

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Umum Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Ilmu Dasar dan Perlindungan Tanaman yang terletak di Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, Banten dan Perumahan Pesona Sindangheula, Pabuaran, Serang, Banten. Penelitian ini berlangsung selama dua bulan yaitu pada bulan Mei 2025 – Juli 2025. Sampel yang digunakan merupakan sampel hasil perbanyakan kutu putih dari generasi kedua selama satu bulan. Tujuan dilakukan perbanyakan ini adalah untuk menghindari pengaruh lingkungan biotik dan abiotik. Indukan kutu putih yang digunakan untuk perbanyakan diambil dari beberapa lokasi di Puri Kartika Banjarsari Kecamatan Cipocok Jaya, Kota Serang. Indukan yang dipilih merupakan kutu putih yang sudah masuk fase dewasa dan siap bertelur. Sedangkan daun dan biji bintaro diambil di daerah Kecamatan Kasemen, Serang, Banten.

Kutu putih diperbanyak selama satu bulan. Perbanyakan dilakukan di Perumahan Pesona Sindangheula, Pabuaran, Serang, Banten. Pemeliharaan dilakukan dengan penyiraman tanaman jambu biji secara rutin dua kali sehari pada perakaran atau media tanam. Dan memastikan tidak ada hama lain pada tanaman jambu biji. Penyiraman dan pemeliharaan tanaman jambu dilakukan untuk memastikan ketersediaan daun jambu biji segar sebagai pakan kutu putih.

Setelah kutu putih diperbanyak lalu dilanjutkan dengan pembuatan ekstrak bintaro. Penelitian ini menggunakan dua jenis ekstrak berbeda yaitu ekstrak daun dan ekstrak biji bintaro. Pembuatan ekstrak dilakukan dengan mengeringkan daun dan biji bintaro menggunakan oven dengan suhu 90⁰C selama 12 jam. Namun penggunaan suhu tinggi dapat mempengaruhi kandungan pada bahan pestisida. Menurut Santoso *et al* (2023) pengeringan bahan baku biopestisida dengan menggunakan matahari menghasilkan dominan senyawa dari golongan amina, sedangkan pengeringan dengan oven menghasilkan dominan senyawa dari golongan ester dan asam karboksilat. Berdasarkan penelitian Saxena *et al* (2023) suhu oven yang optimal untuk mengeringkan daun dan biji bintaro adalah 45⁰C

selama 24-48 jam. Suhu tinggi dapat menyebabkan degradasi termal atau transformasi kimia yang mengurangi efektivitas insektisida.

Kutu putih yang akan diuji ditempatkan pada toples bening berukuran 650 ml yang telah diberi lubang pada sisi-sisinya. Satu toples berisi 10 ekor kutu putih berumur instar 3 dan 2 helai daun jambu biji sebagai pakan. Daun jambu biji segar ditambahkan setiap 2 hari sebagai pengganti pakan, sedangkan daun jambu biji lama tidak digunakan kembali. Toples ditutup dan disusun seperti pada Gambar 13 berikut ini.



Gambar 13. Susunan Sampel Kutu Putih

4.2 Hasil dan Pembahasan

4.2.1 Mortalitas Kutu Putih (%)

Mortalitas merupakan tingkat kematian hama yang disebabkan oleh pengendalian hama dan dinyatakan dalam satuan persen. Hasil analisis sidik ragam terhadap mortalitas kutu putih setelah pemberian ekstrak bintaro dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Sidik Ragam Mortalitas Kutu Putih Setelah Pemberian Ekstrak Bintaro

EFFECT	SS	DF	MS	F	ProbF	Sign.	C.V. (%)
Konsentrasi	253,5	3	84,5	1014	$2,12 \times 10^{-25}$	**	
Ekstrak	0	1	0	0	1		
Konsentrasi x Ekstrak	0	3	0	0	1		
Residual	2	24	0,08333333				3,446867
Total	255,5	31					

Keterangan : * : Berpengaruh Nyata

** : Berpengaruh Sangat Nyata

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, perlakuan konsentrasi ekstrak bintaro menunjukkan pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap mortalitas kutu putih dengan koefisien sebesar 3,44%. Namun jenis ekstrak dan interaksi tidak menunjukkan pengaruh yang nyata. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh konsentrasi ekstrak bintaro yang diberikan mampu menyebabkan kematian pada kutu putih setelah 12 Hari Setelah Aplikasi (HSA).

Berdasarkan hasil sidik ragam pada (Tabel 2) konsentrasi pestisida nabati ekstrak bintaro menunjukkan hasil berbeda sangat nyata (Lampiran 6). Namun jenis ekstrak bintaro berbeda tidak nyata terhadap mortalitas kutu putih. Persentase mortalitas kutu putih terhadap pemberian konsentrasi dan jenis ekstrak bintaro setelah 12 HSA dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Mortalitas Kutu Putih (*Pseudococcus citriculus*) pada Pemberian Ekstrak Bintaro Setelah 12 HSA.

Perlakuan		Jumlah Kutu Putih yang Diuji	Jumlah Kutu Putih yang Mati	Rata-Rata	Persentase Mortalitas (%)
Konsentrasi	Jenis Ekstrak				
K0	E1	40	14	3,50	35b
	E2	40	14	3,50	35b
K1	E1	40	40	10	100a
	E2	40	40	10	100a
K2	E1	40	40	10	100a
	E2	40	40	10	100a
K3	E1	40	40	10	100a
	E2	40	40	10	100a
Rata-Rata		40	33,50	8,37	83,75

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata berdasarkan uji DMRT 5%.

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa pemberian pestisida nabati ekstrak bintaro dengan beberapa taraf konsentrasi meningkat tidak menunjukkan perbedaan kecuali dengan perlakuan kontrol atau tanpa perlakuan terhadap mortalitas kutu putih. Pemberian ekstrak bintaro pada konsentrasi 5% hingga 30% dianggap sudah cukup efektif dalam mempengaruhi mortalitas kutu putih. Semakin tinggi taraf konsentrasi ekstrak yang diberikan maka semakin tinggi nilai mortalitasnya (Arifa, 2023).

Hal ini diduga karena ekstrak bintaro baik daun dan biji mengandung senyawa cerberin, flavonoid, saponin, tanin, dan glikosida yang dapat membunuh hama kutu

putih. Senyawa cerberin berkaitan dengan ion kalsium pada otot hama yang menyebabkan kejang otot dan gagal jantung pada kutu putih. Cerberin merupakan senyawa golongan glikosida bebas N yang dapat menyebabkan ketidakstabilan kerja jantung dan berujung pada kematian (Saxena *et al.*, 2023). Selain itu cerberin dapat menekan aktivitas enzim amilase, lipase, dan protease dengan merusak dinding sel usus dan mengganggu permeabilitas membran sel sehingga kutu putih berhenti makan dan mati secara perlahan. Senyawa saponin menempel pada permukaan kutu putih dapat terserap ke dalam sel sehingga menyebabkan gangguan metabolisme sel dan denaturasi protein dalam pencernaan. Selain itu, saponin yang menempel pada permukaan tumbuhan dapat menimbulkan efek *repellent* dengan mengganggu sistem penciuman serangga sehingga hama kutu putih enggan menghisap cairan pada jaringan tanaman yang telah disemprot (Yulia, 2023). Senyawa flavonoid dan tanin memiliki kemampuan untuk mendenaturasi protein dari makanan dan menyebabkan terhentinya aktivitas metabolisme sehingga dapat mengakibatkan kematian pada hama. Flavonoid pada biji dan daun bintaro bersifat *antifeedant* terhadap hama kutu putih (Zulkarnain *et al.*, 2021).

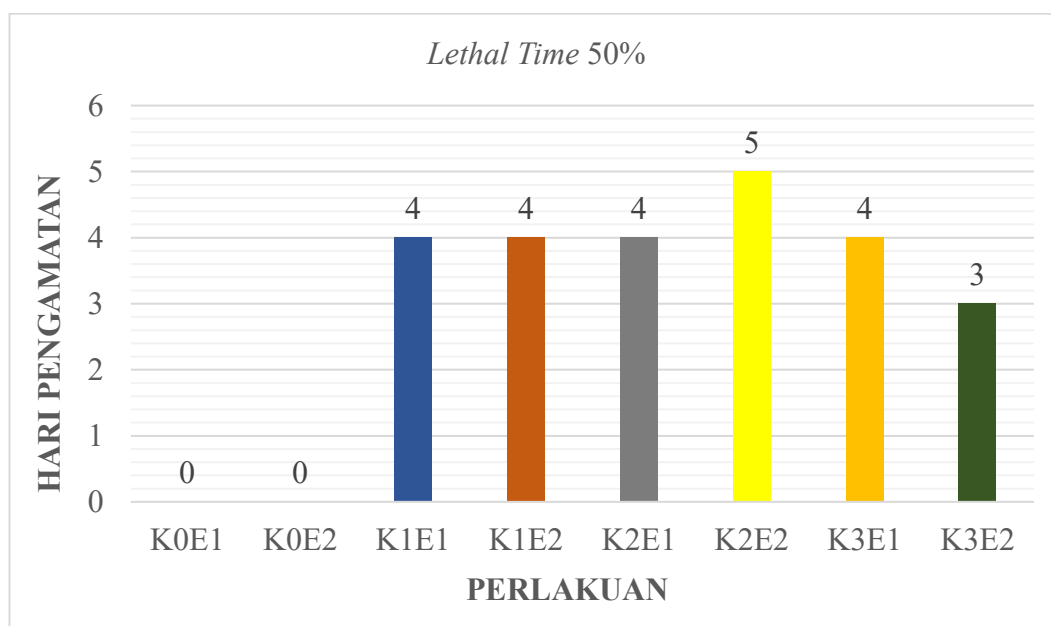
Jenis ekstrak bintaro tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada hasil uji sidik ragam. Ekstrak daun dan ekstrak biji bintaro sama-sama memberikan hasil efektif dalam mortalitas kutu putih. Menurut Utami (2010) jenis ekstrak bintaro tidak menunjukkan perbedaan nyata dikarenakan beberapa faktor, seperti komposisi senyawa aktif yang terkandung pada kelas yang sama sehingga menghasilkan efek yang serupa jika diberikan pada kadar yang sama.

Uji efektivitas konsentrasi ekstrak bintaro pada kutu putih menunjukkan hasil yang efektif dalam membunuh kutu putih dalam waktu 12 hari. Namun uji efektivitas jenis ekstrak bintaro tidak memiliki pengaruh yang berbeda pada kutu putih. Hal ini dikarenakan dua jenis ekstrak yang digunakan (daun dan biji) memiliki kandungan senyawa aktif yang sama. Hal tersebut dijelaskan oleh Sholeha (2021) yang menyatakan bahwa ekstrak daun bintaro mengandung senyawa cerberin, steroid, saponin, dan tanin yang dapat digunakan sebagai biopestisida. Wulandari dan Mei (2018) menjelaskan kandungan ekstrak biji bintaro terdiri dari beberapa senyawa aktif seperti flavonoid, steroid, saponin, alkaloid dan tanin yang dapat digunakan sebagai alternatif pestisida alami.

4.2.2 Lethal Time 50% (LT₅₀)

Lethal Time 50% merupakan waktu yang dibutuhkan suatu konsentrasi pestisida untuk membunuh 50% populasi hama yang digunakan. Total hama kutu putih yang digunakan dalam penelitian ini adalah 40 ekor per perlakuan, sehingga LT₅₀ dihitung saat populasi hama kutu putih tersisa 20 ekor atau setengah dari populasi sebelum diberi perlakuan. Satuan yang digunakan dalam menghitung LT₅₀ ini adalah hari.

Pengamatan *lethal time* (LT₅₀) menunjukkan bahwa variasi konsentrasi dan jenis ekstrak bintaro menghasilkan rentang waktu kematian yang berbeda pada setiap perlakuan. Pada perlakuan kontrol tidak dapat ditentukan nilai LT₅₀ karena presentase kematian hama kutu putih kurang dari 50% atau tidak mencapai 20 ekor kutu putih mati. Hasil pengamatan LT₅₀ dapat dilihat pada Gambar 14.



Keterangan:

K0E1 = 0% Ekstrak Daun Bintaro

K0E2 = 0% Ekstrak Biji Bintaro

K1E1 = 5% Ekstrak Daun Bintaro

K1E2 = 5% Ekstrak Biji Bintaro

K2E1 = 15% Ekstrak Daun Bintaro

K2E2 = 15% Ekstrak Biji Bintaro

K3E1 = 30% Ekstrak Daun Bintaro

K2E2 = 30% Ekstrak Biji Bintaro

Gambar 14. Grafik Hasil Pengamatan LT₅₀ pada Mortalitas Kutu Putih

Berdasarkan Gambar 14 diketahui bahwa penggunaan ekstrak bintaro dengan variasi konsentrasi dan jenis ekstrak memberikan dampak berbeda terhadap kematian 50% kutu putih. Setiap perlakuan menunjukkan tingkat efektivitas yang berbeda. Perlakuan konsentrasi 30% dari jenis ekstrak biji bintaro menunjukkan efek paling cepat. Konsentrasi 30% ekstrak biji bintaro memiliki LT_{50} pada hari ke-3, sedangkan ekstrak daun bintaro dengan konsentrasi yang sama menunjukkan kematian 50% pada hari ke-4. Pada konsentrasi yang lebih rendah, seperti 5% baik jenis ekstrak daun dan biji bintaro menunjukkan hasil LT_{50} yang lebih lambat yaitu pada hari ke-4. Sedangkan untuk konsentrasi 15% ekstrak daun memiliki LT_{50} pada hari ke-4, dan konsentrasi 15% ekstrak biji bintaro menunjukkan LT_{50} paling lambat yaitu hari ke-5.

Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa konsentrasi 30% menghasilkan LT_{50} yang lebih cepat pada ekstrak biji bintaro. Sedangkan pada konsentrasi 5 hingga 15% tidak menunjukkan perbedaan pada LT_{50} . Sehingga dapat disimpulkan penggunaan konsentrasi dengan taraf yang tinggi memberikan pengaruh yang lebih efektif. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Wulandari (2018) yang menyatakan bahwa konsentrasi tinggi biji bintaro yang diberikan menghasilkan waktu kematian serangga lebih cepat. Kandungan pada biji bintaro mampu merusak sistem tubuh hama dan menghambat perkembangannya.

Secara keseluruhan, jenis ekstrak tidak mempengaruhi tingkat LT_{50} kutu putih. Ekstrak biji cenderung lebih efektif dibandingkan ekstrak daun pada konsentrasi yang lebih tinggi. Pada konsentrasi yang lebih rendah (5-15%) perbedaan antar jenis ekstrak menjadi tidak signifikan. Hal ini dikarenakan kandungan senyawa pada daun dan biji bintaro tidak jauh berbeda. Menurut Menezes *et al* (2018) *Cerbera odollam* merupakan tanaman yang mampu menghasilkan metabolit sekunder seperti flavonoid, saponin, dan cerberin. Senyawa tersebut ditemukan pada seluruh bagian tanaman baik daun, buah, biji, dan batang.

Menurut Haningtias *et al* (2022) senyawa saponin pada ekstrak bintaro mampu meningkatkan efektivitas senyawa yang masuk melalui kontak seperti flavonoid, alkaloid, dan glikosida dengan cara menurunkan tegangan permukaan kulit sehingga senyawa toksik lain mudah untuk ke dalam tubuh serangga.

4.2.3 Perubahan Morfologi dan Tingkah Laku Hama Kutu Putih

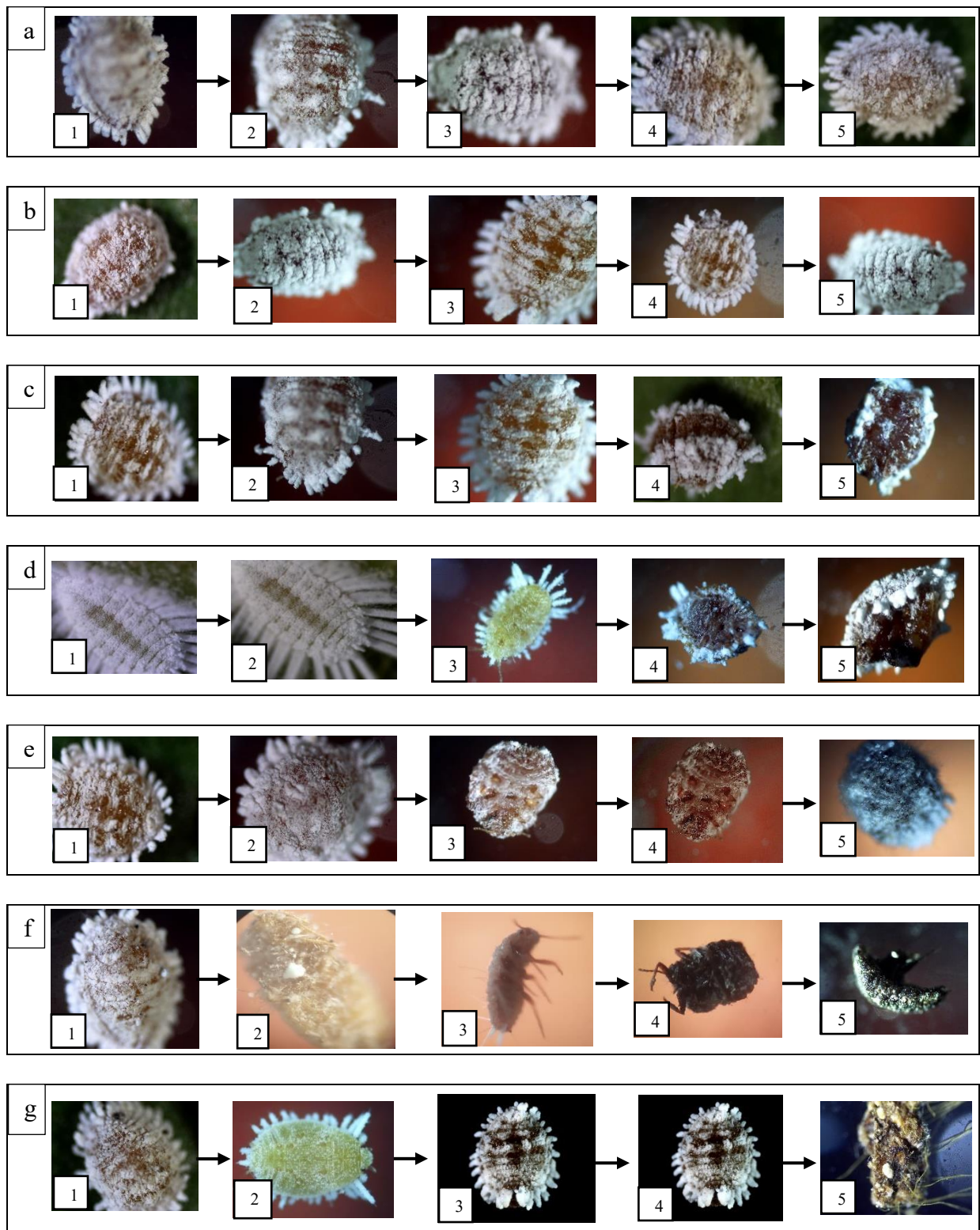
1. Perubahan Warna Kutu Putih

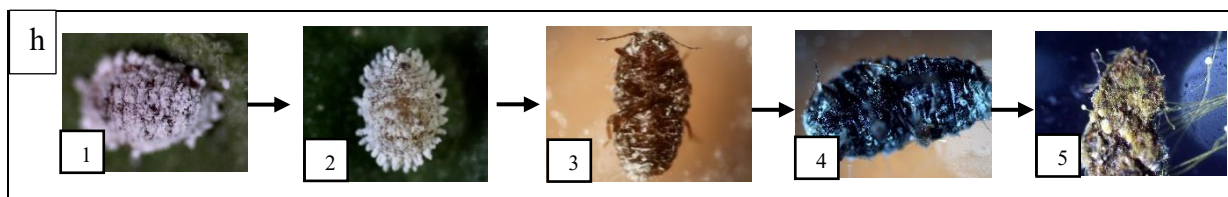
Perubahan warna kutu putih diamati pada hari ke 3, 5, 7, dan 9 HSA. Pengamatan perubahan warna dilakukan untuk mengetahui seberapa besar efek fisiologis atau kematian yang dipicu oleh pemberian variasi konsentrasi dan jenis ekstrak bintaro. Perubahan morfologi pada warna ini mulai tampak pada hari ke-3 setelah pemberian perlakuan. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan mikroskop perbesaran 4x10.

Perlakuan tanpa ekstrak bintaro tidak menunjukkan perubahan warna kutu putih hingga 9 Hari Setelah Aplikasi (HSA), dan lapisan lilinnya tetap tebal. Pada perlakuan ekstrak daun bintaro konsentrasi 5% perubahan warna dari cokelat terang menjadi cokelat gelap terjadi pada 7 HSA. Sementara itu, ekstrak biji bintaro dengan konsentrasi yang sama menyebabkan perubahan warna menjadi kuning pada 5 HSA dan cokelat pada 7 hingga 9 HSA.

Perlakuan ekstrak daun bintaro konsentrasi 15% menyebabkan kutu putih berubah dari cokelat terang menjadi cokelat gelap pada 7 HSA. Pada 9 HSA, tubuh kutu putih menekuk, berwarna hitam, dan tertutup jaringan hifa. Perlakuan ekstrak biji bintaro konsentrasi 15% menunjukkan perubahan warna lebih cepat, yaitu menjadi kuning pada 3 HSA, cokelat pada 5 HSA, dan hitam pada 7 HSA. Pada 9 HSA, tubuh kutu putih menekuk dan tampak bercak putih kekuningan.

Pada perlakuan ekstrak daun bintaro konsentrasi 30%, perubahan warna menjadi kuning terjadi pada 3 HSA, cokelat kehitaman pada 5 HSA, dan pada 9 HSA tubuh kutu putih mengeras serta diselimuti jamur hijau. Perlakuan ekstrak biji bintaro konsentrasi 30% menunjukkan pola serupa. Dengan perubahan warna menjadi cokelat pada 5 HSA, hitam pada 7 HSA, dan pada 9 HSA tubuh mengeras serta tampak jamur hijau menutupi permukaannya. Perubahan warna kutu putih setelah pemberian ekstrak bintaro dapat dilihat pada Gambar 15.





Gambar 15. Perubahan Warna Kutu Putih, Perlakuan 0% Ekstrak Daun Bintaro (K0E1) (a); Perlakuan 0% Ekstrak Biji Bintaro (K0E2) (b); Perlakuan 5% Ekstrak Daun Bintaro (K1E1) (c); Perlakuan 5% Ekstrak Biji Bintaro (K1E2) (d); Perlakuan 15% Ekstrak Daun Bintaro (K2E1) (e); Perlakuan 15% Ekstrak Biji Bintaro (K2E2) (f); Perlakuan 30% Ekstrak Daun Bintaro (K3E1) (g); Perlakuan 30% Ekstrak Biji Bintaro (K3E2) (h); Sebelum Perlakuan (1); 3 HSA (2); 5 HSA (3); 7 HSA (4); 9 HSA (5)

Kutu putih awalnya berwarna putih dengan lapisan lilin pekat. Setelah pemberian ekstrak bintaro, kutu putih mengalami perubahan warna menjadi kuning, coklat, hingga hitam serta lapisan lilin (*honeydew*) perlahan memudar. Hasil ini sejalan dengan penelitian Nugroho *et al* (2024) yang melaporkan adanya penurunan lapisan lilin dan perubahan warna tubuh kutu putih setelah aplikasi ekstrak. Menurut Rahmadani *et al* (2021), ekstrak bintaro mengandung senyawa cerberin yang bersifat racun pencernaan dan racun via kontak, serta alkaloid yang dapat mendegradasi membran sel. Kerusakan sel akibat senyawa tersebut ditandai dengan perubahan warna pada tubuh kutu putih.

Selain itu, bintaro mengandung senyawa saponin dan steroid yang mampu mengganggu eksoskeleton dan menyebabkan kerusakan fisiologis yang ditandai dengan perubahan warna. Saponin mampu mengganggu enzim membran transport seperti $\text{Na}^+/\text{K}^+-\text{ATPase}$ dan H^+-ATPase menyebabkan gangguan pada susunan fasfolipid serta meningkatkan permeabilitas membrane yang berujung pada lisis sel (Febrianti *et al.*, 2022). Sedangkan steroid menurunkan sekresi gen penyandi protein kutikula dan enzim pembentuk kutin/kitin, sehingga pembentukan eksoskeleton menjadi tidak sempurna (Acconcia dan Maria, 2017).

Ekstrak biji bintaro menyebabkan perubahan warna kutu putih lebih cepat dibandingkan ekstrak daun pada konsentrasi 5% dan 15%, namun keduanya menunjukkan kecepatan perubahan warna yang sama pada konsentrasi 30%. Ekstrak biji bintaro menghasilkan perubahan warna kuning tertinggi pada konsentrasi 15% dan warna hitam tertinggi pada 30%, sedangkan ekstrak daun bintaro menghasilkan perubahan warna coklat tertinggi pada 15%. Rata-rata persentase perubahan warna kutu putih disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Presentase warna kutu putih (*Pseudococcus citriculus*) pada Pemberian Ekstrak Bintaro Setelah 12 HSA

Perlakuan		Jumlah Kutu Putih yang Diuji	Presentase Perubahan Warna Kutu Putih (%)		
Konsentrasi	Jenis Ekstrak		Kuning	Cokelat	Hitam
K0	E1	40	0	5	5
	E2	40	0	10	0
K1	E1	40	12,50	42,50	5
	E2	40	10	35	30
K2	E1	40	5	55	2,50
	E2	40	15	35	12,50
K3	E1	40	5	37,50	5
	E2	40	5	25	35,50
Rata-Rata		40	6,56	30,63	11,94

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa tingkat efektivitas semakin tinggi seiring dengan peningkatan konsentrasi. Perubahan warna kuning paling tinggi ditunjukkan pada perlakuan konsentrasi 15% ekstrak biji bintaro dengan presentase 15%. Perubahan warna cokelat tertinggi ditunjukkan pada perlakuan konsentrasi 15% ekstrak daun bintaro dengan presentase mencapai 55%. Sedangkan perubahan warna hitam tertinggi terlihat pada perlakuan konsentrasi 30% ekstrak biji bintaro dengan presentase mencapai 35,5%. Hal ini sesuai dengan temuan Nugroho *et al* (2024) tinggi rendahnya konsentrasi ekstrak dapat mempengaruhi perubahan warna pada kutu putih. Semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka perubahan warna kutu putih semakin gelap.

Ekstrak biji bintaro cenderung lebih berdampak pada konsentrasi yang lebih tinggi dengan dominansi perubahan warna hitam, sedangkan ekstrak daun bintaro lebih banyak menghasilkan perubahan warna cokelat pada konsentrasi yang lebih rendah yang menunjukkan kerusakan fisiologis sedang. Perubahan warna kuning relative konsisten pada rentang konsentrasi rendah hingga sedang. Hal ini diduga bahwa ekstrak daun bintaro dapat menyebabkan kerusakan fisiologis tanpa langsung membunuh sedangkan ekstrak biji bintaro mengakibatkan kerusakan fisiologis yang berat bahkan kematian kutu putih. Ilmiawati *et al* (2017) menyatakan bahwa kandungan cerberin pada biji bintaro lebih tinggi dibandingkan pada daun bintaro. Selain mengandung senyawa cerberin, biji bintaro juga menyimpan glikosida lain seperti odollon dan neritalosid yang meningkatkan efek toksisitas.

2. Perubahan Tingkah Laku Kutu Putih

Perubahan tingkah laku kutu putih mulai diamati 24 jam setelah pemberian perlakuan. Dalam perlakuan kontrol (tanpa aplikasi), kutu putih masih ditemukan hidup setelah 12 hari. Hal ini ditandai dengan pergerakan kutu putih yang masih aktif. Pada pemberian variasi konsentrasi secara meningkat, kutu putih mengalami penurunan pergerakan dan berkurangnya aktivitas makan. Hal ini ditunjukkan dengan daun jambu biji sebagai pakan yang mengering lebih lama dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal ini sesuai dengan temuan Susanti *et al* (2020) menyatakan bahwa ekstrak bintaro memiliki beberapa senyawa yang berfungsi sebagai *antifeedant* seperti fenol, flavonoid, tanin, serta terpenoid. Flavonoid dan terpenoid berperan sebagai repelan alami dengan memodulasi reseptor perasa pada mulut hama, sehingga konsumsi pakan berkurang dan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan hama. Pendapat ini juga didukung oleh Juliati *et al* (2016) yang menyatakan kadar senyawa toksik mempengaruhi perilaku hama seperti menurunkan aktivitas makan yang menyebabkan kematian. Senyawa toksik yang terserap dapat mempengaruhi metabolisme tubuh serangga, menghambat pertumbuhan dan perkembangan, serta mengakibatkan kematian pada serangga.

Dalam waktu 24 jam setelah pengaplikasian, pada sampel yang diberi perlakuan variasi konsentrasi dan jenis ekstrak bintaro menunjukkan kutu putih yang berpindah dan menjauhi bagian daun yang terpapar ekstrak bintaro. Hal yang sama juga dijumpai pada penelitian Mustiarif *et al* (2020) setelah periode 1-24 jam, kutu daun menghindari permukaan daun yang telah disemprotkan ekstrak daun bintaro. Kutu daun mengalami gejala keracunan berupa pergerakan tak berarah, kejang-kejang, dan terjadi perubahan warna.

Pada 3 HSA, kutu putih menunjukkan perilaku menekukkan badannya dan pergerakan yang melambat. Hal ini diduga disebabkan kandungan alkaloid pada ekstrak bintaro yang mampu mempengaruhi perilaku kutu putih. Menurut Ahdiyah dan Kristanti (2015) senyawa alkaloid mampu menghambat enzim asetilkolinesterase, yaitu neurotransmitter yang mengatur gerak otot pada organ. Dampak dari senyawa ini adalah gerakan serangga yang melambat dan selalu menekukkan badannya.