

**UJI EFEKTIVITAS BIOPESTISIDA EKSTRAK DAUN MIMBA
(*Azadirachta indica* Juss.) TERHADAP HAMA PENGGEREK
(*Hypothenemus hampei*) PADA KOPI ROBUSTA (*Coffea
canephora*)**

SKRIPSI



**RENI ALFIANI
F1C419020**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
JURUSAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
2024**

**UJI EFEKTIVITAS BIOPESTISIDA EKSTRAK DAUN MIMBA
(*Azadirachta indica* Juss.) TERHADAP HAMA PENGGEREK
(*Hypothenemus hampei*) PADA KOPI ROBUSTA (*Coffea
canephora*)**

Diajukan sebagai salah satu syarat dalam melakukan penelitian dalam rangka
penulisan Skripsi pada Program Studi Biologi



**RENI ALFIANI
F1C419020**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
JURUSAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

**UJI EFEKTIVITAS BIOPESTISIDA EKSTRAK DAUN MIMBA
(*Azadirachta indica* Juss.) TERHADAP HAMA PENGGEREK
(*Hypothenemus hampei*) PADA KOPI ROBUSTA (*Coffea
canephora*)**

Oleh:

**RENI ALFIANI
F1C419020**

Disetujui:

Pembimbing I

Pembimbing Pendamping II

Prof. Dr. Revis Asra, S.Si., M.Si.
NIP. 197301232000032002

Anggit Prima Nugraha, S.Si., M.Sc.
NIP. 198710232019031011

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Tanda tangan yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jambi, Maret 2024
Yang menyatakan

RENI ALFIANI
F1C419020

RINGKASAN

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan yang penting di Indonesia karena merupakan salah satu penghasil devisa negara yang tinggi. Masalah utama yang dihadapi oleh petani kopi adalah serangan dari hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*) yang dapat menyebabkan turunnya nilai jual kopi. Penanganan hama tersebut yang banyak dilakukan adalah dengan menggunakan insektisida sintetik. Penggunaan insektisida sintetik dalam jangka panjang dikhawatirkan dapat menyebabkan masalah lain seperti resistensi hama dan pencemaran lingkungan. Solusi lain dari permasalahan ini adalah dengan menggunakan insektisida nabati dimana pada penelitian ini memanfaatkan daun mimba sebagai insektisida nabati. Daun mimba adalah tanaman berbentuk pohon. Tanaman daun mimba termasuk famili Miliaceae. Kandungan bahan aktif pada daun mimba adalah azadirachtin (C₃₅H₄₄O₁₆), meliantriol, salanin, nimbin, nimbidin. Azadirachtin mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan serangga dengan mengganggu sistem hormonal (neuroendokrin) berperan sebagai “*ecdysone blocker*” sehingga serangga gagal ganti kulit. Senyawa meliantriol berfungsi sebagai zat *antifeedant* dan *repellent*, mempengaruhi kinerja pencernaan pada hama yang menyerang tanaman, dan dapat menghambat pertumbuhan hama bagi hama sasaran. Biopestisida daun mimba ini diperlukan oleh para petani sebagai bahan baku untuk mengendalikan hama pada tanaman karena relative mudah di buat, mudah terurai di alam sehingga tidak mencemari lingkungan dan relatif lebih aman bagi manusia dibandingkan dengan bahan kimia. Penelitian ini dilakukan dengan metode racun kontak pada skala laboratorium. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah biopestisida dari ekstrak daun mimba berpengaruh nyata terhadap mortalitas *Hypothenemus hampei* dan ekstrak paling efektif adalah ekstrak daun mimba 40% yang mengakibatkan mortalitas sebesar 94%.

Kata kunci : Kopi, Hama Penggerek Buah Kopi, Daun Mimba, Biopestisida

SUMMARY

Coffee is one of the important plantation commodities in Indonesia because it is one of the country's high foreign exchange earners. The main problem faced by coffee farmers is attacks from the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) which can cause a decrease in the selling value of coffee. The most common treatment for these pests is by using synthetic insecticides. It is feared that long-term use of synthetic insecticides could cause other problems such as pest resistance and environmental pollution. Another solution to this problem is to use a vegetable insecticide, which in this study used neem leaves (*Azadirachta indica* Juss.) as a vegetable insecticide. *Azadirachta indica* Juss. is a tree-shaped plant. *Azadirachta indica* Juss plant. belongs to the Miliaceae family. The active ingredient content in *Azadirachta indica* Juss. are azadirachtin (C35H44O16), meliantriol, salanin, nimbin, nimbidin. Azadirachtin affects the growth and development of insects by disrupting the hormonal (neuroendocrine) system, acting as an "ecdysone blocker" so that insects fail to molt. The meliantriol compound functions as an antifeedant and repellent, affecting the digestive performance of pests that attack plants, and can inhibit the growth of target pests. *Azadirachta indica* Juss. leaf biopesticide. This is needed by farmers as a raw material to control pests on plants because it is relatively easy to make, easily decomposes in nature so it does not pollute the environment and is relatively safer for humans compared to chemicals. This research was carried out using the contact poison method on a laboratory scale. The results obtained from this research are biopesticides from *Azadirachta indica* Juss leaf extract. had a significant effect on *Hypothenemus hampei* mortality and the most effective extract was *Azadirachta indica* Juss extract. 40% which resulted in a mortality of 94%.

Keywords: Coffee, Coffee Fruit Borer Pests, Neem Leaves, Biopesticide

**UJI EFEKTIVITAS BIOPESTISIDA EKSTRAK DAUN MIMBA
(*Azadirachta indica* Juss.) TERHADAP HAMA PENGGEREK
(*Hypothenemus hampei*) PADA KOPI ROBUSTA (*Coffea
canephora*)**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat dalam melakukan penelitian dalam rangka
penulisan Skripsi pada Program Studi Biologi



**RENI ALFIANI
F1C419020**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
JURUSAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **UJI EFEKTIVITAS BIOPESTISIDA EKSTRAK DAUN MIMBA (*Azadirachta indica* Juss.) TERHADAP HAMA PENGGEREK (*Hypothenemus hampei*) PADA KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*)** yang disusun oleh **Reni Alfiani, Nim : F1C419020**.

Susunan Tim Penguji:

Ketua : Prof. Dr. Revis Asra, S.Si., M.Si
Sekretaris : Anggit Prima Nugraha, S.Si., M.Sc
Anggota : 1. Ade Adriadi, S.Si., M.Si, CIT
2. Hasna Ul Maritsa, S.Si., M.Sc
3. Tia Wulandari, S.Pd., M.Sc

Pembimbing I

Pembimbing Pendamping II

Prof. Dr. Revis Asra, S.Si., M.Si.
NIP. 197301232000032002

Anggit Prima Nugraha, S.Si., M.Sc.
NIP. 198710232019031011

Diketahui:

Dekan
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Jambi

Ketua Jurusan MIPA
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Jambi

Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T
NIP. 196806021993031004

Drs. Yusnaidar, S.Si., M.Si
NIP. 196809241999032001

RIWAYAT HIDUP



Reni Alfiani lahir di desa Air Batu pada tanggal 27 Juli 1999. Penulis merupakan anak pertama dari Bapak Sugianto dan Ibu Sulastri. Jalur pendidikan formal yang pernah ditempuh penulis adalah sebagai berikut:

1. SD Negeri, tahun 2006-2012
2. SMP Negeri 18 Merangin, tahun 2012-2015
3. SMA Negeri 1 Pelepat Ilir tahun 2015-2018
4. Penulis diterima di Perguruan Tinggi Negeri Universitas Jambi pada tahun 2019 dan tercatat sebagai mahasiswa Strata 1 (S1) Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi.

Selama menempuh pendidikan di jenjang S1, penulis aktif melakukan kegiatan organisasi di Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMABIO) sebagai anggota Divisi Keagamaan pada periode 2020/2021, Penulis juga pernah menjadi asisten laboratorium struktur perkembangan tumbuhan pada tahun 2021.

Penulis telah selesai mengikuti kegiatan magang di Dinas Perkebunan Provinsi Jambi dibawah bimbingan Prof.Dr. Revis Asra, S.Si., M.Si dan pembimbing lapangan Bapak Azwan Rasyidi, S.ST. Pada masa akhir Pendidikan, penulis mengerjakan tugas akhir di bidang Botani dengan judul **“UJI EFEKTIVITAS BIOPESTISIDA EKSTRAK DAUN MIMBA (*Azadirachta indica* Juss.) TERHADAP HAMA PENGGEREK (*Hypothenemus hampei*) PADA KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*)”** dibawah bimbingan Prof. Dr. Revis Asra, S.Si., M.Si.dan Bapak Anggit Prima Nugraha, S.Si., M.Sc.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, dengan mengucapkan puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan pembuatan skripsi yang berjudul “Uji Efektivitas Biopestisida Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta Indica* Juss.) Terhadap Hama Penggerek (*Hypothenemus Hampei*) Pada Kopi Robusta (*Coffea Canephora*)”. Skripsi ini penulis ajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan, bimbingan nasehat, dukungan dan do’a dari kedua orangtua tercinta yang telah memberikan do’a dan dukungan moril serta materil, kemudian bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T. selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
2. Dr. Yusnaidar, S.Si., M.Si, selaku Ketua Jurusan MIPA Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
3. Mahya Ihsan, S.Si., M.Si selaku Koordinator Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
4. Prof. Dr. Revis Asra, S.Si., M.Si sebagai pembimbing utama yang telah banyak memberikan bimbingan, bantuan, dan dengan ikhlas meluangkan waktu dan pikiran selama penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.
5. Anggit Prima Nugraha, S.Si., M.Sc. selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan telah banyak meluangkan waktu dan pikiran selama penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.
6. Ade Adriadi, S.Si., M.Si, CIT, Hasna Ul Maritsa, S.Si., M.Sc, Tia Wulandari, S.Pd., M.Si yang telah meluangkan waktu untuk memberikan kritik dan saran pada penelitian dan perbaikan skripsi penulis serta nasihat-nasihat yang membangun.
7. Dawam Suprayogi, S.Pd., M.Sc selaku pembimbing akademik yang telah membimbing serta memberikan arahan selama masa studi penulis.
8. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberikan ilmu pengetahuan, bimbingan serta arahan bagi penulis selama perkuliahan.

9. Dinas perkebunan provinsi Jambi yang telah memberikan wadah menjadi tempat penelitian dan pengalaman yang sangat membantu dalam penelitian tugas akhir ini.
10. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan semangat dan doa dengan tulus serta dukungan baik moral maupun material, sehingga penulis dapat menyelesaikan masa studi dan penyusunan tugas akhir ini.
11. Susanto, S.P selaku orang terkasih yang telah memberikan semangat serta dukungan selama menyelesaikan tugas akhir.
12. Sahabat penulis Rina Regita Sibuea, Adelia Claren Kristina Cantika Dewi, Valentcia Ambarita, Nabila Hesti Aulia Fitriani, dan Ambo Enre yang telah membantu dan memberikan dukungan selama menjalankan awal perkuliahan hingga saat ini.
13. Rekan-rekan seperjuangan mahasiswa S1 biologi Angkatan tahun 2019 yang telah memberikan semangat serta dukungan selama menyelesaikan tugas akhir.
14. Seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah membantu dan mendukung penulis baik secara langsung maupun tidak langsung selama menyelesaikan tugas akhir.

Penulis menyadari bahwasanya skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar melengkapi seluruh informasi dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jambi, Maret 2024

Reni Alfiani
F1C419020

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN	ii
RIWAYAT HIDUP	vii
DAFTAR ISI	x
Halaman	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Hipotesis	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Deskripsi Tanaman Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>)	5
2.2 <i>Hypothenemus hampei</i>	6
2.2.1 Morfologi	7
2.2.2 Aktivitas <i>Hypothenemus hampei</i>	7
2.3 Biopestisida	8
2.4.2 Morfologi	9
III. METODE PENELITIAN	12
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.2.1 Alat	12
3.2.2 Bahan	12
3.3 Rancangan penelitian	12
3.4 Prosedur Penelitian	13
3.4.1 Preparasi Sampel	13
3.4.2 Uji Mortalitas	13
3.5 Parameter yang Diamati	14
3.6 Analisis Data	15

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	15
4.1 Pembuatan Biopestisida Ekstrak <i>Azadirachta indica</i> Juss.....	15
4.2 pengujian Ekstrak biopestisida <i>Azadirachta indica</i> Juss terhadap hama penggerek buah kopi (<i>Hypothenemus hampei</i>).....	15
4.2.1 Jumlah <i>hypothenemus hampei</i> yang mati.....	16
4.2.2 Mortalitas <i>hypothenemus hampei</i>	17
4.3 Pembahasan.....	20
V.KESIMPULAN DAN SARAN.....	24
5.1 Kesimpulan.....	24
5.2 Saran	24
LAMPIRAN.....	28
DAFTAR PUSTAKA	26

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Konsentrasi Larutan Ekstra Daun Mimba	12
2. Hasil Pengamatan Mortalitas <i>Hypothenemus hampei</i> Perhari.....	18
3. Total Mortalitas <i>Hypothenemus hampei</i>	19
4. Hasil Uji Anova Mortalitas <i>Hypothenemus hampei</i> Terhadap Beragam Konsentrasi Ekstrak Daun Mimba.....	19
5. Hasil Uji Duncan's Rerata Persentase Mortalitas <i>Hypothenemus hampei</i> Terhadap Beragam Konsentrasi Ekstrak Daun Mimba.....	20

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kebun Kopi	6
2. <i>Hypothenemus hampei</i>	6
3. Siklus Hidup <i>Hypothenemus hampei</i>	8
4. Tanaman <i>Azadirachta indica</i> Juss.	10
5. Bungas <i>Azadirachta indica</i> Juss.	10
6. Buah <i>Azadirachta indica</i> Juss.	11
7. Pengambilan Buah Kopi Yang Terserang Hama	16
8. Proses Pengembangbiakan Hama Penggerek Buah Kopi <i>Hypothenemus hampei</i>	17
9. Pengamatan Jumlah Mortalitas <i>Hypothenemus hampei</i>	17
10. Grafik mortalitas harian <i>Hyptenemus hampe</i>	19
11. Pengamatan morfologi <i>Hypothenemus hampei</i>	21

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Diagram Alir Penelitian.....	30
2. Penerapan Rancangan Acak Lengkap.....	31
3. Mortalitas <i>Hypothenemus hampei</i>	32
4. Dokumentasi Penelitian di Lapangan.....	33
5. <i>Analysis Of Variance</i> (Anova) Dan Uji Lanjut <i>Duncan Multiple Range Test</i> (DMRT)	36

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kopi (*Coffea* sp.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki nilai ekonomi tinggi, sebagai penghasil devisa Negara. Kopi merupakan salah satu jenis tanaman yang mendapatkan banyak perhatian dalam pengembangannya karena mempunyai prospek yang baik dalam permintaan pasar komoditas, dan juga sebagai bahan ekspor utama bagi negara Indonesia. Permintaan pasar dunia menghendaki produk kopi yang bermutu dan berkualitas baik, sehingga dalam budidayanya harus diperhatikan, terutama faktor-faktor penghambat. Faktor-faktor tersebut seperti faktor lingkungan yang tidak sesuai, sistem pemeliharaan yang belum optimal, lahan perkebunan yang kurang memadai, penanganan panen dan pasca panen serta gangguan hama dan penyakit tanaman (Rahmawati dkk, 2019).

Perkebunan kopi di Indonesia menurut pengusahaannya dibedakan menjadi Perkebunan Besar (PB) dan Perkebunan Rakyat (PR). Perkebunan Besar terdiri dari Perkebunan Besar Negara (PBN) dan Perkebunan Besar Swasta (PBS). Menurut Dirjen Perkebunan Kementerian Pertanian tahun 2020 Perkebunan kopi di Indonesia memiliki luas areal Perkebunan Besar Negara (PBN) sebesar 13.841 ha, pada areal kopi Perkebunan Besar Swasta (PBS) sebesar 9.420 ha. Luas areal kopi Perkebunan Rakyat (PR) sebesar 1.227.191 ha sehingga luas total areal kopi di Indonesia sebesar 1.250.452 ha. Sedangkan pada Provinsi Jambi luas areal kopi Perkebunan Besar Negara (PBN) pada tahun 2020 sebesar 500 ha dan luas areal kopi Perkebunan Rakyat (PR) pada tahun 2020 sebesar 30.103 ha sehingga luas total areal kopi di Provinsi Jambi sebesar 30.603 ha (Badan Pusat Statistik, 2020).

Perkebunan kopi di Provinsi Jambi terdapat di beberapa wilayah. Jumlah areal dan produksi kopi tertinggi terdapat di Kabupaten Merangin, yaitu sebesar 41,40% dan 50,13% dari luas total areal dan produksi tanaman kopi, sedangkan kedua terbesar adalah Kabupaten Kerinci dengan total 28.88% dan 29.85%, selebihnya tersebar di Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Tanjung Jabung Timur, Tebo, Bungo, Batang Hari, Muaro Jambi, Kota Sungai Penuh dan Kota Jambi. Dari dua jenis kopi yang dikembangkan di Provinsi Jambi yaitu Robusta dan Arabika, kopi robusta mendominasi luasan tanaman kopi di Provinsi Jambi sebesar 94.24% dari total 26.660 ha (BPS Jambi, 2018).

Kopi merupakan salah satu minuman yang paling terkenal di kalangan masyarakat. Kopi digemari karena memiliki cita rasa dan aroma yang khas (Farida dkk. 2013). Menurut Rejo dkk. (2010), kopi dapat bermanfaat sebagai

zat antioksidan, merangsang kinerja otak dan zat antikanker. Kandungan antioksidan dalam kopi lebih banyak dibandingkan antioksidan pada teh dan coklat (Farida dkk. 2013). Menurut Wijaya dan Yuwono (2015), Kafein merupakan senyawa kimia alkaloid yang terkandung secara alami pada kopi dimana pada jenis robusta kandungannya lebih tinggi dibandingkan dengan kopi jenis lain.

Tanaman kopi yang berkembang di Indonesia terdiri atas kopi arabika dan robusta. Kedua kopi tersebut memiliki tingkat permintaan yang cukup tinggi dibandingkan jenis kopi lainnya. Kedua tanaman kopi tersebut memiliki beberapa permasalahan, di antaranya budidaya tanaman yang mempengaruhi produktivitas. Produktivitas kopi arabika dapat mencapai 800 kg ha⁻¹ dan produktivitas kopi robusta baru mencapai 700 kg ha⁻¹. Hal ini berbeda dengan Vietnam yang telah mencapai produktivitas hingga 1500 kg ha⁻¹ (Lingkai dkk., 2023).

Selain masalah budidaya tanaman kopi, masalah organisme pengganggu tanaman (OPT). Beberapa jenis OPT yang menyerang tanaman kopi di Indonesia adalah hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*), penggerek batang (*Zeuzera sp.*), penggerek cabang (*Xylosandrus spp.*), kutu hijau (*Coccus viridis*), kutu putih (*Ferrisia virgata*), penyakit karat daun (*Hemileia vastatrix*), *Cercospora sp.*, embun jelaga dan busuk buah kopi, serta nematoda akar. Di antara hama kopi tersebut yang dinilai sebagai hama utama dan merugikan secara ekonomi adalah hama penggerek buah kopi. Serangan penggerek buah kopi menyebabkan kualitas dan cita rasa kopi, sehingga menjadi hambatan bagi Indonesia. Penggerek buah kopi masuk kedalam buah kopi dengan cara membuat lubang di sekitar diskus. Jika buah masih muda akan mengakibatkan buah muda gagal berkembang dan akan gugur, namun jika buah sudah mulai mengeras akan mengakibatkan biji kopi cacat berlubang. Biji kopi yang cacat sangat berpengaruh negatif terhadap susunan senyawa kimianya, terutama pada kafein dan gula pereduksi. Biji berlubang merupakan salah satu penyebab utama kerusakan mutu kimia, sedangkan citarasa kopi dipengaruhi oleh kombinasi komponen-komponen senyawa kimia yang terkandung dalam biji (Lingkai dkk., 2023).

Penggerek buah kopi menjadi masalah penting dalam budidaya kopi. Serangan berdampak langsung pada buah kopi sehingga menyebabkan terjadi penurunan produksi, kualitas dan cita rasa biji kopi (Wiryadiputra 2006). Menurut hama dapat menurunkan 30% – 80% produksi kopi. Selain itu, biji yang terserang akan mengalami cacat fisik yang mempengaruhi cita rasa smoky, earty, musty, dan kualitas biji kopi (Lingkai dkk., 2023).

Sampai saat ini kopi masih menjadi salah satu komoditas ekspor penting pada sub sektor perkebunan. Serangga hama penggerek buah kopi *H. hampei* merupakan hama menyerang buah kopi di beberapa wilayah di Indonesia. Keberadaan hama ini dapat menurunkan produksi dan kualitas hasil secara nyata karena menyebabkan banyak biji kopi berlubang. Kehilangan hasil oleh hama penggerek buah kopi dapat mencapai lebih dari 50% (Zahro'in dan Yudi, 2013). Hama penggerek buah kopi dapat menyebabkan kehilangan hasil lebih dari 10% dengan perkiraan kerugian mencapai 6,7 USD per tahun. Besar nilai tingkat serangan penggerek buah kopi di Indonesia rata-rata mencapai 20% dengan asumsi bahwa kehilangan produksi setiap hektar rata-rata sebesar 50 kg (Lingkai dkk., 2023).

Organisme pengganggu tanaman (OPT) merupakan salah satu faktor yang menjadi masalah utama karena dapat menurunkan produktivitas dan kualitas dari tanaman kopi, seperti biji kopi berlubang, dan buah muda yang gugur. Jika hama penggerek buah kopi (PBKo) dibiarkan terus menerus maka akan memberikan dampak yang sangat buruk. Kualitas biji yang dihasilkan juga dapat menurun akibat PBKo. Upaya dalam pengendalian PBKo masih bertumpu pada penggunaan pestisida sintetik. Namun seiring dengan kemajuan zaman dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, gaya hidup yang menuntut untuk *back to nature*, serta kesadaran akan bahaya residu racun pada produk kopi maka tuntutan akan teknologi pengendali organisme pengganggu tanaman yang ramah lingkungan meningkat. Salah satu usaha untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dengan memanfaatkan bahan alami sebagai pestisida nabati yang lebih selektif dan ramah lingkungan (Rahmawati dkk. 2019).

Hypothenemus hampei merupakan salah satu hama utama bagi buah kopi. *Hypothenemus hampei* adalah hama jenis serangga yang menyerang langsung pada buah kopi. *Hypothenemus hampei* menggerek masuk kedalam biji kopi dan tinggal didalam biji kopi serta memakan jaringan endosperma pada biji. Hama ini selalu menyerang dan menyebabkan menurunnya produksi dan mutu kopi di Indonesia dan bahkan juga terjadi di seluruh negara penghasil kopi. *Hypothenemus hampei* biasanya menggerek buah muda dan buah yang mulai mengeras, yaitu posisi di sekitar diskus (pusar) buah kopi. Penggerek buah kopi masuk kedalam buah kopi dengan cara membuat lubang di sekitar diskus. Jika buah masih muda akan mengakibatkan buah muda gagal berkembang dan akan gugur, namun jika buah sudah mulai mengeras akan mengakibatkan biji kopi cacat berlubang. Biji kopi yang cacat sangat berpengaruh negatif terhadap susunan senyawa kimianya, terutama pada kafein dan gula pereduksi. Biji berlubang merupakan salah satu penyebab

utama kerusakan mutu kimia, sedangkan citarasa kopi dipengaruhi oleh kombinasi komponen-komponen senyawa kimia yang terkandung dalam biji (Erfandari dkk. 2019). Oleh karena itu *H. hampei* sangat merugikan petani kopi karena biji kopi menjadi rusak dan gagal panen. Pengendalian *H. hampei* telah dilakukan oleh petani kopi dengan menggunakan insektisida sintetis. Penggunaan insektisida sintesis tidak disarankan karena jika digunakan berkelanjutan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, menyebabkan hama kopi menjadi lebih kebal terhadap insektisida yang digunakan, dan dapat menyebabkan turunnya kualitas kopi yang karena adanya zat kimia yang menempel dan tertinggal pada biji kopi. Masalah yang ditimbulkan tersebut membuat penggunaan insektisida nabati lebih dianjurkan. Insektisida nabati merupakan insektisida yang berasal dari tanaman. Tanaman yang bersifat insektisida memiliki suatu metabolit sekunder yang bersifat aktif terhadap serangga hama (Setiawan, 2018).

Tanaman yang dapat digunakan sebagai pestisida nabati yaitu daun mimba (*Azadirachta indica* Juss.). Daun mimba adalah salah satu tanaman yang memiliki senyawa metabolit sekunder yang dapat digunakan sebagai insektisida nabati. Daun mimba adalah salah satu tanaman yang mengandung senyawa toksik terhadap serangga. Tanaman Mimba mengandung bahan aktif berupa meliacins, limonoid azadirachtin, meliantriol, salanin, nimbin, nimbidin, zat pahit triterpenoid, sterol, tanin, flavonoida, resin dan minyak margasa yang bersifat toksik dan terbukti berkhasiat sebagai insektisida, *ecdysone blocker*, *repellent*, dan anti *feedant* pada serangga (Hidana dan Susilawati, 2017).

Daun mimba merupakan bahan nabati yang diketahui memiliki kemampuan metabolit sekunder dan berpotensi sebagai anti – bakterial dan insektisidal sehingga dapat digunakan sebagai pengendali organisme pengganggu tanaman pada budidaya pertanian. Daun mimba mengandung empat senyawa kimia alami yang aktif sebagai pestisida yaitu azadirachtin, salanin, meliatriol dan nimbin (Hasibuan dkk. 2021). Menurut Rukmana dan Oesman (2002), senyawa yang terdapat di dalam daun mimba dapat menghambat pertumbuhan serangga hama, mengurangi nafsu makan, mengurangi produksi dan penetasan telur dan meningkatkan mortalitas. Mortalitas yang diakibatkan oleh ekstrak mimba disebabkan oleh kandungan senyawa aktif dalam ekstrak tersebut.

Menurut Kardinan (2000), senyawa aktif terbesar yang bersifat insektisida pada tanaman mimba adalah azadirachtin, meliantriol, salanin, nimbin dan nimbidin. Senyawa tersebut merupakan senyawa golongan limonoid (triterpenoid) dan menurut Vinoth (2012), senyawa bioaktif terbesar yang

terkandung dalam mimba yaitu azadirachtin. Azadirachtin merupakan molekul kimia C₃₅H₄₄O₁₆ yang termasuk dalam kelompok triterpenoid. Senyawa aktif dalam mimba tersebut dapat bersifat sebagai insektisida. Ekstrak yang terdapat di dalam daun mimba yaitu senyawa azadirachtin yang merupakan penurun nafsu makan (penghambat hormon pertumbuhan) dan pada akhirnya serangga akan mati. Ekstrak daun mimba dapat dijadikan sebagai insektida alami. Cara kerja insektisida dalam membunuh atau mematikan serangga ini dengan cara racun sistemik yaitu, insektisida bisa diserap oleh tanaman, baik melalui daun maupun bagian tanaman lainnya, namun tidak merugikan tanaman sendiri. Dengan demikian, tanaman memiliki daya penolak atau daya mematikan bila serangga memakannya (Kapsara dan Akhmadi, 2016). Berdasarkan uraian diatas daun mimba memiliki potensi sebagai pestisida nabati yang dapat mengendalikan hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*). Oleh karena itu penulis bertujuan untuk melakukan penelitian uji efektivitas ekstrak daun mimba (*Azadirachta indica* Juss.) untuk mengendalikan hama penggerek buah kopi (*H. hampei*).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan pestisida nabati ekstrak daun mimba terhadap *Hypothenemus hampei*?
2. Berapa konsentrasi penambahan ekstrak daun mimba yang dapat membunuh *Hypothenemus hampei*?

1.3 Hipotesis

Adapun hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh ekstrak daun mimba terhadap *Hypothenemus hampei*
2. Terdapat konsentrasi ekstrak daun mimba yang paling efektif untuk mengendalikan *Hypothenemus hampei*

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui bagaimana efektivitas pestisida nabati ekstrak daun mimba terhadap *Hypothenemus hampei*
2. Mendapatkan konsentrasi ekstrak daun mimba yang paling efektif untuk membunuh *Hypothenemus hampei*

1.5 Manfaat penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sbagai berikut :

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan acuan penelitian pendahulu untuk penelitian selanjutnya dan dapat

memberi rujukan ataupun referensi bagi mahasiswa dan peneliti lain mengenai ekstrak daun mimba sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan *Hypothenemus hampei*

2. Penelitian ini diharapkan mampu membuka jalan bagi para petani kopi untuk memperkecil dampak serangan hama penggerek buah kopi dengan menggunakan ekstraksi bahan alam yang lebih aman dan tidak meninggalkan zat kimia yang berbahaya bagi makhluk hidup lain.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

Tanaman kopi (Gambar 1) termasuk dalam genus *Coffea* dengan Famili Rubiaceae. Famili tersebut memiliki banyak genus, yaitu *Gardenia*, *Ixora*, *Cinchona*, dan *Rubia*. Genus *Coffea* mencakup hampir 70 jenis beberapa diantaranya yaitu kopi robusta Temanggung, Pupuan, Flores, dan Toraja. Kopi robusta dikenal dengan kopi yang tahan (robust) terhadap berbagai penyakit dan lingkungan yang berubah-ubah, memiliki sifat lebih unggul dan sangat cepat berkembang. Oleh karena itu kopi jenis robusta banyak dibudidayakan di Indonesia. Kopi robusta dapat ditanam di dataran rendah, dengan produktivitas lebih baik daripada arabika. Tanaman kopi robusta lebih cepat panen. Mulai berbunga umur 2 tahun dan mulai berbuah umur 2,5 tahun (Riastuti dkk, 2021). Klasifikasi kopi berdasarkan tingkatan taksonomi, dapat dijelaskan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Trachiophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Gentianales
Famili : Rubiaceae
Genus : *Coffea*
Spesies : *Coffea canephora* L.

Sumber : it is gov.

Kopi Robusta sama dengan jenis kopi lainnya termasuk kelompok tanaman yang memerlukan cahaya tidak penuh (C3) sehingga diperlukan naungan. Naungan pada tanaman tidak hanya bertujuan untuk menjaga kondisi lingkungan agar tetap sesuai, tetapi juga memiliki peran meningkatkan efisiensi dalam memanfaatkan sinar matahari serta mengurangi kerusakan akibat radiasi sinar ultra violet. Peningkatan luas daun merupakan salah satu bentuk adaptasi tanaman yang tumbuh pada kondisi naungan sebagai upaya memaksimalkan penangkapan cahaya yang jumlahnya terbatas dibandingkan dengan kondisi terbuka (Sakiroh dan Ibrahim, 2020).

Buah kopi robusta berbentuk elips dengan rata-rata panjang buah adalah 12 mm. Buah kopi robusta dapat dipanen setelah berumur 10-11 bulan. Ukuran biji kopi robusta sekitar 20-40% dari ukuran buahnya. Kopi robusta sering disebut dengan biji kopi kelas dua, yang memiliki rasa asam sedikit bahkan tidak memiliki rasa asam sama sekali (Wiyono, 2019). Kopi jenis robusta dapat tumbuh optimal dalam ketinggian 400-1000 m dpl dengan suhu udara 21-24°C (Rizki et al., 2020).



Gambar 1. Kebun Kopi (Dokumentasi Pribadi,2022)

2.2 *Hypothenemus hampei*

Hypothenemus hampei (Gambar 2) merupakan salah satu jenis serangga yang merupakan bagian dari Ordo Coleoptera dan Famili Scolytidae yang memiliki ciri khusus yaitu bertubuh kecil dan memiliki warna tubuh hitam (Harni dkk. 2015). Hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*) adalah salah satu jenis serangga yang memiliki klasifikasi ilmiah sebagai berikut :

Kingdom : Animalia
 Phylum : Arthropoda
 Kelas : Insekta
 Ordo : Coleoptera
 Famili : Scolytidae
 Genus : *Hypothenemus*
 Spesies : *Hypothenemus hampei*

Sumber : it is gov..



Gambar 2. *Hypothenemus hampei* (sumber : tanilink.com. 2019)

2.2.1 Morfologi

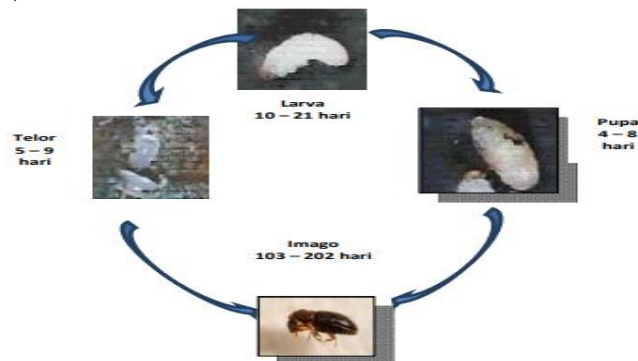
Hypothenemus hampei merupakan serangga dengan ukuran tubuh yang sangat kecil. Bentuk badannya bulat dengan kepala berbentuk segitiga yang ditutupi oleh rambut-rambut halus. Ukuran serangga betina berbeda dengan serangga jantan yaitu ukuran serangga betina lebih panjang dibandingkan serangga jantan. Serangga betina memiliki panjang tubuh 2,5 mm sedangkan panjang tubuh serangga jantan 1,6 mm. serangga ini memiliki antena dengan panjang 0,4 mm dengan kepala yang tidak terlihat dari atas karena tertutup oleh pronotum (Harni dkk. 2015).

2.2.2 Aktivitas *Hypothenemus hampei*

Serangga betina *Hypothenemus hampei* yang telah dewasa akan menggerek buah kopi dan masuk kedalam buah kopi dengan membuat lubang pada ujung luar buah kopi, kemudian serangga betina akan bertelur didalamnya. Serangga betina ini dapat menggerek buah kopi mulai dari buah yang masih hijau hingga buah yang kering dengan membutuhkan waktu antara 4 jam hingga 8 jam. Serangga betina dapat menggerek sampai 6 buah kopi dan melakukan oviposisi (peletakan telur kedalam biji kopi). Hal ini dikarenakan struktur tubuh serangga betina yang memiliki sayap sehingga mampu terbang dari buah kopi satu ke buah kopi lainnya. Serangga betina juga memiliki spermatecha sehingga dapat menyimpan sperma hingga ovum dibuahi oleh sperma tersebut. Serangga betina mampu bertelur rata-rata sebanyak 56 telur selama 40 hari. Telur yang diletakkan dalam biji kopi akan menetas menjadi larva *H. hampei* setelah 4-9 hari setelah oviposisi. Larva memiliki panjang sekitar 1,5 mm, berwarna putih, memiliki kepala yang jelas, dan tidak bertungkai (Harni dkk. 2015). Larva yang baru menetas berada dalam gerakan dan akan menjadikan biji kopi sebagai makanannya. Larva dapat hidup antara 10-26 hari sebelum menjadi pupa. Larva menjadi pupa di dalam buah atau biji kopi dengan masa prapupa yaitu 2 hari dan stadium pupa 4-9 hari. Masa perkembangan dari telur sampai dewasa berkisar antara 20-30 hari tergantung pada temperatur (Setiawan, 2018).

Perkembangan *H. hampei* sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan suatu area pertanaman kopi, dimana suhu dan ketersediaan buah kopi yang menjadi faktor utama adanya hama ini. *H. hampei* merupakan serangga yang dapat hidup pada suhu 15°C - 35°C, namun suhu optimal untuk perkembangan telur antara 30°C - 32°C dan untuk fase larva, pupa dan imago antara 27°C - 30°C. Serangga betina dapat menggerek buah kopi secara sempurna pada suhu antara 20°C - 33°C, sedangkan pada suhu 15°C dan 35°C serangga betina hanya

dapat menggerek buah kopi namun tidak mampu untuk berkembang biak (Jarmadi, 2021).



Gambar 3. Siklus hidup *Hypothenemus hampei* (Sumber Puslitkoka 2018)

2.3 Biopestisida

Biopestisida adalah pestisida yang bahan aktif didalamnya berasal dari tumbuhan atau senyawa organik lainnya yang dapat mengendalikan hama. Senyawa aktif dalam pestisida nabati ini berasal dari metabolit sekunder yang dihasilkan oleh tumbuhan. Metabolit sekunder dihasilkan tumbuhan untuk berinteraksi, berkompetisi, dan melindungi diri dari hama. Metabolit sekunder tersebut memberikan dampak aktivitas biologis tertentu terhadap hama tanaman seperti perubahan tingkah laku (fisik) atau perubahan kimia yang menyebabkan kematian. Pestisida nabati ini merupakan pestisida yang mudah terurai sehingga tidak mencemari tanah dan air saat menggunakannya. Pestisida nabati juga relatif tidak berbahaya bagi manusia dan hanya aktif terhadap organisme bakteri dan hama. Penggunaan pestisida nabati diharapkan dapat mengurangi pencemaran tanah dan air sehingga ketahanan dan keberlanjutan sektor pertanian (Ambarningrum, 2012).

Senyawa aktif dalam pestisida nabati memiliki berbagai macam efek pada hama tanaman seperti sebagai repellent atau penolak kehadiran, sebagai pencegah makan atau antifeedant, merusak hormon dalam hama serangga, dan mengganggu proses metamorfosis (Soenandar dan Tjachjono, 2012). Hasil penelitian menunjukkan pestisida nabati efektif terhadap berbagai jenis hama seperti hama rumah tangga (nyamuk dan lalat) maupun hama gudang (Kardinan dan Iskandar, 1999). Pestisida nabati merupakan formulasi yang mengandung mikroba tertentu baik berupa jamur, bakteri maupun virus yang bersifat antagonis terhadap mikroba penyebab penyakit tanaman atau menghasilkan senyawa tertentu bersifat racun baik bagi serangga (hama) maupun nematode (Djunaedy, 2009).

Mimba (*Azadirachta indica* Juss.) merupakan tanaman obat yang memiliki berbagai macam kegunaan. Salah satu kegunaannya sebagai

biopestisida (larvasida). Daya larvasida daun mimba berasal dari kandungan aktifnya yang disebut azadirachtin dan salanin. Mimba, terutama dalam biji dan daunnya mengandung beberapa komponen dari produksi metabolit sekunder yang diduga sangat bermanfaat, baik dalam bidang pertanian (pestisida dan pupuk), maupun farmasi (kosmetik dan obat-obatan), diantaranya adalah azadirachtin, salanin, meliantriol, nimbin dan nimbidin yang merupakan kandungan bermanfaat baik dalam bidang pertanian (pestisida dan pupuk), maupun farmasi (kosmetik dan obat-obatan). Mimba tidak membunuh hama secara cepat namun memiliki mekanisme kerja menurunkan nafsu makan dan menghambat pertumbuhan dan reproduksi. Azadirachtin merupakan penurun nafsu makan dan *ecdysone blocker* (penghambat hormone pertumbuhan serangga). Salanin merupakan salah satu penurun nafsu makan. Meliantriol berperan sebagai penghalau (*repellent*) sehingga serangga enggan mendekati tanaman tersebut. Nimbin dan Nimbidin, memiliki aktivitas antimikroba, antifungi dan antiviral, pada manusia dan hewan (Aradilla, 2009).

2.4 Mimba (*Azadirachta indica* Juss.)

2.4.1 Klasifikasi

Mimba adalah salah satu jenis tanaman yang banyak tumbuh di Indonesia. Mimba dalam sistem taksonomi memiliki klasifikasi sebagai berikut.

Kingdom : Plantae

Kelas : Magnoliopsida

Ordo : Rutales

Famili : Meliaceae

Genus : *Azadirachta*

Spesies : *Azadirachta indica* Juss.

Sumber : it is gov.

2.4.2 Morfologi

Mimba adalah salah satu jenis pohon yang termasuk dalam famili Meliaceae. Mimba merupakan salah satu jenis tanaman hutan yang dapat tumbuh pada areal yang agak kering dan sedikit lembab sendiri memiliki morfologi sebagai berikut.

a. Batang

Mimba merupakan tanaman yang berbentuk pohon dengan batang pokok yang bercabang. Batang *A. indica* Juss. bersifat simpodial atau sulit dibedakan antara batang pokok dan cabangnya. *A. indica* Juss. dapat tumbuh mencapai 20 meter dan lingkaran batang 100 cm. Batang tanaman *A. indica* Juss. tumbuh lurus dan berkayu keras dengan kulit tebal dan kasar (Rukmana dan Yuniarsih, 2002).

b. Daun

Daun mimba (Gambar 4) memiliki ciri - ciri berdaun majemuk berhadapan dengan panjang 5-7 cm dan lebar 3-4 cm, berbentuk lonjong dan bergigi, mempunyai sirip daun sederhana. Letak daun berselang - seling (*alternate*) seperti spiral. Daun mimba mengandung senyawa - senyawa diantaranya adalah β sitiosterol, hyperoside, nimbolide, quercetin, quercitrin, rutin, azadirachtin, dan nimbin. Azadirachtin merupakan senyawa yang paling berperan sebagai pestisida nabati karena senyawa ini memiliki efek mengganggu system pada hormone serangga, sehingga dapat menekan populasi serangga (Su'ud dkk. 2019).



Gambar 4. Tanaman *Azadirachta indica* Juss. (Sumber: Dhyani, 2013)

c. Bunga

Bunga tanaman mimba (Gambar 5) bertipe bunga majemuk. Bunga tanaman *A. indica* Juss. terletak pada ketiak daun. Kelopak mahkota bunga berwarna kekuningan dan berambut. Benang sari membentuk tabung benang sari, sebelah luar berambut halus, dan sebelah dalam berambut rapat. Putik bunga memiliki panjang sekitar 3 mm. Tanaman *A. indica* Juss. ini biasanya berbunga pada bulan maret – desember (Rukmana dan Yuniarsih, 2002).



Gambar 5. Bunga tanaman mimba (Sumber: Dhyani, 2013)

d. Buah

Buah mimba (Gambar 6) berbentuk ellips, berdaging tebal, panjang 1,2 – 2 cm, hijau/kuning ketika masak, dengan lapisan kutikula yang keras dan daging buah berair. Pohon berukuran sedang dan rata-rata dapat menghasilkan benih 37-55 kg per pohon. Setiap buah dapat berkembang dan masak 1-2 bulan. Berbuah pada bulan Desember sampai Februari dengan buah masak dicirikan dengan warna kulit buah hijau kekuningan (Su'ud dkk. 2019).



Gambar 6. Buah *Azadirachta indica* Juss. (Sumber: Dhyani, 2013)

e. Biji

Biji berupa satu buah batu dengan lapisan biji sangat tipis bulat, diameter ± 1 cm, berwarna putih biasanya berwarna agak kecoklatan setelah dikeringkan, kotiledon tebal dan lapisan dalam yang keras. Oleh karena itu, pada saat dikecambahkan benih terlebih dahulu diberi perlakuan pendahuluan dengan cara direndam dalam air dingin selama 24 jam. Satu butir benih dapat menjadi satu atau dua kecambah. Berat benih sangat bervariasi tergantung lokasi dan sumber benih (Su'ud dkk. 2019).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan di Laboratorium Agroindustri, Tanaman Obat dan Bioteknologi Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi. Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Oktober – November 2023.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu cawan petri, mikroskop, *rotary evaporator*, toples, kain kasa, karet gelang, pisau, pinset, talenan, baskom, blender, erlenmeyer, kertas saring, saringan, pipet tetes, kertas label, botol sampel dan kamera *handphone*.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu daun mimba (*Azadirachta indica* Juss.), buah kopi, etanol 96% dan aquades.

3.3 Rancangan penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 5 ulangan. Susunan peletakan perlakuan pada penelitian ini dilakukan secara acak (Lampiran 2). Perlakuan yang diujikan adalah konsentrasi ekstrak cair daun *Azadirachta indica* Juss. yang di aplikasikan sebagai pestisida nabati pada hama penggerek buah kopi yaitu : M_0 = kontrol tanpa ekstrak mimba 0%; M_1 = ekstrak cair daun mimba konsentrasi 10%; M_2 = ekstrak cair daun mimba konsentrasi 20%; M_3 = ekstrak cair daun mimba konsentrasi 30% dan M_4 = ekstrak cair daun mimba konsentrasi 40%. Hal ini berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Sianipar dkk, (2020) dengan menggunakan konsentrasi yang berbeda. Kelima konsentrasi tersebut merupakan modifikasi dari perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$M = \frac{\text{Massa zat terlarut}}{\text{Volume larutan}} \times 100\%$$

Tabel 1 Konsentrasi Larutan Ekstra Daun *A. indica* yang digunakan

Konsentrasi larutan	gr/ml
P0 (0%)	0
P1 (10%)	10/100
P2 (20%)	10/50
P3 (30%)	10/33
P4 (40%)	10/25

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Preparasi Sampel

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan perlakuan ekstrak daun *Azadirachta indica* Juss. yang diaplikasikan pada *Hypothenemus hampei*. Daun *A. indica* Juss. yang masih segar dipisahkan dari batangnya dan dicuci bersih. Kemudian dikeringanginkan selama 6-10 hari di ruangan terbuka namun tidak terkena sinar matahari langsung dan ditimbang sebanyak 1 kg berat kering kemudian dilakukan penghalusan dengan cara diblender menjadi serbuk. Serbuk daun mimba kemudian dimasukkan ke dalam toples besar untuk dimaserasi menggunakan ethanol 96% selama 24 jam dengan perbandingan 500 gr : 1000 ml. Hasil maserasi disaring menggunakan kertas saring sehingga diperoleh filtrat ethanol. Filtrat yang dihasilkan diuapkan menggunakan *rotary vacuum evaporator* sehingga dihasilkan ekstrak ethanol berwarna hijau pekat dengan konsentrasi 100%. Larutan ekstrak daun mimba kemudian diencerkan dengan aquadest pada berbagai konsentrasi yaitu 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40% menggunakan pengenceran dengan rumus $M1 \times V1 = M2 \times V2$.

3.4.2 Uji Mortalitas

a. Pembiakan *Hypothenemus hampei*

Pembiakan menggunakan metode dari Setiawan (2018). *Hypothenemus hampei* diperoleh dari perkebunan UPTD Balai Pengembangan dan Produksi Benih Tanaman Perkebunan, *Hypothenemus hampei* dikembangkan (*rearing*) di Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi. *Rearing* dilakukan dengan cara mengumpulkan buah kopi yang terserang *H. hampei* di dalam toples. Buah kopi berkulit tanduk dimasukkan dalam toples dan digunakan sebagai media pengembangbiakan serta pakan untuk hewan uji. Lalu dibiarkan hingga *H. hampei* bertelur dan menetas. Setelah infestasi selama 25-30 hari maka buah kopi dibelah untuk mendapatkan imago. Imago dipersiapkan untuk uji aktivitas.

b. Uji Aktivitas Ekstrak Daun Mimba Terhadap *Hypothenemus hampei*

Penelitian pendahuluan dilakukan dengan aplikasi racun kontak menggunakan metode residu. Aplikasi racun kontak menggunakan metode residu, yaitu masing-masing konsentrasi dari larutan uji sebanyak 10 ml ditetaskan pada permukaan kertas saring secara merata. Kontrol menggunakan akuades. Penetasan dilakukan dengan gerakan spiral dari arah luar ke dalam dan dikeringanginkan selama 2 menit. Setelah 2 menit, kertas saring diletakkan dalam cawan petri dan diberi pakan biji kopi. *Hypothenemus hampei* dewasa sebanyak 10 ekor diletakkan diatas kertas saring. Cawan petri ditutup dengan

kain dan diikat menggunakan karet gelang. Pengujian dilakukan pada ruangan yang sama dengan pembiakan. Pengamatan dilakukan dengan menghitung persentase kematian serangga setiap harinya selama 7 hari. Serangga dinyatakan mati apabila anggota badannya sudah tidak bergerak lagi selama 2 menit dengan mendorongnya menggunakan kuas halus. Setiap konsentrasi dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali (Setiawan, 2018).

Gejala pada *Hypothenemus hampei* yang mati dapat dilihat dari ukuran dan warna tubuh *H. hampei* setelah diaplikasikan ekstrak daun mimba. Warna tubuh *H. hampei* yang terkena ekstrak daun mimba akan bewarna cokelat kehitaman. Ukurannya tidak akan mengalami pertambahan karena senyawa azadirachtin yang terkandung dalam ekstrak daun mimba memiliki aktivitas *antifeedant* yang membuat *H. hampei* menjadi tidak makan sehingga proses pertumbuhan dan perkembangan *H. hampei* menjadi terhambat. Pengamatan perbedaan mortalitas serangga Hama *H. hampei* yang diberi perlakuan biopestisida ekstrak daun mimba dilakukan dengan menggunakan mikroskop.

Hasil penelitian *Hypothenemus hampei* setiap harinya didokumentasikan dengan menggunakan kamera handphone. Pengambilan foto *H. hampei* dilakukan dari berbagai sisi yaitu tampak atas, tampak samping, dan tampak bawah serta tampak secara keseluruhan.

3.5 Parameter yang Diamati

Parameter yang diamati adalah mortalitas *Hypothenemus hampei*. Pengamatan mortalitas harian *H. hampei* dilakukan dengan menghitung hama yang mati setiap harinya selama 7 hari (Akbar dan Rustam, 2019). Kemudian menghitung total mortalitas *H. hampei*. Perhitungan persentase mortalitas harian menggunakan rumus sebagai berikut :

$$MH = \frac{a-b}{a} \times 100\%$$

Keterangan :

MH : Mortalitas harian hama

a : Jumlah hama yang diuji

b : Jumlah hama yang hidup

Perhitungan total mortalitas *H. hampei* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{N}{n} \times 100\%$$

P : Mortalitas total

N : Jumlah hama yang mati

n : Jumlah hama yang diuji

3.6 Analisis Data

Data mortalitas ekstrak daun *Azadirachta indica* Juss. terhadap *Hypothenemus hampei* diolah menggunakan ANOVA. Dan jika pada saat analisis ragam terdapat pengaruh, maka analisis dilanjutkan dengan uji DMRT (Duncan Multiple Range) pada taraf uji 5%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil ekstraksi *Azadiractha indica* Juss.

Ekstraksi adalah pemisahan satu atau beberapa bahan dari suatu padatan atau cairan dengan bantuan pelarut. Ekstraksi maserasi pada penelitian ini dilakukan dengan cara merendam serbuk simplisia daun mimba dengan menggunakan pelarut ethanol 96% dalam waktu 24 jam. Selama perendaman, terjadi perbedaan tekanan antara didalam sel dan diluar sel sehingga dinding sel pecah. Hal ini menyebabkan metabolit sekunder yang terdapat didalam sitoplasma akan terlarut dalam pelarut ethanol. Kandungan daun mimba didominasi oleh senyawa terpenoid. Terpenoid merupakan senyawa yang bersifat non polar maka ekstrasinya dapat menggunakan pelarut polar. Pada penelitian ini menggunakan pelarut ethanol karena bersifat universal, polar dan mudah didapat. Ethanol 96% ini selektif, absorsinya baik dan kemampuan penyariannya yang tinggi sehingga dapat menyari senyawa yang bersifat non polar, semi polar dan polar. Pelarut ethanol 96% lebih mudah masuk berpenetrasi kedalam dinding sel sampel daripada pelarut ethanol dengan konsentrasi lebih rendah.

4.2 Pengujian Ekstrak Biopestisida *Azadiractha indica* Juss Terhadap Hama Penggerek Buah kopi (*Hypothenemus hampei*)

Sampel uji berupa buah kopi yang terserang *Hypothenemus hampei* dari UPTD Balai Pengembangan dan Produksi Benih Tanaman Perkebunan (Gambar 7) diletakkan di Laboratorium Agroindustri, Tanaman Obat dan Bioteknologi untuk penyesuaian kondisi lingkungan dan perkembangbiakan hama. Peletakan buah kopi di laboratorium juga bertujuan untuk proses perkembangbiakan hama karena diketahui hama penggerek buah kopi dapat hidup pada suhu 15°C-35°C. Buah kopi dikembangbiakan didalam toples yang ditutup dengan kain (Gambar 8) agar hama tidak terbang keluar toples sehingga didapatkan 250 hama untuk memenuhi jumlah satuan penelitian.



Gambar 7. Pengambilan buah kopi yang terserang hama (Dokumentasi pribadi,2023)



Gambar 8. Proses pengembangbiakan hama penggerek buah kopi *Hypothenemus hampei* (Dokumentasi pribadi,2023)

Setelah dikembangbiakan selama 30 hari hama (Gambar 8) kemudian diambil dari dalam biji kopi. 10 hama *Hypothenemus hampei* diletakkan diatas cawan petri yang sudah ditetesi ekstrak daun mimba. Pengamatan jumlah *Hypothenemushampe*i yang mati dilakukan setiap 24 jam selama 7 hari.



Gambar 9. Pengamatan jumlah mortalitas *Hypothenemus hampei* (Dokumentasi pribadi,2023)

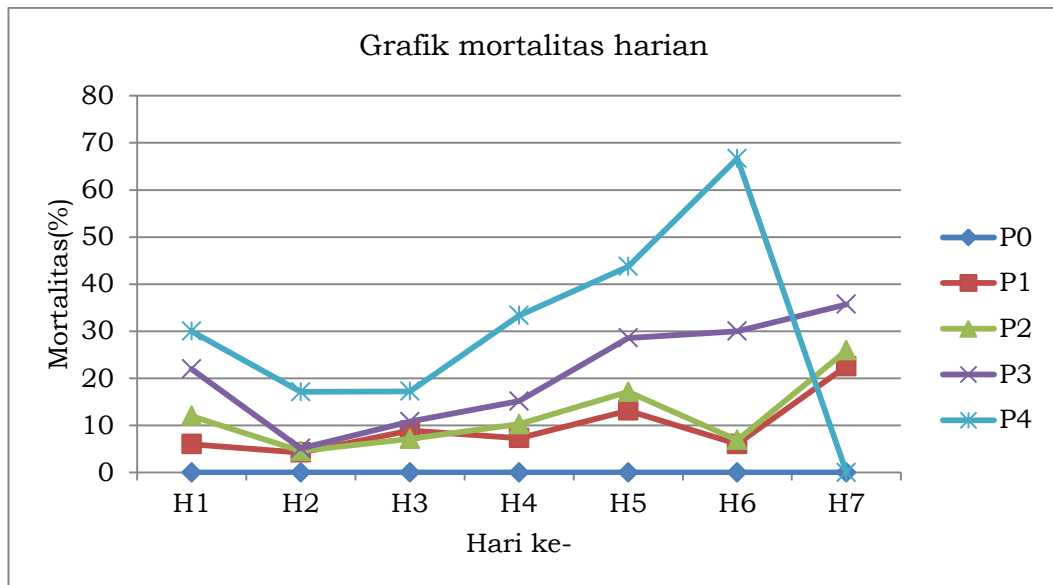
4.2.1 Jumlah *Hypothenemus hampei* yang Mati

Tabel 2. Hasil pengamatan mortalitas *Hypothenemus hampei* perhari

Perlakuan	Presentase mortalitas <i>Hypothenemus hampei</i> perhari								
	Jumlah total	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	Rata-rata
P0	50	0	0	0	0	0	0	0	0
P1	50	6	4,26	8,89	7,32	13,16	6,06	22,58	9,75
P2	50	12	4,55	7,14	10,26	17,14	6,90	25,93	11,99
P3	50	22	5,13	10,81	15,15	28,57	30,00	35,71	21,05
P4	50	30	17,14	17,24	33,33	43,75	66,67	-	29,73

Keterangan : Perlakuan konsentrasi ekstrak daun *Azadirachta indica* Juss., P0 = 0%, P1 = 10%, P2 = 20% P3 = 30%, P4 = 40%, pengulangan U1, U2, U3, U4, U5.

Pada tabel 2 menerangkan bahwa persentase mortalitas *hypothenemus hampei* perhari pada P0 tidak mengalami mortalitas pada setiap harinya. Kemudian pada P1 mortalitas terendah terjadi pada hari ke 2 setelah perlakuan sedangkan mortalitas tertinggi terjadi pada hari ke 7 setelah perlakuan. Kemudian pada P2 mortalitas hama dari hari ke 1 sampai dengan hari ke 5 mengalami peningkatan, namun pada hari ke 6 mengalami penurunan, hal ini dikarenakan kandungan senyawa azadirachtin mulai berkurang, dan pada hari ke 7 mengalami peningkatan. Kemudian pada P3 pada hari ke 2 sampai hari ke 7 mengalami mortalitas hama mengalami peningkatan. Kemudian pada perlakuan P4 pada hari pertama terjadi mortalitas yang sangat tinggi, hal ini dikarenakan semakin besar konsentrasi ekstrak daun mimba maka akan semakin besar pula jumlah kematian hama. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hildana dan Susilawati, (2017) yang menyebutkan bahwa daun mimba mengandung senyawa azadirachtin, sehingga semakin besar konsentrasi ekstrak daun mimba maka akan semakin besar pula kandungan senyawa azadirachtinnya untuk mematikan hama. Kemudian pada hari ke 2 sampai dengan hari ke 6 mortalitas hama meningkat. Kemudian untuk rata-rata persentase mortalitas hama tertinggi yaitu pada P4 dengan nilai rata-rata sebesar 29,73%.



Gambar 10. Grafik mortalitas harian *Hypthenemus hampei*

Dari data tabel 2 menerangkan bahwa terjadi mortalitas *Hypthenemus hampei* pada setiap harinya namun pada perlakuan P0 tidak terjadi mortalitas. Mortalitas yang terjadi sebagai akibat dari pemberian ekstrak daun mimba sangat tinggi di hari pertama pada perlakuan 3 dan perlakuan 4 namun pada hari kedua mulai menurun. Kemudian pada hari ketiga, keempat dan kelima mortalitas *hypotnenemus hampei* mulai naik tetapi pada hari ke 6 pada perlakuan perlakuan 1 dan perlakuan 2 mortalitas menurun hal ini dikarenakan kandungan senyawa azadiracthin pada daun mimba mulai berkurang. Kemudian terlihat pada hari ke 7 pada perlakuan 1,2 dan 3 presentase mortalitas hama cukup tinggi hal tersebut dikarenakan daun mimba mengandung senyawa salanin dan azadiracthin yang dapat mengurangi nafsu makan hama sehingga hama yang terkena ekstrak daun mimba semakin hari daya tahan tubuh hama akan semakin melemah dan menyebabkan mortalitas yang terjadi semakin meningkat. Hal tersebut sesuai dengan Dewi, dkk (2017) daun mimba mengandung senyawa salanin yang berperan sebagai penurun nafsu makan yang menyebabkan daya rusak serangga sangat menurun. Mortalitas *H.hampei* yang terjadi pada setiap perlakuan dan ulangan memiliki jumlah yang berbeda sehingga memiliki presentase mortalitas yang berbeda pula pada setiap perlakuannya.

4.2.2 Mortalitas *Hypthenemus hampei*

Untuk melihat presentase mortalitas *Hypthenemus hampei* yang mati maka dilakukan perhitungan presentase mortalitas harian. Hal tersebut dapat dilihat dari tabel 3 berikut :

Tabel 3. Total mortalitas *Hypothenemus hampei*

Perlakuan	Jumlah total hama(n)	Kematian(N)	Total mortalitas (%)
P0	50	0	0
P1	50	26	52
P2	50	31	62
P3	50	41	82
P4	50	47	94

Keterangan : Perlakuan konsentrasi ekstrak daun *Azadirachta indica* Juss., P0 = 0%, P1 = 10%, P2 = 20% P3 = 30%, P4 = 40%

Dari tabel 3 menunjukkan bahwa dari pemberian lima perlakuan didapatkan mortalitas total *Hypothenemus hampei* yang berbeda-beda. Mortalitas tertinggi yaitu 94% pada perlakuan 4 dengan konsentrasi 40% ekstrak daun mimba. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun mimba konsentrasi 40% lebih efektif dari pada pemberian ekstrak daun mimba dengan konsentrasi lainnya.

Tabel 4. Hasil Uji Anova Mortalitas *Hypothenemus hampei* Terhadap Beragam Konsentrasi Ekstrak Daun mimba

SK	DB	JK	KT	Fhit	Ftab
					0,05
PERLAKUAN	4	264,4	66,1	173,95	3,01
GALAT	20	7,6	0,38		
TOTAL	24	272			

Dari tabel uji anova dapat dilihat Fhitung yang didapat lebih besar dari Ftabel (0,05) yang berarti bahwa H1 dapat diterima, sehingga dapat disimpulkan bahwa biopestisida dari ekstrak daun mimba efektif terhadap mortalitas *Hypothenemus hampei*. Selanjutnya dilakukan uji DMRT dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 5. Hasil Uji Duncan's Rerata Persentase Mortalitas *Hypothenemus hampei* Terhadap Beragam Konsentrasi Ekstrak Daun mimba

Perlakuan Ekstrak Daun Mimba	Rerata Persentase Mortalitas (%)
P0 Kontrol	0 e
P1 Konsentrasi 10%	52 d
P2 Konsentrasi 20%	62 c
P3 Konsentrasi 30%	82 b
P4 Konsentrasi 40%	94 a

Keterangan: Data telah ditransformasi arcsin Angka yang diikuti oleh notasi huruf yang berbeda pada kolom yang sama membuktikan bahwa perlakuan tersebut berbeda nyata berdasarkan uji Duncan's dengan taraf kepercayaan 5%

Berdasarkan pengujian ekstrak daun mimba terhadap *Hypothenemus hampei* diketahui bahwa perlakuan ekstrak daun mimba berpengaruh terhadap mortalitas *Hypothenemus hampei* (Tabel 4). Berdasarkan data pada tabel tersebut bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun mimba maka semakin tinggi pula persentase mortalitas *H. hampei*. Mortalitas *H. hampei* berbeda nyata pada tiap-tiap konsentrasi ekstrak daun mimba yang ditunjukkan melalui notasi huruf yang berbeda. Persentase mortalitas hama terendah terjadi pada konsentrasi ekstrak daun mimba sebesar 10% dan mortalitas tertinggi terjadi pada konsentrasi ekstrak daun mimba sebesar 40%, sedangkan pada perlakuan kontrol (aquades) tidak menyebabkan adanya mortalitas *H. hampei*.

Perbedaan hasil pemberian berbagai macam konsentrasi ekstrak daun mimba selanjutnya dianalisis dengan uji Duncan's. Hasil uji Duncan's membuktikan adanya beda nyata antara perlakuan ekstrak konsentrasi 10%, konsentrasi 20%, konsentrasi 30% dan konsentrasi 40% serta berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (aquades) yang ditunjukkan dengan adanya notasi berbeda pada tiap-tiap perlakuan. Berdasarkan hasil analisis yang tertera mengungkapkan bahwa persentase mortalitas hama terendah diperoleh pada perlakuan konsentrasi 10% dengan tingkat mortalitas sebesar 52%, dan persentase mortalitas hama tertinggi diperoleh pada perlakuan konsentrasi 40% dengan tingkat mortalitas sebesar 94%.

Hasil pengamatan *Hypothenemus hampei* yang mati akibat ekstrak daun mimba menunjukkan adanya gejala berupa perubahan morfologi tubuh hama. Dapat dilihat bahwa ukuran tubuh *H. hampei* yang mati berubah menjadi semakin pendek (mengkerut), warna tubuhnya berubah dari coklat kehitaman menjadi hitam dan kondisi tubuhnya berubah dari aktif bergerak dan keras menjadi diam, kaku dan kering.



Gambar 11. Pengamatan morfologi *Hypothenemus hampei* pada mikroskop binokuler dengan perbesaran 10 x 4 tampak atas, bawah dan samping: (A) *Hypothenemus hampei* yang mengalami perubahan warna setelah diberi perlakuan; (B) *Hypothenemus hampei* yang mengalami perubahan bentuk setelah diberi perlakuan (Dokumentasi pribadi, 2023)

4.2 Pembahasan

Konsentrasi ekstrak daun mimba pada berbagai konsentrasi berpengaruh signifikan terhadap mortalitas *Hypothenemus hampei*. Pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan persentase mortalitas hama pada setiap konsentrasi ekstrak daun mimba. Konsentrasi yang lebih efektif dalam menyebabkan mortalitas *H. hampei* adalah konsentrasi 30% dan 40% dengan persentase mortalitas sebesar 82% dan 94%. Kondisi ini telah sesuai berdasarkan standar pengendalian hayati yang menerangkan bahwa suatu biopestisida dikatakan efektif apabila memiliki persentase mortalitas 80%, sedangkan suatu ekstrak dikatakan tidak efektif apabila memiliki persentase mortalitas $\leq 50\%$ (Permatasari dan Asri, 2021). Upaya pengendalian hama dapat bekerja lebih efektif jika menyebabkan mortalitas lebih dari tingkat kerusakan tanaman akibat serangan hama. Pengendali hama ini bekerja dengan cara menekan populasi hama namun tidak membunuh hama secara keseluruhan. Menurut Baehaki *et al.*, (2016), hal ini sesuai dengan sasaran utama pengendalian hama terpadu yaitu mengontrol populasi hama untuk menyelamatkan kepentingan ekonomi dengan memperhatikan dampak lingkungan sehingga tetap menjaga kestabilan interaksi antara hama dengan makhluk hidup lainnya.

Perlakuan ekstrak daun mimba konsentrasi 30% dan 40% menghasilkan mortalitas *Hypothenemus hampei* dengan lebih cepat yaitu pada hari ke-1 hama yang mati mulai dari 2 sampai dengan 4 hama dibandingkan dengan perlakuan ekstrak daun mimba konsentrasi 10% dan 20% pada hari ke-1 hanya terdapat 1 sampai dengan 2 hama yang mati. Hal tersebut dikarenakan kadar daya racun yang terkandung dalam ekstrak konsentrasi 30% dan 40% lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak konsentrasi 10% dan 20%, sehingga mortalitas *H. hampei* dapat terjadi lebih cepat. Selain itu, persentase konsentrasi ekstrak

daun mimba juga berpengaruh terhadap kematian hama, apabila konsentrasi ekstrak daun mimba semakin tinggi maka akan semakin besar pula jumlah kematian hama. Hal ini sesuai dengan penelitian Hidana dan Susilawati (2017), yang menyebutkan bahwa daun mimba mengandung azadirachtin, sehingga semakin besar konsentrasi ekstrak daun mimba maka akan semakin besar pula kandungan senyawa azadirachtin untuk mematikan hama.

Timbulnya efek kematian terhadap *Hypothenemus hampei* pada perlakuan daun mimba masing – masing konsentrasi disebabkan oleh kandungan zat aktif pada daun mimba yaitu azadirachtin yang mampu bertindak sebagai antifeedant, ecdyson blocker, serta gangguan perkembangan dan reproduksi serangga. Azadirachtin juga berfungsi sebagai insektisida bagi beberapa jenis serangga. Kematian serangga dapat terjadi dalam beberapa hari, tergantung dari stadia dan siklus hidup serangga target. Akan tetapi, apabila termakan dalam jumlah kecil saja mengakibatkan serangga tidak bergerak dan berhenti makan. Aktivitas residu insektisida dari azadirachtin ini umumnya terjadi antara tujuh sampai 10 hari atau lebih lama lagi, tergantung dari jenis serangga dan aplikasinya (Samsudin, 2011). Azadirachtin yang dimakan serangga meskipun dalam jumlah kecil akan mengakibatkan serangga tidak dapat bergerak dan berhenti makan. Azadirachtin memiliki efek primer berupa antifeedant dengan menghasilkan stimulan penolak makan spesifik berupa chemoreceptor pada bagian mulut yang mengganggu persepsi rangsangan untuk makan. Azadirachtin juga memiliki efek sekunder berupa gangguan perkembangan dan reproduksi yang berefek langsung pada sel somatik dan jaringan reproduksi, disamping itu juga berefek tidak langsung terhadap terganggunya proses neuroendocrine. Efek sekunder lainnya yaitu sebagai ecdyson blocker yang menghambat serangga untuk memproduksi dan melepas hormon ecdyson yang bersumber dari sel-sel neurosekretori. Adanya efek ini menyebabkan serangga akan terganggu pada proses pergantian kulit, ataupun proses perubahan dari telur menjadi larva, atau dari larva menjadi kepompong atau dari kepompong menjadi dewasa. Biasanya kegagalan dalam proses ini seringkali mengakibatkan kematian pada serangga (Dewi dkk, 2017).

Perlakuan dengan daun mimba konsentrasi 25% mampu memberi efek penolak makan sehingga terjadilah kematian seluruh larva pada hari ke-7. Hormon ecdyson pada serangga mengatur proses metamorfosa serangga, dimana produksi hormon ecdyson membantu serangga dalam pembentukan kutikula baru serta enzimnya berpengaruh pada pengelupasan kulit. Azadirachtin pada daun mimba yang menghambat hormon ecdyson akan berakibat pada terganggunya proses pergantian kulit. Sehingga apabila ada

serangga yang terpapar maka hormon ecdyson akan menghambat bagian otak untuk menghasilkan hormon yang paling penting bagi pertumbuhan dan perkembangan serangga. Padahal tubuh serangga sudah siap untuk berubah namun hormon untuk berganti kulit (moulting) tidak terbentuk akhirnya siklus hidup serangga terganggu sehingga biasanya kegagalan dalam proses ini seringkali juga mengakibatkan kematian pada serangga (Dewi dkk, 2017).

Daun mimba juga mengandung senyawa aktif lain yang dapat mempengaruhi kerja sebagai larvasida ataupun insektisida yaitu senyawa salannin dan nimbenen. Senyawa salannin mempunyai daya kerja sebagai penghambat makan serangga (*antifeedant*). Senyawa nimbinen mempunyai daya kerja sebagai antivirus dan meliantriol mempunyai daya kerja penolak serangga (repellent). Daya antifeedant dapat menyebabkan serangga tidak mau bertelur atau menolak memakan media pada masa infestasi. Salannin berperan sebagai penurun nafsu makan (*antifeedant*) yang mengakibatkan daya rusak serangga sangat menurun, walaupun serangganya sendiri belum mati. Meliantriol dan salannin dapat mempengaruhi serangga menolak untuk makan sehingga akhirnya serangga mati kelaparan, namun tidak mempengaruhi proses pergantian kulit serangga. Ekstrak daun mimba dapat dengan cepat terserap melalui permukaan kulit, melumpuhkan urat syaraf dan menyebabkan kematian dengan segera. Selain itu racun yang terkandung pada daun mimba akan berpengaruh dalam proses pencernaan makanan, menghambat kontraksi usus, sehingga proses pencernaan makanan tidak dapat berlangsung (Dewi dkk, 2017).

Berdasarkan hal tersebut, ekstraksi daun mimba mempengaruhi serangga melalui berbagai macam cara, antara lain menghambat stadium larva, mengganggu kopulasi dan komunikasi seksual serangga, mencegah betina untuk meletakkan telur, menghambat reproduksi atau menyebabkan serangga mandul, meracunilarva dan dewasa, dan mengurangi nafsu makan atau memblokir kemampuan makan. Oleh karena itu, dalam menggunakan pestisida nabati dari mimba, seringkali hamanya tidak mati seketika setelah diaplikasi (knock down), namun memerlukan beberapa hari untuk mati, biasanya 4-5 hari. Namun demikian, hama yg telah terpapar tersebut daya rusaknya sudah sangat menurun, karena dalam keadaan sakit. Daya repellent berfungsi untuk menghambat peletakan telur oleh serangga betina, karena serangga hanya mau bertelur pada tempat yang cocok bagi keturunannya. Penghambatan juga terjadi oleh adanya pengaruh bau atau aroma ekstrak yang berupa komponen aktif yang ada pada ekstrak daun mimba (Dewi dkk, 2017).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5. 1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapat dari penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil yang diperoleh menunjukkan adanya pengaruh perlakuan ekstrak daun mimba pada berbagai konsentrasi terhadap mortalitas *Hypothenemus hampei*.
2. Konsentrasi ekstrak daun mimba yang paling efektif terhadap mortalitas *Hypothenemus hampei* adalah konsentrasi 40% dengan menghasilkan mortalitas sebesar 94%.

5.2 Saran

Dari penelitian ini disarankan penggunaan biopestisida ekstrak daun mimba dengan konsentrasi 10% dan 20% diaplikasikan dengan selang waktu 2 hari selama 7 hari untuk hasil yang lebih maksimal.

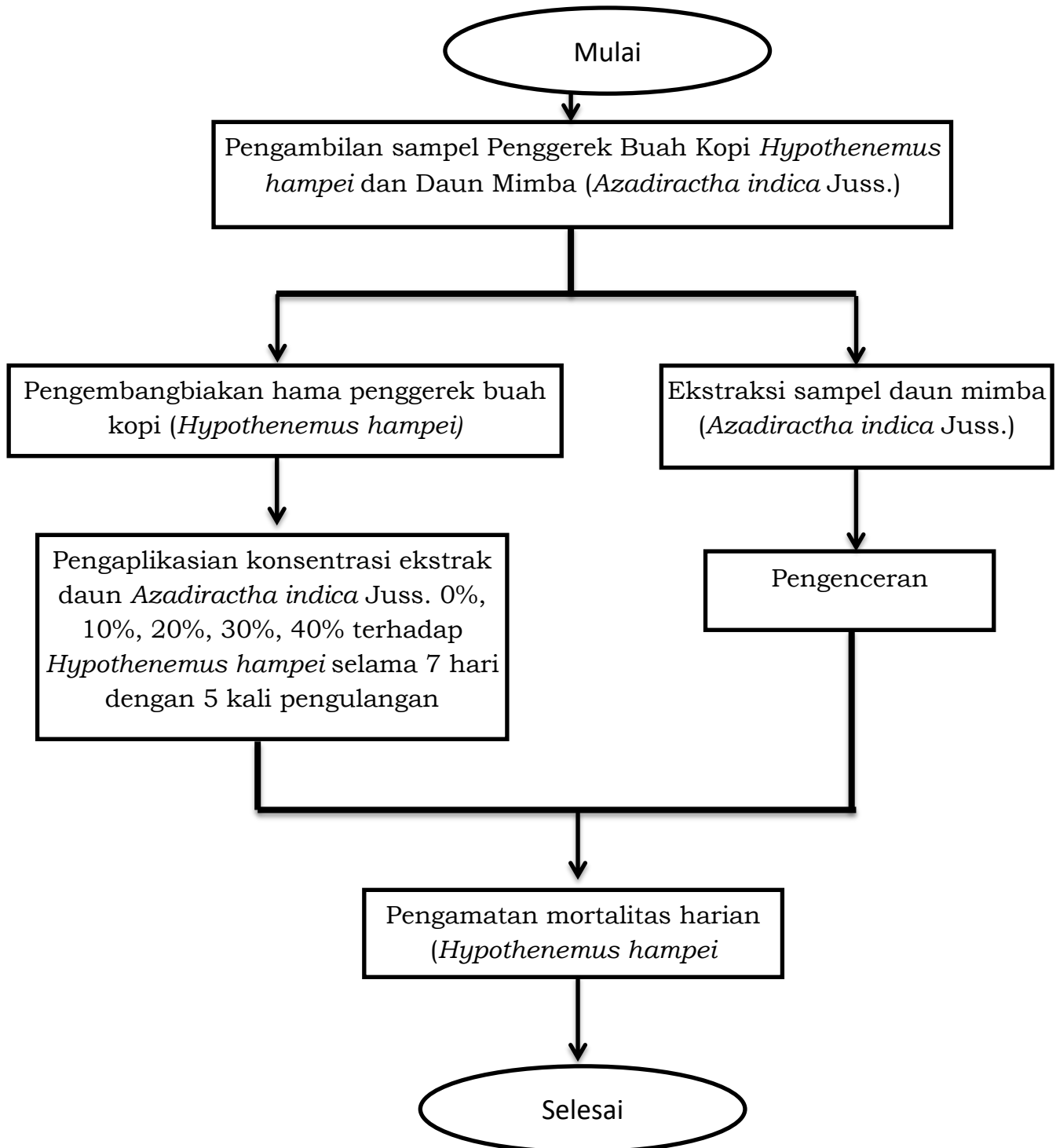
DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M.J., dan R. Rustam. 2019. Uji Beberapa Konsentrasi Ekstrak Akar Tuba (*Derris Elliptica* Benth) Untuk Mengendalikan Larva Kumbang Tanduk (*Oryctes rhinoceros* linnaeus) Pada Tanaman Kelapa Sawit. *Jurnal proteksi tanaman*. Vol. 3 (2) : 65 – 74.
- Ambarningrum, T.B., E.A. Setyowati, dan P. Susatyo. 2012. Aktivitas Anti Makan Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) dan Pengaruhnya Terhadap Indeks Nutrisi Serta Terhadap Struktur Membran Peritrofik Larva InstarV Spodoptera litura F. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* (Terakreditasi). Vol. 12 (2): 169-176.
- Aradilla, A.S. 2009. Uji Efektivitas Larvasida Ekstrak Ethanol Daun Mimba (*Azadirachta Indica*) Terhadap Larva *Aedes aegypt*.. *Skripsi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang*.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Jambi Dalam Angka. Provinsi Jambi.
- Badan Pusat Statistik. 2020. Statistik Kopi Indonesia.
- Baehaki S.E., N.B.E. Irianto, dan S.W. Widodo. 2016. Rekayasa Ekologi dalam Perspektif Pengelolaan Tanaman Padi Terpadu Ecological Engeneering on Integrated Crop Management Perspective. *Iptek Tanaman Pangan*. Vol. 11 (1) :19-34.
- Dewi A.A.L.N., I W. Karta, N.L. C. Wati, N.M. A. Dewi. 2017. Uji Efektivitas Larvasida Daun Mimba (*Azadirachta Indica*) Terhadap Larva Lalat Sarcophaga Pada Daging Untuk Upakara Yadnya Di Bali. *Jurnal Sains dan Teknologi*. Vol. 6 (1) : 126 -135.
- Farida, A., E. Ristianti, dan A. C Kumoro. 2013. Penurunan Kadar Kafein Dan Asamtal Pada Biji Kopi Robusta Menggunakan Teknologi Fermentas Anaerob Fakultatif Dengan Mikroba Nopkor mz-15. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. Vol. 2 (3) :71 – 75.
- Harni, R., Samsudin, W. Amarita, G.Indriati, F. Soesanthi, Khaerai, E. Thaufiq, M. Hasibuan, A. D. Haspari. 2015. *Teknologi Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Kopi*. Jakarta : IAARD Press.
- Hasibuan, M., E. D. Manurung dan L. Z. Nasution. 2021. Pemanfaatan Daun Mimba (*Azadirachta indica*) sebagai Pestisida Nabati. *Seminar Nasional*. Vol. 5 (1) : 1153 – 1158.

- Hidana, R. dan Susilawati. 2017. Efektivitas Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta Indica*) Sebagai Ovisida *Aedes Aegypti*. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*. Vol 17 (1: 59 -65.
- Humaidi, F., H. Susanto, A. Putriani, A. Istiqomah. 2022. PPM Semanggi Surboyo Berbasis Ecogreen Dengan Menggunakan Insektisida Nabati Daun Mimba (*Azadirachta indica*). *Prosiding*. Vol. 5 : 1 – 5.
- Jarmadi, A. 2023. Survei Intensitas Serangan Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus Hampei* Ferr.) (Coleoptera : Scolytidae) Pada Tanaman Kopi Arabika (*Coffea Arabica* L.) Di Kebun Rimba Sado'kok, Kayuosing, Kabupaten Tana Toraja. *Skripsi Agroteknologi Departemen Hama Dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin Makasar*.
- Kapsara, L. dan A. N. Akhmadi. 2016. Ekstrak Daun Mimba Terhadap Mortalitas Hama Belalang Kembara Neem Leaf Extracton Mortality Locust Wanderer. *Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*. Vol. 1 (1) : 56 – 68.
- Kardinan, A. 2000. *Pestisida Nabati, Ramuan dan Aplikasi*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Langkai, H., J. Rimbing dan N. N. Wanta. 2023. Persentase Serangan Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei* Ferr) (Coleoptera: Curculionidae) Pada Pertanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*) di Desa Sumber Rejo Kecamatan Modayag. *Jurnal Entomologi dan Fitopatologi*. Vol.3 (1): 1-9.
- Rahardjo, P. 2012. *Berkebun Kopi*. Jakarta : Penebar Swadya.
- Rahmawati, E., I. Hadiyah, F. Kurniati, G. Indriati. 2019. “Efikasi Pestisida Nabati Minyak Kemiri Sunan (*Reutealis Trisperma* (Blanco) Airy Shaw) Untuk Mengendalikan Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei ferrar*)”. *Jurnal Media Pertanian*. Vol. 2 (4) : 81 – 87.
- Rejo, Amin, S. Rahayu dan T. Panggabean. 2010. *Karakteristik Mutu Biji Kopi pada Proses Dekafeinasi*. Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
- Rizki, D., B. R. Wijonarko dan P. Purwanto. 2020. Karakter Agronomis dan Fisiologis Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*) pada Dataran Tinggi di Kecamatan Pejawaran Kab. Banjarnegara. *Jurnal Ilmu Pertanian*. Vol. 2 (1) : 11–16.

- Rukmana, H.R dan Y.Y. Oesman. 2002. *Nimba Tanaman Penghasil Pestisida Alami*. Kanisius, Yogyakarta.
- Rukmana R dan Yuniarsih Y. 2002. *Nimba,Tanaman Penghasil Pestisida Alami*. Jakarta : Kanisius.
- Samsudin. 2011. Biosintesa dan cara kerja azadirachtin sebagai bahan aktif insektisida nabati. *Semnas Pesnab IV*, 61–70.
- Setiawan, H.B. 2018. Uji Ekstrak N-Heksana, Diklorometana, Dan Daun Mimba (*Azadirachta Indica* Juss.) Terhadap Mortalitas *Hypothenemus Hampei*. Skripsi Jurusan Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Sakiroh dan M. S. D. Ibrahim. 2020. Karakteristik Morfologi Anatomi dan Fisiologi Tujuh Klon Unggulan Kopi Robusta. *Jurnal taman industri dan penyegar*. Vol. 7 (2) : 73 – 82.
- Sianipar, M.S., L. Jaya, R. Sinaga. 2020. Kemampuan Ekstrak Daun Mimba (*Azadirachta indica*) Menekan Populasi Wereng Batang Coklat (*Nilaparvata lugens*) Pada Tanaman Padi. *Jurnal Agrologia*. Vol. 9 (2) : 105 – 109.
- Soenandar, M., dan R.H. Tjachjono. 2012. *Membuat Pestisida Organik*. Jakarta: PT AgroMedia Pustaka
- Su'ud, M., I.S. Suyani dan A. Maulana. 2019. Uji Beberapa Konsentrasi Ekstrak Biji Dan Daun Mimba (*Azadirachta Indica*) Terhadap Kematian Dan Perkembangan Larva Ulat Grayak (*Spodoptera exigua* Hbn). *Jurnal ilmu pertanian*. Vol. 6 (1) : 27 – 38.
- Vinoth, B. 2012. Phytochemical Analysis And Antibacterial Activity Of *Azadirachta indica* Juss. *International journal of research in plant science*. Vol 2 (3).
- Wijaya, D. A. dan S.S. Yuwono. 2015. Pengaruh Lama Pengukusan Dan Konsentrasi Etil Asetat Terhadap Karakteristik Kopi Pada Proses Dekafeinasi Kopi Robusta. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 3 (4) : 1560 – 1566.
- Wiryadiputra dan Soekadar. 2006. Penggunaan Perangkap Dalam Pengendalian Hama Penggerek Buah Kopi (PBKo, *Hypothenemus hampei*). *Jurnal Pelita Perkebunan*. Vol. 22 (2) : 101-118.

Wiyono, E. V. 2019. *Karakteristik Fisik Dan Kimia Kopi Rakyat Di Kawasan Pegunungan Argopuro. Universitas Jember.*

LAMPIRAN**Lampiran 1.** Diagram alir penelitian

Lampiran 2. Penerapan Rancangan Acak Lengkap

P0U1	P3U5	P2U1	P3U1	P0U4
P3U3	P1U1	P4U5	P4U1	P1U2
P2U3	P0U5	P1U4	P4U4	P2U4
P4U3	P4U2	P2U5	P0U2	P3U4
P0U3	P1U3	P2U2	P3U2	P1U5

Lampiran 3. Mortalitas *Hypothenemus hampei*

4.1 jumlah kematian *Hypothenemus hampei* perhari

Perlakuan	Jumlah sebelum perlakuan	Mortalitas hama penggerek perhari							Total
		H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	
P0U1	10	0	0	0	0	0	0	0	0
P0U2	10	0	0	0	0	0	0	0	0
P0U3	10	0	0	0	0	0	0	0	0
P0U4	10	0	0	0	0	0	0	0	0
P0U5	10	0	0	0	0	0	0	0	0
P1U1	10	1	0	1	0	1	1	2	6
P1U2	10	0	0	1	1	1	0	2	4
P1U3	10	0	1	0	1	0	1	1	4
P1U4	10	1	1	1	0	2	0	1	6
P1U5	10	1	0	1	1	1	0	1	5
P2U1	10	2	0	0	1	1	1	2	7
P2U2	10	1	0	1	1	1	0	2	6
P2U3	10	1	1	0	1	1	1	1	6
P2U4	10	1	1	1	0	2	0	1	6
P2U5	10	1	0	1	1	1	0	1	5
P3U1	10	3	0	0	1	1	2	1	9
P3U2	10	2	0	1	2	1	1	1	8
P3U3	10	2	1	0	1	2	1	1	8
P3U4	10	2	0	2	1	2	1	1	9
P3U5	10	2	1	1	0	2	1	1	8
P4U1	10	3	1	1	1	2	2	-	10
P4U2	10	4	1	1	2	2	-	-	10
P4U3	10	3	1	1	2	1	1	0	9
P4U4	10	3	2	1	1	1	1	0	9
P4U5	10	2	1	1	2	1	2	0	9
Jumlah	250								144

Keterangan : Perlakuan konsentrasi ekstrak daun *Azadirachta indica* Juss., P0 = 0%, P1 = 10%, P2 = 20% P3 = 30%, P4 = 40%, pengulangan UI, U2, U3, U4, U5.

Lampiran 4. Dokumentasi penelitian di lapangan



Pengambilan sampel daun mimba di UPTD Balai Perlindungan Tanaman Perkebunan



Proses pengeringan daun mimba



Proses penghalusan sampel daun mimba



Pencampuran bubuk simplisia daun mimba dengan pelarut etanol



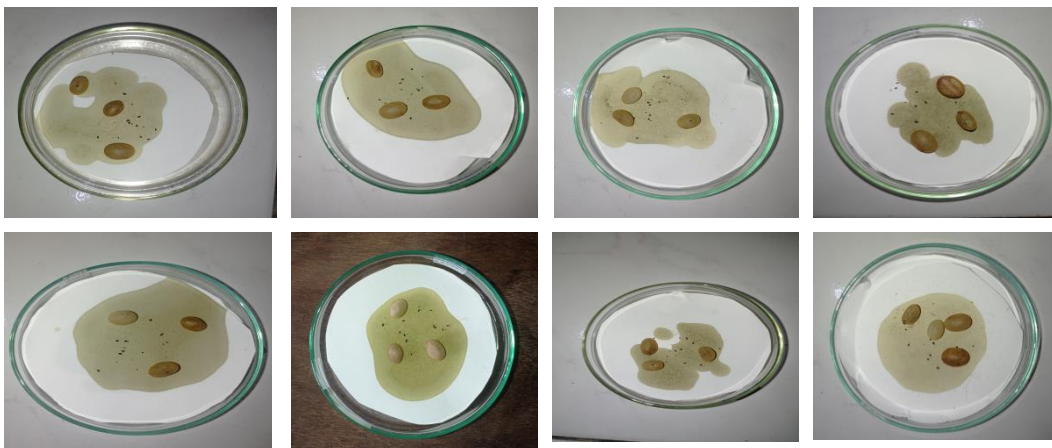
Pengambilan sampel kopi robusta yang terserang hama penggerek buah kopi



pengembangbiakan hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*) di
Laboratorium Agroindustri, Tanaman Obat dan Bioteknologi



proses pengenceran Ekstrak *Azadirachta indica* Juss.



pengamatan mortalitas *hypothenemus hampei*

Lampiran 5. *Analysis of Variance (Anova) dan Uji Lanjut Duncan Multiple range test (DMRT)*

5.1 *Analysis of Variance (Anova)*

Perlakuan	Ulangan					jumlah	rata
	1	2	3	4	5		
p0	0	0	0	0	0	0	0
p1	6	5	4	6	5	26	5,2
p2	7	7	6	6	5	31	6,2
p3	8	8	8	9	8	41	8,2
p4	10	10	9	9	9	47	9,4
jumlah	31	30	27	30	27	145	
rata	6,2	6	5,4	6	5,4		5,8

Keterangan : H0 ditolak, karena Fhit > Ftabel

SK	DB	JK	KT	Fhit	Ftab
					0,05
PERLAKUAN	4	264,4	66,1	173,95	3,01
GALAT	20	7,6	0,38		
TOTAL	24	272			

T 5

R 5

FK 841

KK 11

DB Perlakuan = Perlakuan-1
= 5-1 = 4

DB Galat = Total - DB Perlakuan
= 24 - 4 = 20

DB Total = (Perlakuan x Kelompok)-1
= 5 x 5 - 1 = 24

FK = $G^2/(r.t)$
= $145^2 / 5.5 = 841$

JK Total = $\sum x^2 - Fk$
= $(0)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (6)^2 + (5)^2 + (4)^2 + (6)^2 + (5)^2 + (7)^2 + (7)^2 + (6)^2 + (6)^2 + (5)^2 + (8)^2 + (8)^2 + (8)^2 + (9)^2 + (8)^2 + (10)^2 + (10)^2 + (9)^2 + (9)^2 + (9)^2$
- 841
= 272

JK Perlakuan = $(\sum T^2/r) - FK$
= $(26)^2 + (31)^2 + (41)^2 + (47)^2 / 5 - 841$
= 264,4

JK Galat = JKTotal - JKPerlakuan
= 272 - 264,4
= 7,6

KT Perlakuan = JK Perlakuan / (t-1)
= 264,4/4

$$\begin{aligned}
 &= 66,1 \\
 \text{KT Galat} &= \text{JK Galat} / \text{DB Galat} \\
 &= 7,6/20 \\
 &= 0,38
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{F Hitung Perlakuan} &= \text{KTPerlakuan} / \text{KT Galat} \\
 &= 66,1 / 0,38 \\
 &= 173,95
 \end{aligned}$$

MULTIPLE COMPARISON

TEST

Procedure: Duncan's multiple range test ($p=0,05$)

S.E.M.: 0,166036434267243; DF: 20

Critical range; 0; 0,49; 0,515; 0,528; 0,54

5	94	a
4	82	b
3	62	c
2	52	d
1	0	e

5.2 Uji Lnjut Duncan Multiple Range Test

TABEL DMRT	2	3	4	5
	2,950	3,097	3,190	3,255
	2,76	2,76	2,76	2,76
	8,13	8,55	8,80	8,98

PERLAKUAN	RATA	notasi	PERLAKUAN	RATA	NOTASI
P0	0	e	P4	94	a
P1	52	d	P3	82	b
P2	62	c	P2	62	c
P3	82	b	P1	52	d
P4	94	a	P0	0	e

Lampiran 6. *Hypothenemus hampei* sebelum dan sesudah perlakuan



Penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*) sebelum perlakuan



Penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*) setelah perlakuan