

Intensitas Serangan *Conopomorpha cramerella* (Snellen) (Lepidoptera: Gracillariidae) dan Keanekaragaman Arthropoda Permukaan Tanah pada Kondisi Naungan yang Berbeda



AQILAH ATHIFAH ISLAMIAH
G011 20 1256

DEPARTEMEN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR

2024



Optimized using
trial version
www.balesio.com

Intensitas Serangan *Conopomorpha cramerella* (Snellen) (Lepidoptera: Gracillariidae) dan Keanekaragaman Arthropoda Permukaan Tanah pada Kondisi Naungan yang Berbeda

AQILAH ATHIFAH ISLAMIAH

G011 20 1256



PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI

DEPARTEMEN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR



Optimized using
trial version
www.balesio.com

2024

**Intensitas Serangan *Conopomorpha cramerella* (Snellen)
(Lepidoptera: Gracillariidae) dan Keanekaragaman Arthropoda
Permukaan Tanah pada Kondisi Naungan yang Berbeda**

AQILAH ATHIFAH ISLAMIAH

G011 20 1256

Skripsi



sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Agroteknologi

pada



DEPARTEMEN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2024

SKRIPSI

Intensitas Serangan *Conopomorpha cramerella* (Snellen) (Lepidoptera: Gracillariidae) dan Keanekaragaman Arthropoda Permukaan Tanah pada Kondisi Naungan yang Berbeda

AQILAH ATHIFAH ISLAMIAH

G011 20 1256

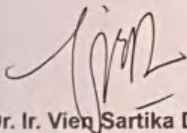
telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana pada 21 Agustus 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Pada

Program Studi Agroteknologi
Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar

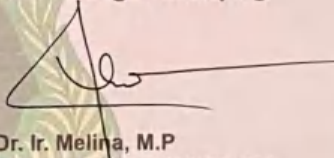
Mengesahkan:

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Vien Sartika Dewi, M.Si
NIP 19651227 198910 2 001

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Melina, M.P
NIP 19610603 198702 2 001

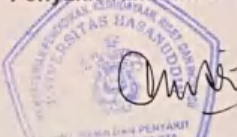
Mengetahui:

Ketua Program Studi Agroteknologi



M.Si
03 1 003

Ketua Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan



Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc.
NIP 19650316 198903 2 002



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul "Intensitas Serangan *Conopomorpha cramerella* (Snellen) (Lepidoptera: Gracillariidae) dan Keanekaragaman Arthropoda Permukaan Tanah pada Kondisi Naungan yang Berbeda" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing Dr. Ir. Vien Sartika Dewi, M.Si. sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Ir. Melina, M.P. sebagai Pembimbing Pendamping. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 21 Agustus 2024



Aqilah Athifah Islamiah
G011201256



UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini saya lakukan dan dapat terlaksana dengan sukses dan dapat terampungkan atas arahan, diskusi, dan bimbingan bu Dr. Ir. Vien Sartika Dewi, M.Si. selaku pembimbing utama dan Ibu Dr. Ir. Melina, M.P. selaku pembimbing pendamping. Kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Itji Diana Daud, M.S, Ibu Prof. Dr. Ir. Sylvia Sjam, M.S., dan Bapak Prof. Ir. Andi Nasruddin, M.Sc., Ph.D. selaku dosen penguji, terima kasih telah meluangkan waktu dan memberikan kritik serta saran yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Saya mengucapkan terima kasih banyak kepada mereka. terima kasih banyak juga saya ucapkan kepada Bapak Syamsuddin selaku pemilik kebun yang telah memberikan izin untuk melaksanakan penelitian di lapangan, kepada CRG (Cocoa Research Group), yang memfasilitasi berupa naungan untuk penelitian, juga kepada Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas hasanuddin yang telah memberikan kesempatan untuk menggunakan fasilitas dan peralatan di Laboratorium Hama.

Akhirnya, kepada kedua orang tua tercinta, Bapak Muh. Saing dan Ibu Kardiana, S.Si. dengan segala kerendahan hati, saya mengucapkan terima kasih atas didikan, cinta, kasih sayang, dan pengorbanan yang telah diberikan kepada saya sedari lahir. Saudara saya Alya' Ashimah Zahirah serta Keluarga Besar yang senantiasa memberikan bantuan dan semangat. Saudari Sefinatur Rahma Ningrum, Azzahrani, Muthiah Nafirah selaku sahabat saya sedari bangku SMA dan Putri Nabila yang juga sahabat sedari bangku SMA sekaligus *room mate* dari awal perantauan. Terima kasih telah kebersamai, memberikan bantuan, dukungan, hiburan serta motivasi. Sobat Pondok Adelia Anugrah Rahmadani Rahman, Kak Fajar Amalia Maulidi, Kak Arizha Tenri Jekka yang telah menjadi keluarga baru yang memberikan banyak pengalaman baru, dukungan, bantuan, hiburan, dan motivasi selama masa perkuliahan. Terima kasih kepada teman-teman dari awal perkuliahan Kasma Melyani, Farmianti Radjab, Rahmawati Agmus, dan Arijatul Janna telah menjadi teman seperjuangan yang berbagi cerita, pengalaman, motivasi dan senantiasa memberikan bantuan serta semangat bagi penulis. Juga teman-teman Posko 8 KKNT Gel. 110 Pertanian Organik Desa Sipaenre Kab. Bulukumba yang telah kebersamai dan menjadi saudara baru bagi saya dalam proses pengabdian kepada masyarakat. Kepada semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu dan turut dalam proses penyelesaian pendidikan, penelitian, dan penyusunan skripsi penulis. Terima kasih atas segala bentuk bantuannya.

Penulis,



Aqilah Athifah Islamiah

ABSTRAK

AQILAH ATHIFAH ISLAMIAH. **Intensitas Serangan *Conopomorpha cramerella* (Snellen) (Lepidoptera: Gracillariidae) dan Keanekaragaman Arthropoda Permukaan Tanah pada Kondisi Naungan yang Berbeda** (dibimbing oleh Vien Sartika Dewi dan Melina).

Latar Belakang. Kakao merupakan salah satu komoditas unggulan yang berdampak pada perekonomian Indonesia yang pertumbuhannya sangat dipengaruhi oleh iklim ekstrim, terutama suhu. Terdapat beberapa faktor yang memengaruhi produktivitas tanaman kakao, salah satunya serangan hama dan penyakit. Salah satu hama utama yang menyerang tanaman kakao yaitu Penggerek Buah Kakao (PBK) (*Conopomorpha cramerella* Snellen). **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh naungan pada tanaman kakao dengan persentase yang berbeda terhadap perilaku serangga, intensitas serangan PBK serta keanekaragaman jenis arthropoda permukaan tanah. **Metode.** Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan enam perlakuan yaitu kontrol sebagai pembanding, naungan 35%, 50%, 65%, 75%, dan 85% menggunakan paranet yang masing-masing dilakukan sebanyak tiga ulangan. **Hasil.** Perlakuan naungan persentase dinilai berpengaruh terhadap mortalitas PBK dengan rata-rata tertinggi pada perlakuan naungan 85% yaitu 35,99% dan rata-rata terendah pada perlakuan naungan 35% yaitu 24,97%. Intensitas serangan PBK tertinggi terjadi pada perlakuan 85% dengan 52,3%, sedangkan perlakuan 50% memiliki nilai terendah yaitu 21,5%. Pada *pitfall trap* didapatkan 244 individu arthropoda permukaan tanah. Beberapa arthropoda tersebut antara lain ordo Orthoptera, Araneae, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, dan Lepidoptera. Arthropoda tanah memiliki peran yang beragam, dimana populasi serangga herbivora dengan jumlah tertinggi yaitu 90,16%, sedangkan populasi serangga polinator dengan jumlah terendah yaitu 0,82%. **Kesimpulan.** Berdasarkan hasil penelitian, naungan 85% berpengaruh terhadap mortalitas dan intensitas kerusakan yang disebabkan oleh PBK. Naungan yang paling baik untuk pertumbuhan kakao dan pengendalian PBK yaitu naungan 50%.

Kata kunci: komoditas unggulan; iklim ekstrim; paranet; mortalitas; *pitfall trap*; dekomposer



ABSTRACT

AQILAH ATHIFAH ISLAMIAH. **The Intensity Attacks of *Conopomorpha cramerella* (Snellen) (Lepidoptera: Gracillariidae) and Diversity of Soil Surface Arthropods in Different Shading Conditions** (supervised by Vien Sartika Dewi and Melina).

Background. Cocoa is one of the leading commodities that has an impact on the Indonesian economy, which growth is strongly influenced by extreme climate, especially temperature. Several factors influence the productivity of cocoa plants, one of which is pest and disease attacks. One of the main pests that attacks cocoa plants is the cocoa pod borer (CPB) (*Conopomorpha cramerella* Snellen). **Aim.** This research aims to determine the effect of shading on cocoa plants at different percentages on insect behavior, the intensity of CPB attacks, and the diversity of soil surface arthropod species. **Methods.** This research used a Randomized Block Design (RBD) with six treatments, namely control as a comparison, 35%, 50%, 65%, 75%, and 85% shade using paranet, each carried out in three replications. **Results.** Percentage shade treatment was considered to have an effect on CPB mortality with the highest in the 85% shade treatment which was 35.99% and the lowest in the 35% shade treatment which was 24.97%. The highest CPB attack intensity occurred in the 85% treatment with 52.3%, while the 50% treatment had the lowest value of 21.5%. In the pitfall trap, 244 individuals of soil surface arthropods were found. Some of these arthropods include the orders Orthoptera, Araneae, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera, Hemiptera, and Lepidoptera. Soil arthropods have diverse roles, where the highest population of herbivore insects is 90.16%, while the lowest population of pollinator insects is 0.82%. **Conclusion.** Based on the results of the study, 85% shade affects the mortality and intensity of damage caused by CPB. The best shade for cocoa growth and controlling CPB is 50% shade.

Keywords: leading commodities; extreme climate; paranet; mortality; pitfall trap; decomposer



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENGAJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Teori	3
1.2.1 Tanaman Kakao (<i>Theobroma cacao</i> L.).....	3
1.2.2 Penggerek Buah Kakao (<i>Conopomorpha cramerella</i> Snellen).....	4
1.2.3 Keanekaragaman Arthropoda Permukaan Tanah	8
1.2.4 Naungan	9
1.2.5 Iklim	9
1.2 Tujuan dan Kegunaan.....	10
BAB II METODE PENELITIAN.....	11
2.1 Tempat dan Waktu	11
2.2 Alat dan Bahan.....	11
2.3 Metode Pelaksanaan	11
2.3.1 Persiapan Penelitian	11
2.3.2 Rancangan penelitian	11
Naungan	12
itfall Trap.....	12
matan.....	12
.....	14
PEMBAHASAN	15



3.1 Hasil.....	15
3.2 Pembahasan.....	22
BAB IV PENUTUP	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	31



DAFTAR TABEL

Nomor urut	Halaman
1. Rata-rata mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan	15
2. Intensitas serangan penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan	17
3. Keanekaragaman arthropoda tanah di pertanaman kakao dengan berbagai persentase naungan berdasarkan indeks keragaman Shannon-Wiener	18
4. Dokumentasi keanekaragaman arthropoda tanah di pertanaman kakao dengan berbagai persentase naungan berdasarkan hasil identifikasi	19
5. Peran ekologis keanekaragaman arthropoda tanah di pertanaman kakao dengan berbagai persentase naungan berdasarkan hasil identifikasi	22



DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Siklus Hidup Penggerek Buah Kakao.....	5
2. Telur Penggerek Buah Kakao.....	5
3. Larva Penggerek Buah Kakao.....	6
4. Pupa Penggerek Buah Kakao	6
5. Imago Penggerek Buah Kakao.....	7
6. Tingkat Serangan Buah : (a) Tidak Terserang, (b) Ringan, (c) Sedang, dan (d) Berat	8
7. Fluktuasi rata-rata jumlah lubang masuk.....	16
8. Fluktuasi rata-rata jumlah lubang keluar.....	16



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor urut	Halaman
1. Lampiran 1a. Rata-rata mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 1	31
2. Lampiran 1b. Hasil transformasi data rata-rata mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 1	31
3. Lampiran 1c. Analisis sidik ragam mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 1	31
4. Lampiran 2a. Rata-rata mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan	31
5. Lampiran 2b. Hasil transformasi data rata-rata mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 2	32
6. Lampiran 2c. Analisis sidik ragam mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 2	32
7. Lampiran 3a. Rata-rata mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 3	32
8. Lampiran 3b. Hasil transformasi data rata-rata mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 3	32
9. Lampiran 3c. Analisis sidik ragam mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 3	33
10. Lampiran Tabel 4a. Rata-rata mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 4	33
11. Lampiran 4b. Hasil transformasi data rata-rata mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 4	33
12. Lampiran 4c. Analisis sidik ragam mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 4	33
13. Lampiran 4d. Hasil uji lanjut BNJ taraf 5% mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 4	33
 Rata-rata mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 5	34
 Hasil transformasi data rata-rata mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 5	34

16. Lampiran 5c. Analisis sidik ragam mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 5	34
17. Lampiran 6a. Rata-rata mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 6	35
18. Lampiran 6b. Hasil transformasi data rata-rata mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 6	35
19. Lampiran 6c. Analisis sidik ragam mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 6	35
20. Lampiran 7a. Rata-rata mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 7	35
21. Lampiran 7b. Hasil transformasi data rata-rata mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 7	36
22. Lampiran 7c. Analisis sidik ragam mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 7	36
23. Lampiran 7d. Hasil uji lanjut BNJ taraf 5% mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 7	36
24. Lampiran 8a. Rata-rata mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 8	36
25. Lampiran 8b. Hasil transformasi data rata-rata mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 8	37
26. Lampiran 8c. Analisis sidik ragam mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 8	37
27. Lampiran 8d. Hasil uji lanjut BNJ taraf 5% mortalitas penggerek buah kakao dengan berbagai persentase naungan pada pengamatan 8	37
28. Lampiran 9. Jumlah lubang masuk dan lubang keluar penggerek buah kakao di setiap perlakuan	38
29. Lampiran 10. Rata-rata jumlah lubang masuk dan lubang keluar dengan berbagai persentase naungan pada setiap pengamatan.....	39
30. Lampiran 11. Rata-rata jumlah lubang masuk dan lubang keluar dengan berbagai persentase naungan pada setiap perlakuan.....	40



jumlah buah terserang dan tidak terserang penggerek dengan pemasangan naungan yang berbeda setiap pengamatan

41

kapitulasi hasil tingkat serangan penggerek buah dengan pemasangan naungan yang berbeda persentase pengamatan.....

45

33. Lampiran 14. Keanekaragaman arthropoda tanah pada kebun kakao dengan pemasangan naungan yang berbeda persentase pada setiap pengamatan	47
34. Lampiran 15. Pemasangan naungan berbeda persentase	50
35. Lampiran 16. Pemasangan pitfall trap	50
36. Lampiran 17. Proses pemanenan buah kakao	50
37. Lampiran 18. Pengamatan lubang masuk dan lubang keluar	51
38. Lampiran 19. Pengamatan intensitas serangan hama penggerek buah kakao	51
39. Lampiran 20. Pengamatan keanekaragaman arthropoda tanah dan identifikasi	52



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang sebagian besar penduduknya bermata pencaharian di sektor pertanian. Salah satu komoditas utama yang potensial dari sektor perkebunan yaitu kakao. Indonesia memiliki sentra perkebunan kakao yang tersebar di beberapa provinsi antara lain Sulawesi (63,8%), Sumatra (16,3%), Jawa (5,3%), Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat dan Bali (4,0%), Kalimantan (3,6%), serta Maluku dan Papua (7,1%) (Manalu, 2018). Menurut data Badan Pusat Statistik tahun 2021, pada tahun 2020, sekitar 1,49 juta hektar perkebunan kakao dikelola oleh petani (98,92 %). Perkebunan swasta mengelola 11,56 ribu hektar (0,77 %), dan perkebunan yang dikelola oleh negara sekitar 4,81 ribu hektar (0,32 %). Harga kakao mengalami perubahan setiap tahun, seperti pada tahun 2017 harga kakao Rp 21.713/Kg dan pada tahun 2020 mencapai harga Rp 25.676,37/Kg.

Sektor perkebunan Indonesia dapat mengandalkan komoditas unggulan yang berperan penting bagi perekonomian nasional untuk meningkatkan devisa negara. Kakao merupakan salah satu komoditas unggulan yang memiliki peran penting sebagai sumber devisa bagi negara (Lestari, 2018). Berdasarkan pada publikasi Direktorat Jendral Perkebunan (2019), komoditas kakao menjadi penyumbang devisa negara pada urutan ketiga setelah kelapa sawit dan karet dengan menyumbang sebanyak US\$ 1,24 milyar.

Indonesia merupakan salah satu negara dengan produksi dan ekspor kakao terbesar di dunia. Kakao merupakan salah satu komoditas potensial yang dapat menjaga kestabilan ekspor negara Indonesia. Pada tahun 2020, dalam hal ekspor komoditas kakao, Indonesia menempati posisi ketiga dunia setelah Gading dan Ghana (Septyana & Taufiq, 2022). Hasil produksi kakao telah menjadi komoditas ekspor ke mancanegara pada tahun 1961 yang pada awalnya hanya dalam bentuk biji kakao dan mulai bervariasi dalam bentuk produk olahan (Ibnu, 2022). Selama periode 2015-2020, nilai ekspor kakao Indonesia mencapai US\$ 7 milyar.

Sejalan dengan kebutuhan dan produktivitas kakao yang terus meningkat, terdapat beberapa permasalahan yang menyebabkan penurunan produktivitas kakao. Faktor-faktor yang menyebabkan penurunan produktivitas kakao antara lain tingkat kesuburan tanah, luas lahan, tenaga kerja, serangan hama penyakit dan pengaruh perubahan iklim. Mayoritas lahan pertanaman kakao di Sulawesi Selatan memiliki tingkat kesuburan tanah yang berbeda dari sangat rendah sampai tinggi dan tidak melakukan konservasi lahan (Sapar et al., 2016). Penurunan produksi juga



ungsi lahan menjadi perumahan, perkantoran, dan gedung
ja kerja dapat menurunkan produksi disebabkan kurangnya
tuk bekerja di sektor pertanian, sedangkan semakin luas lahan
aga kerja yang lebih banyak (Zulfikar et al., 2018).

erangga dipengaruhi oleh faktor lingkungan di habitat dan
or lingkungan memiliki peran penting dalam menentukan
a di suatu habitat. Serangga, sebagai organisme poikiloterm,

memiliki suhu tubuh yang sangat dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Serangga memiliki rentang suhu yang spesifik di mana mereka dapat bertahan hidup, dan mereka akan mati jika suhu melewati batas toleransi mereka. Secara umum, rentang suhu yang efektif untuk serangga adalah suhu minimum 15 °C, suhu optimum 25 °C, dan suhu maksimum 45 °C. Keberadaan serangga dalam suatu habitat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, termasuk kondisi suhu udara, kelembapan udara, intensitas cahaya, jenis vegetasi, dan ketersediaan sumber makanan. Daya adaptasi menjadi faktor kunci bagi serangga dalam bertahan hidup di habitat tertentu. Tidak semua serangga mampu bertahan hidup dalam lingkungan yang mengalami gangguan yang tinggi. Namun, habitat dengan tingkat gangguan yang tinggi dapat memberikan peluang bagi spesies serangga yang memiliki sifat adaptif untuk mendominasi dan menguasai habitat tersebut (Taradipha et al., 2018).

Arthropoda permukaan tanah merupakan komponen biotik yang ada di ekosistem. Arthropoda memiliki berbagai peran penting, seperti meningkatkan kesuburan tanah serta menghancurkan serasah serta merombak sisa-sisa bahan organik yang ada di permukaan tanah. Faktor yang memengaruhi kepadatan populasi yaitu komposisi vegetasi yang terdapat pada suatu ekosistem. Kehadiran dan kepadatan arthropoda permukaan tanah juga sangat bergantung pada kondisi lingkungan (Nurhadi & Widiani, 2010).

Faktor iklim yang mempunyai pengaruh penting terhadap pertumbuhan buah kakao yaitu curah hujan dan suhu. Kualitas buah kakao mendapat banyak pengaruh dari curah hujan. Peningkatan curah hujan dapat mengurangi hasil tanaman kakao. Tanaman kakao juga sangat rentan terhadap perubahan suhu, sehingga tidak dapat diabaikan. Perubahan iklim, yang terlihat dari peningkatan suhu dan perubahan pola hujan, telah terbukti memiliki dampak pada produksi kakao di banyak negara produsen. Menurut Ardiani et al., (2022), bahwa beberapa faktor yang mempengaruhi produksi kakao meliputi pengetahuan petani, kondisi tanah, serangan hama dan penyakit, usia tanaman, pola penanaman, praktik teknis budidaya, dan luas lahan.

Baru-baru ini, penelitian mengenai efek naungan berwarna terhadap invasi serangga sangat jarang ditemukan. Naungan foto selektif dengan jaring 50 mesh dan jaring pemblokir UV dari Israel terbukti mampu mengurangi invasi serangga, seperti kutu kebul (*Bemisia tabaci*) sebanyak dua hingga tiga kali lipat dibandingkan dengan jaring standar 50 mesh. Selain itu, penggunaan jaring pemblokir UV untuk menutupi rumah kaca juga dapat mengurangi daya tarik dan serangan kutu daun (*Aphis gossypii*) dan thrips (*Ceratothripoides claratus*) (Mahmood et al., 2018).

Kondisi di lapangan saat ini, lahan perkebunan kakao sedang menghadapi pengaruh pada perilaku serangga khususnya penggerek buah hal tersebut, dilakukan penelitian mengenai pengaruh yang berbeda terhadap mortalitas PBK, intensitas serangan PBK, dan keanekaragaman arthropoda tanah pada kondisi iklim



1.2 Teori

1.2.1 Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.)

Kakao (*Theobroma cacao* L.) adalah salah satu tanaman perkebunan yang memiliki peran penting dalam perekonomian Indonesia, terutama dalam peningkatan devisa negara. Hingga saat ini, produktivitas kakao di Indonesia masih rendah dibandingkan dengan potensinya, yakni sekitar 2.000 kg.ha.⁻¹.tahun⁻¹. Pada tahun 2019, produktivitas perkebunan rakyat mencapai 731 kg.ha.⁻¹.tahun⁻¹, perkebunan besar negara 761 kg.ha.⁻¹.tahun⁻¹, perkebunan besar swasta sebesar 612 kg.ha.⁻¹.tahun⁻¹, dan perkebunan rakyat merupakan kontributor terbesar dalam produksi kakao di Indonesia dengan menyumbang 98% dari total produksi sehingga produksi kakao Indonesia sangat bergantung pada perkebunan rakyat.

Produksi dan produktivitas tanaman kakao sangat dipengaruhi oleh faktor genetik. Untuk mendapatkan bibit kakao yang berkualitas, selain menggunakan klon unggul, juga perlu menggabungkannya dengan penggunaan berbagai jenis pupuk kandang sebagai media tanam. Upaya lain yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas kakao yaitu aplikasi teknologi budidaya secara baik, pengendalian hama dan penyakit dan sistem pengolahan yang baik (Widyastuti et al., 2021).

Tanaman kakao merupakan satu-satunya dari genus *Theobroma*, famili Sterculiaceae yang diusahakan secara komersial. Menurut Tjitrosoepomo (1988) sistematika tanaman ini sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Malvales
Famili	: Sterculiaceae
Genus	: <i>Theobroma</i>
Spesies	: <i>Theobroma cacao</i> L.

Tanaman kakao tumbuh secara alami di lingkungan hutan tropis. Idealnya, tanaman kakao ditanam pada ketinggian kurang dari 800 meter di atas permukaan laut. Distribusi curah hujan yang ideal untuk pertumbuhan kakao adalah antara 1.100 hingga 3.000 mm per tahun. Namun, jika curah hujan melebihi 4.500 mm per tahun, hal ini dapat berdampak buruk karena meningkatkan risiko serangan penyakit busuk buah. Meskipun daerah dengan curah hujan di bawah 1.200 mm per tahun masih dapat ditanami kakao, tetapi dibutuhkan penggunaan irigasi untuk memenuhi kebutuhan air tanaman. Kakao merupakan tanaman tropis yang tumbuh subur di lingkungan dengan curah hujan yang cukup (Karmawati et al., 2010).



ru terhadap tanaman kakao sangat terkait dengan ketersediaan air dan kelembaban. Faktor-faktor ini dapat dikelola melalui pengelolaan tanaman pelindung, dan irigasi. Suhu memiliki pengaruh terhadap pembentukan tunas, pembungaan, dan kerusakan daun pada tanaman kakao. Suhu yang ideal bagi tanaman kakao adalah antara 30 °C hingga 35 °C, dengan minimum 18 °C hingga 21 °C (minimum). Suhu di bawah 10 °C dapat

menyebabkan gugurnya daun dan keringnya bunga, yang mengakibatkan penurunan laju pertumbuhan tanaman. Suhu yang tinggi dapat merangsang pembungaan, tetapi kemudian bunga dapat gugur. Pemaparan suhu tinggi dalam jangka waktu yang lama dapat mempengaruhi bobot biji dan menyebabkan nekrosis pada daun. Suhu yang relatif rendah juga dapat menyebabkan biji kakao mengandung banyak asam lemak tidak jenuh (Karmawati et al., 2010).

Tanaman kakao secara alami hidup di lingkungan hutan hujan tropis yang membutuhkan naungan untuk mengurangi intensitas sinar matahari. Pencahayaan yang berlebihan dapat menyebabkan batang yang kecil, daun yang sempit, dan batang yang relatif pendek. Menurut Karmawati et al., (2010), tanaman kakao tumbuh dengan baik pada pH tanah antara 6 hingga 7,5 dan membutuhkan kandungan bahan organik yang tinggi. Tekstur tanah yang ideal untuk tanaman kakao adalah lempung liat berpasir dengan komposisi sekitar 30–40% fraksi liat, 50% pasir, dan 10–20% debu. Kemiringan lahan juga mempengaruhi kedalaman air tanah. Semakin curam kemiringan suatu area, semakin dalam pula air tanah yang tersedia. Namun, tanaman kakao sebaiknya tidak ditanam di lahan yang memiliki kemiringan lebih dari 40% karena keterbatasan air tanah dan risiko erosi.

1.2.2 Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella* (Snellen))

Penggerek Buah Kakao (PBK) telah menjadi serangga hama kakao terpenting di bagian Asia Tenggara selama 150 tahun terakhir. Menurut CABI (2020), klasifikasi Penggerek Buah Kakao adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
 Filum : Arthropoda
 Kelas : Insecta
 Ordo : Lepidoptera
 Famili : Gracillariidae
 Genus : *Conopomorpha*
 Spesies : *Conopomorpha cramerella* (Snellen)

Salah satu tantangan dalam pengembangan budidaya kakao adalah serangan hama PBK (*Conopomorpha cramerella* (Snellen)). Sebelumnya, pada bulan September 1994, hama utama yang menyerang kebun kakao di Indonesia adalah kepik penghisap buah kakao *Helopeltis theobromae*. Hingga saat ini, PBK tetap menjadi hama yang signifikan dalam budidaya kakao, baik di dalam negeri seperti Sulawesi Utara, Maluku Utara, Jawa, Sumatera Utara, maupun di luar negeri, seperti di Filipina dan Sabah (Yudiansyah et al., 2021).

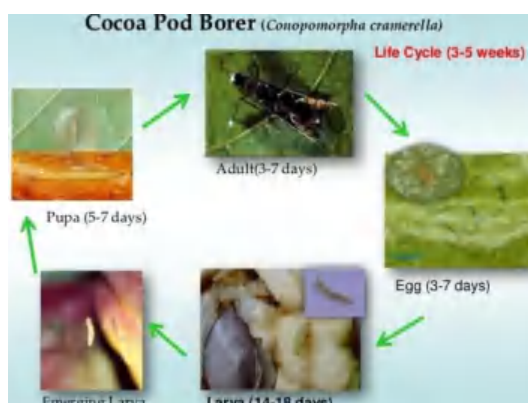


produksi tanaman kakao telah dihadapkan pada berbagai tantangan di dunia kakao, salah satunya adalah serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) seperti hama PBK. PBK adalah jenis serangga yang menyerang buah kakao dengan menggereknya, yang berdampak negatif pada kualitas buah dan biji kakao. Karena ukurannya yang kecil dan kemampuan bersembunyi yang baik, PBK memiliki keterbatasan dalam hal mobilitas. Akibatnya, serangan ini sering kali terdeteksi terlambat dan hanya dapat terjadi secara pasif, yaitu melalui larva

yang berada di dalam buah atau sebagai kepompong yang terdapat pada permukaan buah atau material tanaman lain yang terbawa keluar dari tempat asal serangan hama (Muliani & Isnaini, 2018).

a. Metamorfosis dan Morfologi Penggerek Buah Kakao.

Hama PBK mengalami metamorfosis sempurna atau holometabola. Siklus hidup serangga PBK dimulai dari fase telur, dilanjutkan dengan fase larva, pupa, kemudian menjadi serangga dewasa (imago) yang akan berkembang biak untuk memulai siklus hidup lagi. Proses perkembangan dari telur menjadi imago dalam populasi penggerek buah kakao memerlukan waktu sekitar 35–45 hari. PBK berkembangbiak dengan meletakkan telur–telur mereka di kulit luar buah. Larva yang menetas dari telur ini langsung memasuki buah dengan cara membuat lubang kecil pada kulit buah (Amalia, 2020).



Gambar 1. Siklus Hidup Penggerek Buah Kakao (Romulo, 2012).

Telur hama PBK memiliki warna merah jingga dan biasanya ditempatkan pada kulit buah kakao, terutama di alur buah. Telur ini berbentuk oval pipih dengan ukuran yang sangat kecil, sekitar 0,8 mm panjangnya dan 0,5 mm lebarnya. Serangga dewasa dapat meletakkan sekitar 50–100 butir telur pada setiap buah kakao (Amalia, 2020). Telur-telur ini akan menetas dalam rentang waktu 3–7 hari setelah diletakkan. Biasanya, serangga dewasa meletakkan telur setelah matahari terbenam (Dayanti, 2023).



2. Telur Penggerek Buah Kakao (Mulyani, 2023).

Setelah telur menetas, larva akan keluar. Larva ini memiliki warna putih kuning atau hijau muda, dengan panjang sekitar 11 mm. Mereka akan bergerak dan mulai membuat lubang di kulit buah kakao, kemudian masuk ke dalam buah. Lubang serangga PBK ini biasanya terletak di bawah tempat telur diletakkan (Dayanti, 2023). Larva ini akan memakan plasenta buah yang merupakan saluran makanan menuju biji, yang berakibat pada penurunan hasil dan mutu biji kakao. Panjang larva sekitar 1,2 cm dan memiliki warna ungu muda hingga putih. Larva hidup di dalam buah selama sekitar 14–18 hari, sebelum berubah menjadi kepompong (Amalia, 2020).



Gambar 3. Larva Penggerek Buah Kakao (Mulyani, 2023).

Pada tahap pupa, larva serangga PBK membuat lubang keluar menggunakan benang sutra yang keluar dari mulutnya. Melalui benang tersebut, larva turun ke tanah dan membentuk kepompong (Dayanti, 2023). Setelah larva keluar dari buah, mereka akan membentuk kepompong di permukaan buah, daun, serasah, karung, atau keranjang tempat buah berada. Tahap pupa berlangsung selama 6 hari. Pada tahap pupa, kokon memiliki bentuk oval dan berwarna kuning kotor, sedangkan kepompong memiliki warna cokelat. Ukuran kepompong ini sekitar 6–7 mm panjangnya dan 1–1,5 mm lebarnya (Amalia, 2020).



4. Pupa Penggerek Buah Kakao (Mulyani, 2023).



Setelah menyelesaikan tahap pupa, serangga PBK akan mengalami fase dewasa. Serangga dewasa ini akan terbang, melakukan perkawinan, dan mencari buah kakao untuk meletakkan telurnya. Hama ini biasanya berada di permukaan buah kakao yang berusia 3–4 bulan. Serangga ini juga disebut ngengat, memiliki panjang tubuh sekitar 7 mm saat

sedang istirahat, sedangkan rentang sayapnya mencapai 12 mm. Ngengat ini memiliki warna dasar coklat dengan pola zig-zag berwarna putih di sepanjang sayap depan, dan pola tersebut berakhir pada spot kuning orange di ujung sayap. Antena mengarah ke belakang dengan ukuran lebih panjang daripada sayap dan tubuhnya saat sedang istirahat (Dayanti, 2023).



Gambar 5. Imago Penggerek Buah Kakao (CABI, 2020).

Ngengat PBK aktif terbang, melakukan perkawinan, dan meletakkan telur pada malam hari mulai pukul 18:00 hingga pukul 07:00 pagi. Puncak aktivitas perkawinan terjadi antara pukul 04:00–05:00. Pada siang hari, ngengat ini bersembunyi di tempat yang terlindung dari sinar matahari. Ngengat betina memiliki masa hidup sekitar 7 hari dan mampu menghasilkan sebanyak 100–200 butir telur. Faktor yang mendukung siklus PBK adalah tanaman inangnya, yaitu pohon kakao yang menghasilkan buah sepanjang musim, sehingga siklus hama ini akan terus berlanjut di pertanaman kakao. Ngengat PBK tidak memiliki kemampuan terbang yang kuat dan jarak yang jauh. Mereka hanya terbang dalam jarak dekat dengan arah yang tidak pasti, kecuali ngengat betina yang sedang melakukan perkawinan (Dayanti, 2023).

b. Gejala Serangan.

Serangga PBK dapat menginfeksi semua tahap buah, termasuk buah yang masih muda, dewasa, dan matang. Tanda-tanda serangan pada buah yang masih muda adalah adanya bercak besar berwarna kuning pada permukaan kulit buah yang terinfeksi. Jika buah-buah yang menunjukkan gejala tersebut dibelah, kulit buah, tempat masuk larva, dan saluran plasenta biji akan terlihat berwarna coklat karena serangan larva. Meskipun demikian, daging buah tetap berwarna putih. Pada serangan yang parah, bagian dalam buah akan berubah menjadi coklat kehitaman (Pratama et al., 2021).



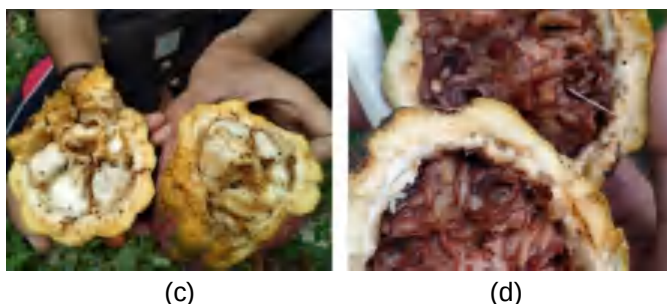
Optimized using
trial version
www.balesio.com



(a)



(b)



Gambar 6. Tingkat Serangan Buah : (a) Tidak Terserang, (b) Ringan, (c) Sedang, dan (d) Berat (Yudiansyah et al., 2021).

Serangan PBK dapat menyebabkan gejala seperti perubahan warna buah kakao menjadi agak jingga atau pucat keputihan. Selain itu, buah juga akan terasa lebih berat dan tidak menghasilkan suara ketukan saat diguncangkan karena adanya lendir dan kotoran yang terbentuk di dalam daging buah dan kerusakan biji-biji di dalamnya. Serangan PBK menyebabkan kerusakan pada daging buah melalui enzim yang disekresikan oleh PBK, seperti heksokinase, malat dehidrogenase, fluorescent esterase, dan malic enzyme polymorphisms. Untuk mencegah serangan PBK, perlu dilakukan langkah-langkah seperti pemangkasan tanaman kakao, pemupukan, metode panen yang sering dilakukan, sanitasi, pengendalian hayati, sarungisasi, dan penggunaan insektisida (Muliani & Isnaini, 2018).

Serangan PBK dapat menyebabkan penurunan produksi hingga 80% dan kerusakan biji hingga 82% (Hayata, 2018). Tingkat serangan hama PBK dapat bervariasi karena adanya buah kakao yang menjadi sumber makanan yang menarik bagi hama, sehingga serangan hama terus berlanjut. Larva PBK menyebabkan kerusakan pada biji kakao yang memiliki nilai ekonomis tinggi, dan hal ini menjadi penyebab menurunnya hasil biji kakao. Kerugian yang disebabkan oleh PBK terjadi karena berkurangnya berat dan mutu produk, serta peningkatan biaya panen karena memerlukan waktu yang cukup lama untuk memisahkan biji yang sehat dari yang rusak. Dalam budidaya kakao, sekitar 40% biaya produksi digunakan untuk mengendalikan hama dan penyakit (Yudiansyah et al., 2021).

1.2.3 Keanekaragaman Arthropoda Permukaan Tanah

Arthropoda permukaan tanah merupakan organisme tanah yang keberadaan dan aktivitasnya berada di atas permukaan tanah. Tanah merupakan tempat hidup, tempat pertahanan, dan tempat sumber makanan bagi arthropoda tanah.

Keanekaragaman arthropoda tanah dipengaruhi oleh faktor sumber pakan, musim, dan ketersediaan pakan yang melimpah dapat meningkatkan spesies dan membuat suatu area menjadi habitat yang lebih baik daerah yang memiliki sumber pakan yang terbatas. Musim dan suhu pada tingkat keanekaragaman spesies di suatu wilayah. Pada penghujan, jumlah spesies meningkat karena melimpahnya dibandingkan dengan musim kemarau. Selain itu, tipe vegetasi



seperti kondisi tanah dan keanekaragaman serasah juga dapat mempengaruhi jumlah arthropoda yang ada di habitat tersebut (Jasridah *et al.*, 2021).

Arthropoda permukaan tanah memiliki peran penting dalam ekosistem pertanian. Mereka berfungsi memecah substansi yang berukuran besar menjadi lebih kecil, sehingga memungkinkan proses dekomposisi dilanjutkan oleh fauna tanah lainnya. Selain itu, arthropoda berperan dalam penguraian bahan organik untuk mempertahankan kesuburan tanah, yang pada gilirannya membantu menjaga siklus hara dalam ekosistem lahan pertanian (Noviani, 2019).

1.2.4 Naungan

Kakao adalah tanaman yang aslinya tumbuh di bawah naungan pohon-pohon besar di lingkungan asalnya dan membutuhkan perlindungan serupa dalam budidayanya, langkah awal yang sangat penting dalam proses bercocok tanam kakao adalah menyiapkan naungan. Hasil panen yang optimal pada kakao dapat dicapai ketika tanaman tumbuh dalam kondisi lingkungan yang sebagian terlindungi dari sinar matahari yang terlalu terik. Untuk menciptakan kondisi ini, pendekatan yang umum digunakan adalah dengan memanfaatkan tanaman peneduh atau menggunakan paranet. Sesuai dengan namanya, naungan berperan dalam melindungi tanaman kakao dengan meredam suhu maksimum dan minimum yang dapat merusak pertumbuhan tanaman (Agung & Shahabuddin, 2014).

Penanaman pohon naungan di perkebunan kakao juga meningkatkan keanekaragaman hayati. Selain itu, penanaman pohon naungan juga merupakan bentuk manipulasi habitat yang membantu dalam konservasi musuh alami dengan menyediakan perlindungan, sumber nektar, serbuk sari, dan inang alternatif bagi musuh alami. Ekosistem dan praktik budidaya akan mempengaruhi tingkat keanekaragaman pengendali alami dan kelimpahan serangga (Rahmat *et al.*, 2021).

Paranet sering digunakan untuk melindungi tanaman dari paparan langsung sinar matahari, sehingga tanaman dapat menerima jumlah cahaya matahari yang tepat sesuai dengan kebutuhan mereka. Hal ini penting terutama bagi tanaman golongan C3, karena mereka juga tidak boleh terkena sinar matahari yang terlalu kuat. Jika terlalu banyak sinar matahari yang diterima, tanaman dapat mengalami kerusakan seperti layu atau bahkan kematian akibat panas yang berlebihan. Oleh karena itu, penggunaan paranet ini sangat penting dalam melindungi tanaman untuk mengontrol cahaya yang diterima tanaman kakao (Sukadi, 2018).

1.2.5 Iklim

Peningkatan suhu, perubahan curah hujan, kenaikan muka air laut, dan kejadian ekstrem adalah indikator dari perubahan iklim yang dapat mempengaruhi



suatu wilayah. Perubahan iklim merupakan ancaman bagi sektor pertanian yang dapat menyebabkan pergeseran musim, yang mengganggu produksi tanaman. Ketersediaan air atau curah hujan merupakan faktor yang mempengaruhi produktivitas tanaman kakao. Tanaman kakao termasuk tanaman yang sensitif terhadap kekeringan. Kondisi kekurangan air

akan memiliki dampak negatif yang lebih besar pada hasil biji daripada pertumbuhan tanaman kakao (Afifah & Prijono, 2022).

Faktor iklim yang memiliki pengaruh yang penting adalah jumlah curah hujan, frekuensi hujan, dan suhu. Terutama, distribusi curah hujan sepanjang tahun berhubungan dengan pembentukan tunas baru, periode pertumbuhan tanaman, dan produksi kakao. Curah hujan memainkan peran penting dalam menentukan kualitas buah kakao. Terdapat hubungan yang signifikan antara produksi kakao bulanan dan curah hujan. Tanaman kakao sangat rentan terhadap fluktuasi suhu. Dampak suhu terhadap produksi kakao tidak boleh diabaikan (Ardiani *et al.*, 2022).

Kehidupan serangga sangat tergantung pada kondisi lingkungan di tempat mereka hidup. Lingkungan ini mencakup berbagai faktor fisik, biologis, dan makanan yang secara bersama-sama mempengaruhi respons serangga. Iklim memiliki pengaruh langsung maupun tidak langsung terhadap berbagai aspek kehidupan serangga, seperti metabolisme dan perilaku seperti perkawinan, bertelur, dan pergerakan. Curah hujan dan intensitas cahaya dapat mempengaruhi mobilitas ngengat dan akibatnya mempengaruhi aktivitas perkawinan dan bertelur. Populasi serangga rendah pada musim hujan dan musim kemarau yang ekstrem. Tanaman kakao yang tidak terlindungi atau hanya sedikit terlindungi dari sinar matahari dapat mengganggu aktivitas serangga pembawa penyakit (Siregar & Nurbaiti, 2004).

1.3 Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh naungan pada tanaman kakao dengan persentase yang berbeda terhadap perilaku serangga, intensitas serangan penggerek buah kakao serta keanekaragaman jenis arthropoda permukaan tanah.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi serta pengetahuan mengenai pengaruh persentase naungan terhadap perilaku serangga dan intensitas serangan penggerek buah kakao serta keanekaragaman jenis arthropoda permukaan tanah.

1.4 Hipotesis

Diduga terdapat setidaknya salah satu dari perbedaan persentase naungan yang dipasang pada tanaman kakao berpengaruh terhadap perilaku serangga, intensitas serangan serta keanekaragaman jenis arthropoda permukaan tanah.

