

**UJI EFEKTIVITAS KONSENTRASI DAN JENIS EKSTRAK
BINTARO (*Cerbera odollam*) TERHADAP PENGENDALIAN
HAMA KUTU PUTIH (*Pseudococcus citriculus*) PADA
TANAMAN JAMBU BIJI (*Psidium guajava* L.)**

SKIRPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Pertanian Pada
Jurusan Agroekoteknologi**



ROHIMAH

NIM : 4442210153

**JURUSAN AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
2025**

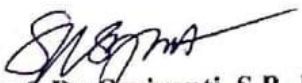
HALAMAN PENGESAHAN

Judul : UJI EFEKTIVITAS KONSENTRASI DAN JENIS EKSTRAK
BINTARO (*Cerbera odollam*) TERHADAP PENGENDALIAN
HAMA KUTU PUTIH (*Pseudococcus citriculus*) PADA
TANAMAN JAMBU BIJI (*Psidium guajava* L.)

Oleh : ROHIMAH
NIM : 4442210153

Serang, Desember 2025
Menyetujui dan Mengesahkan :

Dosen Pembimbing I,

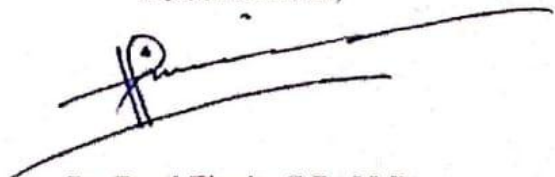

Prof. Dr. Susiyanti, S.P., M.P.
NIP. 197103112005012002

Dosen Pembimbing II,


Nur Iman Muztabidin, S.P., M.Sc.
NIP. 199110172019031007


Dekan,
Dr. Rini Imaningrum, S.Pi., M.Si.
NIP. 198309112009122005

Ketua Jurusan,


Dr. Dewi Firnia, S.P., M.P.
NIP. 197805302003122002

Tanggal Sidang : 9 Desember 2025

Tanggal Lulus : 09 DEC 2025

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rohimah

Nim : 4442210153

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul :

**“UJI EFEKTIVITAS KONSENTRASI DAN JENIS EKSTRAK BINTARO
(*Cerbera odollam*) TERHADAP PENGENDALIAN HAMA KUTU PUTIH
(*Pseudococcus citriculus*) PADA TANAMAN JAMBU BIJI (*Psidium
guajava* L.)”**

Adalah hasil saya sendiri bukan hasil jiplakan. Apabila dikemudian hari diketahui bahwa hasil penelitian saya merupakan jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai aturan hukum yang berlaku.

Serang, Desember 2025

Yang menyatakan,



Rohimah

ABSTRACT

This study aimed to examine the effectiveness of different concentration (5%, 15%, and 30%) and types of *Cerbera odollam* extracts (leaves and seeds) in controlling mealybug pests on guava plants. The research was conducted using a Completely Randomized Design (CRD) with two treatment factors and four replications for each treatment. Observation included mealybug mortality, lethal time 50% (LT50), morphological changes, and behavioral changes over 12 days after extract application. The results showed that extract concentration had a highly significant effect on mortality, LT50 and morphological changes, while the type of extract only had significant effect on color change. Mealybug mortality reached 100% at concentrations $\geq 5\%$ within 12 days after application, with the fastest LT50 (3 days) observed at 30% seed extract. Thus, the application of *Cerbera odollam* extracts with appropriate concentration could be an effective and sustainable pest control method for optimizing productivity guava plants.

Keywords : Biopesticide, Cerbera odollam, Lethal time 50%, Mortality, Pseudococcus citriculus.

RINGKASAN

Rohimah. 2025. Uji Efektivitas Konsentrasi dan Jenis Ekstrak Bintaro (*Cerbera odollam*) Terhadap Pengendalian Hama Kutu Putih (*Pseudococcus citriculus*) pada Tanaman Jambu Biji (*Psidium guajava* L.). Dibimbing oleh Prof. Dr. Susiyanti, S.P., M.P. dan Nur Iman Muztahidin, S.P., M.Sc.

Salah satu hama yang mengganggu dalam budidaya jambu biji adalah kutu putih (*Pseudococcus citriculus*). Pengendalian secara kimia dengan insektisida sintesis sering menimbulkan dampak negatif seperti residu, resistensi hama, dan kerusakan ekosistem. Oleh karena itu, diperlukan alternatif ramah lingkungan berupa pestisida nabati. Tanaman bintaro (*Cerbera odollam*) berpotensi sebagai pestisida nabati karena memiliki senyawa aktif hasil metabolit sekunder.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Dasar dan Perlindungan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dari bulan Mei hingga Juli 2025. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen Rancangan Acak Lengkap (RAL). Faktor perlakuan terdiri dari konsentrasi ekstrak bintaro (5%, 15%, dan 30%) serta jenis ekstrak (daun dan biji) bintaro, masing-masing diulang sebanyak 4 kali. Parameter yang diamati meliputi tingkat mortalitas, *lethal time* 50%, perubahan morfologi dan tingkah laku.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak bintaro berpengaruh sangat nyata terhadap mortalitas kutu putih, LT_{50} , dan perubahan morfologi, sedangkan jenis ekstrak hanya berpengaruh nyata terhadap perubahan morfologi. Perlakuan terbaik ditunjukkan pada konsentrasi 30% dengan mortalitas tertinggi, LT_{50} , dan perubahan warna kutu putih tercepat. Jenis ekstrak tidak memiliki perbedaan yang signifikan baik pada mortalitas ataupun LT_{50} . Namun ekstrak biji bintaro menunjukkan kerusakan lebih parah pada kutu putih dengan ditandai perubahan warna yang lebih tinggi.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kelancaran dalam menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Uji Efektivitas Konsentrasi dan Jenis Ekstrak Bintaro (*Cerbera odollam*) Terhadap Pengendalian Hama Kutu Putih (*Pseudococcus citriculus*) pada Tanaman Jambu Biji (*Psidium guajava* L.)”. Penulis menyadari, bahwa pada penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Susiyanti, S.P., M.P. sebagai Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan memberi arahan kepada penulis dalam penyusunan skripsi.
2. Nur Iman Muztahidin, S.P., M.Sc. sebagai Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan memberi arahan kepada penulis dalam penyusunan skripsi.
3. Julio Eiffelt Rossafelt Rumbiak, S.P., M.P., MPM sebagai Dosen Penelaah yang telah membimbing dan memberi arahan kepada penulis dalam penyusunan skripsi.
4. Widia Eka Putri, S.P., M.Agr., Sc. sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama masa perkuliahan.
5. Dr. Dewi Firnia, S.P., M.P., sebagai Ketua Jurusan Agoekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
6. Dr. Ririn Irnawati, S.Pi., M.Si., sebagai Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
7. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan dan doa yang tulus demi kesuksesan penulis.

Penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan tulisan ini.

Serang, Desember 2025

Penulis

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Rohimah lahir di Jakarta pada tanggal 8 September 2002. Penulis merupakan putri dari pasangan Bapak Syaefudin dan Ibu Siti Nuraitah. Penulis mengawali pendidikan di TK Al-Husnah pada tahun 2007 sampai tahun 2009. Penulis melanjutkan pendidikan di SDN 10 Pagi Kembangan Utara pada tahun 2009 hingga 2015, kemudian melanjutkan di SMPN 134 Jakarta sampai tahun 2018 serta menyelesaikan pendidikan menengah atas di SMAN 57 Jakarta dan lulus pada tahun 2021. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Universitas Sultan Ageng Tirtayasa melalui jalur Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat (SMM PTN-Barat).

Selama masa perkuliahan, penulis aktif di Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) *Tirtayasa Research and Academic Society* (TRAS) pada tahun 2022 sebagai anggota magang divisi kesekretariatan. Kemudian pada tahun 2023-2024, penulis aktif di Unit Kegiatan Mahasiswa Fakultas (UKM-F) Pecinta Tanaman (PCT) sebagai kepala sub divisi penyuluhan. Selain itu penulis juga mengembangkan potensi diri melalui kegiatan magang mandiri di UPT. Pengembangan Benih dan Proteksi Tanaman Hidroponik Center Cilangkap pada tahun 2024. Selanjutnya penulis mengikuti Kuliah Kerja Mahasiswa (KKM) di Desa Cimanggu, Kecamatan Cimanggu, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten sebagai seksi acara. Pada Januari 2025, penulis menjalani Kuliah Kerja Profesi (KKP) di Laboratorium Pengamatan Hama dan Penyakit (LPHP) Wilayah 1 Serang yang bertempat di Kawasan Sistem Pertanian Terpadu (SITANDU), Kecamatan Curug, Kota Serang.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan, dan arahan dari berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi berarti selama pelaksanaan penelitian hingga tahap akhir penulisan. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan apresiasi, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Syaefudin dan Ibu Siti Nuraitah, yang selalu memberikan doa, dukungan, dan kasih sayang tanpa henti. Terima kasih penulis ucapkan atas segala pengorbanan, restu, dan semangat yang tak pernah padam.
2. Prof. Dr. Susiyanti, S.P., M.P. sebagai Dosen Pembimbing I, yang telah dengan sabar membimbing penulis, membagikan ilmu, masukan serta arahan dalam setiap langkah penyusunan skripsi ini.
3. Nur Iman Muztahidin, S.P., M.Sc. sebagai Dosen Pembimbing II, yang telah dengan sabar membimbing penulis, membagikan ilmu, masukan serta arahan dalam setiap langkah penyusunan skripsi ini.
4. Julio Eiffelt Rossafelt Rumbiak, S.P., M.P., MPM sebagai Dosen Penelaah, yang telah dengan sabar membimbing penulis, membagikan ilmu, masukan serta arahan dalam setiap langkah penyusunan skripsi ini.
5. Widia Eka Putri, S.P., M.Agr., Sc. sebagai Dosen Pembimbing Akademik, yang telah membimbing, memberikan arahan, serta dukungan selama masa studi hingga penyusunan skripsi ini. Segala perhatian dan nasihat yang diberikan sangat berarti bagi penulis dalam menyelesaikan studi dengan baik.
6. Seluruh keluarga besar penulis yang telah memberikan doa dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
7. Kepada teman-teman seperjuangan yaitu Dias Yasmina Fajri, Ghonim Salma Aliifah, Sofia Shaula Hanin Rahmasari, Alda Septiyani, Yunita

Asmira Furnawanty, dan Nanda Desriani Fitryasa, yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi, memberikan semangat, dan menjadi bagian penting dalam perjalanan akademik ini.

8. Kepada Sutarsih, Ine Septia Ningrum, Helga Anindya Putri, Elsa Melinda, dan Shafira Rahmadani yang telah menjadi bagian dari *support system* penulis, memberi semangat, dan senantiasa meluangkan waktu untuk membantu penulis.
9. Terakhir dan tak kalah penting, kepada diri saya sendiri Rohimah, terima kasih sudah bertahan sejauh ini, menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan penuh tanggung jawab, walau berat namun masih tetap berjuang dan sabar menghadapi setiap tantangan. Terima kasih untuk terus belajar, selalu percaya dan yakin mampu mencapai titik ini. Skripsi ini adalah buah hasil perjalanan panjang dan berat, *but I did it*.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRACT	iv
RINGKASAN	v
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Hipotesis	4
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Botani Tanaman Bintaro (<i>Cerbera odollam</i>)	5
2.2 Kandungan Tanaman Bintaro (<i>Cerbera odollam</i>)	6
2.2.1 Flavonoid	7
2.2.2 Alkaloid	8
2.2.3 Saponin	9
2.2.4 Cerberin	10
2.2.5 Tanin	11
2.2.6 Steroid	12
2.3 Morfologi Kutu Putih (<i>Pseudococcus citriculus</i>)	13
2.4 Siklus Hidup Kutu Putih (<i>Pseudococcus citriculus</i>)	15
2.5 Botani Tanaman Jambu Biji (<i>Psidium guajava</i> L.)	18
2.6 Gejala Serangan Kutu Putih	20

BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Jenis, Lokasi, dan Waktu Penelitian	22
3.2 Alat dan Bahan	22
3.3 Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data	22
3.3.1 Rancangan Penelitian	22
3.3.2 Rancangan Analisis	23
3.3.3 Rancangan Respons	24
3.4 Pelaksanaan Penelitian	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Kondisi Umum Penelitian	29
4.2 Hasil dan Pembahasan	30
4.2.1 Mortalitas Kutu Putih (%)	30
4.2.2 <i>Lethal Time</i> 50% (LT ₅₀)	33
4.2.3 Perubahan Morfologi dan Tingkah Laku Hama Kutu Putih	35
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Simpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Morfologi Bintaro	6
Gambar 2. Struktur Senyawa Flavonoid.....	8
Gambar 3. Struktur Senyawa Alkaloid	9
Gambar 4. Struktur Senyawa Saponin	9
Gambar 5. Struktur Senyawa Cerberin	10
Gambar 6. Struktur Senyawa Tanin	11
Gambar 7. Struktur Senyawa Steroid.....	12
Gambar 8. <i>Pseudococcus citriculus</i>	14
Gambar 9. Morfologi Kutu Putih.....	15
Gambar 10. Siklus Hidup Kutu Putih	17
Gambar 11. Morfologi Jambu Biji	20
Gambar 12. Gejala Serangan Kutu Putih Tanaman Jambu Biji	21
Gambar 13. Susunan Sampel Kutu Putih.....	30
Gambar 14. Grafik Hasil Pengamatan LT ₅₀ pada Mortalitas Kutu Putih	33
Gambar 15. Perubahan Warna Kutu Putih	36

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kombinasi Perlakuan.....	23
Tabel 2. Hasil Analisis Sidik Ragam Mortalitas Kutu Putih Setelah Pemberian Ekstrak Bintaro.....	30
Tabel 3. Persentase Mortalitas Kutu Putih pada Pemberian Ekstrak Bintaro Setelah 12 HSA	31
Tabel 4. Presentase warna kutu putih pada Pemberian Ekstrak Bintaro Setelah 12 HSA	38
Tabel 5. Data Hama Mati pada Setiap Perlakuan.....	55
Tabel 6. Data <i>Lethal Time</i> 50% pada Perlakuan K_0E_1	58
Tabel 7. Data <i>Lethal Time</i> 50% pada Perlakuan K_0E_2	58
Tabel 8. Data <i>Lethal Time</i> 50% pada Perlakuan K_1E_1	59
Tabel 9. Data <i>Lethal Time</i> 50% pada Perlakuan K_1E_2	60
Tabel 10. Data <i>Lethal Time</i> 50% pada Perlakuan K_2E_1	60
Tabel 11. Data <i>Lethal Time</i> 50% pada Perlakuan K_2E_2	61
Tabel 12. Data <i>Lethal Time</i> 50% pada Perlakuan K_3E_1	62
Tabel 13. Data <i>Lethal Time</i> 50% pada Perlakuan K_3E_2	62
Tabel 14. Rata-Rata Hasil <i>Lethal Time</i> 50% Seluruh Perlakuan.....	63

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Jadwal Penelitian.....	50
Lampiran 2. Tata Letak Percobaan	51
Lampiran 3. Deskripsi Varietas <i>Cerbera odollam</i>	52
Lampiran 4. Deskripsi Varietas Jambu Biji Merah.....	53
Lampiran 5. Perhitungan Mortalitas Hama Kutu Putih	55
Lampiran 6. Sidik Ragam Mortalitas Kutu Putih	57
Lampiran 7. Hasil <i>Lethal Time</i> 50% Kutu Putih.....	58
Lampiran 8. Data Perubahan Warna pada Kutu Putih Menjadi Kuning, Cokelat, dan Hitam.....	64
Lampiran 9. Perhitungan Perubahan Warna Kutu Putih Menjadi Kuning.....	65
Lampiran 10. Perhitungan Perubahan Warna Kutu Putih Menjadi Cokelat.....	68
Lampiran 11. Perhitungan Perubahan Warna Kutu Putih Menjadi Hitam	71
Lampiran 12. Contoh Pengolahan Data Sidik Ragam	72
Lampiran 13. Dokumentasi Penelitian.....	77

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jambu biji (*Psidium guajava* L.) merupakan salah satu jenis buah yang banyak dikenal dan dikonsumsi masyarakat Indonesia. Jambu biji memiliki kandungan vitamin C, vitamin A, kalium, antioksidan, serat, zat besi, protein, magnesium dan folat yang baik untuk kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan jambu biji sebagai komoditas dengan nilai ekonomi yang tinggi. Banyaknya kandungan nutrisi dan manfaat pada buah jambu biji meningkatkan minat masyarakat untuk mengonsumsi buah ini (Bakara dan Fitrianingrum, 2016).

Menurut Badan Pusat Statistika (BPS) Provinsi Banten, data produksi jambu biji di Provinsi Banten terus mengalami penurunan tiap tahunnya. Pada tahun 2020 produksi jambu biji mencapai 6,6 ton/tahun, lalu mengalami penurunan di tahun 2021 hingga mencapai 5,1 ton/tahun. Terjadi kenaikan pada tahun 2022 yaitu 5,7 ton/tahun namun mengalami penurunan kembali di tahun 2023 hingga 3,2 ton/tahun. Salah satu kendala yang terjadi dalam produksi jambu biji di Banten adalah adanya serangan dari Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) berupa hama kutu putih.

Kutu putih (*Pseudococcus citriculus*) merupakan salah satu jenis kutu yang ditemukan pada tanaman jambu biji. Kutu putih ini bersifat polifag atau dapat menyerang berbagai jenis tanaman, seperti jambu biji, terung, dan kakao. Kutu putih biasanya melekat pada permukaan bawah daun untuk menyerap cairan tanaman yang mengakibatkan kerusakan fisik tanaman jambu biji (Huddin *et al.*, 2021). Selain itu, kutu putih mampu menghasilkan cairan manis yang dapat mengundang semut serta jamur jelaga. *P. citriculus* berasal dari Brazil lalu menyebar ke seluruh dunia kecuali daerah kutub. Penyebaran kutu putih di Indonesia pertama kali ditemukan di Bogor (Huddin *et al.*, 2021). Gejala utama yang ditimbulkan kutu putih pada tanaman jambu biji adalah daun dan buah yang mengering dan berubah warna menjadi hitam (Rohman *et al.*, 2024).

Pengendalian hama kutu putih dapat dilakukan dengan menggunakan insektisida ataupun predator alami seperti *Cryptolaemus montrouzieri ladybugs*

(Fanani *et al.*, 2024). Umumnya petani menggunakan insektisida jenis Decis untuk pengendalian yang lebih efektif. Namun penggunaan insektisida dengan konsentrasi yang tidak tepat dapat berdampak negatif bagi perkembangan kutu putih. Pemakaian pestisida kimia memang dianggap lebih efektif dalam mengendalikan serangan hama (Jumardi dan Sulaiman, 2024). Pemakaian pestisida kimia ini tak jarang tidak sesuai aturan atau digunakan secara berlebihan. Dampak yang dapat ditimbulkan berupa residu pestisida yang tertinggal dalam tanah, air, ataupun produk hasil pertanian dan meningkatkan resiko resistensi pada hama. Pada skala yang lebih besar, pestisida dapat membunuh organisme non target sehingga mengganggu keseimbangan ekosistem. Dalam konsep pengendalian hama terpadu (PHT) pemakaian pestisida merupakan opsi terakhir untuk digunakan. Oleh karena itu diperlukan upaya alternatif lain dalam pengendalian hama yang lebih ramah lingkungan. Salah satunya menggunakan daun dan biji bintaro yang memiliki potensi sebagai pestisida nabati (Sinambela, 2024).

Pestisida nabati atau biopestisida adalah senyawa organik yang ditemukan pada suatu individu yang bersifat toksik dan dapat menghambat atau membunuh hama dan penyakit tanaman. Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang melimpah dan sangat berpotensi sebagai proteksi hayati. Terdapat lebih dari 2000 jenis tanaman yang mengandung bahan aktif pestisida. Bahan aktif tersebut seperti flavonoid, alkaloid, tannin, dan saponin (Teddy *et al.*, 2019). Berbagai penelitian terhadap beberapa tanaman yang memiliki potensi sebagai pestisida nabati telah banyak dilakukan. Indonesia memiliki berbagai tanaman yang mempunyai potensi sebagai pestisida nabati seperti *Tephrosia vogelii*, *Annona squamosa*, *Cinnamomum multiflorum*, *Piper cubeba*, *Tagetes erecta*, *Acorus calamus*, *Alpinia galanga*, *Curcuma longa*, *Piper nigrum*, *Piper retrofractum*, dan *Sphagneticola trilobata* (Turhadi *et al.*, 2020).

Salah satu tanaman di Indonesia yang memiliki potensi sebagai pestisida nabati adalah bintaro (*Cerbera odollam*). Tanaman bintaro adalah tanaman tropis yang banyak ditemukan di Indonesia namun belum dimanfaatkan secara maksimal. Umumnya tanaman ini hanya digunakan sebagai tanaman peneduh dan tanaman hias. Tanaman bintaro termasuk kedalam tanaman beracun dari famili *Apocynacea* (Turhadi *et al.*, 2020). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Sangkal *et al* (2020)

ditemukan senyawa flavonoid, saponin, tannin, alkaloid, dan steroid pada daun dan buah bintaro. Sifat tanaman bintaro yang beracun serta mengandung bahan aktif menjadikannya sebagai bahan alami berpotensi sebagai pestisida nabati.

Tanaman bintaro memiliki racun yang tersebar di berbagai bagian, baik daun, batang, biji, dan bunganya. Tanaman ini menghasilkan senyawa aktif yang merupakan hasil metabolit sekunder. Pada daun bintaro ditemukan senyawa aktif berupa alkaloid, saponin, flavonoid, dan cerberin. Senyawa aktif tersebut dapat digunakan sebagai *repellent* dan *antifeedant* (Sholahuddin *et al.*, 2018). Sedangkan pada bagian biji ditemukan senyawa aktif berupa alkaloid (cerberin, nitritolin, dan theven), steroid, terpenoid, dan saponin yang dapat menyebabkan serangan jantung dan kematian mendadak (Murdja dan Djajaneegara, 2019).

Setiap satu biji bintaro mengandung senyawa aktif flavonoid, steroid, saponin dan tanin yang bersifat racun pada serangga, sehingga dapat dijadikan sebagai pestisida nabati. Menurut penelitian Sa'diyah *et al* (2013) diketahui konsentrasi ekstrak biji bintaro sebanyak 2% mampu menghambat pembentukan pupa pada *Spodoptera litura*. Sedangkan penelitian Utami (2010) menjelaskan ekstrak daun dan daging buah bintaro bersifat racun pada larva *Eurema spp.* Kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa baik biji dan daun bintaro dapat dijadikan sebagai pestisida nabati.

Berdasarkan hasil penelitian Nuralia (2023) pemberian ekstrak daun bintaro dengan konsentrasi 30% efektif dalam menghambat dan membunuh hama kutu putih pada tanaman cabai. Sedangkan pemberian ekstrak daun bintaro dengan konsentrasi 40% lebih efektif dalam waktu kematian hama kutu putih yaitu selama 2 hari dan 3 malam *lethal time* 50%. Sedangkan berdasarkan hasil penelitian Mustiarif *et al* (2020) konsentrasi 5% ekstrak biji bintaro memiliki nilai mortalitas hingga mencapai 94%. Hal ini dipengaruhi perbedaan kadar senyawa aktif pada daun dan biji bintaro.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka diperlukan penelitian terkait uji efektivitas konsentrasi dan jenis ekstrak bintaro (*Cerbera odollam*) terhadap pengendalian hama kutu putih (*Pseudococcus citriculus*) pada tanaman jambu biji (*Psidium guajava* L.).

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapakah konsentrasi ekstrak bintaro (*Cerbera odollam*) yang memberikan pengaruh terbaik dalam pengendalian hama kutu putih (*Pseudococcus citriculus*) tanaman jambu biji (*Psidium guajava* L.)?
2. Manakah jenis ekstrak bintaro (*Cerbera odollam*) yang memberikan pengaruh terbaik dalam pengendalian hama kutu putih (*Pseudococcus citriculus*) pada tanaman jambu biji (*Psidium guajava* L.)?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh terbaik dari pemberian konsentrasi dan jenis ekstrak bintaro (*Cerbera odollam*) dalam pengendalian hama kutu putih (*Pseudococcus citriculus*) pada tanaman jambu biji (*Psidium guajava* L.).

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk mengetahui efektivitas konsentrasi dan jenis ekstrak bintaro (*Cerbera odollam*) dalam mengendalikan serangan hama kutu putih (*Pseudococcus citriculus*) pada tanaman jambu biji.

1.5 Hipotesis

1. Penggunaan ekstrak bintaro (*Cerbera odollam*) dengan konsentrasi 30% memberikan pengaruh terbaik terhadap pengendalian hama kutu putih (*Pseudococcus citriculus*) pada tanaman jambu biji (*Psidium guajava* L.).
2. Penggunaan ekstrak biji bintaro (*Cerbera odollam*) memberikan pengaruh terbaik terhadap pengendalian hama kutu putih (*Pseudococcus citriculus*) pada tanaman jambu biji (*Psidium guajava* L.).
3. Terdapat pengaruh interaksi antara konsentrasi ekstrak bintaro dengan jenis ekstrak bintaro yang digunakan terhadap efektivitas pengendalian pada hama kutu putih (*Pseudococcus citriculus*) pada tanaman jambu biji (*Psidium guajava* L.).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani Tanaman Bintaro (*Cerbera odollam*)

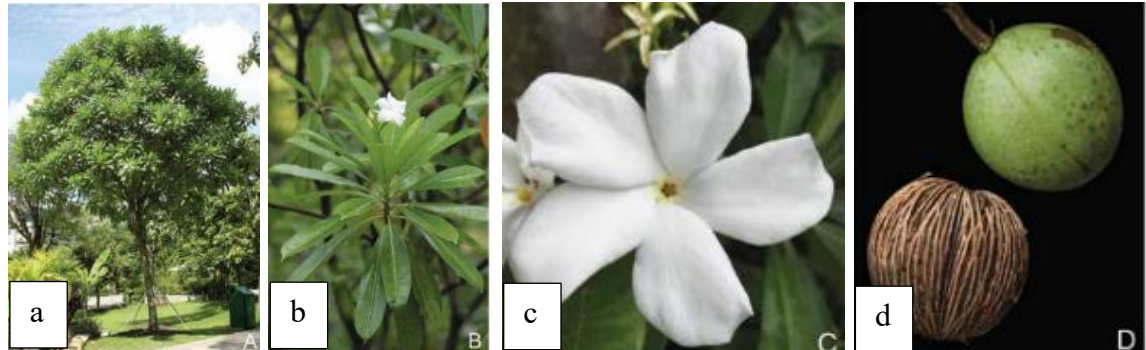
Dalam sistem botani dan sistematika tanaman bintaro memiliki susunan klasifikasi sebagai berikut (Saxena *et al.*, 2023):

Kingdom	: Plantae
Phylum	: Magnoliophyta
Class	: Magnoliopsida
Subclass	: Asteridae
Ordo	: Gentianales
Family	: Apocynacea
Genus	: Cerbera
Spesies	: <i>Cerbera odollam</i> Gaertn

Bintaro adalah tanaman bakau tropis yang banyak ditemukan di Asia dan digunakan sebagai pohon peneduh atau dekorasi kota. Bintaro termasuk tanaman *angiospermae* dikotil dalam keluarga *Apocynacea* yang beracun (Menezes *et al.*, 2018). Tanaman ini memiliki beberapa nama berbeda di Indonesia, seperti pohon pong-pong, mangga laut, babuto, dan gurita kayu. Tanaman bintaro memiliki karakteristik batang yang kuat dan dapat tumbuh dengan cepat. Rata-rata tinggi pohon bintaro berkisar antara 4-6 m, memiliki daun hijau tua yang mengkilap, berbetuk bulat dengan warna bunga putih dan kuning, serta memiliki aroma seperti melati (Saxena *et al.*, 2023).

Tanaman Bintaro memiliki batang kayu berukuran sedang dengan permukaan batang yang halus berwarna cokelat keabu-abuan. Bentuk daun bintaro elips atau lanset dengan ujung daun meruncing, berwarna hijau tua mengkilap, tersusun secara bertumpuk spiral di sepanjang ranting. Daun yang telah layu akan berubah warna menjadi jingga sebelum jatuh dari pohon (Izzah, 2025). Bunga tanaman bintaro memiliki bentuk khas dengan jumlah kelopak lima berwarna putih dengan warna kuning di bagian tengah bunga. Bunga bintaro terletak pada ujung-ujung ranting dan memiliki harum yang cukup kuat. Buah bintaro berbentuk bulat dengan permukaan kulit buah yang licin dan keras. Saat masih muda buah akan berwarna

hijau atau kuning dan berubah menjadi coklat atau oranye saat sudah matang. Di dalam buah bintaro terdapat biji berukuran besar dan memiliki cangkang. Bentuk biji buah bintaro sangat khas dengan kulit biji berserat tebal (Amelya *et al.*, 2023).



Gambar 1. Morfologi Bintaro, Pohon Dewasa (a); Daun (b); Bunga (c); Buah dan Biji (d)
(Sumber: Middleton dan Rodda, 2019)

2.2 Kandungan Tanaman Bintaro (*Cerbera odollam*)

Terdapat kandungan racun pada seluruh bagian tanaman bintaro. Kandungan racun tertinggi ditemukan pada bagian biji. Setiap biji bintaro mengandung senyawa racun golongan alkaloid seperti cerberine, nitritolin, dan theven. Selain itu biji bintaro juga memiliki kandungan steroid, terpenoid, dan saponin yang dapat menyebabkan kematian mendadak jika dikonsumsi. Daun tanaman bintaro mengandung senyawa bioaktif alami yang menunjukkan aktivitas sitotoksik. Senyawa bioaktif tersebut adalah alkaloid, terpenoid, dan tannin yang memiliki sifat antimikroba dan analgesik. Baik daun ataupun buah bintaro memiliki sifat anti jamur yang berpotensi menghambat dan membunuh jenis jamur apapun. Berbagai fitokimia esensial telah dilaporkan ditemukan di Bintaro, seperti steroid, tanin, terpenoid, flavonoid, fenol, saponin, glikosida jantung, lignan, dan iridoid di berbagai bagian tanaman seperti daun, batang, dan akar. Dengan demikian, tanaman bintaro dapat digunakan sebagai bioinsektisida organik, pestisida nabati, dan larvasida (Saxena *et al.*, 2023).

Tanaman bintaro mampu menghasilkan asam oleat yang dapat digunakan sebagai insektisida terhadap rayap tanah dan rayap kayu kering. Senyawa aktif lainnya seperti flavonoid tersebar di seluruh bagian tanaman bintaro. Senyawa ini resistensi terhadap infestasi serangga dan efek anti pakan. Daun bintaro

mengandung berbagai komponen dari metabolis sekunder. Senyawa metabolit sekunder adalah senyawa dengan berat molekul rendah yang ada dalam jumlah kecil pada organisme penghasilnya. Senyawa ini tidak berfungsi sebagai komponen utama dalam metabolisme atau sebagai penopang vital kehidupan organisme tersebut, melainkan sebagai pendukung, seperti agen pertahanan diri, perlawanan terhadap penyakit, atau kondisi kritis (Nugroho, 2017).

Daun bintaro mengandung berbagai senyawa aktif yang bersifat toksik, seperti saponin, tannin, alkaloid, alkenyl fenol, flavonoid dan terpenoid. Senyawa-senyawa tersebut dapat berdampak positif terhadap mortalitas dan menghambat pertumbuhan serangga dan hama (Sholeha, 2021). Kandungan daun *M. citrifolia* dan *C. odollam* memiliki senyawa aktif yang hampir sama, yaitu saponin, alkaloid, flavonoid, tannin, minyak atsiri dan antrakuinon. Selain itu daun *C. odollam* memiliki senyawa cerberin yang berperan dalam mortalitas ulat (Luqman dan Yuliani, 2023).

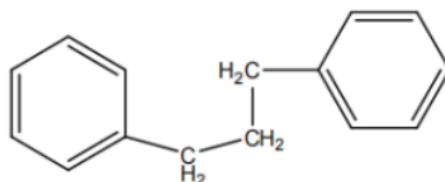
2.2.1 Flavonoid

Flavonoid adalah kelompok senyawa polifenolik yang ditemukan pada tanaman dan merupakan jenis fenolik terbesar di alam. Struktur dasar flavonoid terdiri dari 15 atom karbon, dimana dua cincin benzene (C6) terhubung melalui rantai propane (C3), membentuk pola C6-C3-C6. Pada daun bintaro, flavonoid memiliki efek toksik, bersifat antimikroba sebagai perlindungan terhadap patogen, serta berfungsi sebagai *antifeedant*. Flavonoid adalah senyawa polifenol yang mengandung beberapa gugus hidroksi, menjadikannya cenderung bersifat polar (Wahidah, 2018).

Flavonoid merupakan senyawa metabolit sekunder dari polifenol dan banyak ditemukan pada tumbuhan hijau. Flavonoid ditemukan hampir diseluruh tumbuhan yang dapat memproduksi pigmen warna kuning, merah, oranye, biru, dan ungu, baik pada bagian bunga, buah dan daun. Contoh tanaman pangan yang mengandung yaitu teh, anggur merah, apel, bawang dan tomat. Flavonoid memiliki efek antivirus, anti inflamasi, dan antioksidan (Arifin dan Sanusi, 2018).

Senyawa flavonoid berperan sebagai racun saraf dan racun pernapasan (Luqman dan Yuliani, 2023). Partikel senyawa flavonoid masuk ke tubuh serangga melalui kutikula secara difusi dan spirakel yang terhubung langsung dengan trakea (Haningtias *et al.*, 2022) Senyawa flavonoid dapat berperan sebagai racun yang

melemahkan saraf pada beberapa bagian organ vital serangga, seperti organ pernapasan. Senyawa flavonoid bekerja dengan cara menghambat sistem pengangkutan elektron pada mitokondria sehingga aliran energi sel organ pernapasan terganggu dan menurunkan laju reaksi kimia pada serangga (Ahdiyah dan Kristanti, 2015).



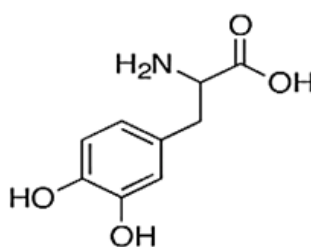
Gambar 2. Struktur Senyawa Flavonoid
(Sumber: Ayu *et al.*, 2024)

2.2.2 Alkaloid

Senyawa alkaloid pada ekstrak daun bintaro dapat berperan sebagai racun secara kontak dan racun pencernaan. Senyawa alkaloid berbetuk garam yang dapat mendegradasi membran sel saluran pencernaan agar dapat masuk kedalam dan merusak sel (Amelia, 2022). Alkaloid merupakan senyawa metabolit sekunder yang tersedia dalam jumlah besar. Salah satu ciri khusus dari alkaloid adalah terdapat satu atau lebih atom nitrogen pada senyawa siklik. Struktur alkaloid sangatlah beragam namun secara umum memiliki cincin heterosilik dengan atom nitrogen. Alkaloid bekerja sebagai pelindung tumbuhan dari serangan serangga herbivora dengan mempengaruhi tingkah laku dan fisiologi serangga. Ciri lainnya dari alkaloid adalah rasanya yang pahit, contohnya kokain pada tanaman koka (*Erythroxylon coca*) dan yang paling beracun atropine pada *Atropa belladonna* (Dadang, 2023).

Alkaloid memiliki berbagai fungsi dan manfaat. Hampir seluruh alkaloid yang ditemukan di alam memiliki sifat racun dan ada yang dapat dijadikan obat seperti kuinin, morfin dan striknin. Dalam bidang kesehatan senyawa alkaloid dapat memicu sistem saraf, menaikkan tekanan darah, mengurangi rasa sakit, antimikroba, dan obat penyakit jantung. Sedangkan pada tumbuhan, alkaloid berfungsi sebagai pelindung tanaman dari serangga hama dan pengatur kerja hormon (Djoronga *et al.*, 2014).

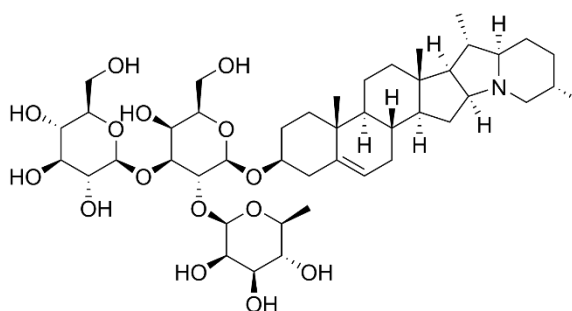
Sifat alkaloid yang cepat larut memudahkannya menyerap melalui kutikula dan *trachea* serangga untuk merusak fungsi sel serangga (Bate, 2019). Senyawa alkaloid mampu mendegradasi membran sel pada saluran pencernaan. Alkaloid mampu menghambat enzim asetilkolinesterase, yaitu neurotransmitter yang mengatur gerak otot pada organ termasuk organ pencernaan sehingga menghambat aktivitas pencernaan. Dampak dari senyawa ini adalah gerakan serangga yang melambat dan selalu menekukan badannya (Ahdiyah dan Kristanti, 2015).



Gambar 3. Struktur Senyawa Alkaloid
(Sumber: Luringunusa *et al.*, 2023)

2.2.3 Saponin

Senyawa saponin pada ekstrak daun bintaro memiliki gugus glikosil yang bertindak sebagai gugus polar dan gugus steroid dan triterpenoid yang berfungsi sebagai gugus nonpolar (Wahidah, 2018). Saponin memiliki struktur molekul dengan rangkaian atom C dan H. Kerangka dasar senyawa saponin tersusun atas monosakarida dan disakarida. Apabila saponin terhidrolisis maka akan membentuk aglikon (Ngginak *et al.*, 2021).



Gambar 4. Struktur Senyawa Saponin
(Sumber: Luringunusa *et al.*, 2023)

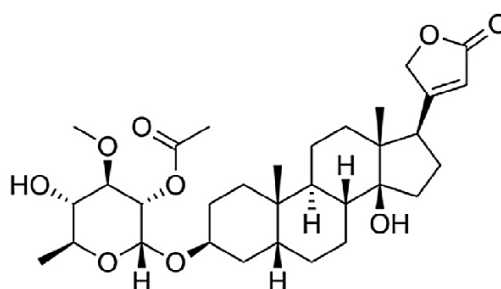
Senyawa saponin bekerja dengan merusak membran sel pada larva dan menyebabkan lisis pada sel-sel organisme. Senyawa saponin bekerja dengan

menurunkan kemampuan makan pada serangga (Wahidah, 2018). Saponin dapat masuk kedalam tubuh serangga melalui penyerapan kutikula. Senyawa ini dapat menurunkan tegangan permukaan sehingga senyawa toksis lain seperti flavonoid, alkaloid dan glikosida mudah untuk masuk (Haningtias *et al.*, 2022).

Saponin merupakan racun pencernaan yang bekerja dengan mengganggu enzim membran transport seperti Na^+/K^+ -ATPase dan H^+ -ATPase menyebabkan gangguan pada susunan fasfolipid serta meningkatkan permeabilitas membrane yang berujung pada lisis sel. Rusak dan kebocoran sel yang terjadi menurunkan produksi sekresi dan enzim pencernaan sehingga nutrisi sulit terserap (Febrianti *et al.*, 2022). Saponin pada daun bintaro memiliki kemampuan menghambat pengelupasan eksoskeleton larva sehingga tidak dapat berkembang ke tahap hidup selanjutnya (Dwi, 2019). Saponin berikatan dengan kompleks kolesterol yang menyebabkan kegagalan *ecdysis* (pergantian kulit) pada serangga (Qasim *et al.*, 2020).

2.2.4 Cerberin

Sebagian besar bagian dari tanaman bintaro mengandung racun cerberin. Hasil skrining yang telah dilakukan, fitokimia ekstrak metanol daun bintaro mengandung flavonoid, sterol, saponin, dan tannin. Senyawa cerberin adalah senyawa golongan alkaloid atau glikosida dan merupakan senyawa monoasetil neriifolin. Cerberin merupakan senyawa yang bersifat kardiotoxin yang dapat mengganggu aktivitas sistem sirkulasi pada larva dengan cara kerja menghambat saluran ion kalsium yang dapat menyebabkan kematian larva. Cerberin diduga berperan dalam mortalitas serangga uji (Dwi, 2019).

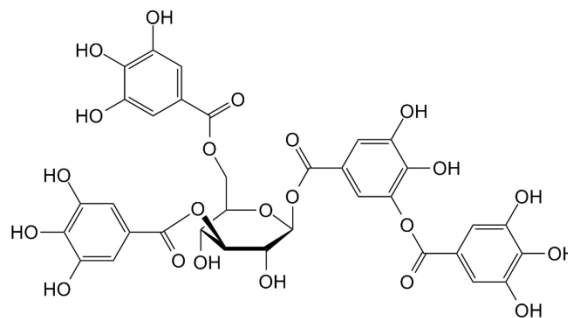


Gambar 5. Struktur Senyawa Cerberin
(Sumber: Azmi *et al.*, 2016)

Senyawa cerberin mampu masuk melalui kutikula dengan cara kontak langsung dan melalui aktivitas makan (oral). Pada mekanisme penetrasi melalui kutikula, cerberin terserap dibantu oleh senyawa saponin pada bintaro yang dapat meningkatkan efektivitas penetrasi. Setelah senyawa cerberin berhasil masuk kemudian didistribusikan melalui hemolimfa ke seluruh tubuh serangga termasuk otot jantung (Chan *et al.*, 2025). Cerberin adalah glikosida jantung dalam kelompok cardenolide. Senyawa ini bekerja serupa dengan digoksin, sehingga toksisitas *Cerbera odollam* menimbulkan gejala yang hampir identik dengan keracunan akut digoksin. Paparan dalam dosis tinggi membawa resiko kematian paling tinggi. Mekanisme kerjanya melibatkan penghambatan enzim Na^+/K^+ -ATPase pada sel kardiomyosit, yang mengakibatkan berkurangnya frekuensi denyut jantung namun meningkatnya kontraktilitas otot jantung (Menezes *et al.*, 2018).

2.2.5 Tanin

Tanin dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu tanin terhidrolisis dan tanin terkondensasi. Tanin terhidrolisis merupakan polimer ester antara asam galat atau asam elagat dengan molekul gula, sedangkan tanin terkondensasi merupakan polimer flavonoid yang terbentuk melalui ikatan karbon-karbon, umumnya melibatkan senyawa katekin dan gliokatekin (Luringunusa *et al.*, 2023).



Gambar 6. Struktur Senyawa Tanin
(Sumber: Luringunusa *et al.*, 2023)

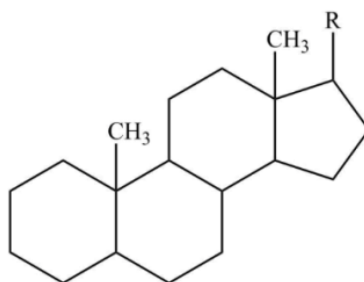
Tanin merupakan senyawa yang dapat menghambat proses pencernaan makanan dengan mengganggu penyerapan protein. Selain itu, tannin dapat menghambat kerja enzim digestif seperti protease dan amilase. Tanin memiliki ciri berupa rasa yang agak pahit dan sepat pada mulut. Senyawa tanin mampu masuk kedalam tubuh serangga baik melalui penyerapan kutikula ataupun terhirup. Tanin dapat mengganggu perkembangan dan metabolisme hama. Tanin juga dapat

berfungsi sebagai penolak makan karena sifatnya yang astringen. Tanin mengikat protein pada sistem pencernaan dan mengurangi kemampuan sistem pencernaan (Dwi, 2019).

2.2.6 Steroid

Steroid memiliki struktur dasar berupa tiga lingkaran enam perhydro fenantren dan terfidu menjadi lingkaran lima. Steroid terdiri dari hidrokarbon yang tersiklik jenuh dengan 17 atom karbon (1,2 siklopentenoperhidrofeenantren) (Salempa dan Muharram, 2016). Steroid memiliki peran penting dalam tubuh, yaitu membantu mengatur keseimbangan garam, mengontrol proses metabolisme, serta meningkatkan fungsi organ reproduksi dan perbedaan aktivitas biologis antar jenis kelamin (Nasrudin *et al.*, 2017).

Steroid pada ekstrak daun bintaro dapat bekerja dalam menghambat pergantian kulit pada hama atau biasa disebut *molting*. Hal ini terjadi karena bentuk struktur steroid mirip dengan hormon edisol yang berperan dalam pergantian kulit (Amelia, 2022). Steroid memiliki fungsi sebagai penjaga keseimbangan garam dan mengendalikan metabolisme. Steroid merupakan jenis lipid dengan struktur empat cincin karbon (Maryam *et al.*, 2020). Senyawa steroid mampu menghambat proses pergantian kulit pada larva (Dwi, 2019).



Gambar 7. Struktur Senyawa Steroid
(Sumber: Ismail *et al.*, 2023)

Molekul steroid yang bersifat lipofilik dapat menembus lapisan lilin pada kutikula dan epidermis melalui proses difusi transkutikuler, terutama jika terdapat pelarut atau surfaktan yang membantu melarutkan lapisan lilin tersebut. Setelah terserap, senyawa steroid masuk kedalam hemolimfa dan kemudiam mencapai jaringan sasaran seperti epidermis serta kelenjar hormon (kelenjar protoraks). Di dalam tubuh serangga, steroid ini berperan sebagai agonis atau antagonis palsu

terhadap reseptor ecdysone (EcR/USP), sehingga mengganggu regulasi hormon ecdysteroid yang berperan dalam proses pergantian kulit (molting). Gangguan pada reseptor tersebut menyebabkan penurunan sekresi gen penyandi protein kutikula dan enzim pembentuk kutin/kitin, yang pada akhirnya menghasilkan kutikula baru yang tidak sempurna, tipis, atau cacat (Acconcia dan Maria, 2017).

2.3 Morfologi Kutu Putih (*Pseudococcus citriculus*)

Kutu putih merupakan hama yang menyerang berbagai tanaman termasuk tanaman jambu biji. Dalam sistem taksonomi, kutu putih memiliki susunan klasifikasi sebagai berikut (Miller, 2002):

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Hemiptera
Subordo	: Sternorrhyncha
Famili	: Pseudococcidae
Genus	: Pseudococcus
Spesies	: <i>Pseudococcus citriculus</i>

Kutu putih (*mealybugs*) merupakan hama yang berperan penting dalam merusak tanaman hortikultura, perkebunan, dan tanaman hias. Salah satu spesies yang sering dijumpai adalah *Pseudococcus citriculus*, yang berasal dari Amerika Selatan yaitu Brazil. Jenis *Pseudococcus* spp. diketahui menyerang berbagai tanaman buah dan hortikultura, dan penyebarannya telah dilaporkan luas di daerah beriklim tropis dan subtropis, termasuk Asia Tenggara (seperti Indonesia, Malaysia, dan Filipina), Asia Selatan (India dan Sri Lanka), Asia Timur (Tiongkok dan Jepang), Australia, beberapa wilayah di Afrika, serta kawasan mediterania (Bhat dan Rao, 2020).

Kutu putih masuk ke Indonesia diperkirakan pada tahun 2008 yang menyebar di wilayah Bogor. Serangga invansif ini diduga masuk ke Indonesia melalui tanaman hias yang diimpor dari Amerika. Sampai saat ini penyebaran kutu putih sudah ada diberbagai wilayah Indonesia seperti pulau Jawa dan Sumatera (Amaliah, 2023). Kutu putih bersifat polifak atau dapat menyerang berbagai jenis tanaman. Spesies

Pseudococcus citriculus memiliki tanaman inang utama berupa berbagai jenis tanaman dalam famili *Citrus* spp. atau tanaman jeruk (Telli dan Abdurrahman, 2019). Kutu putih juga menyerang beberapa jenis tanaman lain seperti mangga, jambu, alpukat, anggur dan tanaman tropis lainnya (Nasution, 2012).

Kutu putih dapat menjadi vektor pembawa penyakit pada tanaman, terutama virus dan masalah sekunder yang berkaitan dengan sekresi madu (*honeydew*) dan pertumbuhan jamur jelaga. Kutu putih menjadi vektor untuk virus jenis ampelovirus yang menyebabkan penyakit *leafroll* pada tanaman anggur. Contoh lainnya yaitu penyakit layu nanas (*pineapple wilt disease*) yang disebabkan oleh virus PMWaV yang dibawa oleh kutu putih (Casteel dan Falk, 2016). Sekresi madu dapat memicu pertumbuhan jamur jelaga (*Sooty mold*) yang menurunkan fotosintesis dan kualitas daun serta buah (Telli dan Abdurrahman, 2019).

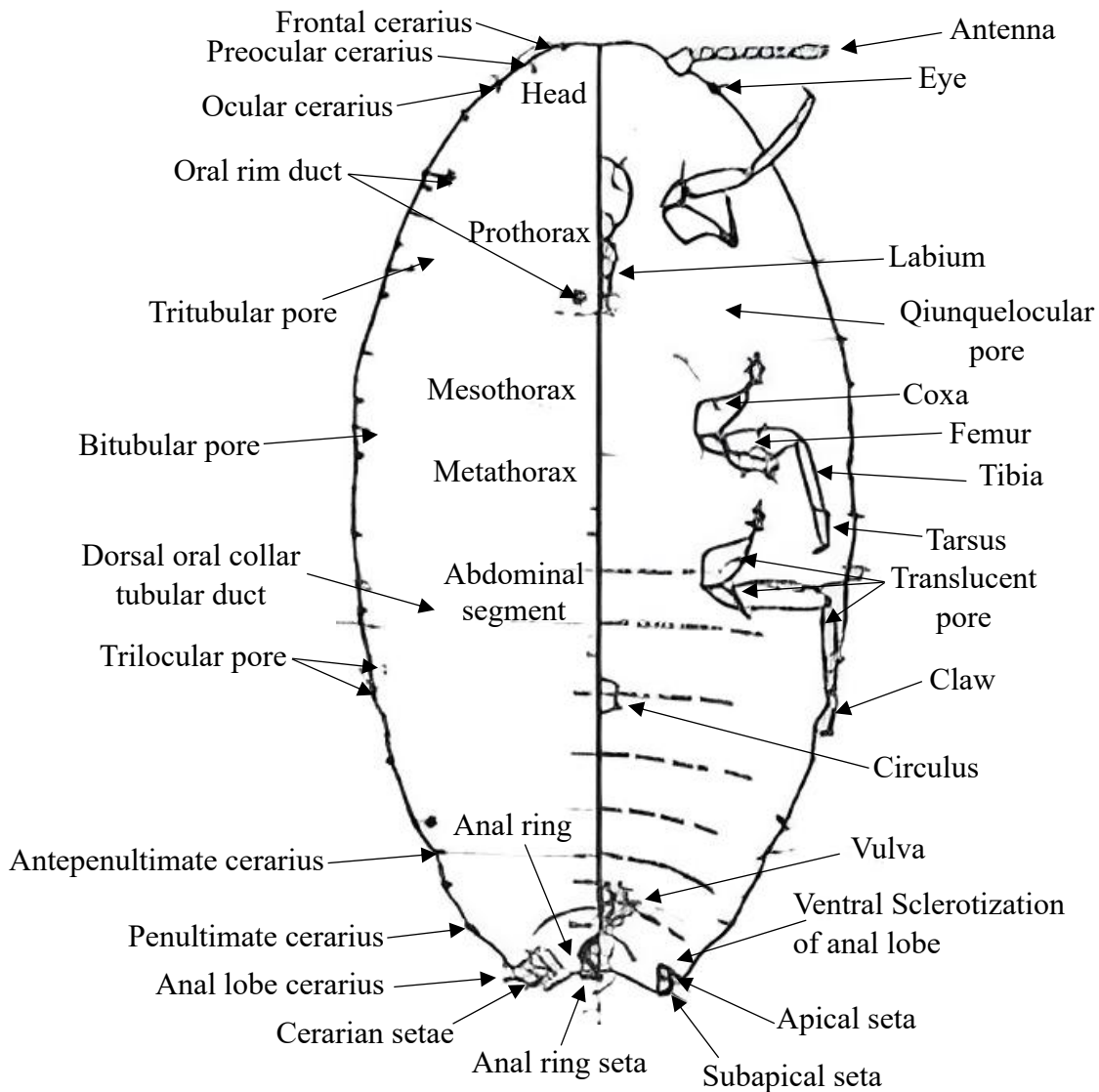
Kutu putih memiliki karakteristik khusus yaitu adanya lapisan lilin dari hasil sekresi porus kutikula. Kutu putih betina mengalami pergantian kulit dan menjadi pasif dalam pergerakan dan perkembangannya saat dewasa. Kutu putih memiliki panjang berkisar 0,3 mm dan lebar 0,15 mm. Kutu putih dewasa dapat bertahan hidup selama 5 hari. Bentuk tubuh kutu putih adalah oval, bulat memanjang, memiliki vulva pada bagian perut. Kutu putih memiliki 6 hingga 9 segmen antena dengan ukuran yang beragam. Terdapat organ serari pada kerah mulut yang berfungsi untuk menghasilkan lilin, digunakan untuk membuat kantung telur (Febriastuti, 2023).



Gambar 8. *Pseudococcus citriculus*
(Sumber: Watson, 2016)

Pada kutu putih memiliki ciri morfologi yang khas, sehingga sering digunakan dalam proses identifikasi. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Rebu dan Rauf (2018) terdapat beberapa ciri pada morfologi kutu putih, yaitu memiliki 9 ruas

pada sepasang antena yang terletak dibagian kepala, memiliki 18 pasang serasi, terdapat 32-68 buah pori quinquelocular yang tersebar dari bagian kepala hingga bagian clypheolabral, memiliki pori multilocular pada bagian toraks dan tepi dorsal, dan memiliki sirkulus berbentuk seperti tanduk.



Gambar 9. Morfologi Kutu Putih
(Sumber: Amaliah, 2023)

2.4 Siklus Hidup Kutu Putih (*Pseudococcus citriculus*)

Siklus hidup kutu putih terdiri dari beberapa tahap antara lain telur, nimfa, dan imago. Setiap fase kehidupan memiliki waktu yang berbeda-beda. Fase telur memiliki waktu sekitar 7,55 hari, fase nimfa pertama selama 4,58 hari, stadium

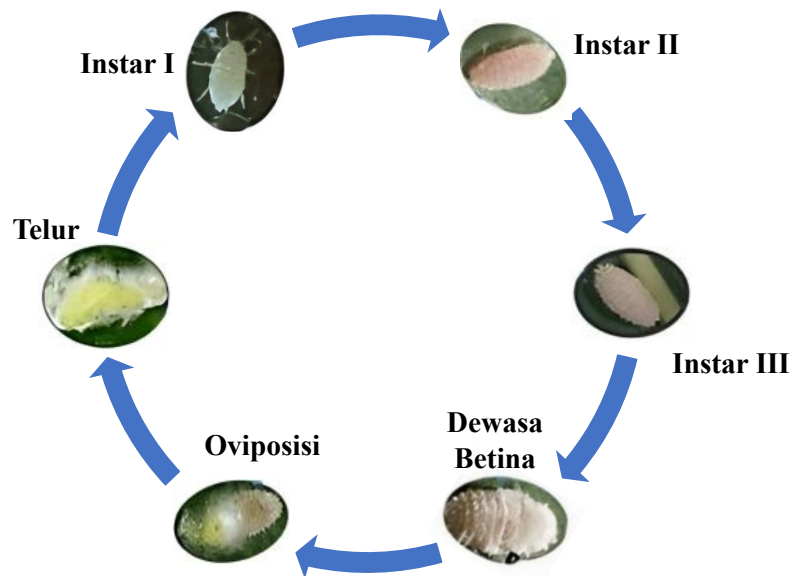
nimfa kedua selama 4,2 hari, dan stadium nimfa ketiga selama 4,58 hari. Kutu putih memiliki 20,9 hari dalam satu siklus hidupnya. Telur menetas pada hari ke delapan. Setelah menetas, nimfah pertama akan aktif berperan dalam migrasi untuk membentuk koloni baru. Selanjutnya nimfa akan berkembang menjadi nimfa kedua dan ketiga. Nimfa ketiga akan terus tumbuh hingga menjadi imago betina dan meletakkan telur (Ramadhan, 2019).

Hama kutu putih merupakan serangga yang bersifat partenogenetik telitoki atau hama yang menghasilkan telur betina. Hal ini menyebabkan kutu putih sangat mudah berkembang karena cara berkembangbiaknya yang cepat. Dalam satu kantung telur, kutu putih betina dapat menghasilkan 200 hingga 600 butir. Telur ini berbentuk seperti kapsul dengan warna kekuningan. Saat menetas, nimfa kutu putih akan melewati 3 fase instar, yaitu instar 1, instar 2, instar 3, dan selanjutnya memasuki fase imago. Pergantian fase antar instar tidak menunjukkan perbedaan yang spesifik kecuali ukuran tubuhnya (Adriani, 2016).

Kantung telur yang dihasilkan akan melekat pada permukaan tanaman. Sebelum menjadi imago, kutu putih akan mengalami tiga stadium instar. Instar pertama terjadi ketika baru menetas, bergerak aktif dalam mencari inang. Pada fase ini proses penyebaran kutu putih mudah terjadi akibat terbawa angin menuju tanaman lainnya. Pada setiap pergantian instar terjadi perubahan panjang dan lebar tubuh kutu putih. Instar pertama memiliki panjang 0,47 mm dan lebar 0,21 mm. instar kedua berukuran panjang 0,9 mm dan lebar 0,43 mm. Sedangkan instar ketiga berukuran panjang 1,25 mm dan lebar 0,61 mm. Saat memasuki fase imago, kutu putih akan menghasilkan kantung telur untuk menempatkan telur-telurnya (Rebu dan Rauf, 2018).

Kutu putih betina berkembangbiak tanpa pembuahan sehingga telur langsung menjadi betina fertil, laju pertumbuhan populasi bisa sangat cepat karena setiap individu baru segera ikut berkembang biak. Kondisi ini mengurangi kebutuhan akan akan pejantan dan mempermudah penyebaran ke area baru. Situasi seperti ini mempersulit pengendalian karena reproduksi aseksual mempercepat pergantian generasi, mengurangi keragaman genetik yang bisa mempengaruhi keberhasilan musuh alami, dan membuat metode yang menargetkan perilaku kawin kurang efektif. Oleh karena itu, upaya pengendalian sebaiknya diarahkan pada deteksi dini

tahap nimfa pertama, pengurangan sumber inang, pelestarian atau pelepasan musuh alami, serta tindakan yang menargetkan nimfa dan betina dewasa (Maharani *et al.*, 2016).



Gambar 10: Siklus Hidup Kutu Putih
(Sumber: Supeno *et al.*, 2019)

Kutu putih memiliki panjang siklus hidup selama 21 hari. Jumlah telur yang dapat dihasilkan oleh imago betina dapat lebih dari 500 butir telur yang disimpan secara berkelompok dalam kantung telur. Telur kutu putih mampu bertahan dan menetas pada suhu 37°C dan proses penetasan menjadi lima kali lebih lambat saat suhu 15°C. Kutu putih memang tergolong sebagai hama yang menyukai cuaca yang panas, sehingga populasinya meningkat saat musim panas. Telur yang berhasil menetas lalu menjadi nimfa instar 1 akan gagal berkembang jika suhu terlalu panas berkisar 34°C sampai 35°C. Suhu optimum yang diperlukan agar kutu putih berkembang adalah 25-30°C (Nurmasari, 2015). Bentuk telur kutu putih adalah bulat lonjong berwarna kuning dengan ukuran sekitar panjang 0,33 mm dan lebar 0,18 mm. Telur disimpan pada sebuah kantung yang dilapisi serabut lilin berwarna putih. Kantung telur atau ovisak melekat pada permukaan tanaman dan mampu menyebarkan (Wardani, 2015)

Bentuk tubuh kutu putih dewasa (imago) berwarna merah muda dengan tubuh yang dilapisi lilin berwarna putih. Kutu putih dewasa bersifat partenogenetik yaitu

dapat berkembang biak tanpa perlu dibuahi oleh pejantannya, sehingga semua keturunan yang dihasilkan adalah betina (Nurmasari, 2015). Imago kutu putih berbentuk oval, dengan tubuh ditutupi tepung putih berlilin, bagian mata berkembang, dan tungkai berkembang biak dengan ukuran yang sama. Karakter morfologi lain adalah memiliki perusakan tubuh yang jelas dengan sepasang antena berjumlah sembilan ruas. Rerata masa hidup betina mencapai 20,7 hari, rerata lama periode preoviposisi sekitar 6,2 hari dan oviposisi mencapai 14,6 hari (Karyani, 2015).

2.5 Botani Tanaman Jambu Biji (*Psidium guajava* L.)

Jambu biji merupakan salah satu tanaman perkebunan yang populer di Indonesia karena rasanya yang segar dan manis serta mengandung banyak nutrisi terutama vitamin C. Selain dikonsumsi segar, jambu biji sering diolah menjadi jus, selai, dan produk pangan lainnya. Tanaman ini banyak dibudidayakan di berbagai daerah karena mampu tumbuh pada berbagai jenis tanah dan kondisi iklim. Dalam sistem botani dan sistematika tanaman jambu biji memiliki susunan klasifikasi sebagai berikut (BSIP Banten, 2023) :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Famili	: Myrtaceae
Genus	: <i>Psidium</i>
Spesies	: <i>Psidium guajava</i> Linn

Tanaman jambu biji merupakan salah satu jenis tanaman tropis yang populer di Indonesia. Tanaman ini memiliki penamaan yang berbeda pada beberapa daerah seperti jambu batu, jambu klutuk, dan jambu siki. Jambu biji banyak dikenal dengan ciri khasnya memiliki banyak biji pada buahnya. Selain itu jambu biji juga memiliki rasa yang segar, manis, dan agak sedikit asam. Jambu biji berasal dari Brazil dan telah menyebar luas di Indonesia. Berbeda dengan keluarga jambu lainnya, jambu biji merupakan jenis pohon buah yang dapat berbuah terus menerus tanpa tergantung pada musim. Tanaman jambu biji banyak dibudidayakan karena adaptasi

dan daya tahan hidupnya yang kuat pada perubahan iklim, khususnya di daerah tropis seperti Indonesia (Suhaeni, 2007).

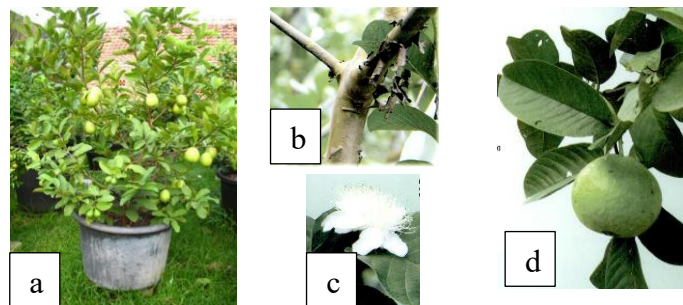
Jambu biji merupakan tanaman tahunan yang dapat tumbuh pada kondisi iklim tropis dan subtropis. Tanaman ini dimanfaatkan buahnya untuk dikonsumsi. Jambu biji merupakan tanaman jambu tanpa musim panen tertentu. Tanaman jambu biji memiliki adaptasi yang baik pada berbagai iklim. Namun demikian, iklim yang optimal dalam membudidayakan jambu biji adalah iklim tropis dan subtropis dengan curah hujan berkisar 1000 sampai 2000 mm/tahun, suhu lingkungan 20-30°C, kelembapan rendah sekitar 30-50%, dan ketinggian tempat 0-2000 meter di atas permukaan laut (mdpl). Jambu biji dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah dengan pH 4,5 sampai 8,2 (Hadiati dan Leni, 2015).

Sistem perakaran jambu biji adalah akar tunggang. Akarnya kuat dan tumbuh dengan cepat. Perakarannya merupakan perakaran lateral dengan serat yang cukup banyak. Akar tanaman jambu biji mampu menyerap unsur hara yang cukup untuk berbuah sepanjang tahun (Parimin, 2005). Akar tanaman jambu biji dapat dimanfaatkan sebagai bahan kerajinan tangan (Maimunah dan Kristiawan, 2021).

Tanaman jambu biji memiliki bentuk seperti mahkota atau perdu. Pada keadaan normal tanaman jambu biji memiliki ketinggian 3-10 meter. Tanaman jambu biji memiliki batang berkayu yang keras dan alot serta tumbuh membengkok. Kulit batang berwarna coklat muda keabu-abuan dan mudah mengelupas. Permukaan batangnya terlihat licin dan halus. Sedangkan cabangnya memiliki bentuk bersiku empat, memiliki sirip berwarna hijau kekuningan atau merah tua (Suhaeni, 2007). Batang tanaman jambu biji memiliki ketebalan 10-30 cm dan tidak rindang (Riyanti, 2019).

Daun tanaman jambu biji merupakan daun tunggal. Bentuk daun panjang dan lonjong atau bulat, memiliki tangkai pendek dan tumbuh saling berhadapan atau mengarah pada ujung dahan. Bentuk pertulangan daunnya menyirip. Panjang daun sekitar 5-15 cm dan lebar daun 6 cm. sedangkan panjang tangkai 3-7 mm. Daun berwarna hijau dengan permukaan kulit yang halus dan mengkilap (Riyanti, 2019). Diduga ada korelasi antara bentuk dan ukuran daun dengan bentuk dan ukuran buah. Pohon jambu biji yang memiliki daun besar cenderung akan menghasilkan buah berukuran besar pula (Suhaeni, 2007).

Bunga dan buah jambu biji dapat tumbuh sepanjang tahun. Bunga jambu biji terletak di ketiak daun, bermahkota dan berkelopak lima helai, berwarna putih, berjumlah 1-3 bunga pada setiap tangkai. Warna benang sari jambu biji adalah putih. Terdapat dua jenis bunga, yaitu bunga sempurna (hermaprodit) atau bunga yang membutuhkan penyerbukan dan bunga partenokarpi atau bunga tanpa penyerbukan. Buah jambu biji berbentuk bulat atau lonjong sesuai dengan varietasnya. Kulit buah berwarna hijau saat muda dan kuning muda saat telah masak. Kulit buah licin dan mengkilap. Daging buah berwarna putih, merah muda, merah menyala, ataupun merah tua. Buah mengeluarkan bau harum saat masak (Parimin, 2005).



Gambar 11. Morfologi Jambu Biji, Pohon Dewasa (a); Batang (b); Bunga (c); Buah dan Daun (d)
(Sumber: Parimin, 2005)

2.6 Gejala Serangan Kutu Putih

Kutu putih pada pohon jambu biji dapat menyerang hampir seluruh bagian tanaman seperti batang, daun, dan buah. Ciri adanya serangan kutu putih pada pohon jambu biji adalah terdapat serabut kapas yang menempel pada daun, batang, dan buah. Umumnya kutu putih menyerang bagian daun yaitu pada permukaan bawah daun. Gejala lain adanya serangan kutu putih adalah bagian yang dihinggapi kutu putih akan menghitam dan mengering. Kutu putih mampu menyerang tanaman jambu biji pada tahap bibit hingga dewasa. Apabila populasi kutu putih terlalu tinggi dapat menyebabkan layu pada tanaman dan lama kelamaan akan mati (Trubus, 2014).

Kutu putih akan terlihat bergerombol dengan ratusan individu per koloni. Cara kutu putih menyerang tanaman inang adalah dengan menusuk dan menghisap. Tipe serangan ini akan menyebabkan pucuk daun dan daun muda pada tanaman inang

menjadi keriput dan kerdil. Selain itu kutu putih mampu menghasilkan jelaga manis (*honeydew*) yang mampu mengundang semut dan jamur untuk tumbuh. Jelaga manis ini yang dapat mengubah warna bagian tanaman inang menjadi kehitaman (Thalib *et al.*, 2014).



Gambar 12. Gejala Serangan Kutu Putih Tanaman Jambu Biji

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis, Lokasi, dan Waktu Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimen. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Ilmu Dasar dan Perlindungan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2025 sampai Juli 2025 (Lampiran 1).

3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *blender*, gelas ukur 500 ml, gelas *beaker* 500 ml, kertas saring *Whatman Grade 42* 125 mm, toples plastik 650 ml, *hand sprayer* 10 ml, kamera, mikroskop digital, corong, kuas kecil, erlenmayer 500 ml, golok, timbangan analitik, spatula, oven dan alat tulis.

Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aquades, daun dan biji bintaro (*Cerbera odollam*), label nama, map cokelat, tanaman jambu biji, daun jambu biji dan kutu putih berumur instar 3 generasi kedua (*Pseudococcus citriculus*).

3.3 Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data

3.3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan lingkungan yang akan digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor pelakuan. Faktor pertama yaitu perbedaan konsentrasi ekstrak bintaro. Terdapat 4 taraf konsentrasi yang digunakan, yaitu:

$K_0 = 0\%$ (0 ml ekstrak bintaro + 10 ml aquades)

$K_1 = 5\%$ (0,5 ml ekstrak bintaro + 9,5 ml aquades)

$K_2 = 15\%$ (1,5 ml ekstrak bintaro + 8,5 ml aquades)

$K_3 = 30\%$ (3 ml ekstrak bintaro + 7 ml aquades)

Sedangkan faktor kedua adalah perbedaan jenis ekstrak bintaro yang terdiri dari 2 taraf jenis ekstrak bintaro, yaitu:

E_1 = Ekstrak daun bintaro

E_2 = Ekstrak biji bintaro

Berdasarkan dua faktor di atas, didapatkan 8 kombinasi perlakuan. Kombinasi perlakuan disajikan pada Tabel 1. Setiap perlakuan diulang sebanyak 4 kali sehingga didapatkan 32 satuan percobaan. Masing-masing unit percobaan terdiri dari 10 hama kutu putih, maka total kutu putih yang digunakan sebanyak 320 hama kutu putih. Tata letak percobaan penelitian disajikan pada Lampiran 2.

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan

Konsentrasi (%)	Jenis Ekstrak	
	E ₁	E ₂
K ₀	K ₀ E ₁	K ₀ E ₂
K ₁	K ₁ E ₁	K ₁ E ₂
K ₂	K ₂ E ₁	K ₂ E ₂
K ₃	K ₃ E ₁	K ₃ E ₂

3.3.2 Rancangan Analisis

Model linear yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan:

- Y_{ijk} = Hasil pengamatan untuk faktor A level ke-i, faktor B level ke-j, pada ulangan ke-k
- μ = Rataan umum
- α_i = Pengaruh faktor A pada level ke-i
- β_j = Pengaruh faktor B pada level ke-j
- (αβ)_{ij} = Pengaruh interaksi antara A dan B pada faktor level ke-i, faktor B level ke-j
- ε_{ijk} = Galat percobaan untuk faktor A level ke-i, faktor B level ke-j pada ulangan/kelompok ke-k
- i = 1, 2, 3, 4 (tingkat konsentrasi ekstrak)
- j = 1,2 (jenis ekstrak)
- k = 1, 2, 3, 4 (ulangan)

Pengolahan data akan dilakukan sesuai dengan parameter pengamatan yang digunakan dan dianalisis dengan analisis sidik ragam (ANOVA) dengan taraf 5%. Apabila data hasil sidik ragam berpengaruh nyata, maka selanjutnya akan dilakukan uji lanjut dengan menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. Sedangkan untuk analisis parameter perubahan warna dan perubahan tingkah laku dilakukan secara deskriptif.

3.3.3 Rancangan Respons

1. Mortalitas Kutu Putih (%)

Mortalitas merupakan tingkat kematian hama yang disebabkan oleh pengendalian hama dan dinyatakan dalam satuan persen. Menurut Mulyanti *et al* (2022) perhitungan mortalitas hama dilakukan dengan menghitung jumlah hama mati setelah perlakuan. Kutu putih dikatakan mati apabila sudah tidak bergerak walaupun sudah disentuh dengan kuas. Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah kutu putih yang mati setelah pemberian perlakuan selama 12 hari pada setiap perlakuan. Perhitungan persentase mortalitas kutu putih dilakukan menggunakan rumus:

$$Po = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Keterangan:

Po : Mortalitas hama kutu putih (*Phenacoccus manihoti*)

a : Jumlah total kutu putih yang mati setiap perlakuan

b : Jumlah total kutu putih di setiap perlakuan.

2. Lethal Time 50% (LT₅₀)

Lethal time atau kecepatan kematian adalah waktu yang diperlukan suatu konsentrasi untuk membunuh 50% populasi hama kutu putih. Pengamatan dilakukan dengan menghitung waktu yang diperlukan setiap perlakuan untuk mematikan 50% populasi hama kutu putih yang diuji (Arifa, 2023). Pengamatan dilakukan setelah pemberian perlakuan sampai hari ke-12 setelah aplikasi (HSA).

3. Perubahan Morfologi dan Tingkah Laku Hama

Perubahan morfologi meliputi perubahan warna hama kutu putih. Pengamatan dilakukan pada hari ke 3, 5, 7, dan 9 HSA dengan mengamati perubahan warna kutu putih menjadi kekuningan, kecokelatan, hingga kehitaman setelah pemberian ekstrak bintaro. Perhitungan presentase perubahan morfologi hama kutu putih menggunakan rumus:

$$\% \text{ Perubahan Warna} = \frac{x}{y} \times 100\%$$

Keterangan :

x : Jumlah total kutu putih yang berubah warna

y : Jumlah total kutu putih yang mati pada setiap perlakuan

Menurut Arifa (2023) pengamatan perubahan tingkah laku hama kutu putih dilakukan menggunakan mikroskop dengan melihat aktivitas hama kutu putih setelah pemberian ekstrak daun bintaro. Gejala awal yang timbul setelah pemberian pestisida adalah pergerakan yang tidak beraturan, pasif, dan berangsur-angsur mati. Pengamatan ini dilakukan selama 3 hari pada setiap perlakuan dan hasil pengamatan disajikan secara deskriptif.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pada penelitian ini akan menggunakan metode eksperimental dan deskriptif. Pelaksanaan penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, meliputi pengambilan sampel kutu putih untuk rearing, perbanyakan kutu putih, pembuatan larutan ekstrak bintaro, persiapan hama kutu putih, pengaplikasian larutan ekstrak bintaro, pengamatan dan pengumpulan data, serta pengolahan data.

1. Pengambilan Sampel Kutu Putih untuk Rearing

Kutu putih yang digunakan sebagai induk perbanyakan diambil dari beberapa pohon jambu biji yang telah terjangkit di kawasan Puri Kartika Banjarsari, Kecamatan Cipocok Jaya, Kota Serang. Kutu putih diambil dengan cara memetik daun yang banyak dihinggapi kutu putih lalu diletakkan pada wadah plastik untuk selanjutnya dibawa ke tempat perbanyakan.

2. Perbanyak Kutu Putih

Perbanyak kutu putih dilakukan dengan menyiapkan pohon jambu biji sehat sebagai tempat perbanyak sekaligus sumber pakan bagi kutu putih. Sampel kutu putih yang telah diambil dari pohon terjangkit kemudian diseleksi sebelum diletakkan di pohon jambu biji sehat. Kutu putih yang digunakan sebagai induk merupakan kutu putih yang telah masuk fase dewasa dan siap bertelur. Tujuan dari perbanyak ini adalah untuk mendapatkan serangga uji yang bebas dari pengaruh biotik dan abiotik yang dapat berpengaruh terhadap mortalitas serangga. Pemeliharaan dilakukan dengan memastikan tidak ada hama lain selain kutu putih pada tanaman jambu biji dan melakukan penyiraman secara rutin. Penyiraman dilakukan dengan menuangkan air langsung pada perakaran atau media tanam tanpa mengenai daun jambu biji. Hal tersebut dilakukan untuk meminimalisir adanya benturan air pada kutu putih. Perbanyak dilakukan selama satu bulan.

3. Pembuatan Larutan Ekstrak

- Pembuatan Ekstrak Daun

Daun bintaro diambil dari pohonya. Kriteria daun bintaro yang akan digunakan yaitu daun tua yang merupakan daun helai kelima dan keenam dari ujung ranting. Daun tua memiliki ciri ukuran yang lebih besar, warna hijau tua gelap, dan terasa lebih tebal. Berdasarkan hasil penelitian Nugroho dan Achmad (2014) daun tua bintaro memiliki nilai mortalitas yang lebih tinggi dibandingkan daun muda bintaro. 100 gram daun bintaro yang telah dibersihkan dikeringkan lalu dipotong kecil-kecil dan dihaluskan menggunakan *blender* hingga menjadi serbuk. Selanjutnya serbuk ditambahkan 100 ml aquades lalu direndam selama 24 jam kemudian disaring menggunakan kertas saring dan diperas hingga mendapatkan ekstraknya (Irawati, 2019).

- Pembuatan Ekstrak Biji

Biji bintaro yang digunakan merupakan biji dari buah bintaro yang belum masak atau masih berwarna hijau. Menurut Rizal *et al* (2015) tingkat kematangan buah dan biji berpengaruh pada tingkat racun yang dihasilkan.

Buah bintaro yang telah masak memiliki kandungan racun yang lebih rendah dibandingkan saat masih mentah. Biji diambil dengan membelah buah bintaro menggunakan golok lalu biji diambil dari bagian kotiledon tanpa kulit biji. Pembuatan ekstrak biji dilakukan dengan menghaluskan 1000 g biji bintaro dengan 800 ml aquades. Selanjutnya larutan didiamkan selama 24 jam lalu disaring menggunakan kertas saring dan diperas hingga jumlahnya 1000 ml (Mustiarif *et al.*, 2020).

Hasil ekstrak bintaro yang telah didapat dibagi dalam 6 gelas ukur sesuai dengan masing-masing konsentrasi, lalu ditambahkan akuades sebagai pengencernya. Larutan ekstrak bintaro dimasukkan ke dalam *handsprayer*.

4. Persiapan Hama Kutu Putih

Kutu putih yang telah diperbanyak diambil lalu diletakkan pada wadah plastik transparan untuk selanjutnya dibawa ke Laboratorium Ilmu Dasar dan Perlindungan tanaman. Kutu putih yang diambil adalah kutu putih pada fase instar 3 generasi kedua dengan ukuran yang sama. Selanjutnya hama kutu putih dipindahkan ke dalam toples yang telah dilubangi. Setiap toples berisi 10 hama kutu putih. Pemberian pakan dilakukan setiap 2 hari sekali dengan memberikan daun jambu biji segar.

5. Pengaplikasian Larutan Ekstrak Bintaro

Larutan ekstrak bintaro diaplikasikan dengan cara disemprot menggunakan *handsprayer*. Larutan ekstrak bintaro diberikan pada masing-masing sampel sesuai dengan perlakuan yang telah ditentukan. Penyemprotan dilakukan dua kali dengan ukuran *nozzle* 0,5 ml ekstrak bintaro pada tiap perlakuan. Menurut Dadang (2023) metode penyemprotan dapat dilakukan untuk semua jenis serangga dengan kisaran yang luas. Pada metode ini serangga disemprot dengan alat yang sesuai dalam volume tertentu.

6. Pengamatan dan Pengumpulan Data

Pengamatan dilakukan selama 12 HSA, dengan menghitung mortalitas hama kutu putih dan *lethal time* 50%, serta melihat perubahan warna pada hama kutu putih dan perubahan tingkah laku.

7. Pengolahan Data

Data hasil pengamatan mortalitas diolah menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dengan taraf 5%. Apabila hasil menunjukkan berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf 5%. Parameter *lethal time* 50 akan disajikan dalam bentuk grafik. Parameter perubahan warna dan tingkah laku kutu putih disajikan dalam bentuk deskriptif.

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 90°C 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 45°C

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).

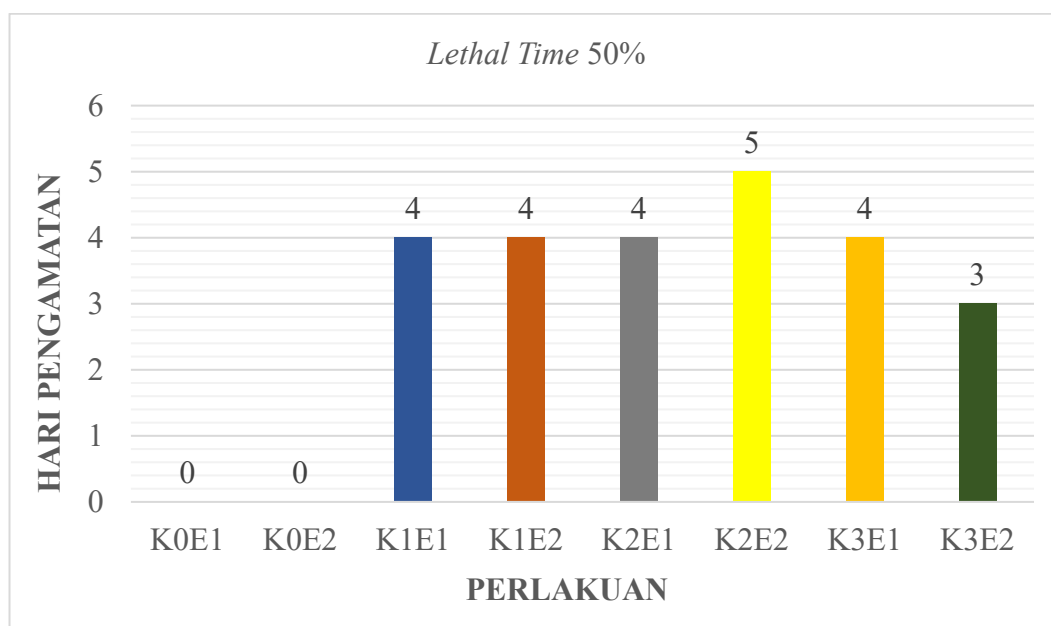
Jenis ekstrak bintaro tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada hasil uji sidik ragam. Ekstrak daun dan ekstrak biji bintaro sama-sama memberikan hasil efektif dalam mortalitas kutu putih. Menurut Utami (2010) jenis ekstrak bintaro tidak menunjukkan perbedaan nyata dikarenakan beberapa faktor, seperti 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

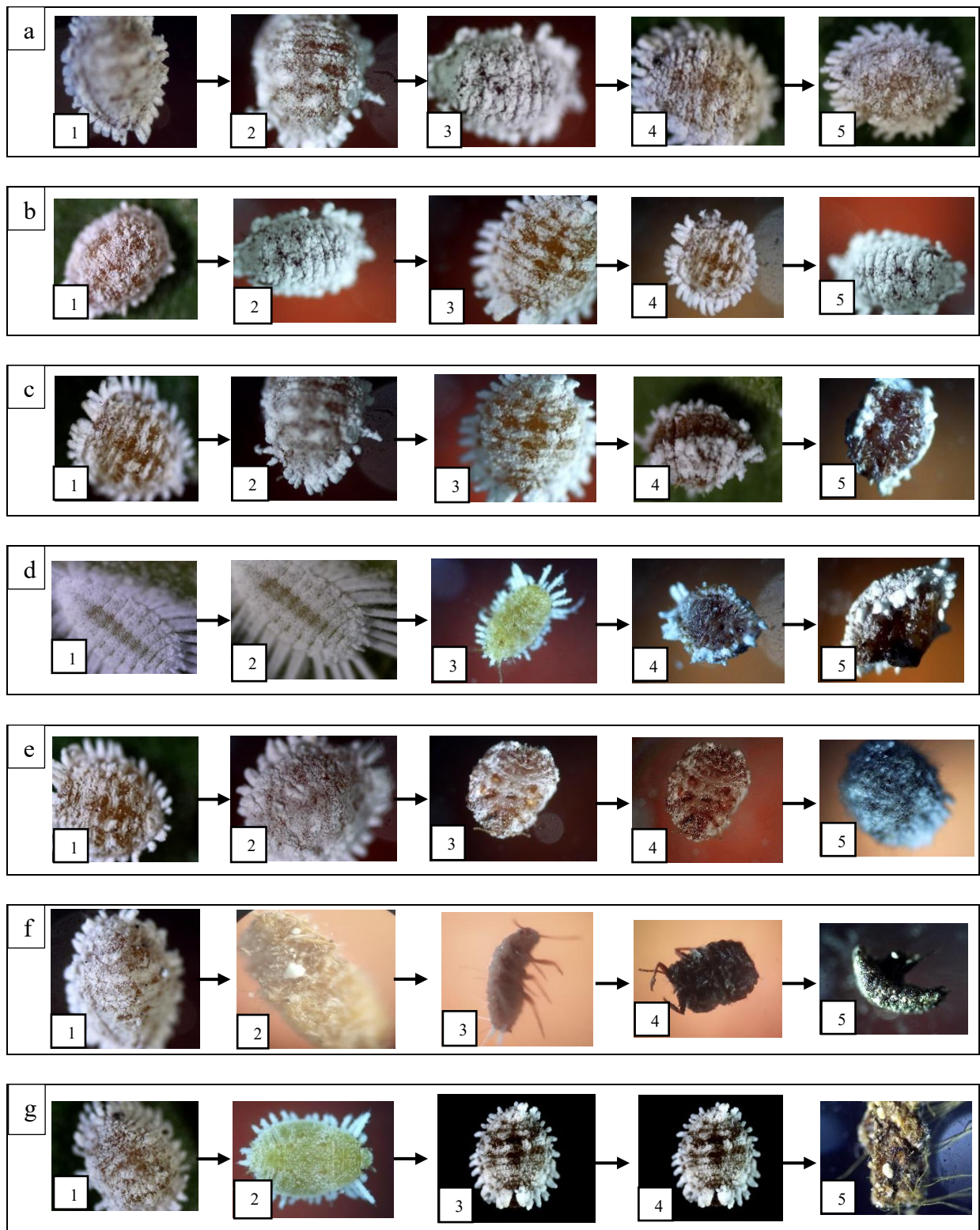
1. Perubahan Warna Kutu Putih

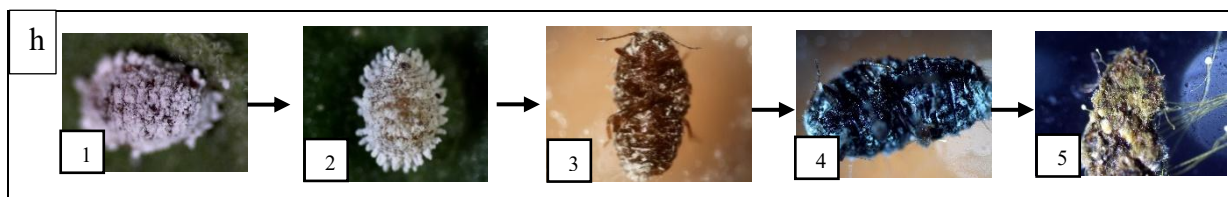
Perubahan warna kutu putih diamati pada hari ke 3, 5, 7, dan 9 HSA. Pengamatan perubahan warna dilakukan untuk mengetahui seberapa besar efek fisiologis atau kematian yang dipicu oleh pemberian variasi konsentrasi dan jenis ekstrak bintaro. Perubahan morfologi pada warna ini mulai tampak pada hari ke-3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

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang uji efektivitas konsentrasi dan jenis ekstrak bintaro (*Cerbera odollam*) terhadap pengendalian hama kutu putih (*Pseudococcus citriculus*) pada tanaman jambu biji (*Psidium guajava* L.) dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Konsentrasi ekstrak bintaro efektif dalam mengendalikan hama kutu putih (*Pseudococcus citriculus*) dengan presentase mortalitas mencapai 100%. Waktu kematian LT_{50} tercepat yaitu pada konsentrasi 30% ekstrak biji bintaro dengan waktu 3 hari.
2. Kedua jenis ekstrak bintaro tidak memiliki perbedaan pada mortalitas kutu putih dan LT_{50} . Namun jenis ekstrak mempengaruhi perubahan warna kutu putih pada 3 HSA. Ekstrak biji bintaro memberikan perubahan warna lebih cepat dan persentase perubahan warna kuning serta hitam lebih tinggi dibandingkan ekstrak daun bintaro.
3. Tidak terdapat interaksi antara konsentrasi ekstrak bintaro dengan jenis ekstrak bintaro terhadap mortalitas kutu putih, *lethal time* 50% (LT_{50}), perubahan warna dan perubahan tingkah laku.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan menggunakan ekstrak bintaro dengan konsentrasi 30% untuk pengendalian hama kutu putih pada tanaman jambu biji yang lebih efektif. Selain itu disarankan pula untuk melakukan kajian lanjutan mengenai aplikasi ekstrak bintaro dalam pengendalian kutu putih secara langsung pada tanaman jambu biji guna mengevaluasi dampak ekstrak tersebut terhadap tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Acconcia, F., dan Maria, M. 2017. *Steroid Hormones: Synthesis, Secretion, and Transport. Principles of Endocrinology and Hormone Action. Endocrinology. Springer, Cham.*
- Adriani, E. 2016. Preferensi, Kesesuaian dan Parasitisme *Anagyrus lopezi* De Santis (Hymenoptera: Encyrtidae) pada Berbagai Instar Kutu Putih Singkong *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae). Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ahdiyah, I., dan Kristanti, I. P. 2015. Pengaruh Ekstrak Daun Mangkogan (*Nothopanax scutellarium*) Sebagai Larvasid Nyamuk *Culex* sp. Jurnal Sains dan Seni ITS. Vol. 4(2): 32-36.
- Amelia, H. 2022. Pengaruh Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera odollam*) Terhadap Pengendalian Hama Ordo *Lepidoptera* pada Tanaman Kubis (*Brassica oleracea*). Skripsi. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel. Surabaya.
- Amaliah, A. A. 2023. Identifikasi Hama Kutu Putih (Hemiptera:Pseudococcidae) pada Dua Varietas Tanaman Pepaya (*Carica papaya* L.) di Kabupaten Pinrang. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Hasanuddin.
- Amelya, T., Jidan, A., Sri, D. L., Abdul, H., M. Hafizh., dan Lorenta, I. H. 2023. Efektivitas Ekstrak Buah Bintaro (*Cerbera manghas* L.) dan Limbah Kulit Pisang sebagai Pestisida Nabati dan Pengkilap Aglaonema. Jurnal Riset Rumpun Ilmu Tanaman. Vol. 2(2): 36-50.
- Andini, K. M. D. 2018. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Muda dan Daun Tua Sirih Hijau (*Piper betle* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta. Vol. 3(2): 1-4.
- Arifa, F. 2023. Efektivitas Beberapa Konsentrasi Pestisida nabati Ekstrak Serai Wangi (*Cymbopogon nardus* L.) Dalam Mengendalikan Hama Kutu Putih (*Phenacoccus manihoti*) pada Tanaman Singkong (*Manihot esculenta*). Skripsi. Program Studi Agroekoteknologi. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Serang.
- Arifin, B., dan Sanusi, I. 2018. Struktur Bioaktivitas dan Antioksidan Flavonoid. Jurnal Zarah. Vol. 6(1): 21-29.
- Ayu, H. P., dan Amam. 2019. Analisis Sikap Konsumen Terhadap Produk Olahan Singkong. Jurnal Agrisocionomics. Vol. 3(1): 19-27.
- Ayu, I. P. W., Ni, N. W. U., Ginza, A. T., Ni Putu, E. M. K. D., Ni Luh, W. E. W., dan A. A. Sagung, S. P. 2024. Artikel Review: Peran Antioksidan Flavonoid

- dalam Menghambat Radikal Bebas. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*. Vol. 6(2): 188-197.
- Azmi, N. H., Umi, F. Md. A. Fahmi, R., Khairuddin, Md. I. 2016. *Preparation of Activated Carbon Using Sea Mango (Cerbera odollam) with Microwave-assisted Technique for Removal of Methyl Orange from Textile Wastewater. Journal Destilation and Water Treatment*. Vol. 57(60): 29143-29152.
- Bakara, R. D. J., dan Fitrianingrum, K. 2020. Pendampingan Petani dalam Pengendalian Hama dan Penyakit Jambu Biji (*Psidium guajava* L.) di Desa Cibening, Kecamatan Pamijahan, Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*. Vol. 2(1): 131-143.
- Bate, M. 2019. Pengaruh Beberapa Jenis Pestisida Nabati Terhadap Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F.) pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L) di Lapangan. *Jurnal AGRICA*. Vol. 12(1): 70-78.
- Bhat, A. I., dan Rao, G. P. 2020. *Transmission of Viruses Through Mealybugs*. New York: Humana.
- BPS Provinsi Banten. 2024. Produksi Tanaman Buah-Buahan dan Sayuran Tahunan di Provinsi Banten (Ton), 2023. <https://banten.bps.go.id/>. Diakses pada 1 November 2024 pukul 09.59.
- BSIP Banten. 2023. Teknologi Budidaya Tanaman Jambu Biji (*Psidium guajava*). <https://banten.bsip.pertanian.go.id/>. Diakses pada 1 November 2024 pukul 10.12.
- Casteel, C. L., dan Falk, B. W. 2016. *Plant Virus-Vector Interactions: More Than Just for Virus Transmission. Current Research Tropics in Plant Virology. Springer, Cham*.
- Chan, H. T., Inoue, T., Wong, S. K., Chan, E. W. C. 2025. *Botany, Photochemistry, Pharmacology, and Toxicology of Cerbera odollam and C. manghas with Emphasis on Anticancer Activities. Bioactive Compounds in Mangroves and Their Associates. Reference Series in Phytochemistry. Springer, Cham*.
- Dadang. 2023. Pengembangan Insektisida Nabati untuk Pertanian. Bogor: IPB Press.
- Djoronga, M. I., Dingse, P., Febby, E. F. K., dan Agustina, M. T. 2014. Penapisan Alkaloid pada Tumbuhan Paku dari Halmahera Utara. *Jurnal MIPA UNSRAT*. Vol. 3(2): 102-107.
- Dwi, W. N. 2019. Identifikasi Kandungan Flavonoid yang Terdapat pada Ekstrak Metanol Daun Bintaro (*Cerbera manghas*) Secara Kualitatif. Karya Tulis Ilmiah. Akademi Farmasi IKIFA. Jakarta.

- Fanani, M. Z., Aunu, R., Nina, M., Ali, N., dan Dadan, H. 2024. Dinamika Populasi Kutu Putih *Paracoccus marginatus* Williams & Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae) dan Musuh Alaminya pada Tanaman Singkong. *Jurnal Agronida*. Vol. 10(1): 27-38.
- Fatria, B. L., Pricillia, D. L. S. Rahmi, I. S., Sefyan, D. Y., Stefani., Zakaria, A. A. 2018. 101 Spesies Tumbuhan Pesisir. Bekasi: PT. PBJ UP Muara Tawar.
- Febrianti, F., Asri, W., dan Siti, N. 2022. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) Terhadap Bakteri Patogen. *Jurnal Penelitian Kimia UNS*. Vol. 18(2): 234-241.
- Febriastusi, F. 2023. Identifikasi Kutu Putih (*Mealybug*) (Hemiptera: *Pseudococcidae*) Pada Tanaman Pepaya (*Carica Papaya* L.) Di Kabupaten Jeneponto. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Hadiati, S., dan Leni, H. A. 2015. Bertanam Jambu Biji di Pekarangan. Jakarta: *Update* Buku.
- Haningtias, A. S., Retno, H., Sri, Y., dan Martini, M. 2022. Pengaruh Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera odollam* Gaertn) Terhadap Mortalitas Lalat Rumah (*Musca Domestica* Linnaeus). *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol. 10(2): 178-183.
- Huddin, W. M. N., Satrono, J. K., dan Kharis, T. 2021. Kajian Insektisida Nabati Terhadap Hama Kutu Putih (*Pseudococcus citriculus*) pada Tanaman Terung Ungu (*Solanum melongena* L.). *Innofarm: Jurnal Inovasi Pertanian*. Vol. 23(2): 179-185.
- Ilmiawati, A., Ummahatul, M., Arinana., Irmanida, B., dan Waras, N. 2024. *Exploring the Phytochemical Composition and Pharmacological Activities of Cerbera manghas and C. odollam: A Comprehensive Review*. *Tropical Journal of Natural Product Research*. Vol. 8(1): 5715-5726.
- Ismail, P. J., Ikhsan, G., dan Heru, S. D. L. 2023. *Skrining* Fitokimia dan Ekstraksi Senyawa Azadirachtin dari Ampas Biji Mimba. *Jurnal Warta Akab*. Vol. 47(1): 33-40.
- Izzah, N. N., 2025. Akumulasi Timbal (Pb) Terhadap Karakter Anatomi Morfologi dan Fisiologi pada Bintaro (*Cerbera manghas*) di Beberapa Ruas Jalan Kota Malang. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik. Malang.
- Julianti., M. Mardhiansyah., Tuti, A. 2016. Uji Beberapa Konsentrasi Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera manghas* L.) Sebagai Pestisida Nabati Untuk Mengendalikan Hama Ulat Jengkal (*Plusia sp.*) Pada Trembesi (*Samanea saman* (Jacq.) Merr). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau*. Vol. 3(1).

- Jumardi dan Sulaiman. 2024. Efektivitas Insektisida dalam Pengendalian Hama Kutu Putih pada Tanaman Kentang. *Jurnal Sains dan Teknologi Pertanian*. Vol. 4(1): 41-49.
- Karyani, R. 2015. Pengujian kesesuaian inang parasitoid *Anagyrus lopezi* De Santis (Hymenoptera: Encyrtidae) terhadap kutu putih yang berasosiasi dengan ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz). Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Luqman, B. A., dan Yuliani. 2023. Efektifitas Ekstrak Campuran Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dan Bintaro (*Cerbera odollam*) terhadap Mortalitas *Spodoptera litura* F. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*. Vol. 12(2): 178-185.
- Luringunusa, E., Grace, S., Deiske, A. S., Roike, I. M., Lena, J. D., dan Verly, D. 2023. *Qualitative Phytochemical Analysis of Gracilaria verrucosa from North Sulawesi*. *Jurnal Ilmiah Platax*. Vol. 11(2): 451-463.
- Maharani, Y., Aunu, R., Dewi, S., dan Ruly, A. Biologi dan Neraca Hayati Kutu Putih Pepaya *Paracoccus Marginatus* Williams & Granara De Willink (Hemiptera: Pseudococcidae) pada Tiga Jenis Tumbuhan Inang. *Jurnal HPT Tropika*. Vol. 16(1): 1-9.
- Maimunah., dan Kristiawan. 2021. Strategi Pengembangan Usaha Tani Jambu Biji Merah. Surabaya: Scopinda.
- Maryam, F., Subehan., dan Lilis, M. 2020. Isolasi dan Karakterisasi Senyawa Steroid dari Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia mahagoni* Jacq.). *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*. Vol. 7(2): 6-11.
- Menezes, R. G., Muhammad Shariq, U., Syed Ather, H., Mohammed Madadin., Tariq, J. S., Huda, F., Pradhum, R., Syed Bilal, P., S. Senthilkumaran., Tooba, Q. F., dan Sushil, A. L. 2018. *Cerbera odollam Toxicity: A Review. Journal of Forensic and Legal Medicine*. Vol. 58. Hal. 113-116.
- Middleton, D. J., dan M. Rodda. 2019. Apocynaceae. *Flora of Singapore*. Vol. 13: 421-630.
- Musdja, M. Y., dan Djajanegara, I. 2019. *Antibacterial Activity of Dichloromethane and Ethyl Acetate Extracts of Bintaro Leaf (Cerbera manghas linn) Against Stephylococcus aureus and Escherichia coli. International Journal of Current Research*. Vol. 11(1): 398-402.
- Mustiarif, R., Djamilah., Nanik, S., dan Agustin, Z. 2020. Bioaktivitas Ekstrak Biji Bintaro Terhadap Kutu Daun *Aphis gossypii* Glover dan Pengaruhnya Terhadap Tanaman Cabai. *Jurnal Agro*. Vol. 7(2): 179-192.
- Nasrudin., Wahyono., Mustofa., dan Ratna, A. S. 2017. Isolasi Senyawa Steroid dari Kukit Akar Senggugu (*Clerodendrum serratum* L. Moon). *Jurnal Ilmiah Farmasi*. Vol. 6(3): 332-340.

- Nasution, B. A. 2012. Keanekaragaman Spesies Kutu Putih (Hemiptera: Pseudococcidae) pada Tanaman Buah-Buahan di Bogor. Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Ngginak, J., Meryana, T. A., dan Refli, S. 2021. Analisis Kandungan Saponin pada Ekstrak Serat Matang Buah Lontar (*Borassus flabellifer* Linn). Jurnal Pendidikan Biologi Universitas Metro. Vol. 12(2): 1-8.
- Nugroho, A. 2017. Buku Ajar Teknologi Bahan Alam. Banjarmasin: Universitas Lampung Mangkurat.
- Nugroho, A. S., Riza, D. R., Eva, R., Fandyka, Y. A., dan Ramadhan, T. 2024. Interaksi Antara Ekstrak Serai Wangi (*Cymbopogon nardus* L.) dan Ekstrak Kayu Putih (*Melaleuca leucadendra* L) Pada Hama Kutu Putih (*Planococcus citri*) di Kopi Robusta. Jurnal Ilmu Pertanian. Vol. 3(2): 6-12.
- Nugroho, S. A., dan Achmad, S. 2014. Uji Efektivitas Berbagai Konsentrasi Pestisida Nabati Bintaro (*Cerbera manghas*) terhadap Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura*) pada Tanaman Kedelai. *Planta Tropika Journal of Agro Science*. Vol. 2(2): 99-105.
- Nuralia. 2023. Pengaruh Ekstrak Bintaro (*Cerbera manghas*) terhadap Mortalitas Kutu Putih pada Tanaman Cabai (*Capsicum annum*). Skripsi. Universitas Jambi. Jambi.
- Nurmasari, F. 2015. Keanekaragaman Kutu Putih dan Musuh Alami pada Tanaman Singkong (*Manihot esculanta* Crantz). Tesis. Universitas Jember. Jember.
- Parimin. 2005. Jambu Biji: Budidaya dan Ragam Pemanfaatannya. Depok: Penebar Swadaya.
- Qasim, M., Waqar, I., Hafiza, J., dan Imran, A. 2020. *Co-Evolution of Secondary Metabolites*. Switzerland: Springer Nature Switzerland AG.
- Rahmadani, A., M. Mardhiansyah., dan Viny, V. D. 2021. Uji Konsentrasi Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera manghas*) Terhadap Hama Kutu Putih (*Paracoccus marginatus*) Pada Pembibitan Ekaliptus (*Eucalyptus Pellita*) PT. Arara Abadi Distrik Sorek. Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Faperta. Vol. 8(2): 1-7.
- Ramadhan, D. A. 2019. Pengaruh Serangan Hama Kutu Putih (*Phenacoccus Manihoti* Matile-Ferrero) Terhadap Produksi Ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz). Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Rebu, J.U. dan Rauf, A. 2018. Survey Hama Eksotik *Phenacoccus manihoti* Matile Ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae) pada Tanaman Singkong di Kabupaten Kupang. Prosiding Seminar Nasional Pertanian Ke V, Pengelolaan Pertanian Lahan Kering Berkelanjutan untuk Menunjang Kedaulatan Pangan.

- Riyanti, E. 2019. Kelimpahan Serangga Serta Gejala Kerusakan pada Tanaman Famili *Myrtaceae* di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Skripsi. Universitas Islam Negeri Raden Intan. Lampung.
- Rizal, S., Hartami, D., dan Tanto, P. U. 2015. Pengaruh Jenis Pelarut Terhadap Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daging Dan Biji Buah Bintaro (*Cerbera manghas* L.). Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian. Vol. 20(1): 51-64.
- Rohman, S., Rina, M., dan Wiko, A. A. 2024. Sistem Pakar Diagnosa Penyakit pada Tanaman Jambu Kristal Menggunakan Metode Dempster Shafer Berbasis Web. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Elektro dan Komputer. Vol. 4(1): 65-73.
- Sa'diyah, N.A., Purwani, K.I., Hakim, J.A.R. 2013. Pengaruh ekstrak daun bintaro (*Cerbera odollam*) terhadap perkembangan ulat grayak (*Spodoptera litura* F.). Jurnal Sains dan Seni Pomits. Vol.2(2): 2337–3520.
- Salempa, P., dan Muharram. 2016. Senyawa Steroid dalam Tumbuhan Bayur. Makassar: Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar.
- Sangkal, A., Rahmat, I., dan Nurfatima, S. M. 2020. Identifikasi Senyawa Metabilt Sekunder Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera manghas* L.) dengan Pelarut Etanol 70%, Aseton dan n-Hexan. Jurnal Sains dan Kesehatan. Vol. 4(1): 71-81.
- Santoso, B., Sri, H., Rizky, R. S., M. Fahri, A. S. 2023. *Effect of Various Drying Methods against Biopesticide Product from Noni Leaves Extraction. Chemical Engineering Transcations*. Vol. 104: 187-192.
- Saxena, M., Ekta, B. J., Mahipal, S. S., Muskan, S., Kapil, P., Kumud, K. K. A., dan Garima, A. 2023. Bintaro (*Cerbera odollam* and *Cerbera manghas*): an overview of its eco-friendly use, pharmacology, and toxicology. *Spring Nature Juornal*. Vol. 30(28): 71970-71983.
- Sholahuddin, A.H., Wachju, S., dan Jekti, P. 2018. *Toxicity of Granules of Bintaro Leaf Extract (Cerbera odollam Gaertn.) on Armyworm (Spodoptera litura Fab.)*. Jurnal Bioedukasi. Vol. 16(1): 15-21.
- Sholeha, A. 2021. Pengaruh Variasi Dosis Larutan Bintaro (*Cerbera manghas*) Terhadap Mortalitas Hama Keong Mas (*Pomacea canaliculate*) Sebagai Sumber Belajar Berupa Poster pada Materi Ekolog. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Metro. Lampung.
- Sinambela, B. R., 2024. Dampak Penggunaan Pestisida dalam Kegiatan Pertanian Terhadap Lingkungan Hidup dan Kesehatan. Jurnal Agrotek. Vol. 8(2): 178-187.

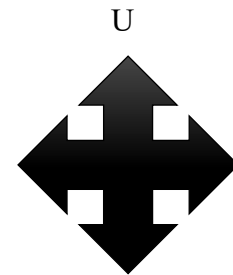
- Suhaeni, N. 2007. Petunjuk Praktis Menanam Jambu Biji. Bandung: Nuansa Cendakia.
- Supeno, B. 2019. Keberadaan Hama Kutu Putih (*Mealybugs*) pada Pertanaman Ubi Kayu di Pulau Lombok. Proseding Seminar dan Lokakarya Nasional V PAGI. LPPM Universitas Andalas, Vol. 1 (1): 131-134.
- Susanti, R., Risnawati., dan Wiznie, F. 2020. *Primary Metabolite Qualitative Test of Bintaro Plant (Cerbera odollam Gaertn) as A Pest Biopesticide Rattus Argentiventer*. Jurnal Pertanian Tropik. Vol. 7(3): 312-316.
- Teddy, S. M., Elisabeth, S. H., Sri, W., dan Anicetus, W. 2019. Pestisida Nabati: Prospek Pengendalian Hama Ramah Lingkungan. Jurnal Sumberdaya Lahan. Vol. 13(2): 89-101.
- Telli, S., dan Abdurrahman, Y. 2019. *Population Fluctuation of the Citriculus Mealybug, Pseudococcus cryptus Hempal (Hemiptera: Pseudococcidae)*. Journal of Plant Diseases and Protaction. Vol. 126: 421-426.
- Thalib, R., Rossi, F. R., Triani, A., Khodijah., dan Siti, H. 2014. Populasi dan Serangan Kutu Putih Pepaya *Paracoccus Marginatus* (Hemiptera : Pseudococcidae) pada Tanaman Pepaya di Daerah Dataran Rendah Sumatera Selatan. Jurnal HPT Tropika. Vol. 14(2): 136-141.
- Trubus, R. 2014. Jambu Kristal. Depok: Trubus Swadaya.
- Turhadi., Bedjo., dan Suharjono. 2020. Pengaruh Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera odollam*) Terhadap Waktu Berhenti Makan dan Mortalitas Larva Ulat Grayak (*Spodoptera litura*). Agro Bali: *Agricultural Journal*. Vol. 3(2): 136-143.
- Utami, S. 2010. Aktivitas Insektisida Bintaro (*Cerbera odollam* Gaertn) terhadap Hama *Eurema* spp. pada Skala Laboratorium. Jurnal Penelitian Hutan Tanam. Vol.7(4): 211–220.
- Wahidah, N. 2018. Efektivitas Ekstrak Daun Bintaro (*Cerbera odollam*) Sebagai Insektisida Ulat Penggerek Bunga dan Polong (*Maruca testulalis*) pada Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.). Skripsi. Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung. Lampung.
- Wardani, N. 2015. Kutu Putih Singkong, *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Hemiptera: *Pseudococcidae*), Hama Invasif Baru di Indonesia. Disertasi, published. Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. Indonesia.
- Wulandari, K., dan Mei, A. 2018. Efektivitas Ekstrak Biji Bintaro (*Cerbera manghas*) Sebagai Larvasida Hayati pada Larva *Aedes aegypti* Instar III. Jurnal Kesehatan. Vol. 9(2): 218-224.

- Yulia, A. 2023. Isolasi dan Karakterisasi Bateri Endofitik dari Daun Bintaro (*Cerbera odollam* Gaertn) Sebagai Penghasil Antibiotik. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Jambi. Jambi.
- Zulkarnain, Z., Muthiadin, C., dan Nur, F. 2021. Potensi Kandungan Senyawa Ekstrak Daun Patikan Kebo (*Euphorbia hirta* L.) Sebagai Kandidat Antibiotik Alami. Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi. Vol. 15(2): 190-196.





LAMPIRAN

Lampiran 2. Tata Letak Percobaan

$K_0E_2U_3$	$K_1E_2U_2$	$K_2E_2U_2$	$K_2E_1U_2$
$K_1E_1U_1$	$K_3E_1U_3$	$K_3E_2U_1$	$K_2E_1U_3$
$K_0E_1U_1$	$K_2E_2U_4$	$K_0E_1U_3$	$K_2E_1U_4$
$K_3E_1U_4$	$K_1E_2U_3$	$K_1E_1U_3$	$K_1E_1U_4$
$K_3E_2U_4$	$K_1E_2U_4$	$K_3E_1U_1$	$K_3E_2U_2$
$K_2E_2U_3$	$K_0E_1U_2$	$K_1E_2U_1$	$K_0E_2U_1$
$K_3E_2U_3$	$K_1E_1U_2$	$K_0E_2U_2$	$K_2E_1U_1$
$K_0E_2U_4$	$K_3E_1U_2$	$K_0E_1U_4$	$K_2E_2U_1$



Keterangan:

	Ulangan 1
	Ulangan 2
	Ulangan 3
	Ulangan 4

 $K_0E_1 = 0\%$ ekstrak daun bintaro $K_0E_2 = 0\%$ ekstrak biji bintaro $K_1E_1 = 5\%$ ekstrak daun bintaro $K_1E_2 = 5\%$ ekstrak biji bintaro $K_2E_1 = 15\%$ ekstrak daun bintaro $K_2E_2 = 15\%$ ekstrak biji bintaro $K_3E_1 = 30\%$ ekstrak daun bintaro $K_3E_2 = 30\%$ ekstrak biji bintaro

Lampiran 3. Deskripsi Tanaman *Cerbera* Varietas *C. odollam*

Nama varietas	: <i>Cerbera odollam</i>
Bentuk tanaman	: tegak
Percabangan	: monopodial
Bentuk batang	: silindris
Bentuk daun	: lanset dan meruncing, permukaan halus
Ukuran daun	: panjang 10-20 cm
Warna daun	: hijau tua, mengkilap
Warna bunga	: putih kekuningan
Bentuk buah	: bulat, permukaan licin
Ukuran buah	: diameter 5-10 cm
Warna kulit buah masak	: merah keunguan hingga ungu
Warna daging buah	: putih

Sumber : 101 Spesies Tumbuhan Pesisir (2018)

Lampiran 4. Deskripsi Tanaman Jambu Biji Varietas Wijaya Merah

Nama varietas	: Wijaya Merah
Asal tanaman	: Srengseng Sawah, Depok
Lebar tajuk	: 3 meter
Percabangan	: horizontal
Bentuk batang	: silindris
Warna batang	: coklat
Bentuk daun	: lancet, permukaan kasar, ujung daun tumpul, tepi daun rata
Ukuran daun	: panjang 14-15 cm, lebar 6-7 cm
Panjang tangkai daun	: 1,5 cm
Warna daun	: bagian atas hijau tua, bagian bawah kuning
Warna bunga	: putih
Jumlah bunga per tandan	: 3-4 kuntum
Bentuk buah	: bulat
Ukuran buah	: panjang 10,7 cm, diameter 9,5 cm
Panjang tangkai buah	: 1-2,5 cm
Berat per buah	: 475 gram
Warna kulit buah masak	: kuning
Warna daging buah	: merah
Ketebalan daging buah	: 2,7-3 cm
Tekstur daging buah	: halus
Rasa daging buah	: manis
Kandungan air	: 89%
Kandungan vitamin C	: 90,2 mg/100 gr
Jumlah buah per tandan	: 1-3 buah
Produksi	: 200-300 kg/pohon/tahun
Identitas pohon induk tunggal	: tanaman milik H. Mubin Usman, Desa Srengsengsawah, Kecamatan Srengsengsawah, Jakarta Selatan (PI/JBT/GD/XXVI.21/8595)

Keterangan : disamping sebagai buah meja, juga sebagai bahan olahan seperti juice, setup atau selai

Pengusul/Peneliti : BPSB-TPH XXVI DKI Jakarta/Asmaniar, Nyi Suryati, Namin Y., Bejo Mulyono, Mubin Usman, A. Riyadi Wastra, Surachmat K.

Sumber : KEPMENTAN No. 517/KPTS/PD.210/10/2003

Lampiran 5. Perhitungan Mortalitas Hama Kutu Putih

Tabel 5. Data Hama Mati pada Setiap Perlakuan

Ulangan	Jumlah Kutu Putih yang Mati							
	K ₀ E ₁	K ₀ E ₂	K ₁ E ₁	K ₁ E ₂	K ₂ E ₁	K ₂ E ₂	K ₃ E ₁	K ₃ E ₂
U ₁	4	4	10	10	10	10	10	10
U ₂	3	3	10	10	10	10	10	10
U ₃	3	3	10	10	10	10	10	10
U ₄	4	4	10	10	10	10	10	10
Total	14	14	40	40	40	40	40	40
Rata-Rata	3,5	3,5	10	10	10	10	10	10

Perhitungan Presentase Mortalitas Hama Kutu Putih

a. Perlakuan K₀E₁

$$\begin{aligned}
 P_o &= \frac{a}{b} \times 100\% \\
 &= \frac{14}{40} \times 100\% \\
 &= 35\%
 \end{aligned}$$

Keterangan : Total hama mati mencapai 35%

b. Perlakuan K₀E₁

$$\begin{aligned}
 P_o &= \frac{a}{b} \times 100\% \\
 &= \frac{14}{40} \times 100\% \\
 &= 35\%
 \end{aligned}$$

Keterangan : Total hama mati mencapai 35%

c. Perlakuan K₁E₁

$$\begin{aligned}
 P_o &= \frac{a}{b} \times 100\% \\
 &= \frac{40}{40} \times 100\% \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

Keterangan : Total hama mati mencapai 100%

d. Perlakuan K_1E_2

$$\begin{aligned} P_o &= \frac{a}{b} \times 100\% \\ &= \frac{40}{40} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

Keterangan : Total hama mati mencapai 100%

e. Perlakuan K_2E_1

$$\begin{aligned} P_o &= \frac{a}{b} \times 100\% \\ &= \frac{40}{40} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

Keterangan : Total hama mati mencapai 100%

f. Perlakuan K_2E_2

$$\begin{aligned} P_o &= \frac{a}{b} \times 100\% \\ &= \frac{40}{40} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

Keterangan : Total hama mati mencapai 100%

g. Perlakuan K_3E_1

$$\begin{aligned} P_o &= \frac{a}{b} \times 100\% \\ &= \frac{40}{40} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

Keterangan : Total hama mati mencapai 100%

h. Perlakuan K_3E_2

$$\begin{aligned} P_o &= \frac{a}{b} \times 100\% \\ &= \frac{40}{40} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

Keterangan : Total hama mati mencapai 100%

Lampiran 6. Sidik Ragam Mortalitas Kutu Putih

SK	JK (SS)	DB	KT (MS)	F. Hit.	F. Tabel		KK (%)
					(0,05)	(0,01)	
Konsentrasi	253,50	3	84,50	1014**	3	4,71	
Jenis Ekstrak	0	1	0	0	4,25	7,82	
Interaksi	0	3	0	0	3	4,71	
Galat	2	24	0,08				
Total	255,5	31					3,44

Keterangan : ** : berpengaruh sangat nyata
 * : berpengaruh nyata
 tn : tidak berpengaruh nyata

Lampiran 7. Hasil *Lethal Time* 50% Kutu PutihTabel 6. Data *Lethal Time* 50% pada Perlakuan K_0E_1

Ulangan	Waktu Kematian Hama (Hari)												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
U1	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4
U2	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
U3	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	3
U4	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	4
Total	0	3	2	3	1	1	0	2	2	0	0	0	14
Rata-Rata	0	0,75	0,50	0,75	0,25	0,25	0	0,50	0,50	0	0	0	3,5

$K_0E_1 = 0 + 0,75 + 0,50 + 0,75 + 0,25 + 0,25 + 0 + 0,50 + 0,50 + 0 + 0 + 0 = 3,5$

Data hasil transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ sebanyak 1 kali

Ulangan	Waktu Kematian Hama (Hari)												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
U1	0,70	1,58	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	1,58	0,70	0,70	0,70	0,70	10,23
U2	0,70	1,22	1,22	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	1,22	0,70	0,70	0,70	10,03
U3	0,70	0,70	0,70	1,22	0,70	1,22	0,70	0,70	1,22	0,70	0,70	0,70	10,03
U4	0,70	0,70	1,22	1,58	1,22	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	10,39
Total	2,82	4,22	3,86	4,22	3,34	3,34	2,82	3,70	3,86	2,82	2,82	2,82	40,70
Rata-Rata	0,70	1,05	0,96	1,05	0,83	0,83	0,70	0,92	0,96	0,70	0,70	0,70	10,17

$K_0E_1 = 0,70 + 1,05 + 0,96 + 1,05 + 0,83 + 0,83 + 0,70 + 0,92 + 0,96 + 0,70 + 0,70 + 0,70 = 10,17$

Keterangan : Total kutu putih yang mati tidak mencapai 20 ekor, berarti perlakuan K_0E_1 tidak mencapai LT_{50}

Tabel 7. Data *Lethal Time* 50% pada Perlakuan K_0E_2

Ulangan	Waktu Kematian Hama (Hari)												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
U1	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4
U2	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
U3	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	3
U4	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	4
Total	0	3	2	3	1	1	0	2	2	0	0	0	14
Rata-Rata	0	0,75	0,50	0,75	0,25	0,25	0	0,50	0,50	0	0	0	3,5

$K_0E_2 = 0 + 0,75 + 0,50 + 0,75 + 0,25 + 0,25 + 0 + 0,50 + 0,50 + 0 + 0 + 0 = 3,5$

Data hasil transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ sebanyak 1 kali

Ulangan	Waktu Kematian Hama (Hari)												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
U1	0,70	1,58	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	1,58	0,70	0,70	0,70	0,70	10,23
U2	0,70	1,22	1,22	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	1,22	0,70	0,70	0,70	10,03
U3	0,70	0,70	0,70	1,22	0,70	1,22	0,70	0,70	1,22	0,70	0,70	0,70	10,03
U4	0,70	0,70	1,22	1,58	1,22	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	10,39
Total	2,82	4,22	3,86	4,22	3,34	3,34	2,82	3,70	3,86	2,82	2,82	2,82	40,70
Rata-Rata	0,70	1,05	0,96	1,05	0,83	0,83	0,70	0,92	0,96	0,70	0,70	0,70	10,17

$$K_0E_2 = 0,70 + 1,05 + 0,96 + 1,05 + 0,83 + 0,83 + 0,70 + 0,92 + 0,96 + 0,70 + 0,70 + 0,70 = 10,17$$

Keterangan : Total kutu putih yang mati tidak mencapai 20 ekor, berarti perlakuan K_0E_2 tidak mencapai LT_{50}

Tabel 8. Data *Lethal Time* 50% pada Perlakuan K_1E_1

Ulangan	Waktu Kematian Hama (Hari)												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
U1	2	2	0	1	0	2	0	0	0	0	2	1	10
U2	0	3	1	1	0	1	1	1	0	0	2	0	10
U3	2	1	0	1	1	1	1	0	0	1	2	0	10
U4	1	0	1	5	0	0	0	0	0	2	1	0	10
Total	5	6	2	8	1	4	2	1	0	3	7	1	40
Rata-Rata	1,25	1,50	0,50	2	0,25	1	0,50	0,25	0	0,75	1,75	0,25	10

$$K_1E_1 = 1,25 + 1,50 + 0,50 + 2 + 0,25 + 1 + 0,50 + 0,25 + 0 + 0,75 + 1,75 + 0,25 = 10$$

Data hasil transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ sebanyak 1 kali

Ulangan	Waktu Kematian Hama (Hari)												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
U1	1,58	1,58	0,70	1,22	0,70	1,58	0,70	0,70	0,70	0,70	1,58	1,22	13,01
U2	0,70	1,87	1,22	1,22	0,70	1,22	1,22	1,22	0,70	0,70	1,58	0,70	13,11
U3	1,58	1,22	0,70	1,22	1,22	1,22	1,22	0,70	0,70	1,22	1,58	0,70	13,33
U4	1,22	0,70	1,22	2,34	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	1,58	1,22	0,70	12,55
Total	5,09	5,38	3,86	6,01	3,34	4,73	3,86	3,34	2,82	4,22	5,96	3,34	52,01
Rata-Rata	1,27	1,34	0,96	1,50	0,83	1,18	0,96	0,83	0,70	1,05	1,49	0,83	13

$$K_1E_1 = 1,27 + 1,34 + 0,96 + 1,50 + 0,83 + 1,18 + 0,96 + 0,83 + 0,70 + 1,05 + 1,49 + 0,83 = 13$$

Keterangan : Total kutu putih yang mati mencapai 20 ekor pada hari ke-4, berarti perlakuan K_1E_1 mencapai LT_{50}

Tabel 9. Data *Lethal Time* 50% pada Perlakuan K₁E₂

Ulangan	Waktu Kematian Hama (Hari)												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
U1	2	0	1	0	0	1	1	1	1	0	3	0	10
U2	0	1	0	2	3	0	0	1	1	2	0	0	10
U3	5	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	10
U4	3	2	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	10
Total	10	3	2	5	4	2	2	2	2	2	5	1	40
Rata-Rata	2,50	0,75	0,50	1,25	1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,25	0,25	10

$$K_1E_2 = 2,50 + 0,75 + 0,50 + 1,25 + 1 + 0,50 + 0,50 + 0,50 + 0,50 + 0,50 + 1,25 + 0,25 = 10$$

Data hasil transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ sebanyak 1 kali

Ulangan	Waktu Kematian Hama (Hari)												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
U1	1,58	0,70	1,22	0,70	0,70	1,22	1,22	1,22	1,22	0,70	1,87	0,70	13,11
U2	0,70	1,22	0,70	1,58	1,87	0,70	0,70	1,22	1,22	1,58	0,70	0,70	12,94
U3	2,34	0,70	0,70	1,22	0,70	1,22	1,22	0,70	0,70	0,70	1,22	1,22	12,71
U4	1,87	1,58	1,22	1,58	1,22	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	1,22	0,70	12,94
Total	6,50	4,22	3,86	5,09	4,50	3,86	3,86	3,86	3,86	3,70	5,02	3,34	51,72
Rata-Rata	1,62	1,05	0,96	1,27	1,12	0,96	0,96	0,96	0,96	0,92	1,25	0,83	12,93

$$K_1E_2 = 1,62 + 1,05 + 0,96 + 1,27 + 1,12 + 0,96 + 0,96 + 0,96 + 0,96 + 0,96 + 0,92 + 1,25 + 0,83 = 12,93$$

Keterangan : Total kutu putih yang mati mencapai 20 ekor pada hari ke-4, berarti perlakuan K₁E₂ mencapai LT₅₀

Tabel 10. Data *Lethal Time* 50% pada Perlakuan K₂E₁

Ulangan	Waktu Kematian Hama (Hari)												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
U1	0	1	0	2	0	1	0	2	1	2	1	0	10
U2	2	0	0	4	0	1	0	0	1	1	1	0	10
U3	2	1	0	3	0	0	0	1	1	2	0	0	10
U4	1	1	6	0	0	1	0	0	0	0	1	0	10
Total	5	3	6	9	0	3	0	3	3	5	3	0	40
Rata-Rata	1,25	0,75	1,50	2,25	0	0,75	0	0,75	0,75	1,25	0,75	0	10

$$K_2E_1 = 1,25 + 0,75 + 1,50 + 2,25 + 0 + 0,75 + 0 + 0,75 + 0,75 + 1,25 + 0,75 + 0 = 10$$

Data hasil transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ sebanyak 1 kali

Ulangan	Waktu Kematian Hama (Hari)												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
U1	0,70	1,22	0,70	1,58	0,70	1,22	0,70	1,58	1,22	1,58	1,22	0,70	13,17
U2	1,58	0,70	0,70	2,12	0,70	1,22	0,70	0,70	1,22	1,22	1,22	0,70	12,84
U3	1,58	1,22	0,70	1,87	0,70	0,70	0,70	1,22	1,22	1,58	0,70	0,70	12,94
U4	1,22	1,22	2,54	0,70	0,70	1,22	0,70	0,70	0,70	0,70	1,22	0,70	12,39
Total	5,09	4,38	4,67	6,28	2,82	4,38	2,82	4,22	4,38	5,09	4,38	2,82	51,37
Rata-Rata	1,27	1,09	1,16	1,57	0,70	1,09	0,70	1,05	1,09	1,27	1,09	0,70	12,84

$$K_2E_1 = 1,27 + 1,09 + 1,16 + 1,57 + 0,70 + 1,09 + 0,70 + 1,05 + 1,09 + 1,27 + 1,09 + 0,70 = 12,84$$

Keterangan : Total kutu putih yang mati mencapai 20 ekor pada hari ke-4, berarti perlakuan K_2E_1 mencapai LT_{50}

Tabel 11. Data *Lethal Time* 50% pada Perlakuan K_2E_2

Ulangan	Waktu Kematian Hama (Hari)												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
U1	3	0	0	1	4	0	0	1	1	0	0	0	10
U2	2	0	0	2	0	1	0	2	1	2	0	0	10
U3	1	1	0	0	2	1	1	1	2	1	0	0	10
U4	2	2	0	1	0	0	1	0	2	2	0	0	10
Total	8	3	0	4	6	2	2	4	6	5	0	0	40
Rata-Rata	2	0,75	0	1	1,50	0,50	0,50	1	1,50	1,25	0	0	10

$$K_2E_2 = 2 + 0,75 + 0 + 1 + 1,50 + 0,50 + 0,50 + 1 + 1,50 + 1,25 + 0 + 0 = 10$$

Data hasil transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ sebanyak 1 kali

Ulangan	Waktu Kematian Hama (Hari)												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
U1	1,87	0,70	0,70	1,22	2,12	0,70	0,70	1,22	1,22	0,70	0,70	0,70	12,61
U2	1,58	0,70	0,70	1,58	0,70	1,22	0,70	1,58	1,22	1,58	0,70	0,70	13,01
U3	1,22	1,22	0,70	0,70	1,58	1,22	1,22	1,22	1,58	1,22	0,70	0,70	13,33
U4	1,58	1,58	2,54	1,22	0,70	0,70	1,22	0,70	1,58	1,58	0,70	0,70	14,85
Total	6,25	4,22	4,67	4,73	5,11	3,86	3,86	4,73	5,61	5,09	2,82	2,82	53,83
Rata-Rata	1,56	1,05	1,16	1,18	1,27	0,96	0,96	1,18	1,40	1,27	0,70	0,70	13,45

$$K_2E_2 = 1,56 + 1,05 + 1,16 + 1,18 + 1,27 + 0,96 + 0,96 + 1,18 + 1,40 + 1,27 + 0,70 + 0,70 = 13,45$$

Keterangan : Total kutu putih yang mati mencapai 20 ekor pada hari ke-5, berarti perlakuan K_2E_2 mencapai LT_{50}

Tabel 12. Data *Lethal Time* 50% pada Perlakuan K₃E₁

Ulangan	Waktu Kematian Hama (Hari)												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
U1	2	0	1	3	3	0	0	0	0	1	0	0	10
U2	2	0	2	2	1	1	1	0	0	1	0	0	10
U3	2	1	2	0	1	1	0	1	1	1	0	0	10
U4	1	1	1	3	1	1	1	0	0	1	0	0	10
Total	7	2	6	8	6	3	2	1	1	4	0	0	40
Rata-Rata	1,75	0,50	1,50	2	1,50	0,75	0,50	0,25	0,25	1	0	0	10

$$K_3E_1 = 1,75 + 0,50 + 1,50 + 2 + 1,50 + 0,75 + 0,50 + 0,25 + 0,25 + 1 + 0 + 0 = 10$$

Data hasil transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ sebanyak 1 kali

Ulangan	Waktu Kematian Hama (Hari)												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
U1	1,58	0,70	1,22	1,87	1,87	0,70	0,70	0,70	0,70	1,22	0,70	0,70	12,72
U2	1,58	0,70	1,58	1,58	1,22	1,22	1,22	0,70	0,70	1,22	0,70	0,70	13,17
U3	1,58	1,22	1,58	0,70	1,22	1,22	0,70	1,22	1,22	1,22	0,70	0,70	13,33
U4	1,22	1,22	1,22	1,87	1,22	1,22	1,22	0,70	0,70	1,22	0,70	0,70	13,27
Total	5,96	3,86	5,61	6,02	5,54	4,38	3,86	3,34	3,34	4,89	2,82	2,82	52,51
Rata-Rata	1,49	0,96	1,40	1,50	1,38	1,09	0,96	0,83	0,83	1,22	0,70	0,70	13,12

$$K_3E_1 = 1,49 + 0,96 + 1,40 + 1,50 + 1,38 + 1,09 + 0,96 + 0,83 + 0,83 + 1,22 + 0,70 + 0,70 = 13,12$$

Keterangan : Total kutu putih yang mati mencapai 20 ekor pada hari ke-4, berarti perlakuan K₃E₁ mencapai LT₅₀

Tabel 13. Data *Lethal Time* 50% pada Perlakuan K₃E₂

Ulangan	Waktu Kematian Hama (Hari)												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
U1	4	2	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	10
U2	4	1	2	1	0	0	0	1	1	0	0	0	10
U3	2	0	0	1	1	1	1	1	3	0	0	0	10
U4	5	1	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0	10
Total	15	4	3	3	3	1	2	3	6	0	0	0	40
Rata-Rata	3,75	1	0,75	0,75	0,75	0,25	0,50	0,75	1,50	0	0	0	10

$$K_3E_2 = 3,75 + 1 + 0,75 + 0,75 + 0,75 + 0,25 + 0,50 + 0,75 + 1,50 + 0 + 0 + 0 + 0 = 10$$

Data hasil transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ sebanyak 1 kali

Ulangan	Waktu Kematian Hama (Hari)												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
U1	2,12	1,58	1,22	1,22	0,70	0,70	1,22	0,70	1,22	0,70	0,70	0,70	12,84
U2	2,12	1,22	1,58	1,22	0,70	0,70	0,70	1,22	1,22	0,70	0,70	0,70	12,84
U3	1,58	0,70	0,70	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,87	0,70	0,70	0,70	13,11
U4	2,34	1,22	0,70	0,70	1,58	0,70	0,70	1,22	1,22	0,70	0,70	0,70	12,55
Total	8,16	4,73	4,22	4,38	4,22	3,34	3,86	4,38	5,54	2,82	2,82	2,82	51,34
Rata-Rata	2,04	1,18	1,05	1,09	1,05	0,83	0,96	1,09	1,38	0,70	0,70	0,70	12,83

$$K_3E_2 = 2,04 + 1,18 + 1,05 + 1,09 + 1,05 + 0,83 + 0,96 + 1,09 + 1,38 + 0,70 + 0,70 + 0,70 = 12,83$$

Keterangan : Total kutu putih yang mati mencapai 20 ekor pada hari ke-3, berarti perlakuan K_3E_2 mencapai LT_{50}

Tabel 14. Rata-Rata Hasil *Lethal Time* 50% Seluruh Perlakuan

Perlakuan	Waktu Kematian Hama (Hari)												Rata-Rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
K_0E_1	0	0,75	0,50	0,75	0,25	0,25	0	0,50	0,50	0	0	0	0,29
K_0E_2	0	0,75	0,50	0,75	0,25	0,25	0	0,50	0,50	0	0	0	0,29
K_1E_1	1,25	1,50	0,50	2	0,25	1	0,50	0,25	0	0,75	1,75	0,25	0,83
K_1E_2	2,50	0,75	0,50	1,25	1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,25	0,25	0,83
K_2E_1	1,25	0,75	1,50	2,25	0	0,75	0	0,75	0,75	1,25	0,75	0	0,83
K_2E_2	2	0,75	0	1	1,50	0,50	0,50	1	1,50	1,25	0	0	0,83
K_3E_1	1,75	0,50	1,50	2	1,50	0,75	0,50	0,25	0,25	1	0	0	0,83
K_3E_2	3,75	1	0,75	0,75	0,75	0,25	0,50	0,75	1,50	0	0	0	0,83

Data hasil transformasi $\sqrt{x + 0,5}$ sebanyak 1 kali

Perlakuan	Waktu Kematian Hama (Hari)												Rata-Rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
K_0E_1	0,70	1,05	0,96	1,05	0,83	0,83	0,70	0,92	0,96	0,70	0,70	0,70	0,84
K_0E_2	0,70	1,05	0,96	1,05	0,83	0,83	0,70	0,92	0,96	0,70	0,70	0,70	0,84
K_1E_1	1,27	1,34	0,96	1,50	0,83	1,18	0,96	0,83	0,70	1,05	1,49	0,83	1,07
K_1E_2	1,62	1,05	0,96	1,27	1,12	0,96	0,96	0,96	0,96	0,92	1,25	0,83	1,07
K_2E_1	1,27	1,09	1,16	1,57	0,70	1,09	0,70	1,05	1,09	1,27	1,09	0,70	1,06
K_2E_2	1,56	1,05	1,16	1,18	1,27	0,96	0,96	1,18	1,40	1,27	0,70	0,70	1,11
K_3E_1	1,49	0,96	1,40	1,50	1,38	1,09	0,96	0,83	0,83	1,22	0,70	0,70	1,08
K_3E_2	2,04	1,18	1,05	1,09	1,05	0,83	0,96	1,09	1,38	0,70	0,70	0,70	1,06

Keterangan : Pada perlakuan dijumlahkan rata-rata kematian kutu putih dalam rentang 1-12 HSA mencapai 20 kutu putih atau sebesar 50%

Lampiran 8. Data Perubahan Warna pada Kutu Putih Menjadi Kuning, Cokelat, dan Hitam

Kuning

Ulangan	Jumlah Hama yang Berubah Warna								Total
	K ₀ E ₁	K ₀ E ₂	K ₁ E ₁	K ₁ E ₂	K ₂ E ₁	K ₂ E ₂	K ₃ E ₁	K ₃ E ₂	
U1	0	0	1	2	1	3	1	1	9
U2	0	0	2	0	0	0	1	1	4
U3	0	0	1	2	0	0	0	0	3
U4	0	0	1	0	1	3	0	0	5
Total	0	0	5	4	2	6	2	2	21
Rata-Rata	0	0	1,25	1	0,50	1,50	0,5	0,5	5,25

Cokelat

Ulangan	Jumlah Hama yang Berubah Warna								Total
	K ₀ E ₁	K ₀ E ₂	K ₁ E ₁	K ₁ E ₂	K ₂ E ₁	K ₂ E ₂	K ₃ E ₁	K ₃ E ₂	
U1	1	3	2	7	5	5	5	4	32
U2	1	1	6	2	5	4	4	3	26
U3	0	0	7	3	6	2	5	3	26
U4	0	0	2	2	6	3	1	0	14
Total	2	4	17	14	22	14	15	10	98
Rata-Rata	0,50	1	4,25	3,50	5,50	3,50	3,75	2,50	24,50

Hitam

Ulangan	Jumlah Hama yang Berubah Warna								Total
	K ₀ E ₁	K ₀ E ₂	K ₁ E ₁	K ₁ E ₂	K ₂ E ₁	K ₂ E ₂	K ₃ E ₁	K ₃ E ₂	
U1	2	0	0	1	1	0	0	4	8
U2	0	0	0	2	0	0	0	3	5
U3	0	0	0	5	0	4	0	1	10
U4	0	0	2	4	0	1	2	7	16
Total	2	0	2	12	1	5	2	15	39
Rata-Rata	0,50	0	0,50	3	0,25	1,25	0,50	3,75	9,75

Lampiran 9. Perhitungan Perubahan Warna Kutu Putih Menjadi Kuning

- Perlakuan K₀E₁

$$\begin{aligned}\% \text{ Perubahan Warna} &= \frac{x}{y} \times 100\% \\ &= \frac{0}{40} \times 100\% \\ &= 0\%\end{aligned}$$

Keterangan : Persentase perubahan warna kutu putih menjadi kuning pada perlakuan K₀E₁ yaitu 0%

- Perlakuan K₀E₂

$$\begin{aligned}\% \text{ Perubahan Warna} &= \frac{x}{y} \times 100\% \\ &= \frac{0}{40} \times 100\% \\ &= 0\%\end{aligned}$$

Keterangan : Persentase perubahan warna kutu putih menjadi kuning pada perlakuan K₀E₂ yaitu 0%

- Perlakuan K₁E₁

$$\begin{aligned}\% \text{ Perubahan Warna} &= \frac{x}{y} \times 100\% \\ &= \frac{5}{40} \times 100\% \\ &= 12,50\%\end{aligned}$$

Keterangan : Persentase perubahan warna kutu putih menjadi kuning pada perlakuan K₁E₁ yaitu 12,50%

- Perlakuan K₁E₂

$$\begin{aligned}\% \text{ Perubahan Warna} &= \frac{x}{y} \times 100\% \\ &= \frac{4}{40} \times 100\% \\ &= 10\%\end{aligned}$$

Keterangan : Persentase perubahan warna kutu putih menjadi kuning pada perlakuan K₁E₂ yaitu 10%

- Perlakuan K₂E₁

$$\begin{aligned}\% \text{ Perubahan Warna} &= \frac{x}{y} \times 100\% \\ &= \frac{2}{40} \times 100\% \\ &= 5\%\end{aligned}$$

Keterangan : Persentase perubahan warna kutu putih menjadi kuning pada perlakuan K₂E₁ yaitu 5%

- Perlakuan K₂E₂

$$\begin{aligned}\% \text{ Perubahan Warna} &= \frac{x}{y} \times 100\% \\ &= \frac{6}{40} \times 100\% \\ &= 15\%\end{aligned}$$

Keterangan : Persentase perubahan warna kutu putih menjadi kuning pada perlakuan K₂E₂ yaitu 15%

- Perlakuan K₃E₁

$$\begin{aligned}\% \text{ Perubahan Warna} &= \frac{x}{y} \times 100\% \\ &= \frac{2}{40} \times 100\% \\ &= 5\%\end{aligned}$$

Keterangan : Persentase perubahan warna kutu putih menjadi kuning pada perlakuan K₃E₁ yaitu 5%

- Perlakuan K_3E_2

$$\begin{aligned}\% \text{ Perubahan Warna} &= \frac{x}{y} \times 100\% \\ &= \frac{2}{40} \times 100\% \\ &= 5\%\end{aligned}$$

Keterangan : Persentase perubahan warna kutu putih menjadi kuning pada perlakuan K_3E_2 yaitu 5%

Lampiran 10. Perhitungan Perubahan Warna Kutu Putih Menjadi Cokelat

- Perlakuan K₀E₁

$$\begin{aligned}\% \text{ Perubahan Warna} &= \frac{x}{y} \times 100\% \\ &= \frac{2}{40} \times 100\% \\ &= 5\%\end{aligned}$$

Keterangan : Persentase perubahan warna kutu putih menjadi cokelat pada perlakuan K₀E₁ yaitu 5%

- Perlakuan K₀E₂

$$\begin{aligned}\% \text{ Perubahan Warna} &= \frac{x}{y} \times 100\% \\ &= \frac{4}{40} \times 100\% \\ &= 10\%\end{aligned}$$

Keterangan : Persentase perubahan warna kutu putih menjadi cokelat pada perlakuan K₀E₂ yaitu 10%

- Perlakuan K₁E₁

$$\begin{aligned}\% \text{ Perubahan Warna} &= \frac{x}{y} \times 100\% \\ &= \frac{17}{40} \times 100\% \\ &= 42,50\%\end{aligned}$$

Keterangan : Persentase perubahan warna kutu putih menjadi cokelat pada perlakuan K₁E₁ yaitu 42,50%

- Perlakuan K₁E₂

$$\begin{aligned}\% \text{ Perubahan Warna} &= \frac{x}{y} \times 100\% \\ &= \frac{14}{40} \times 100\% \\ &= 35\%\end{aligned}$$

Keterangan : Persentase perubahan warna kutu putih menjadi cokelat pada perlakuan K₁E₂ yaitu 35%

- Perlakuan K₂E₁

$$\begin{aligned}\% \text{ Perubahan Warna} &= \frac{x}{y} \times 100\% \\ &= \frac{22}{40} \times 100\% \\ &= 55\%\end{aligned}$$

Keterangan : Persentase perubahan warna kutu putih menjadi cokelat pada perlakuan K₂E₁ yaitu 55%

- Perlakuan K₂E₂

$$\begin{aligned}\% \text{ Perubahan Warna} &= \frac{x}{y} \times 100\% \\ &= \frac{14}{40} \times 100\% \\ &= 35\%\end{aligned}$$

Keterangan : Persentase perubahan warna kutu putih menjadi cokelat pada perlakuan K₂E₂ yaitu 35%

- Perlakuan K₃E₁

$$\begin{aligned}\% \text{ Perubahan Warna} &= \frac{x}{y} \times 100\% \\ &= \frac{15}{40} \times 100\% \\ &= 37,50\%\end{aligned}$$

Keterangan : Persentase perubahan warna kutu putih menjadi cokelat pada perlakuan K₃E₁ yaitu 37,50%

- Perlakuan K_3E_2

$$\begin{aligned}\% \text{ Perubahan Warna} &= \frac{x}{y} \times 100\% \\ &= \frac{10}{40} \times 100\% \\ &= 25\%\end{aligned}$$

Keterangan : Persentase perubahan warna kutu putih menjadi cokelat pada perlakuan K_3E_2 yaitu 25%

Lampiran 11. Perhitungan Perubahan Warna Kudu Putih Menjadi Hitam

- Perlakuan K₀E₁

$$\begin{aligned}\% \text{ Perubahan Warna} &= \frac{x}{y} \times 100\% \\ &= \frac{2}{40} \times 100\% \\ &= 5\%\end{aligned}$$

Keterangan : Persentase perubahan warna kudu putih menjadi hitam pada perlakuan K₀E₁ yaitu 5%

- Perlakuan K₀E₂

$$\begin{aligned}\% \text{ Perubahan Warna} &= \frac{x}{y} \times 100\% \\ &= \frac{0}{40} \times 100\% \\ &= 0\%\end{aligned}$$

Keterangan : Persentase perubahan warna kudu putih menjadi hitam pada perlakuan K₀E₂ yaitu 0%

- Perlakuan K₁E₁

$$\begin{aligned}\% \text{ Perubahan Warna} &= \frac{x}{y} \times 100\% \\ &= \frac{2}{40} \times 100\% \\ &= 5\%\end{aligned}$$

Keterangan : Persentase perubahan warna kudu putih menjadi hitam pada perlakuan K₁E₁ yaitu 5%

- Perlakuan K₁E₂

$$\begin{aligned}\% \text{ Perubahan Warna} &= \frac{x}{y} \times 100\% \\ &= \frac{12}{40} \times 100\% \\ &= 30\%\end{aligned}$$

Keterangan : Persentase perubahan warna kutu putih menjadi hitam pada perlakuan K₁E₂ yaitu 30%

- Perlakuan K₂E₁

$$\begin{aligned}\% \text{ Perubahan Warna} &= \frac{x}{y} \times 100\% \\ &= \frac{1}{40} \times 100\% \\ &= 2,50\%\end{aligned}$$

Keterangan : Persentase perubahan warna kutu putih menjadi hitam pada perlakuan K₂E₁ yaitu 2,50%

- Perlakuan K₂E₂

$$\begin{aligned}\% \text{ Perubahan Warna} &= \frac{x}{y} \times 100\% \\ &= \frac{5}{40} \times 100\% \\ &= 12,50\%\end{aligned}$$

Keterangan : Persentase perubahan warna kutu putih menjadi hitam pada perlakuan K₂E₂ yaitu 12,50%

- Perlakuan K₃E₁

$$\begin{aligned}\% \text{ Perubahan Warna} &= \frac{x}{y} \times 100\% \\ &= \frac{2}{40} \times 100\% \\ &= 5\%\end{aligned}$$

Keterangan : Persentase perubahan warna kutu putih menjadi hitam pada perlakuan K₃E₁ yaitu 5%

- Perlakuan K_3E_2

$$\begin{aligned}\% \text{ Perubahan Warna} &= \frac{x}{y} \times 100\% \\ &= \frac{15}{40} \times 100\% \\ &= 37,50\%\end{aligned}$$

Keterangan : Persentase perubahan warna kutu putih menjadi cokelat pada perlakuan K_3E_2 yaitu 37,50%

Lampiran 12. Contoh Pengolahan Data Sidik Ragam

Parameter mortalitas pada kutu putih

Perlakuan	Ulangan				Total
	1	2	3	4	
K ₀ E ₁	4	3	3	4	14
K ₀ E ₂	4	3	3	4	14
K ₁ E ₁	10	10	10	10	40
K ₁ E ₂	10	10	10	10	40
K ₂ E ₁	10	10	10	10	40
K ₂ E ₂	10	10	10	10	40
K ₃ E ₁	10	10	10	10	40
K ₃ E ₂	10	10	10	10	40
Total	68	66	66	68	268

1. Menghitung Derajat Bebas (DB)

- DB konsentrasi = $k - 1$
 $= 4 - 1$
 $= 3$
- DB ekstrak = $e - 1$
 $= 2 - 1$
 $= 1$
- DB ke = $(k - 1)(e - 1)$
 $= (4 - 1)(2 - 1)$
 $= 3 \times 1 = 3$
- DB galat = $(k \times e)(r - 1)$
 $= (4 \times 2)(4 - 1)$
 $= 8 \times 3 = 24$
- DB total = $(k \times e \times r) - 1$
 $= (4 \times 2 \times 4) - 1$
 $= 32 - 1 = 31$

2. Menghitung Faktor Korelasi (FK)

$$FK = \frac{y^2}{rab} = \frac{268^2}{32} = 2244,5$$

3. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)

- JK total = $\Sigma Y_{ijk}^2 - FK$
 $= (4)^2 + (3)^2 + (3)^2 + (4)^2 + \dots + (10)^2 + (10)^2 + (10)^2 - 2244,5$
 $= 255,5$
- JK konsentrasi = $\Sigma Y_{i..}^2 / (r \times b) - FK$
 $= \frac{(14)^2 + (40)^2 + (40)^2 + (40)^2}{8} - 2244,5$
 $= 253,5$
- JK ekstrak = $\Sigma Y_{.j.}^2 / (r \times a) - FK$
 $= \frac{(134)^2 + (134)^2}{16} - 2244,5$
 $= 0$
- JK ke = $\Sigma Y_{ij.}^2 / r - FK - JK k - JK e$
 $= \frac{(14)^2 + (14)^2 + \dots + (40)^2 + (40)^2}{4} - 2244,5 - 253,5 - 0$
 $= 0$
- JK galat = $JK \text{ total} - JK k - JK e - JK ke$
 $= 255,5 - 253,5 - 0 - 0$
 $= 2$

4. Menghitung Kuadrat Tengah (KT)

- KT konsentrasi = $\frac{JK \text{ konsentrasi}}{DB \text{ konsentrasi}} = \frac{253,5}{3} = 84,5$
- KT ekstrak = $\frac{JK \text{ ekstrak}}{DB \text{ ekstrak}} = \frac{0}{1} = 0$
- KT ke = $\frac{JK \text{ ke}}{DB \text{ ke}} = \frac{0}{3} = 0$

$$\bullet \text{ KT galat} = \frac{\text{JK galat}}{\text{DB galat}} = \frac{2}{24} = 0,083$$

5. Menghitung F Hitung

$$\bullet \text{ F hitung konsentrasi} = \frac{\text{KT konsentrasi}}{\text{KT galat}} = \frac{253,5}{0,083} = 1014$$

$$\bullet \text{ F hitung ekstrak} = \frac{\text{KT ekstrak}}{\text{KT galat}} = \frac{0}{0,083} = 0$$

$$\bullet \text{ F hitung ke} = \frac{\text{KT ke}}{\text{KT galat}} = \frac{0}{0,083} = 0$$

Tabel Sidik Ragam

SK	JK (SS)	DB	KT (MS)	F. Hit.	F. Tabel		KK (%)
					(0,05)	(0,01)	
Konsentrasi	253,50	3	84,50	1014**	3	4,71	
Jenis Ekstrak	0	1	0	0	4,25	7,82	
Interaksi	0	3	0	0	3	4,71	
Galat	2	24	0,08				
Total	255,5	31					3,44

Lampiran 13. Dokumentasi Kegiatan Penelitian

1. Alat dan Bahan



Blender



Gelas ukur



Toples plastik



Mikroskop digital



Gelas beaker



Handsprayer



Corong



Kuas



Spatula



Erlenmayer



Oven



Timbangan
Analitik



Mikroskop
monokuler



Biji bintaro



Aquades



Daun jambu biji



Daun bintaro



Label nama



Kutu putih jambu
biji



Kertas saring



Map coklat



Golok



Alat tulis

2. Dokumentasi Penelitian



Pengeringan biji dan daun bintaro



Penghalusan biji dan daun bintaro



Penimbangan bubuk biji dan daun bintaro



Pengukuran aquades untuk perendaman



Pencampuran aquades dengan bubuk biji dan daun bintaro



Perendaman selama 24 jam



Penyaringan ekstrak bintaro



Pengenceran ekstrak bintaro



Pemisahan kutu putih instar 3



Penyemprotan ekstrak bintaro



Pengamatan

3. Dokumentasi Hasil Penelitian

- Pembuatan ekstrak bintaro



Hasil penimbangan daun bintaro kering



Hasil penimbangan biji bintaro kering



Ekstrak bintaro setelah pengenceran

- Kutu putih setiap perlakuan sebelum penyemprotan



K_0E_1



K_0E_2



K_1E_1



K_1E_2



K_2E_1



K_2E_2



K_3E_1



K_3E_2

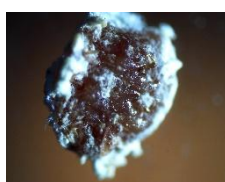
- Kutu putih setiap perlakuan setelah penyemprotan



K_0E_1



K_0E_2



K_1E_1



K_1E_2



K_2E_1



K_2E_2



K_3E_1



K_3E_2