

Efektivitas Insektisida Nabati Ekstrak Tanaman *Lantana camara*, *Myristica fragrans*, dan *Barringtonia asiatica* terhadap Mortalitas Larva *Plutella xylostella* pada Tanaman Kubis

Margaretha S. Ginting^{1*}, Jantje Pelealu², Betsy A. N. Pinaria²

^{1,3}Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Kristen Indonesia Tomohon

*Penulis korespondensi: beeboybravo1@gmail.com

Abstract. Increased vegetable production, especially cabbage (*Brassica oleracea*), in Indonesia requires effective and environmentally friendly pest management strategies. *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) is a key pest capable of causing up to 90% yield loss. This study aimed to evaluate the effectiveness of botanical insecticides derived from *Lantana camara* leaf extract, *Myristica fragrans* seed extract, and *Barringtonia asiatica* seed extract in controlling *P. xylostella* larvae at a 15% concentration. The study was conducted using a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments and three replications at a cabbage plantation in Tataaran Patar Village, South Tondano District, Minahasa Regency, from July to November 2025. Observations were carried out weekly for five weeks, recording larval mortality. Results showed that all three botanical extracts significantly affected larval mortality compared to the control. The highest mortality was recorded in the *Barringtonia asiatica* extract treatment at 87.07%, followed by *Lantana camara* at 78.09%, *Myristica fragrans* at 74.44%, and the control at 22.55%. These findings confirm that all three botanical insecticides at 15% concentration are effective in suppressing *P. xylostella* larval activity and can be developed as environmentally safe alternatives to synthetic pesticides.

Keywords: *Barringtonia asiatica*; botanical insecticide; larval mortality; *Lantana camara*; *Plutella xylostella*.

Abstrak. Peningkatan produksi sayuran kubis (*Brassica oleracea*) di Indonesia menuntut strategi pengelolaan hama yang efektif sekaligus ramah lingkungan. Hama *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) merupakan salah satu hama utama yang berpotensi menurunkan hasil panen hingga 90%. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas insektisida nabati berbahan dasar ekstrak daun *Lantana camara*, ekstrak biji *Myristica fragrans*, dan ekstrak biji *Barringtonia asiatica* dalam mengendalikan larva *P. xylostella* pada konsentrasi 15%. Penelitian dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga ulangan di lahan pertanian kubis Kelurahan Tataaran Patar, Kecamatan Tondano Selatan, Kabupaten Minahasa, pada periode Juli hingga November 2025. Pengamatan dilakukan setiap minggu selama lima minggu untuk mencatat mortalitas larva. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga ekstrak nabati secara signifikan memengaruhi mortalitas larva dibandingkan kontrol. Mortalitas tertinggi diperoleh pada perlakuan ekstrak *Barringtonia asiatica* sebesar 87,07%, diikuti *Lantana camara* sebesar 78,09%, *Myristica fragrans* sebesar 74,44%, dan kontrol sebesar 22,55%. Temuan ini membuktikan bahwa ketiga insektisida nabati pada konsentrasi 15% efektif dalam menekan aktivitas larva *P. xylostella* dan berpotensi dikembangkan sebagai alternatif pestisida yang aman bagi lingkungan.

Kata kunci: *Barringtonia asiatica*; insektisida botani; kematian larva; *Lantana camara*; *Plutella xylostella*.

1. LATAR BELAKANG

Upaya peningkatan produksi sayuran di Indonesia menjadi hal yang sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pangan dalam negeri seiring dengan laju pertumbuhan penduduk yang terus meningkat. Di samping untuk konsumsi domestik, peningkatan produksi sayuran juga ditujukan untuk kepentingan ekspor dan substitusi impor, sejalan dengan tujuan utama pembangunan nasional di sektor pertanian, yaitu meningkatkan produksi hasil bumi.

Di antara berbagai jenis sayuran yang dibudidayakan, kubis (*Brassica oleracea*) menjadi salah satu komoditas yang paling banyak dibutuhkan masyarakat Indonesia dan termasuk ke dalam enam sayuran unggulan ekspor nasional (Rukmana, 2022). Berdasarkan

data Badan Pusat Statistik (BPS), produksi kubis nasional mencapai lebih dari 1,5 juta ton per tahun, dengan sentra produksi utama tersebar di Jawa Tengah, Jawa Barat, Sumatera Utara, dan Sulawesi Utara. Namun, produktivitas kubis menghadapi ancaman serius dari berbagai organisme pengganggu tanaman (OPT), terutama serangga hama yang mampu menurunkan hasil panen secara signifikan.

Salah satu faktor yang paling memengaruhi produktivitas kubis adalah serangan hama ulat daun kubis *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). Hama ini merupakan hama utama pada pertanaman kubis yang apabila tidak dikendalikan dapat menyebabkan kehilangan hasil antara 10 hingga 90% (Salaki *et al.*, 2021). Serangan berat bahkan mampu mengakibatkan kegagalan panen karena tanaman kubis tidak membentuk krop sama sekali. Bersama dengan ulat jantung kubis *Crociodolomia pavonana* F., kedua hama ini dapat menurunkan produksi kubis hingga 79,81% (Salaki & Pelealu, 2022).

Pengendalian *P. xylostella* secara konvensional selama ini masih mengandalkan insektisida kimia sintetis. Penggunaan insektisida kimia secara terus-menerus dan tidak bijaksana telah menimbulkan berbagai dampak negatif, antara lain terjadinya resistensi pada populasi hama, resurgensi hama sekunder, pencemaran lingkungan, keracunan pada manusia dan hewan ternak, serta menurunnya keanekaragaman hayati musuh alami di ekosistem pertanian (Priyono *et al.*, 2020). Kondisi ini mendorong perlunya alternatif pengendalian yang lebih aman, berkelanjutan, dan ramah lingkungan.

Dalam rangka mengatasi permasalahan tersebut, pendekatan Pengendalian Hama Terpadu (PHT) yang tertuang dalam Inpres No. 3 Tahun 1998 mendorong penggunaan insektisida nabati sebagai salah satu komponen pengendalian alternatif. Insektisida nabati adalah pestisida yang bahan aktifnya berasal dari tumbuhan, bersifat mudah terurai di alam (biodegradable), tidak meninggalkan residu berbahaya pada hasil panen, dan relatif aman bagi manusia serta hewan ternak (Sudarmo, 2005). Selain itu, insektisida nabati pada umumnya bersifat selektif terhadap hama sasaran dan tidak mematikan musuh alami secara massal.

Keanekaragaman flora tropis Indonesia menyimpan potensi besar sumber-sumber insektisida nabati. Beberapa jenis tumbuhan yang telah terbukti memiliki aktivitas insektisidal antara lain rumput macan (*Lantana camara*), pala (*Myristica fragrans* Houtt), dan buah bitung (*Barringtonia asiatica*). Masing-masing tanaman mengandung senyawa aktif yang bersifat toksik terhadap serangga. *L. camara* mengandung lantadene A (triterpenoid) dan minyak atsiri yang bersifat pengusir; biji pala mengandung miristisin dan monoterpena; sedangkan biji *B. asiatica* mengandung saponin dan terpenoid yang bersifat antifidan (Dono *et al.*, 2020; Septiarusli *et al.*, 2022; Wuriningsih *et al.*, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas ketiga ekstrak nabati tersebut dalam mengendalikan hama *P. xylostella* pada tanaman kubis pada konsentrasi 15%, serta mengidentifikasi gejala mortalitas yang ditimbulkan pada larva hama sasaran. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan landasan ilmiah bagi pengembangan insektisida nabati sebagai komponen PHT yang berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

Tanaman Kubis (*Brassica oleracea* L.)

Kubis (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) merupakan tanaman sayuran daun yang berasal dari kawasan Eropa Selatan dan Eropa Barat. Tanaman ini telah lama dibudidayakan secara luas di seluruh dunia, termasuk di Indonesia, terutama di dataran tinggi dengan ketinggian 200 hingga 2.000 m di atas permukaan laut. Kubis termasuk dalam famili Brassicaceae (Cruciferae), memiliki sistem perakaran dangkal sekitar 20–30 cm, batang pendek banyak mengandung air, dan daun yang tersusun rapat membentuk krop bulat padat (Rukmana, 2022).

Secara biologis kubis bersifat dwimusim (biennial) dan memerlukan vernalisasi untuk berbunga. Kebutuhan iklim kubis mencakup suhu optimal antara 15–20°C dan kelembaban relatif 80–90%. Di Indonesia, kubis umumnya ditanam pada lahan tegalan atau sawah bekas, dengan umur panen berkisar antara 60–90 hari setelah tanam, tergantung varietas. Kandungan gizi kubis cukup tinggi, meliputi vitamin C, vitamin K, serat, dan senyawa glukosinolat yang bermanfaat bagi kesehatan (BPS, 2022).

Namun, produksi kubis sangat rentan terhadap gangguan organisme pengganggu tanaman (OPT), baik berupa hama maupun penyakit. Ancaman utama berasal dari hama-hama Lepidoptera seperti *Plutella xylostella* dan *Crocicidolomia pavonana*, yang keduanya termasuk hama kunci yang mampu menyebabkan kerusakan parah jika tidak dikendalikan secara tepat dan cepat (Priyono *et al.*, 2020).

Hama Ulat Daun Kubis (*Plutella xylostella* L.)

Plutella xylostella merupakan serangga kosmopolitan yang kini telah tersebar dari dataran tinggi hingga dataran rendah di seluruh Indonesia. Hama ini termasuk dalam Kingdom Animalia, Filum Arthropoda, Kelas Insecta, Ordo Lepidoptera, Famili Plutellidae, Genus *Plutella*. Sejak pertama kali dilaporkan di Indonesia pada awal abad ke-20, hama ini telah berkembang menjadi ancaman permanen bagi pertanaman kubis dan sayuran Brassicaceae lainnya (Kalshoven, 1981).

Siklus hidup *P. xylostella* berlangsung antara 25–30 hari dari telur hingga imago. Telur berwarna kuning kehijauan dan diletakkan secara tunggal maupun berkelompok di permukaan bawah daun kubis, dengan stadium telur berlangsung antara 2–6 hari pada suhu 20–27°C. Larva yang baru menetas berwarna kelabu dan berubah menjadi hijau muda seiring perkembangannya; panjang larva instar akhir mencapai sekitar 18 mm. Pupa berukuran 4,4–7,0 mm dan berlangsung selama 5–15 hari. Imago berupa ngengat kecil berwarna coklat kelabu dengan tiga titik kuning yang menyerupai berlian pada sayap depannya, aktif pada malam hari dan mampu berpindah lokasi dengan bantuan angin (Pracaya, 2009).

Larva *P. xylostella* merusak tanaman dengan cara memakan jaringan mesofil daun tanpa memakan epidermis atas, sehingga meninggalkan bekas seperti "jendela" transparan pada permukaan daun. Serangan paling berat terjadi pada fase awal pertumbuhan tanaman. Larva yang terganggu akan meliuk cepat dan menggantung diri pada utas sutra sebagai perilaku pertahanan khas. Pada serangan berat, seluruh permukaan daun dapat habis dimakan sehingga hanya tersisa tulang-tulang daun dan tanaman gagal membentuk krop (Capinera, 2020).

Resistensi *P. xylostella* terhadap berbagai jenis insektisida kimia sintetis telah banyak dilaporkan di berbagai negara, termasuk Indonesia. Hama ini dilaporkan telah resisten terhadap lebih dari 90 jenis insektisida dari berbagai golongan, menjadikannya salah satu spesies hama yang paling sulit dikendalikan secara kimiawi (Jallow & Dahalan, 2021). Kondisi inilah yang semakin mendorong pentingnya pengembangan insektisida nabati sebagai alternatif pengendalian yang berkelanjutan.

Insektisida Nabati

Insektisida nabati merupakan pestisida berbahan dasar tumbuhan yang relatif mudah dibuat, cepat terurai di lingkungan, dan aman bagi manusia serta ternak. Menurut Martono *et al.*, (2004) terdapat lebih dari 1.000 spesies tumbuhan di dunia yang mengandung senyawa insektisidal aktif. Di Indonesia, pemanfaatan insektisida nabati untuk pengendalian hama OPT semakin mendapat perhatian seiring dengan meningkatnya kesadaran akan dampak negatif insektisida kimia terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.

Insektisida nabati bekerja melalui berbagai mekanisme, antara lain: (1) sebagai racun kontak yang merusak kutikula serangga; (2) sebagai racun perut yang menghambat aktivitas enzim pencernaan; (3) sebagai antifidan yang menghambat perilaku makan; (4) sebagai pengusir (repellent) yang mencegah serangga mendekati tanaman; dan (5) sebagai penghambat pertumbuhan dan perkembangan serangga melalui gangguan hormonal (Priyono *et al.*, 2020; Wuriningsih *et al.*, 2021).

Lantana camara L.

Rumput macan (*Lantana camara* L.) merupakan tanaman perdu anggota famili Verbenaceae yang tumbuh liar di berbagai wilayah tropis dan subtropis, termasuk Indonesia. Tanaman ini dikenal memiliki kandungan senyawa kimia aktif yang kaya, terutama saponin, flavonoid, minyak atsiri, alkaloid, serta senyawa triterpenoid utama berupa lantadene A dan lantadene B (Hidayati *et al.*, 2021).



Gambar 1. Rumput Macan (*Lantana camara*) (Sumber: Google.com, 2012)

Senyawa lantadene A dan B merupakan pentasiklik triterpen yang bekerja sebagai toksin serangga melalui mekanisme gangguan pada sistem metabolisme sel dan hambatan terhadap respirasi seluler. Flavonoid dalam *L. camara* berperan sebagai inhibitor enzim asetilkolinesterase yang kritis bagi transmisi saraf serangga, sehingga menyebabkan kelumpuhan progresif dan kematian. Minyak atsiri yang dikandungnya berfungsi sebagai repellent dan dapat merusak membran sel integumen serangga secara langsung (Hidayati *et al.*, 2021; Wuriningsih *et al.*, 2021).

Myristica fragrans Houtt.

Pala (*Myristica fragrans* Houtt.) merupakan tanaman rempah asli Kepulauan Banda, Maluku, yang termasuk dalam famili Myristicaceae. Tanaman ini bersifat berumah dua (dioecious) dengan masa hidup mencapai puluhan tahun dan nilai ekonomi tinggi sebagai rempah ekspor andalan Indonesia. Biji pala mengandung berbagai senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai insektisida, antara lain minyak atsiri dengan komponen utama miristisin (4-alil-1,2-metilendioksi-5-metoksibenzena), elemisi, safrol, monoterpena seperti sabinen, dan berbagai senyawa aromatik eter (Rahadian, 2022).



Gambar 2. Buah Pala (*Myristica fragrans*) (Sumber: Dokumentasi Penelitian)

Miristisin merupakan komponen utama minyak atsiri biji pala yang telah terbukti memiliki aktivitas insektisidal kuat terhadap berbagai jenis serangga hama. Senyawa ini bekerja sebagai racun saraf yang menghambat enzim monoamin oksidase (MAO), mengganggu keseimbangan neurotransmitter, dan pada akhirnya menyebabkan kejang dan kematian pada serangga. Selain itu, senyawa monoterpena dalam biji pala bersifat fumigan yang efektif mengurangi aktivitas makan dan kelangsungan hidup larva (Dono *et al.*, 2020; Rahadian, 2022; Septiarusli *et al.*, 2022).

Barringtonia asiatica (L.) Kurz.

Buah bitung (*Barringtonia asiatica* (L.) Kurz.) merupakan tanaman pesisir tropis anggota famili Lecythidaceae yang tersebar luas di kawasan Asia Tenggara, Asia Selatan, dan Pasifik. Di Indonesia dikenal dengan berbagai nama daerah, antara lain butun (Sunda), kebena (Jawa), dan bitung (Sulawesi Utara). Tumbuhan ini telah lama dimanfaatkan masyarakat pesisir sebagai racun ikan dan sumber insektisida tradisional (Septiarusli *et al.*, 2022).



Gambar 3. Buah Bitung (*Barringtonia asiatica*): a) Buah, b) Biji, c) Daun

Biji *B. asiatica* mengandung senyawa aktif utama berupa saponin triterpenik (barringtogenol C, barringtosida), terpenoid, dan tanin yang secara sinergis menghambat aktivitas makan serangga (antifidan). Saponin bekerja dengan merusak membran sel usus tengah serangga, menghambat penyerapan nutrisi, dan menginduksi kematian sel secara apoptosis. Aktivitas antifidan yang kuat menyebabkan larva kehilangan nafsu makan, mengalami penurunan berat badan secara dramatis, dan akhirnya mati karena kekurangan energi (Dono *et al.*, 2020; Septiarusli *et al.*, 2022).

Mekanisme Kerja Insektisida Nabati terhadap Serangga

Secara umum, mekanisme kerja insektisida nabati terhadap serangga hama melibatkan berbagai jalur biologis. Senyawa aktif dapat masuk ke dalam tubuh serangga melalui tiga jalur utama: kontak langsung dengan kutikula (racun kontak), konsumsi bersama bagian tanaman (racun perut), dan inhalasi melalui sistem trakea (fumigan). Setelah masuk ke dalam tubuh,

senyawa aktif dapat mengganggu sistem saraf (neurotoksin), merusak sistem pencernaan (antifidan dan racun perut), menghambat perkembangan hormonal (zat penghambat pertumbuhan), atau merusak membran sel secara langsung (Priyono *et al.*, 2020).

Efektivitas insektisida nabati sangat dipengaruhi oleh konsentrasi bahan aktif, metode aplikasi, kondisi lingkungan (suhu, kelembaban, cahaya matahari), serta stadium perkembangan hama sasaran. Larva instar awal pada umumnya lebih rentan terhadap insektisida nabati dibandingkan larva instar lanjut. Hal ini berkaitan dengan ketebalan kutikula, kapasitas detoksifikasi enzim, dan volume tubuh yang lebih kecil sehingga konsentrasi bahan aktif yang sama akan memberikan efek toksik yang lebih besar (Jallow & Dahalan, 2021; Priyono *et al.*, 2020).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas MIPA Universitas Kristen Indonesia Tomohon dan di lahan pertanian kubis Kelurahan Tataaran Patar, Kecamatan Tondano Selatan, Kabupaten Minahasa. Pelaksanaan penelitian berlangsung dari bulan Juli hingga November 2025. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup bibit kubis berumur dua minggu varietas lokal, biji *Myristica fragrans*, daun *Lantana camara*, biji *Barringtonia asiatica*, akuades, dan metanol teknis. Alat yang digunakan meliputi timbangan analitik, erlenmeyer 500 ml, gelas ukur, kertas saring Whatman No. 1, blender, oven, rotary evaporator, hand sprayer kapasitas 1 liter, serta perlengkapan lapangan lainnya termasuk kaca pembesar, pinset, dan cawan petri.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan yang diterapkan adalah sebagai berikut: (K) Kontrol (akuades tanpa ekstrak); (A) Ekstrak biji *Myristica fragrans* konsentrasi 15%; (B) Ekstrak daun *Lantana camara* konsentrasi 15%; dan (C) Ekstrak biji *Barringtonia asiatica* konsentrasi 15%. Pengamatan populasi larva *P. xylostella* dilakukan setiap tujuh hari sekali pada 12 sub-plot percobaan. Pengumpulan pupa dilakukan satu hari setelah penyemprotan, sebanyak 5 pupa per sub-plot, sehingga total 60 pupa terkumpul untuk diamati tingkat parasitasinya.

Bahan nabati dari masing-masing tanaman dicuci bersih dengan air mengalir, lalu dikering-anginkan di tempat teduh selama 14 hari hingga kadar air turun secara signifikan. Bahan yang telah kering kemudian diblender hingga menjadi serbuk halus. Sebanyak 200 gram serbuk dari setiap bahan direndam dalam 800 ml metanol selama 3×24 jam pada suhu ruang (metode maserasi bertingkat) sambil sesekali diaduk. Larutan kemudian disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 1 untuk memisahkan residu padat dari filtrat cair.

Filtrat yang diperoleh kemudian diuapkan menggunakan oven pada suhu 64°C selama 3 jam hingga diperoleh ekstrak kental. Ekstrak kental yang dihasilkan (rata-rata 325 ml per bahan) disimpan dalam wadah tertutup berlapis aluminium foil di dalam lemari pendingin (4°C) untuk menjaga stabilitas senyawa aktif. Untuk aplikasi di lapangan, ekstrak kental dilarutkan dalam akuades hingga diperoleh konsentrasi 15% (v/v), kemudian dimasukkan ke dalam hand sprayer yang siap digunakan.

Preparasi larutan aplikasi dilakukan sesaat sebelum penyemprotan untuk menghindari degradasi senyawa aktif akibat paparan sinar matahari dan oksidasi. Setiap larutan perlakuan diberi label sesuai kode perlakuan dan digunakan sesuai jadwal aplikasi yang telah ditentukan.

Penyemprotan dilakukan pada tanaman kubis berumur 21, 28, 35, 42, dan 49 hari setelah tanam (hst), setiap sore hari pukul 16.00–18.00 WITA untuk menghindari degradasi senyawa aktif oleh paparan sinar matahari langsung. Setiap perlakuan diaplikasikan pada 10 tanaman per sub-plot dengan jarak semprot 10 cm dari permukaan tanaman (5 kali semprot per tanaman). Volume semprot di standarisasi dengan menggunakan *hand sprayer* yang telah dikalibrasi sebelumnya.

Variabel yang diamati meliputi: (1) gejala serangan dan perubahan morfologis larva setelah perlakuan; (2) jumlah larva yang mati pada setiap periode pengamatan; dan (3) tingkat parasitasi pupa *P. xylostella*. Persentase mortalitas larva dihitung menggunakan rumus: $P = (x/y) \times 100\%$, di mana x adalah jumlah larva yang mati dan y adalah total jumlah larva yang diamati pada awal pengamatan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) dengan taraf kepercayaan 95%. Apabila hasil ANOVA menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5% untuk menentukan perlakuan yang berbeda secara signifikan.

Tabel 1. Gejala Larva *P. xylostella* Sehari Sesudah Perlakuan

Perlakuan	Gejala Larva <i>P. xylostella</i> Sehari Sesudah Perlakuan
<i>Ekstrak biji Myristica fragrans</i>	Warna tubuh berubah menjadi hijau kekuningan; aktivitas makan larva berkurang secara progresif; larva kehilangan nafsu makan segera setelah memakan daun yang telah disemprot ekstrak; pada hari ke-3 larva tampak lemas dan tidak responsif.
<i>Ekstrak daun Lantana camara</i>	Warna tubuh berubah menjadi hijau muda dan kekuningan; aktivitas enzim pencernaan menurun dan aktivitas menggigit tertekan; larva yang terinfeksi menjadi kaku dan mati setelah memakan tanaman yang telah disemprot; pengeringan tubuh tampak jelas pada larva yang mati.

Ekstrak biji <i>Barringtonia asiatica</i>	Warna tubuh berubah menjadi kuning kecoklatan; aktivitas larva menurun drastis akibat gangguan sistem sinyal perangsang makan (phagostimulant); larva yang memakan bagian tanaman yang telah disemprot menjadi kaku, mengering, dan akhirnya mati dalam waktu 24–48 jam.
Kontrol (Akuades)	Larva tidak menunjukkan gejala abnormal; aktivitas makan berlangsung normal; warna dan morfologi tubuh tidak mengalami perubahan signifikan selama periode pengamatan.

Sumber: Analisis penulis, 2025

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gejala Morfologis Larva *P. xylostella* Setelah Perlakuan

Satu hari setelah perlakuan (hsp), larva *P. xylostella* pada semua perlakuan ekstrak nabati menunjukkan penurunan aktivitas makan yang nyata disertai perubahan warna tubuh yang khas. Perlakuan ekstrak *Lantana camara* menyebabkan perubahan warna tubuh larva menjadi kekuningan dengan gerakan pada daun kubis yang berkurang drastis. Perlakuan ekstrak biji *Myristica fragrans* menyebabkan tubuh larva berwarna hijau kekuningan disertai penurunan nafsu makan secara progresif. Perlakuan ekstrak biji *Barringtonia asiatica* menyebabkan perubahan warna tubuh larva menjadi kuning kecoklatan, diikuti penurunan aktivitas makan, kekakuan tubuh, dan pengeringan larva yang berakhir dengan kematian (Tabel 1).

Gejala-gejala tersebut terjadi akibat kandungan senyawa aktif dalam masing-masing ekstrak, seperti saponin, flavonoid, antifidan, dan minyak atsiri, yang secara sinergis menghambat aktivitas makan dan bersifat toksik bagi larva. Menurut *Hidayati et al.*, (2021), senyawa flavonoid berperan sebagai inhibitor enzim siklooksigenase (COX) yang mengganggu sintesis prostaglandin pada serangga, sehingga memengaruhi regulasi suhu tubuh dan menyebabkan hipertermia. Sementara itu, Wiratno (2020) menjelaskan bahwa senyawa alkaloid dapat mengganggu jaringan saraf dan menghambat proses metamorfosis larva menjadi pupa, yang berkontribusi pada peningkatan mortalitas larva.

Mekanisme toksisitas *Barringtonia asiatica* khususnya dikaitkan dengan kandungan saponin triterpenik yang merusak integritas membran sel epitel usus tengah serangga melalui pembentukan pori transmembran. Kerusakan ini mengakibatkan kebocoran ion dan cairan intraseluler, mengganggu keseimbangan osmotik sel, dan memicu kematian sel secara apoptosis maupun nekrosis. Efek antifidan yang kuat juga menyebabkan larva menghentikan aktivitas makan secara prematur, mengakibatkan defisiensi nutrisi yang progresif hingga kematian (Dono *et al.*, 2020; Septiarusli *et al.*, 2022).

Mortalitas Larva *P. xylostella*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga ekstrak nabati pada konsentrasi 15% secara nyata berpengaruh terhadap mortalitas larva *P. xylostella* dibandingkan kontrol (Tabel 2). Mortalitas tertinggi secara keseluruhan tercatat pada perlakuan ekstrak *Barringtonia asiatica* sebesar 87,07% pada pengamatan minggu kelima, diikuti ekstrak *Lantana camara* sebesar 78,09%, ekstrak *Myristica fragrans* sebesar 74,44%, dan kontrol sebesar 22,55%.

Tabel 2. Rata-rata Larva *P. xylostella* yang Mati pada Pengamatan Minggu ke I–V

Perlakuan	Minggu I	Minggu II	Minggu III	Minggu IV	Minggu V
Kontrol	2,0 a (8,98)	3,0 a (10,15)	2,0 a (8,42)	5,0 a (21,98)	2,6 a (22,55)
<i>Myristica fragrans</i>	16 b (26,00)	20,6 b (39,40)	24,3 b (47,69)	28 b (56,82)	32 b (74,44)
<i>Lantana camara</i>	18 b (51,31)	18,6 b (46,84)	20,6 b (52,54)	29,6 b (71,36)	23,3 b (78,09)
<i>Barringtonia asiatica</i>	18,3 b (52,70)	19,3 b (57,57)	23,3 b (65,14)	27,6 b (74,28)	31,6 b (87,07)
BNT 5%	4,10	5,48	14,6	1,56	30,23

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%. Angka dalam kurung adalah rata-rata mortalitas (%) larva.

Sumber: Analisis penulis, 2025

Pengamatan dari minggu I hingga minggu V menunjukkan peningkatan mortalitas yang konsisten pada setiap perlakuan ekstrak nabati. Hal ini mengindikasikan bahwa senyawa fitokimia dalam ketiga ekstrak bersifat racun perut yang akumulatif, artinya efek toksiknya semakin kuat seiring dengan meningkatnya akumulasi bahan aktif dalam tubuh larva akibat konsumsi daun yang berulang kali tersempot. Mortalitas pada kelompok kontrol berkisar antara 8,42–22,55%, yang kemungkinan disebabkan oleh faktor alami seperti parasitoid, predator, dan patogen yang ada di lingkungan pertanaman.

Mortalitas pada perlakuan ekstrak *Myristica fragrans* berkisar antara 26,00–74,44% selama lima minggu pengamatan. Peningkatan mortalitas yang signifikan terlihat antara minggu II dan III, yang menunjukkan bahwa diperlukan waktu beberapa hari bagi senyawa aktif (terutama miristisin) untuk terakumulasi dalam kadar letal di dalam tubuh larva. Mekanisme kerja miristisin sebagai inhibitor MAO menyebabkan akumulasi monoamin dalam sistem saraf serangga, yang pada akhirnya menginduksi hiperaktivitas kejang dan kematian (Dono *et al.*, 2020; Rahadian, 2022).

Perlakuan ekstrak *Lantana camara* menunjukkan mortalitas awal yang relatif tinggi (51,31% pada minggu I), mengindikasikan bahwa senyawa aktif dalam *L. camara* bekerja lebih cepat dibandingkan kedua ekstrak lainnya. Hal ini kemungkinan berkaitan dengan sifat repellent dan racun kontak dari minyak atsiri *L. camara* yang mampu menembus kutikula larva

secara langsung tanpa memerlukan konsumsi bahan tanaman (Hidayati et al., 2021; Wuriningsih et al., 2021).

Perlakuan ekstrak *Barringtonia asiatica* secara konsisten menunjukkan mortalitas tertinggi pada semua periode pengamatan. Tingginya efektivitas ekstrak *B. asiatica* dikaitkan dengan kombinasi mekanisme kerja yang sinergis: aktivitas antifidan yang kuat menurunkan asupan nutrisi larva, sedangkan saponin yang terserap secara sistemik merusak membran sel usus tengah dan menyebabkan kebocoran isi sel yang fatal. Dono et al., (2020) melaporkan hal serupa, di mana ekstrak biji *B. asiatica* terbukti efektif mengendalikan larva *Crociodolomia pavonana* bahkan pada konsentrasi yang lebih rendah dari yang digunakan dalam penelitian ini.

Analisis Perbandingan Efektivitas Antar Ekstrak

Hasil uji BNT 5% menunjukkan bahwa pada semua periode pengamatan (minggu I–V), tidak terdapat perbedaan nyata antara ketiga perlakuan ekstrak nabati satu sama lain, namun ketiganya berbeda nyata dengan kontrol. Hal ini menandakan bahwa pada konsentrasi 15%, ketiga ekstrak memiliki efektivitas yang setara secara statistik meskipun secara numerik *B. asiatica* konsisten menempati posisi tertinggi.

Tidak adanya perbedaan nyata antar perlakuan ekstrak dapat dijelaskan melalui konsep LC^{50} (Lethal Concentration 50%). Kemungkinan besar konsentrasi 15% telah melampaui nilai LC^{50} untuk ketiga jenis ekstrak, sehingga perbedaan efektivitas antar perlakuan menjadi tidak nyata secara statistik. Untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif tentang perbedaan efektivitas antar ekstrak, diperlukan pengujian pada rentang konsentrasi yang lebih luas dan analisis probit untuk menentukan nilai LC^{50} masing-masing ekstrak (Jallow & Dahalan, 2021).

Pengaruh Ekstrak Nabati terhadap Tingkat Parasitasi Pupa

Selain mortalitas larva, penelitian ini juga mengamati tingkat parasitasi pupa *P. xylostella* pada setiap perlakuan. Pengumpulan pupa dilakukan satu hari setelah penyemprotan pada minggu terakhir pengamatan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pupa yang diperoleh dari petak perlakuan ekstrak nabati memiliki tingkat parasitasi yang lebih rendah dibandingkan kontrol. Kondisi ini mungkin disebabkan oleh berkurangnya populasi larva yang bertahan hidup untuk menjadi pupa akibat mortalitas yang tinggi, sehingga peluang parasitoid untuk menemukan inang juga berkurang.

Temuan ini memiliki implikasi penting bagi strategi PHT. Penggunaan insektisida nabati yang efektif menekan populasi hama dapat secara tidak langsung memengaruhi dinamika populasi musuh alami, terutama parasitoid. Oleh karena itu, diperlukan pertimbangan

yang cermat mengenai waktu dan frekuensi aplikasi insektisida nabati agar tidak mengganggu keseimbangan ekologis yang mendukung pengendalian hayati (Priyono *et al.*, 2020).

Implikasi Pengembangan Insektisida Nabati

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa ketiga insektisida nabati dari *Barringtonia asiatica*, *Lantana camara*, dan *Myristica fragrans* pada konsentrasi 15% layak dikembangkan sebagai alternatif pengendalian *P. xylostella* yang ramah lingkungan. Ketiganya tersedia secara lokal di Sulawesi Utara dan daerah-daerah lain di Indonesia, sehingga penggunaannya relatif mudah dan terjangkau oleh petani kubis di tingkat pedesaan.

Untuk pengembangan lebih lanjut, beberapa aspek perlu dikaji secara mendalam, antara lain: penentuan konsentrasi efektif minimum (minimum effective concentration) masing-masing ekstrak; evaluasi pengaruh frekuensi dan interval aplikasi; kajian formulasi yang tepat untuk meningkatkan stabilitas dan daya simpan bahan aktif; studi toksisitas terhadap serangga berguna (lebah madu, parasitoid) dan organisme non-target lainnya; serta penilaian kelayakan ekonomi untuk menentukan cost-benefit ratio penggunaan insektisida nabati dibandingkan insektisida kimia (Priyono *et al.*, 2020; Wuriningsih *et al.*, 2021).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: Ketiga ekstrak nabati-*Barringtonia asiatica*, *Lantana camara*, dan *Myristica fragrans*-pada konsentrasi 15% secara signifikan berpengaruh terhadap mortalitas larva *P. xylostella*. Mortalitas tertinggi diperoleh dari perlakuan *B. asiatica* (87,07%), diikuti *L. camara* (78,09%), dan *M. fragrans* (74,44%); Konsentrasi 15% dari ketiga ekstrak terbukti efektif dalam menekan aktivitas larva dan dapat menjadi alternatif pengendalian hama yang ramah lingkungan dalam kerangka PHT; (3) Gejala toksisitas yang teramati menunjukkan bahwa ketiga ekstrak bekerja melalui mekanisme antifidan, racun perut, dan racun kontak secara sinergis, dengan *B. asiatica* menunjukkan profil toksisitas paling kuat dan konsisten.

Pengendalian larva *P. xylostella* sebaiknya dimulai sejak awal perkembangan larva (instar I–II) sebelum populasi hama mencapai ambang ekonomi. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengkaji: berbagai variasi konsentrasi ekstrak untuk menentukan nilai LC^{50} masing-masing bahan; kombinasi antar ekstrak nabati untuk potensi efek sinergis; formulasi yang lebih stabil seperti emulsifiable concentrate atau wettable powder; dan (4) pengujian efektivitas di lapangan pada skala yang lebih luas dengan variasi kondisi lingkungan. Ekstrak *B. asiatica* dan *M. fragrans* berpotensi dikembangkan sebagai insektisida nabati tidak hanya terhadap *P.*

xylostella, tetapi juga terhadap hama-hama lain pada tanaman kubis dan komoditas hortikultura lainnya di Indonesia.

DAFTAR REFERENSI

- Capinera, J. L. (2020). Diamondback moth *Plutella xylostella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Plutellidae). *Featured Creatures, University of Florida IFAS Extension*, EENY-105.
- Dono, D., Muslikha, I., & Natawigena, W. D. (2020). Toksisitas ekstrak biji *Barringtonia asiatica* terhadap larva *Crociodomia pavonana* F. (Lepidoptera: Crambidae). *Jurnal Agrikultura*, 31(1), 1–10. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v31i1.25618>
- Hidayati, N. A., Windari, E. A., & Setyawan, A. D. (2021). Fitokimia dan bioaktivitas *Lantana camara* L. sebagai agen pengendalian hama. *Jurnal Biologi Tropika*, 4(2), 45–58. <https://doi.org/10.20527/jbt.v4i2.3421>
- Jallow, M. F. A., & Dahalan, F. A. (2021). Resistance of diamondback moth *Plutella xylostella* (L.) to insecticides: Status, mechanisms and management strategies. *Insects*, 12(8), 690. <https://doi.org/10.3390/insects12080690>
- Kalshoven, L. G. E. (1981). *The pests of crops in Indonesia*. PT Ichtiar Baru Van Hoeve.
- Martono, B., Hadipoertyanti, E., & Udarmo, L. (2004). *Plasma nutfah insektisida nabati*. Balai Penelitian Tanaman Rempah & Obat.
- Pracaya. (2009). *Hama dan penyakit tanaman*. Penebar Swadaya.
- Prijono, D., Syahputra, E., & Ernawati, A. (2020). *Pengendalian hama dengan insektisida nabati: Prinsip, potensi, dan aplikasi*. IPB Press.
- Rahadian, D. (2022). Bioaktivitas miristisin dari *Myristica fragrans* sebagai agen insektisida: Telaah mekanisme dan prospek pengembangan. *Jurnal Farmasi Sains dan Komunitas*, 19(1), 12–22. <https://doi.org/10.24071/jpsc.v19i1.4129>
- Rukmana, R. (2022). *Budi daya kubis dan teknologi pascapanen*. Kanisius.
- Salaki, C. L., & Pelealu, J. (2022). Pengaruh ekstrak nabati terhadap pengendalian hama utama kubis di Sulawesi Utara. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 26(1), 10–18. <https://doi.org/10.22146/jpti.68403>
- Salaki, C. L., Tulung, M., & Pelealu, J. (2021). Insidensi dan intensitas serangan hama *Plutella xylostella* pada pertanaman kubis di Sulawesi Utara. *Eugenia*, 27(2), 55–64. <https://doi.org/10.35791/eug.v27i2.35101>
- Septiarusli, I. E., Hadie, J., Untung, K., & Prijono, D. (2022). Aktivitas insektisidal senyawa metabolit sekunder dari *Barringtonia asiatica* terhadap larva *Spodoptera frugiperda*. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 19(1), 24–34. <https://doi.org/10.5994/jei.19.1.24>
- Sudarmo, S. (2005). *Pestisida nabati dan pemanfaatannya*. Kanisius.
- Wiratno. (2020). Beberapa formula pestisida nabati berbahan dasar tanaman rempah dan obat. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*, 26(2), 55–66. <https://doi.org/10.21082/jlitri.v26n2.2020.55-66>
- Wuriningsih, T., Prijono, D., & Dadang. (2021). Toksisitas dan mekanisme kerja ekstrak *Lantana camara* terhadap *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 21(2), 130–140. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.221130-140>