

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



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

2026

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**

Diajukan sebagai syarat

Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pertanian (S.Tr.P)

PROGRAM STUDI PENYULUHAN PERTANIAN BERKELANJUTAN

SINTA RAHMA WATI

NIM 04.01.22.1175



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

2026

HALAMAN PERUNTUKAN

Puji syukur kehadiran Alloh SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat, serta hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Dengan penuh rasa syukur, karya ini saya persembahkan kepada, Mama Fatonah dan Bapak Tukhidun. Terimakasih atas kasih sayang, pengorbanan, dukungan, serta doa yang senantiasa mengiringi setiap langkah saya.

Terima kasih kepada kakak ku, Mas Ngudi, Mba Pipit, dan Mba Habibah yang menjadi panutan, serta selalu menasehati saya agar menjadi lebih baik. Serta ponakan tersayang, Akas yang senantiasa menjadi penghibur hati.

Rasa hormat dan terima kasih kepada Ibu Dr. Eny Wahyuning Purwanti, S.P., M.P. selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Dr. Irianti Kurniasari, S.P., M.Biotech selaku Dosen Pembimbing II yang dengan penuh dedikasi dan kesabaran telah membimbing, memberikan arahan, masukan, motivasi, dan ilmu yang sangat berharga selama proses penyusunan tugas akhir ini.

Terima kasih kepada sahabat rasa saudara penulis, Purie, Lana, Zulfa, Cita, Elsa, serta rekan-rekan Lorong 4 yang telah menemani perjalanan ini. Di setiap lelah, selalu ada tawa, cerita, dan semangat yang kalian hadirkan. Kebersamaan kita akan selalu menjadi salah satu kenangan dalam hidup penulis.

Terima kasih kepada keluarga besar PPB 8A dan Batalyon Arjuna Wirabuana atas kebersamaan dan persaudaraan yang terukir sejak awal Mabidama hingga akhirnya dapat menyelesaikan kuliah ini bersama.

Kepada seluruh pihak yang telah membantu dan tidak dapat saya sebutkan satu per satu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas segala bantuan yang telah diberikan hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Terakhir, untuk segala patah yang pernah menjadi bagian dari perjalanan penulis sejak awal penyusunan tugas akhir ini. Semoga disetiap kesulitan berubah menjadi pelajaran, dan setiap doa menemukan waktu terbaik untuk dikabulkan.

For Revenge "Selamat sejahtera atasmu, karena kesabaranmu" 13:24.

Terimakasih.

PERNYATAAN ORISINALITAS TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya didalam naskah Tugas Akhir ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah digunakan orang lain sebagai Tugas Akhir atau untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tugas Akhir ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia Tugas Akhir ini digugurkan dan gelar vokasi yang telah saya peroleh (S.Tr.) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, 07 Agustus 2026
Mahasiswa,



Sinta Rahma Wati
NIM.04.01.22.1175

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

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**

SINTA RAHMA WATI

04.01.22.1175

Malang, 07 Agustus 2026

Menyetujui:

Pembimbing I,



Dr. Eny Wahyuning P., SP., MP
NIP. 19770828 200604 2 001

Pembimbing II,



Dr. Irianti Kurniasari., SP., M. Biotech
NIP. 19830905 201503 2 001

Menyetujui,

Direktur



Dr. Setya Budi Udrayana., S.Pt., M.Si., IPM
NIP. 19690511 199602 1 001

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

TUGAS AKHIR

**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**

SINTA RAHMA WATI

04.01.22.1175

Telah dipertahankan di depan penguji pada tanggal 4 Agustus 2026

Menyetujui:

Penguji I,



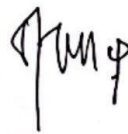
Dr. Eny Wahyuning P., SP., MP
NIP. 19770828 200604 2 001

Penguji II,



Dr. Irianti Kurniasari., SP., M. Biotech
NIP. 19830905 201503 2 001

Penguji III



Dr. Lisa Navitasari., SP., MP
NIP. 19841112 200912 2 002

RINGKASAN

Sinta Rahma Wati. NIM 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., S.P., M.P. dan Dr. Irianti Kurniasari, S.P., M.Biotech.

Penelitian ini dilatar belakangi oleh rendahnya produktivitas bunga kol di Desa Tawangargo akibat serangan ulat daun (*Plutella xylostella*) dan tingginya penggunaan pestisida kimia. Daun afrika (*Vernonia amygdalina*) berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan nanobiopestisida karena mengandung senyawa bioaktif yang bersifat insektisida. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui efektivitas nanobiopestisida daun afrika terhadap pengendalian ulat daun, (2) menyusun rancangan penyuluhan aplikasi nanobiopestisida daun afrika, dan (3) mengetahui peningkatan pengetahuan dan sikap petani setelah penyuluhan.

Penelitian dilaksanakan di Desa Tawangargo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang. Uji efektivitas dilakukan secara *in vitro* menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam perlakuan. Parameter yang diamati meliputi mortalitas larva, LC_{50} , LT_{50} , dan aktivitas antifeedant. Data mortalitas dianalisis menggunakan analisis probit, sedangkan aktivitas antifeedant dianalisis menggunakan *one-way* ANOVA dan uji DMRT taraf 5%. Rancangan penyuluhan disusun berdasarkan hasil penelitian dan diimplementasikan kepada 30 petani Kelompok Tani Amar Tani.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nanobiopestisida daun afrika efektif mengendalikan ulat daun (*Plutella xylostella*). Peningkatan konsentrasi nanobiopestisida meningkatkan mortalitas larva dan aktivitas antifeedant. Konsentrasi 24% menghasilkan mortalitas dan aktivitas antifeedant tertinggi, sedangkan konsentrasi 6% memberikan nilai LT_{50} tercepat. Nilai LC_{50} menurun seiring bertambahnya waktu pengamatan, menunjukkan bahwa semakin lama waktu paparan, semakin rendah konsentrasi yang dibutuhkan untuk menyebabkan kematian 50% larva. Hasil evaluasi penyuluhan mampu meningkatkan pengetahuan dan membentuk sikap positif petani terhadap penggunaan nanobiopestisida daun afrika sebagai alternatif pengendalian ulat daun.

Kata kunci: nanobiopestisida, daun afrika, *Plutella xylostella*, bunga kol, penyuluhan.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Landasan Teori.....	11
2.2.1 Bunga Kol.....	11
2.2.2 Ulat Daun (<i>Plutella xylostella</i>)	12
2.2.3 Pengendalian Ulat Daun (<i>Plutella xylostella</i>)	13
2.2.4 Pestisida Nabati	14
2.2.5 Pengendalian Ulat Daun (<i>Plutella xylostella</i>) Menggunakan Pestisida Nabati	15
2.2.6 Daun Afrika.....	16
2.2.7 Nanobiopestisida.....	17
2.3 Aspek Penyuluhan	18
2.3.1 Identifikasi Potensi Wilayah	18
2.3.2 Pengertian Penyuluhan Pertanian	18
2.3.3 Tujuan Penyuluhan Pertanian	19
2.3.4 Sasaran Penyuluhan Pertanian	19
2.3.5 Materi Penyuluhan	20

2.3.6	Metode Penyuluhan	20
2.3.7	Media Penyuluhan	21
2.3.8	Evaluasi Penyuluhan	21
2.4	Kerangka Pikir Penelitian	24
BAB III	METODE PENELITIAN	25
3.1	Lokasi dan Waktu	25
3.2	Metode Kajian.....	25
3.2.1.	Rancangan Kajian	25
3.2.2.	Pelaksanaan Kajian	26
3.2.3.	Parameter Pengamatan	28
3.2.4.	Analisis Data.....	30
3.3	Metode Penyusunan Desain Penyuluhan.....	31
3.3.1.	Identifikasi Potensi Wilayah	31
3.3.2.	Penetapan Tujuan Penyuluhan	32
3.3.3.	Penetapan Sasaran Penyuluhan	32
3.3.4.	Materi Penyuluhan	32
3.3.5.	Penetapan Metode Penyuluhan	33
3.3.6.	Penetapan Media Penyuluhan.....	33
3.3.7.	Pelaksanaan Penyuluhan	34
3.3.8.	Penetapan Evaluasi Penyuluhan.....	34
3.3.9.	Analisis Data Evaluasi Penyuluhan	38
3.4	Jadwal dan Rencana Kegiatan	39
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1.	Hasil Identifikasi Potensi Wilayah	40
4.1.1.	Letak Geografis.....	40
4.1.2.	Penggunaan Lahan.....	40
4.1.3.	Curah Hujan	41
4.1.4.	Komoditas Tanaman	42

4.1.5.	Sumber Daya Manusia	43
4.1.6.	Kelembagaan Petani.....	44
4.1.7.	Peta Potensi Wilayah.....	47
4.1.8.	Kalender Tanam.....	48
4.1.9.	Alur Pemasaran Hasil Pertanian.....	49
4.1.10.	Analisis SWOT	50
4.2.	Efektivitas Nanobiopestisida Daun Afrika terhadap Ulat Daun pada Bunga Kol	54
4.2.1.	Mortalitas.....	55
4.2.2.	<i>Antifeedant</i>	62
4.3.	Deskripsi Sasaran Penyuluhan	65
4.4.	Hasil Implementasi Desain Penyuluhan.....	67
4.4.1	Tujuan Penyuluhan	67
4.4.2	Materi Penyuluhan	69
4.4.3	Metode Penyuluhan	70
4.4.4	Media Penyuluhan	71
4.4.5	Pelaksanaan Penyuluhan	72
4.4.6	Evaluasi Penyuluhan	73
4.4.7	Rencana Tindak Lanjut	78
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1	Kesimpulan	79
5.2	Saran	79
DAFTAR PUSTAKA		81
LAMPIRAN		90

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penelitian Terdahulu.....	5
Tabel 2. Alat dan Bahan	27
Tabel 3. Evaluasi Aspek Pengetahuan.....	37
Tabel 4. Evaluasi Aspek Sikap	37
Tabel 5. Data Curah Hujan 5 Tahun Terakhir Desa Tawangargo	41
Tabel 6. Kelompok Tani Desa Tawangargo	46
Tabel 7. Analisis SWOT	51
Tabel 8. Penetapan Skala Prioritas Strategi.....	53
Tabel 9. Nilai Lethal Concentration 50 (LC ₅₀).....	58
Tabel 10. Hasil Analisis Lethal Time 50 (LT ₅₀) Nanobiopestisida Daun Afrika Terhadap Ulat Daun (<i>Plutella xylostella</i>)	60
Tabel 11. Persentase aktivitas antifeedant nanobiopestisida daun Afrika terhadap Ulat Daun <i>Plutella xylostella</i> pada setiap waktu pengamatan	63
Tabel 12. Karakteristik Sasaran Berdasarkan Usia	66
Tabel 13. Karakteristik Sasaran Berdasarkan Lama Bertani	66
Tabel 14. Tabel Karakteristik Sasaran Berdasarkan Tingkat Pendidikan	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Gejala Serangan Ulat Daun (<i>Plutella xylostella</i>)	12
Gambar 2. Tanaman daun afrika (A), Pucuk tanaman daun afrika (B), dan Daun afrika (C).....	16
Gambar 3. Kerangka Pikir Penelitian	24
Gambar 4. Diagram Data Penggunaan Lahan Desa Tawangargo.....	41
Gambar 5. Data Komoditas Pertanian Desa Tawangargo	42
Gambar 6. Data Sumber Daya Manusia Desa Tawangargo	43
Gambar 7. Diagram Jumlah Penduduk Desa Tawangargo Berdasarkan Pekerjaan	44
Gambar 8. Diagram Veen Kelembagaan Petani	45
Gambar 9. Peta Potensi Wilayah Desa Tawangargo.....	47
Gambar 10. Kalender Tanam Desa Tawangargo	48
Gambar 11. Alur Pemasaran Hasil Pertanian	49
Gambar 12. Presentase Mortalitas	56
Gambar 13. Evaluasi Tingkat Aspek Sikap	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir	90
Lampiran 2. Hasil Uji PSA Nanobiopestisida Daun Afrika	91
Lampiran 3. Hasil Kurva LT ₅₀	92
Lampiran 4. Hasil Uji Anova dan Duncan Aspek Teknis.....	94
Lampiran 5. Karakteristik Sasaran.....	98
Lampiran 6. Matriks Pengambilan Keputusan Materi Penyuluhan	99
Lampiran 7. Matriks analisis penetapan metode penyuluhan pertanian	101
Lampiran 8. Matriks Analisis Penetapan Media Penyuluhan Pertanian	102
Lampiran 9. Media Penyuluhan	103
Lampiran 10. Lembar Persiapan Menyuluh	104
Lampiran 11. Berita Acara Penyuluhan.....	106
Lampiran 12. Daftar Hadir Penyuluhan	107
Lampiran 13. Kisi-Kisi Kuesioner Penyuluhan	108
Lampiran 14. Kuesioner Penyuluhan	111
Lampiran 15. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Aspek Pengetahuan	115
Lampiran 16. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Aspek Sikap.....	116
Lampiran 17. Hasil Pre Test Aspek Pengetahuan	117
Lampiran 18. Hasil Post Test Aspek Pengetahuan.....	118
Lampiran 19. Hasil Uji Uji Wilcoxon Signed-Rank Test Aspek Pengetahuan ...	119
Lampiran 20. Hasil Evaluasi Aspek Sikap	120
Lampiran 21. Hasil Uji T Aspek Sikap	121
Lampiran 22. Dokumentasi Penelitian	122

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, karena atas izin dan karuniannya penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir yang berjudul “Penyuluhan Aplikasi Nanobiopestisida Daun Afrika Terhadap Pengendalian Ulat Daun (*Plutella xylostella*) Pada Bunga Kol (*Brassica oleracea*) Di Desa Tawangargo Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang” dengan baik, benar dan tepat waktu. Adapun dalam penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik atas waktu bimbingan dan arahan. Maka dengan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Setya Budhi Udrayana S.Pt., M.Si., IPM selaku Direktur Politeknik Pembangunan Pertanian Malang,
2. Dr Rika Despita, SST., MP selaku Ketua Jurusan dan Ketua Program Studi Penyuluhan Pertanian Berkelanjutan,
3. Dr. Eny Wahyuning P., SP., MP selaku Pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama proses penyusunan Tugas Akhir.
4. Dr. Irianti Kurniasari., SP., M. Biotech selaku Pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan saran yang membangun selama penyusunan Tugas Akhir.
5. Dr. Lisa Navitasari., SP., MP selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang bermanfaat demi penyempurnaan Tugas Akhir ini.
6. Semua pihak yang telah memberikan bantuan, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak. Adapun dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis menyadari masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dalam penyusunan tugas akhir penelitian ini.

Malang, Agustus 2026

Sinta Rahma Wati

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 produksi bunga kol nasional mencapai 204.238 ton pada tahun 2020, 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 tahun 2025, total lahan hortikultura di desa tersebut mencapai ± 165 ha, dengan ± 66 ha digunakan untuk budidaya bunga kol. Potensi hasil bunga kol pada budidaya optimal dapat mencapai 18-20 ton/ha (Balitbangtan, 2021). 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 serangan berbagai jenis hama yang dapat menurunkan kualitas maupun hasil panen. Beberapa hama utama yang menyerang tanaman bunga kol antara lain *Crociodolomia pavonana*, *Plutella xylostella*, serta kutu daun seperti *Aphis gossypii* dan *Myzus persicae* (Balitbangtan, 2021). Berdasarkan hasil Identifikasi Potensi Wilayah yang dilakukan melalui observasi lapangan dan wawancara dengan petani di Desa Tawangargo, tingkat serangan ulat daun (*Plutella xylostella*) pada tanaman bunga kol mencapai sekitar 50%, sehingga menjadi salah satu permasalahan utama dalam budidaya bunga kol di wilayah tersebut. Tingginya tingkat serangan tersebut menyebabkan kerusakan daun yang mengurangi luas bidang fotosintesis, menghambat pembentukan krop, serta menurunkan kualitas dan hasil panen.

Sejalan dengan Witri & Purnomo (2021) yang menyatakan bahwa pada tingkat serangan yang tinggi, ulat daun (*Plutella xylostella*) dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga 50-100%.

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 hama ulat daun (*Plutella xylostella*) diantaranya adalah penggunaan pestisida nabati.

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 panjang pagar ± 100 meter per hektar, total panjang pagar tanaman daun afrika mencapai 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 pestisida nabati.

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 bahan

nabati terbukti mampu meningkatkan toksisitas terhadap hama 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 efektivitas 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 efektivitas 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 tingkat sikap sasaran penyuluhan terhadap pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika terhadap ulat daun (*Plutella xylostella*) Di Desa Tawangargo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui efektivitas 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 sasaran penyuluhan 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.

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
3	Ramadhani. <i>et al.</i> , (2021) Uji Fitokimia dan Uji Toksisitas Tanaman Afrika (<i>Vernonia</i> <i>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
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
	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.
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 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).

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 ulat daun (*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 Pengendalian Ulat Daun (*Plutella xylostella*) Menggunakan Pestisida Nabati

Penggunaan pestisida nabati dalam pengendalian Ulat Daun (*Plutella xylostella*) terus dikembangkan sebagai alternatif untuk mengurangi ketergantungan terhadap insektisida sintetis. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pestisida nabati mampu menekan populasi Ulat Daun (*Plutella xylostella*) melalui peningkatan mortalitas larva, penghambatan aktivitas makan (*antifeedant*), gangguan pertumbuhan, serta penurunan keberhasilan pembentukan pupa (Jamtsho *et al.*, 2021). Efektivitas tersebut dipengaruhi oleh jenis tanaman yang digunakan, kandungan senyawa metabolit sekunder, konsentrasi ekstrak, serta metode aplikasi yang diterapkan.

Berbagai jenis tumbuhan telah dilaporkan memiliki aktivitas insektisida terhadap Ulat Daun (*Plutella xylostella*). Menurut Jannah & Yuliani, (2021) ekstrak daun beluntas (*Pluchea indica*) dan kirinyuh (*Chromolaena odorata*) mampu meningkatkan mortalitas larva Ulat Daun (*Plutella xylostella*) karena mengandung flavonoid, alkaloid, saponin, tanin, steroid, dan minyak atsiri. Senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam pestisida nabati bekerja melalui berbagai mekanisme, antara lain sebagai racun kontak, racun perut, *antifeedant*, repelan, serta penghambat pertumbuhan (*growth regulator*). Mekanisme tersebut menyebabkan terganggunya aktivitas makan, proses pergantian kulit (*molting*), pertumbuhan, dan perkembangan larva sehingga mampu menekan populasi Ulat Daun (*Plutella xylostella*) (Jamtsho *et al.*, 2021). Perbedaan jenis dan kandungan senyawa bioaktif pada setiap tanaman menyebabkan tingkat efektivitas pestisida nabati dalam mengendalikan Ulat Daun (*Plutella xylostella*) juga berbeda-beda.

2.2.6 Daun Afrika

Tanaman daun afrika (*Vernonia 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	: <i>Plantae</i>
Division	: <i>Spermatophyta</i>
Subdivision	: <i>Angiosperms</i>
Class	: <i>Dycotiledoneae</i>
Ordo	: <i>Asterales</i>
Family	: <i>Asteraceae</i>
Genus	: <i>Vernonia</i>
Species	: <i>Vernonia amygdalina</i>



A



B



C

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

Sumber : Penulis 2026

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). 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).

2.2.7 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 dapat 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 dapat 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.

2.3.8 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.

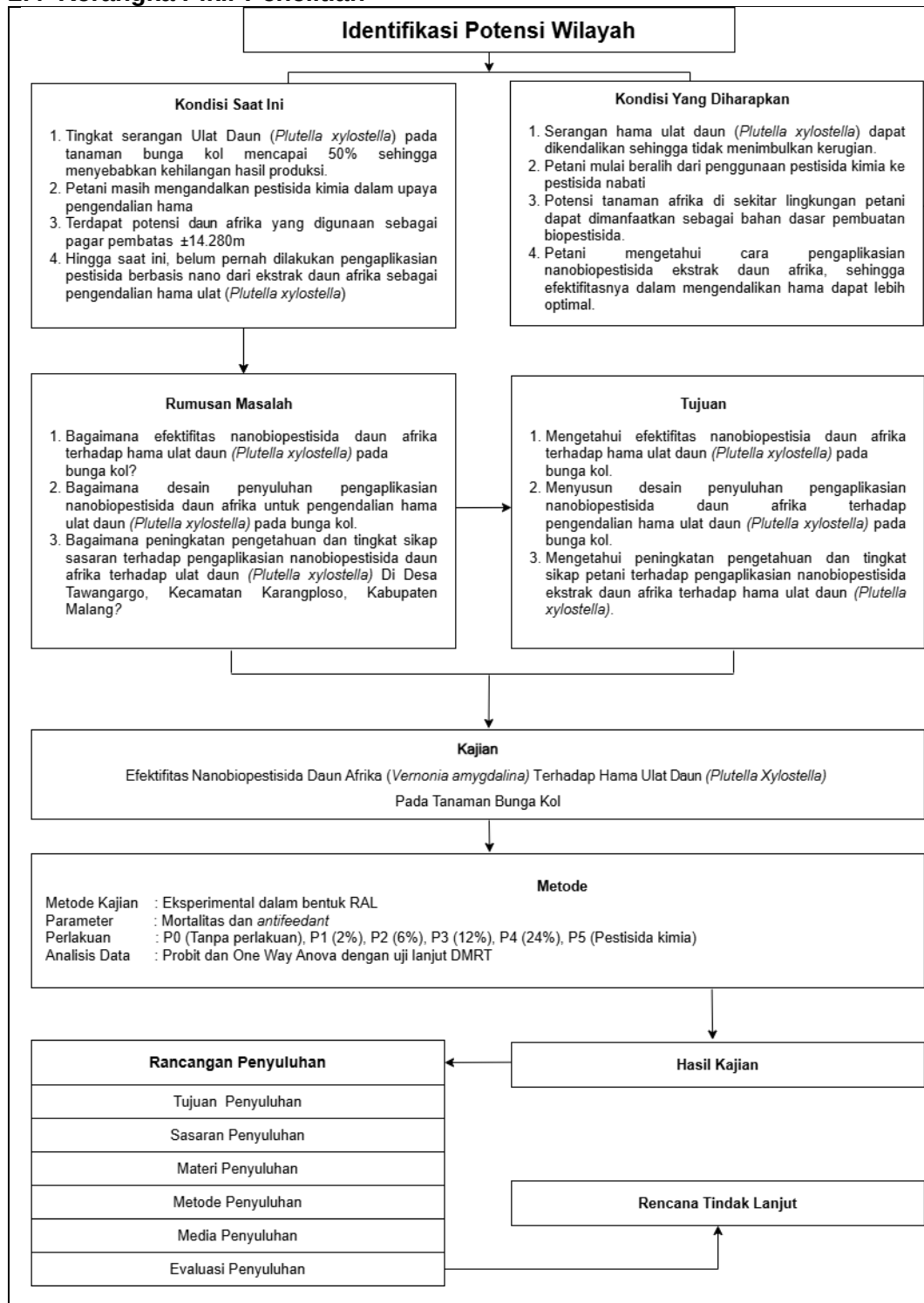
Menurut Azwar (2022) uji validitas melalui *expert judgement* bertujuan untuk menilai validitas isi (*content validity*), yaitu sejauh mana butir-butir pertanyaan dalam instrumen mampu mewakili keseluruhan aspek yang hendak diukur. Dalam uji validitas isi, para ahli menilai kesesuaian butir instrumen 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 *in vitro* 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 hasil kajian terbaik Adak *et al.*, (2019), adapun perlakuan tersebut meliputi:

- P0 = Tanpa perlakuan
- P1 = Konsentrasi nanobiopestisida 2% + aquadest 98%
- P2 = Konsentrasi nanobiopestisida 6% + aquadest 94%
- P3 = Konsentrasi nanobiopestisida 12% + aquadest 88%
- P4 = Konsentrasi nanobiopestisida 24% + aquadest 76%

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 mengkombinasikan 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.

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. VCO
6. Sendok	6. Propelin glycol
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 selama 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;

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. Metode yang dipakai pada pengujian ini adalah racun perut teknik spray daun (*spray method*) pada volume yang sama, kemudian dikeringanginkan. Waktu pengamatan 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 yang 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. Parameter mortalitas diamati 6 jam sekali dan 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 ulat daun (*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 ulat daun (*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 LT_{50} , 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 LT_{50} 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:

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

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 LC_{50} , 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 LC_{50} . Sementara

itu, penentuan nilai LT_{50} 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 meningkatkan mortalitas dan aktivitas antifeedant terhadap ulat daun (*Plutella xylostella*).
- H1 = Pemberian nanobiopestisida daun afrika (*Vernonia amygdalina*) pada berbagai konsentrasi meningkatkan mortalitas dan aktivitas antifeedant terhadap 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.

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.

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:

- a. Menentukan indikator evaluasi penyuluhan meliputi pengetahuan dan sikap.
- b. Membuat kisi-kisi instrumen evaluasi penyuluhan.
- c. Membuat daftar pertanyaan instrumen evaluasi penyuluhan.
 - 1) Aspek pengetahuan menggunakan skala Guttman.
 - 2) Aspek Sikap menggunakan skala Likert.
- d. 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 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:

a. Jumlah item yang dinilai sama oleh ahli = jumlah butir yang memperoleh skor yang sama dari kedua validator.

b. Jumlah seluruh item = jumlah keseluruhan butir instrumen yang dinilai.

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

a. Memilih daftar pertanyaan yang valid dan reliabel.

b. Membagikan kuesioner.

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

c. 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 dengan 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:

Skor maksimum = 1 x Pertanyaan x Responden

Skor minimum = 0 x Pertanyaan x Responden

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

Peningkatan = Presentase Posttest – 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 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

d. 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 normal (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-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 Mean T > 50 .
2. Sikap negatif (menolak) jika skor T hasil perhitungan 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

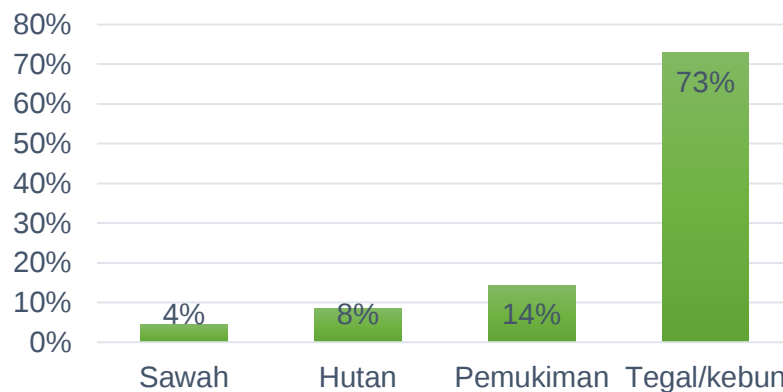
Desa Tawangargo terletak pada koordinat geografis 7°53'35" Lintang Selatan (LS) dan 112°53'41" Bujur Timur (BT), dan secara administratif berada di wilayah Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang. Desa ini terdiri atas 6 dusun, yaitu Dusun Suwaluhan, Dusun Kalimalang, Dusun Leban, Dusun Ngudi, Dusun Lasah, dan Dusun Sumbersari 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 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

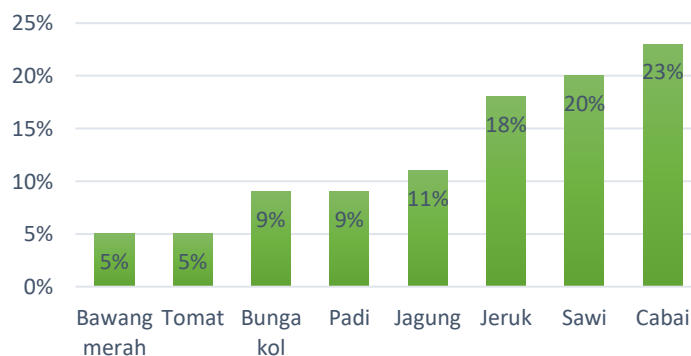
Data curah hujan Desa Tawangargo selama periode 2021-2025, dapat diketahui bahwa curah hujan tahunan mengalami fluktuasi yang cukup signifikan,

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.

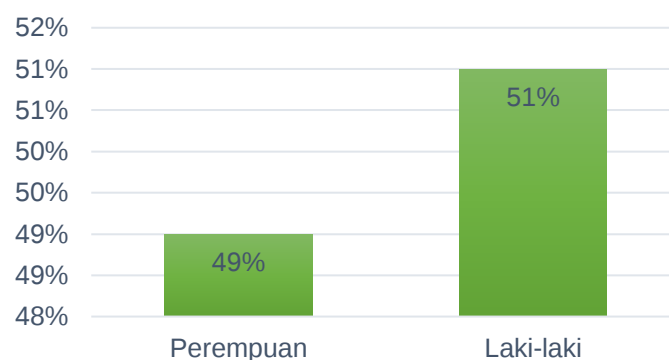
Salah satu komoditas hortikultura yang berpotensi untuk terus dikembangkan adalah bunga kol, yang menempati proporsi lahan sebesar 9%. Komoditas ini memiliki nilai ekonomi yang cukup baik dengan permintaan pasar yang relatif stabil. Namun, dalam praktik budi dayanya, petani masih menghadapi sejumlah 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.

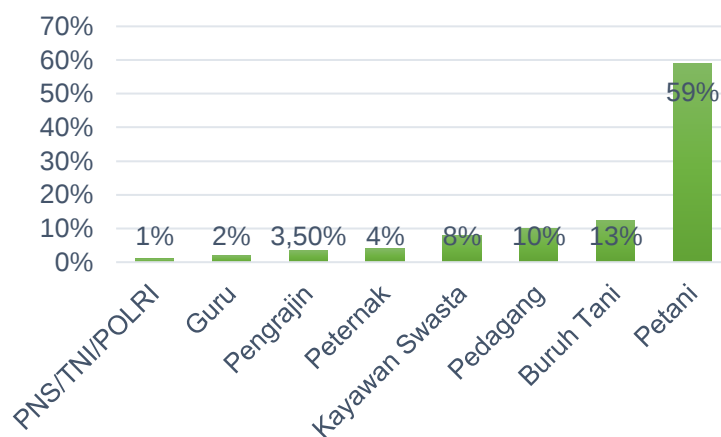


Gambar 6. Data Sumber Daya Manusia Desa Tawangargo

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 Desa Tawangargo 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 8



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 penyebarluasan 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

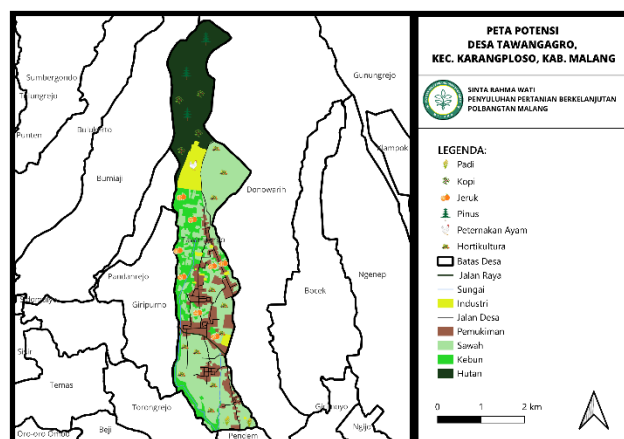
banyak dibudidayakan oleh beberapa kelompok tani sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai komoditas unggulan desa.

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 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	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
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 mempengaruhi 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)
	1. Memiliki lahan pertanian yang luas 2. Ketinggian ±777 mdpl yang ideal untuk budidaya hortikultura. 3. Kelembagaan petani dan PPL yang mendukung inovasi baru. 4. Memiliki jaringan pemasaran. 5. Ketersediaan bahan baku pestisida nabati.	1. Serangan ulat daun (<i>Plutella xylostella</i>) pada bunga kol. 2. Tingginya penggunaan pestisida kimia. 3. Resistensi hama. 4. Petani belum mengenal teknologi nano pada pestisida nabati. 5. Pemanfaatan sumber daya lokal yang belum optimal.
PELUANG (O)	STRATEGI (S-O)	STRATEGI (W-O)
1. Permintaan pasar bunga kol relatif stabil. 2. Kesadaran terhadap pertanian berkelanjutan. 3. Daun afrika berpotensi sebagai bahan pesnab. 4. Terdapat dukungan pemerintah/swasta untuk inovasi petani. 5. Wilayah yang dekat dengan BRMP Jatim	1. Optimalisasi lahan hortikultura. 2. Sosialisasi penggunaan pestisida. 3. Penerapan penggunaan pestisida kimia secara bijak. 4. Penguatan kelembagaan petani sebagai perantara penyebaran inovasi. 5. Memanfaatkan adanya BRMP Jatim dalam akses teknologi.	1. Pemanfaatan pestisida nabati sebagai alternatif pengendalian hama. 2. Adopsi inovasi melalui PPL. 3. Mengurangi ketergantungan pestisida kimia. 4. Sosialisasikan pestisida nabati ramah lingkungan 5. Mendorong inovasi teknologi melalui tren pertanian berkelanjutan. 6.
ANCAMAN (T)	STRATEGI (S-T)	STRATEGI (W-T)
1. Serangan hama yang dapat menyebabkan gagal panen 2. Perubahan cuaca 3. Ketergantungan pestisida kimia 4. Penurunan kualitas produk akibat residu pestisida kimia 5. Fluktuasi harga hasil pertanian	1. Pengendalian hama secara terpadu dan serentak. 2. Diversifikasi komoditas. 3. Meningkatkan nilai tambah produk. 4. Kembangkan budidaya hortikultura berbasis teknologi ramah lingkungan guna menjaga kualitas hasil panen di tengah tuntutan keamanan pangan 5. Memanfaatkan dukungan PPL dalam pendampingan strategi adaptasi perubahan iklim dan OPT.	1. Penerapan nanobiopestisida daun afrika sebagai alternatif pengendalian hama. 2. Meningkatkan keterampilan petani dalam aplikasi nanobiopestisida. 3. Mendorong pengendalian hama terpadu (PHT). 4. Penyuluhan bahaya residu pada pestisida kimia. 5. Meningkatkan ketepatan pengaplikasian nanobiopestisida daun Afrika pada bunga kol.

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 Tabgel 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	Penerapan 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 berbasis teknologi ramah lingkungan	3	3	2	8	12
15	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.

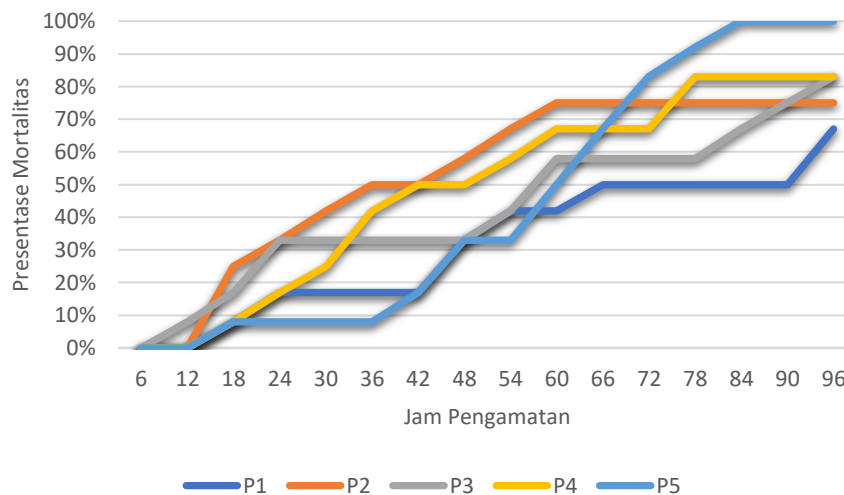
Selanjutnya, efektivitas nanobiopestisida daun afrika terhadap ulat daun (*Plutella xylostella*) pada tanaman bunga kol dievaluasi berdasarkan dua parameter utama, yaitu persentase mortalitas larva dengan menganalisis nilai LC_{50} dan LT_{50} serta aktivitas antifeedant (penghambatan makan). Kedua parameter 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 pemaparan zat uji. Data mortalitas larva uji selama periode pengamatan 6 hingga 96 jam pada seluruh perlakuan disajikan pada diagram batang berikut



Gambar 12. 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*).

Meningkatnya mortalitas pada akhir jam ke-96 pada konsentrasi terendah hingga tertinggi yaitu sebesar 67% sampai 83% menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi yang diberikan, maka semakin tinggi mortalitas ulat daun (*Plutella 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).

Mortalitas ulat daun (*Plutella xylostella*) pada pengujian efektivitas 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%.

Ketidakesesuaian 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 pada tabel berikut

Tabel 9. Nilai *Lethal Concentration* 50 (LC_{50})

Waktu Pengamatan	Nilai LC_{50}		Keterangan
6 jam	-	TT	Tidak terdapat larva yang mati pada seluruh taraf konsentrasi uji, sehingga nilai LC_{50} belum dapat dihitung.
12 jam	-	TT	Mortalitas hanya terjadi pada satu taraf konsentrasi, sehingga data belum mencukupi untuk analisis regresi probit.
18 jam	-	TT	Mortalitas rendah dan tidak menunjukkan pola yang konsisten terhadap peningkatan konsentrasi, sehingga nilai LC_{50} belum dapat diestimasi secara valid (LC_{50} belum tercapai).
24 jam	-	TT	Pola mortalitas masih belum konsisten terhadap konsentrasi, sehingga nilai LC_{50} belum tercapai.
30 jam	1074, 02	TT	Konsentrasi sebesar 1074,02% diperkirakan mampu menyebabkan mortalitas 50%, namun nilai ini jauh melebihi konsentrasi tertinggi yang diuji (24%), sehingga LC_{50} belum tercapai.
36 jam	39,53	TT	Konsentrasi 39,58% diperkirakan mampu menyebabkan mortalitas 50%, namun berada di atas konsentrasi tertinggi yang diuji (24%), sehingga LC_{50} belum tercapai.
42 jam	36,58	TT	Konsentrasi sebesar 36,58% diperkirakan mampu menyebabkan mortalitas 50%, namun nilai ini masih di atas konsentrasi tertinggi yang diuji (24%), sehingga LC_{50} belum tercapai.
48 jam	22,21	TT	Konsentrasi sebesar 22,21% diperkirakan mampu menyebabkan mortalitas 50%.
54 jam	4,32	T	Konsentrasi sebesar 4,32% diperkirakan mampu menyebabkan mortalitas 50%.
60 jam	2,04	T	Konsentrasi sebesar 2,04% diperkirakan mampu menyebabkan mortalitas 50%.
66 jam	0,55	T	Konsentrasi sebesar 0,55% diperkirakan mampu menyebabkan mortalitas 50%.
72 jam	0,55	T	Konsentrasi sebesar 0,55% diperkirakan mampu menyebabkan mortalitas 50%.
78 jam	1,69	T	Konsentrasi sebesar 1,69% diperkirakan mampu menyebabkan mortalitas 50%.
84 jam	1,64	T	Konsentrasi sebesar 1,64% diperkirakan mampu menyebabkan mortalitas 50%.
90 jam	0,17	T	Konsentrasi sebesar 0,17% diperkirakan mampu menyebabkan mortalitas 50%.

Keterangan :

- T = Tercapai (nilai LC_{50} berada dalam rentang konsentrasi yang diuji, yaitu 2%-24%)
- TT = Tidak Tercapai (nilai LC_{50} berada di luar/di atas rentang konsentrasi tertinggi yang diuji, yaitu 24%)
- "-" = Nilai LC_{50} tidak dapat dihitung karena tidak terdapat mortalitas ulat daun (*Plutella xylostella*) atau data tidak mencukupi untuk analisis regresi probit.

Berdasarkan hasil analisis probit pada Tabel 9, nilai LC_{50} nanobiopestisida ekstrak daun afrika terhadap ulat duan (*Plutella xylostella*) menunjukkan

perubahan seiring bertambahnya waktu pengamatan. Pada pengamatan 6 jam, nilai LC_{50} belum dapat dihitung karena belum terjadi mortalitas pada seluruh perlakuan. Selanjutnya pada 12, 18, dan 24 jam, analisis LC_{50} juga belum dapat dilakukan secara valid karena mortalitas yang terjadi masih sangat rendah serta belum menunjukkan hubungan yang konsisten antara peningkatan konsentrasi dengan tingkat kematian larva.

Pada pengamatan 30, 36, dan 42 jam, nilai LC_{50} mulai dapat diestimasi melalui analisis probit, namun nilai yang diperoleh berturut-turut sebesar 1074,02%; 39,53%; dan 36,58%. Nilai tersebut berada jauh di atas konsentrasi tertinggi yang diuji, yaitu 24%, sehingga secara biologis menunjukkan bahwa hingga waktu tersebut perlakuan belum mampu mencapai tingkat kematian 50% dalam rentang konsentrasi penelitian. Dengan demikian, nilai LC_{50} pada ketiga waktu tersebut dinyatakan belum tercapai. Analisis probit digunakan untuk mengestimasi konsentrasi letal berdasarkan hubungan antara log konsentrasi dengan respons mortalitas organisme uji (Mokkapati *et al.*, 2021).

Nilai LC_{50} mulai tercapai pada pengamatan 48 jam dengan konsentrasi sebesar 22,21%, yang masih berada dalam rentang konsentrasi pengujian. Setelah itu, nilai LC_{50} terus mengalami penurunan menjadi 4,32% pada 54 jam, 2,04% pada 60 jam, 0,55% pada 66 dan 72 jam, 1,69% pada 78 jam, 1,64% pada 84 jam, serta mencapai nilai terendah sebesar 0,17% pada 90 jam. Penurunan nilai LC_{50} tersebut menunjukkan bahwa semakin lama waktu paparan, semakin kecil konsentrasi nanobiopestisida yang diperlukan untuk menyebabkan kematian 50% populasi larva. Kondisi ini menunjukkan adanya peningkatan toksisitas seiring bertambahnya waktu paparan, sehingga efek insektisida menjadi lebih efektif dalam menyebabkan mortalitas organisme sasaran (Aimad *et al.*, 2022).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Safrida *et al.*, (2020) yang melaporkan bahwa efektivitas nanoemulsi pestisida nabati meningkat seiring bertambahnya waktu paparan, ditandai dengan meningkatnya mortalitas larva dan menurunnya konsentrasi yang dibutuhkan untuk mencapai kematian organisme uji. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa formulasi nano mampu meningkatkan stabilitas serta ketersediaan senyawa aktif sehingga efek toksiknya berlangsung lebih lama dan lebih efektif dibandingkan formulasi konvensional.

Efektivitas nanobiopestisida ekstrak daun Afrika bersifat *time-dependent toxicity*, di mana senyawa aktif memerlukan waktu untuk masuk ke tubuh larva, mengganggu proses fisiologis, dan menimbulkan efek toksik hingga menyebabkan

kematian, sehingga semakin lama waktu kontak antara larva dan bahan aktif, semakin tinggi toksisitas yang ditunjukkan oleh semakin rendahnya nilai LC_{50} (Mokkapati *et al.*, 2021). Efektivitas tersebut diduga berkaitan dengan kandungan senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, saponin, tanin, dan alkaloid, yang bersifat toksik terhadap larva melalui mekanisme racun perut (*stomach poison*) dan penghambat aktivitas makan (*antifeedant*), sehingga mengganggu sistem pencernaan dan metabolisme larva serta mempercepat kematian meskipun pada konsentrasi rendah, mengingat semakin kecil nilai LC_{50} maka semakin besar potensi toksik suatu zat terhadap organisme uji (Pohan *et al.*, 2023).

2. Lethal Time 50 (LT_{50})

Nilai LT_{50} 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 LT_{50} ditentukan dalam mensubstitusikan $y = 0,5$ (50%) ke dalam persamaan regresi linear masing-masing perlakuan. Kurva analisis regresi dan nilai LT_{50} pada pengujian efektivitas nanobiopestisida daun afrika untuk pengendalian ulat daun (*Plutella xylostella*) pada bunga kol disajikan pada lampiran 3 dan tabel berikut

Tabel 10. Hasil Analisis Lethal Time 50 (LT_{50}) Nanobiopestisida Daun Afrika Terhadap Ulat Daun (*Plutella xylostella*)

Perlakuan	Konsentrasi (%)	Nilai LT_{50}	Keterangan
P1	2	79,12	Waktu yang dibutuhkan untuk menyebabkan kematian 50% larva adalah 79,12 jam.
P2	6	40,86	Waktu yang dibutuhkan untuk menyebabkan kematian 50% larva adalah 40,86 jam.
P3	12	52,68	Waktu yang dibutuhkan untuk menyebabkan kematian 50% larva adalah 52,68 jam.
P4	24	44,88	Waktu yang dibutuhkan untuk menyebabkan kematian 50% larva adalah 44,88 jam.

Keterangan: Nilai LT_{50} menunjukkan waktu (jam) yang dibutuhkan nanobiopestisida daun Afrika untuk menyebabkan kematian 50% populasi Ulat Daun (*Plutella xylostella*). Semakin kecil nilai LT_{50} , semakin cepat efektivitas nanobiopestisida dalam menyebabkan kematian larva.

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.

Selain faktor fisiologis larva, perbedaan nilai LT₅₀ juga diduga dipengaruhi oleh karakteristik formulasi nanoemulsi. Pada konsentrasi tertentu, dispersi partikel nano yang lebih stabil dapat meningkatkan kontak dan penyerapan senyawa aktif oleh tubuh larva. Sebaliknya, pada konsentrasi yang lebih tinggi, efektivitas tidak selalu meningkat secara proporsional karena distribusi partikel dan pelepasan senyawa aktif dapat menjadi kurang optimal. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas nanoformulasi tidak hanya dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi, tetapi juga oleh stabilitas sistem nano dan karakteristik pelepasan bahan aktif (Saad *et al.*, 2025). 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.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Tama *et al.*, (2024) yang melaporkan bahwa formulasi nanoemulsi insektisida nabati berbahan *Tephrosia vogelii* menunjukkan efektivitas pengendalian hama yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan pembanding. Peningkatan efektivitas tersebut dikaitkan dengan ukuran partikel nano yang lebih kecil sehingga formulasi menjadi lebih stabil,

meningkatkan kontak antara senyawa aktif dengan organisme sasaran, serta mendukung penyerapan bahan aktif secara lebih efisien. Kondisi tersebut memungkinkan respons toksik terhadap serangga terjadi lebih cepat, yang pada penelitian ini tercermin dari rendahnya nilai LT_{50} pada perlakuan nanobiopestisida daun Afrika.

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).

Hasil analisis LC_{50} dan LT_{50} menunjukkan bahwa nanobiopestisida ekstrak daun Afrika memiliki efektivitas yang baik dalam mengendalikan ulat daun (*Plutella xylostella*). Nilai LC_{50} menunjukkan kecenderungan menurun seiring bertambahnya waktu pengamatan, meskipun terdapat sedikit fluktuasi pada beberapa waktu pengamatan. Sementara itu, nilai LT_{50} menunjukkan bahwa nanobiopestisida mampu menyebabkan kematian 50% ulat daun (*Plutella xylostella*) dalam waktu yang relatif singkat, dengan waktu tercepat diperoleh pada konsentrasi 6%. Dengan demikian, kedua parameter tersebut saling melengkapi dalam mengevaluasi efektivitas insektisida, di mana LC_{50} menunjukan tingkat toksisitas berdasarkan konsentrasi yang dibutuhkan untuk menyebabkan kematian 50% larva, sedangkan LT_{50} menggambarkan kecepatan kerja insektisida dalam mencapai tingkat kematian tersebut.

4.2.2. Antifeedant

Efek antifeedant merupakan mekanisme yang menghambat aktivitas makan serangga sehingga asupan nutrisi berkurang dan pertumbuhan maupun perkembangannya terganggu. 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 11. Persentase aktivitas antifeedant nanobiopestisida daun Afrika terhadap Ulat Daun *Plutella xylostella* pada setiap waktu pengamatan

	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

Keterangan: Nilai merupakan persentase aktivitas antifeedant (%) yang dihitung berdasarkan konsumsi daun (g) pada setiap waktu pengamatan

- $\pm$ = Menunjukkan nilai rata-rata $\pm$ standar deviasi (SD).
- Huruf yang berbeda (a, b, c, d, e) pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata berdasarkan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf nyata 5% ($\alpha = 0,05$), sedangkan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata.

Aktivitas *antifeedant* ulat daun (*Plutella xylostella*) terhadap daun bunga kol secara *in vitro* 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 megalami 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 flavonoid dan saponin, senyawa tanin juga berperan sebagai antifeedant dengan mengikat protein pada saluran pencernaan serangga sehingga menghambat proses pencernaan dan menurunkan efisiensi pemanfaatan nutrisi. Senyawa steroid diketahui dapat mengganggu keseimbangan fisiologis dan perkembangan serangga. Kombinasi berbagai metabolit sekunder tersebut menyebabkan efek antifeedant menjadi lebih optimal

dibandingkan jika hanya dipengaruhi oleh satu jenis senyawa aktif saja (Zuhro, 2024).

Selain dipengaruhi oleh konsentrasi nanobiopestisida daun afrika, aktivitas *antifeedant* juga menunjukkan penurunan seiring bertambahnya waktu setelah aplikasi. 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 $\pm 18,68$ pada P1 dan $\pm 11,61$ 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* kembali 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 efektivitas 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 efektivitas 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.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa nanobiopestisida daun Afrika mampu menghambat aktivitas makan ulat daun (*Plutella xylostella*), terutama pada konsentrasi 24%. Meskipun aktivitas antifeedant cenderung menurun seiring bertambahnya waktu pengamatan, formulasi nano tetap mampu mempertahankan daya hambat makan hingga akhir pengamatan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nanobiopestisida daun Afrika berpotensi sebagai alternatif pengendalian ulat daun yang efektif dan lebih ramah lingkungan dibandingkan penggunaan pestisida sintetis secara terus-menerus.

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 mempengaruhi keberhasilan penyuluhan pertanian karena berkaitan erat dengan kemampuan petani dalam menerima dan menerapkan inovasi yang disampaikan oleh penyuluh.

Tabel 12. 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 13. 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 berusaha tani, 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 berusaha tani 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 14. 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 hama ulat daun (*Plutella xylostella*) pada tanaman bunga kol secara ramah lingkungan. Perumusan tujuan 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)

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 efektivitas 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 efektivitas 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 LC_{50} dan LT_{50} , 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 penunjang 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

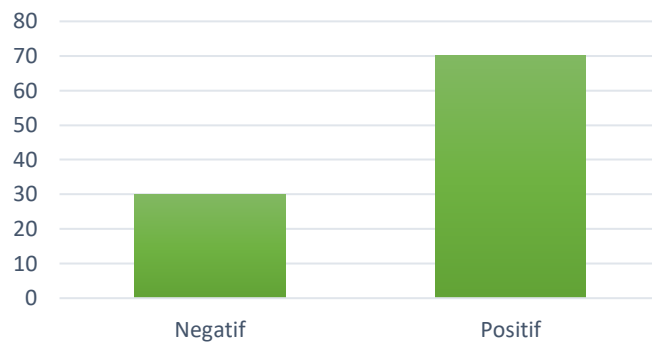
Hasil uji normalitas pada aspek pengetahuan menunjukkan bahwa data tidak berdistribusi normal, sehingga uji hipotesis dilakukan menggunakan uji non-parametrik Wilcoxon Signed Ranks Test. Berdasarkan hasil uji Wilcoxon Signed Ranks Test menunjukkan bahwa tidak terdapat peserta yang mengalami penurunan 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 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 13. Evaluasi Tingkat Aspek Sikap

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.

4.4.7 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 ekstrak daun Afrika terbukti efektif dalam mengendalikan ulat daun (*Plutella xylostella*). Peningkatan konsentrasi nanobiopestisida secara umum meningkatkan mortalitas larva dan aktivitas antifeedant. Perlakuan konsentrasi 24% menghasilkan mortalitas tertinggi, sedangkan konsentrasi 6% menunjukkan nilai LT_{50} tercepat dan mampu memberikan mortalitas yang tinggi dengan penggunaan konsentrasi yang lebih rendah. Selain itu, nilai LC_{50} cenderung menurun seiring bertambahnya waktu pengamatan, yang menunjukkan bahwa semakin lama waktu paparan, semakin kecil konsentrasi nanobiopestisida yang diperlukan untuk menyebabkan kematian 50% populasi larva. Secara keseluruhan, hasil tersebut menunjukkan bahwa nanobiopestisida ekstrak daun Afrika berpotensi sebagai alternatif pestisida nabati yang efektif dan lebih ramah lingkungan dalam pengendalian ulat daun.
2. Rancangan penyuluhan mengenai penggunaan nanobiopestisida ekstrak daun Afrika telah disusun berdasarkan hasil penelitian menggunakan pendekatan LPM yang mencakup penetapan sasaran, tujuan, materi, metode, media, serta evaluasi penyuluhan. Materi penyuluhan difokuskan pada pengenalan nanobiopestisida, teknik aplikasi, dosis, waktu penyemprotan, serta manfaat penggunaannya sebagai alternatif pengendalian hama yang lebih ramah lingkungan.
3. Pelaksanaan penyuluhan mampu meningkatkan pengetahuan dan membentuk sikap positif petani terhadap penggunaan nanobiopestisida ekstrak daun Afrika dalam pengendalian ulat daun (*Plutella xylostella*) pada tanaman bunga kol. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan dan perubahan sikap petani ke arah yang lebih baik setelah mengikuti kegiatan penyuluhan.

5.2 Saran

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian nanobiopestisida ekstrak daun Afrika pada skala lapang, mengevaluasi stabilitas formulasi selama penyimpanan, serta mengkaji frekuensi dan interval aplikasi sehingga diperoleh rekomendasi penggunaan yang lebih komprehensif bagi petani.

2. Nanobiopestisida ekstrak daun Afrika dapat dipertimbangkan sebagai salah satu alternatif pengendalian ulat daun (*Plutella xylostella*) pada tanaman bunga kol karena mampu memberikan efektivitas pengendalian yang baik sekaligus mendukung upaya pengurangan penggunaan pestisida sintetis. Penggunaannya perlu disesuaikan dengan dosis dan waktu aplikasi yang tepat agar hasil pengendalian lebih optimal.
3. Materi mengenai pemanfaatan nanobiopestisida ekstrak daun Afrika dapat diintegrasikan ke dalam kegiatan penyuluhan sebagai salah satu alternatif pengendalian hama yang ramah lingkungan untuk mendukung penerapan budidaya pertanian berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adak, T., Barik, N., Patil, N. B., Govindharaj, G., Gadratagi, B. G., Annamalai, M., Mukherjee, A. K., & Rath, P. C. (2019). Industrial Crops & Products Nanoemulsion of eucalyptus oil : An alternative to synthetic pesticides against two major storage insects (*Sitophilus oryzae* (L .) and *Tribolium castaneum* (Herbst)) of rice. *Industrial Crops & Products*, June, 111849. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111849>
- Ahyanti, M., & Yushananta, P. (2023). Kandungan Saponin dan Flafonoid Pada Tanaman Pekarangan Serta Potensinya Sebagai Bioinsektisida Lalat Rumah (*Musca domestica*). *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 17(6), 31–43. <https://doi.org/https://doi.org/10.26630/rj.v17i1.3763>
- Aimad, A., Bourhia, M., Hana, H., Sanae, R., Salamatullah, A. M., Soufan, W., Riham, H. Z., Ouahmane, L., Youness, E. A., Nouredine, E., & Mohamed, F. (2022). Essential Oils from *Artemisia herba alba* Asso., *Maticaria Recutita* L., and *Dittrichia Viscosa* L. (Asteraceae): A Promising Source of Eco-Friendly Agents to Control *Callosobruchus maculatus* Fab. Warehouse Pest. *Journal of Chemistry*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/2373460>
- Alifia, N., Nizar, A., & Sawitri, B. (2022). Pengaruh penggunaan insect light trap tenaga surya dalam pengendalian hama wereng batang coklat pada tanaman padi. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 15(2), 80–83. <https://doi.org/10.21107/agrovigor.v15i2.11431>
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman.
- Azwar, S. (2022). Sikap Manusia. In *Pustaka Pelajar*. Pustaka Pelajar.
- Bachtiar, E. E., Tapi, T., Saputra, H., Budicahyono, M. E., & Konyep, E. (2025). Penyuluhan Pertanian: Pendekatan, Metode dan Dampaknya Terhadap Pembangunan Pertanian Dalam Mendukung Swasembada Pangan. *Journal of Sustainable Agriculture Extension*, 3(1), 42–52.
- Bilal, M., Sial, M. U., & Cao, L. (2022). Effects of Methoxyfenozide-Loaded Fluorescent Mesoporous Silica Nanoparticles on *Plutella xylostella* (L .) (Lepidoptera: Plutellidae) Mortality and Detoxification Enzyme Levels Activities. *Journal of Molecular Sciences*, 23, 1–17. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ijms23105790>
- Böckmann, E. (2022). Effects of insect net coverage in field vegetables on pests , diseases , natural enemies , and yield. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 129(6), 1401–1415. <https://doi.org/10.1007/s41348-022-00644-1>
- Burgess, E. R., King, B. H., & Geden, C. J. (2020). Oral and Topical Insecticide Response Bioassays and Associated Statistical Analyses Used Commonly in Veterinary and Medical Entomology. *Journal of Insect Science*, 20, 1–9. <https://doi.org/10.1093/jisesa/ieaa041>
- Cahyanto, S., & Wardana, R. (2024). Peningkatan Kapasitas Petani dalam Pengelolaan Hama Terpadu (PHT) pada Tanaman Padi Sawah di Desa Sumberrejo , Kecamatan Tanggul , Kabupaten Jember Capacity Building of Farmers in Integrated Pest Management (IPM) of Rice Paddy Crops in Sumberrejo Vill. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bidang Pertanian*, 3(2), 42–48. <https://doi.org/10.25047/agrimas.v3i2.53>

- Chem, C., Eslamloo, G., & Ito, T. (2025). Insecticidal efficacy of non- Bt bacterial strains against diamondback moth , *Plutella xylostella* (L .). *Journal Sustainable Food Systems*, June. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1591114>
- Christologus, P., Mustafa, A., & Serman, N. (2022). Efektivitas Komunikasi Penyuluhan Pertanian Dalam Pembentukan Petani Mandiri Di Tingkat Kelompok Tani (Studi Kasus: Di Desa Pukdale Kecamatan Kupang Timur Kabupaten Kupang). *Buletin Ilmiah IMPAS*, 23(2), 106–112. <https://doi.org/https://doi.org/10.35508/impas.v23i2.8660>
- Diaz, J. M., Jayaratne, K. S. U., & Kumar Chaudhary, A. (2020). Evaluation competencies and challenges faced by early career extension professionals: developing a competency model through consensus building. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 26(2), 183–201. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2019.1671204>
- Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian RI. (2022). *Teknologi Nano Biopestisida: Perspektif Baru dalam Dunia Pertanian Indonesia*. <https://ditjenbun.pertanian.go.id/>. <https://ditjenbun.pertanian.go.id/teknologi-nano-biopestisida-perspektif-baru-dalam-dunia-pertanian-indonesia/>
- Esther, O., Gabriel, A. S., & Adekunle, O. O. (2022). Leaf Epidermal and Petiole Anatomical Features As Taxonomic Characters In some *Vernonia* species in Nigeria. *Journal of Biological Research & Biotechnology*, 20(1), 1388–1397.
- Farasifa, A. P., Purwanti, E. W., & Gunawan, G. (2024). Extension of *Beauveria bassiana* the Effectiveness As a Coffee Fruit Borer Pest Control in Ngrayudan Village, Ngawi Regency. *Journal of Agriprecision & Social Impact*, 1(2), 131–146. <https://doi.org/10.62793/japsi.v1i2.18>
- Firmansyah, A., Fatchiya, A., & Sadono, D. (2024). Peran Penyuluh Swasta dalam Transformasi Perilaku Masyarakat melalui Pemberdayaan berbasis Inovasi Biocyclo Farming The Role of Private Extension Agents in The Transformation of Community Behavior through Empowerment Based on Biocyclo Farming Innovation. *Jurnal Penyuluhan*, 20(01), 14–28. <https://doi.org/https://doi.org/10.25015/20202447949>
- Fitra, Akrab, A., & Safitri, D. (2024). Peran Kelompok Tani Terhadap Peningkatan Sumber Daya Manusia (SDM) Petani Jagung Hibrida Di Desa Makmur. *Jurnal Pembangunan Agribisnis*, 3(3), 255–265. <https://doi.org/https://doi.org/10.22487/jpa.v3i3.2362>
- Gusti, I. M., Gayatri, S., Subhan, A., & Tani, K. (2021). Pengaruh Umur , Tingkat Pendidikan dan Lama Bertani terhadap Pengetahuan Petani Mengenai Manfaat dan Cara Penggunaan Kartu Tani di Kecamatan Parakan Tha Affecting of Farmer Ages , Level of Education , and Farming Experience toward the Level of Farmer Know. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 19(2), 209–221.
- Haryanti, D., Efendi, D., & Sobir, D. (2020). Keragaman Morfologi dan Komponen Hasil Kubis Bunga (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) di Dataran Tinggi dan Dataran Rendah. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 47(3), 291–298. <https://doi.org/10.24831/jai.v47i3.25902>
- Hudan, S. H., & Praticia, V. M. (2022). Telaah Efek Farmakologi Daun Afrika (*Vernonia amygdalina* Del) serta Senyawa Aktif di Dalamnya. *Jurnal Riset*

- Farmasi*, 2, 25–30. <https://doi.org/https://doi.org/10.29313/jrf.v2i1.700>
- Huseng, A. M., Auliyauddin, S., & Nursalam. (2025). Taxonomi Pendidikan Dimensi Pengetahuan, Sikap, dan Keterampilan. *Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial*, 2(9), 107–116.
- Ikawati, S., & Choliq, F. A. (2023). Toxicity of Clove Oil Nanoparticles against Diamondback Moth *Plutella xylostella* (L.). *Sains Malaysiana*, 52(5), 1397–1405. <https://doi.org/10.17576/jsm-2023-5205-06>
- Irdiana, E., Nurliza, N., & Kurniati, D. (2023). Keberhasilan Penyuluhan Melalui Karakteristik Penyuluh dan Petani. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 11(2), 247–261. <https://doi.org/10.29244/jai.2023.11.2.247-261>
- Isman, M. B. (2020). Botanical Insecticides in the Twenty-First Century — Fulfilling Their Promise ? *Annual Review of Entomolog*, 65, 233–249.
- Jamtsho, T., Banu, N., & Kinley, C. (2021). Critical Review On Past, Present And Future Scope Of Diamondback Moth Management. *Plant Archives*, 21(1), 1676–1680. <https://doi.org/10.51470/PLANTARCHIVES.2021.v21.no1.159>
- Jannah, N. A. M., & Yuliani, Y. (2021). Keefektifan Ekstrak Daun *Pluchea indica* dan *Chromolaena odorata* sebagai Bioinsektisida Terhadap Mortalitas Larva *Plutella xylostella*. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 10(1), 33–39. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v10n1.p33-39>
- Jusnita, N., & Tridharma, W. S. (2019). Jusnita, N., & Tridharma, W. S. (2019). Karakterisasi nanoemulsi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.). *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 6(1), 16–24. *Karakterisasi Nanoemulsi Ekstrak Daun Kelor (Moringa Oleifera Lamk.)*, 6(1), 16–24.
- Kalaycioglu, I., Rioux, B., Briard, J. N., Nehme, A., Touma, L., Dansereau, B., Carpentier, A. V., & Keezer, M. R. (2023). Inter - rater reliability of risk of bias tools for non - randomized studies. *Systematic Reviews*, 1–8. <https://doi.org/10.1186/s13643-023-02389-w>
- Kania, N., Kusumah, Y. S., Dahlan, J. A., Nurlaelah, E., & Gürbüz, F. (2024). Constructing and providing content validity evidence through the Aiken ' s V index based on the experts ' judgments of the instrument to measure mathematical problem-solving skills. *Research and Evaluation in Education*, 10(1), 64–79. <https://doi.org/https://doi.org/10.21831/reid.v10i1.71032>
- Khairunnisa, N. F., Saidah, Z., Hapsari, H., & Wulandari, E. (2021). Peran Penyuluh Pertanian terhadap Tingkat Produksi Usahatani Jagung The Agricultural Extension Agent's Role on the Level of Corn Farming Production. *Jurnal Penyuluhan*, 17(2), 113–125.
- Kusumadinata, A. A. (2024). Problematika Gapoktan (Gabungan Kelompok Tani) Di Indonesia : Studi Kasus Analis Pemberitaan. *Jurnal Agrinus*, 2, 194–203. <https://doi.org/https://doi.org/10.62180/96j13b48>
- Latifa, B. C., & Haryadi, N. T. (2024). Uji Efektivitas Pestisida Nabati Kombinasi Ekstrak *Chromolaena odorata* L . dan *Annona muricata* L . terhadap Mortalitas Hama Ulat Daun (*Plutella xylostella*). *Jurnal Ilmu Pertanian, Kehutanan Dan Agroteknologi*, 25(2017), 37–43. <https://doi.org/https://doi.org/10.33319/agtek.v25i1.148>
- Lerrick, R. I., Ximenes, P. A., & Suwari. (2023). Toxicity Assay of 2,4,5-Trimethoxybenzaldehyde Using Brine Shrimp Lethality Test (BSLT). *Jurnal*

Chem, 5(2), 13–23.
<https://doi.org/https://ejurnal.undana.ac.id/index.php/CN/article/download/14370/6227>

- Luqman, B. A., & Yuliani. (2023). Efektifitas Ekstrak Campuran Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L .) dan Bintaro (*Cerbera odollam*) terhadap Mortalitas *Spodoptera litura* F . The Effectiveness Extract of Noni Leaf (*Morinda citrifolia* L .) and Bintaro Leaf (*Cerbera odollam*) Against Mo. *Lentera Bio*, 12(2013), 179–185. <https://doi.org/https://doi.org/10.26740/lenterabio.v12n2.p179-185>
- Maratun, Sawitri, B., & Wandansari, N. R. (2025). Sebagai Upaya Pencegahan Virus Gemini Pada Tanaman Cabai (*Capsicum Frutescens*) Farmers ' Perceptions Of The Use Of Botanical Pesticides As An Effort To Prevent Gemini Virus In Chili Plants *Capsicum Frutescens* Pendahuluan Metode Penelitian. *Jurnal Resolusi Konflik, CSR & Pemberdayaan*, 10(1), 18–25.
- Martina, M., & Praza, R. (2021). Identifikasi Pelaksanaan Metode Penyuluhan Pertanian Pada Petani Padi Sawah di Kecamatan Dewantara Kabupaten Aceh Utara. *Agrifo : Jurnal Agribisnis Universitas Malikussaleh*, 5(2), 142. <https://doi.org/10.29103/ag.v5i2.3881>
- Matsuzaki, Y., Kiguchi, S., Suemoto, H., & Iwahashi, F. (2019). Antifungal activity of metyltetraprole against the existing Qol-resistant isolates of various plant pathogenic fungi. *Journal Pest Management Science*, November. <https://doi.org/10.1002/ps.5697>
- Mokkapati, J. S., Wnęk, A., Laskowski, R., & Bednarska, A. J. (2021). Acute oral and contact toxicity of three plant protection products to adult solitary bees *osmia bicornis*. *Polish Journal of Environmental Studies*, 30(5), 4105–4113. <https://doi.org/10.15244/pjoes/130516>
- Morakchi, S. K., Oudjil, H. M., & Sifi, K. (2021). Azadirachtin-Based Insecticide : Overview , Risk Assessments , and Future Directions. *Journal Frontiers in Agronomy*, 3(July), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fagro.2021.676208>
- Muniappan, R., Ba, M., Sharma, A., & Hendery, S. (2024). Editorial : Integrated Pest Management of tropical crops. *Fronties on Agronomy*, April, 1–3. <https://doi.org/10.3389/fagro.2024.1407495>
- Nafiati, D. A. (2021). Revisi taksonomi Bloom: Kognitif, afektif, dan psikomotorik. *Humanika*, 21(2), 151–172. <https://doi.org/10.21831/hum.v21i2.29252>
- Nartea, A., Fanesi, B., Giardinieri, A., Campmaj, G., Lucci, P., Saurina, J., Pacetti, D., Fiorini, D., Frega, N. G., & Oscar, N. (2022). Glucosinolates and Polyphenols of Colored Cauliflower as Chemical Discriminants Based on Cooking Procedures. *Journal Foods*, 11(19), 1–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/foods11193041>
- Ndayambaje, M., Habyarimana, T., Niyonsaba, T., Mwiseneza, A., Nshizirungu, J. P., Yadufashije, C., Naya, A., & Oudghiri, M. (2025). *Vernonia amygdalina* Delile and cancer: a comprehensive review of its chemopreventive mechanisms and efficacy. *Discover Plants*, 2(1). <https://doi.org/10.1007/s44372-025-00104-8>
- Ngegba, P. M., Cui, G., Khalid, M. Z., & Zhong, G. (2022). Conclusions and Recommendations The effectiveness of botanical pesticides to manage agriculturally economic pests is vital due to their renewable tendency, significant environmental safety, and human welfare. Plant-based pesticides

are predominantly used . *Agriculture (Switzerland)*, 12(5).

- Nur Hafizah. (2022). Budidaya Tanaman Kubis Bunga (*Brassica oleracea* var. *Botrytis* L.) pada Berbagai Kombinasi Pupuk Kandang Kotoran Ayam dan EM4. *Rawa Sains: Jurnal Sains STIPER Amuntai*, 12(1), 31–40. <https://doi.org/10.36589/rs.v12i1.212>
- Nurdiantin, D. F., & Al Qifary, M. R. (2022). Efektivitas Penggunaan Media Penyuluhan Dalam Difusi Informasi Pekarangan Pangan Lestari Sebagai Upaya Antisipasi Krisis Pangan. *Jurnal Penyuluhan*, 17(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.51852/jpp.v17i2.563>
- Nurjanah, S., Istiyono, E., Widiastuti, W., & Iqbal, M. (2023). The Application of Aiken ' s V Method for Evaluating the Content Validity of Instruments that Measure the Implementation of Formative Assessments. *Journal of Research and Educational Research Evaluation*, 12(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/jere.v12i2.76451>
- Nursalam, I. T., Somantri, K., Marina, I., & Aisyah, S. (2022). Pengaruh Peran Penyuluhan Pertanian Terhadap Penggunaan Sistem Tanam Jajar Legowo. *Journal Of Sustainable Agribusiness*, 01(02), 43–46.
- Oeng, Anwarudin, Laily Fitriana, W. T. D., Putri Permatasari, Eksa Rusdiyana, K. M. Z., & Eka Nur Jannah, Mochamad Sugiarto, Nurlina, Y. H. (2021). Sistem Penyuluhan Pertanian. In *Yayasan Kita menulis*.
- Pallant, J. (2020). *SPSS Survival Manual. A Step by Step Guide to Data Analysis using IBM SPSS*. McGraw Hill Education.
- Pan, X., Guo, X., Zhai, T., Zhang, D., Rao, W., Cao, F., & Guan, X. (2022). Nanobiopesticides in sustainable agriculture: developments, challenges, and perspectives. *Environmental Science: Nano*, 10(1), 41–61. <https://doi.org/10.1039/d2en00605g>
- Paramita, M., & Djiwanti, S. R. (2019). Potensi Tanaman Obat Daun Afrika (*Vernonia Amygdalina*) Sebagai Insektisida Nabati. *Prosiding Pokjanas Toi Ke 57*.
- Pavela, R., Kovarikova, K., & Novak, M. (2025). Botanical Antifeedants : An Alternative Approach to Pest Control. *Insect*, 1–22. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/insects16020136>
- Pohan, D. J., Marantuan, R. S., & Djojaputro, M. (2023). Toxicity Test of Strong Drug Using the BSLT (Brine Shrimp Lethality Test) Method. *International Journal of Health Sciences and Research*, 13(February), 203–209. <https://doi.org/https://doi.org/10.52403/ijhsr.20230228>
- Puspitasariy, R. D., Syahrani, D., Ekasari, K., Kimia, J., Sains, F., Jambi, U., & Ekstrak, A. (2025). Nanoemulsi dan Karakterisasi Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L .) Menggunakan VCO dan Tween 80. *Jurnal Riset Kimia*, 11(2), 54–62. <https://doi.org/https://doi.org/10.22487/kovalen.2025.v11.i2.17827>
- Putri, M. A., & Ananda, G. (2022). Persepsi Petani terhadap Kompetensi Penyuluh Pertanian di Kecamatan Payakumbuh , Kabupaten Lima Puluh Kota Farmers Perceptions on the Competence of Agricultural Extension Workers in Payakumbuh District , Lima Puluh Kota Regency. *Jurnal Penyuluhan*, 18(01), 59–74. <https://doi.org/https://doi.org/10.25015/18202236061>

- Rahmawati, R., Baruwadi, M., & Ikbah Bahua, M. (2019). Peran Kinerja Penyuluh Dan Efektivitas Pelaksanaan Penyuluhan Pada Program Intensifikasi Jagung. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 15(1), 56. <https://doi.org/10.20956/jsep.v15i1.6342>
- Ramadhani., I. A., Erwin., & Pratiwi., D. R. (2021). Uji Fitokimia dan Uji Toksisitas Ekstrak Kasar Daun, Batang dan Kulit Batang Tanaman Afrika (Vernonia Amygdalina Del.). *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 78–84.
- Rante, C. S., Elisabet R.M. Meray, & Daisy S. Kandowangko. (2025). Mortality of *Plutella xylostella* Linn. from Cabbage Crops in Kakaskasen II Village, Tomohon City, and Its Resistance to Several Commercial Insecticides. *Jurnal Bios Logos*, 15(1), 19–25. <https://doi.org/10.35799/jbl.v15i1.59247>
- Razis, A. F. A., & Noor, N. M. (2019). Cruciferous Vegetables: Dietary Phytochemicals for Cancer Prevention. *Journal of Cancer Prevention*, 14(1999), 1565–1570. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.7314/APJCP.2013.14.3.1565>
- Rhamadini, D., Meutia, F., Husna, Y. M., & Shafira, N. (2024). Literature Review: Pesticide Residues on Vegetables in Indonesia. *International Journal of Health Sciences (IJHS)*.
- Romadi, U., Gunawan, G., & Mohammad, F. H. (2023). The Influence of Participatory Technology and Institutional Participation of Farmer Groups on Farmer Business Development. *Jurnal Penyuluhan*, 19(02), 17–24. <https://doi.org/10.25015/19202341384>
- Romadi, U., & Hamyana. (2020). Presepsi Petani Terhadap Penggunaan Media Audio Visual Dalam Pelaksanaan Penyuluhan (Studi Implementasi Penyuluhan di Kec. Junrejo Kota Batu Jawa Timur). *Jurnal Penyuluhan Pertanian*, 1, 46–49. <https://doi.org/https://doi.org/10.51852/jpp.v11i1.330>
- Rumape, O., Ischak, N. I., & Ishak, S. A. (2023). Toksisitas Ekstrak Daun Bandotan (*Ageratum Conyzoides* L .) sebagai Insektisida Nabati terhadap Mortalitas Hama Ulat Spodoptera Frugiperda Indonesia telah mengeluarkan kebijakan nasional terhadap perlindungan tanaman dalam program Pengendalian Hama Terpad. *Journal of Chemistry*, 5(1), 31–45. <https://doi.org/https://doi.org/10.37905/jambchem.v5i1.19584>
- Rustandi, Y., & Warnaen, A. (2019). Media Penyuluhan. *Pusat Pendidikan Pertanian*, 01(1), 01–200.
- Saad, A. S. ., Kordy, A. M. A., Mackled, M. I., Ahmed, A. E., & El-Naby, S. S. A. (2025). Environment friendly pesticide formulation by adding certain adjuvants and their biological performance against *Sitophilus oryzae* (L.). *Scientific Reports*, 15(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-83922-2>
- Safrida, S., Wulandari, N. A. R., & Supriatno, S. (2020). Effects of Natural Insecticides from the Extract of Nanoemulsion (*Tridax Procumbens* L.) Leaves on Behavior and Mortality Control of Caterpillars (*Crocidolomia pavonana* F.) in Mustard Plants. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(2), 199–204. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.2.199>
- Sharma, A., Kumar, V., Kumar, R., Shahzad, B., Thukral, A. K., & Bhardwaj, R. (2018). Brassinosteroid-mediated pesticide detoxification in plants: A mini-review. *Cogent Food and Agriculture*, 4(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2018.1436212>

- Sharma, Katlam, B., Dhimar, A., & Chaturvedani, J. (2023). Biology of Diamondback Moth, *Plutellae xylostella*, (Linn.) (Lepidoptera: Plutellidae) on Cabbage under Laboratory Condition. *The Pharma Innovation Journal*, 12(6), 37–39. <http://nhb.gov.in/>
- Shehzad, M., Bodlah, I., Ali, J., Muhammad, S., Bodlah, A., & Gull, A. (2023). Recent insights into pesticide resistance mechanisms in *Plutella xylostella* and possible management strategies. *Environmental Science and Pollution Research*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-29271-5>
- Silva, J. E., Assis, C. P. O., Ribeiro, L. M. S., Santos-Amaya, O. F., Araújo, R. A., Campos, M. R., Guedes, R. N. C., & Siqueira, H. A. A. (2022). Diamondback moth, *Plutella xylostella*: Global pest status and management strategies. *Journal of Integrative Agriculture*, 21(3), 674–692.
- Souto, A. L., Sylvestre, M., Tölke, E. D., Tavares, J. F., Barbosa-Filho, J. M., & Cebrián-Torrejón, G. (2021). and Sustainable Agricultural Production: Prospects , Applications and Challenges. *Moleclues*, 26(1), 4835. <http://doi.org/10.1080/23312025.2017.1404274>
- Sugiyono. (2022). Metode Penelitian. In *Alfabeta*. Penerbit Alfabeta.
- Sukmawati, S., Hadi, H., & Aminah, A. (2017). Potensi Senyawa Flavonoid Daun Afrika (*Vernonia amygdalina* Del.) Asal Ternate Sebagai Antioksidan. *Jurnal Ilmiah As-Syifaa*, 9(2), 195–200. <https://doi.org/10.33096/jifa.v9i2.278>
- Suryono, H. F., Wijayanti, S. W., Kholilah, N., Rasundawa, G. F. A., Asmara, S. A., & Widiyanti, E. (2022). Identifikasi Potensi Wilayah untuk Mendukung Program Penyuluhan Pertanian di Kecamatan Jumo, Kabupaten Temanggung, Provinsi Jawa Tengah. In *Journal of Agricultural Extension* (Vol. 46, Issue 1, p. 27). <https://doi.org/10.20961/agritexts.v46i1.61380>
- Susanti, & Kurniati, E. (2025). Analisis Pengembangan Wilayah Berbasis Potensi Lokal Sebagai Upaya Peningkatan Ekonomi Daerah Di Provinsi Lampung. *Jurnal Ilmu Ekonomi*, 4(1).
- Tama, D., Zahra, V., Nelly, N., Agrosci, E. L.-J., & 2024, U. (2024). Efficacy of Botanical Insecticide Nanoemulsion Based on *Tephrosia vogelii* against Aphid Pests on Broccoli Plants. *Annpublisher.Org*, 2(2), 142–152. <https://doi.org/10.62885/agrosci.v2i2.564>
- Thurman, J. H., & Furlong, M. J. (2025). Biocontrol of diamondback moth (*Plutella xylostella*) in organic crops : Spatial and seasonal dynamics. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 385. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agee.2025.109567>
- Tompunu, C., Edy, H. J., & Supriati, H. S. (2013). Formulasi Sirup Analgesik Ekstrak Etanol Daun Songgolangit (*Tridax procumbens* L .). *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 2(03), 71–74. <https://doi.org/https://doi.org/10.35799/pha.2.2013.2382>
- Viswakethu, V., Ramasamy, V., Balakrishnan, P., Narayanasamy, B., & Karthic, R. (2025). Efficacy of botanical pesticides in insecticidal activity against the banana fruit scarring beetle *Basilepta subcostata* an In vitro analysis. *Journal of Natural Pesticide Research*, 11(October 2024), 100101. <https://doi.org/10.1016/j.napere.2024.100101>
- Witri, L., & Purnomo, H. (2021). Efektifitas Tanaman Refugia Border Crop terhadap Serangan Hama *Plutella xylostella* dan *Crociodolomia binotalis* pada Tanaman

- Kubis Bunga Effectiveness of Border Crop Refugia Against *Plutella Xylostella* and *Crociodolomia binotalis* on Flower Cabbage. *Jurnal Penelitian Agronomi*, 23(2), 64–71. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.20961/agsjpa.v23i2.48224>
- Wulandari, D., Dewi Rani, I., Sandi, K., Nur Shabrina, D., & Gunita, G. (2024). Pengaruh Pestisida Nabati Ekstrak Kulit Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Terhadap Mortalitas Hama Kutu Daun (*Aphis gossypi*). *Bioma : Berkala Ilmiah Biologi*, 25(2), 88–93. <https://doi.org/10.14710/bioma.25.2.88-93>
- Xinshu, Z., Feng, G. C., Ao, S. H., & Liu, P. L. (2022). Interrater reliability estimators tested against true interrater reliabilities. *BMC Medical Research Methodology*, 22, 1–19. <https://doi.org/10.1186/s12874-022-01707-5>
- Yanfika, H., Listiana, I., Rangga, K. K., Gitosaputro, S., Dame Gultom, T., & Nurmayasari, I. (2024). Building appropriate strategy for improving the capabilities of agricultural extension services in Indonesia. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 30(1), 17–27.
- Zhao, J., Wang, Z., Yin, J., Wei, Y., Li, M., Ma, Z., Yin, M., Dong, M., Shen, J., & Yan, S. (2025). A self-assembled multicomponent RNA nano-biopesticide for increasing the susceptibility of destructive bean flower thrips to insecticides via dsNrf2. *Journal of Nanobiotechnology*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12951-025-03460-5>
- Zuhro, F. (2024). Senyawa Anti Feedant : Mekanisme Kerja dan Perannya sebagai Senyawa Aktif Pestisida. *BIOSAPPHIRE: Jurnal Biologi Dan Diversitas*, 3(2), 98–108. <https://doi.org/10.31537/biosapphire.v3i2.2105>

LAMPIRAN

LAMPIRAN

Lampiran 1. Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir

[illegible]

Lampiran 2. Hasil Uji PSA Nanobiopestisida Daun Afrika

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM) UPT LABORATORIUM TERPADU Jalan Semarang 5, Malang 65145 email: integratedlab@um.ac.id Laman: www.integratedlab.um.ac.id																																																
LAPORAN HASIL UJI LTUM.LHU.PS.072.2026																																																	
SPECIMEN DESCRIPTION																																																	
<u>Condition of Samples</u>	: Sampel larutan bewarna hijau tua bening dalam gelas beaker																																																
<u>Sample Code</u>	: PS072																																																
<u>Material Name</u>	: nano biopestisida daun africa																																																
<u>Measurement time</u>	: 17 April 2026																																																
OPERATOR, ANALYZER & SUPERVISOR																																																	
<u>Analyzer</u>	: Suci Elya Intan Suryani, M.Si																																																
<u>Supervisor</u>	: Prof. Hadi Nur, Ph.D																																																
RESULTS																																																	
Remark:																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FileName</th> <th>Avg. [nm] (Cumulant)</th> <th>PI</th> <th>Avg. [nm] (Histogram)</th> <th>d10 [nm]</th> <th>d50 [nm]</th> <th>d90 [nm]</th> <th>d99 [nm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PS072_20260417134856_2</td> <td>58.7</td> <td>0.381</td> <td>1224.6</td> <td>12.3</td> <td>56.8</td> <td>5108.5</td> <td>9421.2</td> </tr> <tr> <td>PS072_20260417135002_3</td> <td>58.8</td> <td>0.402</td> <td>469.8</td> <td>13.7</td> <td>64.3</td> <td>781.2</td> <td>8472.3</td> </tr> <tr> <td>PS072_20260417135108_4</td> <td>57.4</td> <td>0.404</td> <td>864.8</td> <td>18.1</td> <td>53.9</td> <td>3209.1</td> <td>9155.1</td> </tr> <tr> <td>Avg.</td> <td>58.3</td> <td>0.396</td> <td>853.1</td> <td>14.7</td> <td>58.3</td> <td>3032.9</td> <td>9016.2</td> </tr> <tr> <td>S.D.</td> <td>0.8</td> <td>0.012</td> <td>377.5</td> <td>3.0</td> <td>5.3</td> <td>2169.0</td> <td>489.4</td> </tr> </tbody> </table>	FileName	Avg. [nm] (Cumulant)	PI	Avg. [nm] (Histogram)	d10 [nm]	d50 [nm]	d90 [nm]	d99 [nm]	PS072_20260417134856_2	58.7	0.381	1224.6	12.3	56.8	5108.5	9421.2	PS072_20260417135002_3	58.8	0.402	469.8	13.7	64.3	781.2	8472.3	PS072_20260417135108_4	57.4	0.404	864.8	18.1	53.9	3209.1	9155.1	Avg.	58.3	0.396	853.1	14.7	58.3	3032.9	9016.2	S.D.	0.8	0.012	377.5	3.0	5.3	2169.0	489.4	
FileName	Avg. [nm] (Cumulant)	PI	Avg. [nm] (Histogram)	d10 [nm]	d50 [nm]	d90 [nm]	d99 [nm]																																										
PS072_20260417134856_2	58.7	0.381	1224.6	12.3	56.8	5108.5	9421.2																																										
PS072_20260417135002_3	58.8	0.402	469.8	13.7	64.3	781.2	8472.3																																										
PS072_20260417135108_4	57.4	0.404	864.8	18.1	53.9	3209.1	9155.1																																										
Avg.	58.3	0.396	853.1	14.7	58.3	3032.9	9016.2																																										
S.D.	0.8	0.012	377.5	3.0	5.3	2169.0	489.4																																										
-Hasil analisa hanya berlaku untuk sampel yang diuji																																																	

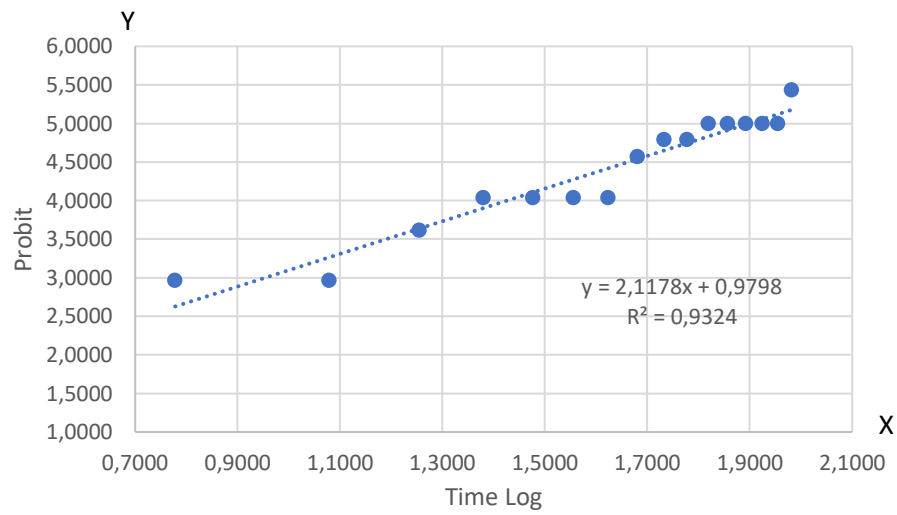
Malang, 21 April 2026
 Menyetujui
 Kepala UPT Lab Terpadu UM



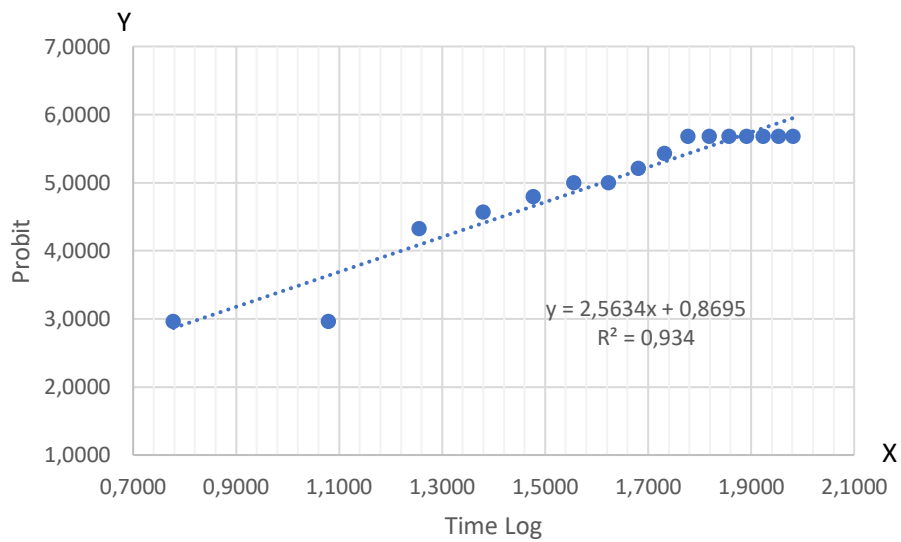
Prof. Hadi Nur, Ph.D
 NIP. 202108196905061003

Lampiran 3. Hasil Kurva LT₅₀

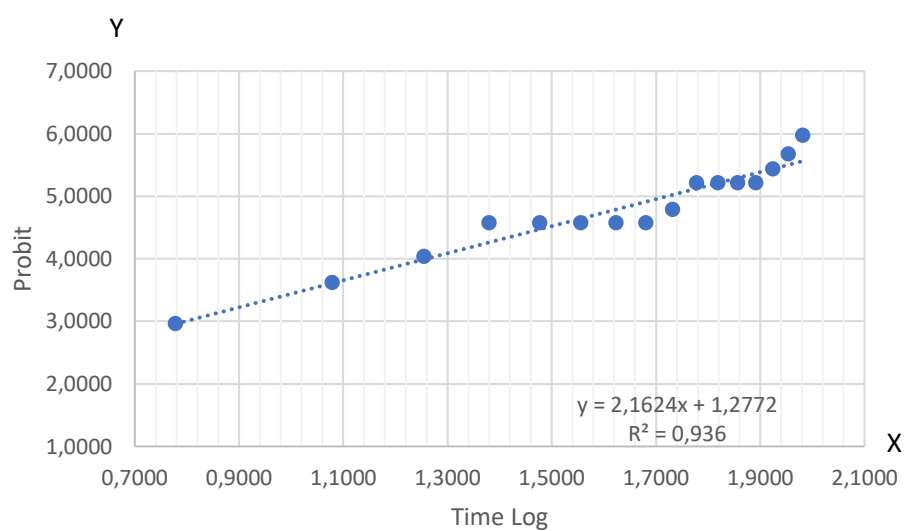
Hasil Kurva LT₅₀ P1



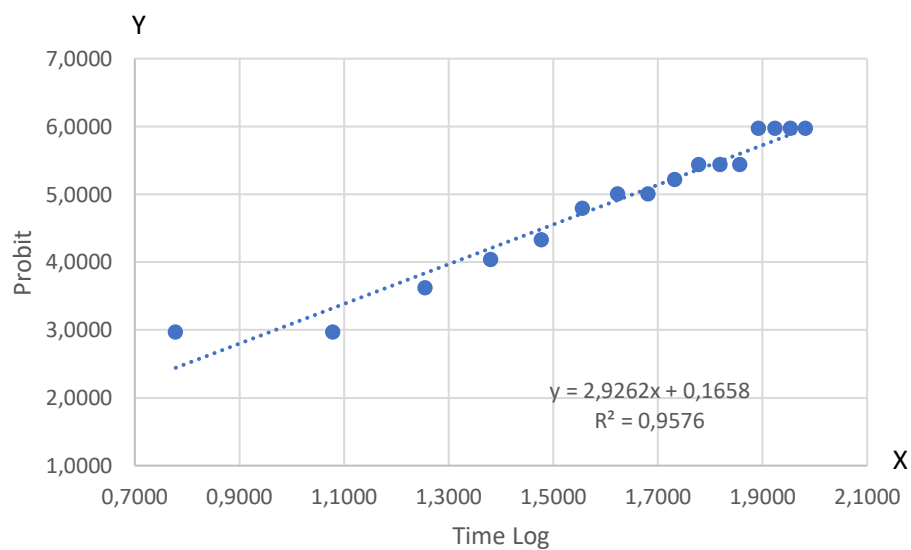
Hasil Kurva LT₅₀ P2



Hasil Kurva LT₅₀ P3



Hasil Kurva LT₅₀ P4



Lampiran 4. Hasil Uji Anova dan Duncan Aspek Teknis

UJI NORMALITAS *ANTIFEEEDANT*

Tests of Normality							
	Perlakuan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
H12	P1	.334	4	.	.792	4	.089
	P2	.260	4	.	.906	4	.462
	P3	.359	4	.	.848	4	.219
	P4	.236	4	.	.945	4	.683
	P5	.225	4	.	.941	4	.659
H24	P1	.190	4	.	.972	4	.856
	P2	.296	4	.	.894	4	.400
	P3	.134	4	.	.999	4	.996
	P4	.236	4	.	.970	4	.840
	P5	.200	4	.	.973	4	.862
H36	P1	.369	4	.	.785	4	.078
	P2	.279	4	.	.874	4	.315
	P3	.252	4	.	.905	4	.458
	P4	.279	4	.	.885	4	.360
	P5	.191	4	.	.966	4	.817
H48	P1	.158	4	.	.999	4	.996
	P2	.212	4	.	.979	4	.898
	P3	.181	4	.	.979	4	.898
	P4	.181	4	.	.979	4	.898
	P5	.181	4	.	.979	4	.898
H60	P1	.157	4	.	.993	4	.970
	P2	.157	4	.	.993	4	.970
	P3	.215	4	.	.947	4	.695
	P4	.200	4	.	.964	4	.804
	P5	.190	4	.	.972	4	.855
H72	P1	.302	4	.	.794	4	.092
	P2	.250	4	.	.887	4	.370
	P3	.248	4	.	.899	4	.428
	P4	.253	4	.	.923	4	.556
	P5	.241	4	.	.876	4	.323
H84	P1	.276	4	.	.925	4	.563
	P2	.190	4	.	.979	4	.898
	P3	.228	4	.	.945	4	.684

	P4	.208	4	.	.961	4	.787
	P5	.194	4	.	.970	4	.840
H96	P1	.229	4	.	.975	4	.875
	P2	.260	4	.	.956	4	.755
	P3	.330	4	.	.882	4	.349
	P4	.152	4	.	.993	4	.972
	P5	.294	4	.	.929	4	.590

a. Lilliefors Significance Correction

UJI HOMOGENITAS ANTIFEEDANT

Tests of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
H12	Based on Mean	1.572	4	15	.233
	Based on Median	.532	4	15	.714
	Based on Median and with adjusted df	.532	4	7.167	.717
	Based on trimmed mean	1.301	4	15	.314
H24	Based on Mean	1.218	4	15	.344
	Based on Median	1.130	4	15	.380
	Based on Median and with adjusted df	1.130	4	12.640	.386
	Based on trimmed mean	1.218	4	15	.345
H36	Based on Mean	1.579	4	15	.231
	Based on Median	1.060	4	15	.410
	Based on Median and with adjusted df	1.060	4	9.229	.429
	Based on trimmed mean	1.519	4	15	.247
H48	Based on Mean	.993	4	15	.441
	Based on Median	.991	4	15	.442
	Based on Median and with adjusted df	.991	4	13.017	.447
	Based on trimmed mean	.993	4	15	.441
H60	Based on Mean	2.699	4	15	.071
	Based on Median	2.692	4	15	.071
	Based on Median and with adjusted df	2.692	4	10.673	.089
	Based on trimmed mean	2.699	4	15	.071
H72	Based on Mean	.478	4	15	.752

H84	Based on Median	.347	4	15	.842
	Based on Median and with adjusted df	.347	4	9.170	.840
	Based on trimmed mean	.476	4	15	.753
	Based on Mean	2.222	4	15	.116
H96	Based on Median	1.464	4	15	.262
	Based on Median and with adjusted df	1.464	4	3.602	.372
	Based on trimmed mean	1.991	4	15	.148
	Based on Mean	.653	4	15	.634
H96	Based on Median	.584	4	15	.679
	Based on Median and with adjusted df	.584	4	8.776	.683
	Based on trimmed mean	.623	4	15	.653
	Based on Mean	.653	4	15	.634

UJI ANOVA ANTIFEEDANT

		ANOVA				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
H12	Between Groups	9363.560	4	2340.890	180.575	<.001
	Within Groups	194.453	15	12.964		
	Total	9558.013	19			
H24	Between Groups	1320.008	4	330.002	1.380	.288
	Within Groups	3586.002	15	239.067		
	Total	4906.010	19			
H36	Between Groups	919.312	4	229.828	1.317	.309
	Within Groups	2617.468	15	174.498		
	Total	3536.780	19			
H48	Between Groups	7928.826	4	1982.206	583.398	<.001
	Within Groups	50.965	15	3.398		
	Total	7979.791	19			
H60	Between Groups	7821.972	4	1955.493	1428.889	<.001
	Within Groups	20.528	15	1.369		
	Total	7842.500	19			
H72	Between Groups	8049.613	4	2012.403	94.700	<.001
	Within Groups	318.754	15	21.250		
	Total	8368.367	19			
H84	Between Groups	8783.257	4	2195.814	441.461	<.001
	Within Groups	74.610	15	4.974		
	Total	8857.866	19			

H96	Between Groups	7876.517	4	1969.129	198.262	<.001
	Within Groups	148.979	15	9.932		
	Total	8025.497	19			

Lampiran 5. Karakteristik Sasaran

No	Nama	Usia	Luas Lahan	Lama Usaha Tani	Pendidikan Terakhir
1	Achmad Dachlan	69	2030	40	SD
2	Agus Susilo	43	2000	20	SMA
3	Buari	62	4380	35	SMP
4	Gatot Sucipto	69	1300	35	SD
5	Imam Syafii	52	2960	26	SMA
6	Iskak	60	1500	30	SMA
7	Jumadi	58	1860	15	SMP
8	Karmukit	50	5000	29	SMA
9	Kasiyan	61	5760	31	SMP
10	Matsoleh	57	5870	37	SMA
11	Nasim	69	1870	33	SD
12	Nasium	61	3500	40	SD
13	Ngateri	60	1500	40	SD
14	Pai	80	3260	55	SD
15	Pariadi	57	4180	30	SMA
16	Pipit Harianto	45	1570	9	SMA
17	Purwanto	43	2470	20	SMA
18	Rachmad	75	5800	40	SD
19	Rifai	55	1400	5	SMA
20	Riyan Issac	29	3000	6	S1
21	Rizal Mahendra	25	1500	4	SMA
22	Sayful Anwar	45	2000	20	SD
23	Subani	61	10.000	40	SD
24	Sukaji	48	2500	15	SMP
25	Sukardi	40	2000	15	SMP
26	Sukemi	47	2000	10	SMP
27	Suwito	52	2000	30	SMP
28	Taseri	52	1500	20	SD
29	Teguh Siswoyo	30	2130	5	SMA
30	Yakin	45	1000	20	SMA

Lampiran 6. Matriks Pengambilan Keputusan Materi Penyuluhan

MATRIKS ANALISA PENETAPAN MATERI PENYULUHAN

Kegiatan Penyuluhan Melaksanakan Penyuluhan Pertanian

Tujuan Penyuluhan Mengetahui seberapa peningkatan pengetahuan dan sikap petani

No	Materi Penyuluhan	Pertimbangan Penetapan Materi Penyuluhan																Keputusan
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	Jml	Peringkat	
1	Pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika untuk pengendalian hama ulat daun (<i>Plutella xylostella</i>) pada bunga kol	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	14	1	Pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika untuk pengendalian hama ulat daun (<i>Plutella xylostella</i>) pada bunga kol
2	Pembuatan nanobiopestisida daun afrika untuk pengendalian hama ulat daun (<i>Plutella xylostella</i>) pada bungad kol	√	√	√	-	-	√	-	-	√	-	√	√	√	√	9	2	

Keterangan:

- a. *Profitable* : Menguntungkan bagi sasaran
- b. *Complementer* : Melengkapi kegiatan usahatani petani
- c. *Competability* : Tidak bertentangan dengan kebiasaan/adat istiadat/budaya masyarakat
- d. *Simplicity* : Bersifat sederhana dan mudah dilaksanakan
- e. *Availability* : Sarana dan prasarananya dapat disediakan oleh sasaran
- f. *Immediate Applicability* : Dapat dimanfaatkan dengan baik oleh sasaran
- g. *In Expesiveness* : Biaya yang dibutuhkan tidak terlalu mahal

- h. *Low Risk* : Resiko yang dikeluarkan tidak terlalu besar
- i. *Spectacular Impact* : Dampak penerapannya menarik
- j. *Expandible* : Bersifat fleksible terhadap keadaan
- k. *Vital* : Sangat penting dalam mendukung kegiatan sasaran
- l. *Importance* : Penting dalam peningkatan usahatani
- m. *Helpful* : Bermanfaat bagi sasaran
- n. *Super Focus* : Sangat fokus dalam memenuhi kebutuhan sasaran

Lampiran 7. Matriks analisis penetapan metode penyuluhan pertanian

MATRIKS ANALISA PENETAPAN METODE PENYULUHAN

Kegiatan Penyuluhan Melaksanakan Penyuluhan Pertanian

Tujuan Penyuluhan Mengetahui seberapa peningkatan pengetahuan dan sikap petani

Metode Penyuluhan Pertanian	Analisis Penetapan Metode Penyuluhan Pertanian					Prioritas	Keputusan Pemilihan Metode
	Karakteristik Sasaran	Tujuan Penyuluhan	Materi Yang Digunakan	Pendekatan Psiko-Sosial	Kondisi		
Anjongsana	√	√	√	√	X	4	Ceramah dan demonstrasi cara
Demonstrasi cara	√	√	√	√	√	1	
Demonstrasi unit	X	X	X	X	X	0	
Demonstrasi area	X	X	X	X	X	0	
Sekolah lapang	X	X	X	X	X	0	
Pameran	X	X	X	X	X	0	
Temu karya	X	X	X	X	X	0	
Kursus tani	X	X	X	X	X	0	
Pertemuan petani	√	√	√	√	X	2	
Temu usaha	X	X	X	X	X	0	
Temu lapang	X	X	X	X	X	0	
Ceramah	√	√	√	√	√	1	
Praktik langsung	√	√	√	√	X	2	

Lampiran 8. Matriks Analisis Penetapan Media Penyuluhan Pertanian

MATRIKS ANALISA PENETAPAN MEDIA PENYULUHAN

Kegiatan Penyuluhan	Melaksanakan Penyuluhan Pertanian
Tujuan Penyuluhan	Mengetahui seberapa peningkatan pengetahuan dan sikap petani
Materi Penyuluhan	Pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika pada tanaman bunga kol

Metode Penyuluhan Pertanian	Analisis Penetapan Metode Penyuluhan Pertanian					Prioritas	Keputusan Pemilihan Media
	Karakteristik Sasaran	Tujuan Penyuluhan	Materi Yang Digunakan	Pendekatan Psiko-Sosial	Kondisi		
Bagan	X	X	X	X	X	0	Folder, benda sesungguhnya, dan video
Diagram	X	X	X	X	X	0	
Grafik	X	X	X	X	X	0	
Poster	X	X	X	X	X	0	
Leaflet	X	X	X	X	X	0	
Folder	√	X	√	√	√	2	
Slide	X	X	X	X	X	0	
Film strip	X	X	X	X	X	0	
Video	√	√	X	X	√	3	
Recorder	X	X	X	X	X	0	
Model padat	X	X	X	X	X	0	
Model susun	X	X	X	X	X	0	
Benda sesungguhnya	√	√	√	√	√	1	

Lampiran 9. Media Penyuluhan

Folder



Link google drive media video

https://drive.google.com/file/d/1K3AbtFysxDFq720GIG8pE_Sb4dhLpZ0m/view?usp=drivesdk

Benda Sesungguhnya



Lampiran 10. Lembar Persiapan Menyuluh

LEMBAR PERSIAPAN MENYULUH (LPM) KECAMATAN KARANGPLOSO, KABUPATEN MALANG, PROVINSI JAWA TIMUR

Judul : Pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika (*Vernonia amygdalina*) untuk pengendalian ulat daun (*Plutella xylostella*) pada bunga kol
Tujuan : Meningkatkan pengetahuan dan sikap petani terhadap pengaplikasian nanobiopestisida ekstrak daun afrika (*Vernonia amygdalina*) terhadap hama ulat daun (*Plutella xylostella*).
Sasaran : Anggota Kelompok Tani Ammar Tani
Metode : Ceramah, diskusi, dan praktik langsung
Media : Folder dan benda sesungguhnya
Tempat : Zona Tameng, Dusun Ngudi, Desa Tawangargo.
Waktu : 60 Menit

ALUR KEGIATAN

No	Kegiatan	Uraian Kegiatan	Waktu (Menit)	Keterangan
1	Pembukaan	Salam pembukaan, penyampaian tujuan kegiatan serta perngondisian sasaran	10	Dipandu oleh penyuluh
2	Melakukan pre test sebelum penyuluhan	Petani mengisi kuesioner pre test	5	Dipandu oleh mahasiswa
3	Pengenalan nanobiopestisida	Menjelaskan pentingnya penggunaan bahan-bahan ramah lingkungan untuk pengendalian hama penyakit, salah satunya penggunaan nanobiopestisida	10	Ceramah
4	Demonstrasi Cara	Memraktikan cara pengaplikasian nanobiopestisida	20	Praktik langsung
5	Diskusi	Tanya jawab dan menerima tanggapan peserta terhadap materi yang diperkenalkan	10	Diskusi kelompok

6	Penutup	Menyimpulkan kegiatan, pembagian posttest, dan salam penutup	5	Evaluasi akhir
---	---------	--	---	----------------

Mengetahui,
Penyuluh Pertanian Lapang


Arisa Firdaus, SP
NIP. 19841117 201706 2 001

Malang, 18 Juni 2026

Penyusun Mahasiswa


Sinta Rahma Wati
NIM.04.01.22.1175

Lampiran 11. Berita Acara Penyuluhan



KEMENTERIAN PERTANIAN
BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SDM PERTANIAN
POLITEKNIK PEMBANGUNAN PERTANIAN
 Jalan Dr. Cipto 144 A Bedali, Lawang – Malang 65200 Kotak Pos 1441
 Telepon 0341-427771, 427772, 427379, Faksimile 427774
 Website: www.polbangtanmalang.ac.id
 E-mail: polbangtanmalang@yahoo.co.id



BERITA ACARA

KEGIATAN PENYULUHAN PERTANIAN

Pada hari ini Kamis tanggal 18 Juni 2026, jam 13.00 WIB s.d selesai, telah diadakan pertemuan oleh Mahasiswa Politeknik Pembangunan Pertanian (POLBANGTAN) Malang dengan kegiatan sebagai berikut:

- | | |
|---------------------|--|
| Kegiatan | : Pelaksanaan Penelitian dan Penyuluhan Pertanian |
| Lokasi Kegiatan | : Zona Tameng, Dusun Ngudi, Desa Tawangargo. |
| Materi Kegiatan | : Pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika (<i>Vernonia amygdalina</i>) untuk pengendalian ulat daun (<i>Plutella xylostella</i>) pada bunga kol |
| Tujuan Kegiatan | : Meningkatkan pengetahuan dan sikap petani terhadap pengaplikasian nanobiopestisida ekstrak daun afrika terhadap hama ulat daun (<i>Plutella xylostella</i>). |
| Pihak yang terlibat | : Penyuluh Pertanian Lapang (PPL) dan Mahasiswa Polbangtan Malang |



Mengetahui,

Koordinator Balai Penyuluhan Pertanian
Kecamatan Karangploso

Ir. Chriesna Cutha Radtra, SP
 NIP. 19680713 199901 2 0001

Malang, 18 Juni 2026

Mahasiswa

Sinta Rahma Wati
 NIRM. 04.01.22.1175

Penyuluh Pertanian

Arisa Firdaus, SP
 NIP. 19841117 201706 2 001

Lampiran 12. Daftar Hadir Penyuluhan



KEMENTERIAN PERTANIAN
 BADAN PENYULUHAN DAN PENGEMBANGAN SDM PERTANIAN
 POLITEKNIK PEMBANGUNAN PERTANIAN
 Jalan Dr. Cipto 144 A Bedali, Lawang – Malang 65200 Kotak Pos 1441
 Telepon 0341-427771, 427772, 427379, Faksimile 427774
 Website: www.polbangtanmalang.ac.id
 E-mail: polbangtanmalang@yahoo.co.id



Hari / Tanggal : Kamis, 18 Juni 2026
 Kelompok Tani : Ammar Tani
 Lokasi : Zona Tameng, Dusun Ngudi, Desa Tawangargo.
 Judul Materi : Pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika (*Vernonia amygdalina*) untuk pengendalian ulat daun (*Plutella xylostella*) pada bunga kol
 Mahasiswa : Sinta Rahma Wati

No	Nama	Jabatan	TTD
1	KARMIKIP		
2	RIAN ISSAC P-P		
3	RIZAL MAHENDRA		
4	TASERI		
5	Saipul	KETUA KELOMOK	
6	NASUIM		
7	ISKAK		
8	NGATERI		
9	Suwico		
10	Aqus		
11	Yakin		
12	SUKARDI		
13	Tai		
14	Jumadi		
15	IMAM S.		
16	Buari		
17	TEGUH SRIWYO		
18	EDATOK S.		
19	ATFAI		
20	PARIADI		
21	PIPI H.		
22	ACHMAD D.		
23	FASIYAN		
24	Suban		
25	Mac sholeh		
26	TUKELMI		
27	SuRaji		
28	Damoa		
29	Purharto		
30	NASIM		

Lampiran 13. Kisi-Kisi Kuesioner Penyuluhan

Sub Aspek	Indikator	Skala Pengukuran	No Item	Jawaban
Aspek Pengetahuan				
Mengingat	Mengetahui pengertian nanobiopestisida	BENAR, SALAH	1	Benar
	Mengetahui bahan nanobiopestisida daun afrika		2	Benar
	Mengetahui hama sasaran pada bunga kol		3	Benar
	Mengetahui gejala serangan ulat daun		4	Benar
	Mengetahui waktu aplikasi nanobiopestisida		5	Salah
	Mengetahui bagian tanaman sasaran semprot		6	Benar
	Mengetahui alat aplikasi		7	Benar
Memahami	Memahami tujuan penggunaan nanobiopestisida daun afrika		8	Benar
	Memahami keunggulan pestisida nabati		9	Benar
	Memahami alasan arah penyemprotan		10	Benar
	Memahami akibat aplikasi tidak tepat		11	Salah
	Memahami hubungan teknik aplikasi dengan efektivitas		12	Benar
Aspek Sikap				
Menerima	Menyadari pentingnya penggunaan	TIDAK SETUJU,	1	

Sub Aspek	Indikator	Skala Pengukuran	No Item	Jawaban
	nanobiopestisida daun afrika dalam pengendalian hama	RAGU-RAGU, SETUJU.		
	Bersedia menerima informasi baru tentang cara pengaplikasian nanobiopestisida		2	
	Memberikan perhatian terhadap penjelasan penyuluh tentang manfaat nanobiopestisida daun afrika		3	
Merespon	Menunjukkan partisipasi aktif saat kegiatan penyuluhan berlangsung		4	
	Mengajukan pertanyaan atau pendapat saat diskusi tentang nanobiopestisida daun afrika		5	
	Kesediaan untuk mencoba atau menerapkan informasi yang diperoleh selama penyuluhan.		6	
Menghargai	Menunjukkan rasa bangga terhadap penggunaan bahan alami seperti daun afrika untuk pestisida		7	
	Menyatakan setuju terhadap penggunaan nanobiopestisida sebagai alternatif pestisida kimia		8	
	Menunjukkan minat untuk menggunakan nanobiopestisida pada kegiatan bertani sehari-hari		9	

Sub Aspek	Indikator	Skala Pengukuran	No Item	Jawaban
Tanggung Jawab	Bersedia menerapkan nanobiopestisida sesuai dosis dan prosedur yang diajarkan		10	
	Berkomitmen menjaga keamanan lingkungan dengan mengurangi pestisida kimia		11	
	Menyebarkan informasi kepada petani lain tentang manfaat nanobiopestisida daun afrika		12	

Lampiran 14. Kuesioner Penyuluhan

KUESIONER EVALUASI PENYULUHAN “PEMANFAATAN PENGAPLIKASIAN NANOBIOPESTISIDA DAUN AFRIKA UNTUK PENGENDALIAN HAMA ULAT DAUN (*PLUTELLA XYLOSTELLA*) PADA TANAMAN KOL DI DESA TAWANGARGO KECAMATAN KARANGPLOSO KABUPATEN MALANG”

I. Identitas Responden

Nama :

Usia :

Jenis Kelamin : Laki-laki / Perempuan

Luas Lahan :

Lama Usaha Tani :

Pendidikan Terakhir :

II. Petunjuk Pengisian

A. ASPEK PENGETAHUAN

- Berilah tanda (✓) pada salah satu pilihan jawaban yang anda anggap benar.
- Apabila ingin mengganti jawaban, bisa dengan mencoret tanda centang sebelumnya.

NO	PERTANYAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
1	Nanobiopestisida merupakan pestisida yang dibuat dengan ukuran partikel sangat kecil (nano).		
2	Bahan utama nanobiopestisida yang digunakan dalam penyuluhan ini adalah daun afrika (<i>Vernonia amygdalina</i>).		
3	Hama sasaran utama pada penyuluhan ini adalah ulat daun (<i>Plutella xylostella</i>) pada tanaman bunga kol.		
4	Ulat daun (<i>Plutella xylostella</i>) menyerang dengan memakan jaringan daun bunga kol sehingga menimbulkan lubang-lubang kecil hingga besar yang tidak beraturan. Serangan yang tinggi dapat		

NO	PERTANYAAN	JAWABAN	
		YA	TIDAK
	menyebabkan berkurangnya luas daun efektif untuk fotosintesis dan menurunkan hasil panen.		
5	Penyemprotan nanobiopestisida daun afrika dianjurkan dilakukan pada siang hari saat matahari terik.		
6	Penyemprotan nanobiopestisida daun afrika pada bunga kol diarahkan pada bagian daun yang menjadi lokasi aktivitas makan hama.		
7	Nanobiopestisida daun afrika diaplikasikan pada tanaman bunga kol menggunakan sprayer dengan mode semprot kabut untuk menghasilkan sebaran larutan yang merata.		
8	Penggunaan nanobiopestisida daun afrika bertujuan untuk mengendalikan ulat daun dengan pendekatan ramah lingkungan.		
9	Pestisida nabati bersifat ramah lingkungan karena memiliki residu yang rendah dan mudah terurai di lingkungan.		
10	Teknik aplikasi yang tepat berpengaruh terhadap keberhasilan pengendalian ulat daun pada tanaman bunga kol.		
11	Aplikasi nanobiopestisida yang dilakukan tanpa memperhatikan waktu pengaplikasian berpengaruh optimal terhadap keberhasilan pengendalian hama.		
12	Penyemprotan pada pagi atau sore hari membantu mengurangi penguapan dan meningkatkan efektivitas pestisida.		

B. ASPEK SIKAP

1. Berilah tanda (✓) pada salah satu pilihan jawaban yang dianggap benar.

S : Setuju

RG : Ragu-Ragu

TS : Tidak Setuju

2. Apabila ingin mengganti jawaban, bisa dengan mencoret tanda centang sebelumnya dan digantikan dengan pilihan jawaban yang lainnya.

NO	PERTANYAAN	JAWABAN		
		SETUJU	RAGU-RAGU	TIDAK SETUJU
1	Saya memahami bahwa nanobiopestisida daun afrika bermanfaat untuk pengendalian ulat daun (<i>Plutella xylostella</i>) pada tanaman bunga kol.			
2	Saya mengetahui bahwa nanobiopestisida daun afrika lebih aman bagi lingkungan dibandingkan pestisida kimia.			
3	Saya yakin penggunaan nanobiopestisida daun afrika dapat menurunkan serangan ulat daun (<i>Plutella xylostella</i>).			
4	Saya merasa penyuluhan tentang nanobiopestisida daun afrika penting untuk diterapkan pada budidaya bunga kol.			
5	Saya tertarik untuk mencoba nanobiopestisida daun afrika sebagai alternatif pengendalian ulat daun (<i>Plutella xylostella</i>).			
6	Saya merasa penjelasan penyuluh mudah dipahami dan sesuai dengan kondisi pertanian di Desa Tawangargo.			
7	Saya lebih memilih tetap menggunakan pestisida kimia meskipun sudah mengetahui manfaat nanobiopestisida daun afrika.			

NO	PERTANYAAN	JAWABAN		
		SETUJU	RAGU- RAGU	TIDAK SETUJU
8	Saya bersedia menerapkan cara pengaplikasian nanobiopestisida daun afrika sesuai anjuran penyuluh.			
9	Saya lebih memilih menggunakan nanobiopestisida daun afrika dibandingkan pestisida kimia jika hasilnya efektif.			
10	Saya bersedia melakukan proses pengaplikasian nanobiopestisida daun Afrika sesuai anjuran			
11	Saya berniat menyampaikan informasi tentang nanobiopestisida daun afrika kepada petani lain setelah mengikuti penyuluhan.			
12	Saya memahami bahwa nanobiopestisida daun afrika bermanfaat untuk pengendalian ulat daun (<i>Plutella xylostella</i>) pada tanaman bunga kol.			

Lampiran 15. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Aspek Pengetahuan

Uji Validitas

No Soal	Skor Ahli 1 (r)	Skor Ahli 2 (r)	Nilai s Ahli 1	Nilai s Ahli 2	Σs	Aiken's V
1	2	3	1	2	3	0,75
2	2	3	1	2	3	0,75
3	2	3	1	2	3	0,75
4	3	2	2	1	3	0,75
5	3	3	2	2	4	1
6	3	3	2	2	4	1
7	3	2	2	1	3	0,75
8	3	3	2	2	4	1
9	3	3	2	2	4	1
10	3	3	2	2	4	1
11	3	3	2	2	4	1
12	2	3	1	2	3	0,75
Total Nilai						10,5
$\frac{10,5}{12} =$						0, 875

Uji Reliabilitas

No.	Ahli 1	Ahli 2	Percentage Agreement (PA)
1	2	3	80%
2	2	3	80%
3	2	3	80%
4	3	2	80%
5	3	3	100%
6	3	3	100%
7	3	2	80%
8	3	3	100%
9	3	3	100%
10	3	3	100%
11	3	3	100%
12	2	3	80%
Total Nilai			1080%
$\frac{1080}{12} =$			90%

Lampiran 16. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Aspek Sikap

Uji Validitas

No.	Skor Ahli 1 (r)	Skor Ahli 2 (r)	Nilai s Ahli 1	Nilai s Ahli 2	Σs	Aiken's V
1	3	3	2	2	4	1
2	3	3	2	2	4	1
3	3	2	2	1	3	0,75
4	3	3	2	2	4	1
5	3	3	2	2	4	1
6	3	2	2	1	3	0,75
7	3	3	2	2	4	1
8	3	3	2	2	4	1
9	3	3	2	2	4	1
10	3	3	2	2	4	1
11	3	3	2	2	4	1
12	3	3	2	2	4	1
Total Nilai						11,5
$\frac{11,5}{12} =$						0, 958

Uji Reliabilitas

No.	Ahli 1	Ahli 2	Percentage Agreement (PA)
1	3	3	100%
2	3	3	100%
3	3	2	80%
4	3	3	100%
5	3	3	100%
6	3	2	80%
7	3	3	100%
8	3	3	100%
9	3	3	100%
10	3	3	100%
11	3	3	100%
12	3	3	100%
Total Nilai			1160%
$\frac{11,5}{12} =$			96,67%

Lampiran 17. Hasil Pre Test Aspek Pengetahuan

NO	NAMA	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	TOTAL SKOR
1	Achmad Dachlan	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3
2	Agus Susilo	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
3	Buari	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
4	Gatot Sucipto	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	4
5	Imam Syafii	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3
6	Iskak	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
7	Jumadi	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
8	Karmukit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
9	Kasiyan	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
10	Matsoleh	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3
11	Nasim	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	3
12	Nasium	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
13	Ngateri	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	3
14	Pai	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
15	Pariadi	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	3
16	Pipit Harianto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
17	Purwanto	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	4
18	Rachmad	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3
19	Rifai	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2
20	Riyan Issac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
21	Rizal Mahendra	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
22	Sayful Anwar	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
23	Subani	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	4
24	Sukaji	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3
25	Sukardi	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2
26	Sukemi	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	3
27	Suwito	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
28	Taseri	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	3
29	Teguh Siswoyo	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	3
30	Yakin	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	3

Lampiran 18. Hasil Post Test Aspek Pengetahuan

NO	NAMA	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	TOTAL SKOR
1	Achmad Dachlan	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	10
2	Agus Susilo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
3	Buari	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	11
4	Gatot Sucipto	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	11
5	Imam Syafii	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	11
6	Iskak	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	10
7	Jumadi	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	11
8	Karmukit	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
9	Kasiyan	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	10
10	Matsoleh	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	10
11	Nasim	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	11
12	Nasium	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	10
13	Ngateri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
14	Pai	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	9
15	Pariadi	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	10
16	Pipit Harianto	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	10
17	Purwanto	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	10
18	Rachmad	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	9
19	Rifai	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	9
20	Riyan Issac	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
21	Rizal Mahendra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
22	Sayful Anwar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
23	Subani	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
24	Sukaji	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	10
25	Sukardi	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
26	Sukemi	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	10
27	Suwito	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
28	Taseri	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
29	Teguh Siswoyo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
30	Yakin	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	9

Lampiran 19. Hasil Uji Uji Wilcoxon Signed-Rank Test Aspek Pengetahuan

Tabel Ranks Uji Wilcoxon Signed-Rank Test Pengetahuan

Ranks		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Posttest_Pengetahuan - Pretest_Pengetahuan	Negative Ranks	0 ^a	<.001	<.001
	Positive Ranks	30 ^b	15.50	465.00
	Ties	0 ^c		
	Total	30		

Tabel Statistics Uji Wilcoxon Signed-Rank Test Pretest dan Posttest Pengetahuan

Test Statistics ^a	
Posttest_Pengetahuan - Pretest_Pengetahuan	
Z	-4.848 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	<.001

Lampiran 20. Hasil Evaluasi Aspek Sikap

NO	NAMA	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	TOTAL SKOR
1	Achmad Dachlan	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	34
2	Agus Susilo	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	35
3	Buari	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	35
4	Gatot Sucipto	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	35
5	Imam Syafii	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	35
6	Iskak	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
7	Jumadi	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	35
8	Karmukit	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
9	Kasiyan	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	34
10	Matsoleh	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	35
11	Nasim	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
12	Nasium	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
13	Ngateri	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
14	Pai	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
15	Pariadi	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
16	Pipit Harianto	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	34
17	Purwanto	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	35
18	Rachmad	3	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2	32
19	Rifai	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3	3	34
20	Riyan Issac	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	35
21	Rizal Mahendra	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	35
22	Sayful Anwar	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
23	Subani	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	34
24	Sukaji	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	2	28
25	Sukardi	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	35
26	Sukemi	3	3	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	30
27	Suwito	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	35
28	Taseri	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
29	Teguh Siswoyo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36
30	Yakin	2	3	2	3	3	2	2	3	2	3	3	3	31

Lampiran 21. Hasil Uji T Aspek Sikap

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
SIKAP	30	28	36	34.53	1.925
Valid N (listwise)	30				

No	Nama	Mean	Total	Mean Skor T	Respon
1	Achmad Dachlan	34,5	34	50	Negatif
2	Agus Susilo		35		Positif
3	Buari		35		Positif
4	Gatot Sucipto		35		Positif
5	Imam Syafii		35		Positif
6	Iskak		36		Positif
7	Jumadi		35		Positif
8	Karmukit		36		Positif
9	Kasiyan		34		Negatif
10	Matsoleh		35		Positif
11	Nasim		36		Positif
12	Nasium		36		Positif
13	Ngateri		36		Positif
14	Pai		36		Positif
15	Pariadi		36		Positif
16	Pipit Harianto		34		Negatif
17	Purwanto		35		Positif
18	Rachmad		32		Negatif
19	Rifai		34		Negatif
20	Riyan Issac		35		Positif
21	Rizal Mahendra		35		Positif
22	Sayful Anwar		36		Positif
23	Subani		34		Negatif
24	Sukaji		28		Negatif
25	Sukardi		35		Positif
26	Sukemi		30		Negatif
27	Suwito		35		Positif
28	Taseri		36		Positif
29	Teguh Siswoyo		36		Positif
30	Yakin		31		Negatif

Lampiran 22. Dokumentasi Penelitian



