, serta membuat hama lebih peka terhadap	Persamaan penelitian ini mengurangi penggunaan pestisida kimia dan meningkatkan efektivitas bahan alami.

No	Penulis, Tahun, dan Judul	Metode	Hasil	Persamaan dan Perbedaan
20	insecticides via dsNrf2.	hama, di mana dsRNA dikemas dalam nanocarrier polimer (HLDP) dan dikombinasikan dengan insektisida sulfoxaflor. Efektivitas formulasi diuji melalui perendaman dan oral feeding untuk menilai mortalitas serta respon detoksifikasi serangga, kemudian dilanjutkan dengan uji lapangan untuk melihat efikasi pengendalian hama.	insektisida. Hasilnya, mortalitas hama naik menjadi 72%, dan dosis insektisida bisa dikurangi sampai setengahnya tanpa menurunkan efektivitas.	Perbedaan penelitian ini meneliti sampai tingkat gen dan enzim, sedangkan penelitian saya fokus pada mortalitas larva dan kerusakan daun.
13	5 Joeniarti <i>et al.</i> , 2019. Efficiency Study of Neem Seeds-Based Nanobiopesticides	Menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan (0%, 10%, 20%,	Nanobiopestisida dari ekstrak biji nimba yang dienkapsulasi dengan kitosan termodifikasi anhidrida suksinat berukuran 271,6	Persamaan penelitian ini menggunakan bahan nabati sebagai sumber biopestisida, memakai metode nanoenkapsulasi

No	Penulis, Tahun, dan Judul	Metode	Hasil	Persamaan dan Perbedaan
		30%) dan enam ulangan.	nm bersifat stabil pada pH 5-12 dan suhu 30-60°C, serta efektif membunuh <i>Spodoptera litura</i> hingga 100%, sehingga terbukti lebih stabil dan efisien dibandingkan ekstrak nimba biasa.	berbasis kitosan, dan dilakukan di laboratorium dengan rancangan RAL. Perbedaannya terletak pada bahan aktif yang digunakan (biji nimba vs daun afrika), target hama <i>S. litura</i> , serta media tanaman uji sawi.
6	Septariani., <i>et al.</i> (2020). Pemanfaatan Minyak Serai Sebagai Bahan Aktif Nanovirusida untuk Pengendalian Penyakit Kuning pada Cabai.	Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Ada 4 perlakuan: P0 = tanpa pestisida P1 = pestisida kimia profenofos 0,1% P2 = nanopestisida serai 0,2% P3 = minyak serai 0,6%.	Hasilnya, minyak serai dan nanopestisida serai bisa menurunkan penyakit kuning lebih dari 50%, dan kehilangan hasil berkurang hingga 79%. Tanaman juga tumbuh lebih baik (lebih tinggi, banyak cabang dan buah). Petani menjadi lebih paham cara budidaya cabai yang ramah lingkungan.	Persamaan pada penelitian ini membahas penggunaan pestisida nabati dari serai untuk mengendalikan hama/penyakit tanaman. Perbedaan penelitian ini dilakukan di lapangan bersama petani, tidak hanya laboratorium. Fokus pada pelatihan dan penerapan teknologi nano.

No	Penulis, Tahun, dan Judul	Metode	Hasil	Persamaan dan Perbedaan
7	Adak <i>et al.</i> , 2019 Nanoemulsion of eucalyptus oil: An alternative to synthetic pesticides against two major storage insects	Penelitian eksperimental laboratorium. Minyak atsiri eucalyptus diformulasikan menjadi nanoemulsi menggunakan Tween 80 melalui homogenisasi kecepatan tinggi (15.000 rpm selama 10 menit). Konsentrasi minyak yang diuji adalah 2%, 6%, 8%, dan 10%, kemudian dilakukan uji bioefikasi terhadap <i>Sitophilus oryzae</i> dan <i>Tribolium castaneum</i> .	Nanoemulsi dengan konsentrasi 6% menunjukkan stabilitas dan efektivitas terbaik. Nanoemulsi mampu menurunkan nilai LC ₅₀ secara signifikan dibandingkan minyak eucalyptus konvensional, sehingga penggunaan bahan aktif dapat ditekan pada dosis yang lebih rendah.	Persamaan penelitian ini menggunakan konsep nanobiopestisida berbahan nabati dan menguji efektivitasnya terhadap serangga hama. Perbedaan penelitian Adak <i>et al.</i> menggunakan minyak atsiri eucalyptus dan hama gudang, sedangkan penelitian saya menggunakan ekstrak daun afrika (<i>Vernonia amygdalina</i>) dalam bentuk nano dan diaplikasikan pada hama daun <i>Plutella xylostella</i> pada tanaman Brassica.
8	Puspitasariy <i>et al.</i> , (2025). Nanoemulsi dan Karakterisasi Ekstrak Daun Sirsak (<i>Annona muricata</i> L)	Penelitian eksperimental laboratorium. Formulasi nanoemulsi dibuat menggunakan	Nanoemulsi dan Karakterisasi Ekstrak Daun Sirsak (<i>Annona muricata</i> L) Menggunakan	Persamaan pada penelitian ini adalah sama-sama membuat nanoemulsi.

No	Penulis, Tahun, dan Judul	Metode	Hasil	Persamaan dan Perbedaan
	Menggunakan VCO dan Tween 80	metode homogenisasi dengan proses ultrasonikasi untuk menghasilkan ukuran partikel nano. Bahan yang digunakan untuk 100ml formulasi meliputi 0,4gram ekstrak daun sirsak sebagai bahan aktif, 16,68 Tween 80, 1,96 propilen glikol, 1,96 VCO, dan aquades hingga 100ml sebagai komponen pendukung. Selanjutnya dilakukan karakterisasi nanoemulsi meliputi ukuran partikel, stabilitas, dan homogenitas.”	VCO dan Tween 80	Perbedaan penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang berfokus pada formulasi dan karakterisasi nanoemulsi, sedangkan penelitian ini juga menggunakan metode eksperimen namun lebih menekankan pada uji efektivitas sebagai pestisida nabati.”

2

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Bunga Kol

Tanaman bunga kol (*Brassica oleracea*) merupakan salah satu komoditas hortikultura penting dari famili *Brassicaceae*. Bunga kol masuk ke dalam jenis tanaman semusim yang berarti hanya dapat hidup satu musim lalu akan mati setelah pemanenan. Bunga kol dibudidayakan di dataran tinggi pada suhu sejuk antara 15-20°C dan kelembaban tinggi untuk pertumbuhan optimal. Tanah yang ideal bagi pertumbuhan bunga kol adalah tanah yang subur, gembur, dan memiliki pH antara 6,0-7,0, serta drainase yang baik agar tidak terjadi genangan air yang dapat memicu penyakit akar (Nur Hafizah, 2022). Bagian yang dikonsumsi adalah bunga majemuk (krop) yang berwarna putih kekuningan dan tersusun dari kumpulan bunga yang belum mekar (Haryanti *et al.*, 2020).

Klasifikasi tanaman bunga kol adalah sebagai berikut;

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Subdivisi	: <i>Angiospermae</i> (tumbuhan berbunga)
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i> (berkeping dua)
Ordo	: <i>Brassicales</i>
Famili	: <i>Brassicaceae</i> (cruciferae)
Genus	: <i>Brassica</i>
Spesies	: <i>Brassica oleracea</i>

Tanaman bunga kol memiliki sistem akar serabut dengan batang tegak, daun lebar berwarna hijau keabu-abuan, dan bunga majemuk yang berwarna putih hingga kekuningan. Bagian yang dimanfaatkan adalah bunga yang belum mekar (krop), yang terbentuk akibat pertumbuhan meristem bunga yang tidak berkembang sempurna menjadi bunga sejati (Nur Hafizah, 2022).

Secara manfaat, bunga kol banyak dikonsumsi karena kaya vitamin C, vitamin K, serat, mineral, serta senyawa bioaktif seperti glukosinolat yang berperan sebagai antioksidan dan antiinflamasi (Razis & Noor, 2019). Selain itu, permintaan pasar yang stabil menjadikan bunga kol sebagai komoditas bernilai ekonomi tinggi di sektor hortikultura. Menurut Badan Pusat Statistik (2020), produksi bunga kol nasional terus mengalami peningkatan, terutama di sentra dataran tinggi dapat mencapai 204.238 ton.

Kendala utama dalam budidaya bunga kol adalah serangan hama seperti ulat daun (*Plutella xylostella*), penyakit busuk akar, serta kerusakan akibat kondisi

lingkungan yang tidak sesuai seperti suhu terlalu panas atau curah hujan tinggi (Sharma *et al.*, 2019). Ulat daun (*Plutella xylostella*) dikenal sebagai hama utama tanaman *Brassica* di seluruh dunia dan dapat menyebabkan kerugian jika tidak dikendalikan (Matsuzaki *et al.*, 2019).

2.2.2 Ulat Daun (*Plutella xylostella*)

Ulat daun (*Plutella xylostella*) atau dikenal sebagai ulat daun kubis (*diamondback moth*), merupakan salah satu hama utama pada tanaman famili *Brassicaceae*, termasuk sawi, kubis, dan bunga kol. *Plutella xylostella* tersebar luas di daerah tropis dan subtropis serta memiliki kemampuan adaptasi tinggi terhadap lingkungan dan tanaman inang serta generasi yang cepat, sehingga menyebabkan kerusakan ekonomi yang besar. Daur hidup ulat daun (*Plutella xylostella*) mengalami empat instar larva dengan lama masing-masing instar yaitu instar I selama 2-3 hari, instar II selama 2-3 hari, instar III selama 2-3 hari, dan instar IV selama 2-4 hari. Total periode larva berlangsung antara 8-13 hari. Stadium pra-pupa berlangsung 1-2 hari, sedangkan pupa 3-5 hari. Seluruh daur hidup, dari telur hingga imago, berlangsung antara 15-25 hari di bawah kondisi laboratorium (Sharma *et al.*, 2023).

Menurut Silva *et al.*, (2022) gejala serangan *Plutella xylostella* pada bunga kol ditandai dengan adanya lubang-lubang tidak beraturan pada daun akibat larva memakan jaringan daun, serta gejala pengikisan permukaan daun yang menyebabkan tampilan transparan. Pada tingkat serangan tinggi, larva dapat merusak krop (*curd*) bunga kol sehingga menurunkan kualitas pasar. Populasinya dapat meningkat pesat dalam waktu singkat, menyebabkan kerusakan berat pada daun hingga mengganggu fotosintesis tanaman inang. Jika populasinya tinggi dan tidak dikendalikan, serangannya dapat menurunkan hasil panen secara signifikan sehingga menyebabkan kerugian ekonomi yang besar bagi petani.



Gambar 1. Gejala Serangan Ulat Daun (*Plutella xylostella*)

Sumber: (Kampus Tani, 2020)

2.2.3 Pengendalian Ulat Daun (*Plutella xylostella*)

Pengendalian ulat daun (*Plutella xylostella*) meliputi pengendalian kimia, kultur teknis, mekanis, dan hayati. Penggunaan insektisida kimia masih menjadi metode yang paling umum diterapkan oleh petani. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa ulat daun (*Plutella xylostella*) terus mengalami peningkatan resistensi terhadap berbagai bahan aktif, sehingga efektivitas pengendalian secara kimia semakin menurun. Resistensi ini membuat pengendalian kimia semakin tidak efektif dan menyebabkan petani harus meningkatkan dosis atau frekuensi penyemprotan, yang berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan (Shehzad *et al.*, 2023). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengendalian kimia saja tidak lagi cukup untuk menekan populasi hama ini dalam jangka panjang.

Selain pengendalian kimia, terdapat pengendalian mekanis dengan metode tindakan fisik dengan cara langsung menangkap, menghalangi, atau menekan keberadaan hama pada tanaman. Pada ulat daun (*Plutella xylostella*), pengendalian mekanis meliputi pemasangan perangkap feromon dan perangkap cahaya untuk memonitor serta mengurangi populasi ngengat dewasa, serta penggunaan jaring pelindung sebagai penghalang fisik agar ngengat tidak meletakkan telur pada daun tanaman. Menurut Bockmann (2022), penggunaan jaring pelindung dapat menurunkan tingkat serangan hingga 60-80% pada budidaya sayuran. Kekurangan dari metode ini adalah biaya awal yang dikeluarkan relatif tinggi, serta membutuhkan tenaga kerja tambahan. Menurut Muniappan *et al.*, (2024), pendekatan kultur teknis juga penting diterapkan dalam budidaya. Praktik seperti rotasi tanaman, sanitasi lahan, tanam serempak, pengaturan jarak tanam, penggunaan mulsa, dan penentuan waktu tanam yang tepat dapat membantu memutus siklus hidup hama dan menekan populasinya. Inovasi pengendalian hama ramah lingkungan lainnya, seperti pemanfaatan agens hayati dan teknologi perangkap hama, juga terbukti efektif menekan populasi hama tanpa residu kimia (Alifia *et al.*, 2022). Kegiatan penyuluhan penggunaan biopestisida di tingkat petani juga terbukti efektif meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam mengendalikan hama secara ramah lingkungan (Farasifa *et al.*, 2024).

Salah satu cara alternatif untuk mengendalikan hama ulat daun adalah dengan pengendalian hayati yang telah banyak diterapkan, yaitu menggunakan parasitoid seperti *Cotesia vestalis* dan *Diadegma semiclausum* yang mampu

menurunkan populasi larva secara signifikan, terutama pada daerah dataran tinggi (Thurman & Furlong, 2025). Akan tetapi penerapan pengendalian hayati dengan parasitoid memiliki beberapa kendala, seperti faktor lingkungan, keberhasilan yang tidak konsisten di setiap lokasi dan minimnya pengetahuan petani. Selain pengendalian dengan parasitoid, pestisida nabati merupakan salah satu jenis pengendalian alternatif yang dapat digunakan.

2.2.4 Pestisida Nabati

Pestisida nabati merupakan salah satu alternatif pengendalian hama yang semakin diminati oleh kalangan petani, seiring dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya pelestarian lingkungan. Pestisida nabati berasal dari ekstrak tumbuhan yang memiliki kemampuan menekan pertumbuhan dan perkembangan hama maupun patogen. Pestisida nabati yang berasal dari ekstrak tumbuhan memiliki keunggulan berupa ketersediaan bahan baku yang melimpah, biaya produksi yang rendah, serta kemampuan terurai secara alami tanpa meninggalkan residu berbahaya pada tanaman maupun lingkungan (Ngegba *et al.*, 2022). Selain itu, senyawa aktif dalam pestisida nabati umumnya bekerja secara spesifik terhadap hama sasaran dan relatif aman bagi organisme non-target, termasuk musuh alami yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Formulasi pestisida berbasis ekstrak tumbuhan memiliki efektivitas yang sebanding dengan pestisida sintesis dalam menekan populasi serangga perusak tanaman (Viswakethu *et al.*, 2025).

Pestisida nabati memiliki peran penting dalam pengendalian hama dan penyakit tanaman, karena mengandung berbagai senyawa bioaktif yang mampu menekan populasi organisme pengganggu secara efektif. Menurut Ngegba *et al.* (2022), pestisida nabati bekerja melalui berbagai mekanisme, seperti menghambat makan (*antifeedant*), bersifat *repellent*, dan mengganggu proses fisiologis serangga, namun tetap aman bagi organisme non-target. Senyawa alami seperti alkaloid, flavonoid, terpenoid, dan saponin diketahui memiliki aktivitas insektisida serta fungisida yang dapat mengurangi serangan hama dan penyakit tanpa menimbulkan residu berbahaya bagi lingkungan (Souto *et al.*, 2021). Penelitian-penelitian dalam beberapa tahun terakhir juga menunjukkan bahwa penggunaan bahan nabati mampu menekan intensitas serangan hama pada berbagai komoditas pertanian dan menjaga kestabilan ekosistem pertanian (Wulandari *et al.*, 2024).

5

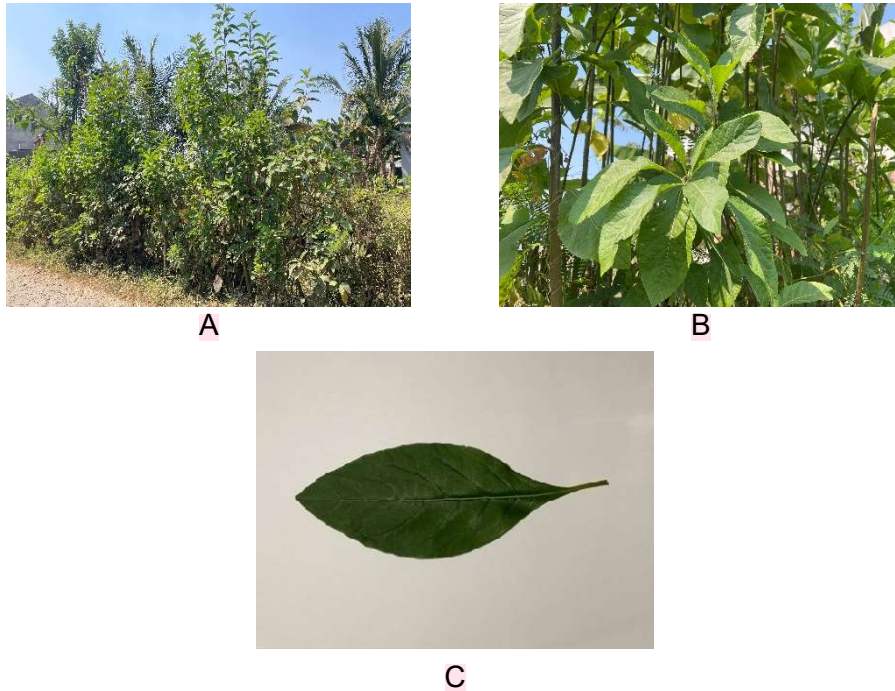
Berbagai jenis tanaman yang berpotensi untuk digunakan sebagai pestisida nabati diantaranya adalah nimba (*Azadirachta indica*), serai wangi (*Cymbopogon citratus*), dan daun afrika (*Vernonia amygdalina*) dilaporkan memiliki aktivitas *antifeedant*, *repellent*, dan racun perut terhadap larva *Plutella xylostella*. Menurut Pavela *et al.*, (2025) ekstrak tanaman yang mengandung flavonoid, alkaloid, dan terpenoid mampu menghambat aktivitas makan larva serta mengganggu perkembangan menjadi pupa. Penerapan pestisida nabati memiliki berbagai kendala, salah satunya yaitu efektivitas yang bervariasi serta kebutuhan penyesuaian teknologi dengan kondisi lokal dan keterbatasan ketersediaan produk yang siap digunakan oleh petani (Muniappan *et al.*, 2024).

2.2.5 Daun Afrika

Tanaman daun afrika (*Veronia amygdalina*) adalah tanaman yang berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber bahan nabati ramah lingkungan dalam pengendalian hama. Klasifikasi taksonomi tumbuhan daun afrika adalah sebagai berikut (Ndayambaje *et al.*, 2025):

Kingdom	: Plantae
Division	: Spermatophyta
Subdivision	: Angiosperms
Classes	: Dycotiledoneae
Ordo	: Asterales
Family	: Asteraceae
Genus	: <i>Vernonia</i>
Species	: <i>Vernonia amygdalina</i>

8



Gambar 2. Tanaman daun afrika (A), Pucuk tanaman daun afrika (B), dan Daun afrika (C)

Daun afrika (*Vernonia amygdalina*) merupakan tanaman dari famili *Asteraceae* yang dikenal memiliki berbagai senyawa bioaktif dengan potensi sebagai pestisida nabati. Kandungan metabolit sekundernya seperti alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan terpenoid terbukti berperan dalam menekan aktivitas fisiologis dan pertumbuhan serangga hama. Senyawa-senyawa tersebut dapat bertindak sebagai *antifeedant*, *repellent*, serta penghambat perkembangan larva dan pupa, sehingga efektif dalam pengendalian hama tanaman tanpa meninggalkan residu berbahaya di lingkungan (Esther *et al.*, 2022). Selain itu ekstrak daun afrika memiliki efek inhibitor terhadap enzim pencernaan serangga, yang mengakibatkan penurunan nafsu makan dan gangguan metabolisme (Zhao *et al.*, 2025). Akan tetapi penggunaan ekstrak daun afrika sebagai pestisida nabati konvensional masih memiliki keterbatasan, terutama rendahnya stabilitas senyawa bioaktif terhadap faktor lingkungan, sehingga efektivitas pengendalian hama di lapangan menjadi kurang konsisten (Isman, 2020).

2.2.6 Nanobiopestisida

Nanobiopestisida merupakan inovasi terkini dalam bidang perlindungan tanaman yang menggabungkan prinsip bioteknologi dan nanoteknologi untuk menghasilkan formulasi pestisida yang lebih efektif, ramah lingkungan, dan

berkelanjutan. Teknologi ini memanfaatkan ekstrak tumbuhan sebagai pembawa agen aktif pada skala nanometer, sehingga dapat meningkatkan stabilitas, bioavailabilitas, dan efisiensi penghantaran zat aktif terhadap target hama atau patogen tanaman (Pan *et al.*, 2022).

Penggunaan teknologi nano seperti nanoemulsi, berfungsi memperkecil ukuran partikel bahan aktif sehingga meningkatkan kelarutan dan daya serap senyawa tersebut oleh organisme target. Dengan ukuran partikel yang lebih kecil yaitu 50–500 nm, senyawa bioaktif menjadi lebih stabil, mudah terdistribusi, dan memiliki bioavailabilitas yang tinggi (Safrida *et al.*, 2020). Hasil penelitian membuktikan bahwa teknologi nanoemulsi mampu meningkatkan aktivitas insektisida alami terhadap hama tanaman secara signifikan.

Ekstraksi daun tumbuhan untuk pembuatan nanobiopestisida dapat dilakukan dengan mengeringkan daun, lalu dihaluskan menjadi bubuk, dan direndam dengan pelarut etanol dengan metode maserasi (Tompunu *et al.*, 2013). Larutan ekstrak kemudian disaring dengan kertas saring lalu diuapkan pada rotary evaporator untuk memperoleh ekstrak murni dengan konsentrasi 100% (Safrida *et al.*, 2020). Formulasi nanoemulsi terdiri dari fase minyak dan fase air, pada fase minyak ditambahkan VCO dan ekstrak murni, sedangkan pada fase air ditambahkan Tween 80, maltodekstrin, dan larutan buffer fosfat. Homogenisasi fase air dan fase minyak dilakukan dengan menggunakan magnetic stirrer, lalu dilakukan ultrasonikasi yang berguna untuk memecah partikel menjadi ukuran nano (Jusnita & Tridharma, 2019).

2.3 Aspek Penyuluhan

2.3.1 Identifikasi Potensi Wilayah

Identifikasi potensi wilayah merupakan proses mengenali, mengumpulkan, dan menganalisis potensi sumber daya alam, sumber daya manusia, serta kondisi sosial ekonomi yang terdapat di suatu daerah sebagai dasar dalam menentukan arah pengembangan wilayah yang sesuai dengan karakteristiknya. Oleh karena itu, penetapan prioritas pembangunan wilayah harus didasarkan pada identifikasi potensi yang dimiliki oleh daerah tersebut (Susanti & Kurniati, 2025).

Identifikasi potensi wilayah dapat dilakukan dengan memanfaatkan data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan serta wawancara dengan masyarakat dan penyuluh, sedangkan data sekunder diperoleh dari dokumen resmi seperti monografi desa dan data instansi terkait. Kedua jenis data tersebut digunakan untuk menggambarkan kondisi potensi

wilayah secara deskriptif kualitatif. Hasil dari kegiatan identifikasi potensi wilayah selanjutnya dapat dijadikan dasar dalam merancang program penyuluhan pertanian yang tepat sasaran, karena informasi yang diperoleh mencerminkan kebutuhan, potensi, serta permasalahan nyata yang dihadapi masyarakat di wilayah tersebut (Suryono *et al.*, 2022).

2.3.2 Pengertian Penyuluhan Pertanian

Penyuluhan merupakan proses pendidikan nonformal yang bertujuan untuk mengubah perilaku, pengetahuan, dan sikap sasaran agar mampu mengambil keputusan yang lebih baik dalam mengelola sumber daya yang dimilikinya. Dalam konteks pembangunan pertanian, penyuluhan berperan penting dalam meningkatkan kapasitas petani melalui kegiatan komunikasi, pendidikan, dan pendampingan berbasis kebutuhan masyarakat. Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2006 tentang Sistem Penyuluhan Pertanian, Perikanan, dan Kehutanan menegaskan bahwa penyuluhan dilaksanakan secara partisipatif, berkelanjutan, dan terpadu untuk memperkuat kemandirian pelaku utama di bidang pertanian, perikanan, dan kehutanan.

Sedangkan menurut Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomer 03 Tahun 2018, penyuluhan pertanian adalah proses pembelajaran dan pendampingan kepada pelaku utama dan pelaku usaha supaya mereka meningkatkan pengetahuan, keterampilan, sikap, dan kemandirian dalam mengakses teknologi, informasi, dan sumber daya, guna meningkatkan produktivitas dan kesejahteraan. Dalam kegiatan penyuluhan pertanian, penyuluh pertanian bertindak sebagai jembatan antara pemerintah, petani, dan pemangku kepentingan eksternal, serta efektivitas penyuluhan dapat dicapai apabila minat dan kebutuhan masyarakat diprioritaskan (Khairunnisa *et al.*, 2021).

2.3.3 Tujuan Penyuluhan Pertanian

Penyuluhan pertanian bertujuan untuk meningkatkan kemampuan petani dalam mengelola usaha taninya melalui peningkatan pengetahuan dan perubahan sikap agar mampu mengambil keputusan yang lebih baik dalam kegiatan pertanian. Penyuluhan tidak hanya berfungsi sebagai sarana transfer teknologi, tetapi juga sebagai proses pembelajaran yang bertujuan memberdayakan petani agar mandiri, inovatif, serta mampu memanfaatkan sumber daya secara berkelanjutan (Bachtiar *et al.*, 2025).

Penyuluhan pertanian berperan dalam mempercepat adopsi inovasi teknologi, memperkuat kelembagaan petani, dan mendukung tercapainya

ketahanan pangan serta pembangunan pertanian yang berkelanjutan. Melalui proses pembelajaran yang partisipatif, penyuluhan diharapkan mampu meningkatkan kapasitas petani dalam mengakses informasi, adopsi inovasi, dan berdaya saing. Dengan demikian, penyuluhan berkontribusi terhadap peningkatan kesejahteraan petani sekaligus mendukung pembangunan pertanian yang berkelanjutan (Firmansyah *et al.*, 2024).

2.3.4 Sasaran Penyuluhan Pertanian

Sasaran penyuluhan pertanian merupakan pihak yang menjadi fokus kegiatan penyuluhan dalam rangka meningkatkan kapasitas pengetahuan, dan sikap pelaku utama serta pelaku usaha pertanian. Sasaran utama penyuluhan adalah petani dan keluarganya yang secara langsung terlibat dalam kegiatan usahatani, sedangkan sasaran antara mencakup kelompok masyarakat atau lembaga yang memiliki peran dalam mempercepat proses adopsi inovasi pertanian. Pemilihan sasaran yang tepat menjadi faktor penting dalam menentukan keberhasilan kegiatan penyuluhan, karena efektivitas penyampaian materi sangat bergantung pada karakteristik, kebutuhan, serta tingkat penerimaan sasaran terhadap inovasi yang diperkenalkan (Irdiana *et al.*, 2023).

Penyuluhan partisipatif yang diterapkan pada sasaran penyuluhan melalui kegiatan sekolah lapang dan demonstrasi lapangan terbukti mampu meningkatkan pemahaman petani terhadap teknologi baru serta mendorong perubahan perilaku ke arah praktik pertanian yang lebih produktif dan berkelanjutan (Bachtiar *et al.*, 2025). Dengan demikian, penetapan sasaran penyuluhan harus dilakukan secara sistematis dengan mempertimbangkan karakteristik sosial, ekonomi, dan budaya masyarakat tani agar program penyuluhan dapat mencapai tujuan pembangunan pertanian secara efektif dan berkelanjutan.

2.3.5 Materi Penyuluhan

Materi penyuluhan pertanian mencakup aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik yang dihadirkan melalui proses komunikasi dalam kerangka ilmu pertanian. Materi ini disampaikan oleh tenaga penyuluh baik yang dari lembaga resmi pemerintah maupun non-pemerintah berdasarkan data dan informasi yang valid, dengan tujuan agar petani mampu menerapkan ilmu tersebut dalam praktik budidaya yang tepat.

Menurut Anwarudin *et al.*, (2021), materi penyuluhan memuat tiga komponen penting:

- a. Pengembangan sumber daya manusia (peningkatan kemampuan pengetahuan, sikap, dan motivasi petani)
- b. Peningkatan IPTEK, ekonomi, manajemen, aspek hukum, dan kelestarian lingkungan
- c. Penguatan kelembagaan petani (organisasi kelompok, jaringan, dan sistem kelembagaan lokal)

Dengan menggabungkan ketiga aspek tersebut, materi penyuluhan menjadi lebih menyeluruh tidak hanya mengajarkan teknik budidaya, tetapi juga membangun kesadaran, dan kerangka kelembagaan agar perubahan dapat berlangsung berkelanjutan.

2.3.6 Metode Penyuluhan

Metode penyuluhan pertanian merupakan pendekatan sistematis yang digunakan oleh penyuluh dalam menyampaikan informasi, inovasi, dan teknologi kepada petani agar terjadi perubahan dalam pengetahuan dan sikap. Pemilihan metode penyuluhan harus disesuaikan dengan karakteristik sasaran, materi, dan kondisi sosial ekonomi petani agar penyampaian pesan berjalan efektif. Menurut Martina & Praza (2021), metode yang umum digunakan di lapangan meliputi demonstrasi plot, kunjungan lapang, dan temu wicara, karena memberikan kesempatan bagi petani untuk belajar melalui pengalaman langsung dan interaksi dua arah dengan penyuluh. Yanfika *et al.* (2024) menyebutkan bahwa keberhasilan penerapan metode penyuluhan sangat dipengaruhi oleh kompetensi, motivasi, dan kemampuan komunikasi penyuluh dalam membangun hubungan sosial yang baik dengan petani. Dengan demikian, penggunaan metode penyuluhan yang adaptif dan partisipatif menjadi kunci penting dalam memperkuat sistem penyuluhan pertanian yang berkelanjutan.

2.3.7 Media Penyuluhan

Menurut Rustandi & Warnaen (2019), media penyuluhan adalah segala bentuk alat atau sarana yang menyampaikan pesan atau informasi dalam kegiatan penyuluhan pertanian agar proses penyuluhan menjadi lebih efektif dan maksud materi dapat diterima secara jelas oleh sasaran penyuluh. Media penyuluhan ini dapat berupa media cetak seperti brosur, leaflet, poster, dan media audio seperti radio maupun kombinasi keduanya seperti video dan televisi. Pemilihan media harus mempertimbangkan karakteristik audiens, materi yang akan disampaikan, serta metode penyuluhan agar penyampaian pesan lebih tepat sasaran dan dapat diterima dengan baik.

2

2.3.8 Evaluasi Penyuluhan

Evaluasi penyuluhan pertanian merupakan proses sistematis untuk menilai tingkat keberhasilan, efektivitas, dan dampak kegiatan penyuluhan terhadap perubahan pengetahuan, sikap, serta perilaku petani dalam mengadopsi inovasi. Menurut Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2006 Pasal 43 yang menyatakan bahwa penyelenggaraan penyuluhan dilakukan pemantauan dan evaluasi secara berkala. Evaluasi tersebut bertujuan untuk memastikan bahwa kegiatan penyuluhan berjalan sesuai dengan perencanaan serta memberikan hasil yang optimal bagi pelaku utama dan pelaku usaha.

Evaluasi penyuluhan tidak hanya mengukur pencapaian tujuan program, tetapi juga menilai relevansi, efisiensi, dan keberlanjutan kegiatan penyuluhan yang dilakukan oleh penyuluh di lapangan. Menurut Diaz *et al.* (2020), evaluasi penyuluhan harus berfokus pada hasil nyata berupa peningkatan kapasitas petani serta adopsi inovasi yang terukur. Evaluasi penyuluhan yang melibatkan partisipasi aktif petani akan menghasilkan umpan balik yang lebih akurat dan berguna bagi peningkatan program.

Menurut Rahmawati *et al.*, (2019) efektivitas penyuluhan dipengaruhi oleh kinerja penyuluh, metode evaluasi yang digunakan, dan tingkat keterlibatan petani dalam proses evaluasi. Dengan demikian, evaluasi penyuluhan pertanian harus dilakukan secara terencana, berbasis data yang valid dan reliabel, serta mempertimbangkan kondisi sosial ekonomi masyarakat sasaran agar hasilnya dapat digunakan untuk perbaikan program secara berkelanjutan.

1. Aspek pengetahuan

Menurut Nafiati (2021), aspek pengetahuan adalah kemampuan sasaran untuk memperoleh, memahami, dan mengolah informasi melalui proses berpikir. Ranah ini menjadi dasar dalam menilai tingkat pemahaman dan penguasaan materi hasil pembelajaran atau penyuluhan. Berdasarkan Anderson & Krathwohl (2001) revisi taksonomi bloom membagi aspek pengetahuan menjadi enam tingkatan kemampuan berpikir sebagai berikut:

- a. Mengetahui (*Knowledge*) adalah dapat mengingat kembali materi yang telah dipelajari.
- b. Memahami (*Understanding*) adalah kemampuan seseorang memahami makna dari materi yang diterima, serta dapat menjelaskannya kembali.
- c. Mengaplikasikan (*Applying*) adalah kemampuan seseorang menerapkan materi pada kondisi nyata dilapangan.

- d. Menganalisis (*Analyzing*) adalah menghubungkan antar unsur materi untuk menjadi solusi pada suatu permasalahan.
- e. Mengevaluasi (*Evaluating*) adalah seseorang mampu memberikan penilaian terhadap sesuatu.
- f. Menciptakan (*Creating*) adalah seseorang dapat menciptakan produk baru menggunakan ide yang didapatkan dari rangkaian penyuluhan.

2. Aspek sikap

Sikap adalah merupakan tanggapan reaksi seseorang terhadap objek tertentu yang bersifat positif atau negatif. Hal tersebut biasanya diwujudkan dalam bentuk rasa suka atau tidak suka, setuju atau tidak setuju terhadap suatu objek tertentu. Menurut (Azwar, 2022) Struktur sikap terdiri dari 3 komponen:

- a. Komponen Kognitif merupakan timbulnya kepercayaan terhadap informasi yang didapatkan.
- b. Komponen Afektif merupakan perasaan yang muncul dari seseorang setelah menerima informasi. Perasaan tersebut bisa berupa setuju atau tidak pada informasi tersebut.
- c. Komponen Konatif merupakan respon yang diberikan oleh seseorang berupa sebuah tindakan yang dilakukan setelah informasi tersebut diterima

3. Uji Validitas dan Reliabilitas

Uji validitas dan reliabilitas instrumen penelitian pada tahap awal dilakukan dengan menggunakan *expert judgement*. *Expert judgement* merupakan teknik penilaian instrumen dengan melibatkan para ahli yang memiliki kompetensi dan pengalaman sesuai dengan bidang penelitian, dengan tujuan untuk menilai kelayakan instrumen sebelum digunakan dalam pengambilan data.

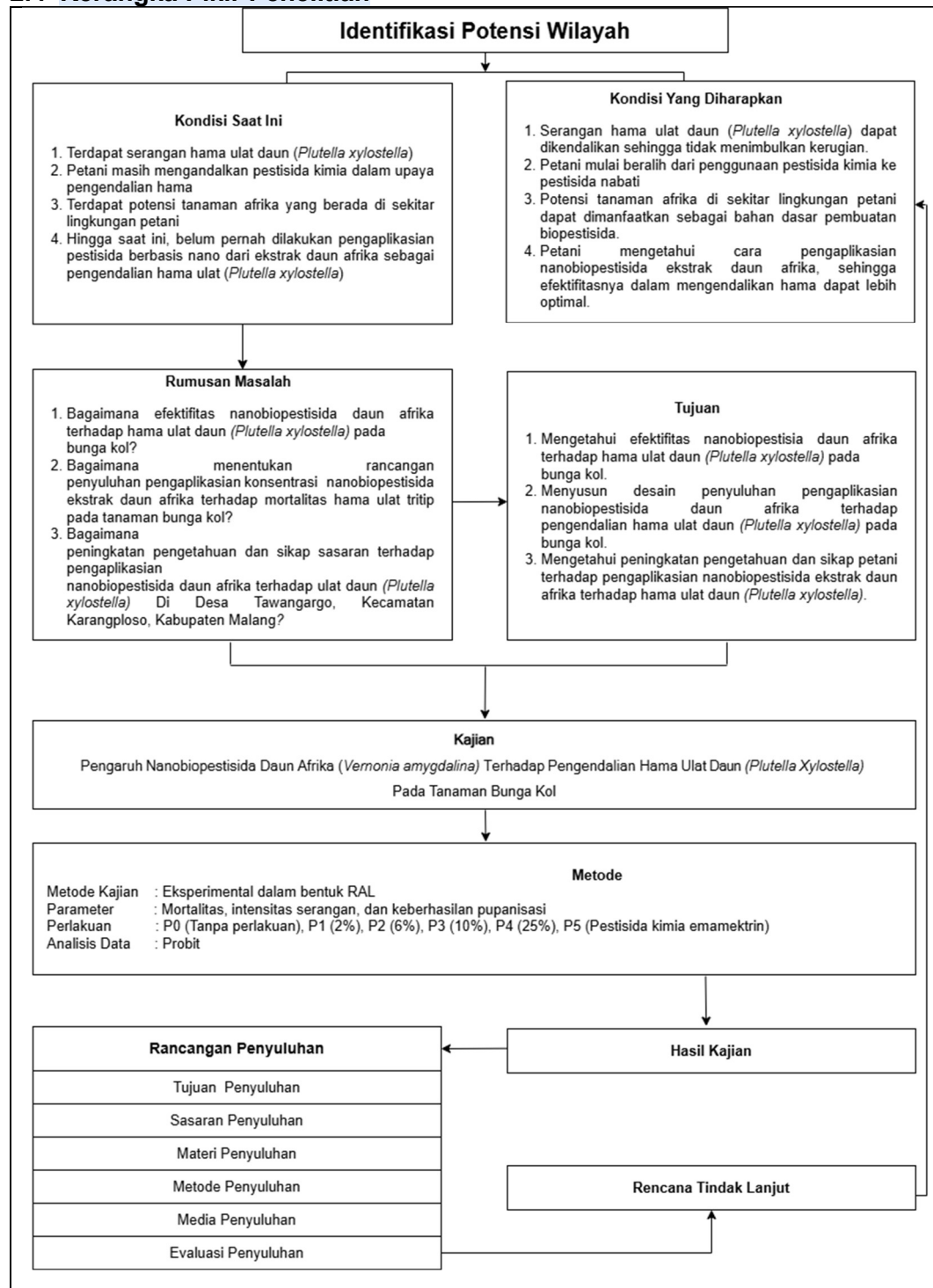
Menurut Azwar (2022) uji validitas melalui expert judgement bertujuan untuk menilai validitas isi (*content validity*), yaitu sejauh mana butir-butir pertanyaan dalam instrumen mampu mewakili keseluruhan aspek yang hendak diukur. Dalam uji validitas isi, para ahli menilai kesesuaian butir instrumen dengan indikator variabel, kejelasan redaksi pertanyaan, serta relevansi instrumen dengan tujuan penelitian.

Prosedur uji validitas menggunakan expert judgement dilakukan dengan cara menyerahkan instrumen penelitian kepada beberapa ahli untuk diberikan penilaian dan masukan. Apabila berdasarkan penilaian para ahli instrumen dinyatakan sesuai dengan indikator variabel dan tujuan penelitian, maka instrumen tersebut dinyatakan valid secara isi. Sebaliknya, apabila terdapat butir pertanyaan yang dinilai kurang sesuai, maka dilakukan revisi berdasarkan saran dari para ahli.

Menurut Sugiyono (2022) reliabilitas instrumen berkaitan dengan tingkat konsistensi dan keterandalan instrumen dalam mengukur variabel penelitian. Melalui expert judgement, para ahli menilai konsistensi antarbutir pertanyaan, kesesuaian struktur instrumen, serta potensi instrumen dalam menghasilkan data yang stabil apabila digunakan berulang kali.

Hasil penilaian expert judgement terhadap reliabilitas instrumen digunakan sebagai dasar untuk memperbaiki dan menyempurnakan instrumen sebelum dilakukan uji coba lapangan dan uji reliabilitas secara statistik. Dengan demikian, instrumen penelitian yang telah melalui proses expert judgement diharapkan memiliki validitas isi dan reliabilitas yang memadai.

2.4 Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 3. Kerangka Pikir Penelitian

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu

Pelaksanaan kajian teknis dilakukan di Laboratorium Proteksi Tanaman Politeknik Pembangunan Pertanian Malang, dan kajian penyuluhan dilaksanakan di Desa Tawangargo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang. Penentuan lokasi ini menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan beberapa pertimbangan, meliputi:

1. Desa Tawangargo memiliki potensi komoditas tanaman hortikultura.
2. Terdapat permasalahan yang dihadapi oleh petani yaitu terdapat serangan hama ulat daun (*Plutella xylostella*) pada tanaman bunga kol.
3. Desa Tawangargo Kecamatan Karangploso memiliki kelompok tani yang aktif.

Adapun pelaksanaan kegiatan tersebut dimulai dengan melakukan identifikasi potensi wilayah yang dilakukan pada bulan September - Oktober 2025, kajian teknis pada bulan Januari - April 2026, serta kegiatan penyuluhan pada bulan Juni 2026.

3.2 Metode Kajian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental. Metode penelitian ini digunakan untuk mengetahui pengaruh pemberian nanobiopestisida daun afrika terhadap pengendalian ulat daun (*Plutella xylostella*) pada tanaman bunga kol.

3.2.1. Rancangan Kajian

Penelitian ini dilakukan secara *invitro* dengan menerapkan metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tujuan mengelompokkan kedalam grup dengan lingkungan yang terkontrol. Penelitian ini menggunakan 5 perlakuan yang membedakan konsentrasi nanobiopestisida daun afrika dengan aquadest. Penentuan jenis dan tingkat konsentrasi perlakuan mengacu pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Safrida *et al.*, (2020) dan Adak *et al.*, (2019), adapun perlakuan tersebut meliputi:

- P0 = Tanpa perlakuan
- P1 = Konsentrasi nanobiopestisida 2%
- P2 = Konsentrasi nanobiopestisida 6%
- P3 = Konsentrasi nanobiopestisida 12%
- P4 = Konsentrasi nanobiopestisida 24%

P5 = Pestisida Kimia

Adapun hasil penetapan uji nanobiopestisida dengan perlakuan perbedaan konsentrasi dapat dilakukan dengan ragam pengulangan yang digunakan dengan rumus Federer:

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

Keterangan =

t (*treatment*) = Jumlah perlakuan

r (*replikasi*) = Jumlah pengulangan perlakuan

Jika akan melakukan 6 kali perlakuan, maka;

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

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

$$r - 1 \geq \frac{15}{5}$$

$$r - 1 \geq 3$$

$$r \geq 4$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, jumlah ulangan yang didapatkan adalah 4 dengan total sebanyak 24 plot.

3.2.2. Pelaksanaan Kajian

Pembuatan nanobiopestisida daun afrika pada penelitian ini dilakukan dengan mengacu pada Safrida *et al.*, (2020) dengan beberapa penyesuaian kebutuhan penelitian. Metode ini mengombinasikan proses ekstraksi daun afrika, pembentukan fase minyak dan fase air, serta proses sonifikasi untuk menghasilkan formulasi nanobiopestisida yang stabil dan berukuran partikel nano. Proses sonifikasi menggunakan gelombang ultrasonik bertujuan untuk memecah partikel menjadi ukuran yang lebih kecil dan homogen, sehingga meningkatkan stabilitas emulsi serta efektivitas penetrasi senyawa bioaktif ke dalam tubuh larva uji.

6

A. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam proses pembuatan nanobiopestisida daun afrika meliputi:

Tabel 2. Alat dan Bahan

Alat	Bahan
1. Nampan	1. Daun afrika
2. Blender	2. Etanol 96%
3. Saringan	3. VCO
4. Timbangan	4. Tween 80
5. Gelas ukur	5. Maltodesktrin
6. Sendok	6. Buffer fosfat
7. Gelas beaker	7. Aquadest
8. Kertas saring	
9. Erlenmeyer	
10. High speed homogenizer	
11. Rotary evaporator	
12. Ultrasonikator	
13. High speed stirrer	
14. Spatula logam	
15. Plastik warp	
16. Aluminium foil	
17. Botol simpan	
18. Alat tulis	
19. Kamera	

B. Ekstraksi Daun

1. Serbuk pesnab dengan perbandingan 1:10 sebanyak 100gram dimasukkan ke dalam wadah tertutup, kemudian direndam menggunakan etanol 96% sebanyak 1 liter.
2. Rendaman tersebut didiamkan dengan metode maserasi selama 72 jam dan diaduk 24 jam sekali.
3. Setelah dilakukan perendaman, kemudian disaring menggunakan kertas saring.
4. Uapkan larutan menggunakan alat *rotary evaporator* pada suhu 60°C, sehingga diperoleh ekstrak kental sampai tidak ada destilat yang menetes.

C. Formulasi Nanoemulsi

Formulasi nanoemulsi memerlukan kecepatan tinggi menggunakan *stirrer* untuk mencampur bahan, serta dilanjutkan dengan proses ultrasonikasi guna memperkecil ukuran partikel hingga skala nano (Puspitasariy *et al.*, 2025). Untuk pembuatan 100 mL diperlukan komposisi sebagai berikut;

123

58

1. Siapkan 0,286 gram ekstrak daun afrika, 1,5ml VCO, 10ml tween 80, 1,07 ml Propelin glycol, dan aquadest hingga 100ml.
2. Campurkan semua bahan menggunakan *stirrer* pada kecepatan 500 rpm selama 3 jam.
3. Setelah homogen, diproses lebih lanjut menggunakan ultrasonikator dengan amplitudo 75 kHz selama 30 menit dengan mode 5 detik on dan 5 detik off sehingga membentuk nanoemulsi yang stabil.
4. Selanjutnya dilakukan pengujian PSA (Particle Size Analyzer) untuk memastikan ukuran partikel dibawah 100nm

D. Persiapan Hama Ulat Daun (*Plutella xylostella*)

Ulat daun (*Plutella xylostella*) yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari pembiakan Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (BALITTAS) Karangploso. Larva bersifat homogen sehingga memiliki bentuk, ukuran, dan umur yang seragam. Larva yang digunakan adalah ulat daun (*Plutella xylostella*) instar III.

E. Perlakuan dan Pemeliharaan Ulat Daun (*Plutella xylostella*)

Larva ulat dibagi ke dalam enam perlakuan konsentrasi nanobiopestisida daun afrika, satu kontrol negatif dan satu kontrol positif dengan empat kali ulangan dalam rancangan acak lengkap. Setiap ulangan sebanyak tiga larva instar III ditempatkan dalam toples plastik tertutup. Pakan berupa daun bunga kol sebanyak 5 g per toples yang terlebih dahulu diberi perlakuan nanobiopestisida dengan metode racun perut teknik spray daun (*spray method*), kemudian dikeringanginkan. Sebelum diberikan pada larva, terlebih dahulu daun bunga kol diberikan perlakuan masing-masing dengan cara disemprotkan nanobiopestisida daun afrika dengan volume dan perlakuan nanobiopestisida yang telah ditentukan. Waktu pengamatan dan pergantian makan dilakukan selama 6 jam sekali (Safrida *et al.*, 2020).

3.2.3. Parameter Pengamatan

Efektivitas nanobiopestisida daun afrika (*Vernonia amygdalina*) terhadap ulat daun (*Plutella xylostella*) dievaluasi melalui beberapa parameter pengamatan, yaitu tingkat mortalitas larva dan pengaruhnya terhadap aktivitas makan ulat. Menurut Morakchi *et al* (2021) efektivitas suatu insektisida dapat dinilai berdasarkan kemampuannya menimbulkan mortalitas pada organisme sasaran serta kemampuannya menekan aktivitas makan (*antifeedant*). Berdasarkan acuan tersebut, parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi:

A. Mortalitas

Menurut Sharma *et al.*, (2023), bahwa ulat daun (*Plutella xylostella*) memiliki daur hidup, dari telur hingga imago, berlangsung antara 15-25 hari di bawah kondisi laboratorium. Dari siklus hidup ulat tersebut, maka dilakukan pengamatan mortalitas pada instar III karena difase ini ulat mulai aktif makan. Persentase mortalitas ulat dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$p = \frac{a}{b} \times 100$$

Keterangan:

p = Persentase kematian larva

a = Jumlah larva yang mati

b = Jumlah larva yang diamati

1. Lethal Concentration 50 (LC50) Ulat Daun (*Plutella xylostella*)

LC50 merupakan parameter yang digunakan untuk menentukan konsentrasi nanobiopestisida daun afrika (*Vernonia amygdalina*) yang mampu menyebabkan kematian pada 50% populasi larva *Plutella xylostella* dalam waktu pengamatan tertentu. Nilai LC50 diperlukan untuk mengetahui tingkat efektivitas dan potensi toksisitas nanobiopestisida terhadap larva uji, di mana semakin rendah nilai LC50 yang dihasilkan, maka semakin tinggi efektivitas nanobiopestisida tersebut dalam mengendalikan populasi ulat daun. Data mortalitas larva pada berbagai taraf konsentrasi perlakuan dianalisis menggunakan analisis probit untuk memperoleh nilai LC50, dengan persamaan sebagai berikut:

$$y = a + b \log x$$

Keterangan:

Y = Nilai probit mortalitas

a = Intersep (titik potong) garis regresi

b = Slope (kemiringan) garis regresi

X = Konsentrasi nanobiopestisida daun afrika (*Vernonia amygdalina*)

Nilai LC50 diperoleh dengan mensubstitusikan nilai probit 5 (setara dengan mortalitas 50%) ke dalam persamaan regresi linier yang terbentuk dari hubungan antara log konsentrasi dan nilai probit mortalitas ulat daun (*Plutella xylostella*)

2. Lethal Time (LT50) Ulat Daun (*Plutella xylostella*)

LT50 merupakan parameter yang menunjukkan waktu yang dibutuhkan oleh nanobiopestisida daun afrika (*Vernonia amygdalina*) pada konsentrasi tertentu

untuk menyebabkan kematian pada 50% populasi larva *Plutella xylostella*. Parameter ini digunakan untuk mengetahui kecepatan kerja (onset) nanobiopestisida dalam mematikan larva uji, di mana semakin singkat nilai LT50 yang dihasilkan, maka semakin cepat pula daya bunuh nanobiopestisida tersebut terhadap larva. Data mortalitas larva pada berbagai interval waktu pengamatan dianalisis menggunakan analisis probit untuk memperoleh nilai LT50, dengan persamaan sebagai berikut:

$$y = a + b \log t$$

Keterangan:

Y = Nilai probit mortalitas larva

a = Intersep (titik potong) garis regresi

b = Slope (kemiringan) garis regresi

T = Waktu pengamatan (jam)

Nilai LT50 diperoleh dengan mensubstitusikan nilai probit 5 ke dalam persamaan regresi linier yang terbentuk dari hubungan antara log waktu dan nilai probit mortalitas larva.

B. Antifeedant

Aktifitas *antifeedant* adalah kemampuan senyawa untuk menghambat atau menurunkan aktivitas makan serangga sehingga tingkat konsumsi pakan menjadi lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Senyawa bioaktif yang terkandung pada daun afrika (*Vernonia amygdalina*) seperti flavonoid, alkaloid, saponin, tanin, dan terpenoid yang memiliki efek *antifeedant* (Paramita & Djiwanti, 2019). Presentase *antifeedant* dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Antifeedant} = \frac{T}{C} \times 100\%$$

Keterangan=

C = Rata-rata bobot daun yang dimakan pada perlakuan kontrol

T = Rata-rata bobot daun yang dimakan pada perlakuan nanobiopestisida

3.2.4. Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel. Data mortalitas dianalisis menggunakan metode bioassay dengan pendekatan analisis probit. Untuk penentuan nilai LC50, konsentrasi nanobiopestisida ditransformasikan ke dalam bentuk logaritma (log konsentrasi) sebagai variabel bebas, sedangkan persentase mortalitas ditransformasikan ke dalam nilai probit

sebagai variabel terikat. Transformasi tersebut dilakukan untuk melinearkan hubungan antara konsentrasi dan respons mortalitas sehingga diperoleh persamaan regresi probit yang digunakan untuk menghitung nilai LC50. Sementara itu, penentuan nilai LT50 dilakukan dengan mentransformasikan waktu pengamatan ke dalam bentuk logaritma (log waktu) sebagai variabel bebas dan nilai probit mortalitas sebagai variabel terikat, sehingga diperoleh persamaan regresi probit untuk menghitung waktu yang diperlukan hingga mencapai mortalitas sebesar 50%.

Data *antifeedant* dianalisis menggunakan *one-way* ANOVA dengan bantuan IBM SPSS Statistics versi 27. Apabila hasil analisis menunjukkan perbedaan yang nyata antarperlakuan, analisis dilanjutkan dengan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui perbedaan antardosis perlakuan. Hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

H₀ = Pemberian nanobiopestisida daun afrika (*Vernonia amygdalina*) pada berbagai konsentrasi tidak berpengaruh nyata terhadap mortalitas dan *antifeedant* ulat daun (*Plutella xylostella*).

H₁ = Pemberian nanobiopestisida daun afrika (*Vernonia amygdalina*) pada berbagai konsentrasi berpengaruh nyata terhadap mortalitas dan *antifeedant* ulat daun (*Plutella xylostella*).

3.3 Metode Penyusunan Desain Penyuluhan

3.3.1. Identifikasi Potensi Wilayah

Identifikasi ini dilakukan agar rancangan penyuluhan yang disusun sesuai dengan kebutuhan, permasalahan, dan karakteristik petani. Identifikasi potensi wilayah dilaksanakan di Desa Tawangargo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang menggunakan teknik *Participatory Rural Appraisal* (PRA), dengan tahapan sebagai berikut:

A. Pengumpulan data potensi wilayah, yang meliputi:

1. Kondisi umum wilayah (letak geografis dan agroklimat).
2. Kondisi kependudukan dan sumber daya manusia pertanian.
3. Kelembagaan pertanian yang ada, khususnya Kelompok Tani Amar Tani.
4. Jenis usaha tani yang dikembangkan oleh petani

B. Ketersediaan sarana dan penetapan potensi dan perumusan dasar penyuluhan, yang meliputi:

1. Potensi pengembangan budidaya bunga kol sebagai komoditas unggulan wilayah.

2. Ketersediaan bahan nabati lokal yang berpotensi sebagai bahan baku nanobiopestisida.
3. Penetapan kebutuhan penyuluhan sebagai dasar penyusunan materi, metode, dan media penyuluhan pengaplikasian nanobiopestisida daun Afrika (*Vernonia amygdalina*).
4. Prasarana pendukung kegiatan pertanian.

3.3.2. Penetapan Tujuan Penyuluhan

Tujuan utama dari kegiatan penyuluhan ini adalah meningkatkan kapasitas anggota Kelompok Tani Amar Tani di Desa Tawangargo dalam hal pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika untuk pengendalian hama ulat daun (*Plutella xylostella*) pada bunga kol. Peningkatan kapasitas ini difokuskan pada dua aspek utama, yaitu pengetahuan (*knowledge*) dan sikap (*attitude*) para petani terhadap inovasi tersebut. Adapun langkah-langkah dalam penetapan tujuan adalah:

1. Mencermati hasil identifikasi potensi wilayah (IPW).
2. Menetapkan permasalahan utama yang dihadapi petani.
3. Menetapkan solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan.
4. Menggunakan teknik SMART (*Specific, Measurable, Actionary, Realistic, Time Frame*) dalam penyusunan tujuan.

3.3.3. Penetapan Sasaran Penyuluhan

Sasaran yang ditetapkan dalam kegiatan penyuluhan ini adalah para petani bunga kol di Desa Tawangargo. Penentuan sasaran dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling* sebanyak 30 orang petani sebagai peserta penyuluhan. Langkah-langkah yang dilakukan dalam menentukan penetapan sasaran penyuluhan yaitu:

1. Menganalisis hasil Identifikasi Potensi Wilayah (IPW).
2. Melakukan koordinasi dengan PPL Desa Tawangargo.
3. Mengidentifikasi adat istiadat, budaya dan kebiasaan sasaran.
4. Menyesuaikan tujuan penyuluhan dengan karakteristik sasaran.
5. Menetapkan jumlah responden untuk sasaran penyuluhan.

3.3.4. Materi Penyuluhan

Komponen terpenting dalam kegiatan penyuluhan adalah materi penyuluhan. Materi disusun berdasarkan hasil kajian ilmiah yang paling relevan serta kebutuhan petani di Desa Tawangargo. Dalam penyusunan materi, isi penyuluhan harus disesuaikan dengan permasalahan, potensi wilayah, serta karakteristik sasaran agar materi mudah dipahami dan dapat diterapkan oleh

petani. Langkah-langkah penyusunan materi penyuluhan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis hasil identifikasi potensi wilayah (IPW), terutama mengenai ketersediaan daun afrika yang melimpah dan pola penggunaan pestisida oleh petani.
2. Melakukan koordinasi dengan PPL Desa Tawangargo untuk memastikan materi penyuluhan sesuai dengan kondisi lapangan dan kebutuhan petani.
3. Menetapkan tema penyuluhan yang sesuai dengan permasalahan petani, yaitu pengendalian hama ulat daun (*Plutella xylostella*) pada tanaman bunga kol melalui penggunaan nanobiopestisida daun afrika.
4. Melakukan sinkronisasi materi dengan kondisi yang diharapkan, yaitu mendorong petani agar mampu memahami, membuat, dan menerapkan nanobiopestisida secara mandiri sebagai alternatif pengendalian hama yang lebih ramah lingkungan.
5. Menetapkan materi Penyuluhan 1 dan 2 berdasarkan hasil kajian ilmiah terbaik, meliputi materi tentang bahaya resistensi insektisida kimia, potensi daun afrika sebagai pestisida nabati, serta pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika.

3.3.5. Penetapan Metode Penyuluhan

Penetapan metode penyuluhan yang digunakan dalam penelitian ini menyesuaikan dengan kebutuhan, tujuan, serta karakteristik sasaran penyuluhan yang ada di wilayah Desa Tawangargo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang dengan menggunakan matriks pemilihan metode yang sesuai pada lampiran 9. Langkah-langkah dalam penetapan metode penyuluhan adalah sebagai berikut;

1. Menganalisis hasil identifikasi potensi wilayah (IPW) di Desa Tawangargo, Kecamatan Karangploso.
2. Membuat tabel matriks untuk penetapan metode penyuluhan.
3. Memberi tanda centang pada matriks yang sesuai kriteria penetapan metode penyuluhan yang ditentukan.
4. Menganalisis hasil tabel matriks penetapan metode penyuluhan.
5. Memilih metode penyuluhan yang paling sesuai berdasarkan nilai tertinggi pada matriks penetapan metode penyuluhan.

4

3.3.6. Penetapan Media Penyuluhan

Media penyuluhan ditetapkan untuk menunjang penyampaian materi penyuluhan. Media yang tepat dapat mempermudah sasaran untuk memahami materi yang diberikan. Pemilihan media disesuaikan dengan kebutuhan, tujuan, serta, karakteristik sasaran penyuluhan dengan menggunakan matriks penetapan media penyuluhan yang sesuai pada Lampiran 10.

3.3.7. Pelaksanaan Penyuluhan

Kegiatan penyuluhan dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan

- a. Mengajukan perizinan pada pihak terkait.
- b. Menetapkan lokasi dan waktu pelaksanaan penyuluhan.
- c. Mempersiapkan lembar persiapan menyuluh (LPM), sinopsis, daftar hadir dan berita acara.

2. Pelaksanaan

- a. Penyuluhan diawali dengan penyampaian materi pestisida nabati daun afrika menggunakan teknologi nano.
- b. Penayangan video cara pembuatan nanobiopestisida.
- c. Demonstrasi cara pengaplikasian nanobiopestisida untuk pengendalian ulat daun (*Plutella xylostella*) pada bunga kol.jj

3.3.8. Penetapan Evaluasi Penyuluhan

Evaluasi penyuluhan merupakan suatu proses sistematis yang bertujuan untuk menilai pelaksanaan kegiatan penyuluhan berjalan sesuai dengan pedoman, tujuan, dan rencana yang telah ditetapkan sebelumnya, untuk mengukur peningkatan pengetahuan dan sikap dari sasaran penyuluhan. Evaluasi penyuluhan dilaksanakan melalui langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan indikator evaluasi penyuluhan meliputi pengetahuan dan sikap.
2. Membuat kisi-kisi instrumen evaluasi penyuluhan.
3. Membuat daftar pertanyaan instrumen evaluasi penyuluhan.
 - 1) Aspek pengetahuan menggunakan skala Guttman.
 - 2) Aspek Sikap menggunakan skala Likert.
4. Uji Validitas dan Realibilitas

Validitas merupakan derajat sejauh mana setiap butir dalam instrumen relevan dan mewakili aspek yang diukur, sehingga proses validasi harus dilakukan secara sistematis melalui enam tahap, yaitu menyiapkan formulir validasi, menentukan panel ahli, melaksanakan penilaian, meninjau butir

139

3

3

141

5

pertanyaan, memberikan skor relevansi, serta menghitung Aiken's V untuk mengetahui tingkat validitas isi (Nurjanah *et al.*, 2023). Reliabilitas merupakan tingkat konsistensi suatu instrumen dalam menghasilkan data yang stabil dan dapat dipercaya ketika digunakan untuk mengukur hal yang sama pada kondisi serupa. Reliabilitas menunjukkan tingkat kesepakatan antar ahli terhadap penilaian butir instrumen (Kalaycioglu *et al.*, 2023).

Uji Validitas dan reliabilitas instrumen pada penelitian ini dilakukan melalui metode *expert judgment* dengan menggunakan pendapat 2 orang yang dianggap ahli dibidangnya yaitu :

1. Dr. Eny Wahyuning P., SP., MP (Dosen Pembimbing I)
2. Dr. Irianti Kurniasari., SP., M. Biotech (Dosen Pembimbing II)

Adapun prosedur pada Expert Judgement sebagai berikut :

1. Memilih dan mengkonfirmasi aktivitas yang akan dievaluasi.
2. Membuat ceklis observasi (pengamatan) sasaran dan kuesioner kesesuaian tujuan, materi, metode dan media penyuluhan.
3. Memilih para ahli (key instrument) dan meminta izin terkait ketersediaan menjadi key instrument .
4. Meminta para ahli (key instrument) memberikan penilaian atau jawaban tentang kuisiioner evaluasi penyuluhan.
5. Membuat laporan tentang penilaian dan jawaban tentang kuesioner evaluasi penyuluhan.
6. Meminta para ahli (key instrument) untuk melakukan revisi jawaban tentang kuisiioner evaluasi penyuluhan.
7. Membuat laporan akhir.

Para ahli menilai kesesuaian setiap butir pernyataan dengan indikator pada kisi-kisi menggunakan skala 1-3 sebagai berikut:

Tidak relevan	=	1
Kurang relevan	=	2
Relevan	=	3

Penilaian dilakukan terhadap setiap butir instrumen menggunakan skala 1-3, yaitu (1) tidak sesuai, (2) sesuai, dan (3) sangat sesuai. Hasil penilaian ahli kemudian dianalisis menggunakan koefisien Aiken's V untuk mengetahui tingkat validitas isi (*content validity*) setiap butir instrumen berdasarkan tingkat kesepakatan para ahli.

Koefisien Aiken's V dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V = \frac{\sum s}{n(c-1)}$$

Keterangan:

V = koefisien validitas Aiken.

$\sum s$ = jumlah nilai *s* dari seluruh validator.

$s = r - l_0$

r = skor yang diberikan oleh validator.

l_0 = skor terendah pada skala penilaian.

n = jumlah validator.

c = jumlah kategori penilaian.

Pada penelitian ini digunakan skala penilaian 1-3, sehingga nilai $l_0 = 1$, jumlah validator $n = 2$, dan jumlah kategori penilaian $c = 3$. Nilai koefisien Aiken's V berada pada rentang 0-1, di mana semakin mendekati nilai 1 menunjukkan tingkat kesepakatan para ahli terhadap relevansi butir instrumen semakin tinggi, sehingga validitas isi instrumen semakin baik dan instrumen semakin layak digunakan dalam penelitian (Kania *et al.*, 2024).

1) Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas instrumen dilakukan untuk mengetahui tingkat konsistensi penilaian antarvalidator (*inter-rater reliability*) terhadap butir instrumen yang telah disusun. Pada penelitian ini, reliabilitas dihitung berdasarkan persentase kesepakatan (*percentage agreement*) antara dua orang ahli. Persentase kesepakatan digunakan untuk menggambarkan tingkat konsistensi penilaian kedua validator terhadap setiap butir instrumen. Semakin tinggi nilai persentase kesepakatan, maka semakin tinggi pula tingkat reliabilitas instrumen (Xinshu *et al.*, 2022). Reliabilitas dalam konteks expert judgment biasanya dihitung menggunakan persentase kesepakatan yang dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Presentase kesepakatan} = \frac{\text{Jumlah item yang dinilai sama oleh ahli}}{\text{Total item}} \times 100\%$$

Keterangan:

- Jumlah item yang dinilai sama oleh ahli = jumlah butir yang memperoleh skor yang sama dari kedua validator.
- Jumlah seluruh item = jumlah keseluruhan butir instrumen yang dinilai.

Instrumen dinyatakan memiliki reliabilitas yang baik apabila nilai persentase kesepakatan antarvalidator mencapai $\geq 75\%$.

5. Memilih daftar pertanyaan yang valid dan reliabel.
6. Membagikan kuesioner.

Pengukuran aspek pengetahuan dan sikap dilakukan melalui pembagian kuesioner sebelum dan setelah kegiatan penyuluhan dilaksanakan.

7. Evaluasi penyuluhan

1) Aspek Pengetahuan

Menurut Huseng *et al.*, (2025), teori taksonomi bloom pada aspek pengetahuan dapat di lihat dari 6 tingkatan. Namun, penelitian ini membatasi pengukuran hanya pada dua jenjang kognitif dasar, yaitu mengetahui dan memahami. Kedua indikator tersebut menjadi landasan utama dalam penyusunan item-item kuesioner yang bertujuan untuk mengukur peningkatan pengetahuan. Pengukuran evaluasi aspek pengetahuan disesuaikan dengan karakteristik sasaran menggunakan skala Guttman, jawaban benar dan salah dengan ketentuan sebagai berikut:

Tabel 3. Evaluasi Aspek Pengetahuan

Alternatif Jawaban	Alternatif Skor Jawaban	
	Positif	Negatif
Ya	1	0
Tidak	0	1

Untuk mengetahui presentase skor aspek pengetahuan, maka dilakukan perhitungan dengan cara berikut:

$$\text{Skor maksimum} = 1 \times \text{Pertanyaan} \times \text{Responden}$$

$$\text{Skor minimum} = 0 \times \text{Pertanyaan} \times \text{Responden}$$

$$\text{Presentase skor} = \frac{\text{Skor yang didapat}}{\text{Nilai maksimum}} \times 100\%$$

$$\text{Peningkatan} = \text{Presentase Posttest} - \text{Presentasi Pretest}$$

Menurut Sugiyono (2022), untuk mengetahui kategori aspek pengetahuan, yaitu sangat rendah (0%-20%), rendah (21%-40%), cukup (41%-60%), tinggi (61%-80%), dan sangat tinggi (81%-100%).

2) Aspek Sikap

Menurut Azwar (2022), aspek sikap dapat di lihat dari aspek afektif yaitu menerima, merespon, menghargai, dan bertanggung jawab. Pengukuran evaluasi aspek sikap disesuaikan dengan karakteristik sasaran, menggunakan skala Likert ganjil menggunakan 3 poin, pada setiap butir pertanyaan disajikan

24

dalam bentuk pilihan jawaban “Setuju”, “Ragu-Ragu”, dan “Tidak Setuju” dengan ketentuan sebagai berikut:

Tabel 4. Evaluasi Aspek Sikap

Pernyataan Positif		Skor	Pernyataan Negatif		Skor
Setuju	(S)	3	Setuju	(S)	1
Ragu-Ragu	(RR)	2	Ragu-Ragu	(RR)	2
Tidak Setuju	(TS)	1	Tidak Setuju	(TS)	3

Untuk standarisasi dan interpretasi data, skor mentah yang diperoleh dari responden kemudian diolah menggunakan Microsoft Excel. Skor tersebut dikonversikan menjadi T-Score, yaitu skor standar dengan median 50 dan standar deviasi 10. Konversi ini memungkinkan klasifikasi sikap responden ke dalam kategori biner, yaitu negatif (0-50) dan positif (Skor 51-100). Perhitungan konversi ini didasarkan pada rumus sebagai berikut:

$$T = 50 + \left[\frac{x - \bar{x}}{s} \right]$$

Keterangan =

- T = Skor standar
 X = Skor responden
 $\bar{x}$ = Rata-rata skor kelompok
 X = Deviasi standar kelompok

Pemeriksaan kriteria uji apabila:

$T > 50$ = Sikap positif

$T < 50$ = Sikap negatif

8. Analisis data

3.3.9. Analisis Data Evaluasi Penyuluhan

a. Aspek Pengetahuan

Hasil pengisian kuesioner yang telah ditabulasikan selanjutnya dianalisis untuk mengetahui perbedaan rata-rata sebelum dan sesudah kegiatan penyuluhan. Evaluasi aspek pengetahuan dilakukan menggunakan uji T dengan syarat bahwa data berskala interval atau rasio data terdistribusi normal (Pallant, 2020). Keputusan mengenai distribusi normal data ditentukan berdasarkan analisis data menggunakan SPSS untuk mengetahui nilai signifikansi. Jika nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 ($Sig > 0,05$), maka data dinyatakan terdistribusi normal dan dilanjutkan dengan uji T berpasangan untuk menguji signifikansi perbedaan antar dua kelompok data, yaitu hasil pre-test dan hasil post-test.

Apabila hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data tidak terdistribusi

13

9

191

178

68

169

28

normal ($\text{Sig} < 0,05$), maka uji parametrik berupa uji T berpasangan tidak dapat digunakan karena tidak memenuhi asumsi dasar analisis tersebut. Sebagai alternatif, analisis dilanjutkan dengan menggunakan uji non-parametrik, yaitu uji Wilcoxon Signed Rank Test (Uji Wilcoxon berpasangan). Uji ini digunakan untuk menguji perbedaan antara dua data berpasangan (pre-test dan post-test) tanpa mensyaratkan data berdistribusi normal, dengan tetap memperhatikan nilai signifikansi ($p\text{-value}$) sebagai dasar pengambilan keputusan. Apabila nilai signifikansi yang diperoleh lebih kecil dari 0,05 ($\text{Sig} < 0,05$), maka dapat disimpulkan terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik antara hasil pre-test dan post-test, yang mengindikasikan adanya pengaruh kegiatan penyuluhan terhadap peningkatan pengetahuan responden.

b. Aspek Sikap

Analisis terhadap variabel sikap dilakukan dengan mentransformasikan skor mentah yang diperoleh melalui kuesioner menjadi skor standar T (T-score). Penggunaan skor T memungkinkan interpretasi yang bersifat baku, karena perhitungannya didasarkan pada nilai rata-rata (mean) dan simpangan baku (*standard deviation*) dari keseluruhan skor responden, bukan berdasarkan jumlah butir pernyataan. Skor T memiliki nilai rata-rata standar sebesar 50 yang berfungsi sebagai titik tengah. Dengan demikian, responden yang memperoleh skor T lebih besar dari 50 dikategorikan memiliki sikap positif (*favorable*), sedangkan responden yang memperoleh skor T kurang dari 50 dikategorikan memiliki sikap negatif (*unfavorable*). Menurut Azwar, (2022) kategori untuk penilaian sikap adalah:

1. Sikap positif (menerima) jika skor T hasil perhitungan $\text{Mean } T > 50$.
2. Sikap negatif (menolak) jika skor T hasil perhitungan $\text{Mean } T < 50$.

3.4 Jadwal dan Rencana Kegiatan

Jadwal dan rencana kegiatan penelitian disusun untuk memberikan gambaran sistematis mengenai tahapan pelaksanaan penelitian, mulai dari tahap persiapan hingga penyusunan laporan akhir. Perencanaan kegiatan ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap tahapan penelitian dapat dilaksanakan secara terstruktur, efektif, dan sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan. Rincian jadwal kegiatan penelitian disajikan sebagai acuan dalam pemantauan pelaksanaan penelitian serta pengendalian waktu dan sumber daya yang digunakan, dan disajikan secara lengkap pada Lampiran 1.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Identifikasi Potensi Wilayah

4.1.1. Letak Geografis

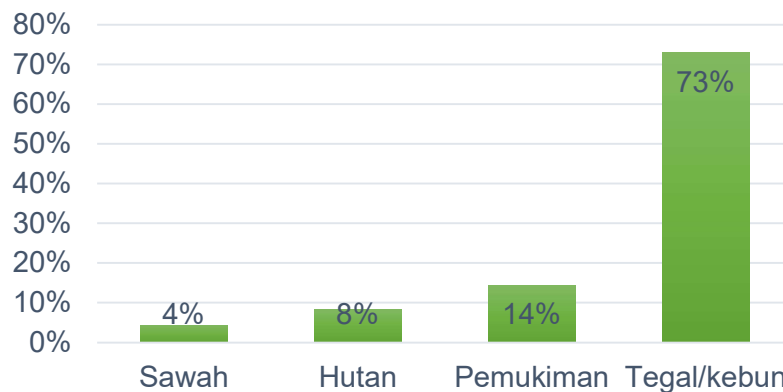
Desa Tawangargo terletak pada koordinat geografis 7°53'35" Lintang Selatan (LS) dan 112°53'41" Bujur Timur (BT), dan secara administratif berada di wilayah Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang. Desa ini terdiri atas 6 dusun, yaitu Dusun Suwaluhan, Dusun Kalimalang, Dusun Leban, Dusun Ngudi, Dusun Lasah, dan Dusun Sumpersari yang terbagi lagi menjadi 54 Rukun Tetangga (RT) dan 14 Rukun Warga (RW). Adapun batas-batas administratif Desa Tawangargo adalah sebagai berikut:

Sebelah Utara	: Perhutani
Sebelah Barat	: Desa Giripurno, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu
Sebelah Selatan	: Desa Pendem, Kecamatan Junrejo, Kota Batu
Sebelah Timur	: Desa Donowarih, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang

Berdasarkan hasil identifikasi potensi wilayah Desa Tawangargo memiliki potensi pertanian yang cukup besar, terutama pada sektor hortikultura. Hal ini ditunjukkan oleh luas lahan tegalan yang mencapai 301 ha. Komoditas yang banyak dibudidayakan oleh petani meliputi cabai, bunga kol, sawi, tomat, dan berbagai jenis tanaman hortikultura lainnya. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sektor hortikultura merupakan salah satu sumber utama pendapatan masyarakat sekaligus berperan penting dalam mendukung perekonomian desa.

4.1.2. Penggunaan Lahan

Berdasarkan data monografi Desa Tawangargo Tahun 2024, desa ini memiliki luas wilayah sekitar 617,120 hektare dan berada pada ketinggian ±777 meter di atas permukaan laut (mdpl). Kondisi geografis tersebut mendukung pengembangan berbagai komoditas pertanian, khususnya tanaman hortikultura. Adapun persentase penggunaan lahan di Desa Tawangargo disajikan pada gambar berikut.



Gambar 4. Diagram Data Penggunaan Lahan Desa Tawangargo

Penggunaan lahan di Desa Tawangargo didominasi oleh lahan tegal dan sawah. Luas lahan tegal mencapai 450 ha atau 72,92% dari total luas wilayah desa, lahan hutan seluas 52,12 ha atau 8,45%, sedangkan luas lahan sawah mencapai 27 ha atau 4,37%. Selebihnya 14,26%% lahan digunakan untuk permukiman, fasilitas umum, pekarangan, dan penggunaan lainnya dengan proporsi yang relatif lebih kecil. Dominasi lahan tegal tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah Desa Tawangargo dimanfaatkan untuk kegiatan pertanian lahan kering. Kondisi tersebut didukung oleh letak geografis dan ketinggian wilayah yang sesuai untuk pengembangan berbagai komoditas pertanian, khususnya tanaman hortikultura.

4.1.3. Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air hujan yang jatuh pada suatu wilayah dalam jangka waktu tertentu, yang biasanya diukur dalam satuan milimeter (mm). Data curah hujan di Desa Tawangargo selama lima tahun terakhir secara berturut-turut disajikan pada tabel berikut.

Tabel 5. Data Curah Hujan 5 Tahun Terakhir Desa Tawangargo

Tahun	Bulan												Jml (mm)
	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des	
2021	374	486	301	131	83	216	17	37	107	132	27	23	1934
2022	25	24	26	22	14	19	4	10	11	25	473	244	897
2023	279	210	277	115	106	83	3	1	0	3	297	314	1688
2024	193	456	276	300	3	5	41	39	41	97	143	376	1970
2025	375	289	227	55	200	52	3	113	33	52	112	293	1804

Sumber: Program BPP Kecamatan Karangploso 2026

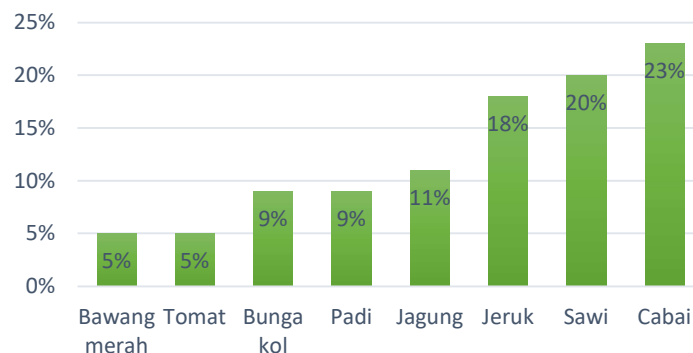
Data curah hujan Desa Tawangargo selama periode 2021-2025, dapat diketahui bahwa curah hujan tahunan mengalami fluktuasi yang cukup signifikan,

dengan curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2021 (1.934 mm) dan terendah pada tahun 2022 (897 mm), sedangkan pada tahun 2023, 2024, dan 2025 masing-masing tercatat sebesar 1.688 mm, 1.970 mm, dan 1.804 mm. Secara umum, curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Januari hingga April serta November dan Desember, sedangkan curah hujan terendah terjadi pada bulan Juli hingga September, yang menunjukkan pola musim hujan dan musim kemarau yang cukup jelas di wilayah tersebut.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa Desa Tawangargo memiliki ketersediaan air yang relatif cukup untuk mendukung kegiatan pertanian, khususnya pada bulan-bulan dengan curah hujan tinggi. Meskipun demikian, variabilitas curah hujan antartahun yang cukup tinggi, seperti yang terlihat pada tahun 2022, perlu diperhitungkan oleh petani dalam menentukan waktu tanam yang tepat guna meminimalkan risiko gagal panen akibat kekurangan maupun kelebihan air.

4.1.4. Komoditas Tanaman

Desa Tawangargo memiliki potensi yang cukup besar pada sektor pertanian, baik tanaman pangan maupun hortikultura. Potensi tersebut dapat dilihat dari keragaman komoditas yang dibudidayakan oleh petani serta proporsi luas lahan yang digunakan untuk masing-masing komoditas. Distribusi komoditas pertanian di Desa Tawangargo disajikan pada Gambar 7.



Gambar 5. Data Komoditas Pertanian Desa Tawangargo

Berdasarkan Gambar 5, komoditas yang mendominasi penggunaan lahan pertanian di Desa Tawangargo adalah jagung dengan proporsi sebesar 23%, diikuti oleh jeruk sebesar 20%, dan sawi sebesar 18%. Dominasi ketiga komoditas tersebut menunjukkan bahwa kegiatan usaha tani di Desa Tawangargo masih bertumpu pada sektor tanaman pangan dan sayuran sebagai sumber pendapatan utama masyarakat. Selain itu, terdapat komoditas hortikultura lain yang juga cukup

banyak dibudidayakan, yaitu cabai (11%), bunga kol (9%), dan padi (9%), sementara tomat dan bawang merah masing-masing memiliki proporsi sebesar 5%.

Komposisi tersebut menunjukkan bahwa sektor hortikultura memiliki peran yang cukup penting dalam sistem pertanian Desa Tawangargo. Kondisi geografis desa yang berada pada wilayah dataran tinggi dengan suhu udara yang relatif sejuk mendukung pertumbuhan berbagai jenis tanaman sayuran dan buah-buahan. Keberagaman komoditas yang diusahakan petani juga membuka peluang peningkatan pendapatan melalui diversifikasi usaha tani, sekaligus mengurangi risiko kerugian akibat kegagalan panen pada satu jenis komoditas tertentu.

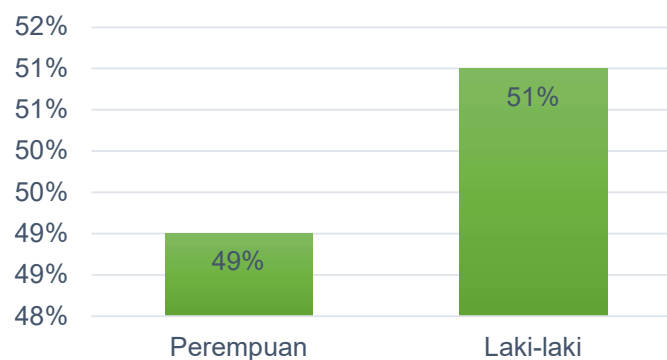
Salah satu komoditas hortikultura yang berpotensi untuk terus dikembangkan adalah bunga kol, yang menempati proporsi lahan sebesar 9%. Komoditas ini memiliki nilai ekonomi yang cukup baik dengan permintaan pasar yang relatif stabil. Namun, dalam praktik budi dayanya, petani masih menghadapi sejumlah kendala, terutama serangan hama ulat daun (*Plutella xylostella*) yang dapat menurunkan kualitas dan kuantitas hasil panen. Serangan hama tersebut kerap mendorong petani untuk melakukan aplikasi pestisida kimia secara intensif, sehingga berdampak pada peningkatan biaya produksi.

4.1.5. Sumber Daya Manusia

Berdasarkan data monografi Desa Tawangargo, jumlah penduduk tercatat sebanyak 10.225 jiwa yang tergabung dalam 3.544 kepala keluarga (KK). Jumlah penduduk tersebut terdiri atas penduduk laki-laki dan perempuan dengan jumlah yang relatif seimbang.

1. Jumlah Penduduk Berdasarkan Jenis Kelamin

Persentase jumlah penduduk berdasarkan jenis kelamin dapat dilihat pada Gambar 6.

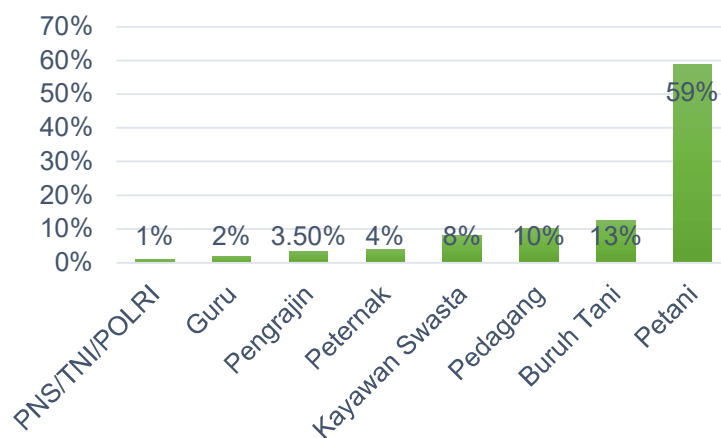


Gambar 6. Data Sumber Daya Manusia Desa Tawangargo

Diketahui bahwa komposisi jumlah penduduk laki-laki mencapai 5.174 jiwa atau sekitar 51% dari total penduduk, sedangkan jumlah penduduk perempuan sebanyak 5.051 jiwa atau sekitar 49%. Perbedaan jumlah tersebut menunjukkan bahwa struktur penduduk Desa Tawangargo relatif seimbang antara laki-laki dan perempuan. Kondisi ini menjadi potensi sumber daya manusia yang dapat mendukung berbagai kegiatan pembangunan desa, termasuk pada sektor pertanian. Keseimbangan komposisi penduduk berdasarkan jenis kelamin memberikan peluang yang sama bagi laki-laki maupun perempuan untuk berpartisipasi dalam kegiatan usaha tani, baik pada kegiatan budidaya, pascapanen, pengolahan hasil, maupun kegiatan agribisnis lainnya.

2. Jumlah Penduduk Berdasarkan Pekerjaan

Ketersediaan sumber daya alam Desa Tawangargo juga didukung oleh potensi sumber daya manusia yang memadai untuk mengelolanya. Berdasarkan data kependudukan, jumlah usia produktif masyarakat Desa Tawangargo pada usia 18-60 tahun yang tercatat sebanyak 6.230 orang dengan variasi pekerjaan. Presentase jumlah penduduk berdasarkan pekerjaannya disajikan pada gambar 7 berikut



Gambar 7. Diagram Jumlah Penduduk Berdasarkan Pekerjaan

4.1.6. Kelembagaan Petani

Kelembagaan merupakan salah satu unsur penting dalam mendukung pembangunan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat desa. Keberadaan berbagai lembaga di desa berperan dalam membantu pelaksanaan program pembangunan, pelayanan masyarakat, pemberdayaan masyarakat, serta pengembangan sektor pertanian. Hubungan antar lembaga tersebut dapat digambarkan melalui diagram kelembagaan yang menunjukkan tingkat keterkaitan

dan peran masing-masing lembaga dalam mendukung kehidupan masyarakat Desa Tawangargo. Diagram kelembagaan Desa Tawangargo disajikan pada Gambar 9.



Gambar 8. Diagram Venn Kelembagaan Petani

Berdasarkan Gambar 8, dapat diketahui bahwa terdapat berbagai lembaga yang saling berinteraksi dan bekerja sama dalam mendukung pembangunan serta kesejahteraan petani Desa Tawangargo. Lembaga-lembaga tersebut memiliki fungsi dan peran yang berbeda, namun tetap saling berkaitan dalam pelaksanaan berbagai kegiatan di tingkat desa. Keterkaitan tersebut terlihat antara petani, Penyuluh Pertanian Lapang, gabungan kelompok tani (Gapoktan), kelompok tani, kios tani, HIPPA, pemerintah desa, BUMDes, LPMP, BPD, PKK, Posyandu, Karang Taruna dan lembaga kemasyarakatan lainnya.

Dalam sektor pertanian, petani menjadi pelaku utama yang didukung oleh berbagai kelembagaan yang saling berkaitan. Kelompok tani dan Gapoktan berperan sebagai wadah pembelajaran, kerja sama, dan pertukaran informasi bagi petani, sedangkan Penyuluh Pertanian Lapang (PPL) berperan dalam memberikan pendampingan serta penyebaran inovasi teknologi pertanian. Selain itu, kios tani mendukung penyediaan sarana produksi pertanian, sementara HIPPA berperan dalam pengelolaan dan pendistribusian air irigasi untuk menunjang kegiatan usaha tani.

Di samping kelembagaan pertanian, terdapat pula lembaga pendukung lainnya seperti Pemerintah Desa, BPD, BUMDes, PKK, Posyandu, Karang Taruna, dan LPMP yang turut berperan dalam pembangunan dan pemberdayaan masyarakat. Keterkaitan antar lembaga tersebut menunjukkan adanya kerja sama yang mendukung kegiatan pertanian dan pembangunan desa, sehingga dapat

menjadi modal penting dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat Desa Tawangargo. Desa Tawangargo memiliki kelembagaan petani sebagai berikut.

1. Kelompok Tani

Kelompok tani merupakan salah satu kelembagaan pertanian yang memiliki kedekatan langsung dengan petani dan berperan dalam meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kapasitas, serta kualitas sumber daya manusia pertanian melalui berbagai kegiatan pembelajaran dan kerja sama usahatani (Fitra *et al.*, 2024). Keberadaan dan keaktifan kelompok tani berperan penting dalam mendukung pengembangan usaha tani serta efektivitas penyebaran informasi dan inovasi pertanian kepada anggotanya (Romadi *et al.*, 2023). Peraturan Menteri Pertanian Nomor 67 Tahun 2016 menyatakan bahwa kelompok tani dibentuk untuk berfungsi sebagai wahana belajar, wahana kerjasama, dan unit produksi para petani. Sehingga kelompok tani menjadi wahana pendidikan nonformal yang diharapkan akan meningkatkan kemandirian dalam menjalankan usaha taninya. Kelompok tani di Desa tawangargo diketahui pada Tabel sebagai berikut

Tabel 6. Kelompok Tani Desa Tawangargo

No	Nama Poktan	Ketua	Usaha Tani
1	Amar Tani	Taseri	Sawi, bunga kol, cabai, selada, tomat
2	Budidaya I	Budi	Jeruk, sawi, jagung manis
3	Budidaya II	Sugeng	Daun bawang, bunga kol, tomat
4	Rukun Damai	Achirin	Kubis, selada, buncis, daun bawang
5	Tani Makmur	Rockim	Padi, jagung manis, selada
6	Tani Mulya	Suyono	Cabai, selada, bunga kol, daun bawang
7	KWT Agro Lestari	Sukemi	Diversifikasi produk pertanian

Sumber: *Programa BPP Kecamatan Karangploso 2026*

Kegiatan usaha tani yang dilakukan oleh kelompok tani di Desa Tawangargo didominasi oleh komoditas hortikultura, di antaranya bunga kol, sawi, selada, cabai, tomat, kubis, buncis, dan daun bawang. Di samping komoditas hortikultura, terdapat pula komoditas lain yang diusahakan oleh petani setempat, yakni padi, jagung manis, dan jeruk. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sektor pertanian di Desa Tawangargo memiliki potensi yang cukup besar, khususnya dalam pengembangan tanaman hortikultura.

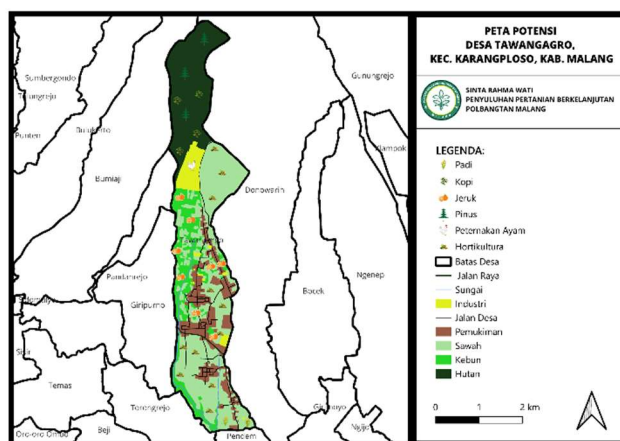
Keberadaan tujuh kelompok tani dengan ragam komoditas yang dibudidayakan menunjukkan bahwa kelembagaan petani di Desa Tawangargo tergolong aktif dalam mendukung kegiatan usaha tani. Salah satu komoditas hortikultura yang ditanam yaitu bunga kol, merupakan salah satu komoditas yang banyak dibudidayakan oleh beberapa kelompok tani sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai komoditas unggulan desa.

2. Gabungan Kelompok Tani

Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan) merupakan kelembagaan petani yang terdiri atas beberapa kelompok tani dalam satu wilayah yang bekerja sama untuk meningkatkan produktivitas usahatani, memperkuat posisi tawar petani, serta mempermudah akses terhadap informasi, teknologi, permodalan, dan pemasaran hasil pertanian (Kusumadinata, 2024). Di Desa Tawangargo memiliki satu gabungan kelompok tani yaitu Gapoktan Tani Rukun dengan jumlah anggota sebanyak 521 orang. Keberadaan Gapoktan Tani Rukun menjadi salah satu potensi kelembagaan pertanian yang berperan dalam mengkordinasikan kegiatan kelompok tani di tingkat desa.

Melalui gabungan kelompok tani para petani dapat memperkuat kerja sama antar kelompok, meningkatkan efisiensi usaha tani, serta memperluas akses terhadap sarana produksi, informasi pertanian, dan pemasaran hasil panen. Selain itu, Gapoktan Tani Rukun juga berfungsi sebagai media komunikasi dan pembelajaran bagi petani dalam mengembangkan usaha tani yang lebih produktif dan berkelanjutan. Berdasarkan kondisi tersebut, Gapoktan Tani Rukun memiliki peran strategis dalam mendukung pengembangan sektor pertanian di Desa Tawangargo. Sinergi antara kelompok tani dan Gapoktan diharapkan mampu meningkatkan kapasitas petani, memperkuat kelembagaan pertanian, serta mendukung peningkatan kesejahteraan masyarakat tani di desa.

4.1.7. Peta Potensi Wilayah



Gambar 9. Peta Potensi Wilayah Desa Tawangargo

Berdasarkan Gambar 9, dapat diketahui bahwa Desa Tawangargo memiliki potensi yang besar pada sektor pertanian, khususnya tanaman hortikultura. Komoditas yang banyak dibudidayakan oleh petani meliputi bunga kol, cabai, sawi, tomat, selada, dan jeruk yang tersebar pada berbagai wilayah budidaya. Selain

7

komoditas hortikultura, terdapat pula komoditas perkebunan berupa kopi yang dibudidayakan pada beberapa area tertentu. Keberagaman komoditas tersebut menunjukkan bahwa sektor pertanian merupakan salah satu penopang utama perekonomian masyarakat Desa Tawangargo. Selain sektor pertanian, Desa Tawangargo juga memiliki potensi pada subsektor peternakan yang terdiri atas ternak ayam, sapi, dan kambing.

Keberadaan sektor pertanian dan peternakan yang berkembang secara bersamaan memberikan peluang pemanfaatan sumber daya lokal yang melimpah. Berbagai limbah hasil pertanian maupun peternakan, seperti sisa tanaman, gulma, serta kotoran ternak, dapat diolah menjadi produk yang bernilai guna, seperti pupuk organik dan pestisida nabati. Pemanfaatan sumber daya tersebut dapat mendukung penerapan budidaya yang lebih ramah lingkungan sekaligus menjadi alternatif dalam meningkatkan produktivitas.

4.1.8. Kalender Tanam

Kalender tanam memberikan gambaran mengenai pola dan waktu penanaman komoditas yang disesuaikan dengan kondisi iklim serta karakteristik wilayah setempat. Informasi ini menjadi dasar dalam mengidentifikasi potensi pengembangan komoditas pertanian, sehingga kegiatan budidaya dapat dilaksanakan pada waktu yang tepat. Kalender tanam Desa Tawangargo hasil identifikasi potensi wilayah disajikan pada gambar berikut

Kalender Tanam											
Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov
Musim											
Padi											
Horti											
Kopi											
Jeruk											
Keterangan	Musim Hujan		Musim Kemarau		Musim Tanam Padi		Musim Tanam Hortikultura		Musim Tanam Kopi		Musim Tanam Jeruk

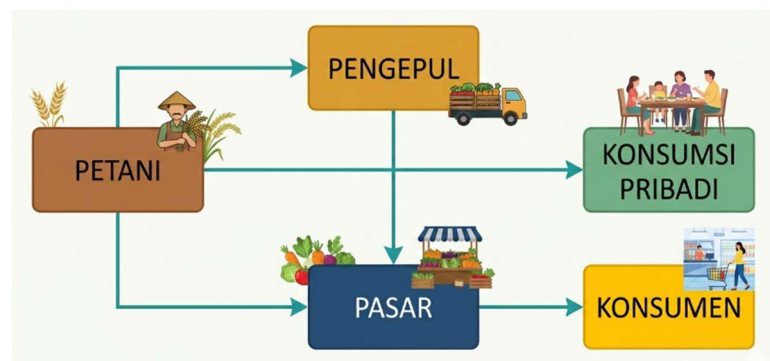
Gambar 10. Kalender Tanam Desa Tawangargo

Pola tanam di Desa Tawangargo menunjukkan bahwa petani membudidayakan tanaman hortikultura secara berkelanjutan sepanjang tahun, sementara komoditas tanaman pangan yang dibudidayakan hanya padi dengan satu kali musim tanam dalam setahun. Salah satu komoditas hortikultura yang banyak diusahakan adalah bunga kol, dengan luas tanam mencapai sekitar 66 ha

per tahun. Meskipun memiliki luas tanam yang cukup besar, produktivitas bunga kol di Desa Tawangargo belum optimal, dengan rata-rata hasil panen hanya berkisar ± 12 ton/ha. Hal ini kurang dari potensi hasil bunga kol pada budidaya optimal menurut Balitbangtan (2021), yang dapat mencapai 18-20 ton/ha. Kondisi ini menunjukkan masih terdapat peluang untuk meningkatkan produktivitas melalui penerapan teknologi budidaya serta pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) yang lebih efektif.

4.1.9. Alur Pemasaran Hasil Pertanian

Pemasaran merupakan salah satu aspek penting dalam kegiatan usahatani karena berperan dalam menyalurkan hasil produksi dari petani kepada konsumen. Sistem pemasaran yang baik dapat mendukung kelancaran distribusi hasil pertanian, memperluas jangkauan pasar, serta memberikan peluang bagi petani untuk memperoleh pendapatan yang optimal. Di Desa Tawangargo, hasil pertanian dipasarkan melalui beberapa saluran distribusi yang melibatkan berbagai pelaku pemasaran. Gambaran alur pemasaran hasil pertanian di Desa Tawangargo disajikan pada Gambar 11.



Gambar 11. Alur Pemasaran Hasil Pertanian

Sistem pemasaran hasil pertanian di Desa Tawangargo melibatkan beberapa pelaku utama dalam rantai distribusi, yaitu petani, pengepul, pasar, dan konsumen. Dari total hasil pertanian yang diproduksi, sebesar 5% dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi rumah tangga petani, sedangkan 95% sisanya dipasarkan guna memperoleh pendapatan. Pemasaran hasil pertanian tersebut umumnya dilakukan melalui dua jalur, yaitu melalui pengepul dan secara langsung ke pasar. Pengepul berperan mengumpulkan hasil panen dari petani untuk selanjutnya didistribusikan ke pasar maupun ke wilayah pemasaran lainnya. Selain melalui pengepul, petani juga memasarkan hasil panennya secara langsung ke pasar.

Keberadaan pasar dan pengepul memberikan kemudahan bagi petani dalam menyalurkan hasil produksinya kepada konsumen. Alur pemasaran tersebut mengindikasikan bahwa sektor pertanian di Desa Tawangargo telah didukung oleh jaringan distribusi yang memadai, sehingga hasil produksi dapat dipasarkan secara berkelanjutan. Kondisi ini menjadi salah satu faktor pendukung dalam pengembangan komoditas pertanian unggulan desa, khususnya komoditas hortikultura seperti bunga kol yang memiliki nilai ekonomi cukup tinggi, yaitu mencapai Rp16.000 per kilogram.

4.1.10. Analisis SWOT

Analisis SWOT dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi internal dan eksternal yang memengaruhi pengembangan usahatani bunga kol di Desa Tawangargo. Analisis ini meliputi identifikasi faktor kekuatan (*strengths*), kelemahan (*weaknesses*), peluang (*opportunities*), dan ancaman (*threats*), yang selanjutnya dipadukan untuk merumuskan alternatif strategi pengembangan. Faktor internal diperoleh dari potensi dan kendala yang dimiliki oleh wilayah maupun petani, sedangkan faktor eksternal bersumber dari kondisi lingkungan di luar usahatani yang berpotensi memberikan peluang maupun ancaman. Hasil analisis SWOT tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan strategi penyuluhan yang tepat guna meningkatkan penerapan inovasi, khususnya penerapan nanobiopestisida daun Afrika sebagai alternatif pengendalian hama ulat daun (*Plutella xylostella*) pada tanaman bunga kol. Hasil analisis SWOT tersebut disajikan pada tabel berikut

Tabel 7. Analisis SWOT

FAKTOR INTERNAL DAN EKSTERNAL	KEKUATAN (S)	KELEMAHAN (W)
	- Memiliki lahan pertanian yang luas - Ketinggian ± 777 mdpl yang ideal untuk budidaya hortikultura. - Kelembagaan petani dan PPL yang mendukung inovasi baru. - Memiliki jaringan pemasaran. - Ketersediaan bahan baku pestisida nabati.	- Serangan ulat daun (<i>Plutella xylostella</i>) pada bunga kol. - Tingginya penggunaan pestisida kimia. - Resistensi hama. - Petani belum mengenal teknologi nano pada pestisida nabati. - Pemanfaatan sumber daya lokal yang belum optimal.
PELUANG (O)	STRATEGI (S-O)	STRATEGI (W-O)
- Permintaan pasar bunga kol relatif stabil. - Kesadaran terhadap pertanian berkelanjutan. - Daun afrika berpotensi sebagai bahan pesnab. - Terdapat dukungan pemerintah/swasta untuk inovasi petani. - Wilayah yang dekat dengan BRMP Jatim	- Optimalisasi lahan hortikultura. - Sosialisasi penggunaan pestisida. - Penerapan penggunaan pestisida kimia secara bijak. - Penguatan kelembagaan petani sebagai perantara penyebaran inovasi. - Memanfaatkan adanya BRMP Jatim dalam akses teknologi.	- Pemanfaatan pestisida nabati sebagai alternatif pengendalian hama. - Adopsi inovasi melalui PPL. - Mengurangi ketergantungan pestisida kimia. - Sosialisasikan pestisida nabati ramah lingkungan - Mendorong inovasi teknologi melalui tren pertanian berkelanjutan.
ANCAMAN (T)	STRATEGI (S-T)	SRATEGI (W-T)
- Serangan hama yang dapat menyebabkan gagal panen - Perubahan cuaca - Ketergantungan pestisida kimia - Penurunan kualitas produk akibat residu pestisida kimia - Fluktuasi harga hasil pertanian	- Pengendalian hama secara terpadu dan serentak. - Diversifikasi komoditas. - Meningkatkan nilai tambah produk. - Kembangkan budidaya hortikultura berbasis teknologi ramah lingkungan guna menjaga kualitas hasil panen di tengah tuntutan keamanan pangan - Memanfaatkan dukungan PPL dalam pendampingan strategi adaptasi perubahan iklim dan OPT.	- Penerapan nanobiopestisida daun afrika sebagai alternatif pengendalian hama. - Meningkatkan keterampilan petani dalam aplikasi nanobiopestisida. - Mendorong pengendalian hama terpadu (PHT). - Penyuluhan bahaya residu pada pestisida kimia. - Meningkatkan ketepatan pengaplikasian nanobiopestisida daun Afrika pada bunga kol.

25 Berdasarkan Tabel 7 maka diperoleh kekuatan dan peluang berupa kelembagaan petani dan Penyuluh Pertanian Lapangan (PPL) yang mendukung inovasi baru, serta ketersediaan bahan baku pestisida nabati berupa daun Afrika yang selama ini belum dimanfaatkan secara maksimal. Wilayah budidaya yang berada pada ketinggian ± 777 mdpl sangat ideal untuk kegiatan hortikultura dan didukung lokasi yang dekat dengan BRMP Jatim, sehingga memudahkan petani dalam mengakses inovasi teknologi pertanian, termasuk teknologi nanobiopestisida. Permintaan pasar bunga kol yang relatif stabil serta meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap pertanian berkelanjutan turut menjadi peluang yang mendukung penerapan nanobiopestisida daun Afrika sebagai alternatif pengendalian hama yang lebih efektif dan ramah lingkungan.

Selain memiliki kekuatan dan peluang, berdasarkan hasil analisis SWOT juga terdapat kelemahan dan ancaman. Kelemahan utama yang ditemukan yaitu petani masih tinggi ketergantungannya terhadap pestisida kimia serta belum mengenal teknologi nano pada pestisida nabati, sehingga pemanfaatan sumber daya lokal seperti daun Afrika belum optimal. Kondisi ini diperparah dengan ancaman berupa serangan hama yang dapat menyebabkan gagal panen, resistensi hama akibat penggunaan pestisida kimia yang terus-menerus, penurunan kualitas produk akibat residu, hingga fluktuasi harga hasil pertanian. Rendahnya pemahaman petani terhadap teknologi nanobiopestisida menjadi kelemahan mendasar yang perlu segera diatasi agar potensi daun Afrika sebagai bahan baku pestisida nabati dapat dimanfaatkan secara maksimal.

Menjawab kelemahan dan ancaman tersebut, hasil analisis SWOT merumuskan strategi WT (*Weaknesses-Threats*) sebagai strategi prioritas, yaitu penerapan nanobiopestisida daun Afrika yang disertai dengan penyuluhan intensif kepada petani. Penyuluhan ini menjadi kunci utama karena tidak hanya memperkenalkan nanobiopestisida sebagai alternatif pengendalian hama yang lebih presisi dan minim residu, tetapi juga membekali petani dengan keterampilan teknis dalam mengaplikasikannya secara tepat mulai dari dosis, waktu aplikasi, hingga cara penyimpanan bahan baku daun Afrika. Melalui pendampingan PPL, petani diarahkan untuk memahami prinsip Pengendalian Hama Terpadu (PHT) sekaligus menyadari bahaya residu pestisida kimia terhadap kesehatan dan kesuburan tanah dalam jangka panjang. Dengan demikian, penyuluhan pengaplikasian nanobiopestisida daun Afrika diharapkan mampu mempercepat adopsi inovasi ini di tingkat petani, mengurangi ketergantungan terhadap pestisida

kimia, serta mendukung keberlanjutan usaha tani bunga kol yang lebih ramah lingkungan dan bernilai jual tinggi. Berdasarkan analisis SWOT tersebut, dirumuskan beberapa alternatif strategi pengendalian hama pada budidaya bunga kol melalui pemanfaatan nanobiopestisida daun Afrika, yang meliputi strategi SO, WO, ST, dan WT, sebagaimana disajikan pada Tabel berikut

Tabel 8. Penetapan Skala Prioritas Strategi

No	Asumsi Strategi	Petani yang Membutuhkan Strategi	Manfaat Bagi Petani	Akibat dari Tidak Diterapkannya Strategi	Nilai	Urutan Prioritas
1	Optimalisasi lahan hortikultura	3	3	2	8	11
2	Sosialisasi penggunaan pestisida	2	3	2	7	14
3	Penerapkan penggunaan pestisida kimia secara bijak	2	3	3	8	12
4	Penguatan kelembagaan petani sebagai perantara penyebaran informasi	2	2	2	6	17
5	Memfaatkan BRMP Jatim untuk mengakses teknologi	2	2	2	6	18
6	Pemanfaatan pestisida nabati sebagai alternatif pengendalian hama	4	4	3	11	3
7	Adopsi inovasi melalui PPL	3	3	3	9	7
8	Mengurangi ketergantungan pestisida kimia	3	4	3	10	6
9	Sosialisasi pestisida nabati ramah lingkungan	3	3	3	9	8
10	Mendorong inovasi teknologi melalui tren pertanian berkelanjutan	2	3	2	7	15
11	Pengendalian hama secara serentak	3	3	3	9	9
12	Diversifikasi komoditas	2	2	2	6	19
13	Meningkatkan nilai tambah produk	2	2	2	6	20
14	Mengembangkan budidaya hortikultura	3	3	2	8	12

No	Asumsi Strategi	Petani yang Membutuhkan Strategi	Manfaat Bagi Petani	Akibat dari Tidak Dditerapkannya Strategi	Nilai	Urutan Prioritas
15	berbasis teknologi ramah lingkungan Memfaatkan dukungan PPL dalam pendampingan adaptasi perubahan iklim dan OPT	2	3	2	7	16
16	Penerapan nanobiopestisida daun Afrika sebagai alternatif pengendalian hama	4	4	4	12	1
17	Meningkatkan keterampilan petani dalam aplikasi nanobiopestisida	4	4	3	11	4
18	Mendorong pengendalian hama terpadu (PHT)	3	3	3	9	10
19	Penyuluhan bahaya residu pestisida kimia pada bunga kol	4	4	3	11	5
20	Meningkatkan ketepatan pengaplikasian nanobiopestisida daun Afrika pada bunga kol	4	4	4	12	2

Sumber data: Data primer Penulis 2026.

Berdasarkan hasil skala prioritas pada Tabel 8, strategi penerapan nanobiopestisida daun Afrika sebagai alternatif pengendalian hama dan peningkatan ketepatan pengaplikasian nanobiopestisida daun Afrika pada bunga kol menempati urutan prioritas tertinggi dengan nilai masing-masing nilai 12. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan petani, manfaat yang diperoleh, serta risiko akibat tidak diterapkannya strategi ini tergolong sangat tinggi. Strategi peningkatan keterampilan petani dalam aplikasi nanobiopestisida dan penyuluhan bahaya residu pestisida kimia pada bunga kol juga berada pada urutan prioritas atas dengan nilai 11, yang menegaskan bahwa aspek penyuluhan dan pendampingan teknis menjadi kunci keberhasilan adopsi nanobiopestisida daun Afrika di tingkat petani. Dengan demikian, strategi prioritas yang direkomendasikan untuk diterapkan terlebih dahulu adalah strategi yang berfokus pada penyuluhan dan

penerapan nanobiopestisida daun Afrika sebagai solusi pengendalian hama pada budidaya bunga kol.

4.2. Efektivitas Nanobiopestisida Daun Afrika terhadap Ulat Daun pada Bunga Kol

Formulasi nanobiopestisida daun afrika (*Vernonia amygdalina*) yang dihasilkan pada penelitian ini selanjutnya dikarakterisasi menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) untuk mengetahui ukuran rata-rata dan distribusi partikel formulasi. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa nanobiopestisida daun afrika memiliki ukuran partikel rata-rata sebesar 58 nm, sebagaimana disajikan pada Lampiran 2. Ukuran tersebut berada dalam rentang skala nano (1-100 nm), sehingga formulasi yang dihasilkan dapat dikategorikan sebagai nanopartikel.

Ukuran partikel yang berada pada skala nano diharapkan dapat meningkatkan luas permukaan kontak bahan aktif dengan organisme sasaran, sehingga berpotensi meningkatkan efektivitas serta daya penetrasi bahan aktif ke dalam tubuh serangga uji dibandingkan dengan formulasi pestisida konvensional yang berukuran mikro. Dengan demikian, formulasi nanobiopestisida yang dihasilkan diharapkan mampu memberikan aktivitas insektisida yang lebih optimal.

Selanjutnya, efektivitas nanobiopestisida daun afrika terhadap ulat daun (*Plutella xylostella*) pada tanaman bunga kol dievaluasi berdasarkan dua parameter utama, yaitu persentase mortalitas larva dengan menganalisis nilai LC50 dan LT50 serta aktivitas antifeedant (penghambatan makan). Kedua parameter tersebut digunakan untuk menilai kemampuan formulasi nanobiopestisida dalam menyebabkan kematian larva serta menghambat aktivitas makan larva uji.

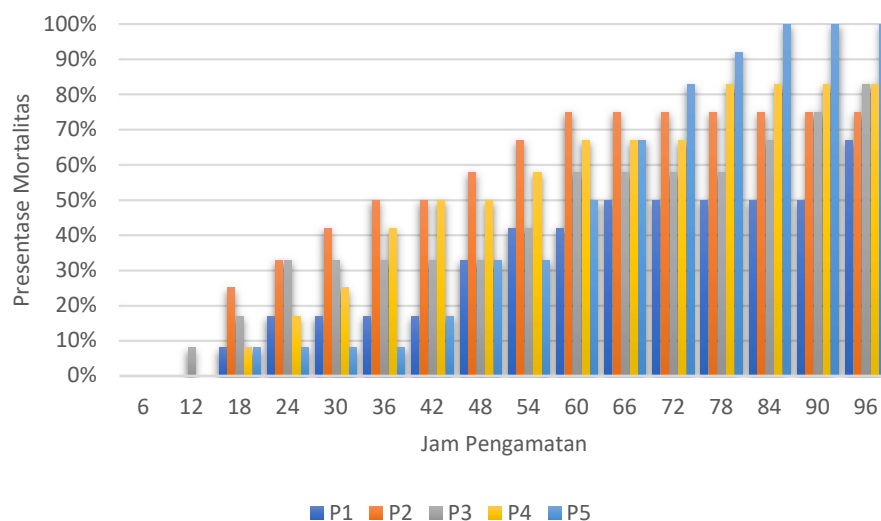
4.2.1. Mortalitas

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, data mortalitas larva uji menunjukkan adanya peningkatan jumlah kematian yang konsisten seiring dengan bertambahnya waktu pengamatan dan konsentrasi perlakuan yang diberikan. Pola peningkatan mortalitas mengindikasikan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara besarnya konsentrasi zat uji dengan tingkat kematian larva (Chem *et al.*, 2025). Sejalan dengan prinsip toksikologi dasar yang menyatakan bahwa semakin tinggi dosis suatu zat toksik yang diberikan, maka semakin besar efek letalnya terhadap organisme target (Burgess *et al.*, 2020).

Peningkatan mortalitas yang terjadi mengindikasikan adanya efek beracun dari zat uji yang masuk ke dalam tubuh larva melalui jalur penetrasi kutikel, sistem

pernapasan, maupun saluran pencernaan, sehingga mengganggu sistem fisiologis larva secara menyeluruh. Mekanisme toksisitas tersebut umumnya melibatkan gangguan pada sistem saraf, penghambatan enzim asetilkolinesterase, kerusakan membran sel, atau terganggunya proses respirasi seluler yang pada akhirnya mengakibatkan kematian larva (Bilal *et al.*, 2022).

Pada penelitian ini, seluruh larva uji digunakan pada instar III yang seragam, sehingga variasi respons akibat perbedaan tahap perkembangan dapat dieliminasi dan larva berada pada kondisi yang cukup matang namun tetap sensitif terhadap zat uji (Lerrick *et al.*, 2023). Penyeragaman instar ini penting karena larva pada tahap perkembangan berbeda dapat menunjukkan sensitivitas yang tidak setara akibat perbedaan struktur kutikula dan kapasitas metabolisme, sehingga pola mortalitas yang teramati dapat dikaitkan secara langsung dengan variasi konsentrasi dan waktu paparan zat uji. Data mortalitas larva uji selama periode pengamatan 6 hingga 96 jam pada seluruh perlakuan disajikan pada diagram batang berikut



Gambar 12. Kurva Presentase Mortalitas

Pada hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa perlakuan kontrol tidak mengalami mortalitas, yang berarti bahwa kematian ulat daun (*Plutella xylostella*) pada perlakuan lain disebabkan akibat perlakuan nanobiopestisida daun afrika yang diberikan. Pada keseluruhan perlakuan menunjukkan mortalitas yang terus bertambah dari waktu ke waktu yang artinya efek toksik dari nanobiopestisida daun afrika maupun pestisida kimia tidak muncul secara instan, melainkan terakumulasi seiring lamanya paparan terhadap ulat daun (*Plutella xylostella*).

116 Meningkatnya mortalitas pada akhir jam ke-96 pada konsentrasi terendah
4 hingga tertinggi yaitu sebesar 67% sampai 83% menunjukkan bahwa semakin tinggi
192 konsentrasi yang diberikan, maka semakin tinggi mortalitas ulat daun (*Plutella*
27 *xylostella*). Hal ini sejalan dengan penelitian Luqman dan Yuliani (2023) yang
menyebutkan bahwa mortalitas hama berbanding lurus dengan tingginya
konsentrasi ekstrak yang diberikan. Kematian ulat daun (*Plutella xylostella*) diduga
karena keracunan akibat senyawa metabolit sekunder yang masuk kedalam tubuh.
Kandungan flavonoid, saponin, steroid, dan tanin pada daun afrika diketahui bersifat
toksik dan dapat menyebabkan mortalitas hama, dimana semakin tinggi
konsentrasi ekstrak yang diberikan maka nilai LC50 semakin rendah atau semakin
sedikit konsentrasi yang dibutuhkan untuk membunuh separuh larva uji (Rumape
et al., 2023).

16 Mortalitas ulat daun (*Plutella xylostella*) pada pengujian efektifitas
nanobiopestisida daun afrika tidak sepenuhnya konsisten pada setiap waktu
pengamatan. Pada jam ke-36 dan ke-48, perlakuan konsentrasi 6% menghasilkan
presentase mortalitas yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan konsentrasi 12%.
Ketidaksesuaian tersebut tidak dapat diartikan bahwa konsentrasi 6% lebih toksik
dibandingkan konsentrasi 12%, melainkan lebih mencerminkan variabilitas alami
yang umum terjadi dalam pengujian bioassay pada organisme hidup. Setiap
individu larva uji memiliki kondisi fisiologis, daya tahan tubuh, dan tingkat
sensitivitas yang berbeda-beda terhadap senyawa toksik, sehingga meskipun
berada pada taraf konsentrasi yang sama, respons yang ditunjukkan tidak selalu
seragam. Oleh karena itu, penyimpangan pada titik waktu tertentu masih dapat
diterima selama kecenderungan umum antar konsentrasi secara keseluruhan
tetap menunjukkan pola peningkatan.

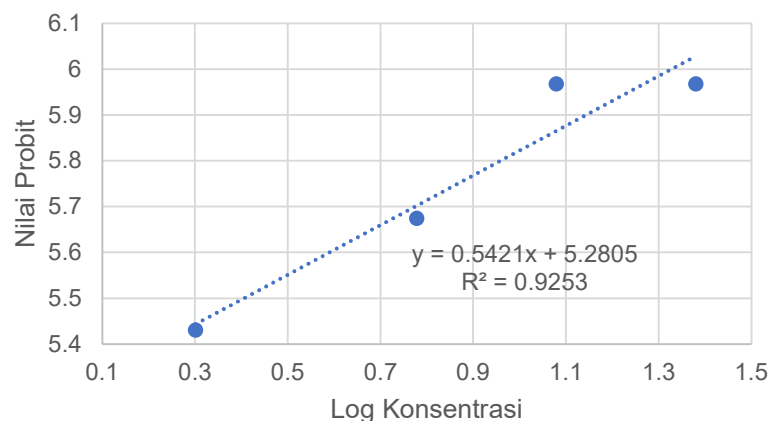
Perlakuan pestisida kimia memberikan respon mortalitas yang rendah pada
awal pengamatan yaitu hanya 8%. Setelah memasuki pengamatan ke 48-84jam
perlakuan pestisida kimia mengalami peningkatan mencapai 100% hingga ke-96
jam. Perbedaan pola tersebut mengindikasikan adanya perbedaan mekanisme
kerja antara pestisida kimia dan nanobiopestisida daun Afrika. Pestisida kimia
memerlukan waktu yang lebih lama untuk menunjukkan efek awal, tetapi memiliki
toksikitas jauh lebih kuat dan terus terakumulasi hingga menyebabkan kematian
pada seluruh larva uji. Sebaliknya, nanobiopestisida daun Afrika bekerja lebih
cepat pada pengamatan awal, namun efektivitasnya cenderung mencapai titik

jenuh pada kisaran 67-83% dan tidak sampai menyamai mortalitas total sebagaimana yang dicapai oleh pestisida kimia.

Secara keseluruhan nanobiopestisida daun Afrika memiliki potensi yang cukup baik sebagai insektisida nabati terhadap ulat daun (*Plutella xylostella*), yang ditunjukkan oleh kemampuannya membunuh lebih dari 80% larva uji pada konsentrasi 12% dan 24%. Meskipun efektivitasnya belum mampu menyamai pestisida kimia dari segi kecepatan kerja maupun mortalitas akhir, nanobiopestisida ini tetap menawarkan alternatif pengendalian hama yang lebih ramah lingkungan.

1. Lethal Concentration 50 (LC50)

Data mortalitas akhir dari masing-masing perlakuan diplotkan terhadap log konsentrasi untuk menghasilkan persamaan regresi linear yang selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai LC50. Penentuan nilai LC50 dilakukan menggunakan analisis probit dengan menghubungkan nilai log konsentrasi terhadap nilai probit mortalitas. Hasil analisis probit tersebut disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar berikut



Gambar 13. Gambar grafik LC 50

Hasil analisis regresi probit terhadap data mortalitas ulat daun (*Plutella xylostella*) pada empat taraf konsentrasi nanobiopestisida daun Afrika (*Vernonia amygdalina*), yaitu 2%, 6%, 12%, dan 24%, menghasilkan persamaan garis regresi sebagai berikut:

$$y = 0,5421x + 5,2805$$

y = Nilai probit mortalitas

x = Log konsentrasi

112 Nilai koefisien regresi sebesar 0,5421 yang bertanda positif menunjukkan
27 bahwa terdapat hubungan searah antara peningkatan konsentrasi
179 nanobiopestisida dengan peningkatan mortalitas larva uji, sehingga semakin tinggi
konsentrasi yang diaplikasikan, maka semakin tinggi persentase kematian larva
yang ditimbulkan. Hal ini konsisten dengan data mortalitas yang diperoleh, di mana
persentase kematian larva meningkat dari 66,67% pada konsentrasi 2% menjadi
83,33% pada konsentrasi 12% dan 24%.

Nilai LC50 diperoleh dengan mensubstitusikan nilai probit pada mortalitas
50% ($y = 5$) ke dalam persamaan regresi tersebut:

$$5 = 0,5421x + 5,2805$$

$$0,5421x = 5 - 5,2805$$

$$0,5421x = -0,2805$$

$$X = \frac{-0,2805}{0,5421} = -0,5174$$

Nilai x yang diperoleh merupakan nilai log konsentrasi, sehingga untuk
mendapatkan nilai LC50 dalam satuan konsentrasi asli, dilakukan transformasi
anti-log (invers logaritma):

$$\text{LC50} = 10^x = 10^{-0,5174} = 0,3038\%$$

2 Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi
nanobiopestisida daun Afrika cenderung mempercepat kematian larva, meskipun
polanya tidak sepenuhnya linear. Hal ini dapat terjadi pada uji bioassay serangga
karena hubungan antara konsentrasi bahan aktif dan waktu kematian tidak selalu
bersifat linear pada setiap taraf konsentrasi, meskipun secara umum peningkatan
konsentrasi bahan aktif nabati berbanding lurus dengan percepatan waktu
kematian serangga uji (Latifa & Haryadi, 2024). Hasil analisis probit terhadap data
mortalitas pada penelitian ini juga menunjukkan nilai LC50 nanobiopestisida daun
Afrika terhadap ulat daun (*Plutella xylostella*) sebesar 0,3038%, yang
mengindikasikan bahwa konsentrasi yang dibutuhkan untuk mematikan 50%
populasi larva uji berada jauh di bawah taraf konsentrasi terendah yang diuji yaitu
2%, sehingga menegaskan tingginya tingkat toksisitas nanobiopestisida ini
terhadap larva sasaran.

87 Efektivitas nanobiopestisida ini diduga berkaitan dengan kandungan
38 senyawa metabolit sekunder pada daun Afrika, seperti flavonoid, saponin, tanin,
dan alkaloid, yang bersifat toksik terhadap larva serangga melalui mekanisme

racun perut (*stomach poison*) dan penghambat aktivitas makan (*antifeedant*). Senyawa-senyawa tersebut diduga mengganggu sistem pencernaan dan metabolisme larva, sehingga mempercepat terjadinya kematian meskipun pada konsentrasi rendah. Semakin kecil nilai LC50, maka semakin besar potensi toksik suatu zat terhadap organisme uji (Pohan *et al.*, 2023).

2. Lethal Time 50 (LT50)

Nilai LT50 diperoleh secara matematis melalui analisis regresi linear antara presentase mortalitas kumulatif larva pada sumbu y dengan waktu pengamatan dalam jam pada sumbu x dimasing-masing perlakuan. Analisis nilai LT50 ditentukan dalam mensubstitusikan $y = 0,5$ (50%) ke dalam persamaan regresi linear masing-masing perlakuan. Kurva analisis regresi dan nilai LT50 pada pengujian efektifitas nanobiopestisida daun afrika untuk pengendalian ulat daun (*Plutella xylostella*) pada bunga kol disajikan pada lampiran 3 dan tabel berikut

Tabel 9. Tabel LT 50

Perlakuan	Konsentrasi (%)	Persamaan Regresi Linear	R ²	Nilai LT50
P1	2	$y = 2,1178x + 0,9798$	0,9324	79,12
P2	6	$y = 2,5634x + 0,8695$	0,9340	40,86
P3	12	$y = 2,1624x + 1,2772$	0,9360	52,68
P4	24	$y = 2,9262x + 0,1658$	0,9576	44,88

Sumber data: Data primer Penulis 2026

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi nanobiopestisida daun Afrika cenderung mempercepat kematian larva, meskipun polanya tidak sepenuhnya linear. Hal ini dapat terjadi pada uji bioassay serangga karena hubungan antara konsentrasi bahan aktif dan waktu kematian tidak selalu bersifat linear pada setiap taraf konsentrasi, meskipun secara umum peningkatan konsentrasi bahan aktif nabati berbanding lurus dengan percepatan waktu kematian serangga uji (Latifa & Haryadi, 2024). Hasil analisis probit terhadap data mortalitas pada penelitian ini juga menunjukkan nilai LC50 nanobiopestisida daun Afrika terhadap ulat daun (*Plutella xylostella*) sebesar 0,3038%, yang mengindikasikan bahwa konsentrasi yang dibutuhkan untuk mematikan 50% populasi larva uji berada jauh di bawah taraf konsentrasi terendah yang diuji (2%), sehingga menegaskan tingginya tingkat toksisitas nanobiopestisida ini terhadap larva sasaran.

Nilai LT50 pada penelitian ini berbeda-beda pada tiap taraf konsentrasi, dengan nilai LT50 tercepat diperoleh pada perlakuan P2 dengan konsentrasi 6% sebesar 40,86 jam, sedangkan LT50 terlama diperoleh pada perlakuan P1

(konsentrasi 2%) sebesar 79,12 jam. Perlakuan P4 dengan konsentrasi tertinggi 24%, tidak menghasilkan LT50 yang paling cepat, melainkan berada di angka 44,88 jam, sehingga urutan kecepatan waktu kematian larva tidak sepenuhnya berbanding lurus dengan besarnya konsentrasi yang diujikan. Nilai LT50 yang tidak sepenuhnya berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi, sebagaimana teramati pada perlakuan P2 dan P4 dalam penelitian ini, menunjukkan bahwa kepekaan serangga terhadap suatu insektisida tidak hanya ditentukan oleh besarnya konsentrasi bahan aktif, tetapi juga dipengaruhi oleh sifat fisiologis individu, sehingga dalam satu populasi selalu terdapat variasi respons antarindividu terhadap paparan bahan aktif yang sama. Dibandingkan dengan pestisida kimia (P5) yang memiliki LT50 sebesar 45,01 jam, efektivitas nanobiopestisida daun Afrika pada konsentrasi uji P2 dan P4 menunjukkan nilai LT50 setara atau bahkan lebih cepat.

Toksisitas nanobiopestisida daun Afrika terhadap larva uji juga dipengaruhi oleh faktor nanoteknologi yang diterapkan dalam formulasinya. Teknologi nano dapat memperkecil ukuran partikel bahan aktif pestisida hingga skala nanometer, sehingga bahan aktif tersebut menjadi lebih mudah diserap oleh organisme pengganggu tumbuhan (Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian RI, 2022). Temuan ini memperkuat arah pengembangan biopestisida nabati sebagai alternatif pengendalian hama yang lebih ramah lingkungan. Menurut Listiyani (2025), biopestisida berbahan nabati terbukti efektif menekan populasi hama sekaligus memperbaiki kualitas tanah dan biodiversitas. Hal ini sejalan dengan hasil penyuluhan pemanfaatan agens hayati menunjukkan bahwa biopestisida mampu diadopsi petani sebagai alternatif pengendalian hama yang efektif dan ramah lingkungan (Farasifa *et al.*, 2024).

4.2.2. Antifeedant

Aktivitas makan larva diamati untuk mengetahui kemampuan nanobiopestisida dalam menghambat konsumsi pakan oleh larva. Semakin rendah nilai aktivitas makan yang diperoleh menunjukkan semakin kuat efek *antifeedant* yang ditimbulkan (Isman, 2020). Aktivitas makan larva diamati setiap 12 jam sekali selama 96 jam setelah aplikasi perlakuan. Hasil pengamatan *antifeedant* dianalisis menggunakan uji One Way Anova yang terdapat pada lampiran 4 dan uji lanjut Duncan disajikan pada tabel berikut

Tabel 10. Aktivitas *Antifeedant* Ulat Daun (*Plutella xylostella*) Pada Berbagai Konsentrasi Nanobiopestisida Daun Afrika

	12 Jam	24 Jam	36 Jam	48 Jam	60 Jam	72 Jam	84 Jam	96 Jam
P1	32.0±5.8 ^a	26.1±18.6 ^a	30.5±12.8 ^a	22.1±1.2 ^a	19.0±0.5 ^a	14.7±3.9 ^a	7.5±4.3 ^a	6.6±2.9 ^a
P2	52.2±3.7 ^b	22.2±11.6 ^a	35.9±13.0 ^a	36.4±1.6 ^b	35.3±0.9 ^b	28.1±5.3 ^b	18.4±1.1 ^b	8.5±5.0 ^a
P3	67.5±3.2 ^c	43.5±18.5 ^a	42.2±14.7 ^a	50.0±1.5 ^c	48.3±0.9 ^c	41.9±4.6 ^c	33.1±1.0 ^c	23.8±2.5 ^b
P4	83.2±2.0 ^d	33.0±6.6 ^a	47.5±4.0 ^a	64.3±2.0 ^d	61.9±1.3 ^d	59.3±2.2 ^d	50.3±1.2 ^e	41.8±2.2 ^c
P5	92.5±1.4 ^e	40.5±17.9 ^a	48.1±17.4 ^a	78.6±2.4 ^e	75.5±1.7 ^e	69.8±5.7 ^e	65.4±1.4 ^e	58.4±1.9 ^d

Sumber data: Data primer Penulis 2026

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa aktivitas *antifeedant* dipengaruhi oleh dua faktor yaitu lama waktu aplikasi dan konsentrasi nanobiopestisida daun afrika. Aktivitas *antifeedant* ulat daun (*Plutella xylostella*) terhadap daun bunga kol secara invitro mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya konsentrasi yang diaplikasikan. Perlakuan P4 dengan konsentrasi 24% menghasilkan presentase *antifeedant* tertinggi diantara perlakuan nanobiopestisida daun afrika dengan nilai yang mendekati perlakuan P5 atau pestisida kimia.

Respon *antifeedant* yang telah teramati berkaitan dengan kandungan metabolit sekunder pada daun afrika yaitu flavonoid, saponin, steroid, dan tanin (Hudan & Praticia, 2022). Senyawa flafonoid diketahui dapat mengganggu sistem saraf serangga, sedangkan senyawa saponin dapat menghambat proses pembentukan energi dalam tubuh serangga sehingga menyebabkan serangga mengalami kelemahan dan penurunan nafsu makan (Ahyanti & Yushananta, 2023). Hal ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi ekstrak yang diaplikasikan maka semakin besar jumlah senyawa aktif yang bersifat toksik pada larva uji, sehingga efek penghambatan aktivitas makan yang ditimbulkan turut meningkat (Luqman & Yuliani, 2023)

Selain dipengaruhi oleh konsentrasi nanobiopestisida daun afrika, aktivitas *antifeedant* juga menunjukkan penurunan seiring bertambahnya waktu setelah aplikasi yang mengindikasikan terjadinya degradasi senyawa aktif pada ekstrak nabati akibat faktor lingkungan seperti suhu atau proses oksidasi, dan tidak stabilnya larutan nanobiopestisida daun afrika. Temuan ini terlihat jelas pada jam ke-24 dimana seluruh perlakuan mengalami penurunan nilai *antifeedant* secara drastis dan tidak menunjukkan perbedaan nyata satu sama lain, sehingga terdapat anomali data P1 sebesar 26,17% yang secara numerik lebih tinggi dibandingkan P2 sebesar 22,28%. Hal ini dapat terjadi dikarenakan perbedaan masing-masing respon larva pada pengujian bioassay, dinilai dari simpangan baku pada kedua perlakuan tergolong tinggi yaitu sebesar ±18,68 pada P1 dan ±11,61 pada P2.

Tingginya keragaman pada jam ke-24 diduga terjadi karena periode tersebut merupakan fase transisi, yaitu efek awal aplikasi pada jam ke-12 mulai menurun namun belum stabil membentuk pola *antifeedant* yang konsisten, sehingga respon individu ulat daun (*Plutella xylostella*) menjadi bervariasi. Setelah melewati fase transisi, pola *antifeedant* kemabali terlihat jelas pada jam ke-48 dan seterusnya, meskipun dengan nilai yang terus menurun hingga jam ke-96. Berbeda dengan perlakuan pestisida kimia yang bahan aktifnya relatif lebih stabil sehingga tetap mempertahankan aktivitas *antifeedant* tertinggi secara konsisten sepanjang waktu pengamatan.

Perlakuan P4 dengan konsentrasi 24% nanobiopestisida daun afrika menghasilkan performa mendekati P5 atau pestisida kimia yang mengindikasikan bahwa formulasi nano turut berperan dalam meningkatkan efektifitas ekstrak, dikarenakan ukuran partikel yang lebih kecil memungkinkan penetrasi dan kontak dengan tubuh ulat daun (*Plutella xylostella*) menjadi lebih optimal dibandingkan ekstrak konvensional. Berdasarkan aktivitas *antifeedant* ulat daun (*Plutella xylostella*) tersebut, nanobiopestisida daun afrika memiliki potensi sebagai alternatif pengendalian hama secara ramah lingkungan, meskipun aktivitasnya belum sepenuhnya menyamai pestisida kimia. Sifat pestisida nabati yang mudah terurai menyebabkan penurunan efektifitas seiring waktu, namun karakteristik tersebut justru menjadi keunggulan tersendiri jika ditinjau dari aspek keamanan lingkungan dibandingkan residu pestisida kimia. Dengan demikian nanobiopestisida daun afrika berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai alternatif pengendalian ulat daun (*Plutella xylostella*) pada tanaman bunga kol secara ramah lingkungan.

4.3. Deskripsi Sasaran Penyuluhan

Kelompok Tani Amar Tani berlokasi di Desa Tawangargo dengan keanggotaan mencapai 83 orang petani hortikultura. Sasaran penyuluhan dipilih berdasarkan tiga kriteria, yaitu petani yang menanam tanaman bunga kol (*Brassica oleracea*), petani yang mengalami kerugian ekonomi akibat serangan ulat daun (*Plutella xylostella*) dan keaktifan dalam kegiatan kelompok serta kesediaan mengikuti seluruh rangkaian penyuluhan. Pada pelaksanaan kegiatan tugas akhir ini, jumlah responden yang terlibat sebanyak 30 orang petani dipilih sebagai sasaran penyuluhan

Kelompok Tani Amar Tani secara rutin melaksanakan kegiatan kelompok sebagai wadah bagi petani untuk bertukar informasi, berdiskusi mengenai

permasalahan usaha tani, serta memperoleh berbagai informasi dan inovasi di bidang pertanian. Keberhasilan kegiatan penyuluhan pertanian sangat dipengaruhi oleh karakteristik sasaran penyuluhan, mengingat karakteristik individu petani akan menentukan kemampuan dalam menerima, memahami, dan mengadopsi suatu inovasi pertanian. Karakteristik petani yang dikaji dalam kegiatan ini meliputi usia, tingkat pendidikan, dan lama berusaha tani. Menurut Irdiana *et al.*, (2023) karakteristik petani merupakan salah satu faktor yang memengaruhi keberhasilan penyuluhan pertanian karena berkaitan erat dengan kemampuan petani dalam menerima dan menerapkan inovasi yang disampaikan oleh penyuluh.

Tabel 11. Karakteristik Sasaran Berdasarkan Usia

No	Usia	Jumlah	Presentase %
1	21-39	3	10
2	31-40	1	3
3	41-50	7	23
4	51-60	9	30
5	61-70	8	27
6	71-80	2	7
Jumlah		30	100

Sumber: Data Primer 2026

Berdasarkan karakteristik usia, sebagian besar responden berada pada rentang usia 51-65 tahun, yakni sebanyak 14 orang (47%), diikuti oleh kelompok usia 36-50 tahun sebanyak 8 orang (27%), usia 66-80 tahun sebanyak 5 orang (16%), dan usia 21-35 tahun sebanyak 3 orang (10%). Hasil tersebut menunjukkan bahwa mayoritas sasaran penyuluhan berada pada kelompok usia produktif. Usia produktif merupakan rentang usia yang ditandai dengan kondisi fisik dan mental yang masih optimal dalam menunjang aktivitas usaha tani, serta relatif lebih mudah dalam menerima informasi dan mengadopsi inovasi baru dibandingkan dengan kelompok usia lanjut. Karakteristik usia menjadi salah satu faktor penting dalam menentukan keberhasilan kegiatan penyuluhan, mengingat usia berkaitan erat dengan kemampuan petani dalam memahami dan menerapkan teknologi maupun inovasi pertanian yang diperkenalkan oleh penyuluh. Berdasarkan lama berusaha tani sasaran penyuluhan dapat dikategorikan sebagai berikut

Tabel 12. Karakteristik Sasaran Berdasarkan Lama Bertani

No	Lama Bertani	Jumlah	Presentase
1	<10	5	17
2	10–20	9	30
3	>20	16	53
Jumlah		30	100

Sumber: Data Primer 2026

Berdasarkan lama berusahatani, sebagian besar responden memiliki pengalaman usahatani lebih dari 20 tahun sebanyak 16 orang (53%), sedangkan petani yang memiliki pengalaman 10-20 tahun sebanyak 9 orang (30%) dan kurang dari 10 tahun sebanyak 5 orang (17%). Menurut Gusti *et al* (2021) lama berusahatani dapat dikelompokkan menjadi kategori rendah (<10 tahun), sedang (10-20 tahun), dan tinggi (>20 tahun). Hasil tersebut menunjukkan bahwa mayoritas responden termasuk dalam kategori pengalaman usahatani tinggi. Kelompok tani Amar Tani memiliki perbedaan tingkat pendidikan sebagai berikut

Tabel 13. Tabel Karakteristik Sasaran Berdasarkan Tingkat Pendidikan

No	Tingkat Pendidikan	Jumlah	Presentase %
1	SD	10	33
2	SMP	8	27
3	SMA	11	37
4	Perguruan Tinggi	1	3
Jumlah		30	100

Sumber: Data Primer 2026

Berdasarkan karakteristik usia, tingkat pendidikan, dan lama berusahatani tersebut, sasaran penyuluhan pada Kelompok Tani Amar Tani memiliki potensi yang baik dalam menerima materi penyuluhan. Mayoritas petani berada pada usia produktif, memiliki tingkat pendidikan menengah, serta pengalaman berusahatani yang tinggi. Kondisi tersebut menjadi modal yang mendukung keberhasilan kegiatan penyuluhan dan memperbesar peluang adopsi inovasi yang diperkenalkan kepada petani.

4.4. Hasil Implementasi Desain Penyuluhan

4.4.1 Tujuan Penyuluhan

Tujuan penyuluhan pada penelitian ini adalah untuk meningkatkan pengetahuan petani serta membentuk sikap petani ke arah positif setelah mengikuti kegiatan penyuluhan mengenai pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika (*Vernonia amygdalina*) sebagai upaya pengendalian ulat daun (*Plutella xylostella*) pada tanaman bunga kol secara ramah lingkungan. Perumusan tujuan

72 penyuluhan mengacu pada kerangka SMART yang berarti *Specific (Spesifik)*, *Measurable (Terukur)*, *Achievable (Dapat dicapai)*, *Realistic (Realistis)*, dan *Time-bound (Memiliki batas waktu)*.

1. *Specific (Spesifik)*

Kegiatan penyuluhan difokuskan pada peningkatan pengetahuan dan pembentukan sikap positif petani mengenai pengaplikasian nanobiopestisida berbahan daun afrika sebagai salah satu inovasi dalam pengendalian hama tanaman. Materi penyuluhan meliputi pengenalan nanobiopestisida, manfaat penggunaannya dibandingkan pestisida kimia, prinsip kerja, dosis dan konsentrasi aplikasi, waktu aplikasi, teknik penyemprotan yang tepat, serta tindakan keselamatan kerja selama proses aplikasi berlangsung. Sasaran kegiatan penyuluhan adalah petani anggota kelompok tani yang telah ditetapkan sebagai responden penelitian.

2. *Measurable (Terukur)*

75 Keberhasilan kegiatan penyuluhan diukur berdasarkan peningkatan pengetahuan dan perubahan sikap petani setelah mengikuti kegiatan penyuluhan. Pengukuran dilakukan melalui kegiatan evaluasi dengan menggunakan instrumen berupa kuesioner *pre-test* dan *post-test*. Hasil evaluasi tersebut digunakan untuk mengetahui tingkat efektivitas penyuluhan dalam meningkatkan pengetahuan serta mendorong perubahan sikap petani terhadap penerapan nanobiopestisida berbahan daun afrika.

3. *Achievable (Dapat dicapai)*

Materi penyuluhan mengenai pengaplikasian nanobiopestisida berbahan daun afrika merupakan suatu inovasi yang dapat diterapkan secara langsung oleh petani dalam kegiatan budidaya. Meskipun proses pembuatan nanobiopestisida memerlukan peralatan khusus sehingga belum dapat dilakukan secara mandiri oleh petani, tahapan pengaplikasiannya relatif mudah dipahami dan dilaksanakan sesuai dengan kondisi usahatani yang ada. Selain itu, ketersediaan daun afrika yang melimpah di wilayah setempat menjadikan inovasi nanobiopestisida yang diperkenalkan memiliki keterkaitan yang erat dengan potensi sumber daya lokal.

4. *Realistic (Realistis)*

Target penyuluhan ditetapkan berupa peningkatan pengetahuan petani disertai perubahan sikap ke arah positif terhadap penggunaan nanobiopestisida berbahan daun afrika. Target tersebut dinilai realistis berdasarkan hasil Identifikasi Potensi Wilayah (IPW) yang menunjukkan bahwa petani pada umumnya masih

mengandalkan pestisida kimia dalam pengendalian hama dan belum memperoleh informasi mengenai pemanfaatan nanobiopestisida sebagai alternatif pengendalian yang lebih ramah lingkungan. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa kegiatan penyuluhan memiliki peluang yang besar untuk meningkatkan pengetahuan sekaligus membentuk sikap positif petani terhadap inovasi yang diperkenalkan.

5. Time-bound (Memiliki batas waktu)

Pencapaian tujuan penyuluhan direncanakan dalam kurun waktu 14 hari, terhitung sejak pelaksanaan penyuluhan hingga kegiatan evaluasi akhir. Evaluasi dilaksanakan pada hari yang berbeda setelah penyampaian materi agar hasil yang diperoleh dapat menggambarkan tingkat pemahaman, daya ingat, dan perubahan sikap petani terhadap materi pengaplikasian nanobiopestisida berbahan daun afrika secara lebih akurat. Dengan demikian, hasil evaluasi yang diperoleh diharapkan dapat mencerminkan efektivitas kegiatan penyuluhan secara lebih objektif dan komprehensif.

4.4.2 Materi Penyuluhan

Materi penyuluhan merupakan informasi baru yang disampaikan oleh penyuluh kepada sasaran penyuluhan sebagai upaya untuk meningkatkan pengetahuan, membentuk sikap dan mendorong perubahan perilaku petani dalam menerapkan suatu inovasi baru (Putri & Ananda, 2022). Penyusunan materi penyuluhan harus didasari pada identifikasi kebutuhan, potensi wilayah, serta permasalahan yang dihadapi oleh sasaran penyuluhan sehingga materi yang diberikan dapat bermanfaat.

Berdasarkan hasil Identifikasi Potensi Wilayah (IPW) di Desa Tawangargo permasalahan yang dihadapi petani bunga kol adalah terdapat serangan ulat daun (*Plutella xylostella*). Serangan hama tersebut menyebabkan daun berlubang, menghambat pembentukan krop, menurunkan kualitas hasil panen, dan menyebabkan kegagalan panen. Selama ini upaya pengendalian didominasi oleh penggunaan pestisida kimia sintesis secara berulang yang berpotensi menimbulkan resistensi hama serta berdampak negatif terhadap lingkungan. Dengan demikian perlu adanya pengendalian ramah lingkungan dengan memanfaatkan potensi lokal, salah satunya pembuatan pestisida daun afrika. Pembuatan pestisida nabati dengan penambahan teknologi nano diharapkan dapat meningkatkan efektifitas dibandingkan pestisida nabati pada umumnya sebagai solusi terhadap permasalahan petani.

Penelitian untuk materi penyuluhan ini diawali dengan pembuatan formulasi nanobiopestisida daun afrika pada tanggal 27 Januari 2026. Tahapan selanjutnya dilakukan pengujian karakteristik partikel menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA) pada tanggal 17 April 2026 untuk mengetahui ukuran partikel yang dihasilkan dari formulasi nanobiopestisida. Setelah diperoleh formulasi dengan karakteristik yang sesuai, dilakukan pengujian efektifitas secara *in vitro* terhadap ulat daun (*Plutella xylostella*) pada daun bunga kol pada tanggal 12-16 Mei 2026. Pengujian tersebut menggunakan parameter mortalitas untuk menentukan nilai LC50 dan LT50, serta pengamatan aktivitas *antifeedant* guna mengetahui kemampuan nanobiopestisida dalam menghambat aktivitas makan larva.

Hasil kajian menunjukkan bahwa nanobiopestisida daun afrika memiliki potensi sebagai pestisida nabati berbasis teknologi nano yang dapat dimanfaatkan dalam pengendalian ulat daun pada tanaman bunga kol. Berdasarkan hasil tersebut, materi penyuluhan yang ditetapkan adalah pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika (*Vernonia amygdalina*) sebagai alternatif pengendalian ulat daun (*Plutella xylostella*) pada tanaman bunga kol secara ramah lingkungan. Materi ini dipilih karena merupakan inovasi yang sesuai dengan kebutuhan petani, memanfaatkan sumber daya lokal yang tersedia di Desa Tawangargo, serta mendukung penerapan budidaya tanaman yang lebih berkelanjutan dan mengurangi ketergantungan terhadap pestisida sintesis.

Dengan demikian, hasil penelitian memiliki keterkaitan yang erat dengan penyusunan desain penyuluhan, khususnya pada tahap penetapan materi. Materi yang disusun tidak hanya didasarkan pada hasil penelitian mengenai efektivitas nanobiopestisida daun afrika, tetapi juga mempertimbangkan potensi wilayah dan permasalahan aktual yang dihadapi petani, sehingga materi penyuluhan yang disampaikan menjadi lebih relevan, mudah diterapkan, dan berpotensi meningkatkan adopsi inovasi oleh petani.

4.4.3 Metode Penyuluhan

Metode penyuluhan merupakan cara yang digunakan penyuluh dalam menyampaikan materi kepada sasaran agar tujuan penyuluhan dapat tercapai secara efektif. Penetapan metode penyuluhan dalam penelitian ini didasarkan pada hasil Identifikasi Potensi Wilayah (IPW), karakteristik petani sasaran, tujuan penyuluhan, materi, media, serta kondisi pelaksanaan kegiatan. Berdasarkan hasil analisis matriks penetapan metode, metode yang dipilih yaitu diskusi dan demonstrasi cara.

Metode diskusi dipilih agar terjadi komunikasi dua arah antara penyuluh dan petani, sehingga petani dapat menyampaikan pengalaman dan kendala yang dihadapi dalam pengendalian ulat daun (*Plutella xylostella*) pada tanaman bunga kol. Karakteristik sasaran yang didominasi usia produktif 31-40 tahun menunjukkan bahwa petani masih aktif dalam menerima informasi baru, namun tingkat pendidikan yang didominasi SD menyebabkan penyampaian materi perlu dilakukan secara interaktif agar lebih mudah dipahami. Melalui diskusi, petani yang cenderung selektif dalam menerima inovasi dapat mengajukan pertanyaan dan menyampaikan tanggapan, sehingga diharapkan kepercayaan mereka terhadap nanobiopestisida daun afrika sebagai alternatif pengendalian hama yang ramah lingkungan dapat meningkat.

Metode demonstrasi cara digunakan untuk memperlihatkan secara langsung tahapan pengaplikasian naobiopestisida daun afrika pada tanaman bunga kol. Demonstrasi cara dilakukan agar petani tidak hanya memahami materi secara teoritis, tetapi juga mengetahui secara langsung teknik aplikasi yang benar, dosis yang digunakan, waktu aplikasi, serta prosedur kerja di lapangan. Melalui metode ini, petani memperoleh pengalaman belajar secara langsung sehingga mampu meningkatkan keyakinan terhadap kemudahan penerapan inovasi tersebut.

4.4.4 Media Penyuluhan

Media penyuluhan adalah sarana untuk menyampaikan informasi dan inovasi kepada sasaran penyuluhan sehingga proses difusi teknologi dapat berlangsung lebih efektif. Penetapan media penyuluhan yang digunakan merupakan hasil dari Identifikasi Potensi Wilayah (IPW) dengan kesesuaian antara karakteristik sasaran, tujuan, materi, metode, dan kondisi sasaran penyuluhan (Nurdiantin & Al Qifary, 2022). Berdasarkan hasil analisis matriks penetapan media penyuluhan, media yang dipilih adalah folder, video, dan benda sesungguhnya.

Media folder dipilih karena karakteristik petani sasaran didominasi oleh kelompok umur 31-40 tahun dengan tingkat pendidikan terakhir sebagian besar Sekolah Dasar (SD). Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa petani masih memerlukan media yang menyajikan informasi secara sederhana, sistematis, dan mudah dipahami. Folder memungkinkan petani memperoleh informasi mengenai pengertian nanobiopestisida daun afrika, manfaat, keunggulan, dosis, waktu aplikasi, serta langkah-langkah pengaplikasian pada tanaman bunga kol secara

ringkas namun lengkap. Selain itu, folder dapat dibawa pulang sehingga informasi yang diperoleh dapat dipelajari kembali secara mandiri.

Media video dipilih karena mampu menampilkan proses pembuatan nanobiopestisida daun afrika secara visual sehingga memudahkan petani memahami pengertian teknologi nano pada pestisida nabati. Penyajian informasi melalui gambar bergerak dan suara membuat materi lebih menarik dibandingkan penyampaian secara lisan saja, terutama bagi petani dengan tingkat pendidikan dasar. Penggunaan media audio visual dalam penyuluhan terbukti meningkatkan pemahaman serta penerimaan petani terhadap inovasi yang disampaikan (Romadi & Hamyana, 2020).

Selain media video, digunakan media berupa benda sesungguhnya yaitu contoh nanobiopestisida daun afrika beserta alat aplikasi yang digunakan dalam penyuluhan. Penggunaan benda sesungguhnya memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret karena petani dapat mengamati secara langsung bentuk produk, karakteristik larutan, serta teknik pengaplikasiannya pada tanaman bunga kol. Media ini diharapkan dapat meningkatkan kepercayaan petani terhadap inovasi yang diperkenalkan sehingga mendorong terbentuknya sikap positif dalam mengadopsi teknologi pengendalian hama yang lebih ramah lingkungan. Efektivitas media penyuluhan akan semakin meningkat apabila media yang digunakan sesuai dengan karakteristik sasaran dan tujuan penyuluhan (Christologus *et al.*, 2022). Media penyuluhan disajikan pada lampiran 11.

4.4.5 Pelaksanaan Penyuluhan

Dalam rangka memastikan kegiatan penyuluhan pertanian berjalan dengan lancar dan materi yang disampaikan dapat diterima dengan baik oleh sasaran penyuluhan, pelaksanaan dibagi ke dalam beberapa tahapan kegiatan, yaitu sebagai berikut

1. Persiapan

Sebelum melaksanakan penyuluhan, terlebih dahulu dilakukan koordinasi dengan pihak-pihak terkait guna memastikan kegiatan dapat berjalan dengan lancar. Koordinasi tersebut meliputi permohonan izin kepada perangkat desa dan pengurus kelompok tani serta penetapan lokasi dan waktu pelaksanaan penyuluhan. Persiapan juga meliputi administrasi dan kelengkapan sarana menunjang penyuluhan.

Pada tanggal 17 Juni 2026 dilakukan persiapan administrasi meliputi Lembar Persiapan Menyuluh (LPM), sinopsis, berita acara, undangan, serta daftar

hadir. Lembar Persiapan Menyuluh (LPM) dibuat sebagai acuan pelaksanaan kegiatan penyuluhan yang berisi judul, tujuan, sasaran, waktu, tempat penyuluhan, metode, media, serta pembagian waktu kegiatan secara terperinci. Lembar tersebut juga berfungsi sebagai penentu waktu yang diperlukan selama penyuluhan secara terperinci. Lembar persiapan menyuluh ini juga disetujui oleh penyuluh pertanian Desa Tawangargo yang terdapat di Lampiran 12.

Sebelum melaksanakan penyuluhan perlunya pembuatan sinopsis sebagai kerangka ringkas dari keseluruhan materi yang dirancang untuk disampaikan kepada sasaran penyuluhan. Sinopsis dibutuhkan agar penyampaian materi penyuluhan tidak keluar dari pembahasan utama. Sinopsis berisi mengenai informasi hasil kajian nanobiopestisida daun afrika untuk pengendalian ulat daun (*Plutella xylostella*) pada tanaman bunga kol. Selain membuat sinopsis, persiapan penyuluhan memerlukan berita acara yang merupakan bukti telah dilaksanakan penyuluhan yang terdapat pada Lampiran 13.

2. Pelaksanaan

Pelaksanaan penyuluhan dilakukan pada hari Kamis, 18 Juni 2026 bertempat di Zona tameng Desa Tawangargo sesuai kesepakatan yang telah ditetapkan sebelumnya. Pada pelaksanaan kegiatan tersebut penulis didampingi oleh PPL Desa Tawangargo yang turut memberikan dukungan selama kegiatan berlangsung. Penyuluhan diawali dengan pengisian daftar hadir oleh peserta yang telah hadir, kemudian dilanjutkan dengan pembukaan acara oleh moderator. Acara dibuka dengan sambutan dari PPL Desa Tawangargo yaitu Ibu Risa, dan dilanjutkan sambutan dari Ketua Kelompok Tani Amar Tani yaitu Bapak Taseri.

Selanjutnya moderator mempersilakan penulis untuk menyampaikan maksud dan tujuan kegiatan penyuluhan. Sebelum penyampaian materi dimulai, terlebih dahulu dilaksanakan *pre-test* sebagai evaluasi awal guna mengetahui tingkat pengetahuan dan sikap petani sebelum menerima materi penyuluhan. Kemudian dilakukan penyampaian materi menggunakan media folder yang berisi tulisan dan gambar terkait dengan pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika pada tanaman bunga kol dan mendiskusikan materi yang belum dipahami. Setelah itu dilakukan demonstrasi cara pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika. Setelah demonstrasi cara selesai, kemudian dilanjutkan penyampaian simpulan dari materi yang telah disampaikan serta memberikan sumbang saran terhadap produk nanobiopestisida daun afrika. Setelah kegiatan penyampaian materi selesai, ditutup oleh moderator dan pengisian *post-test*.

4.4.6 Evaluasi Penyuluhan

Evaluasi penyuluhan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari rangkaian kegiatan penyuluhan pertanian, yang bertujuan untuk mengukur tingkat keberhasilan materi yang telah disampaikan kepada petani. Kegiatan evaluasi penyuluhan ini dilaksanakan di Kelompok Tani Amar Tani, Desa Tawangargo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang. Melalui evaluasi ini, dapat diketahui ada atau tidaknya peningkatan pengetahuan petani serta perubahan sikap ke arah positif terhadap pengaplikasian nanobiopestisida berbahan daun afrika. Adapun tahapan pelaksanaan evaluasi penyuluhan adalah sebagai berikut.

1. Instrumen Evaluasi Penyuluhan

Instrumen evaluasi penyuluhan yang digunakan dalam penelitian ini berupa kuesioner dengan pertanyaan tertutup sehingga menghasilkan data kuantitatif yang dapat dianalisis untuk mengetahui tingkat keberhasilan penyuluhan. Sebelum menyusun butir pertanyaan, terlebih dahulu ditetapkan indikator evaluasi yang disesuaikan dengan tujuan penyuluhan serta materi yang disampaikan. Penentuan indikator ini bertujuan agar setiap butir pertanyaan mampu mengukur perubahan yang terjadi pada sasaran secara tepat.

Indikator evaluasi pada aspek pengetahuan disusun berdasarkan Taksonomi Bloom Revisi yang mengelompokkan ranah kognitif ke dalam enam tingkatan, yaitu mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta (Nafiati, 2021). Berdasarkan tujuan penyuluhan, penelitian ini menggunakan indikator mengingat dan memahami sebagai dasar penyusunan instrumen evaluasi aspek pengetahuan. Pemilihan kedua indikator tersebut didasarkan pada tujuan penyuluhan yang berfokus pada peningkatan pengetahuan petani mengenai pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika (*Vernonia amygdalina*) sebagai alternatif pengendalian ulat daun (*Plutella xylostella*) pada tanaman bunga kol, sehingga diharapkan petani mampu mengenali serta memahami informasi yang telah disampaikan selama kegiatan penyuluhan. Kuesioner aspek pengetahuan diukur menggunakan skala Guttman.

Adapun aspek sikap diukur menggunakan indikator berdasarkan teori Ajzen yang meliputi aspek afektif, yaitu menerima, merespon, menghargai, dan bertanggung jawab. Keempat indikator tersebut mencerminkan tingkat penerimaan dan kesiapan petani dalam merespons serta menerapkan inovasi nanobiopestisida daun afrika dalam kegiatan budidaya. Berdasarkan indikator tersebut, selanjutnya disusun kisi-kisi instrumen evaluasi yang terdapat pada

Lampiran 15. Pernyataan pada aspek pengetahuan dan aspek sikap dibuat secara terperinci menggunakan skala Likert dan kuesioner evaluasi secara lengkap terdapat pada Lampiran 16.

2. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas

Sebelum dibagikan kepada sasaran, instrumen evaluasi penyuluhan terlebih dahulu diuji validitas dan reliabilitasnya dilakukan melalui *expert judgment* oleh Dr. Eny Wahyuning Purwanti., SP., MP dan Dr. Irianti Kurniasari., SP., M. Biotech pada tanggal 15 Juni 2026, dengan meminta penilaian dari kedua ahli tersebut terhadap kesesuaian butir pertanyaan dengan indikator dan tujuan penyuluhan yang telah ditetapkan. Validitas instrumen dianalisis menggunakan koefisien Aiken's *V*, sedangkan reliabilitas dianalisis menggunakan metode *Percentage Agreement* (PA) berdasarkan hasil penilaian dua orang ahli.

a. Aspek Pengetahuan

Instrumen evaluasi aspek pengetahuan terdiri atas 12 butir pertanyaan yang disusun berdasarkan indikator peningkatan pengetahuan mengenai pengaplikasian nanobiopestisida daun Afrika. Hasil uji validitas menunjukkan bahwa nilai koefisien Aiken's *V* pada setiap butir pertanyaan berada pada rentang 0,75-1,00, dengan nilai rata-rata sebesar 0,875. Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh butir pertanyaan memiliki validitas isi yang baik sehingga layak digunakan sebagai instrumen evaluasi penyuluhan.

Hasil uji reliabilitas menggunakan metode *Percentage Agreement* (PA) menunjukkan nilai rata-rata sebesar 90,00%. Nilai tersebut lebih besar dari batas minimal 75%, sehingga dapat disimpulkan bahwa instrumen aspek pengetahuan memiliki tingkat kesepakatan antarvalidator yang tinggi dan dinyatakan reliabel untuk digunakan dalam penelitian. Hasil uji validitas dan reliabilitas instrumen aspek pengetahuan secara lengkap disajikan pada Lampiran 17.

b. Aspek Sikap

Instrumen evaluasi aspek sikap terdiri atas 12 butir pernyataan yang disusun untuk mengukur perubahan sikap sasaran terhadap pengaplikasian nanobiopestisida daun Afrika setelah mengikuti kegiatan penyuluhan. Hasil uji validitas menunjukkan bahwa nilai koefisien Aiken's *V* pada setiap butir pernyataan berada pada rentang 0,75-1,00, dengan nilai rata-rata sebesar 0,958. Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh butir pernyataan memiliki validitas isi yang sangat baik sehingga layak digunakan sebagai instrumen penelitian.

Hasil uji reliabilitas menggunakan metode *Percentage Agreement* (PA) menunjukkan nilai rata-rata sebesar 96,67%. Nilai tersebut lebih besar dari batas minimal 75%, sehingga dapat disimpulkan bahwa instrumen aspek sikap memiliki tingkat kesepakatan antarvalidator yang sangat tinggi dan dinyatakan reliabel untuk digunakan dalam penelitian. Hasil uji validitas dan reliabilitas instrumen aspek sikap secara lengkap disajikan pada Lampiran 18.

3. Hasil Evaluasi Penyuluhan

Evaluasi penyuluhan dilakukan untuk mengetahui peningkatan pengetahuan sasaran setelah mengikuti kegiatan penyuluhan mengenai pengaplikasian nanobiopestisida daun Afrika pada tanaman bunga kol. Data hasil evaluasi yang diperoleh dari instrumen *pre-test* dan *post-test* dianalisis secara manual menggunakan Microsoft Excel serta dianalisis secara statistik menggunakan IBM SPSS Statistics 27. Sebelum dilakukan uji hipotesis, data terlebih dahulu diuji normalitasnya untuk mengetahui distribusi data, sehingga dapat ditentukan jenis uji statistik yang sesuai.

c. Aspek Pengetahuan

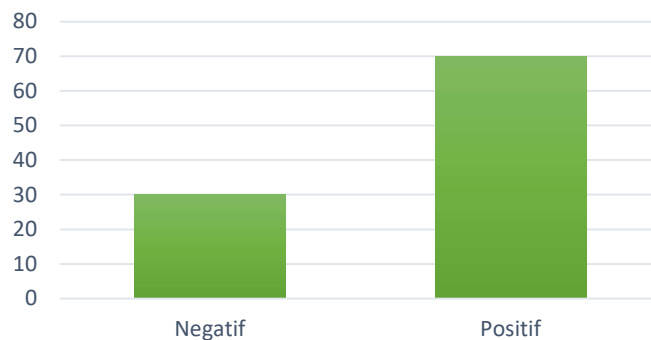
Hasil uji normalitas pada aspek pengetahuan menunjukkan bahwa data tidak berdistribusi normal, sehingga uji hipotesis dilakukan menggunakan uji non-parametrik Wilcoxon Signed Ranks Test. Berdasarkan hasil uji Wilcoxon Signed Ranks Test menunjukkan bahwa tidak terdapat peserta yang mengalami penurunan nilai (*negative ranks* = 0), sedangkan seluruh peserta ($n = 30$) mengalami peningkatan nilai setelah mengikuti penyuluhan (*positive ranks* = 30) dengan rata-rata peringkat sebesar 15,50 dan jumlah peringkat sebesar 465,00. Hasil uji statistik diperoleh nilai Z sebesar -4,848 dengan nilai signifikansi (Asymp. Sig. 2-tailed) sebesar $p < 0,001$. Oleh karena nilai $p < 0,05$, maka H_0 ditolak, yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai *pre-test* dan *post-test* pada aspek pengetahuan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kegiatan penyuluhan mengenai pengaplikasian nanobiopestisida daun Afrika pada tanaman bunga kol terbukti efektif dalam meningkatkan pengetahuan sasaran secara statistik. Hasil uji statistik aspek pengetahuan disajikan pada lampiran 21.

Peningkatan pengetahuan sasaran setelah pelaksanaan penyuluhan menunjukkan bahwa materi mengenai pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika pada tanaman bunga kol dapat diterima dengan baik oleh petani. Melalui penyampaian materi terkait manfaat, dosis, waktu, dan teknik aplikasi yang tepat, sasaran menjadi lebih memahami cara penggunaan nanobiopestisida dalam

15 mengendalikan ulat daun (*Plutella xylostella*). Hasil ini sejalan dengan penelitian Nursalam *et al.*, (2022) yang menyatakan bahwa penyuluhan pertanian berperan sebagai media transfer informasi dan teknologi yang mampu meningkatkan pengetahuan petani sebagai dasar penerapan inovasi di tingkat usahatani.

d. Aspek Sikap

Aspek sikap diukur untuk mengukur respon petani setelah pelaksanaan penyuluhan. Evaluasi aspek sikap diukur setelah dilakukan penyuluhan dan data yang diperoleh dari hasil evaluasi dianalisis menggunakan skoring dengan skala likert. Apabila nilai skor $T >$ nilai mean (50) maka sasaran penyuluhan memiliki sikap positif, sedangkan apabila nilai skor $T <$ nilai mean (50) maka sasaran penyuluhan memiliki sikap negatif. Berikut adalah hasil evaluasi tingkat sikap sasaran yang disajikan dalam bentuk gambar 13



Gambar 14. Evaluasi Tingkat Aspek Sikap

134 Dari total 30 sasaran penyuluhan, 21 orang (70%) menunjukkan sikap positif dan 9 orang (30%) menunjukkan sikap negatif. Data skor evaluasi aspek sikap dapat dilihat pada lampiran 23. Respon positif pada aspek sikap ini menunjukkan bahwa petani memiliki pemikiran yang lebih terbuka untuk menerima informasi mengenai pengendalian hama dengan pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika untuk pengendalian ulat daun (*Plutella xylostella*) pada bunga kol. Sasaran juga menunjukkan semangat dan antusiasme yang tinggi selama mengikuti kegiatan penyuluhan. Kegiatan penyuluhan berperan penting dalam mendorong perubahan sikap petani ke arah yang lebih mendukung praktik pertanian. Menurut Cahyanto & Wardana (2024) bahwa penyuluhan Pengendalian Hama Terpadu dinilai sangat krusial dalam memperkuat adopsi praktik ramah lingkungan dikalangan petani.

Sikap negatif diduga disebabkan oleh ketidakpahaman mengenai nanobiopestisida. Hal ini dikarenakan penerapan teknologi nano pada biopestisida

masih tergolong inovasi baru yang belum familiar bagi sebagian petani, sehingga muncul keraguan terhadap efektivitas maupun cara penggunaannya. Kondisi tersebut menyebabkan sebagian sasaran belum memahami dengan baik cara pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika untuk pengendalian ulat daun (*Plutella xylostella*), sehingga sikap yang terbentuk terhadap inovasi tersebut cenderung kurang positif.

Pada teori difusi inovasi menurut Rogers (2003) pada tahap persuasion dalam proses difusi inovasi, sikap individu terhadap suatu inovasi dipengaruhi oleh persepsinya terhadap karakteristik inovasi, salah satunya complexity atau tingkat kerumitan. Inovasi yang dianggap rumit atau sulit dipahami cenderung memperlambat penerimaan karena calon pengguna butuh waktu untuk memahami cara kerja dan manfaatnya. Sikap negatif yang masih ditemukan dalam penelitian ini diduga berkaitan dengan persepsi bahwa nanobiopestisida merupakan teknologi baru yang belum sepenuhnya dipahami, sehingga diperlukan penyampaian materi yang lebih intensif disertai demonstrasi aplikasi langsung agar petani memperoleh pengalaman dan keyakinan terhadap manfaat inovasi tersebut.

4

4.4.7 Rencana Tindak Lanjut

Rencana tindak lanjut atau RTL disusun dengan mempertimbangkan hasil penelitian dan penyuluhan. Adapun rencana tindak lanjut yang dapat dilakukan sebagai berikut

1. Perlu dilakukan pendampingan dan penyuluhan lanjutan yang lebih intensif, khususnya bagi 9 orang (30%) sasaran yang masih menunjukkan sikap negatif, agar pemahaman dan keyakinan mereka meningkat.
2. Perlu dilakukan demonstrasi plot (demplot) pada lahan petani guna meyakinkan petani untuk mengadopsi aplikasi nanobiopestisida daun afrika pada tanaman bunga kol.
3. Perlu dilakukan monitoring pasca penyuluhan secara berkala bersama PPL setempat untuk memastikan keberlanjutan adopsi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan penyuluhan mengenai pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika (*Vernonia amygdalina*) untuk pengendalian ulat daun (*Plutella xylostella*) pada bunga kol (*Brassica oleracea*) di Desa Tawangargo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang dapat disimpulkan sebagai berikut

1. Nanobiopestisida daun afrika terbukti efektif dalam mengendalikan hama ulat daun (*Plutella xylostella*) pada tanaman bunga kol secara in vitro, dengan tingkat mortalitas larva yang meningkat seiring bertambahnya konsentrasi dan waktu pengamatan, mencapai 66,67%-83,33% pada rentang konsentrasi 2%-24%. Hasil analisis probit menunjukkan nilai LC50 sebesar 0,3038%, yang mengindikasikan tingkat toksisitas nanobiopestisida daun afrika yang tinggi terhadap larva uji. Nilai LT50 tercepat diperoleh pada perlakuan P2 dengan konsentrasi 6% sebesar 40,86 jam, sedangkan aktivitas *antifeedant* tertinggi diperoleh pada konsentrasi 24% dengan nilai yang mendekati perlakuan pestisida kimia.
2. Desain penyuluhan pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika telah disusun berdasarkan hasil Identifikasi Potensi Wilayah (IPW) dan hasil pengujian efektivitas nanobiopestisida daun afrika pada daun bunga kol. Kegiatan penyuluhan dilaksanakan pada tanggal 18 Juni 2026 di Desa Tawangargo dan diikuti oleh 30 orang anggota Kelompok Tani Amar Tani. Perumusan tujuan penyuluhan mengacu pada kerangka SMART, yaitu meningkatkan pengetahuan serta membentuk sikap positif petani terhadap pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika. Materi penyuluhan disusun berdasarkan hasil kajian efektivitas nanobiopestisida, dengan metode diskusi dan demonstrasi cara serta media folder, video, dan benda sesungguhnya, yang disesuaikan dengan karakteristik sasaran.
3. Kegiatan penyuluhan terbukti efektif dalam meningkatkan pengetahuan dan membentuk sikap positif petani terhadap pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika. Hasil uji *Wilcoxon Signed Ranks Test* menunjukkan peningkatan pengetahuan yang signifikan antara nilai *pre-test* dan *post-test* ($Z = -4,848$; $p < 0,001$), di mana seluruh 30 peserta mengalami peningkatan nilai pengetahuan. Pada aspek sikap, sebanyak 21 orang (70%) sasaran menunjukkan sikap positif dan 9 orang (30%) menunjukkan sikap negatif terhadap inovasi nanobiopestisida daun afrika, sehingga secara umum kegiatan penyuluhan

mampu mendorong perubahan sikap petani ke arah yang lebih mendukung praktik pengendalian hama ramah lingkungan.

5.2 Saran

1. Bagi peneliti selanjutnya, perlu dilakukan uji lanjutan dengan interval konsentrasi yang lebih rapat pada rentang 12-24% guna menentukan titik konsentrasi optimum nanobiopestisida daun afrika secara lebih presisi, disertai pengamatan parameter biologis lanjutan seperti lama stadia larva, pupa, dan imago untuk mengetahui efek sub-letal dalam jangka panjang, dan dilakukan pengujian zeta potensial untuk mengetahui tingkat stabilitas nanobiopestisida daun afrika, serta pengujian skala lapangan untuk memvalidasi hasil laboratorium pada kondisi agroekosistem yang sesungguhnya.
2. Bagi kelompok tani Amar Tani perlu dilakukan pendampingan lanjutan dan demonstrasi plot (demplot) pada lahan petani agar petani lebih yakin dan mengadopsi aplikasi nanobiopestisida daun afrika dalam kegiatan budidaya bunga kol sehari-hari.
3. Bagi BPP, PPL, petugas POPT, dan pemerintah terkait, perlu dilakukan penyuluhan lanjutan yang lebih intensif, khususnya bagi sasaran yang masih menunjukkan sikap negatif, agar pemahaman dan keyakinan petani terhadap teknologi ramah lingkungan khususnya nanobiopestisida semakin meningkat.