

Uji Efektivitas Bioinsektisida Formulasi Granula dari Ekstrak Daun *Hibiscus tiliaceus* Terhadap Larva *Spodoptera litura* F. pada Tanaman *Brassica chinensis*

Cindy Widya Aulia dan Kristanti Indah Purwani

Departemen Biologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail : kristanti@bio.its.ac.id

Abstrak—Tanaman Waru (*Hibiscus tiliaceus*) merupakan salah satu tumbuhan yang memiliki kandungan senyawa aktif saponin, alkaloid, dan flavonoid yang dapat dimanfaatkan sebagai bioinsektisida. Biopestisida merupakan pestisida yang berasal dari makhluk hidup yang memiliki senyawa organik dan memiliki kemampuan untuk menghambat dan atau membunuh hama tanaman. Tanaman pakcoy merupakan salah satu tanaman yang mudah terserang oleh hama, sehingga di Indonesia mengalami penurunan jumlah produksi. Ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) merupakan hama utama yang menyerang tanaman sayuran, termasuk tanaman pakcoy. Uji penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi bioinsektisida dari bahan aktif daun waru (*H. tiliaceus*) dengan formulasi granula dalam mencegah serangan ulat grayak (*S. litura*) pada tanaman pakcoy (*Brassica chinensis*). Metode yang digunakan dalam uji penelitian ini yaitu metode ekstraksi dengan teknik maserasi dan pembuatan bioinsektisida formulasi granula dengan pencampuran beberapa formulasi bahan tambahan. Parameter yang diamati antara lain karakteristik granula, waktu efektivitas biopestisida terhadap mortalitas larva, serta morfologi larva sebelum dan sesudah perlakuan biopestisida. Hasil dari uji penelitian ini menunjukkan bahwa biopestisida dengan formulasi granula dari ekstrak daun waru efektif membunuh larva *S. litura* dengan durasi kematian yang berbeda, dimana perlakuan K2 merupakan hasil paling efektif dengan waktu kematian larva 3 jam setelah perlakuan dan pada P1, P2, dan P3 larva ulat grayak mengalami kematian setelah 48 jam.

Kata Kunci—Biopestisida, *Brassica chinensis*, Granula, *Hibiscus tiliaceus*, *Spodoptera litura*.

I. PENDAHULUAN

SISTEM manajemen lingkungan berkelanjutan yang diterapkan di lingkungan tingkat pendidikan tinggi sering disebut dengan *eco campus*. Saat ini sudah banyak kampus yang menerapkan program *Eco campus*, salah satunya adalah ITS dan diberi nama ITS *Smart Eco Campus*. Terdapat lima aspek dalam penerapan ITS *Smart Eco Campus* yaitu *green transport*, *energy*, *waste*, *water*, dan keanekaragaman hayati. Mangrove merupakan salah satu keanekaragaman hayati yang terdapat di ITS, terdapat dua jenis mangrove yang ditemukan di kampus ITS yaitu mangrove sejati dan mangrove asosiasi, dari kedua jenis mangrove tersebut ditemukan 13 spesies salah satunya adalah tumbuhan waru (*Hibiscus tiliaceus*) yang termasuk kedalam mangrove asosiasi [1]. Menurut Rustini, et.al (2015) daun waru berpotensi dijadikan bahan dasar biopestisida karena mengandung senyawa polifenol, saponin dan flavonoid [2].

Biopestisida merupakan pestisida yang berasal dari

makhluk hidup yang memiliki senyawa organik dan memiliki kemampuan untuk menghambat dan atau membunuh hama tanaman [3]. Pestisida merupakan zat yang digunakan untuk mencegah dan memberantas hama maupun penyakit yang merugikan [4]. Insektisida sampai saat ini masih merupakan bahan yang dianggap paling ampuh untuk mengendalikan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) yaitu khususnya serangga. Insektisida nabati merupakan insektisida yang berbahan baku tumbuhan yang mengandung senyawa aktif berupa metabolit sekunder yang mampu memberikan satu atau lebih aktivitas biologi, baik pengaruh pada aspek fisiologis maupun tingkah laku dari hama tanaman serta memenuhi syarat untuk digunakan dalam pengendalian hama. Pestisida nabati mampu menghambat atau membunuh serta cocok digunakan sebagai langkah preventif dan pengendalian dalam mencegah terjadinya serangan hama dan penyakit pada tanaman [5]. Tanaman pakcoy merupakan salah satu tanaman yang mudah terserang oleh hama, sehingga di Indonesia mengalami penurunan jumlah produksi.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2018), produktivitas tanaman pakcoy mengalami penurunan dari 10,23 ton/ha pada tahun 2015, menjadi 9,92 ton/ha pada tahun 2016. Pakcoy termasuk jenis tanaman sayuran yang memiliki nilai ekonomis tinggi di Indonesia. Sayuran ini banyak diminati masyarakat karena memiliki rasa yang enak. Pakcoy mengandung β -karoten, vitamin A, dan vitamin C [6]. Serangan hama merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi menurunnya produktivitas tanaman pakcoy. Ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) merupakan hama utama yang menyerang tanaman sayuran, termasuk tanaman pakcoy. Hama ini seringkali merugikan para petani karena mengakibatkan turunnya produktivitas hingga terjadi kegagalan panen (puso). Hal ini ditandai dengan gejala kerusakan pada bagian daun dan buah [7].

Petani biasanya menanggulangi serangan hama pada tanaman pakcoy menggunakan pestisida sintetik, namun penggunaan pestisida sintetik secara berlebihan dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan. Salah satu alternatif yang dilakukan untuk meminimalisir penggunaan pestisida sintetik adalah dengan menggunakan pestisida nabati. Pestisida nabati adalah hasil ekstrak dari bagian tertentu tumbuhan yang mengandung bahan aktif berasal dari tumbuhan dan berpotensi untuk mengendalikan hama pada tanaman. Pestisida nabati mudah terurai di alam dan tidak membahayakan bagi lingkungan maupun bagi manusia karena berasal dari tumbuhan [8].

Berdasarkan hasil penelitian Kristanti dan Purwani (2021)

Tabel 1.
Formulasi Bioinsektisida Granula Ekstrak Waru

Bahan	Konsentrasi					
	K1	K2	K3	P1	P2	P3
Ekstrak waru (ml)	0	45	0	45	45	45
Tepung singkong (g)	0	0	25	20	25	25
CMC (g)	0	0	20	25	25	20
Sekam (g)	0	0	10	10	5	10
Air (ml)	100	55	45	0	0	0

Keterangan :

K1 = Air 100 ml (perlakuan kontrol).

K2 = Ekstrak daun waru 45 ml.

K3 = Tepung singkong 25 g+ CMC 20 g+ sekam 10 g+ air 45 ml (kontrol formula).

P1 = Ekstrak daun waru 45 ml + tepung singkong 20 g+ CMC 25 g+ sekam 10 g.

P2 = Ekstrak daun waru 45 ml + tepung singkong 25 g+ CMC 25 g+ sekam 5 g.

P3 = Ekstrak daun waru 45 ml + tepung singkong 25 g+ CMC 20 g+ sekam 10 gr.

formulasi bioinsektisida cair dari ekstrak daun waru (*H. tiliaceus*) berpengaruh terhadap serangan larva *S. litura* pada tanaman pakcoy dengan konsentrasi ekstrak daun waru 45% dapat membunuh larva [9]. Namun dalam penelitian tersebut formulasi bioinsektisida cair dari ekstrak daun waru tidak bertahan lama karena mengalami perubahan warna setelah disimpan 3 hari. Sehingga diperlukan formulasi baru untuk bioinsektisida dari ekstrak daun waru dalam bentuk granula. Menurut Pratiwi, et.al (2016) sediaan bentuk padat dengan formulasi granula memiliki daya simpan yang lebih lama. Granula merupakan gumpalan dari partikel yang lebih kecil dengan bentuk tidak merata dan menjadi seperti partikel tunggal yang lebih besar. Proses pembuatan granula memerlukan berbagai eksipien untuk memenuhi persyaratan formulasi antara lain bahan pengisi, pengikat, disintegran, lubrikan dan glidan [10]. Dalam penelitian ini digunakan formulasi berupa tepung singkong, *Carboxymethyl cellulose* (CMC), dan sekam.

Berdasarkan latar belakang di atas maka perlu dilakukan uji terhadap pemanfaatan bioinsektisida dengan formulasi granula dalam pengendalian hama tanaman. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh aplikasi bioinsektisida dari bahan aktif daun waru (*H. tiliaceus*) dengan formulasi granula dalam mencegah serangan ulat grayak (*S. litura*) pada tanaman pakcoy (*Brassica chinensis*).

II. METODOLOGI

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2022 di Laboratorium Biosains dan Teknologi Tumbuhan, Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Analitika Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

B. Cara Kerja

Terdapat beberapa langkah cara kerja dalam melakukan penelitian ini, antara lain:

1) Ekstraksi Daun Waru (*Hibiscus tiliaceus*)

Pembuatan ekstrak daun waru (*Hibiscus tiliaceus*)

dilakukan dengan metode maserasi. Pertama disiapkan simplisia kering daun waru dengan cara daun waru diambil dan dikumpulkan dari area kampus ITS, lalu daun - daun tersebut dibersihkan dengan akuades untuk menghilangkan zat - zat lain yang menempel pada daun waru, setelah dicuci bersih selanjutnya daun diangin - anginkan tanpa terpapar oleh sinar matahari secara langsung selama 3 hari. Setelah kering, daun dipotong kecil - kecil dan dihaluskan menggunakan blender. Setelah daun halus, selanjutnya daun ditimbang menggunakan neraca analitik.

Langkah berikutnya dilakukan ekstraksi dengan metode maserasi menggunakan etanol 96% [11]. Perbandingan yang digunakan dalam metode maserasi ini yaitu 1 : 3 (10 gram serbuk dengan 30 ml etanol) [12]. Proses maserasi atau perendaman ini dilakukan untuk meluruhkan seluruh kandungan senyawa bioaktif yang terkandung dalam daun waru [11]. Maserasi dilakukan selama 24 jam pada suhu kamar, setelah itu hasilnya disaring menggunakan corong *Buchner* yang dilapisi kertas saring. Setelah tahap penyaringan ekstrak daun *Hibiscus tiliaceus* tersebut disimpan di lemari es sampai saat digunakan untuk pengujian [13].

2) Pembuatan Formulasi Bioinsektisida Bentuk Granula

Komposisi formulasi bioinsektisida ekstrak daun *Hibiscus tiliaceus* dapat dilihat pada Tabel 1. Pembuatan formulasi bioinsektisida menjadi bentuk granula dilakukan dengan cara menambahkan beberapa bahan tambahan terhadap ekstrak daun waru. Pertama yang dilakukan yaitu pada perlakuan kontrol disiapkan air sebanyak 100 ml, untuk perlakuan ekstrak murni disiapkan ekstrak sebanyak 45 ml dan air sebanyak 55 ml, sedangkan untuk konsentrasi 0% disiapkan tepung singkong 25 g, CMC 20 g, sekam 10 g, dan air sebanyak 45 ml. Pada perlakuan, ekstrak yang digunakan yaitu sebanyak 45% namun dengan formulasi bahan tambahan yang berbeda, pada P1 dibutuhkan tepung singkong sebanyak 20 g, CMC 25 g dan sekam 10 gr; pada P2 dibutuhkan tepung singkong 25 g CMC 25 g dan sekam 5 g; dan pada P3 dibutuhkan tepung singkong 25 g CMC 20 g dan sekam 10 g.

Tahap berikutnya yang dilakukan adalah mencampurkan semua bahan sesuai dengan takaran formulasi yang telah ditentukan, lalu campuran dikeringkan dalam oven selama 3 jam dengan suhu oven 60°C. Setelah kering ditiriskan dan diiris kecil-kecil hingga membentuk seperti butiran granula dengan ukuran ± 7 mm, dalam hal ini dapat dibandingkan dibentuk menyerupai furadan untuk ukurannya [14].

3) Persiapan dan Pemeliharaan Larva *S. litura*

Larva *Spodoptera litura* yang diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas) Malang dimasukkan ke dalam toples lalu ditutup dengan kain tipis dan diikat karet. Larva uji yang digunakan adalah larva yang memasuki instar ke III, dimana larva instar III - IV sendiri termasuk fase yang paling banyak menyerang tanaman. Larva ini dapat memakan seluruh daun hingga ketulangnya daun sehingga larva ini sangat mengganggu pertumbuhan tanaman. Oleh sebab itu, larva instar III digunakan sebagai larva uji [11]. Pemeliharaan dari larva ini sendiri dilakukan dengan cara diberi pakan berupa daun pakcoy dan dibersihkan toplesnya setiap hari hingga larva digunakan dalam pengujian [15].



Gambar 1. Biopestisida Formulasi Granula.

4) Uji Pengaruh Bioinsektisida Granula Terhadap Mortalitas *S. litura* dan Produktivitas *Brassica chinensis*

Pengujian aplikasi bioinsektisida dari ekstrak daun waru dilakukan dengan metode penyemprotan. Aplikasi penyemprotan dilakukan dengan cara melarutkan granula bioinsektisida terlebih dahulu, lalu disemprotkan pada daun pakcoy. Konsentrasi larutan yang digunakan masih dalam kisaran yang dianjurkan sekitar 3 g per liter air [16]. Penggunaan bioinsektisida ini disarankan sesuai anjuran takaran, sebab jika berlebihan dapat berpengaruh terhadap efektivitasnya. Penyemprotan bioinsektisida sebaiknya dilakukan di pagi hari yang cerah, tidak hujan dan tidak berangin agar takaran yang diberikan mampu bekerja secara maksimal [17]. Digunakan larva uji sebanyak 1 ekor. Pada penelitian ini dilakukan pemberian formulasi bioinsektisida secara preventif yaitu diaplikasikan sebelum tanaman diberi larva uji. Pengaplikasian bioinsektisida dilakukan pada daun tanaman pakcoy yang diletakkan di dalam wadah toples transparan. Selanjutnya, dilakukan pengamatan mortalitas larva dalam jangka waktu 48 jam setelah pengaplikasian bioinsektisida.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, didapatkan data sifat granula, durasi kematian larva, dan morfologi kematian larva sebagai berikut :

A. Karakteristik Granula

Setelah dilakukan pembuatan bioinsektisida granula dari ekstrak daun waru dengan penambahan bahan formulasi tepung singkong, sekam padi, dan CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) didapatkan hasil sifat granula yang ditunjukkan oleh Tabel 2.

Berdasarkan data pada Tabel 2, didapatkan hasil yang sama pada setiap formulasi perlakuan. Dari ketiga perlakuan tersebut didapatkan karakteristik warna hijau tua pada seluruh perlakuan yaitu P1, P2, dan P3. Warna hijau tua diperoleh dari warna ekstrak dari daun waru yang berwarna hijau pekat, setelah ditambahkan oleh formula yang sudah ditentukan didapatkan warna granula hijau tua yang tidak terlalu pekat jika dibandingkan dengan ekstrak daun waru dalam bentuk cair yang terdapat dalam Gambar 1.

Secara umum granula merupakan gumpalan – gumpalan dari partikel – partikel yang lebih kecil dengan bentuk tidak merata dan menjadi seperti partikel tunggal yang lebih besar. Proses pembuatan granula memerlukan berbagai eksipien untuk memenuhi persyaratan formulasi antara lain bahan pengisi, pengikat, disintegrasi, pelubrikan dan glidan [10]. Ketiga formulasi berbeda yang digunakan pada pembuatan biopestisida granula juga didapatkan hasil akhir dengan bentuk bulat tidak beraturan dan bertekstur padat hal ini sesuai dengan jurnal yang menyatakan bahwa bentuk granula ini relative kasar dengan ukuran 100 - 1000 mikron

Tabel 2.
Pengamatan Karakteristik Pestisida Granula

Perlakuan	Warna	Bentuk	Takstur
P1	Hijau Tua	Bulat tidak beraturan	Padat
P2	Hijau Tua	Bulat tidak beraturan	Padat
P3	Hijau Tua	Bulat tidak beraturan	Padat

Keterangan :

P1 = Ekstrak daun waru 45 ml + tepung singkong 20 g+ CMC 25 g+ sekam 10 g.

P2 = Ekstrak daun waru 45 ml + tepung singkong 25 g+ CMC 25 g+ sekam 5 g.

P3 = Ekstrak daun waru 45 ml + tepung singkong 25 g+ CMC 20 g+ sekam 10 g.

untuk butiran dan 100 - 600 mikron untuk butiran mikro. Dalam pembuatan granul pada penelitian ini termasuk kedalam ukuran granul makro, ukuran granula yang besar mengindikasikan tingginya kemampuan menyerap air. Hal ini yang memungkinkan pati alami memiliki viskositas yang tinggi. Formulasi ini dapat dibuat dari bahan mineral seperti silika, kaolin, attapulgit, pati, polimer, pupuk kering, dan tanah sisa tanaman. Konsentrasi bahan aktif dalam butiran granula ini berkisar antara 5 - 20%. Biopestisida bentuk granula Sebagian besar digunakan untuk mengendalikan gulma, nematoda, dan serangga. Butiran-butiran tersebut nantinya akan melepaskan bahan aktif secara perlahan dalam mekanisme kerjanya [18]. Bahan formulasi tambahan yang dapat digunakan dalam pembuatan granula adalah tepung singkong, tepung singkong atau biasa disebut tapioka banyak digunakan sebagai bahan pengental dan bahan pengikat dalam industri makanan [19]. CMC umumnya digunakan sebagai binder atau bahan perekat [20]. Sekam padi mengandung kadar silika yang cukup tinggi dan memiliki tingkat kerapatan yang rendah sehingga memudahkan saat proses pencairan granula.

Menurut penelitian Rauf dan Sarbini (2015) pada hasil pengujian daya serap air menunjukkan bahwa tepung singkong memiliki daya serap air yang tinggi, hal ini juga menunjukkan banyaknya ekstrak daun waru yang terserap oleh tepung singkong, antara perlakuan P1, P2, dan P3 perlakuan P2 dan P3 memiliki takaran tepung singkong terbanyak, yakni 25 g sedangkan pada P1 takaran tepung singkong sebesar 20 g [21]. Hal ini juga mempengaruhi banyaknya ekstrak daun waru yang terserap oleh tepung singkong, diduga bahwa ketidak efektifan biopestisida dengan formulasi granula ini disebabkan karena banyaknya ekstrak daun waru yang terserap tepung singkong, dan ketika proses pengaplikasian masih banyak terdapat residu yang tertinggal pada permukaan daun pakcoy, sehingga ekstrak daun waru tidak dapat terkeluarkan secara maksimal saat proses pencairan, hal ini juga menyebabkan biopestisida yang teraplikasikan pada daun pakcoy masih menggumpal, sehingga masih memungkinkan terdapat bagian yang kurang mendapat biopestisida yang termakan oleh larva ulat grayak. Namun, pada perlakuan P2 memiliki takaran sekam paling sedikit sehingga mampu mengurangi hambatan penyumbatan saat proses pengaplikasian.

B. Durasi Kematian Larva

Berdasarkan hasil dari uji pemberian biopestisida dari ekstrak daun waru terhadap ulat grayak didapatkan durasi kematian ulat grayak yang ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3.
Durasi Kematian Larva Ulat Grayak

Perlakuan	3 jam	24 jam	48 jam
K1	-	-	-
K2	v	v	v
K3	-	-	-
P1	-	-	v
P2	-	-	v
P3	-	-	v

Keterangan :

K1 = Air (perlakuan kontrol).

K2 = Ekstrak daun waru 45ml.

K3 = Tepung singkong 25 g+ CMC 20 g+ sekam 10 g+ air 45 ml
(*control formula*).

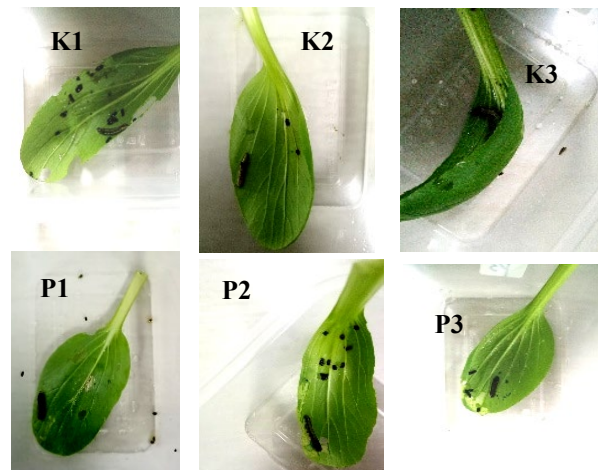
P1 = Ekstrak daun waru 45% + tepung singkong 20 g+ CMC 25 g+ sekam 10 g.

P2 = Ekstrak daun waru 45% + tepung singkong 25 g+ CMC 25 g+ sekam 5 g

P3 = Ekstrak daun waru 45% + tepung singkong 25 g+ CMC 20 g+ sekam 10 g.

Dari data hasil uji pemberian biopestisida dari ekstrak daun waru terhadap larva ulat grayak pada Tabel 3 dapat dijelaskan bahwa pemberian bioinsektisida dari ekstrak daun waru dapat memberikan pengaruh terhadap mortalitas ulat grayak dengan durasi waktu efektivitas yang berbeda untuk kematian ulat. Dari hasil tersebut, dapat dilihat bahwa pada biopestisida konsentrasi 45% dengan ekstrak cair lebih efektif membunuh larva ulat grayak dibandingkan dengan formulasi granula dengan konsentrasi yang sama yaitu 45%. Pada perlakuan P1, P2, dan P3 didapatkan hasil yang berbeda nyata dengan K2 sebagai kontrol biopestisida cair dengan konsentrasi 45%, didapatkan hasil bahwa pada biopestisida konsentrasi 45% dengan ekstrak cair lebih efektif membunuh larva ulat grayak dibandingkan dengan formulasi granula dengan konsentrasi yang sama yaitu 45%. Hal ini dapat disebabkan karena pada ekstrak cair hanya terdapat bahan tambahan berupa air sedangkan pada biopestisida formulasi granula terdapat beberapa bahan tambahan yang kemudian dipadatkan menjadi bentuk granula, pada pengaplikasiannya biopestisida bentuk granula tersebut akan dicairkan terlebih dahulu menggunakan air dengan takaran yang telah ditentukan, hal ini menyebabkan menurunnya kadar konsentrasi awal dari ekstrak daun waru tersebut sehingga menyebabkan biopestisida granula tidak lebih efektif jika dibandingkan dengan biopestisida cair.

Pada penelitian Asmaliyah dan Anggraeni, (2009) dilakukan uji coba keefektifan pencairan pestisida dari ekstrak daun mimba, dalam penelitian tersebut dilakukan pencairan dalam 3 takaran yang berbeda yaitu 20g/l, 40 g/l, dan 80 g/l, hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa pada pencairan 20 g/l biopestisida dapat bekerja secara efektif. Namun dalam penelitian formulasi ekstrak daun waru, digunakan takaran yang sama, yaitu 20 g/l dan didapatkan hasil yang kurang efektif. Hal ini juga kurang sesuai dengan pengaplikasian biopestisida dalam bentuk granula pada umumnya, formulasi granula biasa digunakan langsung dengan menebarkannya atau menanam pada tanah tanpa dicampur dengan bahan pengencer lainnya [22]. Menurunnya keefektifan pada biopestisida ini dapat disebabkan oleh salah satu kelemahan biopestisida yaitu biopestisida memiliki senyawa organik yang mudah terdegradasi di alam [23]. Selain itu juga dapat disebabkan

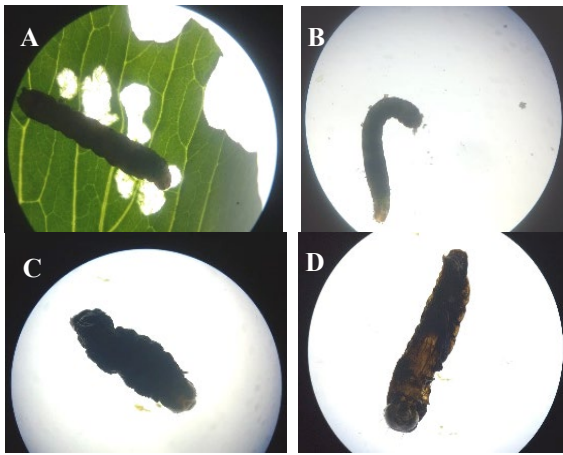


Gambar 2. Larva ulat grayak memakan daun pakcoy yang telah diberi perlakuan.

karena kurang meratanya pada metode penyemprotan yang dilakukan saat pengaplikasian biopestisida. Namun di sisi lain, biopestisida juga memiliki kelemahan seperti daya kerja yang relatif lambat, tidak langsung mematikan hama sasaran, mudah rusak dan tidak tahan terhadap sinar matahari, serta perlu penyemprotan berulang-ulang [24].

Dokumentasi beberapa perlakuan ditunjukkan oleh Gambar 2. Pada perlakuan K1 dan K2 sebagai kontrol air dan kontrol bahan tambahan formulasi granula tidak didapatkan larva ulat grayak yang mati, hal ini menunjukkan bahwa pemberian bahan tambahan dalam pembuatan formulasi granula tidak berdampak terhadap kematian larva, sehingga bahan tambahan pada formulasi granula hanya berfungsi sebagai bahan pengikat dan pematat dalam pembentukan granula, hal ini juga membuktikan bahwa bahan pembantu (*adjuvant*) dalam formulasi tidak mengandung bahan penolak makan serangga (*antifeedant*) dan tidak dapat menyebabkan kematian pada larva [19]. Sedangkan berdasarkan hasil uji pada P1, P2, dan P3 mortalitas pada larva uji disebabkan oleh senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam ekstrak daun waru yang memiliki sifat toksik dan dapat membunuh. Senyawa metabolit sekunder merupakan senyawa organik yang berukuran lebih kecil dan diproduksi dalam sel tumbuhan dengan jumlah yang sangat terbatas [25]. Daun waru memiliki kandungan metabolit sekunder antara lain yaitu senyawa polifenol, alkaloid, saponin, flavonoid, dan tanin [26]. Penelitian sebelumnya menemukan komponen fitogenik pada daun *Hibiscus tiliaceus* yang dianalisis dengan GC-MS pada senyawa organik utama adalah asam lemak dan ester (31%), senyawa nitrogen (18,28%) dan kuinolin (23%). Isolat daun waru mengandung senyawa golongan steroid kelompok sterol dengan gugus fungsi O-H, CH alifatik, serta C=C alifatik yang tidak terkonjugasi [3]. Hasil isolasi senyawa - senyawa kimia seperti tannin, flavonoid, alkaloid dan saponin yang terkandung pada daun waru memiliki berbagai macam aktivitas biologis. Keempat senyawa tersebut mampu sebagai antibakteri terhadap bakteri Gram positif maupun Gram negatif, antikanker dan antioksidan [27].

Kematian pada larva ulat grayak ini juga disebabkan oleh biopestisida yang bekerja dengan cara *repellent* dan *antifeedant*, hal ini sesuai dengan yang diutarakan oleh Takahashi (1981) bahwa cara kerja pestisida nabati



Gambar 3. Perbandingan larva A dan B (sebelum perlakuan) C dan D (setelah perlakuan) dengan Mikroskop Stereo, perbesaran 4x.

digolongkan menjadi beberapa kelompok berdasarkan sifatnya antara lain repellent, untuk menolak kehadiran serangga karena bau yang menyengat dan antifeedant, untuk mencegah serangga memakan tanaman yang telah disemprot pestisida, sebagai racun syaraf dan dapat mengacaukan sistem hormon di dalam tubuh serangga, dan menghambat reproduksi serangga betina [28].

C. Perbedaan Morfologi Larva Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Terdapat perbedaan morfologi larva ulat grayak sebelum dan sesudah perlakuan dan juga perbedaan larva ulat grayak yang masih hidup dan yang sudah mati, seperti pada Gambar 3. Pada larva kontrol air (K1) dan larva control bahan uji formulasi (K3) memiliki tubuh yang masih terlihat sehat dan utuh dengan warna hijau seperti yang terlihat pada Gambar 3A dan 3B pada gambar A juga terlihat bahwa larva ulat masih memakan daun pakcoy sedangkan pada Gambar 3B terlihat tonjolan kaki dari ulat yang . Pada uji yang telah dilakukan, larva mengalami kematian setelah 3 jam pada K2 dengan perlakuan ekstrak cair daun waru, terdapat dua tipe kematian larva, terdapat larva yang mati dengan tubuh melemas dan berair ada pula larva ulat yang mati dengan tubuh larva mengeras, berwarna cokelat sampai kehitaman, tubuh memanjang dan lentur seperti yang terlihat pada Gambar 3D, serta dinding tubuh larva mengerut seperti yang terlihat pada Gambar 3C. Hama *Spodoptera litura* yang mati dengan perlakuan insektisida nabati mengalami perubahan pada gerakan tubuh, dan warna tubuh. Terjadinya perubahan warna pada tubuh hama menjadi gelap serta gerakan tubuh hama yang sangat lambat apabila disentuh dan selalu membengkokkan tubuhnya diakibatkan oleh senyawa aktif insektisida nabati [29]. Aplikasi bioinsektisida terhadap ulat grayak umumnya menyebabkan ulat grayak mengalami keracunan dan mati. Gejala keracunan ulat grayak ditunjukkan dengan makanan yang hanya sedikit termakan karena berkurangnya nafsu makan hama tersebut, dan gerakan yang semakin pasif (lamban) [30]. Perubahan warna kulit pada tubuh larva dan gerakan tubuh yang melambat bila dirangsang dengan sentuhan diduga disebabkan oleh senyawa saponin yang merupakan glikosida triterpena dan glikosida sterol yang merupakan senyawa aktif permukaan dan bersifat seperti sabun yang menimbulkan keracunan [31]. Saponin bersifat mudah larut dalam air, memiliki rasa pahit menusuk dan menyebabkan

iritasi pada selaput lendir. Saponin merupakan racun yang dapat menghancurkan butir darah atau hemolisis pada darah [32]. Saponin juga merupakan stomach poisoning atau racun perut bagi larva. Saponin juga dapat menghambat pertumbuhan stadium larva dengan mengganggu tahap molting larva dimana saponin dapat mengikatsterol dalam saluran makanan yang akan mengakibatkan penurunan laju sterol dalam hemolimfa. Peran sterol sendiri bagi larva *S. litura* adalah sebagai prekursor bagi hormone ecdison. Dengan adanya penurunan persediaan sterol, maka proses pergantian kulit atau molting *S. litura* juga akan terganggu. Saponin juga dapat menyebabkan perubahan pada permeabilitas membran dan menyebabkan disorganisasi molekuler [33].

Pada hasil penelitian ini terlihat ciri- ciri morfologi bahwa tubuh larva mengerut dan berwarna coklat kehitaman yang diduga larva mati akibat racun kontak, hal itu disebabkan oleh senyawa alkaloid yang terkandung dalam ekstrak daun waru dan bertindak sebagai racun kontak dan racun perut. Alkaloid berupa garam sehingga dapat mendegradasi membran sel saluran pencernaan untuk masuk kedalam dan merusak sel dan juga dapat mengganggu sistem kerja saraf larva dengan menghambat kerja enzim asetilkolinesterase. Dimana enzim ini tidak dapat melaksanakan tugasnya dalam tubuh terutama meneruskan pengiriman perintah kepada saluran pencernaan larva (midgut) sehingga gerakannya tidak dapat dikendalikan [34]. Ciri - ciri larva tubuh semakin lembek dan pergerakan melemah disebabkan karena senyawa flavonoid yang merupakan senyawa kimia yang memiliki sifat insektisida. Flavonoid menyerang beberapa organ saraf pada beberapa organ vital serangga, sehingga timbul suatu pelemahan saraf, seperti pernafasan dan timbul kematian. Flavonoid bekerja sebagai inhibitor pernafasan. Inhibitor merupakan zat yang menghambat atau menurunkan laju reaksi kimia, flavonoid juga mengganggu mekanisme energi di dalam mitokondria dengan menghambat sistem pengangkutan elektron [35]. Tubuh larva yang semakin lembek dan pergerakan melemah dan pada akhirnya mati juga disebabkan karena senyawa tannin. Tanin merupakan senyawa polifenol yang dapat membentuk senyawa kompleks dengan protein. Tanin berperan sebagai pertahanan tanaman terhadap serangga dengan cara menghalangi serangga dalam mencerna makanan. Tanin dapat mengganggu serangga dalam mencerna makanan karena tanin akan mengikat protein dalam sistem pencernaan yang diperlukan serangga untuk pertumbuhan sehingga proses penyerapan protein dalam sistem pencernaan menjadi terganggu [36].

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari uji efektifitas bioinsektisida formulasi granula *Hibiscus tiliaceus* terhadap larva *Spodoptera litura* f. pada tanaman *Brassica chinensis* dapat disimpulkan bahwa biopestisida tersebut memiliki pengaruh terhadap mortalitas larva *Spodoptera litura*, namun terdapat perbedaan durasi keefektifan biopestisida terhadap mortalitas ulat grayak, dimana pada perlakuan K2 memiliki durasi keefektifan mortalitas tertinggi yaitu 3 jam sedangkan untuk P1, P2, dan P3 memiliki durasi keefektifan mortalitas selama 48 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Al Syauiq and K. Purwani, "Inventarisasi tumbuhan mangrove di kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 6, no. 2, pp. 2337–3520, Sep. 2017, doi: 10.12962/j23373520.v6i2.27647.
- [2] N. L. Rustini, K. Ariati, A. A. I. P. Dewi, and I. M. D. Swantara, "Uji toksisitas ekstrak daun waru (*Hibiscus tiliaceus* L.) terhadap larva *Artemia salina* Leach serta identifikasi golongan senyawanya," *Kimia*, vol. 9, no. 1, pp. 47–52, 2015, doi: <https://doi.org/10.24843/JCHEM.2015.v09.i01.p08>.
- [3] G. L. Schumann and C. J. D'Arcy, *Hungry Planet: Stories of Plant Diseases*. USA: The American Phytopathological Society, 2017.
- [4] A. Arif, "Pengaruh bahan kimia terhadap penggunaan pestisida lingkungan," *Farmasi*, vol. 3, no. 4, pp. 135–141, 2015, doi: <https://doi.org/10.24252/jurfar.v3i4.2218>.
- [5] M. T. Sutriadi, E. S. Harsanti, S. Wahyuni, and A. Wihardjaka, "Pestisida nabati: Prospek pengendali hama ramah lingkungan," *J. Sumberd. Lahan*, vol. 13, no. 2, p. 89, Jun. 2020, doi: 10.21082/jsdl.v13n2.2019.89-101.
- [6] A. F. Nst, R. I. M. Damanik, and E. S. Bayu, "Pertumbuhan varietas pak coy (*Brassica rapa* L. ssp. *chinensis* (L.)) dengan pemberian NAA (Naphthalene-3-acetic Acid) pada media hidroponik terapung," *Agroekoteknologi*, vol. 6, no. 2, pp. 389–401, 2018.
- [7] M. Bate, "Pengaruh beberapa jenis pestisida nabati terhadap hama ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) pada tanaman sawi (*Brassica Juncea* L.) di lapangan," *AGRICIA*, vol. 12, no. 1, pp. 71–80, Jun. 2019, doi: 10.37478/agr.v12i1.13.
- [8] F. C. Dumanauw, H. L. Rampe, and E. L. Baideng, "Intensitas serangan akibat hama pemakan daun setelah aplikasi ekstrak daun jeruk nipis (*Citrus Aurantifolia* (Cristm.) Swingle) pada tanaman sawi (*Brassica Juncea* L.)," *J. Ilm. SAINS*, vol. 19, no. 2, p. 86, Jul. 2019, doi: 10.35799/jis.19.2.2019.23912.
- [9] N. A. Kristanti and K. I. Purwani, "Uji efektivitas formulasi bioinsektisida ekstrak daun waru (*Hibiscus tiliaceus*) terhadap Larva *Spodoptera litura* F.," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 10, no. 2, Jan. 2022, doi: 10.12962/j23373520.v10i2.62860.
- [10] V. Elisabeth, P. V. Y. YamLean, and H. S. Supriati, "Formulasi sediaan granul dengan bahan pengikat pati kulit pisang gohoro (*Musa acuminata* L.) dan pengaruhnya pada sifat fisik granul," *Pharmakon*, vol. 7, no. 4, pp. 1–11, 2018, doi: <https://doi.org/10.35799/pha.7.2018.21416>.
- [11] K. I. P. Bintang Wahyu Syah, "Pengaruh ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*) terhadap mortalitas dan perkembangan larva *Spodoptera litura*," *Sains Seni ITS*, vol. 5, no. 2, pp. 23–28, 2016, doi: 10.12962/j23373520.v5i2.20528.
- [12] M. Sayuti, "Pengaruh perbedaan metode ekstraksi, bagian dan jenis pelarut terhadap rendemen dan aktifitas antioksidan bambu laut (*Isis Hippuris*)," *Technol. Sci. Eng.*, vol. 1, no. 3, pp. 166–174, 2017.
- [13] D. V. Riskitavani and K. I. Purwani, "Studi potensi bioherbisida ekstrak daun ketapang (*Terminalia catappa*) terhadap gulma rumput teki (*Cyperus rotundus*)," *Sains Seni ITS*, vol. 2, no. 2, pp. 59–63, 2013, doi: 10.12962/j23373520.v2i2.3593.
- [14] K. I. Purwani, W. Muslihatin, T. B. Saputro, and D. F. Habieb, "The Effectiveness of *Terminalia catappa* Leaf Extract in Granule Formulation to *Spodoptera litura* Attack on Mustard (*Brassica rapa*)," *Proceeding 5th Int. Biol. Conf.*, 2020.
- [15] S. V. V. Lumowa, "Efektivitas ekstrak babadotan (*Ageratum conyzoides* L.) terhadap tingkat kematian larva *Spodoptera litura* F.," *EUGENIA*, vol. 17, no. 3, pp. 186–192, Dec. 2011, doi: 10.35791/eug.17.3.2011.3542.
- [16] A. Asmalayah and I. Anggraeni, "Uji aplikasi beberapa bioinsektisida dan kombinasinya terhadap serangan hama ulat kantong Pagodiella SP. pada bibit *Rhizophora Apiculata* di persemaian," *J. Penelit. Hutan Tanam.*, vol. 6, no. 1, pp. 37–43, Feb. 2009, doi: 10.20886/jpht.2009.6.1.37-43.
- [17] S. W. Indiaty and Marwoto, "Penerapan pengendalian hama terpadu (PHT) pada tanaman kedelai," *Bul. Palawija*, vol. 15, no. 2, pp. 87–100, 2017, doi: 10.21082/bulpalawija.v15n2.2017.p87-100.
- [18] V. Bharti and S. Ibrahim, "Biopesticides: Production, formulation and application systems," *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.*, vol. 9, no. 10, pp. 3931–3946, Oct. 2020, doi: 10.20546/ijemas.2020.910.453.
- [19] A. I. Prastini and S. B. Widjanarko, "Pembuatan sosis ayam menggunakan gel porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) sebagai bahan pengikat terhadap karakteristik sosis," *Pangan dan Agroindustri*, vol. 3, no. 4, pp. 1503–1511, 2014.
- [20] R. Wulansari, Y. Andriani, and K. Haetami, "Penggunaan jenis binder terhadap kualitas fisik pakan udang," *Perikan. dan Kelaut.*, vol. 7, no. 2, pp. 140–149, 2016.
- [21] R. Rauf and D. Sarbini, "Daya serap air sebagai acuan untuk menentukan volume air dalam pembuatan adonan roti dari campuran tepung terigu dan tepung singkong," *J. Agritech*, vol. 35, no. 03, p. 324, Oct. 2015, doi: 10.22146/agritech.9344.
- [22] M. M. Asyhari, "Analisa kadar flavanoid dan nikotin pestisida organik menggunakan spektrofotometer UV - VIS (analysis of flavanoid levels and nicotine of organic pesticides using a spectrophotometer UV-VIS)," Program Studi Diploma III Teknik Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang, 2019.
- [23] Sumartini, "Biopestisida untuk pengendalian hama dan penyakit tanaman aneka kacang dan umbi," *Iptek Tanam. Pangan*, vol. 11, no. 2, pp. 159–162, 2016.
- [24] M. S. Saenong, "Tumbuhan Indonesia potensial sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan hama kumbang bubuk jagung (*Sitophilus* spp.)," *J. Penelit. dan Pengemb. Pertan.*, vol. 35, no. 3, p. 131, Jan. 2017, doi: 10.21082/jp3.v35n3.2016.p131-142.
- [25] F. B. Salisbury and C. W. Ross, *Plant Physiology*. USA: Wadsworth Publ. Co, 1992.
- [26] S. Kumar, D. Kumar, and O. Prakash, "Evaluation of antioxidant potential, phenolic and flavonoid contents of *Hibiscus tiliaceus* flowers," *Electron. J. Environ. Agric. food Chem.*, vol. 7, no. 4, pp. 2863–2871, 2008.
- [27] Surahmaida, A. Rachmawati, and E. Handayani, "Kandungan senyawa kimia daun waru (*Hibiscus tiliaceus*) di kawasan lingkaran Timur Sidoarjo," *J. Pharm. Sci.*, vol. 5, no. 2, pp. 39–42, Jul. 2020, doi: 10.53342/pharmasci.v5i2.167.
- [28] N. Takahashi, "Application of biologically natural products in agricultural fields in M. Wirahadikusumah and A.S. Noer (Eds.)," *Proc. Reg. Semin. Recent Trend Chem. Nat. Prod. Res.*, pp. 110–132, 1981.
- [29] R. Safirah, "Uji efektifitas insektisida nabati buah *Crescentia cujete* dan bunga *Syzygium aromaticum* terhadap mortalitas *Spodoptera litura* secara In Vitro sebagai sumber belajar biologi," *Pendidik. Biol. Indones.*, vol. 2, no. 3, pp. 265–276, 2017.
- [30] I. Z. R.S., S. Solikhin, and N. Yasin, "Toksikitas ekstrak buah mahkota dewa (*Phaleria papuana* Warb.) terhadap ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) di laboratorium," *Agrotek Trop.*, vol. 6, no. 1, pp. 21–25, 2018.
- [31] K. Kartina, S. Shulkipli, M. Mardhiana, and S. Egra, "Potensi ekstrak Karamunting (*Melastoma malabathricum* L.) sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan ulat grayak (*Spodoptera litura* F.)," *Agrotekma J. Agroteknologi dan Ilmu Pertan.*, vol. 4, no. 1, p. 28, Dec. 2019, doi: 10.31289/agr.v4i1.2806.
- [32] S. D. Santoso, A. Chamid, and D. V. K. Pratiwi, "Daya bunuh ekstrak daun tomat (*Solanum lycopersicum* L.) terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*," *SainHealth*, vol. 2, no. 1, pp. 36–39, 2018.
- [33] R. E. S. P. Moerfiah, and Triastinurmiatinsih, "Potensi ekstrak daun karuk (*Piper sarmentosum*) sebagai insektisida nabati hama ulat grayak (*Spodoptera litura*)," *J. Ilm. Ilmu Dasar dan Lingkung. Hidup*, vol. 18, no. 2, pp. 55–62, 2018.
- [34] M. Yuantari, "Studi Ekonomi Lingkungan Penggunaan Pestisida dan Dampaknya pada Kesehatan Petani di Area Pertanian Hortikultura Desa Sumber Rejo Kecamatan Ngablak Kabupaten Magelang Jawa Tengah," Departemen Kesehatan Lingkungan, Universitas Diponegoro, Semarang, 2009.
- [35] Agnetha, "Efek Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum* L) sebagai Larvasida Nyamuk *Aedes* sp.," Jurusan Kedokteran, Universitas Brawijaya, Malang, 2008.
- [36] W. Widodo, *Tanaman Beracun pada Kehidupan Ternak*. Cetakan Pertama. Malang: UMM Press, 2005. p.337. ISBN:979-3602-69-4.