VI. PEMBAHASAN

6.1 Mortalitas Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.)

Pengendalian hama ulat grayak secara *in vitro* dilakukan menggunakan pestisida nabati yang berasal dari daun papaya dan daun mimba selama 7 hari. Pestisida nabati yang berasal dari daun papaya mengandung senyawa senyawa dari golongan alkaloid, saponin, tannin, flavonoid, terpenoid, dan asam amini non protein yang beracun bagi serangga. Daun mimba mengandung azadirachtin yang berperan sebagai *ecdyson blocker* atau zat yang dapat menghambat kerja hormon ecdyson, yaitu suatu hormon yang berfungsi dalam proses metamorfosa serangga. Serangga akan terganggu pada proses pergantian kulit, ataupun proses perubahan dari telur menjadi larva, atau dari larva menjadi kepompong atau dari kepompong menjadi dewasa (Su'ud *et al*., 2019).

Gejala awal kematian larva *S. litura* setelah diaplikasikan pestisida nabati ditandai dengan perubahan perilaku yang berbeda-beda. Perlakuan menggunakan daun papaya (*Carica papaya* L.) menunjukkan pergerakan *S. litura* yang menjauhi titik pestisida nabati setelah penyemprotan, pergerakan yang melambat dan melemah lalu kemudian mati. Hal ini terjadi karena kandungan enzim papain dalam daun pepaya yang bersifat racun kontak. Papain dapat masuk ke dalam tubuh hama melalui lubang-lubang alami pada kutikula, kemudian menyebar ke seluruh tubuh dan menyerang sistem saraf. Gangguan pada sistem saraf inilah yang menyebabkan larva kehilangan kemampuan bergerak normal, menjadi lemah, hingga akhirnya mengalami kematian. Perlakuan menggunakan daun mimba (*Azadirachta indica*) menyebabkan larva mengalami gejala awal berupa kejang, kemudian tubuhnya melemah hingga akhirnya mati. Kondisi ini dipicu oleh senyawa aktif mimba, terutama azadirachtin yang bersifat toksik dengan cara mengganggu sistem saraf, metabolisme, serta hormon pertumbuhan serangga.

Semakin tinggi konsentrasi maka kandungan bahan aktif pada pestisida nabati juga tinggi sehingga mempercepat tingkat kematian ulat grayak (Serdani *et al*., 2022). Tingginya konsentrasi dan bahan yang terkandung pada pestisida nabati maka laju mortalitas juga akan tinggi. Pada saat penghitungan ulat yang mati ditemukan bahwa terdapat beberapa ulat yang mati tinggal setengah bagian tubuh dan tinggal kepala saja. Hal tersebut diduga bahwa ulat yang hidup memakan ulat yang mati atau memakan sesama. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Wihartati dan Santosa (2021) yang menyatakan bahwa hama *S. litura* bersifat kanibal, yakni memakan sesamanya. Kanibalisme pada ulat grayak dapat terjadi akibat keterbatasan sumber makanan, terutama ketika mereka ditempatkan dalam wadah tanpa pakan.

Pengendalian hama ulat grayak menggunakan pestisida nabati daun papaya dan daun mimba menggunakan larva instar III. Larva instar III memiliki panjang tubuh 8,0 sampai 15,0 mm dengan lebar 0,5 sampai 0,6 mm. Bagian kiri dan kanan abdomen terdapat garis zig-zag berwarna putih dan bulatan hitam sepanjang tubuh. Pengamatan 24 JSA pertama belum adanya ulat grayak yang mati. Larva *S. litura* mengalami kematian tercepat pada 48 JSA setelah dilakukan uji pestisida nabati pada perlakuan D3K2 yaitu kombinasi kedua ekstrak dengan konsentrasi 40%. Perlakuan D3K2 (Perlakuan kombinasi konsentrasi 40%) pada pengamatan 48 JSA mengalami respon aplikasi tercepat dimana persentase mortalitas hingga 20% dan mengalami persentase kenaikan yang signifikan hingga mencapai persentase 100% hama mati pada pengamatan 120 JSA. Hama mengalami kematian terbanyak hingga 100% pada 120 JSA pada perlakuan D1K1, D1K2, D2K1, dan D3K2. Tabel persentase mortalitas dapat dilihat pada (Tabel 6.1). Uji mortalitas menggunakan metode penyemprotan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pada perilaku kontrol, ulat grayak juga mengalami kematian. Kematian ulat grayak pada kelompok kontrol dapat dipicu oleh kondisi kelaparan akibat tidak adanya pakan yang menyebabkan larva menjadi lemah karena kekurangan nutrisi. Sebagai serangga yang memerlukan asupan makanan secara kontinu untuk pertumbuhannya, terputusnya pasokan pakan akan mengganggu metabolisme ulat grayak, sehingga mempercepat proses kematian.

Pengamatan terhadap tingkat kematian hama akibat pemberian ekstrak daun pepaya menunjukkan bahwa konsentrasi 20% merupakan yang paling efektif, dengan tingkat kematian mencapai 80% dalam waktu 96 JSA. Sebaliknya, konsentrasi yang lebih tinggi seperti 40% hanya menyebabkan kematian sebesar 70%, dan pada konsentrasi 60% justru menurun hingga 30%. Hal ini menandakan bahwa senyawa aktif dalam daun pepaya, terutama papain, efektif mengganggu sistem fisiologis larva meskipun pada konsentrasi rendah hingga sedang. Perlakuan ekstrak daun mimba dengan konsentrasi 40% menunjukkan tingkat kematian hama yang paling cepat, yaitu sebesar 80% pada 96 JSA dan mencapai 100% pada 120 JSA. Sementara itu, pada konsentrasi 60%, persentase mortalitas hanya mencapai 60% pada 96 JSA kemudian mencapai 100% pada 144 JSA. Berdasarkan hasil pengamatan, perlakuan D3K2 (konsentrasi 40% campuran ekstrak mimba dan pepaya) menunjukkan tingkat kematian larva *S.litura* yang lebih cepat dibandingkan perlakuan konsentrasi 20% maupun 60%. Hal ini terlihat dari mortalitas yang telah mencapai 50% pada 72 JSA dan meningkat menjadi 80% pada 96 JSA, sedangkan pada konsentrasi 20% dan 60% tingkat kematian larva masih relatif rendah pada waktu yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa

konsentrasi 40% merupakan titik optimal, di mana senyawa aktif dari kedua tanaman bekerja lebih efektif dan saling melengkapi dalam memberikan efek toksik. Konsentrasi yang lebih rendah (20%), jumlah senyawa aktif yang masuk ke tubuh larva belum cukup untuk segera mematikan, sementara pada konsentrasi yang lebih tinggi (60%) kemungkinan terjadi interaksi antar senyawa yang bersifat antagonis sehingga menurunkan efektivitas kerjanya.

Tabel 6.1 Persentase Mortalitas Ulat Grayak

Perlakuan	Waktu Pengamatan						
	24 JSA	48 JSA	72 JSA	96 JSA	120 JSA	144 JSA	168 JSA
D0K0	0%	0%	0%	20%	60%	90%	100%
D1K1	0%	0%	0%	80%	100%	100%	100%
D1K2	0%	0%	0%	70%	100%	100%	100%
D1K3	0%	0%	0%	30%	90%	90%	100%
D2K1	0%	10%	10%	70%	90%	90%	100%
D2K2	0%	0%	10%	80%	100%	100%	100%
D2K3	0%	0%	10%	60%	90%	100%	100%
D3K1	0%	0%	10%	20%	60%	90%	90%
D3K2	0%	20%	50%	80%	100%	100%	100%
D3K3	0%	0%	10%	20%	70%	100%	100%

6.2 Morfologi dan Perilaku Hama Sebelum dan Sesudah Pengaplikasian Pestisida Nabati

Perubahan morfologi *S. litura* yang terjadi adalah perubahan warna tubuh yang semula berwarna hijau kecoklatan berubah menjadi coklat kehitaman. Terjadinya perubahan pigmen tubuh larva disebabkan karena proses melanisasi yang dipengaruhi oleh felonoksidase (Fitriani dan Puewani., 2023). Larva yang mengalami kematian akibat aplikasi bioinsektisida ukuran tubuhnya cenderung menyusut dibandingkan larva hidup sebelum perlakuan. Hal ini diakibatkan adanya pengaruh toksik dari kandungan senyawa aktif. Kematian larva dapat dipengaruhi oleh adanya kandungan toksik metabolit sekunder dari ekstrak (Mutaali dan Purwani., 2016). Ciri kematian akibat pengaplikasian insektisida nabati akan menyebabkan larva menjadi lebih pasif, warna kulit menghitam, metamorfosis terhambat, dan ukuran tubuh menjadi lebih kecil. Proses perubahan morfologi larva *S. litura* setelah diaplikasikan pestisida nabati dapat dilihat pada (Gambar 6.2.).

Gambar 6.1 Perbedaan Larva *S. litura* Yang Hidup dan Mati Setelah Aplikasi Pestisida Nabati : (A) Larva Hidup (B) Larva Mati

Perlakuan pestisida nabati terhadap ulat grayak menunjukkan bahwa terdapat beberapa perlakuan dimana ulat grayak tidak dapat melakukan proses ganti kulit. Adanya senyawa saponin diduga juga menyebabkan ulat grayak mengalami gagal melakukan pergantian kulit (*molting)* Saponin dapat mengikat sterol dalam saluran makanan yang akan mengakibatkan penurunan laju sterol sebagai precursor bagi hormone ekdison dalam hemolimfa (Saputri *et al*., 2020). Dengan adanya penurunan persediaan sterol, maka proses pergantian kulit atau molting ulat grayak juga akan terganggu hormon yang tidak berkembang akan menurunkan keberhasilan metamorfosis dan berujung pada kematian (Permatasari dam Asri., 2021).