

**BIOPESTISIDA NABATI DARI LIMBAH KULIT BAWANG PUTIH
DI UMKM OPUNG PANJAITAN
MENGUNAKAN METODE VALUE ENGINEERING**

SKRIPSI

OLEH:

ADE IRMA TAMPUBOLON

228150037



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2026**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 17/7/26

Access From (repository.uma.ac.id)17/7/26

**BIOPESTISIDA NABATI DARI LIMBAH KULIT BAWANG PUTIH
DI UMKM OPUNG PANJAITAN
MENGUNAKAN METODE VALUE ENGINEERING**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana di Fakultas Teknik

Universitas Medan Area

Oleh :

ADE IRMA TAMPUBOLON

228150037

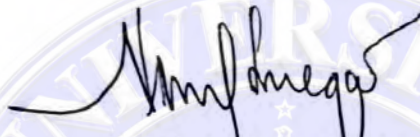
**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Biopestisida Nabati Dari Limbah Kulit Bawang Putih di UMKM
Opung Panjaitan Menggunakan Metode Value Engineering
Nama : Ade Irma Tampubolon
NPM : 228150037
Fakultas/Prodi : Teknik / Teknik Industri

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing



Ir Ninny Siregar M.Si

NIDN: 0127046201

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik


Dr. Eng. Supriatno, ST., MT

NIDN: 0102027402

Ketua Program Studi


Dr. Ir. Chalis Fajri Hasibuan, ST, MSc

NIDN: 0110068801

Tanggal Lulus : 05 Maret 2026

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ade Irma Tampubolon

NPM : 228150037

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana yang merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi saya ini saya kutip dari hasil karya orang lain yang telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi dengan peraturan yang berlaku, apabila kemudian hari pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan.

Medan, 05 Maret 2026



Ade Irma Tampubolon

228150037

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMI**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ade Irma Tampubolon

NPM : 228150037

Program Studi : Teknik Industri

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : **Biopestisida Nabati Dari Limbah Kulit Bawang Putih Di UMKM Opung Panjaitan Menggunakan Metode Value Engineering**. Dengan hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal : 05 Maret 2026

Yang menyatakan



Ade Irma Tampubolon

228150037

ABSTRAK

Ade Irma Tampubolon. NPM 228150037. “Biopestisida Nabati Dari Limbah Kulit Bawang Putih Di UMKM Opung Panjaitan Menggunakan Metode Value Engineering”. Dibimbing oleh Ir. Hj. Ninny Siregar, M.Si.

UMKM Opung Panjaitan menghasilkan limbah kulit bawang putih dalam jumlah cukup besar sebagai hasil dari kegiatan pengupasan bawang putih. Limbah tersebut selama ini belum dimanfaatkan secara optimal dan berpotensi mencemari lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah kulit bawang putih sebagai biopestisida nabati serta menentukan alternatif formulasi terbaik menggunakan metode Value Engineering (VE) yang diterapkan melalui beberapa tahapan yaitu tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisis dan tahap rekomendasi. Penelitian ini merupakan penelitian terapan dengan pendekatan eksperimen lapangan. Limbah kulit bawang putih difermentasi menjadi biopestisida nabati dengan beberapa variasi konsentrasi, kemudian diuji efektivitasnya terhadap penurunan jumlah hama pada tanaman cabai sebagai objek pengamatan. Analisis VE dilakukan dengan mempertimbangkan aspek fungsi dan biaya untuk memperoleh alternatif mana yang paling tepat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biopestisida nabati dari kulit bawang putih mampu menurunkan populasi hama pada tanaman cabai dalam waktu sekitar 4 hari setelah aplikasi tanpa menimbulkan kerusakan pada tanaman. Berdasarkan analisis Value Engineering didapatkan alternatif yang tepat dengan, formulasi konsentrasi 15% dan penambahan EM4 merupakan alternatif terbaik karena memiliki efektivitas yang stabil, proses fermentasi yang lebih cepat, serta biaya produksi yang relatif rendah. Penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah kulit bawang putih dapat menjadi solusi pengelolaan limbah UMKM yang ramah lingkungan dan bernilai ekonomis.

Kata Kunci : UMKM; Limbah Kulit Bawang Putih; Biopestisida Nabati; Value Engineering

ABSTRACT

Ade Irma Tampubolon. NPM 228150037. “Plant-Based Biopesticide from Garlic Peel Waste at Opung Panjaitan UMKM Using the Value Engineering Method.” Supervised by Ir. Hj. Ninny Siregar, M.Si.

UMKM Opung Panjaitan generates a large amount of garlic peel waste as a result of garlic peeling activities. This waste has not been optimally utilized and has the potential to cause environmental pollution. This study aims to utilize garlic peel waste as a plant-based biopesticide and to determine the best formulation alternative using the Value Engineering (VE) method, which is applied through several stages, namely the information stage, creative stage, analysis stage, and recommendation stage. This research is an applied study using a field experimental approach. Garlic peel waste was fermented into a plant-based biopesticide with several concentration variations and then tested for its effectiveness in reducing pest populations on chili plants as the object of observation. The VE analysis was conducted by considering functional and cost aspects to determine the most appropriate alternative. The results show that the garlic peel-based biopesticide was able to reduce pest populations on chili plants within approximately four days after application without causing damage to the plants. Based on the Value Engineering analysis, the most appropriate alternative was the formulation with a 15% concentration and the addition of EM4, as it provided stable effectiveness, a faster fermentation process, and relatively low production costs. This study indicates that the utilization of garlic peel waste can serve as an environmentally friendly and economically valuable waste management solution for UMKM.

Keywords :UMKM; Garlic peel waste; Plant-based biopesticide; Value Engineering.

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Pon, Kecamatan Sei Bamban, Kabupaten Serdang Bedagai, Provinsi Sumatera Utara pada tanggal 01 Juni 2005. Penulis merupakan anak tunggal dari Bapak Robinson Tampubolon dan Ibu Kilda Hombing.

Penulis menempuh pendidikan formal dimulai dari Sekolah Dasar Advent Sei Bamban pada tahun 2010 dan selesai pada tahun 2016. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan di Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Sei Bamban dan selesai pada tahun 2019, pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas Negeri 3 Tebing Tinggi, penulis mengambil jurusan IPA dan selesai pada tahun 2022 dan pada tahun yang sama penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area.

Berkat Tuhan Yang Maha Esa, usaha yang disertai doa dari kedua orang tua dalam menjalani akademi Perguruan Tinggi Swasta Universitas Medan Area. Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Biopestisida Nabati Dari Limbah Kulit Bawang Putih di UMKM Opung Panjaitan Menggunakan Metode Value Engineering”**.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang tak henti- hentinya memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul **“Biopestisida Nabati Dari Limbah Kulit Bawang Putih Di UMKM Opung Panjaitan Menggunakan Metode Value Engineering”** dapat terselesaikan dengan baik.

Adapun skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah Skripsi pada Prodi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Dalam penyelesaian penyusunan Skripsi ini, tidak lepas dari dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak yang terlibat langsung maupun tidak langsung dalam meluangkan waktu dan pikiran. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Eng. Suprianto, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Ir. Chalis Fajri Hasibuan, ST, MSc, selaku Kepala Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area
4. Ibu Ir. Hj Ninny Siregar M.Si, selaku Dosen Pembimbing yang sudah senantiasa bersabar memberi arahan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi.
5. Seluruh dosen pengampu Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area yang sudah memberikan ilmu kepada penulis.

6. Seluruh staff administrasi Universitas Medan Area yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan segala urusan berkas-berkas administrasi penulis.
7. Ibu T. Panjaitan selaku pemilik UMKM Opung Panjaitan yang sudah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan sebuah penelitian.
8. Kepada Orangtua tercinta Bapak Robinson Tampubolon dan Ibu Kilda Hombing yang selalu menjadi penyemangat penulis dalam menjalani semua proses yang penulis alami, yang tiada hentinya memberikan ketulusan doanya, usaha dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan kuliah di Universitas Medan Area.
9. Kepada Febrianti Samosir yang telah bersedia sebagai wadah untuk menampung keluh kesah penulis selama menjalani masa perkuliahan.
10. Kepada Diska Aulia dan Sevia Endang Manalu teman seperjuangan penulis dalam menyelesaikan perkuliahan di Universitas Medan Area

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik, saran dan masukan yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang. Akhir kata semoga skripsi ini dapat digunakan sebagai mana mestinya dan dijadikan sebagai bahan pembelajaran, wawasan, dan ilmu yang baru bagi semua pihak serta khususnya bagi penulis sendiri.

Medan, 05-08-2026



Ade Irma Tampubolon

x

DAFTAR ISI

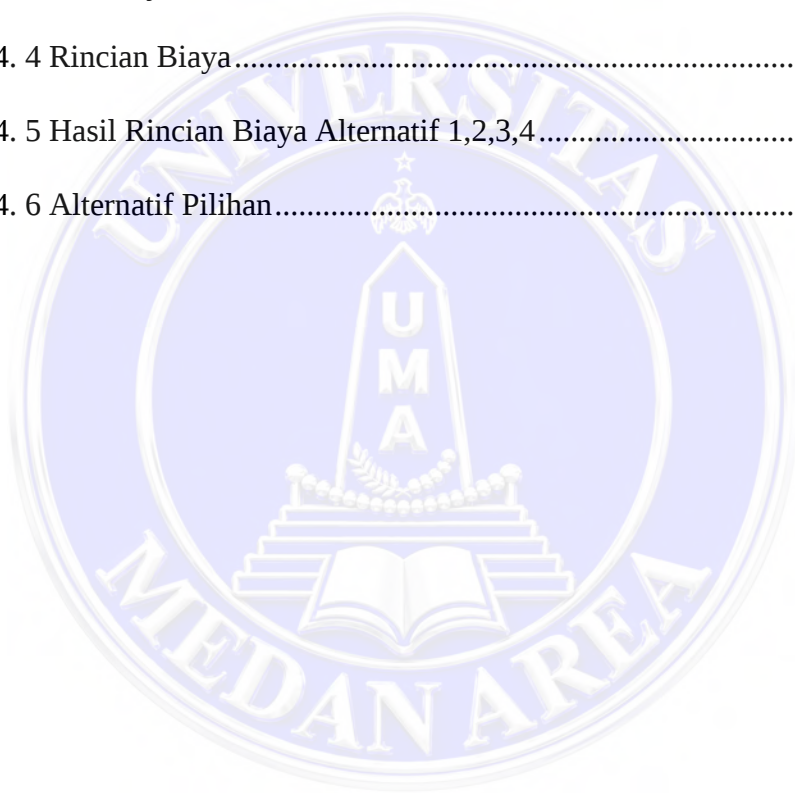
RIWAYAT HIDUP	viii
KATA PENGANTAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Sistem Lingkungan Industri.....	7
2.2 Limbah.....	7
2.2.1 Pengertian Limbah	7
2.2.2 Jenis Jenis Limbah	8
2.3 Pemanfaatan Limbah	9
2.4 Value Engineering	10
2.4.1 Sejarah Value Engineering.....	10
2.4.2 Pengertian Value Engineering.....	10
2.4.3 Pengertian Nilai (Value)	11
2.4.4 Pengertian Biaya (Cost)	11
2.4.5 Pengertian fungsi.....	11
2.4.6 Unsur-Unsur Value Engineering.....	12
2.4.7 Waktu Penerapan Value Engineering	13
2.5 Rencana Kerja Value Engineering	15
2.5.1. Tahap Informasi	15

2.5.2.	Tahap Kreatif	15
2.5.3.	Tahap Analisis.....	16
2.5.4.	Tahap Rekomendasi	16
2.6	Biopestisida Nabati.....	17
2.7	Bawang Putih.....	18
2.8	Kulit Bawang Putih	18
2.9	Effective Microorganisme 4 (EM4)	20
2.10	Gula Merah.....	21
2.11	Penelitian Terdahulu	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		23
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	23
3.2	Jenis penelitian	23
3.3	Objek Penelitian	23
3.4	Variabel Penelitian	23
3.4.1	Variabel Bebas	23
3.4.2	Variabel Terikat	24
3.5	Kerangka Berpikir	24
3.5.1.	Konsentrasi Larutan Kulit Bawang Putih	25
3.5.2.	Biopestisida Nabati	27
3.5.3.	Metode Value Engineering	28
3.5.4.	Penurunan Jumlah Hama pada Tanaman Holikultura.....	28
3.6	Alat dan Bahan Penelitian	29
3.6.1.	Alat Penelitian.....	29
3.6.2.	Bahan Penelitian.....	30
3.7	Metode Analisi Data	30
3.8	Flowchart Penelitian	32

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	33
4. 1. Gambaran Umum Penelitian.....	33
4. 2. Pengumpulan Data	34
4. 3. Deskripsi Proses Pengolahan Limbah Kulit Bawang Putih Menjadi Biopestisida Nabati.....	34
4. 4. <i>Operation Process Chart (OPC)</i>	46
4. 5. Hasil Uji Lapangan Biopestisida Nabati pada Tanaman Cabai.	47
4. 6. Hasil Uji Laboratorium untuk Biopestisida Nabati dari Limbah Kulit Bawang Putih.....	49
4. 7. Analisis Fungsi Biopestisida Nabati Menggunakan Metode <i>Value</i> <i>Engineering</i>	50
4.7.1. Tahap Informasi	50
4.7.2. Tahap Kreatif	50
4.7.3. Tahap Analisis.....	52
4.7.4. Tahap Rekomendasi	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
5. 1 Kesimpulan	55
5. 2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Bawang Terkupas Tahun 2024.....	1
Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	22
Tabel 3. 1 Formulasi Konsentrasi Larutan.....	26
Tabel 4. 1 Data Limbah Kulit Bawang Putih 2024.....	33
Tabel 4. 2 Hasil Uji Lapangan	48
Tabel 4. 3 Hasil Uji Laboratorium	49
Tabel 4. 4 Rincian Biaya.....	51
Tabel 4. 5 Hasil Rincian Biaya Alternatif 1,2,3,4.....	53
Tabel 4. 6 Alternatif Pilihan.....	54



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kulit Bawang Putih.....	19
Gambar 3. 1 Kerangka Berpikir.....	24
Gambar 4. 1 Kulit Bawang Putih 500gr & Gambar 4. 2 Air Bersih 5 Liter	35
Gambar 4. 3 Gula Merah 500 gram & Gambar 4. 4 EM4 50 ml	35
Gambar 4. 5 Kulit Bawang Putih.....	36
Gambar 4. 6 Gula Merah Yang Telah Di Potong Potong	37
Gambar 4. 7 Larutan Gula Merah	38
Gambar 4. 8 Air Bersih 5 Liter	39
Gambar 4. 9 Larutan Gula Merah dan Air.....	40
Gambar 4. 10 Penambahan Larutan EM4.....	41
Gambar 4. 11 Penambahan Kulit Bawang Putih.....	42
Gambar 4. 12 Proses Fermentasi.....	43
Gambar 4. 13 Proses Penyaringan	44
Gambar 4. 14 Penyaringan Larutan Dengan Saringan Kain	44
Gambar 4. 15 Cairan Biopestisida Nabati.....	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

UMKM Opung Panjaitan adalah salah satu usaha mikro yang bergerak di bidang jasa yaitu jasa pengupasan bawang putih. Berdasarkan hasil observasi, UMKM Opung Panjaitan dapat mengupas 3-4 karung bawang putih dalam sehari yang dimana setiap karungnya berjumlah 20 kg bawang putih yang belum di kupas. UMKM Opung Panjaitan menghasilkan 1-2 kg limbah kulit bawang putih untuk setiap karung, sehingga jika sehari bisa mengupas 3-4 karung bawang putih, maka sehari menghasilkan 3-8 kg limbah kulit bawang putih. Selama ini limbah tersebut dibakar dan terkadang dibiarkan saja di tempat pembuangan sampah sehingga hasil pembakaran limbah tersebut dapat mencemari lingkungan dan juga jikalau dibuang di tempat sampah pun kulitnya akan berterbangkan jikalau terkena angin sehingga menyebabkan jalanan dan lingkungan sekitar penuh dengan kulit bawang putih.

Tabel 1.1 Data Bawang Terkupas Tahun 2024

Bulan	Jumlah bawang yang terkupas / karung (perkarung = 20 kg)
Januari	81
Februari	78
Maret	87
April	84
Mei	80
Juni	76
Juli	85
Agustus	82
September	83
Oktober	88
November	79
Desember	84

Sumber: UMKM Opung Panjaitan

Salah satu masalah dalam budidaya tanaman hortikultura adalah serangan hama yang dapat menurunkan hasil panen. Selama ini, petani banyak menggunakan pestisida kimia, padahal penggunaan jangka panjangnya berpotensi merusak lingkungan dan membahayakan kesehatan. Oleh karena itu, diperlukan alternatif yang lebih aman, salah satunya dengan memanfaatkan limbah kulit bawang putih sebagai biopestisida nabati. Kulit bawang putih diketahui mengandung senyawa aktif yang mampu membantu mengendalikan hama secara alami.

Dalam penelitian ini, larutan kulit bawang putih dibuat dalam beberapa konsentrasi untuk diuji efektivitasnya. Proses pembuatannya dilakukan melalui fermentasi dengan penambahan EM4 (Effective Microorganisms 4) sebagai sumber mikroorganisme yang berperan dalam mempercepat penguraian bahan organik, serta gula merah sebagai sumber nutrisi/energi bagi mikroorganisme tersebut. Kombinasi EM4 dan gula merah ini dapat meningkatkan kualitas hasil fermentasi sehingga biopestisida yang dihasilkan lebih optimal. Selanjutnya, proses ini dianalisis menggunakan metode Value Engineering untuk memperoleh formulasi yang paling efektif, efisien, dan bernilai guna.

Sebagai langkah awal, penelitian ini akan mengelola sekitar 37,5 % limbah kulit bawang putih atau sebesar 3 kg limbah kulit bawang putih ($3\text{kg}/8\text{kg} \times 100\%$). Meskipun dalam skala kecil, penulis berharap bisa mengurangi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah bawang putih yang dibiarkan begitu saja dan untuk mengurangi resiko akumulasi residu yang disebabkan oleh penggunaan biopestisida kimia secara terus menerus pada tanaman hortikultura.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah penulis uraikan, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana memanfaatkan limbah kulit bawang putih yang dihasilkan UMKM Opung Panjaitan sebagai bahan baku pembuatan biopestisida nabati.
2. Alternatif formulasi mana yang akan di rekomendasikan sebagai hasil penerapan metode Value Engineering pada Biopestisida Nabati dari Limbah Kulit Bawang Putih di UMKM Opung Panjaitan.

1.3. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui cara pemanfaatan limbah kulit bawang putih yang dihasilkan UMKM Opung Panjaitan sebagai bahan baku pembuatan Biopestisida Nabati.
2. Ingin menentukan alternatif formulasi biopestisida nabati dari limbah kulit bawang putih yang di rekomendasikan sebagai hasil penerapan metode Value Engineering.

1.4. Batasan Masalah

1. Penelitian hanya memanfaatkan limbah kulit bawang putih yang dihasilkan oleh UMKM Opung Panjaitan sebagai bahan utama pembuatan biopestisida nabati.
2. Penelitian ini tidak membandingkan tingkat keberhasilan biopestisida nabati dari kulit bawang putih dengan biopestisida kimia.
3. Analisis metode Value Engineering hanya mempertimbangkan aspek fungsi dan biaya.

4. Tanaman sasaran yang digunakan untuk uji efektivitas biopestisida adalah tanaman hortikultura tertentu (cabai), tidak mencakup semua jenis tanaman dan dalam skala kecil tidak dalam lahan pertanian besar.

1.5. Manfaat Penelitian

Sebagai hasil dari penelitian ini, manfaat yang bisa didapatkan adalah sebagai berikut :

1. Bagi Peneliti

Penelitian ini membantu mahasiswa menambah wawasan dan keterampilan dalam mengelolah limbah kulit bawang putih menjadi produk yang bermanfaat dan menerapkan konsep metode Value Engineering untuk memilih alternatif formulasi yang optimal.

2. Bagi UMKM Opung Panjaitan

Mengurangi volume limbah dan memberikan solusi pemanfaatan limbah kulit bawang putih menjadi produk bernilai tambah berupa biopestisida nabati.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan digunakan untuk mempermudah pemahaman penelitian. Dalam laporan ini, sistematika penulisan terdiri dari lima bab. Masing masing dapat diuraikan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang yang menjelaskan alasan dilakukannya penelitian tentang pemanfaatan limbah kulit bawang putih menjadi biopestisida nabati. Rumusan masalah disajikan untuk mengarahkan fokus penelitian, disertai dengan tujuan penelitian, manfaat yang diharapkan, batasan masalah untuk

memperjelas ruang lingkup studi, serta sistematika penulisan sebagai panduan isi keseluruhan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas kajian teori dan referensi yang relevan dengan topik penelitian, seperti teori mengenai limbah dan pemanfaatannya, kandungan dan potensi bawang putih sebagai biopestisida nabati, prinsip dan tahapan metode value engineering, serta studi-studi terdahulu yang mendukung. Bab ini juga mencakup landasan teoritis yang digunakan dalam menganalisis hasil penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, termasuk lokasi dan waktu penelitian, jenis data, teknik pengumpulan dan analisis data, serta prosedur penelitian (tahap informasi, kreatif, analisis dan rekomendasi sesuai value engineering).

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang uraian data-data apa saja yang diperlukan selama penelitian untuk selanjutnya diolah menggunakan metode yang telah ditentukan dan hasil penelitian yang telah dilakukan pada saat pengolahan data untuk selanjutnya dapat menghasilkan suatu kesimpulan dan saran.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan hasil penelitian. Selain itu juga terdapat saran atau masukan-masukan yang perlu diberikan, baik terhadap peneliti sendiri maupun peneliti selanjutnya yang dimungkinkan penelitian ini dapat dilanjutkan.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar Pustaka berisikan tentang sumber sumber yang digunakan dalam penelitian ini, baik berupa jurnal, buku, kutipan kutipan dari internet.

LAMPIRAN

Lampiran memuat semua dokumentasi dan informasi tambahan yang diperlukan untuk menjelaskan penelitian lebih lanjut.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Lingkungan Industri

Sistem adalah sekumpulan beberapa pendapat (collecton of opinions), prinsip prinsip, dan lain lain yang telah membentuk satu kesatuan yang saling berhubungan antar satu sama lain (Arifin, 2020). Lingkungan industri adalah seperangkat faktor faktor yang secara langsung mempengaruhi perusahaan dan tindakan tindakan persaingan serta tanggapan pesaing ancaman pendatang baru, kekuatan pemasok, kekuatan pembeli, ancaman produk subsitusi, dan intensitas persaingan diantara para pesaing (Ratna Dewi et al., 2023).

Sehingga dapat di simpulkan bahwa, sistem lingkungan industri adalah suatu kesatuan atau jaringan dari berbagai faktor dan elemen yang saling berinteraksi, yang memengaruhi dan dipengaruhi oleh kegiatan industri, mencakup aspek persaingan, pemasok, pelanggan, produk, serta ancaman pendatang baru, yang bersama-sama membentuk lingkungan strategis bagi keberlangsungan dan perkembangan industri tersebut.

2.2 Limbah

2.2.1 Pengertian Limbah

Limbah pada dasarnya berarti suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari suatu sumber hasil aktivitas manusia, maupun proses-proses alam dan tidak atau belum mempunyai nilai ekonomi, bahkan dapat mempunyai nilai ekonomi yang negatif. Limbah dikatakan mempunyai nilai ekonomi yang negatif karena untuk menanganinya diperlukan biaya yang cukup besar selain itu juga dapat mencemari lingkungan yang akan membahayakan kehidupan mahluk hidup

pada umumnya dan manusia pada khususnya (Adi Rahmadi et al.,2022). Pengertian limbah industri menurut Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1997 adalah sisa suatu kegiatan dan/atau proses produksi industri. Limbah-limbah dapat dihasilkan dari tiga jenis sumber yaitu dari limbah organik, limbah anorganik, dan limbah B3.

2.2.2 Jenis Jenis Limbah

Jenis limbah dibedakan menurut kandungan zat kimianya dapat dikelompokkan menjadi tiga, yaitu limbah organik, limbah anorganik, dan limbah berwujud gas (Mohammad Wijaya M et al., 2021).

1. Limbah Organik

Limbah organik merupakan limbah yang memiliki unsur hidrokarbon (hidrogen dan karbon) yang mudah diuraikan oleh mikroorganisme. Limbah organik adalah limbah yang dapat diuraikan secara sempurna oleh proses biologi, baik aerob, maupun anaerob. Limbah organik mudah membusuk, seperti sisa makanan, sayuran, daun-daunan kering, potongan-potongan kayu, dan sebagainya. Limbah organik terdiri atas bahan-bahan yang bersifat organik, seperti dari kegiatan rumah tangga atau kegiatan industri.

2. Limbah Anorganik

Limbah anorganik merupakan limbah yang tidak memiliki unsur hidrokarbon (hidrogen dan karbon) dan sulit diuraikan oleh mikroorganisme, contohnya plastik, karet, besi, kaleng bekas, dan pecahan kaca. . Oleh karena itu limbah anorganik dapat didaur ulang menjadi produk-produk yang dapat digunakan kembali oleh manusia, seperti kaleng aluminium yang didaur ulang menjadi kaleng aluminium kembali, atau kertas bekas didaur ulang menjadi kertas siap pakai lagi.

3. Limbah Berwujud Gas

Limbah gas merupakan limbah yang memanfaatkan udara sebagai media. Secara alami, udara mengandung unsur-unsur kimia, seperti O₂, N₂, NO₂, CO₂, H₂, dan lain-lain. Biasanya, limbah gas yang dibuang ke udara mengandung partikel-partikel bahan padatan atau cairan yang berukuran sangat kecil dan ringan, sehingga tersuspensi dengan gas-gas tersebut. Bahan padatan dan cairan tersebut disebut sebagai materi partikulat, seperti limbah gas yang dihasilkan oleh suatu pabrik yang dapat mengeluarkan gas berupa asap, partikel, serta debu.

2.3 Pemanfaatan Limbah

Ada empat prinsip yang dapat digunakan dalam menangani masalah limbah. Keempat prinsip tersebut lebih dikenal dengan nama 4R yang meliputi:

1. Reduce (mengurangi/memperkecil): melakukan pengurangan penggunaan barang atau material. Semakin banyak menggunakan material, maka akan semakin banyak sampah yang dihasilkan.
2. Reuse (memakai/menggunakan kembali): menggunakan barang yang dapat digunakan lebih dari satu kali sehingga sedapat mungkin menghindari pemakaian barang-barang yang disposable (sekali pakai, buang).
3. Recycle (mendaur ulang): sedapat mungkin barang-barang yang sudah tidak berguna, dapat didaur ulang. Tidak semua barang dapat didaur ulang, namun sudah banyak industri termasuk industri rumah tangga yang memanfaatkan sampah menjadi barang lain.
4. Replace (mengganti): mengganti barang-barang yang hanya bisa dipakai sekali dengan barang yang lebih tahan lama. Menggunakan barang-barang yang lebih ramah lingkungan, misalnya, mengganti pemakaian kantong

keresek dengan keranjang bila berbelanja, dan tidak menggunakan styrofoam karena kedua bahan ini tidak dapat di degradasi secara alami. Melalui kegiatan reduce, reuse, recycle, dan replace, berarti menghemat dan mengurangi sampah dengan cara menggunakan kembali barang-barang yang telah dipakai.

2.4 Value Engineering

2.4.1 Sejarah Value Engineering

Rekayasa nilai atau value engineering (VE) dikembangkan pertama kali oleh Lawrence D. Miles pada tahun 1940-an di perusahaan General Electric, guna menyelesaikan masalah kurangnya material penting dari produk yang akan mereka produksi selama perang dunia kedua. Pada awalnya, VE bernama analisis nilai (value analysis/VA) dengan pondasi kunci adalah fungsi. Pada mulanya fungsi ini mengkaji setiap komponen bagian dari perubahan/bagian dari produk eksisting. Pada perkembangannya, metode analisis ini mengalami perubahan konteks, yaitu dari pengkajian terhadap bagian produk eksisting ke peningkatan rancangan konsep, oleh karena itu nama value engineering (VE) muncul sebagai bentuk penyesuaian terhadap perubahan konteks tersebut (Dr. Ir. James Thoengsal, M.T, 2023).

2.4.2 Pengertian Value Engineering

Menurut Zimmerman (1998), value engineering adalah suatu metode yang berupa penghematan biaya dengan menggunakan pendekatan yang sistematis untuk mendapatkan keseimbangan fungsi-fungsi yang terbaik antara biaya, kekuatan dan penampilan suatu proyek. Ini berarti, value engineering (rekayasa nilai) adalah sebuah cara atau teknik yang digunakan untuk menghemat biaya proyek tanpa mengurangi kualitas hasilnya. Caranya adalah dengan menganalisis proyek secara

sistematis, yaitu melalui langkah-langkah yang terencana dan terstruktur yang bertujuan untuk menemukan solusi terbaik yang dapat memberikan fungsi yang optimal dengan biaya yang serendah mungkin namun tetap mempertahankan kekuatan dan daya tahan serta tidak mengabaikan tampilan atau estetika produk.

2.4.3 Pengertian Nilai (Value)

Nilai adalah perbandingan antara fungsi dari suatu produk, sistem, atau proyek terhadap biaya yang diperlukan untuk mencapai fungsi tersebut. Nilai menunjukkan sejauh apa suatu hal memperoleh tujuan yang telah ditetapkan, baik dari segi fungsi, kenyamanan, estetika, dan efisiensi. Ini mengartikan bahwa semakin tinggi fungsi dan semakin rendah biaya maka semakin tinggilah nilai produk tersebut.

2.4.4 Pengertian Biaya (Cost)

Biaya merupakan Jumlah dari segala usaha dan pengeluaran yang dilakukan dalam mengembangkan, memproduksi, dan mengaplikasikan produk. Penghasil produk selalu memikirkan akibat dari biaya terhadap kualitas, rehabilitas, dan maintainability karena hal ini akan berpengaruh terhadap biaya bagi pemakai (Ade Rio Saputra, 2022).

2.4.5 Pengertian fungsi

Fungsi diartikan sebagai elemen utama dalam Value Engineering, karena tujuan Value Engineering adalah untuk mendapatkan fungsi - fungsi yang dibutuhkan dari suatu item dengan biaya total terendah. Menurut Lawrence D. Miles fungsi dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

1. Fungsi dasar yaitu suatu alasan pokok sistem itu terwujud.

2. Fungsi kedua (secondary function) yaitu kegunaan yang tidak langsung untuk memenuhi fungsi dasar, tetapi diperlukan untuk menunjangnya dan biasanya merupakan hasil dari konfigurasi disain tertentu.

2.4.6 Unsur-Unsur Value Engineering

Value Engineering mempunyai beberapa kemampuan yang dapat dipakai sebagai alat bagi Value Analysis. Kemampuan itu dikenal sebagai unsur-unsur utama dari Value Engineering, adapun unsur-unsur utama tersebut adalah sebagai berikut:

- a) Pemilihan proyek-proyek untuk Value Engineering Study
- b) Penentuan harga untuk Value
- c) Biaya Siklus Hidup (The Life Cycle Costing)
- d) Fungsional Approach (The Functional Approach)
- e) Functional Analysis System Technique (FAST)
- f) Rencana Kerja Value Engineering
- g) Kreatifitas
- h) Menetapkan dan mempertahankan Value Engineering
- i) Human Dynamics (kebiasaan, penghalang, dan sikap)
- j) Hubungan antara Pemberi Tugas, Konsultan Perencana, dan Konsultan Value Engineering.

Setiap unsur diatas adalah dipergunakan didalam Value Engineering Study atau unsur-unsur tersebut perlu diarahkan didalam memimpin Value Engineering Study untuk suatu proyek.

Value Methodology

Value Methodology timbul didalam tiga nama yang berbeda, yang mana masing-masing dipakai didalam memberikan penjelasan mengenai methodology dan prosedurnya. Pada keadaan yang berbeda Value Program dikenal sebagai Value Engineering, Value Analysis, dan Value Management. Apabila bekerja dibidang Value maka ketiga istilah tersebut akan menjelaskan aplikasi dari Value Techniques sebagai berikut ini :

1. Value Engineering : Menjelaskan Value Study pada suatu proyek yang sedang dikembangkan. Menganalisa biaya dari proyek tersebut yang sedang direncanakan.
2. Value Analysis : Menjelaskan Value Study dari suatu proyek yang sedang dibangun atau telah direncanakan, dan mengadakan analisa untuk mengetahui apabila ada bagian yang dapat diperbaiki.
3. Value Management : Meneliti dan menetapkan methodology dan techniques yang dipakai pada pekerjaan Value, akan tetapi tidak membedakan antara engineering dari suatu bangunan atau fasilitas dan analisa dari suatu product. Value Management dipakai untuk menjelaskan seluruh bidang Value.

2.4.7 Waktu Penerapan Value Engineering

Secara keseluruhan, Value Engineering dapat digunakan pada semua jenis produk, dari tahap konseptual hingga realisasi atau dalam istilah lain disebut sebagai "siklus hidup produk". Setiap tahapan dalam siklus tersebut saling terkait dan melibatkan penerapan Value Engineering yang mencakup:

1. Konsep dan Studi Kelayakan (Concept and Feasibility Studies) Sebuah studi yang bertujuan mengukur kelayakan suatu proyek.

2. **Rekayasa dan Desain (Engineering and Design)** Desain rekayasa merupakan rangkaian kegiatan yang melibatkan identifikasi dan pengembangan solusi-solusi baru untuk masalah yang belum pernah dipecahkan sebelumnya atau solusi yang berbeda untuk masalah yang sudah pernah dipecahkan. Hal ini melibatkan pemikiran kreatif dan proses inovatif untuk menciptakan solusi yang efektif dan efisien.
3. **Pengadaan (Procurement)** Pengadaan barang/jasa pada dasarnya merupakan usaha yang dilakukan oleh pihak pengguna untuk memperoleh atau menghasilkan barang/jasa yang dibutuhkan, dengan menggunakan metode dan proses tertentu guna mencapai kesepakatan mengenai spesifikasi, harga, waktu, dan perjanjian lainnya.
4. **Konstruksi (Construction)** Konstruksi merujuk pada pola atau desain suatu struktur, seperti jembatan, rumah, dan sejenisnya. Definisi konstruksi oleh seorang pakar mengacu pada kegiatan pembangunan fasilitas dan infrastruktur.
5. **Memulai dan Penerapan (Start Up and Implementation)**
6. **Operasi dan Pemanfaatan (Operation and Utilization)** Setiap fase yang disebutkan di atas saling terkait, dan durasi waktu yang diperlukan untuk masing-masing fase tergantung pada jenis proyek yang sedang dilakukan. Dalam teori, program Rekayasa Nilai (Value Engineering) dapat diterapkan pada setiap tahap proyek sepanjang waktu, tetapi penerapan yang paling efektif adalah pada tahap perencanaan untuk mencapai potensi penghematan yang maksimal.

2.5 Rencana Kerja Value Engineering

Penelitian ini menggunakan empat tahap dalam rencana kerja Value Engineering, yang meliputi:

1. Tahap Informasi
2. Tahap Kreatif
3. Tahap Analisis
4. Tahap Rekomendasi

2.5.1. Tahap Informasi

Tahap informasi merupakan langkah awal dalam proses Value Engineering, yang mencakup perumusan masalah, pengumpulan data, pengenalan objek melalui kajian fungsi, serta pencatatan biaya.

Tujuan dari tahap ini adalah:

- a. Memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai sistem, struktur, atau komponen yang dianalisis.
- b. Mengidentifikasi masalah nilai berdasarkan deskripsi fungsi dan perkiraan biaya yang dibutuhkan untuk menjalankan fungsi utama.

Hasil akhir dari tahap ini berupa estimasi biaya pelaksanaan fungsi dasar. Estimasi ini kemudian dibandingkan dengan perkiraan biaya keseluruhan setiap komponen. Apabila biaya total jauh melebihi biaya fungsi dasar, berarti terdapat peluang untuk meningkatkan nilai.

2.5.2. Tahap Kreatif

Pada tahap kreatif, fokus utamanya adalah menghasilkan ide-ide baru dan mengeksplorasi berbagai alternatif yang dapat memenuhi fungsi yang sama.

Keterbatasan dalam menciptakan ide sering menjadi penyebab timbulnya biaya

yang tidak perlu. Alternatif yang diusulkan bisa berupa pengurangan jumlah komponen, penyederhanaan, atau modifikasi desain, namun tetap mempertahankan fungsi utama objek. Proses ini mendorong penggunaan imajinasi tanpa batasan, tanpa mempertimbangkan terlebih dahulu aspek kepraktisan maupun tingkat kesulitan penerapan.

2.5.3. Tahap Analisis

Tahap analisis melibatkan proses penilaian dan pemilihan alternatif proyek yang tersedia. Tujuannya adalah menentukan alternatif terbaik dengan mempertimbangkan kelayakan setiap opsi. Kriteria pemilihan akan sangat bergantung pada kondisi dan karakteristik masing-masing alternatif, sehingga hasil yang diharapkan adalah solusi yang paling optimal.

2.5.4. Tahap Rekomendasi

Tahap rekomendasi merupakan fase penutup dalam proses Value Engineering, di mana seluruh hasil analisis disusun dan disajikan kepada pihak terkait. Laporan akhir memuat fakta dan informasi yang mendukung argumen, serta membandingkan aspek teknis dan biaya antara desain awal dan hasil perbaikan melalui Value Engineering. Laporan tersebut biasanya berisi:

- a. Identitas objek atau proyek.
- b. Uraian fungsi setiap komponen, baik sebelum maupun sesudah dilakukan Value Engineering.
- c. Total estimasi penghematan biaya yang dapat dicapai.

2.6 Biopestisida Nabati

Biopestisida nabati adalah pestisida yang bahan aktifnya berasal dari tumbuhan atau bagian-bagiannya, seperti daun, kulit, biji, bunga, atau akar, yang mengandung senyawa metabolit sekunder dengan sifat toksik, repelen, atau penghambat pertumbuhan organisme pengganggu tanaman atau disebut juga hama. Senyawa-senyawa tersebut antara lain alkaloid, flavonoid, terpenoid, saponin, dan fenol, yang berfungsi mengendalikan hama, penyakit, maupun gulma secara alami. Berbeda dengan pestisida sintetis, biopestisida nabati bersifat mudah terurai di alam (biodegradable), sehingga residunya tidak menumpuk pada produk pertanian maupun lingkungan (Isman, 2020). Standar mutu pestisida nabati di Indonesia diatur oleh Permentan No. 261/2019 dan Permentan No. 70/2011, meliputi karakteristik fisik (warna, bau, pH 4-9), C-organik min 6%, mikrobiologi (bebas patogen seperti *E. coli*, *Salmonella*), dengan ciri fisik baik berwarna kuning kecoklatan, berbau khas, pH netral, serta tidak berbau busuk menyengat.

Keunggulan biopestisida nabati terletak pada sifatnya yang ramah lingkungan, aman bagi manusia dan hewan, serta dapat diproduksi secara mandiri menggunakan sumber daya lokal. Proses pembuatannya umumnya melibatkan ekstraksi atau perendaman bahan nabati dalam pelarut tertentu, yang kemudian diaplikasikan ke tanaman untuk mengusir atau membunuh hama. Selain itu, penggunaan biopestisida nabati juga sejalan dengan prinsip pertanian berkelanjutan dan integrated pest management (IPM), yang menekankan pengendalian hama secara terpadu dan meminimalkan penggunaan bahan kimia berbahaya.

2.7 Bawang Putih

Bawang putih (*Allium sativum*) merupakan tanaman umbi yang telah lama dimanfaatkan tidak hanya sebagai bumbu dapur dan obat tradisional, tetapi juga sebagai bahan aktif pestisida alami. Potensi bawang putih sebagai biopestisida nabati berasal dari kandungan senyawa organosulfur yang memiliki aktivitas antimikroba, antifungal, insektisida, dan nematisida. Senyawa utama seperti allicin, alliin, ajoene, diallyl sulfida, dan diallyl disulfida bekerja dengan menghambat enzim metabolisme pada hama, mengganggu permeabilitas membran sel mikroorganisme, serta bertindak sebagai repelen. Dengan sifatnya yang mudah terurai di lingkungan (biodegradable), bawang putih memberikan alternatif pengendalian hama yang lebih aman dibandingkan pestisida sintetis.

Kandungan alliin (antibakteri dan antioksidan) pada bawang putih dilaporkan berkisar antara 0,6–14 % berat segar, yang akan diubah menjadi allicin oleh enzim alliinase ketika umbi dihancurkan atau diiris. Minyak atsiri bawang putih memiliki kadar sekitar 0,2–0,3 %, sementara total sulfoksida (termasuk derivat alliin) mencapai $\pm 2,3$ %. Fruktosan sebagai karbohidrat utama dapat mencapai ± 75 %, diikuti oleh saponin (antimikroba dan anti inflamasi) sekitar 0,07 %. Konsentrasi allicin yang terbentuk dapat mencapai 2.500–4.500 mg per gram berat segar (Khan et al., 2024). Kandungan ini menjadi faktor utama yang menentukan efektivitas bawang putih sebagai bahan biopestisida.

2.8 Kulit Bawang Putih

Kulit bawang putih merupakan bagian luar umbi yang seringkali dibuang sebagai limbah, padahal mengandung berbagai senyawa bioaktif yang potensial untuk diolah menjadi biopestisida. Keunggulan penggunaan kulit bawang putih

adalah ketersediaannya yang melimpah sebagai hasil samping pengolahan bawang putih di rumah tangga maupun industri.

Hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa kulit bawang putih mengandung 59–63 % serat, 15–21 % mineral, 7–8 % protein, 0,5–0,8 % lemak, dan 4–5 % air. Kandungan fenolik (antioksidan yang menjadi pertahanan alami dari serangan hama dan stres lingkungan) total pada ekstrak kulit bawang putih sekitar 64,7 mg/L, sedangkan flavonoid (antioksidan yang melindungi sel dari kerusakan akibat radikal bebas) totalnya mencapai 7,6 mg/L. Uji GC-MS mengidentifikasi komponen utama berupa ester metil asam lemak (62,5 %), asam lemak bebas (10,4 %), derivat asam lemak (6,8 %), vitamin (4,9 %), dan senyawa sulfur (2,6 %) (Khan et al., 2024). Kombinasi senyawa ini memberikan efek antimikroba, antioksidan, dan pengusir hama.



Gambar 2. 1 Kulit Bawang Putih

Kulit bawang putih yang sering diabaikan dan dibuang begitu saja memiliki kandungan vitamin A, C, dan E, dan kaya akan kandungan antioksidan karena memiliki kandungan senyawa flavonoid (senyawa polifenol tumbuhan yang berfungsi sebagai pigmen dan antioksidan), polifenol (senyawa fenolik dengan

banyak gugus OH yang berperan sebagai antioksidan dan pelindung tumbuhan), alkaloid (senyawa tumbuhan yang mengandung nitrogen dan bersifat biologis aktif) dan tannin (senyawa polifenol yang berfungsi sebagai pertahanan tumbuhan). Senyawa- senyawa ini memiliki potensi sebagai anti hama, insektisida, antifungal dan mengandung minyak atsiri yang dapat berfungsi sebagai penolak serangga. Sifat antivirus pada kulit bawang putih dapat melindungi tanaman dari berbagai penyakit yang disebabkan oleh virus, seperti mosaik, keriting daun, dan penyakit kuning.

Kandungan kalium (K), fosfor (P), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg) merupakan unsur makro yang berperan vital dalam proses fotosintesis, pembentukan protein, dan transfer energi. Kehadiran nutrisi ini mendukung perkembangan struktural tanaman secara keseluruhan, mulai dari akar hingga pucuk. Selain makronutrien, material ini juga menyediakan mikronutrien seperti zat besi (Fe), mangan (Mn), dan seng (Zn), yang meskipun dibutuhkan dalam jumlah kecil, sangat krusial untuk berbagai fungsi enzimatik dan metabolisme tanaman (Maharani, 2025).

2.9 Effective Microorganisme 4 (EM4)

Effective Microorganisme 4 (EM4) merupakan campuran dari mikroorganisme yang menguntungkan. Jumlah mikroorganisme fermentasi di dalam EM4 sangat banyak, sekitar 80 jenis. Mikroorganisme tersebut dipilih yang dapat bekerja secara efektif dalam menfermentasikan bahan organik. EM4 akan mempercepat fermentasi bahan organik sehingga unsur hara yang terkandung akan terserap dan tersedia bagi tanaman, EM4 juga sangat efektif digunakan sebagai pestisida hayati yang bermanfaat (Susi et al., 2022).

2.10 Gula Merah

Gula merah merupakan sumber karbohidrat sederhana yang banyak digunakan sebagai substrat dalam proses fermentasi bahan organik. Secara komposisi, gula merah mengandung sukrosa, glukosa, dan fruktosa yang mudah dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai sumber energi. Dalam proses fermentasi, keberadaan gula sederhana sangat penting untuk mendukung pertumbuhan dan aktivitas mikroba, terutama bakteri asam laktat dan mikroorganisme fermentatif lainnya (putra et al., 2022)

Dalam penelitian ini, gula merah berfungsi sebagai substrat yang mendukung aktivitas mikroorganisme seperti yang terkandung dalam EM4 (Effective Microorganisms 4), yang terdiri dari bakteri asam laktat, ragi, dan bakteri fotosintetik. Mikroorganisme tersebut memanfaatkan gula sebagai sumber energi untuk menghasilkan metabolit sekunder, seperti asam organik dan senyawa bioaktif lainnya, yang berpotensi meningkatkan efektivitas pestisida nabati. Dengan demikian, penambahan gula merah dalam formulasi biopestisida fermentatif tidak hanya mempercepat proses dekomposisi bahan nabati, tetapi juga membantu meningkatkan stabilitas dan kualitas produk akhir.

2.11 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu bertujuan untuk memberikan referensi bagi penulis dan membantu penulis dalam menghindari kesan adanya kesamaan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

Nama dan Tahun Judul Penelitian		Metode Penelitian	Hasil Peneitian
(Erdiana Gultom et al ., 2024)	Pemanfaatan Limbah Kulit Bawang Putih (<i>Allium sativum</i>) Sebagai Pengendali Hama Kutu Kebul Pada Tanaman Cabai	Eksperimen	Ekstrak kulit bawang putih mengandung 12 komponen kimia (dominannya asam n-hexadecanoic dan asam undecanoic hidroksi-1). Uji efektivitas menunjukkan konsentrasi 7:3 mampu menekan populasi kutu kebul hingga $\pm 70\%$. Ekstrak daging bawang putih bahkan lebih efektif, dengan konsentrasi 7:3 mampu menurunkan populasi hingga $\pm 90\%$.
(Rusmalah et al ., 2021)	Implementasi Value Engineering Untuk Meminimalisir Biaya Bahan Baku dan Meningkatkan Mutu Produk, Desa Koper, Kecamatan Kresek Kabupaten Tangerang, Banten	Value Engineering	Penerapan Value Engineering berhasil menekan biaya bahan baku tanpa menurunkan kualitas produk. Bahkan mutu produk meningkat melalui pemilihan bahan alternatif dan penguatan kontrol kualitas.

Penelitian yang akan penulis lakukan yaitu membuat Biopestisida Nabati dari Limbah Kulit Bawang Putih di UMKM Opung Panjaitan Menggunakan Metode Value Engineering. Berbeda dari penelitian sebelumnya, penelitian ini menggabungkan pemanfaatan kulit bawang putih sebagai biopestisida dengan penerapan metode Value Engineering untuk menentukan konsentrasi yang paling efektif dan efisien. Tujuannya adalah menghasilkan biopestisida yang mampu menekan hama sekaligus bernilai ekonomis bagi UMKM.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di UMKM Opung Panjaitan yang beralamat di Jl. Jalur Hijau, Kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. Pelaksanaan penelitian ini dimulai pada bulan November 2025 dan berlangsung hingga selesai.

3.2 Jenis penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian terapan (applied research) dengan pendekatan eksperimen lapangan (field experiment). Penelitian terapan dipilih karena hasilnya ditujukan untuk memberikan solusi praktis terhadap permasalahan pengendalian hama pada tanaman hortikultura di tingkat UMKM dan sesuai dengan metode yang dipilih yaitu metode Value Engineering, melalui pemanfaatan limbah kulit bawang putih sebagai bahan baku biopestisida nabati.

3.3 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah limbah kulit bawang putih dari limbah jasa pengupasan bawang putih di UMKM Opung Panjaitan.

3.4 Variabel Penelitian

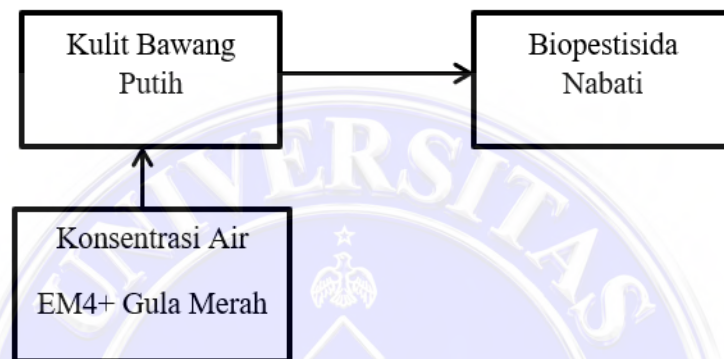
3.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel dependen atau terikat (Sugiyono, 2019). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kulit bawang putih, konsentrasi air, penambahan aktivator EM4 dan gula merah.

3.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Biopestisida Nabati.

3.5 Kerangka Berpikir



Gambar 3. 1 Kerangka Berpikir

Defenisi Operasional :

1. Limbah Kulit Bawang Putih (X)

Limbah kulit bawang putih sisa hasil pengupasan bawang putih yang dihasilkan UMKM Opung Panjaitan, yang akan menjadi bahan baku utama dalam pembuatan biopestisida nabati.

Indikator:

- a. Jumlah limbah kulit bawang putih yang diambil adalah 3 kg, dengan setiap alternatif masing masing 750 gram.
- b. Konsentrasi air dalam proses ini menggunakan 4 formulasi, yaitu formulasi 1 menggunakan 7,5 liter air, formulasi 2 menggunakan 6 liter air, formulasi 3 menggunakan 5 liter air dan formulasi 4 menggunakan 4,5 liter air.

- c. Penambahan bahan EM4 adalah untuk mempercepat proses fermentasi, meningkatkan pelepasan senyawa bioaktif yang berperan sebagai pengendali hama dan mengandung mikroorganisme menguntungkan. Gula merah dipakai untuk mengurangi resiko kegagalan fermentasi, menstabilkan fermentasi, dan sebagai makanan mikroba.

2. Metode Value Engineering

Penelitian ini menggunakan metode Value Engineering sebagai metode analisis untuk menentukan alternatif formulasi terbaik yang didasarkan oleh aspek fungsi dan biaya.

3. Biopestisida Nabati (Y)

Hasil akhir dari penelitian ini adalah biopestisida nabati yang nantinya akan digunakan sebagai bahan untuk mengusir hama pada tanaman hortikultura.

3.5.1. Konsentrasi Larutan Kulit Bawang Putih

Dalam penelitian ini, biopestisida nabati akan diformulasikan dalam beberapa alternatif konsentrasi larutan kulit bawang putih. Dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. 1 Formulasi Konsentrasi Larutan

Formulasi	Konsentrasi	Kebutuhan	Stok bahan
		bahan (g/L)	Tersedia (g)
F1	10%	100 g/L	750 g
F2	12,5%	125 g/L	750 g
F3	15%	150 g/L	750 g
F4	16,7%	166,7 g/L	750 g

Pada penelitian ini digunakan kulit bawang putih sebanyak 3 kg sebagai bahan baku pestisida nabati. Bahan tersebut kemudian dibagi rata untuk setiap formulasi konsentrasi, sehingga setiap formulasi memperoleh 750 gram kulit bawang putih. Konsentrasi larutan ditetapkan menggunakan dasar perhitungan persen (%) b/v (berat/volume), yaitu banyaknya gram bahan yang dilarutkan dalam 100 mL atau 1 liter pelarut.

$$\text{Volume larutan} = \frac{\text{stok bahan tersedia (g)}}{\text{kebutuhan bahan (g/L)}}$$

Diperoleh empat tingkat konsentrasi larutan: 10% (100 g/L), 12,5% (125 g/L), 15% (150 g/L), dan 16,7% (166,7 g/L). Dengan stok bahan yang tersedia sebanyak 750 gram per formulasi, maka volume larutan yang dapat dibuat berbeda-beda.

1. Konsentrasi 10% (100 g/L) menghasilkan 7,5 L larutan

$$\text{Volume larutan} = \frac{750}{100} = 7,5 \text{ L}$$

2. Konsentrasi 12,5% (125 g/L) menghasilkan 6 L larutan

$$\text{Volume larutan} = \frac{750}{125} = 6 \text{ L}$$

3. Konsentrasi 15% (15 g/L) menghasilkan 5 L larutan

$$\text{Volume larutan} = \frac{750}{150} = 5 \text{ L}$$

4. Konsentrasi 16,7% (166,7 g/L) menghasilkan 4,5 L larutan

$$\text{Volume larutan} = \frac{750}{166,7} = 4,5 \text{ L}$$

Formulasi tersebut diuji secara langsung pada tanaman hortikultura untuk melihat efektivitasnya dalam mengendalikan hama di lapangan. Pemilihan konsentrasi dilakukan bukan melalui analisis laboratorium, melainkan melalui uji lapangan yang menekankan pada hasil praktis, yaitu sejauh mana biopestisida mampu mengurangi serangan hama. Dengan cara ini, penelitian dapat menemukan variasi formulasi yang paling sesuai untuk diaplikasikan pada skala UMKM.

3.5.2. Biopestisida Nabati

Biopestisida nabati adalah pestisida yang bahan aktifnya berasal dari tumbuhan atau bagian-bagiannya, seperti daun, kulit, biji, bunga, atau akar, yang mengandung senyawa metabolit sekunder dengan sifat toksik, repelen, atau penghambat pertumbuhan organisme pengganggu tanaman atau disebut juga hama. Senyawa-senyawa tersebut antara lain alkaloid, flavonoid, terpenoid, saponin, dan fenol, yang berfungsi mengendalikan hama, penyakit, maupun gulma secara alami. Berbeda dengan pestisida sintetis, biopestisida nabati bersifat mudah terurai di alam (biodegradable), sehingga residunya tidak menumpuk pada produk pertanian maupun lingkungan (Isman, 2020).

3.5.3. Metode Value Engineering

Penelitian ini menggunakan metode Value Engineering untuk merancang formulasi biopestisida nabati berbahan dasar kulit bawang putih. Total bahan yang digunakan sebanyak 3 kg kulit bawang putih, kemudian dibagi menjadi empat bagian dengan berat masing-masing 750 g. Setiap bagian digunakan untuk membuat larutan dengan variasi konsentrasi 10%, 12,5%, 15%, dan 16,7% .

Formulasi tersebut dihitung berdasarkan kebutuhan bahan per liter larutan, di mana konsentrasi 10% setara dengan 100 g/L, 12,5% setara dengan 125 g/L, 15% setara dengan 150 g/L, dan 16,7% setara dengan 166,7 g/L. Dengan stok 750 g per formulasi, diperoleh volume larutan masing-masing sebesar 7,5 L, 6 L, 5 L, dan 4,5L.

Larutan bio pestisida yang dihasilkan kemudian diuji efektivitasnya dalam menurunkan jumlah hama pada tanaman hortikultura. Melalui penerapan metode Value Engineering, penelitian ini diharapkan mampu menemukan formulasi konsentrasi yang paling efisien dan bernilai guna tinggi, baik dari segi penggunaan bahan maupun efektivitas pengendalian hama, sehingga dapat menjadi alternatif pengganti pestisida kimia yang lebih ramah lingkungan

3.5.4. Penurunan Jumlah Hama pada Tanaman Holikultura

Penggunaan pestisida kimia dalam budidaya hortikultura sering menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan, sehingga diperlukan alternatif yang lebih ramah lingkungan. Kulit bawang putih sebagai limbah pertanian mengandung senyawa bioaktif seperti allicin, flavonoid, dan fenolik yang berpotensi sebagai pestisida nabati. Pemanfaatan kulit bawang putih dalam berbagai konsentrasi diharapkan mampu menekan populasi hama secara efektif,

sehingga dapat menurunkan tingkat serangan hama pada tanaman hortikultura sekaligus mendukung pertanian berkelanjutan.

3.6 Alat dan Bahan Penelitian

Berikut adalah alat dan bahan yang dipakai untuk pembuatan biopestisida nabati dari limbah kulit bawang putih:

3.6.1. Alat Penelitian

1. Peralatan Pengolahan Limbah Kulit Bawang Putih :
 - a. Kantong plastik : untuk penyimpanan sementara kulit bawang putih kering.
2. Peralatan Pembuatan Larutan Biopestisida Nabati :
 - a. Gelas ukur: untuk mengukur volume air EM4.
 - b. Neraca digital: untuk menimbang bahan (kulit bawang putih kering).
 - c. Wadah yang tertutup rapat: sebagai wadah fermentasi larutan biopestisida.
 - d. Saringan : untuk memisahkan ampas dari larutan.
 - e. Corong : untuk mengarahkan larutan ketika akan disaring, agar tidak tumpah.
 - f. Saringan kain : untuk memisahkan partikel-partikel kecil yang tersisa.
 - g. Wadah plastik: untuk menampung larutan sebelum dikemas.
 - h. Botol semprot (sprayer): untuk aplikasi biopestisida.
 - i. Kamera handphone: untuk dokumentasi proses penelitian.
3. Peralatan Uji Efektivitas Biopestisida
 - a. Stopwatch: untuk mengukur waktu respon hama setelah aplikasi.
 - b. Alat tulis & label: untuk pencatatan dan penandaan sampel.

3.6.2. Bahan Penelitian

1. Kulit bawang putih kering: limbah hasil pengupasan di UMKM Opung Panjaitan, digunakan sebagai bahan utama pembuatan biopestisida nabati.
2. Air bersih: sebagai pelarut utama dalam proses ekstraksi larutan.
3. Gula merah : sumber energi mikroorganisme alami selama proses fermentasi.
4. EM4 : mempercepat penguraian bahan organik pada kulit bawang putih dan menjadikan proses fermentasi menjadi stabil dan cepat.
5. Tanaman uji hortikultura (cabai): sebagai media percobaan efektivitas biopestisida.

3.7 Metode Analisa Data

Dalam upaya menyelesaikan permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini, digunakan pendekatan Value Engineering yang terdiri dari empat tahapan utama, yaitu:

1. Tahap Informasi

Tahap awal ini berfokus pada pengumpulan data dan pemahaman mendalam terhadap objek penelitian. Kegiatan yang dilakukan mencakup identifikasi dan perumusan masalah, pengumpulan data serta fakta-fakta yang relevan, analisis terhadap fungsi objek dan biaya yang terlibat. Tahap ini bertujuan memberikan landasan kuat untuk memahami situasi yang sedang dikaji.

2. Tahap Kreatif

Pada tahap ini dikembangkan berbagai gagasan alternatif yang dapat menggantikan fungsi awal dengan cara yang lebih efisien atau inovatif.

Dalam penelitian ini, beberapa opsi pemanfaatan kulit bawang putih yang

dieksplorasi antara lain mengubah kulit bawang putih menjadi bubuk bawang putih, pupuk kompos, teh kulit bawang putih dan biopestisida nabati. Ke empat gagasan ini akan dianalisa dan selanjutnya akan dipilih sebagai rekomendasi yang sesuai dengan tujuan dari penelitian ini.

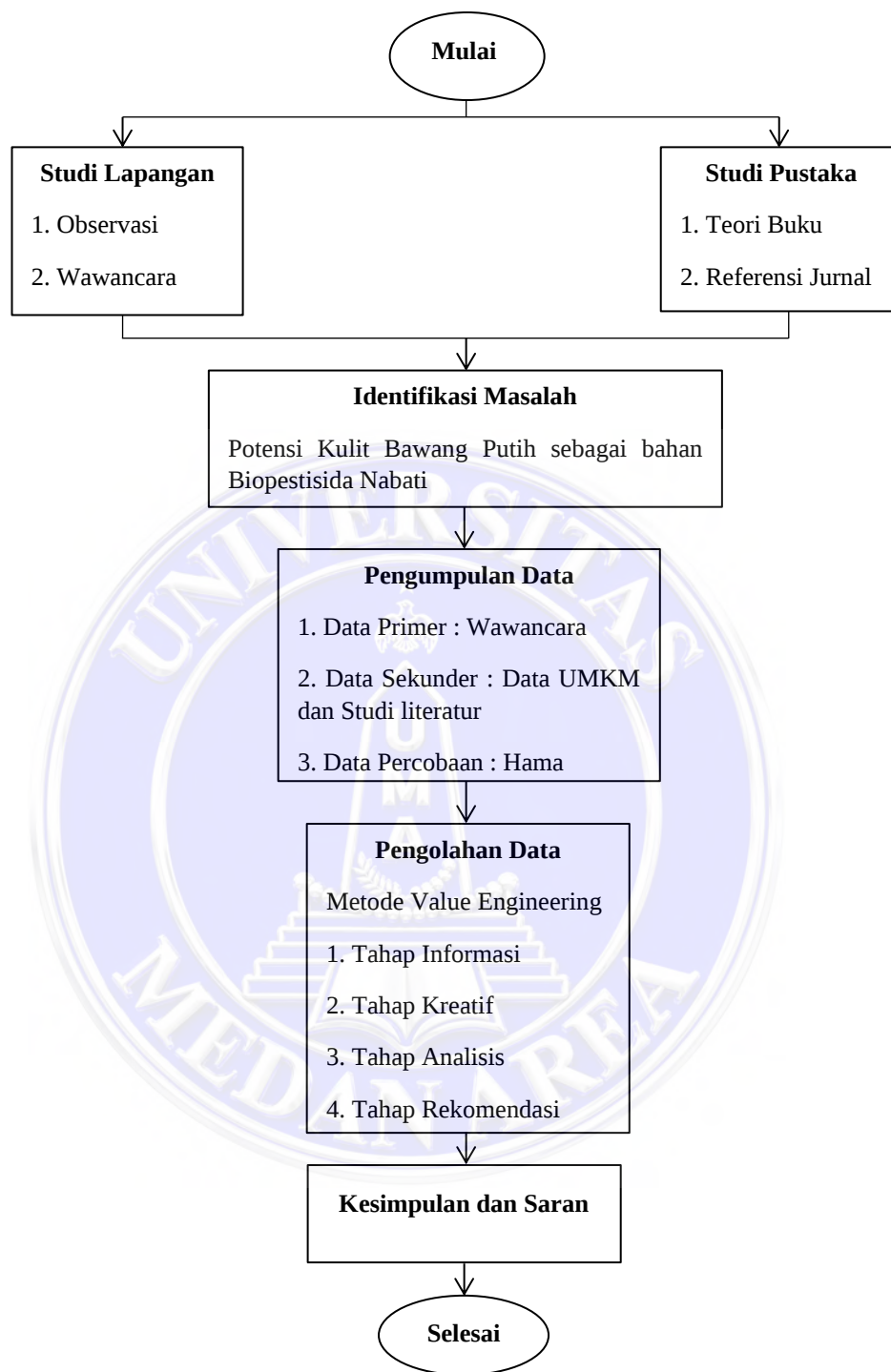
3. Tahap Analisa

Setelah gagasan dikembangkan, masing-masing dievaluasi untuk menilai sejauh mana efektivitas, efisiensi, serta potensi implementasinya. Penilaian dilakukan terhadap keunggulan dan kekurangan masing-masing alternatif, biaya yang dibutuhkan serta manfaat yang dihasilkan, potensi hambatan atau risiko pelaksanaan. Tujuan dari analisis ini adalah memilih alternatif terbaik yang paling sesuai dengan sasaran peneliti.

4. Tahap Rekomendasi

Tahap terakhir ini merupakan penyusunan hasil akhir dari seluruh proses Value Engineering. Isi laporan rekomendasi meliputi kesimpulan dari proses analisis, alternatif yang dipilih sebagai solusi yang paling tepat, pertimbangan yang mendasari keputusan tersebut. Hasil dari tahap ini dijadikan pedoman dalam pengambilan keputusan serta penerapan hasil penelitian di lapangan.

3.8 Flowchart Penelitian



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5. 1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan Biopestisida Nabati dari Limbah Kulit Bawang Putih Menggunakan Metode Value Engineering yang mengacu tujuan sebagai berikut:

1. Cara memanfaatkan limbah kulit bawang putih yang dihasilkan UMKM

Opung Panjaitan sebagai bahan baku pembuatan Biopestisida Nabati menggunakan metode Value Engineering memiliki beberapa tahapan, yaitu :

a. Tahap Informasi :

Objek yang diteliti : Limbah kulit bawang putih UMKM Opung Panjaitan.

Kondisi aktual : Berdasarkan hasil observasi lapangan, limbah kulit bawang putih yang dihasilkan UMKM Opung Panjaitan masih belum dikelola secara optimal yaitu dengan cara di bakar dan di buang begitu saja.

Proses produksi : Proses produksi pada UMKM Opung Panjaitan meliputi penerimaan bawang putih utuh dari pemasok, proses pengupasan secara manual, pengumpulan limbah kulit bawang putih, pembuangan limbah kulit bawang putih yang di bakar atau dibuang begitu saja di tempat sampah.

Permasalahan yang dihadapi : Limbah kulit bawang putih yang belum dikelola secara optimal sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan.

Fungsi produk : Fungsi dari biopestisida nabati yang akan dihasilkan yaitu mengendalikan dan menurunkan populasi hama pada tanaman hortikultura, memanfaatkan limbah kulit bawang putih UMKM Opung Panjaitan agar lebih bernilai serta mengurangi pencemaran lingkungan sekitar UMKM.

Biaya : Biaya yang dianalisis pada tahap ini meliputi biaya bahan baku, biaya bahan tambahan dan biaya proses pembuatan.

b. Tahap Kreatif :

Berdasarkan pengembangan ide, diperoleh 4 alternatif pembuatan biopestisida, yaitu:

Alternatif 1 : kulit bawang putih 750 gram, konsentrasi air 10%, gula merah 500 gram, biaya yang dikeluarkan dalam alternatif ini ialah Rp 7.000,-.

Alternatif 2 : kulit bawang putih 750 gram, konsentrasi air 12,5 %, gula merah 500 gram, jeruk nipis 5 buah, biaya yang dikeluarkan dalam alternatif ini ialah Rp 17.000,-.

Alternatif 3 : kulit bawang putih 750 gram, konsentrasi air 15 %, gula merah 500 gram, EM4 50 ml, biaya yang dikeluarkan dalam alternatif ini ialah Rp 9.000,-.

Alternatif 4 : kulit bawang putih 750 gram, konsentrasi air 16,7 %, gula merah 500 gram, EM4 50 ml, jeruk nipis 5 buah, biaya yang dikeluarkan dalam alternatif ini ialah Rp 19.000,-.

c. Tahap Analisis :

Ke empat alternatif memiliki berat yang sama yaitu 750 gram namun memiliki konsentrasi dan formulasi yang berbeda sehingga menghasilkan fungsi yang berbeda juga. Alternatif 1 difermentasikan tanpa EM4 dan jeruk nipis memiliki efektivitas yang terbatas karena hanya mengandalkan mikroorganisme alami dan proses fermentasi yang lama dan memiliki potensi gagal yang besar. Alternatif 2 difermentasikan tanpa EM4 namun ditambahkan jeruk nipis sebagai sumber asam alami sehingga fungsinya lebih baik dari alternatif 1 namun proses fermentasi memakan waktu yang cukup lama. Alternatif 3 dengan tambahan EM4 menghasilkan biopestisida yang lebih stabil, proses fermentasi yang cepat dan resiko kegagalan lebih rendah. Alternatif 4 menggunakan kombinasi EM4 dan jeruk nipis memiliki fungsi yang lebih kompleks dan nilai fungsi lebih tinggi dibanding alternatif lainnya.

2. Alternatif yang direkomendasikan metode *Value Engineering* yaitu :

Alternatif 3 dengan limbah kulit bawang putih 750 gram, air 5 liter dengan konsentrasi 15% , gula merah 500 gram, dan EM4 50 ml dengan biaya Rp 9.000,-. Dipilih karena memiliki nilai VE terbaik dengan fungsi pengendali hama yang baik, proses fermentasi yang cepat, resiko kegagalan yang rendah, biaya yang rendah dan efisien.

5. 2 Saran

1. Setelah dilakukan penelitian yang telah dilaksanakan, maka hasil penelitian ini diharapkan dapat diterapkan di UMKM Opung Panjaitan untuk memanfaatkan limbah kulit bawang putih yang selama ini belum diolah secara optimal dan hanya dibuang atau dibakar. Melalui pengolahan limbah kulit bawang putih menjadi biopestisida nabati, limbah yang sebelumnya tidak bernilai dapat memiliki fungsi sebagai pengendali hama tanaman, sehingga mampu mengurangi pencemaran lingkungan sekaligus meningkatkan nilai guna limbah tersebut.
2. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk mengkaji efektivitas bio-pestisida nabati dari kulit bawang putih terhadap jenis tanaman dan hama lainnya, sehingga pemanfaatannya dapat diperluas.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardanicha Mauliyana dan Harlita, “Ekstrak Kulit Buah Kopi Alternatif Pestisida Nabati Sebagai Pengendali Ulat Pada Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* subsp. *chinensis* (L.) Hanelt)”. *Proceeding Biology Education Conference*, Vol. 18, Nomor 1, Desember 2021. hlm. 84- 89.
- Jefri Sembiring, Diana S. Susanti, Andri Prasetia, dan Johanna Mendes, “Penyuluhan Dan Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Serta Pestisida Nabati Untuk Menunjang Keamanan Pangan Di Kampung Nasem”. *Jurnal Dinamika Pengabdian*, Vol. 5, No. 2, Mei 2020. hlm 114-126.
- Rahmadi, A., Sari, N. M., & Indriyani, E. (2022). *Buku Ajar Pemanfaatan Limbah Industri*. Disunting oleh Thamrin. Banjarbaru: CV. Banyubening Cipta Sejahtera
- Oktaviani, R. dan Pawenang, E. T. (2020) ‘Risiko gejala keracunan pestisida pada petani greenhouse’, *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, 4(2). doi:10.15294/higeia.v4i2.33544.
- Legowo Kamarubayana, Marisi Napitupulu, Maya Preva Biantary, dan Puji Astuti, “Pembuatan Pestisida Nabati Ramah Lingkungan Berbasis Tumbuhan Pekarangan”. *Ta’awun*, Vol. 2, Nomor 1, Februari 2022. hlm 51
- Wijaya, M., & Syam, H. (2021). *Eksplorasi limbah biomassa dan aplikasinya*. Makassar: Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar.
- Debi Kristiananda, Juvita Lisu Allo, Veronica Arien Widyarahma, Lusiana, dan Jeanne Magistra, “Aktivitas Bawang Putih (*Allium sativum* L.) Sebagai Agen Anti Bakteri”. *Jurnal Ilmu Farmasi dan Farmasi Klinik*, Vol. 19, Nomor 1, Juni 2022. hlm. 46-53

- Hartini, Muhammad Indar Pramudi, dan Samharianto Soedijo, “Daya Rusak Spodoptera frugiperda J. E. Smith pada Tanaman Jagung yang Diberi Perlakuan Pestisida Nabati Daun Pepaya dan Bawang Putih”. *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*, Vol. 2, No. 5, Oktober 2022. hlm. 556-557
- Thoengsal, J. (2023) Penerapan Metode Value Engineering (VE) pada Proyek Konstruksi. Disunting oleh Muhamad Rouf. Mojokerto: Insight Mediatama. Cetakan I, Oktober 2023. ISBN 978-623-8179-98-5.
- Susintowati, et al. “Uji efektifitas air fermentasi kulit bawang sebagai bioinsektisida terhadap serangga”. *Biologiei Educația*, 2024, 4.2: 44-52.
- Maharani. " Manfaat Kulit Bawang Putih untuk Tanaman, Pengusir Hama Alami!" *Jurnal.stkipmb.ac.id*, 14 Juli 2025.
- Azzahra, Tsania Putri. “Pembuatan Biopestisida dari Campuran Kulit Bawang Merah dan Kulit Bawang Putih Sebagai Produk Unggulan di Kelurahan Urangagun”. *abdimesin*, 2025, 5.1: 29-34.

LAMPIRAN

Foto tanaman cabai yang terkena hama (kutu putih/ kutu kapas)



Foto pengaplikasian biopestisida nabati dari kulit bawang putih ke tanaman hortikultura (cabai)



Foto tanaman cabai setelah 4 hari pengaplikasian biopestisida nabati dari limbah kulit bawang putih



Hasil Biopestisida Nabati dari limbah kulit bawang putih UMKM Opung Panjaitan



Hasil Uji Laboratorium



Laboratorium Tanah, Tanaman, Pupuk, Air

BADAN PERAKITAN DAN MODERNISASI PERTANIAN

Laporan Penguji Balai Penerapan Modernisasi Pertanian Sumatera Utara

JALAN JENDERAL BESAR ABDUL HARIS NASUTION NO. 1 B MEDAN 20143

Telp: (061) 7870710 Fax: (061) 7861020 Website: sumut.brmp.pertanian.go.id Email: brmp.sumut@pertanian.go.id

Melayani analisis contoh tanah, daun, pupuk organik, air, dan rekomendasi pupuk

HASIL ANALISIS CONTOH PUPUK

NAMA : Ade Irma Tampubolon
 ALAMAT : UMA
 JENIS CONTOH : Pupuk Organik Cair
 JUMLAH CONTOH : 4 (Empat) Contoh
 KEMASAN : Botol Plastik
 TANGGAL TERIMA : 09 Januari 2026
 TANGGAL ANALISIS : 26 Januari – 09 Februari 2026
 NOMOR ORDER : 3/P/I/2026

No	Kode Sampel	Jenis Analisis	
		C-organik (%)	pH
1	K-1	0.12	5.76
2	K-2	0.10	5.53
3	K-3	0.05	6.35
4	K-4	0.08	5.47
Metode Uji		Spectrofotometri	IK 0.3, 12.0 (Elektrometri)

Medan, 20 Februari 2026
 Koordinator Laboratorium

Arbie Saldi Zusri S.T
 NIP: 199511142020121004

F.7.8.3

Data hasil uji hanya berlaku untuk contoh yang diterima, komplain hasil uji berlaku satu minggu sejak laporan ini dikeluarkan. Dilarang keras mengubah data, mengutip, memperbanyak atau mempublikasikan sebagian dari sertifikat ini tanpa izin tertulis dari Laboratorium Balai Penerapan Modernisasi Pertanian Sumatera Utara.