

FENOLOGI POPULASI HAMA PENGGEREK BUAH KAKAO
(*Conopomorpha cramerella*) BERBASIS PENGARUH IKLIM

PHENOLOGICAL OF COCOA FRUIT BORER PEST (*Conopomorpha
Cramerella*) POPULATION BASED ON
CLIMATE INFLUENCE



KHAIRUNNISA A
G012212015



Optimized using
trial version
www.balesio.com

PROGRAM STUDI MAGISTER AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024

**FENOLOGI POPULASI HAMA PENGGEREK BUAH KAKAO
(*Conopomorpha cramerella*) BERBASIS PENGARUH IKLIM**

KHAIRUNNISA A

G012212015



**PROGRAM STUDI MAGISTER AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**



**FENOLOGI POPULASI HAMA PENGGEREK BUAH KAKAO
(*Conopomorpha cramerella*) BERBASIS PENGARUH IKLIM**

Tesis

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Magister Agroteknologi

Disusun dan diajukan oleh

KHAIRUNNISA

G012212015

kepada



**PROGRAM STUDI MAGISTER AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

TESIS

FENOLOGI POPULASI HAMA PENGGEREK BUAH KAKAO
(*Conopomorpha cramerella*) BERBASIS PENGARUH IKLIM

KHAIRUNNISA

G012212015

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Magister pada tanggal bulan tahun
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Pada

Program Studi Magister Agroteknologi
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:

Pembimbing Utama

Prof. Dr. Ir. Kaimuddin, M.Si
NIP. 19600512 198903 1 003

Pembimbing Pendamping

Prof. Ir. Ade Rosmana, DEA, Ph.D
NIP. 19570706 198103 1 009

Ketua Program Studi
Magister Agroteknologi,

Dr. Ir. Muh. Riadi, M.P.
NIP. 19640905 198903 1 003

Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin,

Prof. Dr. Ir. Salengke, M.Sc.
NIP. 1963123 198811 1 005



PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul "Fenologi populasi hama penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella*) berbasis pengaruh iklim" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing (Prof. Dr. Ir. Kaimuddin, M.Si dan Prof. Ir. Ade Rosmana, DEA, Ph.D). 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 dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian isi tesis ini akan dipublikasikan di Jurnal (Southern Cross Publishing - Australian Journal of Crop Sciences) sebagai artikel dengan judul "Phenological of cocoa fruit borer pest (*Conopomorpha cramerella*) population based on climate influence". Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis 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 tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, Juni 2024



KHAIRUNNISA A
G012212015



UCAPAN TERIMA KASIH

Tiada kata yang pantas terucap selain rasa syukur kepada Allah SWT Tuhan Semesta Alam atas limpahan rahmat, petunjuk, hidayah, nikmat kesehatan dan kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik. Shalawat serta salam semoga tercurah kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya.

Penulis dengan penuh kerendahan hati menyampaikan rasa terima kasih yang tulus dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada yang terhormat:

1. Orang tua penulis Ayahanda Drs. Amir, M.Si., Ibunda Hasnidar, dan Ibunda Hj. Mariani yang telah memberikan kasih sayang, doa, pengorbanan, dukungan dan motivasi selama saya menempuh pendidikan.
2. Teman Hidup penulis Muhammad Multazam Saleh, yang telah mendengarkan keluh kesah, memberikan dukungan, bantuan, cinta dan memberi semangat untuk tidak pantang menyerah.
3. Saudara(i) penulis, Fachril Thohari A, Apurwanti Pramida, Khusnul Arifah Amir, Magfirah Ramadhani A dan seluruh keluarga yang telah memberikan kasih sayang, cinta dan dukungan kepada penulis.
4. Dosen pembimbing Prof. Dr. Ir. Kaimuddin, M. Si dan Prof. Dr. Ir. Ade Rosmana, M.Sc., yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, ide, motivasi, dan saran selama penelitian dan penyusunan tesis.
5. Dosen penguji Prof. Dr. Ir. Sylvia Sjam, M. P., Prof. Dr. Ir. Amir Yassi, M.Si., dan Ir. Ifayanti Ridwan Saleh, S.P., M.P., Ph. D., yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tesis.
6. Bapak Syamsuddin, Bapak Kamaruddin, Ibu Reni dan Kakanda Idil Fitri yang membantu dan membimbing penulis dalam melaksanakan penelitian.
7. Afifathul Dzahabiyah, Azisah Azzahra Sudirman, Nurul Pratiwi DM, dan Nur Syafriyati Yuniarti selaku sahabat yang telah membantu dalam melaksanakan penelitian dan penyusunan tesis.
8. Wahyudi Wahid, Andi Abdul Dzulumukmin, Yohanies Sarma, Muh. Farham Syahputra, Muh. Fajri Zahran serta teman-teman magister yang telah membantu, menemani serta mengingatkan dalam segala hal kepada penulis dalam melaksanakan penelitian dan penyusunan tesis.
9. Kepada semua pihak yang tidak sempat penulis sebutkan satu persatu dalam tulisan ini, yang telah banyak berjasa, memberi dukungan, bantuan dan motivasi dalam penyelesaian tesis ini.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam tesis ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dan mendorong penulis untuk menulis karya yang lebih baik di masa yang akan datang dan besar harapan semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.



Makassar, Juni 2024

Khairunnisa A

ABSTRAK

KHAIRUNNISA A. **Fenologi Populasi Hama Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella*) berbasis Pengaruh Iklim** (dibimbing oleh Kaimuddin dan Ade Rosmana).

Latar Belakang. Teknologi prediksi dan adaptasi perubahan iklim dan serangan hama merupakan salah satu aspek yang harus menjadi bagian dari perencanaan strategis ke depan. Hal ini dilakukan untuk mengatasi dampak perubahan iklim terhadap produktivitas pertanian. **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh iklim terhadap dinamika populasi hama PBK pada tanaman kakao dan menyusun model prediksi pendugaan jumlah dan puncak populasi hama PBK pada tanaman kakao berbasis pengaruh iklim. **Metode.** Penelitian ini menggunakan metode *Ecoclimatic Index* (EI) pada model Climex 4.0 dan model siklus hidup serta pendugaan populasi hama menggunakan model Dymex 4.0. **Hasil.** Hasil model menunjukkan bahwa kondisi yang ideal untuk perkembangan hama adalah pada saat suhu maksimum 32°C dan suhu minimum 24°C, intensitas curah hujan yang cukup dengan kisaran 0-50 mm/minggu yang terjadi pada bulan Desember-Januari dan kisaran RH maksimum adalah 80% sampai 90%. **Kesimpulan.** Nilai *Ecoclimatic Index* (EI) diatas 30 menunjukkan wilayah Kelurahan Cabenge memiliki iklim yang mendukung perkembangan hama PBK. Penurunan nilai *Growth Index* (GI) terjadi pada bulan November sebesar 0.38. Kondisi tersebut diikuti oleh peningkatan nilai *Heat Stress* (HS) sebesar 0.012 pada waktu yang sama. Peningkatan nilai *Heat Stress* (HS) disebabkan karena pada bulan tersebut suhu maksimum berkisar antara 30-32°C, hal ini menyebabkan spesies tidak dapat bertahan hidup karena beban panas harian terlalu tinggi untuk proses fisiologis.

Kata Kunci: Climex; Dymex; iklim; penggerek Buah Kakao



ABSTRACT

KHAIRUNNISA A. Phenological of cocoa fruit borer pest (*Conopomorpha cramerella*) population based on climate influence (Supervised by Kaimuddin dan Ade Rosmana).

Background. Technology for predicting and adapting to climate change and pest attacks are one aspect that must be part of future strategic planning. This is done to overcome the impact of climate change on agricultural productivity. **Aim.** This research aims to analyze the influence of climate on pest population dynamics and develop a prediction model for estimating the number and peak population of the Cocoa Pod Borer pest based on climate influence. **Method.** This research used the ecoclimatic index (EI) method in the Climex 4.0 model and the pest life cycle model used the Dymex 4.0 model. **Results.** The model results showed that the ideal conditions for pest development are when the maximum temperature is 32°C and the minimum temperature is 24°C, sufficient rainfall intensity in the range of 0-50 mm/week occurs in December-January and the maximum RH range is 80% to 90%. **Conclusion.** An Ecoclimatic Index (EI) value above 30 indicates that the Cabenge Village area has a climate that supports the development of the Cocoa Pod Borer pest. The stress index value in 2020 - 2022 in Cabenge Village is equal to zero so that the GI value which indicates the comfortable conditions of the Cocoa Pod Borer pest is the same as the ecoclimatic index (EI) value. The decline in growth index (GI) values occurred in November by 0.38. This condition is followed by an increase in heat stress (HS) values of 0.012 at the same time, this causes the species to be unable to survive because the daily heat load is too high for physiological processes.

Keywords: Climex; Dymex; climate; Cocoa Fruit Borer



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGANTAR	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PENYATAAN KEASLIAN TESIS	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Landasan Teori.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	7
1.4. Manfaat Penelitian.....	7
1.5. Rumusan Masalah.....	7
BAB II METODOLOGI	8
3.1 Tempat dan Waktu	8
3.2 Alat dan Bahan.....	8
3.3 Data dan Sumber Data	8
3.4 Prosedur Analisis Data	11
3.5 Prosedur Pengamatan Siklus Hidup Hama Penggerek Buah Kakao...	12
3.6 Validasi Model	12
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	13
3.1 Lokasi Penelitian.....	13
3.2 Pengamatan Hama Penggerek Buah Kakao.....	14
3.3 Identifikasi Hama Penggerek Buah Kakao	16
3.4 Dampak Hama terhadap Populasi Imago Penggerek Buah Kakao	18
3.5 Pengaruh Kelembaban Udara terhadap Populasi Imago Penggerek D.....	21



4.6	Pengaruh Curah Hujan terhadap Populasi Imago Penggerek Buah Kakao	23
4.7	Siklus Hidup Hama Penggerek Buah Kakao	25
4.8	Validasi Model	25
BAB IV KESIMPULAN		27
DAFTAR PUSTAKA.....		28
LAMPIRAN.....		32



DAFTAR TABEL

Nomor Urut	Halaman
1. Nilai Inisialisasi yang digunakan dalam Simulasi Model Dymex	11
2. Hasil Keluaran Model <i>Compare Location</i>	15



DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Curah Hujan dan Kelembaban Relatif Bulanan Kelurahan Cabenge pada Januari Tahun 2023.....	13
2. Suhu Udara Rata-Rata Bulanan Kelurahan Cabenge Tahun 2023	14
3. Hubungan Nilai <i>Growth Index Weekly</i> (GIw) dengan <i>Moisture Index</i> (MI) dan <i>Temperature Index</i> (TI).....	17
4. Hubungan Nilai <i>Growth Index Weekly</i> (GIw) dengan Indeks Stres (CSw, HSw, DSw,WSw) Mingguan.....	18
5. Hubungan Suhu dengan Dinamika Populasi Hama Penggerek Buah Kakao di Kelurahan Cabenge Tahun 2021-2023.....	20
6. Hubungan Kelembaban dengan Dinamika Populasi Hama Penggerek Buah Kakao di Kelurahan Cabenge Tahun 2021-2023.....	22
7. Hubungan Curah Hujan dengan Dinamika Populasi Hama Penggerek Buah Kakao di Kelurahan Cabenge Tahun 2021-2023.....	24
8. Jumlah Populasi Imago pada Tanggal 4 Juni 2023- 1 Juli 2023 Hasil Prediksi dan Observasi.....	26



DAFTAR LAMPIRAN

TABEL

Nomor urut	Halaman
1. Masukkan Data Fisik Hama Penggerek Buah Kakao.....	33
2. Hasil Keluaran <i>Compare Location</i>	33

GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Window Komponen dalam Model <i>Builder</i> dan Model <i>Lifecycle</i>	34
2. Window Komponen dalam Model <i>Simulator</i>	34
3. Window Komponen dalam Fungsi <i>Compare Location</i>	35
4. Masukkan Database <i>Compare Location</i>	35
5. Window Komponen dalam Fungsi <i>Compare Years</i>	35
6. Masukkan Database <i>Compare Years</i>	36
7. Grafik Hubungan Perkembangan (Glw) dan Curah Hujan (Rainfall) Tahun 2022	37
8. Grafik Hubungan Perkembangan (Glw) dan Curah Hujan (Rainfall) Tahun 2021	37
9. Grafik Hubungan Perkembangan (Glw) dan Curah Hujan (Rainfall) Tahun 2020	38
10. Grafik Hubungan Perkembangan (Glw) dan Curah Hujan (Rainfall) Tahun 2019	38
11. Grafik Hubungan Perkembangan (Glw) dan Curah Hujan (Rainfall) Tahun 2018	39
12. Hasil Penangkapan Perangkat Feromon di Wilayah Kajian	40
13. Gambar Larva Penggerek Buah Kakao	41
 enggerek Buah Kakao	41

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan/Lambang	Arti dan Penjelasan
TBM	Tanaman Belum Menghasilkan
TM	Tanaman Menghasilkan
TTM/TR	Tanaman Tidak Menghasilkan/Tanaman Rusak
CPB	Cocoa Pod Borer
PBK	Penggerak Buah Kakao
CSIRO	<i>Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation</i>
OPT	Organisme Pengganggu Tumbuhan
WBC	Wereng Batang Cokelat
mdpl	Meter diatas permukaan laut
PC	<i>Personal Computer</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
CHIRPS	<i>The Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Station Data</i>
CH	Curah Hujan
Tmax	Temperature Maximum
Tmin	Temperature Minimum
RH	Relative Humidity (Kelembaban Relatif)
DR	<i>Developmental Rate</i>
LDT	<i>Lower Development Temperature</i>
T _o	suhu ambang bawah perkembangan
MR	<i>Mortality Rate</i>
DD	<i>Degree Days</i>
i _o	<i>That is</i> atau yakni
	Lintang Selatan
	Bujur Timur
	<i>Ecoclimatic Index</i>
	<i>Growth Index</i>



DS	<i>Dry Stress</i>
HS	<i>Heat Stress</i>
CS	<i>Cold Stress</i>
WS	<i>Wet Stress</i>
MI	<i>Moisture Index</i>
TI	<i>Temperature Index</i>
GI _w	<i>Weekly Growth Index</i>
DS _w	<i>Weekly Dry Stress</i>
HS _w	<i>Weekly Heat Stress</i>
CS _w	<i>Weekly Cold Stress</i>
WS _w	<i>Weekly Wet Stress</i>
RHam	Kelembaban pada Malam Hari
RHpm	Kelembaban pada Siang Hari



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia pada tahun 2022 merupakan produsen kakao terbesar keenam dan pengeksport kakao terbesar ke-12 di dunia. Kakao merupakan komoditas utama subsektor perkebunan yang berperan penting dalam perekonomian Indonesia, yaitu sebagai sumber devisa negara, sumber pendapatan petani, penciptaan lapangan kerja, penggerak agribisnis, industri pengolahan hasil pertanian, dan pembangunan daerah (Ditjenbun, 2022).

Menurut Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian, pada tahun 2022 komoditas kakao menyumbang devisa sebesar 1,24 miliar dolar AS. Indonesia sebagai penghasil devisa terbesar ketiga subsektor perkebunan dengan luas areal mencapai 1,5 juta hektar dengan produksi sebesar 721 ribu ton. Hal ini menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara produsen terbesar dunia bahkan sudah bertransformasi sebagai negara pengolah kakao (Ditjenbun, 2022).

Tahun 2022, Sulawesi Selatan menjadi salah satu sentra utama kakao di kawasan timur Indonesia. Perkebunan kakao di provinsi ini tersebar di beberapa wilayah dengan luas kurang lebih 195.049 hektar, meliputi 22.940 hektar tanaman belum menghasilkan (TBM), 142.220 hektar tanaman menghasilkan (TM), 29.889 ha tanaman tidak menghasilkan/tanaman rusak (TTM/TR). Hasil panen diperkirakan mencapai 110.418 ton dan produktivitas kakao sekitar 776 kg/ha (Ditjenbun, 2022).

Kabupaten Soppeng merupakan salah satu sentra pengembangan kakao di Provinsi Sulawesi Selatan, pada tahun 2020 luas tanam kakao Kabupaten Soppeng mencapai 14.574 hektar, dengan produksi 10.114 ton dan produktivitas 762 kg/ha. Produksi kakao di Kabupaten Soppeng lebih rendah dari rata-rata produksi kakao di Sulawesi Selatan yang mencapai 776 kg/ha (Ditjenbun, 2022).

Mengingat pentingnya komoditas kakao sebagai sumber devisa negara, maka perlu dilakukan upaya yang lebih besar untuk memperluas dan meningkatkan produktivitas areal tanam yang ada. Karena iklim yang mendukung, kakao sangat subur di Indonesia. Namun, pengembangan komoditas kakao Indonesia belum ideal (Rimbing, 2022).

Berbagai permasalahan dan hambatan pengembangan tanaman kakao antara lain: rendahnya produktivitas tanaman kakao, kualitas di bawah standar untuk ekspor dan perlunya membantu perubahan sikap, perilaku dan keterampilan endalian hama tanaman kakao. Rendahnya produktivitas tanaman disebabkan oleh sejumlah faktor seperti berkurangnya hama yang tidak sesuai, penggunaan bibit dari tanaman non hama yang tidak sesuai anjuran, serta rendahnya hasil panen



Akumulasi dari permasalahan tersebut menyebabkan tanaman kakao menjadi rentan terhadap serangan organisme pengganggu tanaman yang pada akhirnya menyebabkan penurunan produksi (Sasmono, 2017). Salah satu hama utama yang mengancam kelestarian budidaya kakao adalah penggerek buah kakao/PBK (*Conopomorpha cramerella* Snellen). Mengingat kecenderungan untuk meningkatkan intensitas dan jangkauan infestasinya, hama ini menjadi prioritas utama untuk dikendalikan.

Hayata (2017) menyimpulkan bahwa akibat serangan penggerek buah kakao (*Conopomorpha cramerella* Snella) dapat menurunkan hasil hingga 80% dan merusak biji hingga 82%. Kerusakan buah kakao disebabkan oleh larva PBK yang berpenetrasi di bawah kulit dan di antara biji serta memakan daging buah yang relatif muda. Hal ini menyebabkan biji lengket satu sama lain tanpa menyebabkan kerusakan besar pada biji tetapi menurunkan kualitas biji pada buah yang masak.

Hama ini menyerang semua fase buah yaitu buah muda, buah dewasa dan buah matang. Gejala serangan pada buah muda ditandai dengan permukaan kulit buah yang terserang terlihat bercak besar berwarna kuning. Jika buah dibelah, kulit buah dan tempat masuknya larva serta saluran (placenta) biji tempat larva mengambil makanan terlihat berwarna cokelat akibat serangan larva. Sedangkan daging buah masih tetap berwarna putih. Pada serangan berat bagian dalam buah berwarna cokelat kehitaman. (Hayata, 2017).

Penanganan hama tanaman yang tidak tepat merupakan salah satu penyebab tingginya serangan hama. Kurangnya perawatan kebun oleh petani juga menyebabkan populasi hama terus meningkat, sehingga perlu penanganan khusus yang ekstensif jika tingkat hama melebihi ambang batas ekonomi. Pengetahuan tentang gejala peningkatan populasi hama, serta tingkat serangan hama sangat dibutuhkan untuk mengetahui penanganan yang tepat terhadap serangan hama.

Pada umumnya perkembangan dan reproduksi serangga sangat dipengaruhi oleh faktor abiotik yang salah satunya adalah iklim. Faktor ini mempengaruhi serangga secara langsung maupun tidak langsung, terutama orientasi serangga saat mencari makanan, dan menyebabkan perubahan pada fisiologi serangga dalamantisipasi kondisi iklim yang merugikan. Metabolisme serangga sangat dipengaruhi oleh temperatur. Iklim berpengaruh langsung terhadap tingkat kelahiran dan kematian. Secara tidak langsung iklim berpengaruh terhadap kelimpahan serangga (Syarkawi et al., 2015).

Serangga sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan, dan serangga dapat mengubah perilakunya sebagai respons terhadap fluktuasi kondisi lingkungan.



Yang dapat terbang dan bergerak dapat menghindari kondisi lingkungan menghindari fluktuasi suhu, kelembaban, bahan kimianya (Syarkawi et al., 2015).

Strategi prediksi dan teknologi adaptasi perubahan iklim dan serangan hama merupakan salah satu aspek yang harus menjadi bagian dari perencanaan strategis ke depan. Hal ini dilakukan untuk mengatasi dampak perubahan iklim terhadap produktivitas pertanian. Diperlukan upaya untuk mengembangkan sistem informasi iklim sebagai bentuk adaptasi dini terhadap dampak perubahan iklim untuk menerapkan langkah-langkah pengendalian hama dan penyakit yang lebih efektif.

Saat ini penelitian tentang perubahan iklim jangka pendek sangat penting, terutama terkait dengan upaya pemerintah dalam merumuskan kebijakan publik dalam pembangunan nasional. Upaya implementasi pembangunan sektor pertanian, seperti mengidentifikasi dan mengembangkan strategi perencanaan pengelolaan untuk mengendalikan dan memprediksi serangan hama dan penyakit, memerlukan informasi iklim jangka pendek kurang lebih $\pm 10-20$ tahun (Candradijaya et al., 2014).

Namun sumber informasi mengenaiya terbatas sehingga suatu studi mengenai potensi serangan hama terkait parameter iklim akan bermanfaat dalam referensi strategi pengendalian. Teknik analisis potensi serangan hama dapat dilakukan dengan penerapan model simulasi yang menggunakan berbagai peubah yang diintegrasikan langsung. Model simulasi yang dapat digunakan adalah Model Climex dan Dymex.

Model Climex (*Climatic Index*) merupakan model yang dapat dimanfaatkan untuk mengetahui dampak perubahan iklim terhadap distribusi spesies dan potensi risiko dari spesies invasif ke wilayah pertanian. Hasil keluaran Model Climex berupa table, grafik, atau peta sehingga mempermudah analisis (Balfas, 2010). Sedangkan Model Dymex dapat membantu memprediksi dinamika populasi dengan baik, termasuk proses perkembangan dan mortalitas, kelimpahan dan waktu puncak populasi hama dalam kondisi iklim yang sering berfluktuasi (Eva, 2017).

Berdasarkan uraian tersebut maka diperlukan suatu kajian mengenai prediksi dinamika populasi Penggerek Buah Kakao berdasarkan pengaruh iklim serta dapat mendukung penyusunan strategi yang tepat untuk mengendalikan hama.

1.2 Landasan Teori

1.2.1. Tanaman Kakao

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan tanaman perkebunan yang tumbuh di daerah tropis dan tersebar luas di Indonesia. Kakao merupakan salah satu tanaman perkebunan yang memiliki peran penting dalam perekonomian Indonesia. Tanaman kakao merupakan salah satu komoditas ekspor yang penting dan dikembangkan, karena tanaman kakao mampu meningkatkan perekonomian Indonesia, sumber pendapatan masyarakat, dan lapangan kerja (Hidayahtullah, 2020).



menjadi tiga kelompok utama, yaitu jenis Criollo, Forastero dan Trinitario. Criollo memiliki ciri kulit kasar, alur dalam, dan kulit tebal dan

lembut; tipe Forastero memiliki ciri kulit kasar, alur dalam, dan kulit tipis dan keras; tipe Trinitario memiliki ciri kulit halus, alur dangkal di permukaan, kulit tipis dan lembut keras.

Kakao merupakan tanaman yang dapat berfotosintesis pada suhu rendah. Produktivitas tanaman kakao dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan teknik budidaya. Teknik budidaya menentukan pertumbuhan dan hasil tanaman, termasuk kualitas biji kakao. Selain faktor budidaya, iklim juga sangat berpengaruh terhadap kualitas buah kakao. Faktor iklim yang berpengaruh nyata antara lain curah hujan, suhu udara, dan sinar matahari, serta faktor geografis yang erat kaitannya dengan kesesuaian lahan untuk tanaman kakao (Hidayatullah, 2020).

Tanaman kakao membutuhkan curah hujan sedang namun merata sepanjang tahun, yaitu antara 1.100-3.000 mm per tahun. Curah hujan lebih dari 4.500 mm per tahun tidak baik untuk pohon kakao karena dapat meningkatkan kemungkinan penyakit busuk buah. Kakao masih dapat ditanam di daerah dengan curah hujan tahunan di bawah 1.200 mm per tahun, tetapi diperlukan pengairan (Putri, 2015).

1.2.2. Penggerek Buah Kakao (PBK)

Penggerek buah kakao (CPB) (*Conopomorpha cramerella* S) merupakan hama penting yang menyebabkan kehilangan hasil hingga 80%. Buah kakao terserang dengan gejala belang-belang kuning-hijau atau jingga-kuning, dengan lubang percikan pada pintu keluar larva. Pada saat buah dibelah, bijinya menempel dan berwarna hitam, biji tidak berkembang dan mengecil (BPPD, 2019).

Kerusakan buah kakao disebabkan oleh larva PBK yang menggali di bawah kulit dan di antara biji serta memakan daging buah yang relatif muda. Hal ini menyebabkan biji menempel pada kulit buah dan satu sama lain tanpa menyebabkan kerusakan besar pada biji tetapi menurunkan kualitas biji pada buah yang masak (Sahetapy et al., 2021).

Buah kakao yang terserang hama PBK dapat berkembang seolah-olah tidak terjadi serangan, buah yang terserang PBK dan buah kakao yang sehat tidak memperlihatkan gejala yang spesifik. Gejala baru tampak dari luar setelah buah matang pada saat panen, buah kakao yang terserang berwarna agak jingga atau pucat keputihan, buah menjadi lebih berat dan bila diguncang tidak terdengar suara gesekan antara biji dengan dinding buah. Hal itu disebabkan karena adanya lendir dan kotoran pada daging buah dan rusaknya biji pada buah (Nuriadi, 2011).



ex dan Pemanfaatannya

dikembangkan oleh CSIRO (*Commonwealth Scientific and Organisation*). Climex 4.0 merupakan aplikasi Dymex dan yang lebih fleksibel dibandingkan dengan versi Climex dapat memprediksi efek perubahan iklim terhadap distribusi an teknik simulasi dan pemodelan. Climex mencoba meniru

mekanisme biologis yang membatasi distribusi geografis spesies dan menentukan fenologi musiman dan kelimpahan relatifnya.

Fungsi yang terdapat pada Model Climex yaitu *Compare Location*, *Compare Years*, *Climate Scenario*, dan *Match Climates*. Fungsi *Compare Location* digunakan untuk memprediksi potensi penyebaran suatu spesies secara geografis. Fungsi *Compare Years* untuk mengkaji pengaruh dinamika iklim terhadap kelimpahan spesies dalam beberapa tahun berurutan di lokasi yang sama. *Climate Scenario* pada Model Climex dapat membuat scenario perubahan iklim yang disesuaikan dengan wilayah yang diteliti. Fungsi *Match Climates* digunakan dalam identifikasi lokasi yang memiliki variabilitas iklim yang serupa dengan wilayah kajian. Hasil luaran model dapat mempresentasikan serangkaian kesesuaian iklim yang berindikasi baik atau sesuai untuk variabel iklim tertentu yang dipilih (Sutherst et al., 2007).

Maywald et al., 2007 dalam Eva 2017 mendeskripsikan DYMEX merupakan suatu perangkat lunak dinamis yang dirancang oleh CSIRO dan *Hearne Scientific Software* (Australia) untuk mengembangkan model dinamika populasi suatu organisme berdasarkan pengaruh perubahan lingkungannya pada suatu wilayah tertentu. Model ini sudah banyak dikembangkan di wilayah subtropis, khususnya Australia dan New Zealand, namun dalam penerapannya di wilayah tropis khususnya Indonesia, model ini belum banyak dikembangkan. Pemanfaatan model ini dapat memberikan banyak kemudahan bagi para pengguna, khususnya bagi seorang ekologis dalam merancang fluktuasi jumlah populasi tanpa harus mengetahui bahasa programnya. Tidak akan menjadi suatu kendala besar selama pengguna dapat memahami bioekologi organisme dengan baik terkait siklus hidup yang dipengaruhi oleh perubahan lingkungannya baik faktor intrinsik maupun ekstrinsik lingkungannya. Siklus hidup di dalam model DYMEX menggambarkan konsep kohor kehidupan suatu organisme dalam kelompoknya yang memiliki kesamaan dalam tahapan kehidupan, baik dalam pengaruh usia, ukuran maupun jumlah populasinya

Konsep kohor dalam tahap kehidupan dapat menyediakan mekanisme untuk menjelaskan berbagai tanggapan populasi serangga yang di modelkan terhadap kondisi yang berbeda. Pengembangan model dinamis ini terkait erat dengan dampak iklim jangka pendek dan jangka panjang dari strategi pengelolaan pengendalian OPT. Kemampuan model untuk memprediksi dinamika populasi hama digunakan untuk mengurangi kerugian produksi dan kerugian ekonomi (Yonow et al., 2004).



Penelitian Tentang Pemanfaatan Climex - Dymex

penelitiannya yang berjudul pemanfaatan model climex untuk menganalisis dampak perubahan iklim terhadap serangan hama penggerek buah kopi menyimpulkan bahwa peningkatan curah hujan menunjukkan respon terhadap suhu lebih bervariasi terhadap serangan hama. Fenomena ini menunjukkan bahwa perkembangan

hama penggerek buah kopi lebih sensitif terhadap perubahan suhu. Prediksi potensi serangan menggunakan model Climex dapat mewakili luas serangan di lapangan dimana pola nilai *Ecoclimatic Index* (EI) mingguan mendekati luas serangan di lapangan. Kualitas dan tingkat kepercayaan dari prediksi model Climex ditentukan oleh kualitas dari data pendukung.

Widagdo (2017) menganalisis variabilitas iklim secara time series menunjukkan urutan tahun dengan potensi tertinggi penyebaran *M.plana* adalah tahun 2012, 2010, 2011, 2013, 2015, 2016, dan 2014. Proyeksi iklim pada tahun 2030-an dan 2050-an menunjukkan penurunan nilai *Ecoclimatic Index* (EI) yang cukup signifikan, namun hanya menurunkan kriteria kesesuaian perkembangan *M.plana* dari sangat sesuai menjadi sesuai.

Banjarnahor (2013) melakukan penelitian pengaruh iklim terhadap dinamika populasi penggerek batang padi kuning di Indramayu dengan menggunakan model simulasi Dymex 3.0. Hasil penelitian menunjukkan model simulasi Dymex 3.0 dapat memprediksi populasi hama penggerek batang padi kuning dengan baik yang ditunjukkan oleh koefisien determinasi (R^2). Hasil model menunjukkan bahwa kondisi yang ideal untuk perkembangan hama adalah pada saat suhu minimum sebesar 24 °C dan suhu udara maksimum 33 °C dengan intensitas hujan yang cukup dengan kisaran 0-30 mm/minggu yang terjadi pada bulan April, Juni dan September, dan populasi hama menurun drastis pada kondisi suhu yang lebih besar dari 35 °C dengan intensitas hujan yang lebih besar dari 100 mm/minggu dan curah hujan yang tinggi yaitu bulan Juli, Agustus dan Desember.

Koem (2014) melakukan penelitian pengaruh iklim terhadap dinamika populasi hama Penggerek Batang Padi Kuning (*Scirpophaga Incertulas* Walker) dengan menggunakan pemodelan Dymex. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luaran model memiliki kesesuaian dengan data observasi. Model mampu memprediksi dengan baik jumlah generasi dan puncak populasi hama Penggerek Batang Padi Kuning (PBPK) sesuai dengan kondisi cuaca di lingkungannya.

Arifin (2015) melakukan penelitian pengaruh iklim terhadap dinamika populasi hama (*Chilo sacchariphagus*) di Perkebunan Cinta Manis dengan menggunakan model simulasi Dymex 3.0. Hasil penelitian menunjukkan faktor iklim yang paling berpengaruh terhadap perkembangan populasi *Chilo sacchariphagus* adalah suhu minimum dengan nilai koefisien determinasi sebesar 11.3%. Model DYMEX mampu menggambarkan dengan baik pengaruh curah hujan terhadap dinamika populasi meskipun pengaruhnya lebih kecil dibandingkan unsur iklim yang lain. Puncak serangan hama *Chilo sacchariphagus* pada tahun tanam 2015-2016 diperkirakan oleh model DYMEX akan terjadi pada bulan Februari 2016.



i) melakukan penelitian tentang analisis pengaruh faktor cuaca terhadap populasi Wereng Batang Cokelat (*Nilaparvata Lugens* Stal) dengan pemodelan Dymex. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor iklim yang paling berpengaruh terhadap populasi Wereng Batang Cokelat (WBC) pada lampu perangkap adalah suhu minimum pada musim tanam 1 (musim hujan) dan rendah saat musim tanam 2. Faktor cuaca yang dominan mempengaruhi kelimpahan

populasi WBC dalam lampu perangkap pada periode musim tanam adalah curah hujan, jumlah hari hujan dan kelembapan minimum

Eva (2017) mengembangkan sebuah model dinamika populasi untuk rencana pengendalian penggerek batang padi kuning berdasarkan sistem informasi iklim menggunakan aplikasi Dymex. Hasil penelitian menunjukkan dinamika populasi penggerek batang padi kuning di wilayah Indramayu dipengaruhi cukup kuat oleh faktor iklim serta perilaku dan kemampuan model dapat dinilai cukup baik. Pada kondisi iklim periode baseline terdapat kecenderungan puncak kelimpahan populasi terjadi ketika adanya perubahan intensitas curah hujan pada saat musim peralihan yang didukung oleh suhu dan kelembapan udara yang ideal.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh iklim terhadap dinamika populasi hama Penggerek Buah Kakao pada tanaman kakao.
2. Menyusun model prediksi pendugaan jumlah dan puncak populasi hama Penggerek Buah Kakao pada tanaman kakao berbasis pengaruh iklim.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi dalam sistem peringatan dini (*erly warning system*) dan sistem peramalan (*forecasting*) untuk perencanaan pengendalian hama PBK pada tanaman kakao sehingga dapat mengurangi kehilangan produksi.

1.5 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Apakah pengaruh iklim menjadi faktor utama tingginya populasi hama Penggerek Buah Kakao?
2. Bagaimana keterkaitan antara keadaan iklim lingkungan sekitar terhadap jumlah populasi hama Penggerek Buah Kakao

