

BAB II

LANDASAN TEORI

1.1 Produksi Pestisida Nabati

1.1.1 Pestisida Nabati Tanaman

Pestisida nabati adalah pestisida yang bahan aktifnya berasal dari tumbuh-tumbuhan dan berkhasiat mengendalikan hama pada tanaman. Pestisida nabati tidak meninggalkan dampak residu berbahaya pada tanaman maupun lingkungan serta dapat dibuat dengan mudah menggunakan bahan yang murah dan peralatan yang sederhana. Jenis pestisida ini residunya mudah terurai di alam dan mudah hilang serta dapat dibuat dengan biaya yang murah sehingga tidak mencemari lingkungan serta relatif aman bagi manusia dan hewan ternak. Pestisida nabati digunakan juga untuk melindungi hasil produksi tanaman dari kerugian akibat berbagai gangguan hama. Pavela, R., & Benelli, G. (2021).

Adapun manfaat dari pestisida nabati yaitu lebih aman bagi manusia dan hewan, mudah terurai, tidak menyebabkan resistensi hama, murah dan mudah dibuat mendukung pertanian organik, meningkatkan keanekaragaman hayati, meningkatkan kualitas produk pertanian dan menjadi alternatif yang berkelanjutan untuk pertanian sehat dan ramah lingkungan. Isman, M. B. (2020)

1. Daun pepaya (*Carica papaya L.*)

Daun pepaya mengandung senyawa-senyawa kimia yang bersifat antiseptik, antiinflamasi, antifungal, dan antibakteri. Selain itu, daun pepaya mengandung zat aktif, seperti alkaloid carpanin, asam organik seperti lactic acid, caffeic acid, gallic acid, dan ascorbic acid, serta terdapat juga B-sitosterol, flavonoid,

saponin, tanin dan Kurniwati et al., (2023), pada penelitian lain, daun pepaya juga digunakan sebagai pestisida nabati terhadap perkembangan *Sitophilus Zeamais*.

Berdasarkan cara kerja petisida, daun pepaya mengandung senyawa *papain*, yang bersifat racun kontak serta racun untuk perut (Ogunnupebi et al.,2020). Diketahui racun kontak yaitu dapat masuk melalui pori-pori yang ada didalam tubuh suatu serangga. Sedangkan racun perut yaitu yang dapat masuk melalui alat mulut serangga akan melalui kerongkongan dan masuk ke saluran pencernaan, di mana kemudian akan menyerang sistem saraf serangga (Mujoko et al.,2023; sharma et al.,2020). Hal ini menyebabkan terganggunya hama, termasuk gangguan pada aktivitas makan mereka. (Juleha,2022).

2. Daun sirsak

Daun sirsak mengandung berbagai senyawa aktif yang membuatnya efektif digunakan sebagai pestisida nabati, terutama **asetogenin** (seperti annonacin), **alkaloid**, **flavonoid**, **saponin**, dan **tanin**. Senyawa asetogenin berperan sebagai racun alami yang dapat mengganggu sistem pernapasan dan metabolisme serangga hama, sehingga menyebabkan hama menjadi lemah dan akhirnya mati. Sementara itu, alkaloid dan flavonoid bersifat toksik dan antifeedant (menghambat nafsu makan serangga). (Zahro, S. F ,. Et al. 2022).

3. Serai

Serai (*Cymbopogon citratus*) mengandung berbagai senyawa aktif yang membuatnya efektif digunakan sebagai pestisida nabati. Kandungan utamanya adalah **minyak atsiri** yang terdiri dari **sitral (geranial dan neral)**, **geraniol**, **sitronelal**, dan **limonena**. Senyawa-senyawa ini bersifat **repelen (penolak**

serangga) dan toksik ringan bagi hama, sehingga dapat mengganggu sistem saraf, pernapasan, serta aktivitas makan serangga. (ScienceDirect, 2021).

2.2 Aspek Ekonomi dan Kelayakan Usaha

2.2.1 Prospek Pasar dan Nilai Ekonomi

Pestisida nabati memiliki prospek pasar yang semakin menjanjikan seiring meningkatnya kesadaran petani dan konsumen terhadap pentingnya pertanian ramah lingkungan dan pangan yang aman bagi kesehatan. Penggunaan pestisida kimia sintetis dalam jangka panjang diketahui dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, resistensi hama, serta residu berbahaya pada hasil pertanian yang berdampak negatif terhadap kesehatan manusia. Kondisi tersebut mendorong pergeseran preferensi pasar menuju produk pertanian organik dan input pertanian berbasis bahan alami, termasuk pestisida nabati (Trisna et al., 2021).

Nilai ekonomi pestisida nabati terletak pada kemampuannya menekan biaya produksi usaha tani. Dengan memanfaatkan bahan baku lokal dan proses produksi sederhana, harga jual pestisida nabati dapat dibuat lebih terjangkau dibandingkan pestisida kimia komersial. Selain itu, penggunaan pestisida nabati dapat mengurangi ketergantungan petani terhadap input kimia, sehingga meningkatkan efisiensi biaya dan margin keuntungan usaha tani. Menurut **Sari dan Nugroho (2022)**, suatu produk memiliki nilai ekonomi apabila mampu memberikan manfaat nyata dan memenuhi kebutuhan pengguna, termasuk efisiensi biaya serta keberlanjutan lingkungan dalam kegiatan usaha tani.

2.2.2 Analisis Biaya Produksi Pestisida Nabati

Analisis biaya produksi merupakan bagian penting dalam menilai kinerja ekonomi suatu usaha tani karena mencakup perhitungan biaya, penerimaan, dan keuntungan. Melalui analisis ini dapat diketahui apakah suatu usaha tani layak secara ekonomi dan memberikan keuntungan bagi pelaku usaha.

A. Biaya

Biaya produksi merupakan seluruh pengeluaran yang dikeluarkan dalam proses pembuatan pestisida nabati. Biaya ini mencakup biaya yang digunakan selama proses produksi barang, mulai dari penyediaan bahan baku hingga proses pembuatan pestisida nabati. Harga pokok produksi merupakan total biaya yang dikeluarkan dalam menghasilkan suatu produk. Besarnya biaya produksi akan mempengaruhi tingkat keuntungan yang diperoleh dari suatu usaha, sehingga perhitungan biaya menjadi bagian penting dalam analisis ekonomi suatu usaha (Ahmat Pratama, M. R. 2023). Biaya tetap (fixed cost) adalah biaya yang besarnya tidak dipengaruhi oleh jumlah produksi dan tetap dikeluarkan meskipun kegiatan produksi meningkat atau menurun. Biaya tetap dalam usaha tani umumnya meliputi penyusutan alat pertanian, sewa lahan, pajak lahan, serta biaya peralatan yang digunakan dalam jangka panjang. Menurut (Lestari et al. 2021), biaya tetap bersifat relatif konstan dalam satu periode produksi.

Biaya variabel (variable cost) adalah biaya yang besarnya berubah seiring dengan perubahan volume produksi. Semakin besar skala produksi, maka semakin besar pula biaya variabel yang dikeluarkan. Biaya variabel dalam usaha tani meliputi biaya benih, pupuk, pestisida, tenaga kerja, serta bahan baku lainnya.

(Hidayat et al. 2023)) menyatakan bahwa biaya variabel memiliki hubungan langsung dengan tingkat aktivitas produksi.

B. Keuntungan

Keuntungan atau laba merupakan selisih antara pendapatan yang diperoleh dengan total biaya yang dikeluarkan selama proses produksi. Laba menjadi salah satu indikator penting dalam sebuah usaha karena menunjukkan bahwa usaha tersebut berhasil menghasilkan pendapatan yang lebih besar dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan. Pestisida nabati, keuntungan diperoleh apabila nilai hasil produksi yang dihasilkan lebih tinggi daripada biaya produksi, sehingga usaha tersebut dapat dikatakan layak dan menguntungkan secara ekonomi Ahmat Yusuf et al., (2021).

2.2.3 Kelayakan Ekonomi Pestisida Nabati

1. R/C Ratio

Merupakan sebuah indikator yang digunakan untuk mengevaluasi kelayakan suatu proyek atau investasi dengan cara membandingkan nilai manfaat (benefit) yang diharapkan biaya (cost) yang dikeluarkan. Dan secara sederhana, R/C Ratio menunjukkan beberapa banyak manfaat yang akan diperoleh untuk setiap satuan biaya yang dikeluarkan (Novi Trisna et al., 2021).

2. Break Event Point (BEP)

Merupakan suatu kondisi perusahaan yang dalam operasionalnya tidak mendapat keuntungan dan juga tidak menderita kerugian. Dengan kata lain, antara pendapatan dan biaya pada kondisi yang sama, sehingga labanya adalah nol. Analisis break event point (BEP) adalah teknik analisis untuk mempelajari hubungan antara penjualan dan profitabilitas (Priskila Manuho et al., 2021).

3. ROI

Return on Investment (ROI) merupakan salah satu indikator keuangan yang digunakan untuk mengukur tingkat keuntungan suatu usaha atau investasi dengan membandingkan laba bersih yang diperoleh terhadap total modal atau biaya investasi yang dikeluarkan. ROI menunjukkan kemampuan suatu usaha dalam menghasilkan keuntungan dari setiap satuan biaya yang ditanamkan. Dalam konteks usaha tani atau agribisnis, ROI digunakan untuk mengetahui sejauh mana biaya produksi yang dikeluarkan mampu memberikan keuntungan, sehingga menjadi alat penting dalam analisis kelayakan ekonomi usaha. Fernando, J. – Investopedia (2022 update).

2.3 Uji Evektivitas Terhadap Tanaman Tomat Selenia

2.3.1 Klasifikasi Tanaman

Klasifikasi tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) didasarkan pada karakter morfologi bunga, buah, dan daun yang menjadi ciri khas famili Solanaceae. Menurut **Peralta et al. (2020)**, tomat termasuk dalam genus *Solanum* yang memiliki keragaman varietas sangat tinggi dan telah mengalami banyak perbaikan genetik untuk meningkatkan produktivitas dan ketahanan terhadap hama.

Taksonomi dari tanaman tomat selenia sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Devisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordo	: <i>Solanales</i>
Famili	: <i>Solanaceae</i>
Genus	: <i>Solanum</i>
Spesis	: <i>Solanum lycopersium</i>

2.3.2 Morfologi Tanaman Tomat Selenia

Secara umum, morfologi tanaman tomat Selenia mencerminkan karakter tanaman tomat hibrida dataran tinggi, dengan sistem perakaran tunggang yang kuat, batang lunak namun kokoh, daun majemuk menyirip, bunga berwarna kuning, serta buah berdaging tebal. Menurut **Hidayati et al. (2021)**, struktur morfologi tersebut mendukung kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara secara optimal serta meningkatkan efisiensi fotosintesis.

Morfologi Tanaman Tomat Selenia (*Solanum lycopersium L.*) sebagai berikut:

1. Akar tanaman

Tanaman Tomat, memiliki akar tunggang yang tumbuh menembus kedalam tanah dan akar serabut yang tumbuh kearah samping tetapi dangkal. Berdasarkan sifat perakaran ini, tanaman tomat akan dapat tumbuh dengan baik jika ditanam di tanah yang gembur Setiawan, (2021).

2. Batang tanaman

Batang tanaman tomat berbentuk persegi empat hingga bulat, berbatang lunak tetapi cukup kuat, berbulu atau berambut halus dan diantara bulu-bulu itu terdapat rambut kelenjar. Batang tanaman tomat selenia berwarna hijau, pada ruas-ruas batang mengalami penebalan, dan pada ruas bagian bawah tumbuh akar-akar pendek. Selain itu, batang tanaman dapat bercabang dan apabila tidak dilakukan pemangkasan akar bercabang banyak yang menyebar secara merata Firmansyah et al., (2020).

3. Daun

Daun tanaman Tomat selena berbentuk oval, bagian tepinya bergerigi dan membentuk celah-celah menyirip agak melengkung kedalam. Daun berwarna hijau dan merupakan daun majemuk ganjil yang berjumlah 5-7. Ukuran daun sekitar (15-30 cm) dengan panjang tangkai sekitar 3-6 cm. Diantara daun yang berukuran besar biasanya tumbuh 1-2 daun yang berukuran kecil. Daun majemuk pada tanaman tomat tumbuh selang atau selang atau tersusun spiral mengelilingi batang tanaman Hidayat & Suryani, (2020).

4. Bunga

Bunga tanaman tomat selena berukuran kecil, berdiameter sekitar 2cm dan berwarna kuning cerah. Kelopak bunga yang berjumlah 5 buah dan berwarna hijau terdapat pada bagian bawah atau pangkal bunga. Bagian lain pada bunga tomat, mahkota bunga berwarna kuning cerah, berjumlah sekitar 6 buah dan berukuran sekitar 1 cm. Bunga tomat merupakan bunga sempurna karena benang sari atau tepung sari dan kepala benang sari atau kepala putik terletak pada bagian bunga yang sama Buah. Sitorus, (2023).

Buah tomat memiliki bentuk bervariasi, tergantung pada jenisnya. Ada buah tomat berbentuk bulat, agak bulat, agak lonjong, bulat telur (oval), dan bulat persegi. Ukuran buah tomat juga sangat bervariasi, yang berukuran paling kecil memiliki berat 8 gram dan yang berukuran besar sampai 180 gram. Buah tomat yang masih muda berwarna hijau muda, bila sudah matang warnanya menjadi merah Pracaya (2020).

5. Biji

Biji buah tomat berbentuk pipih, berbuluh, dan berwarna putih, putih kekuningan atau coklat mudah. Panjangnya 33-5 mm dan lebar 2-4 mm. Biji saling melekat, diselimuti daging buah, dan tersusun berkelompok dengan dibatasi daging buah. Jumlah biji setiap buahnya bervariasi, tergantung pada varietas dari lingkungan maksimum 200 biji per buah. Umumnya biji digunakan untuk bahan perbanyakan tanaman (Pracaya, 2020).

2.3.3 Syarat Tumbuh Tanaman Tomat

Tanaman Tomat cocok ditanam pada daerah pegunungan (daratan tinggi), yang beriklim sejuk. Di Indonesia Tanaman Tomat sebagai sayuran dibudidayakan secara luas pada daerah tinggi. Adapun syarat tumbuh sebagai berikut:

1. Iklim

Tanaman Tomat memerlukan curah hujan yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman adalah 750-1250 mm/th. Keadaan ini berhubungan erat dengan ketersediaan air tanah bagi tanaman dan tanaman tomat tumbuh secara baik bila udaranya sejuk, yaitu suhu pada malam hari antara 10-20°C dan pada siang hari antara 18-29°C. Cahaya matahari sangat dibutuhkan dalam proses fisiologis tanaman untuk membentuk bagian vegetatif tanaman (batang, cabang, dan daun). Dan pertumbuhan tanaman tomat didarat tinggi lebih baik daripada di daratan rendah, karena tanaman menerima sinar matahari lebih banyak tetapi suhu rendah (Sari et al., 2021).

2. Tanah

Tanaman tomat dapat tumbuh di segala jenis tanah. Tanah yang ideal adalah tanah lempung berpasir yang subur, gembur, banyak mengandung bahan organik serta unsur hara, pH 6,0 – 7,0 dan drainase baik (Rahmawati & Nugroho, 2020)

2.3.4 Respon Tanaman

Respon tanaman merupakan reaksi fisiologis dan morfologis tanaman terhadap perlakuan yang diberikan, termasuk aplikasi pestisida nabati. Respon ini dapat diamati melalui perubahan pertumbuhan vegetatif seperti tinggi tanaman, jumlah daun, dan kondisi daun, serta pertumbuhan generatif seperti pembungaan dan pembentukan buah (Fitriana, S., Lestari, D., & Mahfud, A. 2021).

Aplikasi pestisida nabati pada tanaman tomat Selenia bertujuan untuk menekan serangan hama tanpa mengganggu proses fisiologis tanaman. Pestisida nabati umumnya bersifat selektif dan ramah lingkungan, sehingga tidak menimbulkan fitotoksisitas apabila digunakan sesuai konsentrasi. Dengan berkurangnya tekanan serangan hama, tanaman mampu melakukan fotosintesis secara optimal yang berdampak pada pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang lebih baik (Wulandari, E., Siregar, T., & Handayani, A. 2020).

Respon positif tanaman ditunjukkan oleh kondisi daun yang lebih sehat, kerusakan daun yang lebih rendah, serta pertumbuhan tanaman yang lebih stabil dibandingkan tanaman tanpa perlakuan. Senyawa aktif dalam daun pepaya seperti papain, alkaloid, dan flavonoid berperan dalam menghambat aktivitas hama, sehingga energi tanaman dapat diarahkan untuk pertumbuhan dan pembentukan hasil (Utami, D., & Harahap, R. 2022).

Dengan demikian, respon tanaman tomat Selenia terhadap penggunaan pestisida nabati daun pepaya mencerminkan bahwa perlakuan tersebut tidak hanya efektif dalam pengendalian hama, tetapi juga mendukung pertumbuhan tanaman secara berkelanjutan dan aman bagi lingkungan (Putra, P., & Negara, I. M. 2021)

Faktor-faktor yang mempengaruhi respon tanaman diantaranya jenis dan konsentrasi pestisida nabati, umur dan fase pertumbuhan tanaman, kondisi lingkungan, dan jenis varietas tanaman (Sitorus, B. 2023).

a. Kandungan hara

Daun pepaya, daun sirih, dan serai mengandung berbagai unsur hara serta senyawa bermanfaat bagi tanaman. Daun pepaya mengandung nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), serta senyawa papain, alkaloid, dan flavonoid yang mendukung pertumbuhan tanaman dan berfungsi sebagai pestisida nabati. Daun sirih mengandung unsur hara seperti N, P, K, Ca, dan Mg, serta senyawa acetogenin, annonain, dan tanin yang berperan dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap hama. Serai mengandung unsur hara N, P, K dalam jumlah sedang, silika (Si), serta minyak atsiri seperti sitronelal dan geraniol yang bermanfaat sebagai penolak hama dan pendukung kesehatan tanaman (Harahap & Yanti 2022).

b. Konsentrasi pestisida nabati

Konsentrasi pestisida adalah **perbandingan antara jumlah pestisida nabati dengan volume air** sebagai pelarut. Konsentrasi menentukan seberapa kuat efek pestisida dalam mengendalikan hama. Semakin rendah konsentrasi efek pengendalian hama lebih lemah, Semakin tinggi konsentrasi daya racun terhadap hama meningkat (Putra & Negara 2021).

c. Ulat grayak (*Spodoptera litura*)

Ulat grayak adalah larva dari ngengat yang termasuk hama penting pada berbagai tanaman pertanian di Indonesia, seperti kedelai, jagung, cabai, dan sayuran. Ulat ini dikenal sangat rakus karena memakan daun tanaman pada malam hari secara berkelompok (“berpindah secara massal”), sehingga dapat menyebabkan kerusakan daun yang berat hingga tanaman menjadi gundul dan pertumbuhannya terganggu. Siklus hidupnya yang cepat serta kemampuan beradaptasi yang tinggi membuat ulat grayak sulit dikendalikan jika tidak dilakukan pengendalian hama secara tepat, seperti penggunaan pestisida nabati, musuh alami, atau pengelolaan lahan yang baik.

d. Fase perkembangan/siklus ulat grayak (*Spodoptera litura*)

Spodoptera litura merupakan hama penting tanaman hortikultura yang mengalami metamorfosis sempurna (holometabola), dengan siklus hidup yang terdiri atas empat fase, yaitu telur, larva, pupa, dan imago. Telur diletakkan oleh ngengat betina secara berkelompok pada permukaan daun tanaman inang dan akan menetas dalam waktu sekitar 2–4 hari. Setelah menetas, larva mengalami enam instar dan menjadi fase yang paling merusak karena aktif memakan jaringan daun, dengan lama fase larva sekitar 20–28 hari tergantung kondisi lingkungan dan ketersediaan pakan. Selanjutnya larva berubah menjadi pupa dengan cara mengubur diri di dalam tanah atau sisa tanaman, dan fase pupa berlangsung sekitar 7–11 hari sebelum berkembang menjadi ngengat dewasa (imago). Ngengat dewasa berumur relatif singkat, aktif pada malam hari, dan berfungsi untuk berkembang biak sehingga satu siklus hidup *S. litura* secara keseluruhan berlangsung sekitar 30–40 hari dalam satu generasi (Wikipedia, 2024).

e. Gejala ulat grayak

Serangan ulat grayak ditandai dengan adanya lubang tidak beraturan pada daun yang semakin lama menjadi robekan besar akibat ulat memakan jaringan daun dari tepi maupun bagian tengah. Pada serangan yang berat, daun tomat dapat habis hingga hanya tersisa tulang daun sehingga proses fotosintesis terganggu dan tanaman menjadi lemah. Ulat biasanya juga menyerang bagian pucuk muda dan kadang buah muda, meninggalkan bekas gigitan yang merusak kualitas hasil panen. Selain itu, di sekitar tanaman sering ditemukan kotoran ulat berwarna hitam kecil serta ulat yang bersembunyi di bawah daun pada siang hari karena lebih aktif makan pada malam hari. Tanaman yang terserang akan tampak kerdil, layu, dan pertumbuhannya terhambat.

2.4 Tinjauan Penelitian Sebelumnya

Menurut Setiawan & anak Agung (2025) membahas tentang pengembangan insektisida organik berbasis daun pepaya (*Carica Papaya L.*) dan bahan lain, yang menunjukkan bahwa ekstrak hama kutu kebul (*bemisia tabaci*) pada tanaman tomat. Ini memperkuat peran daun pepaya sebagai bahan pestisida nabati efektif pada tanaman buah. Dalam perlakuannya, dosis yang digunakan adalah ekstrak daun pepaya dengan konsentrasi bertingkat, yaitu 5%, 10%, dan 15%, yang diaplikasikan dengan cara penyemprotan langsung pada daun tanaman tomat setiap 3–5 hari sekali.

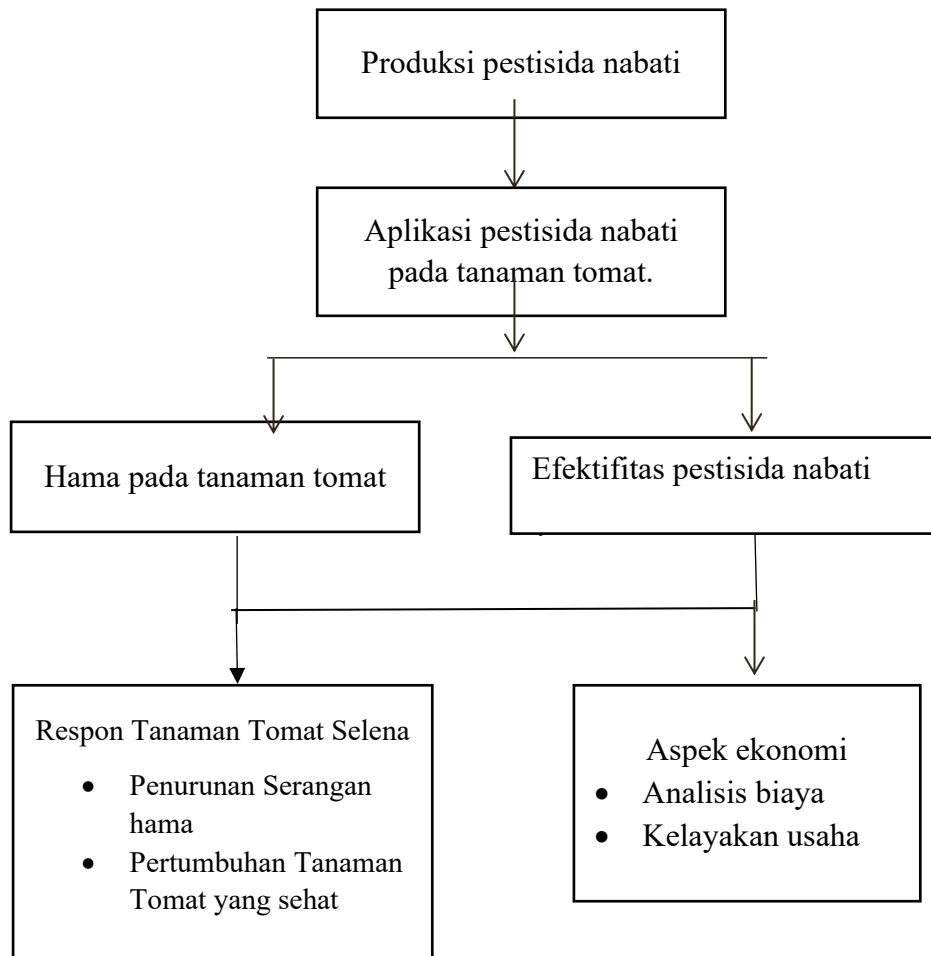
Menurut Darmawan et al. (2025) penelitian ini mengevaluasi efektivitas ekstrak daun pepaya (*carica papaya L.*) yang dicampur dengan air cucian beras sebagai pestisida nabati terhadap hama penggerek buah kakako (*conopomorpha cramerella*), yang merupakan hama serius pada tanaman niah kakao. Hasil

menunjukkan tren penurunan serangan buah pada konsentrasi 50%, meskipun tidak signifikan secara statistik, serta peran senyawa aktif daun pepaya sebagai anti-antifeedant dan racun kontak yang mendukung pengendalian hama terpadu.

Menurut Vandalisna, Sugeng Mulyono, dan Budi putra (2021) dalam penelitiannya menyatakan Aplikasi daun pepaya pada terung dapat mengendalikan hama tanaman terung secara efektif dengan dosis 20 ml/liter air, menekan intensitas serangan hama tanaman terung hasil perlakuan terbaik yaitu pestisida nabati daun pepaya (P2) dengan hasil berbeda nyata 0,76 % sedangkan pestisida anorganik (P1) 1,17 %.

Menurut Wisnu Pramata Lubis, M. Idris dan Rahmadin (2024) dalam penelitiannya menyatakan bahwa kombinasi pestisida nabati serai dan kenikir memberikan pengaruh terhadap parameter intensitas serangan, persentase serangan dan indeks luas daun tanaman tomat dengan perlakuan beberapa dosis, yaitu P0 (kontrol), P1 (5%), P2 (10%), dan P3 (15%) yang menunjukkan perbedaan respon pada setiap tingkat konsentrasi.

2.5 Kerangka Berpikir



Gambar 1. Kerangka Berpikir

2.6 Hipotesis Penelitian

1. Produksi pestisida nabati menguntungkan secara ekonomi dalam pengendalian hama pada tomat selenia.
2. Pestisida nabati efektif dalam mengendalikan hama tanaman tomat selenia diduga konsentrasi 40% yang diberikan efektif terhadap tanaman