

**SEBARAN POPULASI DAN PENGELOLAAN KUMBANG
AMBROSIA PADA TANAMAN KAKAO
(Studi Kasus di Kabupaten Luwu Timur)**

*Population Distribution Ambrosia Beetles Management in Cocoa Plants
(The Case Study in East Luwu Regency)*

NURIADI



**PROGRAM STUDI ILMU PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**SEBARAN POPULASI DAN PENGELOLAAN KUMBANG
AMBROSIA PADA TANAMAN KAKAO
(Studi Kasus di Kabupaten Luwu Timur)**

Disertasi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Doktor

Program Studi Ilmu Pertanian

Disusun dan diajukan Oleh

**NURIADI
NIM. P013181008**

Kepada

**PROGRAM STUDI ILMU PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

DISERTASI

**SEBARAN POPULASI DAN PENGELOLAAN KUMBANG
AMBROSIA PADA TANAMAN KAKAO**

**NURIADI
P013181008**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Doktor Program Studi Ilmu Pertanian
Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin
Pada Tanggal 07 Agustus 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

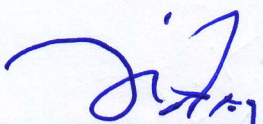
Promotor



Prof. Dr. Ir. Sylvia Sjam, MS.
Nip. 19570908 198303 2 001

Ko-Promotor

Ko-Promotor



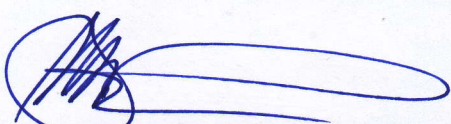
Dr. Ir. Ahdin Cassa, M.Sc.
Nip. 19600515 198609 1 002




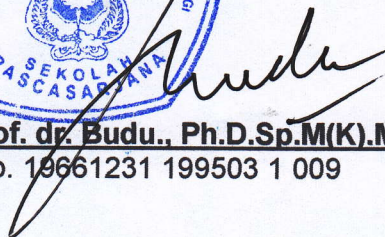
Dr. Ir. Vien Sartika Dewi, M.Si.
Nip. 19651227 198910 2 001

**Ketua Program Studi
Ilmu Pertanian**

**Dekan Sekolah Pascasarjana,
Universitas Hasanuddin**



Prof. Baharuddin, S.T., M.Arch., Ph.D.
Nip. 19690308 199512 1 001



Prof. dr. Budu., Ph.D.Sp.M(K).M.MedEd.
Nip. 19661231 199503 1 009

**PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa, disertasi berjudul " Sebaran Populasi dan Pengelolaan Kumbang Ambrosia pada Tanaman Kakao" adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (Prof. Dr. Ir. Sylvia Sjam, M.S sebagai Promotor dan Dr. Ir. Ahdin Gassa, M.Sc sebagai co-promotor-1 serta Dr. Ir. Vien Sartika Dewi, M.Si sebagai co-promotor-2). 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 disertasi ini. Sebagian dari isi disertasi ini telah dipublikasikan di Jurnal Proceedings of the 1st Unhas International Conference on Agricultural Technology (UICAT 2021) AIP Conf. Proc. 2596, 100029-1-100029-5; <https://doi.org/10.1063/5.0119016> sebagai artikel dengan judul "The Intensity of Attack of *Xylosandrus compactus* (Coleoptera: Curculionidae) on Cocoa in East Luwu Regency South Sulawesi" dan di Jurnal Biodiversitas Volume 24, Number 6, Juni 2023 Page 3592-3600 DOI: 10.13057/biodiv/d240659 dengan judul artikel "Incidence and damage of the ambrosia beetle on cocoa plants in East Luwu District, South Sulawesi, Indonesia".

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa disertasi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 16 Agustus 2023



Nuriadi
NIM. P013181008

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah penulis haturkan ke Hadirat Allah swt, atas segala Rahmat dan Karunia yang dilimpahkan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Disertasi ini.

Penulis menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada yang terhormat : Prof. Dr. Ir. Sylvia Sjam, MS selaku Promotor, Dr.Ir.Ahdin Gassa, M.Sc., selaku Ko-promotor dan Dr. Ir. Vien Sartika Dewi, M.Si., selaku Co-promotor atas kesediaannya melakukan bimbingan dan meluangkan waktu dalam bentuk pembimbingan, arahan, motivasi dan perhatian dalam merancang dan mendesain hasil penelitian sehingga disertasi ini dapat diselesaikan. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Hasanuddin beserta seluruh staf dan jajarannya atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk mengikuti pendidikan pada Program Doktor (S3) di Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Dekan Sekolah Pasca Sarjana dan Ketua Program Studi Ilmu Pertanian. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada seluruh staf administrasi Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin atas segala bentuk pelayanan administrasi selama penulis mengikuti pendidikan di Sekolah Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin. Pada kesempatan ini penulis juga menyampaikan terima kasih dan sembah sujud kepada kedua orang tua Ibunda Hadya dan Ayahanda Sapri (Alm.), Istri tercinta Kiki Sriyanti, SIP, M.AP dan saudara-saudaraku tercinta Kamaruddin, Marlina, Narwan Sapri dan Nasrul Sapri atas doa restu dan dukungan moril maupun materil yang telah diberikan kepada penulis.

Semoga Disertasi ini dapat memberikan sumbangsih bagi pengembangan Kakao di Indonesia terkhusus di Pulau Sulawesi sebagai penghasil kakao terbesar.

Makassar, Agustus 2023



Penulis

ABSTRAK

NURIADI. *Sebaran Populasi dan Pengelolaan Kumbang Ambrosia pada Tanaman Kakao (Studi Kasus di Kabupaten Luwu Timur)* (dibimbing oleh **Sylvia sjam, Ahdin Gassa,** dan **Vien Sartika Dewi**)

Serangan hama kumbang ambrosia pada tanaman kakao pertama kali dilaporkan pada tahun 2020 di Kabupaten Luwu Timur. Kerusakan yang ditimbulkan akibat serangan hama ditandai adanya gerkakan pada batang dan cabang dengan gejala daun menjadi layu, menguning dan dapat menyebabkan kematian pada tanaman. Tujuan penelitian ini adalah : 1) Mengidentifikasi penyebaran kumbang ambrosia pada tanaman kakao pada setiap Kecamatan 2) Mengetahui spesies kumbang ambrosia yang menyerang tanaman kakao pada setiap kecamatan 3) Mengetahui efektivitas beberapa jenis perangkap attraktan sebagai perangkap kumbang ambrosia. Penelitian ini terdiri dari tiga tahap yaitu 1) Mengamati penyebaran serangga kumbang ambrosia pada tanaman kakao dengan mengamati intensitas serangan, lubang gerkakan pada batang dan cabang 2) Melakukan identifikasi spesies kumbang ambrosia pada tanaman kakao pada setiap Kecamatan 3) Pengujian efektivitas beberapa jenis perangkap attraktan pada tanaman kakao. Pengamatan sebaran serangga dilakukan dengan menghitung intensitas serangan pada lahan seluas 1 ha pada lokasi yang terserang pada 7 kecamatan. Identifikasi spesies dilakukan dengan pemasangan perangkap yang terbuat dari botol plastik yang berisi etanol 95% sebanyak 5 ml sebagai zat penarik serangga. Pengujian enam jenis attraktan dilakukan dengan pemasangan perangkap setinggi 0,5 m yang ditempatkan pada tanaman kakao sebanyak 70 perangkap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebaran populasi kumbang ambrosia terdapat pada 7 Kecamatan dengan Intensitas serangan kumbang ambrosia tertinggi ditemukan di Kecamatan wotu sebesar 61,00 % sementara intensitas serangan terendah di Kecamatan Wasuponda sebesar 37,00 %. Jumlah gerkakan pada batang lebih tinggi dibandingkan cabang. Faktor iklim berpengaruh terhadap intensitas serangan kumbang ambrosia. Spesies kumbang ambrosia yang ditemukan paling melimpah adalah *Xylosandrus compactus* (Coleoptera:curculionidae), *Xylosandrus crassiusculus* (Coleoptera : curculionidae) dan *Xyleborus affinis* (Coleoptera : Scolytidae). Perlakuan alkohol 95 % dan air nira merupakan perlakuan terbaik sebagai perangkap kumbang ambrosia pada tanaman kakao dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Kata Kunci : *Kumbang ambrosia, perangkap attrakran, intensitas serangan, kakao, sebaran populasi*



 GUGUS PENJAMINAN MUTU (GPM) SEKOLAH PASCASARJANA UNHAS	
Abstrak ini telah diperiksa.	Paraf Ketua Sekretaris.
Tanggal : _____	

ABSTRACT

NURIADI. *Population Distribution Ambrosia Beetles Management in Cocoa Plants (The Case Study in East Luwu Regency)* (supervised by **Sylvia sjam, Ahdin Gassa, and Vien Sartika Dewi**)

The ambrosia beetles attack on cocoa was first reported in 2020 in East Luwu Regency. The damage caused is indicated by bored holes on stems and branches with symptoms of wilted, yellowed leaves, and plant death. This research aims to 1) Identify the distribution of Ambrosia beetles on cocoa plantation in each sub-district; 2) Determine the species of Ambrosia beetles which attack cocoa plants in each sub-district. 3) Determine the effectiveness of some kind of attractant traps as Ambrosia beetles traps. This study consists of three stages of experiment, such as: 1) Observing the spread of Ambrosia beetles on cacao plants by monitoring the attack intensity, drill holes on stems and branches; 2) Identifying the species of Ambrosia beetles on cocoa plants in each district; and 3) Verifying the effectiveness of some kind of trap attractants in cocoa plants. The observation of insect distribution was carried out by calculating the intensity of attack per hectare of at the affected location in sub-districts. The species identification was conducted by setting traps of plastic bottles containing 5 ml of 95% ethanol as insect attractant. Determination of seven types of attractants was carried out by setting 70 traps at a height of 0.5 m which were placed on the cocoa plants. Results showed that the distribution of Ambrosia beetles population was found at seven sub-districts. The highest attack intensity was found in Wotu Sub-district (61%), and the lowest was in Wasuponda Sub-district (37%). The number of twists on the trunk is higher than on the branches. The climate factor affects the intensity of Ambrosia beetles attack. The most abundant Ambrosia beetles species found were *Xylosandrus compactus* (Coleoptera : curculionidae), *Xylosandrus crassiusculus* (Coleoptera : curculionidae) and *Xyleborus affinis* (Coleoptera : Scolytidae). The treatment of 95% alcohol and *Arenga pinnata* sap water is the best treatment as a trap for Ambrosia beetles in cocoa plants compared to other treatments.

Keywords : *Ambrosia beetles, Attractant traps, Attack intensity, Cocoa, Population distribution.*

	
GUGUS PENJAMINAN MUTU (GPM) SEKOLAH PASCASARJANA UNHAS	
Abstrak ini telah diperiksa.	Paraf Ketua Sekretaris.
Tanggal : _____	

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR ISTILAH, SINGKATAN DAN LAMBANG	xv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Kegunaan Penelitian.....	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	6
1.6 Kebaruan Penelitian.....	7
1.7 Hipotesis	7
1.8 Kerangka Konseptual.....	9
BAB II. SEBARAN POPULASI DAN PERSENTASE SERANGAN KUMBANG AMBROSIA PADA TANAMAN KAKAO DI KABUPATEN LUWU TIMUR	
Abstrak	10
2.1 Pendahuluan.....	10
2.2 Metode Penelitian	12
2.3 Hasil	16
2.4 Pembahasan	36
2.5 Kesimpulan	42

Daftar Pustaka	43	
BAB III. JENIS-JENIS KUMBANG AMBROSIA PADA TANAMAN KAKAO		
Abstrak	49	
3.1. Pendahuluan	50	
3.2 Metode Penelitian	52	
3.3 Hasil	55	
3.4 Pembahasan	61	
3.5 Kesimpulan	63	
Daftar Pustaka	64	
BAB IV. PENGUJIAN BEBERAPA JENIS PERANGKAP ATTRAKTAN TERHADAP KUMBANG AMBROSIA		
Abstrak	68	
4.1 Pendahuluan	69	
4.2 Metode Penelitian	71	
4.3 Hasil	76	
4.4 Pembahasan	79	
4.5 Kesimpulan	81	
Daftar Pustaka	82	
BAB V PEMBAHASAN UMUM		84
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		
6.1 Kesimpulan	89	
6.2. Saran	89	
Daftar Pustaka	90	
Lampiran	92	

DAFTAR TABEL

Nomor Urut	Halaman
2.1. Data Variabel Umur tanaman, ketinggian tempat, klon dan titik koordinat pada perkebunan kakao setiap Lokasi pengamatan.	12
2.2. Kategori Skor Intensitas serangan	14
2.3. Data luasan komoditi kakao di Kabupaten Luwu Timur tahun 2021	17
2.4. Hama yang dilaporkan menyerang pertanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur.....	18
2.5. Penyakit yang dilaporkan menyerang pertanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur.....	18
2.6. Rata-rata temperatur, kelembapan dan curah hujan dilokasi penelitian	19
2.7. Jenis klon yang ditanam pada lahan lokasi penelitian	20
2.8. Jenis tanaman naungan dan tanaman lain disekitar perkebunan kakao di Kabupaten Luwu Timur.....	20
2.9. Rata – rata Persentase intensitas cahaya pada areal lokasi perkebunan kakao di Kabupaten Luwu Timur	21
2.10. Penyebaran populasi kumbang ambrosia yang ditemukan pada tanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur	25
2.11. Intensitas serangan dan kategori serangan kumbang ambrosia pada batang tanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur	27
2.12. Intensitas serangan dan kategori serangan kumbang ambrosia pada cabang tanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur	27
2.13. Rata-rata jumlah lubang gerakan pada batang dan cabang.....	31
2.14. Rerata faktor iklim selama periode pengamatan di lokasi penelitian.....	31
2.15. Matriks korelasi antara intensitas serangan kumbang Ambrosia pada tanaman Kakao dan faktor iklim	32
2.16. Hasil analisis lintas faktor iklim dengan intensitas serangan kumbang Ambrosia pada tanaman Kakao	35

DAFTAR GAMBAR

Nomor Urut	Halaman
1.1. Kerangka Konseptual penelitian.....	9
2.1. . a. Galeri dengan frass yang menginfeksi batang tanaman kakao (umur 10 tahun) b. Galeri pada kulit batang kakao c Telur kumbang ambrosia pada kulit batang kakao d. Galeri pada batang kakao	23
2.2. a. Gejala serangan pada tanaman dewasa (umur 15 tahun) b.. Gejala Dieback pada bibit (umur 4 bulan) c,d. Lubang dengan serbuk frass pada bibit. e. Bibit yang mengalami gejala kematian (umur 4,5 bulan). f,g. Galeri internal dan kolonisasi jamur.....	24
2.3. Peta Sebaran Kumbang Ambrosia pada Tanaman Kakao di Kabupaten Luwu Timur.....	26
2.4. Intensitas serangan kumbang ambrosia pada batang	28
2.5. Intensitas serangan pada cabang tanaman kakao	28
2.6. Hubungan umur tanaman dengan intensitas serangan kumbang Ambrosia pada batang tanaman Kakao	29
2.7. Hubungan umur tanaman dengan intensitas serangan kumbang Ambrosia pada cabang tanaman Kakao.....	30
2.8. Intensitas serangan kumbang Ambrosia di Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan berdasarkan periode pengamatan.....	32
2.9. Hubungan suhu udara dengan intensitas serangan kumbang Ambrosia di Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan	33
2.10. Hubungan kelembapan dengan intensitas serangan kumbang Ambrosia di Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan.....	33
2.11. Hubungan curah hujan dengan intensitas serangan kumbang Ambrosia di Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan.....	34
3.1. Pemasangan perangkat botol pada tanaman kakao	55
3.2. <i>Xylosandrus compactus</i> (Eichhoff): I) Arah lateral, II) Arah dorsal, a) mata majemuk, b) pronotum, c) elytra, d) metepisternum, e) protibia, dan f) kemiringan elytra.....	56

3.3. <i>Xyleborus affinis</i> (Eichhoff) : I) Arah lateral, II) Arah dorsal, a) mata majemuk, b) pronotum, c) Elytra, d) metepisternum, e) protibia, dan f) kemiringan elytra	57
3.4. <i>Xylosandrus crassiusculus</i> : A) dari arah lateral, b) dari arahdorsal, a) mata majemuk, b) pronotum, c) metepisternum, d) protibia, e) kemiringan elytra, dan f) elytra	58
3.5. <i>Hypothenemus sp</i> : I) Arah lateral, II) Arah dorsal, a) metepisternum, b) kemiringan elytra, c) pronotum, d) disc elytra.....	59
3.6. Jumlah kumbang ambrosia terperangkap pada tanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur	60
4.1. Perangkat modifikasi kumbang ambrosia	75
4.2. Rata- rata jumlah serangga yang terperangkap pada setiap perlakuan yang dicobakan.....	76
4.3. Populasi jumlah serangga terperangkap pada masing-masing periode pengamatan	77
4.4. Kandungan kadar alkohol bahan fermentasi yang digunakan sebagai perangkat.....	78

DAFTAR LAMPIRAN**Tabel**

Nomor Urut	Halaman
1. Rekapitulasi jumlah serangga yang terperangkap pada setiap periode pengamatan	93
2. Rekapitulasi jumlah serangga yang terperangkap pada setiap Kecamatan	93
3. Rekapitulasi Jumlah serangga yang terperangkap pada perlakuan beberapa bahan fermentasi	100
4. Intensitas serangan kumbang ambrosia pada batang tanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur	101
5. Intensitas serangan kumbang ambrosia pada cabang tanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur	101

DAFTAR LAMPIRAN**Gambar**

Nomor Urut	Halaman
1. Morfologi serangan kumbang ambrosia	92
2. Pengukuran intensitas cahaya matahari dan kondisi tanaman akibat serangan kumbang ambrosia	102
3. Bahan fermentasi yang digunakan sebagai perangkap attaktan.....	103

DAFTAR ISTILAH, SINGKATAN, DAN LAMBANG

Istilah	Arti dan Penjelasan
Automatic Detention	Pengenaan diskon terhadap kakao yang terkontaminasi jamur, pestisida, kotoran, serangan dan benda-benda asing.
Reconditioning	Penanganan kembali bahan baku kakao untuk mendapatkan mutu yang sesuai dengan persyaratan di pasar global
Jamur patogenik	Jamur yang dapat mengakibatkan terjadinya pembusukan pada jaringan tanaman yang menimbulkan kerusakan pada tanaman
Keragaman	perbedaan suatu individu dengan individu lainnya dalam suatu populasi
Varietas	selompok tanaman dalam jenis atau spesies tertentu yang dapat dibedakan dari kelompok lain berdasarkan suatu sifat tertentu
Populasi	Kumpulan individu sejenis yang hidup pada suatu daerah dan waktu tertentu
Attraktan	Zat kimia yang dapat menyebabkan serangga bergerak mendekati sumber zat tersebut
Serangga invasif	Sekelompok populasi serangga yang bukan organisme asli pada suatu daerah
Polifag	Serangga yang dapat berkembang pada beberapa tanaman inang berbagai famili
Lux Meter	Alat pengukur intensitas cahaya
Frass	Serbuk yang dihasilkan dari hasil gerakan kumbang ambrosia
Galeri	Lubang hasil gerakan kumbang ambrosia pada batang tanaman
Lignosus	Adalah batang berstruktur keras dan kuat, terdapat pada pohon berkayu (arbores) dan semak-semak (frutices)
Kayu Gubal	Bagian batang pohon yang terdapat di bagian luar
Xylem	Jaringan pada tanaman yang bertugas mengangkut air dan nutrisi dari akar menuju ke daun

Istilah	Arti dan Penjelasan
Ekosistem antropogenik	Ekosistem buatan manusia yang diciptakan dan dimodifikasi oleh manusia seperti aktivitas perladangan dan perkebunan
Tanaman Oaks	Salah satu jenis pohon tua yang berasal dari negara beriklim dingin dan sejuk pada belahan bumi bagian utara dengan nama ilmiah Pohon Oak (<i>Quercus robur</i>).
Pronotum	Bagian terdepan dari bagian punggung prothorax
Elytra	Sepasang sayap yang berada pada bagian depan yang mengeras dan menebal untuk melindungi bagian belakang tubuh kumbang
Metepisternum	Bagian kumbang yang tertutupi elytra pada saat elytra terkunci.
Protibia	Bagian dari tungkai kumbang yang terdapat duri atau taji yang digunakan untuk menggali
Serangga herbivora	Kelompok serangga pemakan tumbuhan yang dapat menimbulkan kerusakan pada tanaman sehingga dapat menurunkan produktivitas tanaman yang dihasilkan pada suatu area
Monokultur	Praktek budidaya tanaman di lahan pertanian dengan menanam satu jenis tanaman
Serangga Polipagus	serangga yang menyukai sumber makanan lebih dari satu yang berasal dari satu jenis tanaman
Resistensi hama	Penurunan sensitivitas populasi hama terhadap pestisida yang sebelumnya efektif mengendalikan hama
Hand Sanitizer	Produk pembersih tangan berbasis alkohol yang tersedia dalam bentuk gel atau cairan
Herbiphage	Kumbang melakukan aktivitas makan pada jaringan tanaman segar atau kering, termasuk pada batang jenis tanaman herba, daun kaktus, batang daun, batang rumput, dan propagul
Spermatophage	Kumbang yang melakukan aktivitas makan pada buah dan biji keras dengan ukuran besar, serta memakan jaringan buah di sekitarnya
Mychophag	Kumbang menggerek ranting, dahan dan batang yang berukuran kecil, termasuk tanaman rambut kecil
Floemphage	Kumbang yang memakan jaringan floem

Istilah	Arti dan Penjelasan
Xylomyphage	Kumbang memakan jaringan xilem tetapi tidak melakukan simbiosis dengan jamur
Phloephagus	Kumbang ambrosia yang melakukan simbiosis dengan jamur patogen dalam menyerang tanaman inang yang masih sehat
Micophlephagus	Kumbang ambrosia yang dapat berkembangbiak pada saat makan tanaman yang terkontaminasi oleh jamur simbiotik

Lambang/singkatan	Arti dan penjelasan
ICCO	The International Cocoa Organization
FAO	Food and Agriculture Organization
BKK	Biji Kakao Kering
CO ²	Karbon dioksida
GAP	Good Agricultural Practices
BIG	Badan Informasi Geospasial
GPS	Global Positioning System
L	Liter
BMKG	Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika
DMS	degree minute second
UTM	universal transver mercator
TBM	Tanaman belum menghasilkan
TM	Tanaman menghasilkan
TT	Tanaman tua
Ha	Hektar
VSD	Vascular Streak Dieback
PBK	Penggerek Buah Kakao
Klon M01	Klon Masamba 01
Klon S1	Klon Sulawesi 1
Klon BB	Klon Buntu Batu
Klon M45	Klon Masamba 45
Tavg	Rata-rata temperatur
RH-Avg	Rata-rata kelembapan
RR	Rata – rata Curah Hujan
m ²	Meter persegi

Lambang/singkatan	Arti dan penjelasan
mm	Milli meter
Uji t	suatu metode statistik yang digunakan untuk membandingkan dua sampel atau populasi dalam hal rata-rata atau mean
Y	variabel tak bebas
a	konstanta
b	koefisien regresi
X	variabel bebas
b_1, b_2, \dots, b_n	koefisien regresi
X_1, X_2, \dots, X_n	variabel bebas
R^2	Nilai R-squared
%	Persen
$^{\circ}\text{C}$	Derajat celcius
ANOVA	Analisis Ragam

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kakao (*Theobromae cacao* L) merupakan tanaman perkebunan yang bernilai ekonomi tinggi dan merupakan jenis komoditas penting dalam perdagangan internasional. Beberapa negara penghasil kakao berupaya meningkatkan produksi kakao untuk mensuplai kebutuhan kakao dunia karena termasuk salah satu produk yang memiliki nilai ekonomi tinggi seperti Pantai Gading dengan produksi 1,96 juta ton/tahun dan menyuplai 30 % kebutuhan kakao dunia, Ghana dengan produksi 947 ribu ton dan Indonesia dengan produksi 593 ribu ton (ICCO, 2021). Indonesia mampu mensuplai biji kakao sebesar 17% pada tahun 2013 dan mengalami penurunan pada tahun-tahun berikutnya (FAO, 2021). Peringkat Indonesia sebagai salah satu penyuplai kebutuhan kakao dunia masih sangat terbuka mengalami penurunan karena produktivitas kakao nasional dari setiap tahun cenderung mengalami penurunan produksi.

Produk kakao yang berasal dari Indonesia di pasaran global dijual kepada konsumen dalam bentuk biji kakao kering (BKK), sementara jenis produk yang dihasilkan berupa olahan yang memberikan nilai tambah seperti pasta kakao, butter kakao, tepung kakao, atau makanan yang tergolong mengandung olahan coklat dihasilkan oleh negara pengimpor biji kakao. Kendala yang dihadapi biji kakao asal Indonesia adalah mutunya rendah yang diakibatkan oleh fermentasi yang kurang baik dan terdapat kandungan residu pestisida sehingga terkena sanksi berupa penahanan (*Automatic detention*) oleh Pengawas Makanan dan Obat baik di Eropa maupun di Amerika. Efek dari biji kakao dengan mutu rendah akan dikenai pengurangan harga 10-15% dari harga pasar yang digunakan sebagai biaya penanganan kembali (*reconditioning*). Pemotongan harga memiliki dampak pada harga di tingkat petani dan berpengaruh pada pendapatan petani.

Salah satu penyebab rendahnya mutu biji kakao dari Indonesia disebabkan karena dalam pengelolaan perkebunan kakao masih ditemukan beberapa kendala terkait pola budidaya tanaman, biji kakao yang tidak difermentasi, kondisi sosial ekonomi pekebun dan serangan hama dan penyakit (Rachmatullah D et al., 2021). Teknologi budidaya yang diterapkan belum mempertimbangkan daya dukung lingkungan yang sesuai dengan pola budidaya yang baik, sehingga tanaman mengalami kerentanan tingkat kesuburan dan penurunan tingkat keanekaragaman hayati pada lahan pertanian (Rice dan Greenberg, 2000), yang akhirnya tanaman terserang hama dan penyakit, penurunan produksi tanaman dan penurunan pendapatan petani (Siebert, 2002). Kakao yang ditanam secara monokultur tanpa naungan dan tidak diimbangi perlakuan budidaya yang berpedoman pada GAP budidaya Kakao dapat menimbulkan berbagai implikasi ekologis.

Serangan Hama dan penyakit tumbuhan pada tanaman kakao baik yang sudah menetap maupun hama invasif yang baru ditemukan menyebabkan penurunan produktivitas tanaman kakao. Berbagai faktor yang menyebabkan masih rendahnya produksi kakao nasional termasuk Sulawesi Selatan adalah adanya hama penggerek buah kakao, hama *Helopelthis*, penyakit busuk buah kakao, penyakit kanker batang dan beberapa organisme pengganggu tanaman lainnya. Salah satu hama pada kakao yang ditemukan di Kabupaten Luwu Timur adalah serangan kumbang ambrosia yang sebelumnya diketahui menyerang tanaman kopi, tanaman cengkeh dan tanaman kehutanan. Sampai saat ini hama kumbang ambrosia dapat menjadi faktor pembatas yang penting untuk dikendalikan, karena dapat menyebabkan kerusakan sampai kematian pada tanaman kakao, terutama pada tanaman kakao dewasa dan bibit.

Kumbang ambrosia sebelumnya dikenal sebagai hama utama pada tanaman kopi dan tanaman kehutanan yang terbagi dalam 2 famili yakni Platypodidae dan Scolytidae. Kumbang ambrosia ditemukan tersebar pada daerah tropis dan mengakibatkan kerusakan dan memberikan dampak ekonomi yang tinggi pada industri kayu dan tanaman pada lahan pertanian (Bumrungsri et al., 2008). Sampai saat ini telah diidentifikasi \pm 7400 spesies kumbang ambrosia yang diidentifikasi sebanyak 6000 spesies tergolong famili Scolytidae dan 1400 spesies tergolong famili Platypodidae (Kirkendall et al., 2015). Famili Scolytidae termasuk famili yang memiliki keanekaragaman spesies tertinggi pada kelompok

serangga penggerek batang atau pohon dan keberadaannya telah menyebar di seluruh dunia (Raffa et al., 2015). Kumbang ambrosia pertama kali dilaporkan berasal dari Amerika Selatan dan Tengah, kemudian kumbang ini teridentifikasi di Indonesia pada sekitar tahun 1980 (Beaver, 2013). Secara umum Kumbang ambrosia menyerang tanaman yang mengalami stress dan terserang penyakit. Kumbang ambrosia memiliki peranan sebagai hama sekunder yang dapat menyerang tanaman dengan ciri terdapat lubang gerekkan pada batang sebagai lokasi kumbang berasosiasi dengan jamur (Zanuncio et al., 2005).

Pada tanaman kopi hama ini dikenal sebagai penggerek cabang dan ranting sehingga disebut sebagai *coffee borer* atau *ambrosia beetles* (Kalshoven 1981). Gejala serangan kumbang ambrosia pada tanaman kopi ditandai dengan mula-mula Imago betina akan menggerek permukaan arah bawah pada cabang dan ranting, selanjutnya gerkkan akan melintang menuju empulur selanjutnya gerkkan mengarah ke atas. Serpihan gerkkan batang dan cabang akan tampak pada permukaan daun, apabila lokasi gerkkan terdapat dibawah cabang dan ranting terdapat daun. Saat melakukan penggerek berupa bor/galeri, spora jamur akan dibawa oleh kumbang pada kantung misetangia dipermukaan tubuhnya. Jamur ambrosia selanjutnya berkembang biak di dalam lubang gerkkan yang menjadi sumber makanan larva dan imagonya. Jamur *Ambrosiella* spp. dan *Raffaelea* spp. termasuk jamur non-patogenik, namun jamur patogenik seperti *Fusarium* dan *Ceratocystis* juga dapat terbawa oleh kumbang sehingga mengakibatkan kerusakan pada tanaman. Gejala dahan maupun ranting yang digerek menunjukkan gejala daun layu dan berwarna kekuningan, selanjutnya batang dan ranting mengering di bagian atas lubang gerkkan. Adanya jamur patogenik pada tanaman akan mempercepat matinya cabang dan ranting (Indriati, et.al., 2017). Pada tanaman kakao hama kumbang ambrosia sebagian besar menyerang pada batang utama dengan menggerek kulit batang.

Kumbang ambrosia telah tersebar di seluruh dunia, dilaporkan menyerang berbagai jenis tanaman seperti tanaman alpukat (Daniel Carrillo, Rita E. Duncan., 2012), tanaman kopi (Burbano et al., 2012), tanaman eukaliptus dan pinus (Ploetz et al., 2013), tanaman sonokembang (*Pterocarpus indicus*) di Kota Malang Indonesia (Tarno et al., 2014). Selain pada tanaman kopi kumbang ambrosia di Indonesia juga dilaporkan menyerang pada tanaman cengkeh,

spesies yang dilaporkan adalah spesies *Cryptoxyleborus*, *Xylosandrus crassiusculus*, *Xylosandrus amputatus*, *Xyleborus*, sp, *Euwallacea*, sp dan *Premnobius*, sp. (Fitriach M, 2017).

Kumbang ambrosia dilaporkan pertama kali menginvasi tanaman kakao di Hawaii (Hara & Beardsley, 1979) dan di peru (Delgado & Couturier, 2017). Spesies *X. crassiusculus* dilaporkan menyerang tanaman kakao di perkebunan di Vittal, India (Thube et al., 2022). Kumbang ambrosia juga dilaporkan telah menginvasi tanaman kakao di Venezuela (Mazon et al., 2013). Di kabupaten Luwu Timur kumbang ambrosia dilaporkan menyerang tanaman kakao pada tahun 2020 (Asman et.al, 2021), pada beberapa kasus kumbang ambrosia dapat menyebabkan kematian pada tanaman (Atkinson et al., 2005).

Serangan kumbang ambrosia pada beberapa jenis tanaman salah satunya dipengaruhi perubahan iklim global yang disebabkan oleh peningkatan konsentrasi CO₂ di atmosfer sehingga terjadi peningkatan suhu global. Pada serangga suhu dan kelembapan dapat berpengaruh terhadap pola makan, tingkat perkembangan serangan, distribusi populasi, ukuran populasi, migrasi, munculnya larva dan jumlah generasi per tahun (Hu et al., 2010). Parameter iklim (suhu, kelembapan, curah hujan, lama penyinaran) akan berpengaruh terhadap perkembangan hama baik langsung ataupun tidak langsung. Parameter iklim berpengaruh terhadap siklus biologi hama yaitu siklus dan lama hidup, kebugaran dan diapause serangga (Juroszek et.al., 2011). Pengaruh iklim berpengaruh pada faktor biologi dan ekologi intrinsik dari serangga invasif, beberapa spesies dapat mengalami pergeseran relung iklim yang memungkinkan invasi di luar relung iklim yang mereka tempati di wilayah asalnya (Guissan et al., 2014).

Penggunaan attraktan sebagai salah satu komponen pengelolaan hama terpadu merupakan salah satu metode pengelolaan yang dapat dilakukan sebagai langkah awal meminimalisir kerusakan akibat serangan kumbang ambrosia. Perangkap dengan atraktan juga dapat digunakan sebagai alat kontrol efektif untuk mempelajari dinamika populasi, memperkirakan kekayaan spesies dan memprediksi serangan. Perangkap yang dipasang secara massal dapat mengendalikan hama (Burbano et al. 2012). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa perangkap botol yang diberi umpan dengan kandungan alkohol dapat digunakan untuk mengumpulkan berbagai spesies kumbang ambrosia kemudian

informasi populasi kumbang yang dikumpulkan dapat dipergunakan untuk mengoptimalkan program deteksi dini, pemantauan, dan pengelolaannya (Reding et al. 2011; Galko et al, 2014).

Informasi tentang sebaran kumbang ambrosia, intensitas serangan, intensitas cahaya matahari, tanaman lain di sekitar kebun, iklim, Varietas klon, spesies serangga yang menyerang di setiap kecamatan dan pengujian efektivitas beberapa jenis perangkap attraktan diperlukan sebagai informasi awal dalam rangka pengelolaan kumbang ambrosia di Kabupaten Luwu Timur.

1.2 Rumusan Masalah

Kakao merupakan komoditi sumber penghasilan petani di Kabupaten Timur, namun tanaman tersebut cenderung mulai ditinggalkan oleh petani dan mengganti tanamannya dengan kelapa sawit, merica, jagung dan tanaman perkebunan lainnya. Masalah yang dihadapi oleh petani adalah serangan organisme pengganggu tumbuhan yang menurunkan produksi hasil perkebunan kakao. Salah satu hama yang dilaporkan menginvasi tanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan adalah kumbang ambrosia yang merupakan kasus pertama serangan kumbang ambrosia pada tanaman kakao di Sulawesi. Informasi dasar seperti penyebaran kumbang, intensitas serangan, spesies kumbang yang menyerang tanaman kakao dan penggunaan perangkap attraktan diperlukan dalam usaha pengelolaannya, beberapa permasalahan yang akan diungkap sebagai berikut :

1. Bagaimana Sebaran hama kumbang ambrosia pada tanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur.
2. Jenis spesies kumbang ambrosia pada tanaman kakao di setiap Kecamatan Kabupaten Luwu Timur.
3. Bagaimana efektivitas pemberian beberapa jenis attraktant sebagai perangkap kumbang ambrosia.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan sebaran kumbang ambrosia pada tanaman kakao pada setiap Kecamatan di Kabupaten Luwu Timur
2. Mengetahui spesies kumbang ambrosia yang menyerang tanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur.
3. Mengetahui efektivitas beberapa jenis perangkap attraktan sebagai perangkap kumbang ambrosia.

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi mengenai sebaran kumbang yang menyerang tanaman kakao pada setiap Kecamatan di Kabupaten Luwu Timur.
2. Memberikan informasi spesies kumbang ambrosia yang menginvasi tanaman kakao pada setiap Kecamatan di Kabupaten Luwu Timur.
3. Memberikan informasi terhadap efektivitas penggunaan beberapa jenis attraktan yang digunakan sebagai perangkap kumbang ambrosia pada tanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dilakukan berdasarkan laporan adanya serangan hama kumbang ambrosia pada tanaman kakao yang ditemukan di Kabupaten Luwu Timur, hama tersebut tergolong hama baru yang ditemukan pada tanaman kakao. Informasi dasar tentang sebaran, spesies kumbang ambrosia dan metode pengelolaan hama kumbang ambrosia masih belum tersedia secara memadai.

Upaya pengelolaan yang selama ini dilakukan oleh petani di Kabupaten Luwu Timur adalah penggunaan insektisida kimia dengan cara pengolesan pada batang dan cabang kakao. Pengelolaan yang ramah lingkungan seperti penggunaan perangkap belum dilakukan oleh petani.

Penelitian ini akan dilakukan dalam 3 (tiga) tahap yaitu :

1. Tahap I : Penyebaran serangga kumbang ambrosia pada tanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur dengan mengamati intensitas serangan, lubang gerekkan pada batang dan cabang, naungan/tanaman lain disekitar kebun dan iklim.
2. Tahap II : Identifikasi spesies kumbang ambrosia pada tanaman kakao pada setiap Kecamatan di Kabupaten Luwu Timur.
3. Tahap III : Pengujian beberapa jenis perangkap attraktan dalam pada tanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur.

1.6 Kebaruan Penelitian

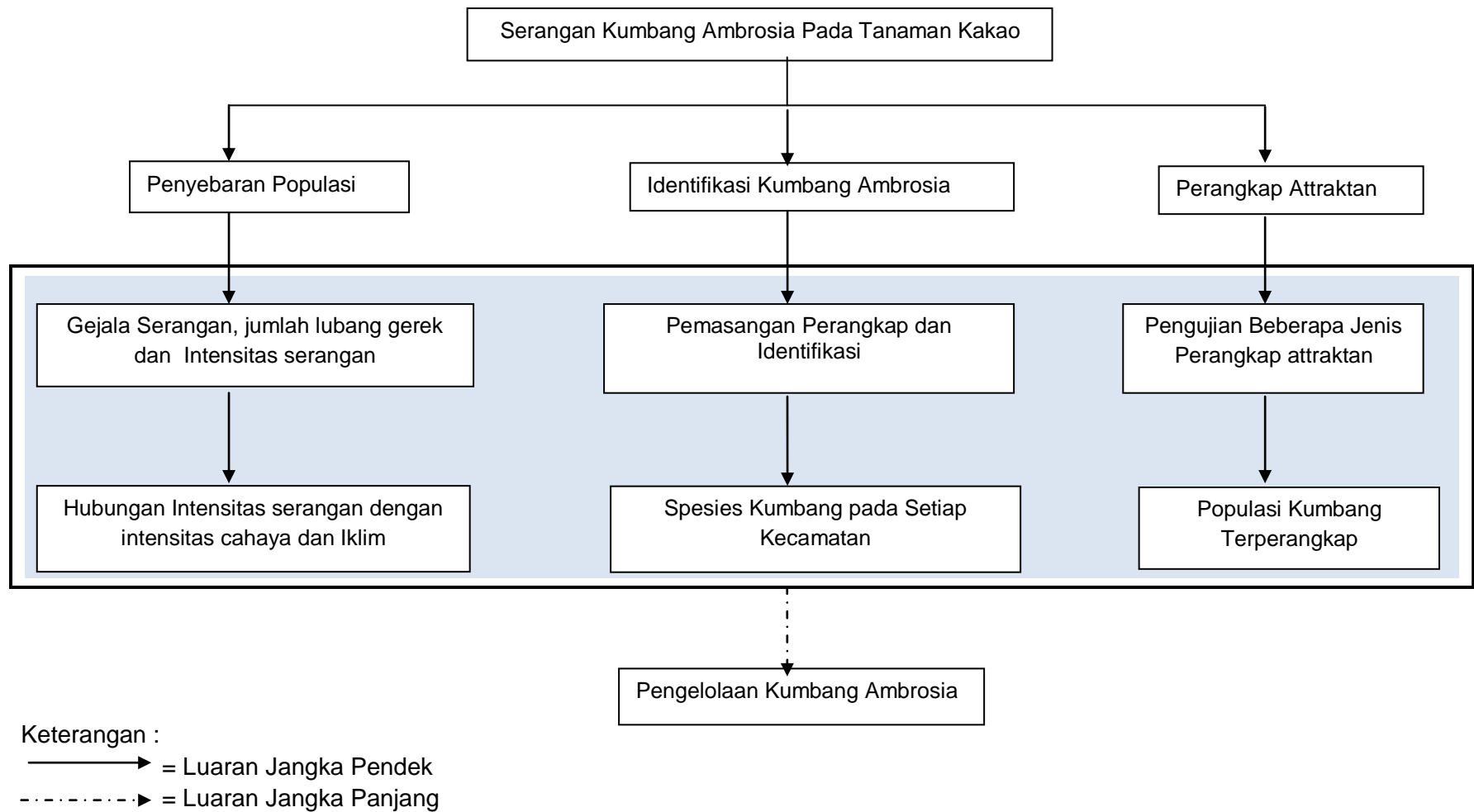
Kumbang ambrosia diketahui berkembang biak pada hutan beriklim tropis dan menyerang tanaman kehutanan yang dapat mengakibatkan kerusakan pada tanaman berkayu. Secara umum kumbang ambrosia bersifat polifag. Di Indonesia Kumbang ambrosia selama ini dikenal sebagai hama penggerek cabang dan batang pada tanaman kopi dan tanaman kehutanan. Pada tahun 2020 kumbang ambrosia dilaporkan mengivasi tanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur. Kebaruan dari penelitian ini memberikan informasi sebaran kumbang ambrosia, jenis spesies kumbang yang menyerang tanaman kakao pada setiap Kecamatan serta penggunaan beberapa jenis perangkap attraktan pada tanaman kakao belum diteliti. Oleh karena itu dari hasil penelitian diharapkan diperoleh data mengenai informasi mengenai sebaran kumbang, spesies serangga yang menyerang pada setiap kecamatan dan alternatif pengelolaan kumbang dengan perangkap attraktan sebagai langkah awal untuk memantau dan meminimalisir kerusakan tanaman pada lahan kakao di Kabupaten Luwu Timur.

1.7 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. Kumbang ambrosia telah menyebar di seluruh pertanaman kakao pada setiap Kecamatan di Kabupaten Luwu Timur.

2. Kumbang ambrosia yang menyerang tanaman kakao terdiri dari beberapa spesies pada setiap kecamatan di Kabupaten Luwu Timur
3. Terdapat jenis attraktan yang dapat digunakan sebagai perangkap kumbang ambrosia pada tanaman kakao sebagai salah satu bagian dari pengelolaan hama terpadu.



Gambar 1.1. Kerangka Konseptual

BAB II

SEBARAN POPULASI DAN PERSENTASE SERANGAN KUMBANG AMBROSIA PADA TANAMAN KAKAO DI KABUPATEN LUWU TIMUR

Abstrak

Penelitian dilakukan untuk menentukan sebaran populasi dan intensitas serangan kumbang ambrosia pada tanaman kakao pada setiap kecamatan di Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan. Serangan hama kumbang ambrosia pada tanaman kakao pertama kali dilaporkan pada tahun 2020 dan belum ada laporan sebaran populasi dan intensitas serangan pada setiap Kecamatan. Survei dan pengumpulan data dilakukan pada bulan Mei – Oktober 2021. Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data sekunder dan data primer sementara penelitian lapangan untuk menghitung intensitas serangan kumbang ambrosia dilakukan dengan memilih lahan seluas 1 ha pada lokasi terserang hama yang dijadikan sebagai sampel. Jumlah pohon yang diamati sebanyak 10 persen dari populasi pohon per ha. Intensitas serangan dihitung dengan mengamati gerakan pada batang dan cabang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebaran populasi kumbang ambrosia terdapat pada 7 Kecamatan dengan Intensitas serangan kumbang ambrosia tertinggi ditemukan di Kecamatan wotu sebesar 61,00 % sementara intensitas serangan terendah di Kecamatan Wasuponda sebesar 37,00 %. Jumlah gerakan pada batang lebih tinggi dibandingkan cabang. Faktor iklim (suhu, curah hujan dan kelembapan) berpengaruh terhadap intensitas serangan kumbang ambrosia pada tanaman kakao.

Kata Kunci : Kumbang ambrosia, tanaman kakao, sebaran populasi, intensitas serangan.

2.1. PENDAHULUAN

Luasan dan produksi kakao Sulawesi Selatan tahun 2019 seluas 218.169 ha dengan produksi 124.952 ton, tahun 2020 seluas 217.020 ha dengan produksi 118.775 ton dan tahun 2021 seluas 213.188 ha dengan produksi 108.983 ton. Data tersebut menunjukkan bahwa terjadi penurunan luasan dan produksi kakao di Sulawesi Selatan antara tahun 2019-2021. Kabupaten Luwu Timur merupakan penghasil kakao terbesar ketiga di Sulawesi Selatan setelah Kabupaten Luwu dan Kabupaten Luwu Utara seluas 27.822 Ha dengan produksi 11.896 ton (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021). Kabupaten Luwu Timur

ditetapkan oleh pemerintah sebagai sebagai kawasan pengembangan kakao nasional melalui Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia No : 46/Kpts/PD.300011/2015.

Kumbang ambrosia termasuk salah satu hama yang dapat mengakibatkan kerusakan pada tanaman berkayu (Park et al., 2016). Kumbang ambrosia merupakan serangga invasif yang dapat ditemukan dinegara yang banyak membudidayakan tanaman berkayu. Kumbang ambrosia tergolong dalam ordo coleoptera famili curculionidae terbagi dalam 2 subfamili yakni *Platipodinae* dan *Scolytidae* (Hulcr et.al, 2017). Terdapat 7400 spesies kumbang ambrosia telah diidentifikasi dan 6000 spesies termasuk famili scolytidae (Kirkendall et al., 2015). Kumbang ambrosia termasuk serangga polifag dan merupakan hama penting yang bersimbiosis secara kompleks dengan jamur ambrosia (Machingambi et al., 2014). Mikroba yang dapat berasosiasi dengan kumbang ambrosia diantaranya : *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Acremonium* spp., *Trichoderma* spp., *Gliocladium* spp., *Fusarium* spp., (jamur), *Streptomyces* spp. (bakteri), *Saccharomyces* spp., dan *Candida* spp. (yeast) (Tarno et al., 2016).

Salah satu ciri serangan kumbang ambrosia pada tanaman ditandai dengan adanya lubang bor sebagai wadah terbentuknya galeri pada kayu dan terjadi simbiosis dengan jamur yang dapat menginfeksi sistem jaringan vascular pada tanaman inang sehingga terjadi kelayuan pada daun, menguning dan akhirnya mati (Harrington et al., 2008). Kumbang ambrosia dari famili Scolytidae termasuk famili yang memiliki keanekaragaman spesies tertinggi pada kumpulan serangga penggerek pohon dan keberadaannya terdapat di seluruh dunia (Raffa et al., 2015). Keberadaan Kumbang ambrosia dilaporkan pertama kali berasal dari Amerika Selatan dan Tengah, kumbang ini diidentifikasi menyebar di Indonesia pada sekitar tahun 1980 (Beaver, 2013).

Laporan tentang hama kumbang ambrosia pada tanaman kakao masih terbatas. Kumbang ambrosia pertama kali dilaporkan menyerang tanaman kakao di Hawaii (Hara & Beardsley, 1979) dan di peru (Delgado & Couturier, 2017). Keberadaan kumbang ambrosia pada tanaman kakao dapat mengakibatkan kematian pada tanaman dewasa dan di lokasi pembibitan. Hasil penelitian yang dilakukan Asman dkk (2020), melaporkan terdapat satu spesies kumbang ambrosia yang menginvasi tanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur adalah *Xylosandrus compactus*, dan terdapat jamur yang diisolasi dari bagian

tanaman yang terinfeksi yakni *Fusarium* (dua isolat), *Lasiodiplodia*, *Ceratocystis*, dan *Diaporthe* (dua isolat).

Melalui pengamatan sebaran populasi, intensitas serangan pada tanaman kakao pada setiap kecamatan dapat dijadikan sebagai informasi dasar bagi stakeholder terkait dalam melakukan pengelolaan hama kumbang ambrosia sehingga tidak menyebar dan menginvasi daerah-daerah sentra perkebunan kakao disekitarnya seperti provinsi Sulawesi Tengah dan Sulawesi Tenggara.

2.2. Metode Penelitian

2.2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan, dari bulan Mei sampai bulan Oktober 2021. Lokasi penelitian berupa lahan kakao yang terserang hama kumbang ambrosia berdasarkan studi pendahuluan pada setiap Kecamatan di Kabupaten Luwu Timur. Lokasi pengamatan terletak di Kecamatan Wotu, Kecamatan Burau, Kecamatan Tomoni, Kecamatan Angkona, Kecamatan Mangkutana, Kecamatan Wasuponda dan Kecamatan Malili.

Identifikasi serangga dilakukan di Laboratorium Hama dan Penyakit Universitas Halu Oleo. Pada penelitian ini data umur tanaman, ketinggian tempat dan titik koordinat dicatat setiap Kecamatan (Tabel 2.1).

2.2.2. Bahan dan Alat

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah : etanol 95 % sedangkan peralatan yang digunakan adalah lux meter, mikroskop, GPS, Lux meter, pisau, alat tulis, botol sampel, botol plastik, piring streoform, lem lilin, tali rafia, pisau okulasi, kamera dan alat menulis.

Tabel 2.1. Data Variabel Umur tanaman, ketinggian tempat, klon dan titik koordinat pada perkebunan kakao setiap Lokasi pengamatan

Kecamatan	Umur Tanaman (Tahun)	Ketinggian tempat (mdpl)	Titik Koordinat
Wotu	27	18	S : 02°33'30.24" E : 120°47'59.31"
Burau	23	16	S : 02°36'46.54 E : 120°41'04.66"
Tomoni	12	15	S : 02°32'06.00 E : 120°48'22.53"
Angkona	25	8	S : 02°35'49.91 E : 120°58'53.54"

Mangkutana	15	68	S : 02°29'35.23	E : 120°47'59.54"
Wasuponda	10	15	S : 02°36'18.73	E : 121°15'50.27"
Malili	25	15	S : 02°36'17.72"	E : 120°59'18.06"

Sumber : Wawancara Petani dan Pengukuran Lapangan, 2021

2.2.3. Metode Pelaksanaan

Penelitian untuk mengetahui sebaran kumbang ambrosia pada tanaman kakao dilakukan dengan metode sebagai berikut :

2.2.3.1. Pengambilan data Primer dan Sekunder. Data yang dikumpulkan pada penelitian terbagi atas data primer dan data sekunder. Data sekunder adalah data yang bersumber dari Dinas Perkebunan Kabupaten Luwu Timur, BMKG dan laporan hasil-hasil penelitian yang telah ada dan beberapa sumber lain yang relevan. Data sekunder diharapkan dapat mendukung dalam memberi gambaran awal karakteristik lokasi. Data-data sekunder tersebut berupa data dari Dinas Pertanian dan Perkebunan Kabupaten Luwu Timur tahun 2021, terkait luas lahan kakao, serangan organisme pengganggu tanaman. Data iklim berupa curah hujan, yang diperkirakan mendukung perkembangan serangan hama kumbang ambrosia diperoleh di BMKG Andi Djemma di Masamba sementara data suhu dan kelembapan dilakukan pengukuran lapangan. Peta tematik diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG) secara online. Data primer diperoleh melalui survei terhadap kondisi perkebunan kakao di Kabupaten Luwu Timur berupa Intensitas serangan, jumlah lubang gerek pada batang dan cabang, intensitas cahaya matahari, klon/varietas, tanaman naungan dan tanaman lain disekitar kebun kakao pada setiap Kecamatan.

2.2.3.2. Pengamatan populasi sebaran kumbang ambrosia

Pengamatan populasi sebaran kumbang ambrosia pada setiap Kecamatan dilakukan dengan pemasangan perangkap. Perangkap dipasang dengan memodifikasi perangkap yang terbuat dari botol air mineral ukuran 1,5 L menggunakan attraktan etanol 95%. Perangkap terdiri dari satu pintu dengan attraktan dipasang pada bagian bawah pintu yang telah diberi larutan sabun agar kumbang yang tertangkap dapat mengendap, selanjutnya perangkap

ditempatkan pada pohon setinggi 0,5 m dari permukaan tanaman. Pada setiap plot dipasang 10 perangkap yang dilakukan secara sistematis masing-masing berjarak 10 m dengan luas lahan pengamatan 10.000 m², sehingga jumlah perangkap di 4 plot pengamatan sebanyak 40 botol. Pengambilan spesimen sampel pada botol perangkap dilakukan 4 kali dalam seminggu sebanyak 20 kali pengamatan.

2.2.3.3. Pengamatan Intensitas Serangan. Kegiatan pengamatan intensitas serangan dilakukan dengan memilih lahan seluas 1 ha pada lokasi yang terserang pada tiap-tiap kecamatan yang dijadikan sebagai sampel di Kabupaten Luwu Timur. Lahan yang dipilih dengan kategori terserang hama kumbang ambrosia. Jumlah pohon yang diamati sebanyak 10 % (100 pohon) dari populasi pohon per ha sebanyak 9875-1035 pohon. Pengamatan dilakukan terhadap intensitas serangan dengan mengamati gerekan pada batang dan cabang dengan mengupas kulit batang dan cabang menggunakan pisau serta pengamatan kondisi lingkungan sekitar terkait naungan dan tanaman lain disekitar tanaman kakao.

2.2.3.4. Metode Pengamatan

Metode yang digunakan dalam mengamati persentase serangan hama kumbang ambrosia dilakukan dengan menghitung intensitas serangan dengan rumus :

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

Keterangan:

I = Intensitas serangan (%)

a = Jumlah tanaman yang terserang

b = Jumlah seluruh tanaman

Tabel 2.2. Kategori Skor Intensitas serangan

Damage Level	Kategori
0	Tanaman Sehat
1 – 25 %	Kerusakan Rendah
26 – 50 %	Kerusakan Sedang
51 - 75 %	Kerusakan Berat
>75	Sangat berat

Sumber : Petunjuk Teknis Pengamatan dan Pelaporan Organisme Pengganggu Tumbuhan (Deptan, 2018)

Pengukuran intensitas cahaya pada setiap lokasi yang diamati dilakukan dengan menggunakan Lux meter Mastech MS6300. Pengamatan intensitas cahaya terkait dengan cahaya yang diteruskan ke permukaan lahan kakao dilakukan pada Pukul 11.30 WITA dengan memilih lima lokasi pengukuran pada setiap lokasi penelitian, hasil pengukuran kemudian dirata-ratakan.

2.2.3.5. Pemetaan sebaran serangan kumbang ambrosia

Sebaran serangan kumbang ambrosia dipetakan dengan menggunakan perangkat lunak software Arc-View. Peta dibuat dalam sistem koordinat *degree minute second* (DMS) dan *universal transver mercator* (UTM). DMS dipergunakan untuk membuat peta lokasi penelitian agar dapat memperlihatkan posisi koordinat dari masing-masing lokasi, sementara UTM digunakan sebagai alat ukur karakteristik Wilayah. Peta yang dihasilkan adalah peta sebaran serangan kumbang ambrosia pada tanaman kakao di kabupaten Luwu Timur.

2.2.4. Analisis Data

Intensitas serangan pada batang dan cabang dianalisis ragam (ANOVA) untuk mengetahui perbedaan dengan taraf nyata 5%, apabila berbeda nyata ($P < 0,05$) maka dilakukan dengan uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%. Uji t student untuk membandingkan jumlah gerakan pada batang dan cabang. Analisis regresi untuk mengetahui hubungan intensitas serangan dengan faktor iklim. Metode analisis lintas digunakan untuk melihat pengaruh langsung dan tidak langsung serta unsur iklim yang berpengaruh. Intensitas serangan hama merupakan variabel tak bebas (Y), dan X (masing-masing : Suhu udara (X1), kelembapan udara (X2), dan curah hujan (X3). Untuk mengetahui pengaruh parsial faktor iklim terhadap intensitas serangan menggunakan regresi linier sederhana, sedangkan pengaruh simultan faktor iklim terhadap intensitas serangan menggunakan regresi linier berganda. Adapun persamaan regresi linier sederhana secara matematik sebagai berikut:

$$Y = a + bX$$

Dimana:

Y = variabel tak bebas

a = konstanta

b = koefisien regresi

X= variabel bebas

Sedangkan persamaan regresi linier berganda secara matematik sebagai berikut:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n$$

Dimana:

Y = variabel tak bebas

a = konstanta

b₁, b₂, ..., b_n = koefisien regresi

X₁, X₂, ..., X_n = variabel bebas

Analisis data menggunakan perangkat lunak IBM SPSS Statistics ver. 25.

2.3. Hasil

2.3.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Kabupaten Luwu Timur berada di sebelah selatan garis khatulistiwa dengan titik koordinat antara 2°03'00" - 2°03'25" Lintang Selatan dan 119°28'56" - 121°47'27" Bujur Timur. Kabupaten Luwu Timur berbatasan dengan Provinsi Tengah di sebelah utara dan timur dan Provinsi Sulawesi Tenggara di sebelah selatan. Kabupaten Luwu Timur berbatasan dengan teluk Teluk Bone di sebelah selatan. Batas wilayah administrasi Kabupaten Luwu Timur Sebelah Utara berbatasan dengan Kabupaten Poso, Provinsi Sulawesi Tengah, Sebelah Timur Kabupaten Luwu Timur berbatasan dengan Kabupaten Morowali, Provinsi Sulawesi Tengah, Sebelah Selatan Kabupaten Luwu Timur berbatasan dengan Teluk Bone, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara. Sebelah Barat Kabupaten Luwu Timur berbatasan dengan Kabupaten Luwu Utara, Provinsi Sulawesi Selatan.

Malili adalah Ibukota Kabupaten Luwu Timur. Kabupaten Luwu Timur memiliki Luas wilayah sebesar 6.944,88 km² atau sekitar 11,14% dari luas wilayah Propinsi Sulawesi Selatan. Pada tahun 2021, wilayah administrasi Kabupaten Luwu Timur dibagi 11 (sebelas) wilayah kecamatan, Kecamatan Towuti memiliki wilayah paling luas yaitu 1.820,48 km² atau 26,21 persen dari total luas keseluruhan wilayah Kabupaten Luwu Timur, sedangkan Kecamatan Kalaena memiliki luas terkecil, yaitu 41,98 km² atau 0,60 persen dari total keseluruhan wilayah Kabupaten Luwu Timur.

2.3.2. Kondisi Perkebunan Kakao di Kabupaten Luwu Timur

Data sekunder yang diperoleh dalam penelitian ini terdiri dari luas lahan kakao, laporan organisme pengganggu tanaman di Kabupaten Luwu Timur dan data Iklim berupa suhu, curah hujan dan kelembapan sementara data primer terdiri dari asal klon, tanaman naungan dan intensitas cahaya matahari, sebaran populasi hama, intensitas serangan dan jumlah lubang gerak pada batang dan cabang.

2.3.2.1. Luas Lahan Kakao

Luas lahan kakao yang terdapat di Kabupaten Luwu Timur disajikan pada tabel 2.3. sebagai berikut :

Tabel 2.3. Data luasan komoditi kakao di Kabupaten Luwu Timur tahun 2021

No.	Kecamatan	Luas Areal			Jumlah (ha)	Produksi (ton)	Pekebun (KK)
		TBM	TM	TT /TR			
1	Burau	677,84	2.140,09	1.135,46	3.953,39	2.460,15	2.438
2	Tomoni	424,00	1.234,55	223,76	1.891,31	863,73	1.239
3.	Angkona	331,75	596,10	608,79	1.536,64	523,52	1.140
4	Wasuponda	274,00	516,50	691,00	1.481,50	323,29	520
5	Wotu	290,90	813,40	168,00	1.272,30	573,47	1.080
6	Mangkutana	280,16	583,00	127,75	990,91	445,18	854
7	Nuha	177,00	117,50	258,17	552,67	137,21	213
8	Malili	124,57	262,40	68,55	455,52	323,29	520
9	Kalaena	50,25	241,55	38,75	330,55	105,50	278
10	Tomoni Timur	25,00	53,45	0,00	78,45	17,14	90
11	Towuti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
	Total	2.655,47	6.567,54	3.320,23	12.543,24	5.565,940	8.337

Sumber : Dinas Pertanian dan Perkebunan Kabupaten Luwu Timur, 2021. Keterangan : TBM : Tanaman belum menghasilkan. TM : Tanaman menghasilkan TT/TR : Tanaman tua /Tanaman Rusak

Luas lahan kakao yang terdapat di Kakao Luwu Timur seluas 12.543,24 ha. Luas lahan terluas terdapat di Kabupaten Burau seluas 3.953,46 ha dan luas lahan terendah terdapat di Kecamatan Tomoni Timur seluas 78,45 ha. Kecamatan Towuti dilaporkan tidak terdapat petani yang mengusahakan tanaman kakao. Luas areal tanaman kakao didominasi oleh tanaman menghasilkan (TM) seluas 6.567,54 ha kemudian Tanaman Tua / Rusak (TT/TR) seluas 3.320,23 dan tanaman belum menghasilkan (TBM) seluas 2.655,47 ha.

2.3.2.2. Serangan Organisme Pengganggu Tanaman

Data laporan tahunan Organisme Pengganggu tanaman yang dilaporkan oleh Dinas pertanian dan perkebunan Kabupaten Luwu Timur pada tahun 2021 disajikan pada tabel 2.4 dan tabel 2.5 sebagai berikut :

Tabel 2.4. Hama yang dilaporkan menyerang pertanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur

No	Hama	Luas Serangan (Ha)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nov	Des
1	Hama Penggerek Buah Kakao	719.	620.	740.	729.	809.8	614.	733	772.	647.	555.	432	513.
		54	35	76	07	6	9	.37	88	06	29	.42	28
2	Hama Penggerek Batang	956.	895.	867.	872.	824.4	703.	850	741.	640.	483.	441	357.
		34	25	54	18	1	22	.57	48	65	38	.32	56

Sumber : Dinas Pertanian dan Perkebunan Kabupaten Luwu Timur, 2021

Tabel 2.5. Penyakit yang dilaporkam menyerang pertanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur

No	Penyakit	Luas Serangan (Ha)											
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nov	Des
1	VSD	1086.	1068	1054	107	973	827.	893	882.	719.	537.	447	443.
		29	.37	.4	6.28	.42	1	.48	91	82	18	.34	04
2	Busuk Buah	897.6	885.	789.	866.	874	665.	733	693.	564.	521.	480	392.
		8	19	67	88	.57	5	.75	24	15	43	.05	21
3	Kanker Batang	178.3	165.	179.	168.	175	175.	173	168.	164.	160.	157	155.
		8	79	84	85	.06	6	.28	68	52	67	.66	77
4	Jamur Upas	42.6	45.7	42.3	36.5	44	44.7	45.	46.7	44.7	44.7	41.	38.7
		8	8	8	36.5	44	5	75	5	5	5	75	5

Sumber : Dinas Pertanian dan Perkebunan Kabupaten Luwu Timur, 2021

Data jenis organisme pengganggu tanaman yang dilaporkan menyerang pertanaman kakao pada tahun 2021 oleh Dinas Pertanian dan Perkebunan Kabupaten Luwu Timur didominasi oleh Hama Penggerek Buah Kakao dan Hama Penggerek Batang kakao. Hama kumbang ambrosia yang menyerang

tanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur belum dilaporkan. Hasil wawancara dengan pihak terkait diperoleh informasi bahwa belum dilaporkannya kumbang ambrosia sebagai Organisme Pengganggu Tanaman karena keterbatasan penyuluh lapangan mengenai ciri-ciri serangannya dan masih minimnya laporan dari petani. Untuk jenis penyakit yang menyerang tanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur pada tahun 2021 didominasi oleh penyakit busuk buah, kanker batang dan jamur upas.

2.3.2.3. Data Iklim

Iklim termasuk faktor yang dapat dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman. Pada daerah asalnya tanaman kakao merupakan tanaman kecil di bagian bawah hutan hujan tropis, yang memiliki habitat pada daerah tropis yang panas dan basah. Peningkatan populasi hama pada tanaman dipengaruhi oleh iklim seperti suhu, kelembapan dan curah hujan. Data Iklim pada lokasi penelitian ditampilkan pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6. Rata-rata temperatur, kelembapan dan curah hujan dilokasi penelitian

No.	Kecamatan	Iklim	Rata-Rata (Bulan)					
			Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober
1	Wotu	Tavg (°C)	27.10	28.10	27.90	27.50	27.60	26.40
		RH_Avg (%)	83.00	78.00	81.00	81.00	85.00	93.00
		RR (mm)	15.01	8.45	9.75	13.27	14.67	15.34
2	Burau	Tavg (°C)	26.90	28.10	28.10	28.30	27.40	26.90
		RH_Avg (%)	80.00	84.00	80.00	80.00	85.00	87.00
		RR (mm)	15.01	12.45	8.86	12.26	13.47	14.29
3	Tomoni	Tavg (°C)	24.50	26.30	26.90	26.70	25.70	25.30
		RH_Avg (%)	83.00	79.00	84.00	83.00	85.00	82.00
		RR (mm)	12.18	10.54	13.45	7.89	12.45	14.56
4	Angkona	Tavg (°C)	26.80	26.90	26.20	27.00	27.20	26.70
		RH_Avg (%)	88.00	79.00	90.00	82.00	83.00	84.00
		RR (mm)	10.32	9.56	13.25	8.76	12.22	16.45
5	Mangkutana	Tavg (°C)	26.00	26.90	25.90	26.90	26.80	26.30
		RH_Avg (%)	82.00	79.00	85.00	87.00	86.00	80.00
		RR (mm)	12.45	10.21	12.34	8.79	10.32	14.57
6	Wasuponda	Tavg (°C)	26.40	26.70	25.80	26.70	26.90	26.90
		RH_Avg (%)	78.00	74.00	76.00	80.00	77.00	73.00
		RR (mm)	11.45	12.70	9.56	7.98	12.45	14.53
9	Malili	Tavg (°C)	26.40	27.20	27.80	28.50	28.20	27.90
		RH_Avg (%)	81.00	79.00	70.00	73.00	79.00	70.00
		RR (mm)	10.45	9.76	10.67	9.86	10.48	15.32

Sumber : Pengukuran Lapangan, 2021

Ket. Tavg = Rata-rata temperatur (°C)

RH-Avg = Rata-rata kelembapan (%)

RR = Rata – rata Curah Hujan (mm)

2.3.2.4. Jenis Varietas Klon

Pada lokasi penelitian jenis Varietas klon yang ditanam oleh petani di Kabupaten Luwu Timur bervariasi. Data klon yang ditanam oleh petani disajikan pada tabel 2.7.

Tabel 2.7. Jenis Varietas klon yang ditanam pada lahan lokasi penelitian

Kecamatan	Klon	Karakteristik daun			Daun Dewasa	Warna Flush	Tangkai	Permukaan Kulit daun
		Bentuk	Ujung	Pangkal				
Wotu	M01	Panjang	Runcing	Bulat	Hijau Tua	Coklat Pucat	Hijau	Kasar
Burau	S1	Panjang	Runcing	Bulat	Hijau Tua	Merah	Hijau	Halus
Tomoni	M01	Panjang	Runcing	Bulat	Hijau Tua	Coklat Pucat	Hijau	Kasar
Angkona	S1	Panjang	Runcing	Bulat	Hijau Tua	Merah	Hijau	Halus
Mangkutana	BB	Panjang	Runcing	Bulat	Hijau Tua	Coklat Pucat	Hijau	Halus
Wasuponda	M45	Panjang	Runcing	Bulat	Hijau Tua	Coklat Pucat	Hijau	Agak Kasar
Malili	BB	Panjang	Runcing	Bulat	Hijau Tua	Coklat Pucat	Hijau	Halus

Sumber : Pengamatan Lapangan, 2021.

Karakteristik jenis klon kakao yang ditanam oleh petani berdasarkan Tabel 2.7 menampilkan beberapa ciri yang memiliki kesamaan, seperti pada bentuk daun, ujung daun serta pangkal daun pada seluruh klon unggul yang panjang, runcing serta bulat. Bekas dudukan daun terlihat terdapat pada seluruh klon. Perbedaannya terlihat pada warna flush, untuk klon M45 dan S1 bercorak merah sedangkan untuk klon M01 serta BB bercorak hijau tua. Permukaan kulit daun juga memperlihatkan adanya perbedaan, pada klon M45 permukaannya agak kasar, sedangkan pada klon M01 terlihat agak kasar sebaliknya klon S1 dan BB permukaannya halus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada semua jenis klon yang dibudidayakan oleh petani keseluruhannya terserang kumbang ambrosia.

2.3.2.5. Tanaman Naungan

Beberapa jenis naungan dan tanaman yang terdapat disekitar kebun kakao dapat dilihat pada tabel 2.8 sebagai berikut :

Tabel 2.8. Jenis tanaman naungan dan tanaman lain disekitar perkebunan kakao di Kabupaten Luwu Timur.

No	Kecamatan	Tanaman naungan	Tanaman lain disekitar kebun
1	Wotu	durian, kelapa, mangga, jati, rambutan	Nenas, Jambu air, pisang, kopi

2	Burau	durian, Kelapa, Gamal, mangga, beringin, pinang	Kelapa sawit, kopi, pisang
3	Tomoni	durian, Mangga, Kelapa, rambutan, pisang	Jagung, jambu air, pisang, kopi
4	Angkona	Durian, mangga, jati, rambutan, jati,	Jagung, kelapa sawit, pisang
5	Mangkutana	durian, kelapa, gamal, markisa, langsung, pinang	Pisang, jambu air
6	Wasuponda	Durian, mangga, kelapa, pohon bitti, jati	Ubi kayu, pisang, nenas
7	Malili	Durian, kelapa, mangga, gamal, pinang, langsung	Nenas, kelor, pisang, jagung

Sumber : Pengamatan Lapangan, 2021

Jenis tanaman pelindung yang ditanam oleh petani disekitar tanaman kakao adalah durian, kelapa, gamal, pohon jati, rambutan, mangga, durian dan pohon jati sementara tanaman lain disekitar kebun adalah Nenas, jambu air, pisang, kopi, jagung, jambu air, kelapa sawit dan ubi kayu. Beberapa hasil penelitian menunjukkan terdapat beberapa jenis tanaman pelindung dan tanaman disekitar kebun dapat menjadi inang bagi kumbang ambrosia.

2.3.2.6. Intensitas Cahaya Matahari

Tanaman kakao termasuk tanaman yang membutuhkan cahaya sebesar 60 % dari sinar matahari yang diteruskan, oleh karena itu dalam budidaya ttanaman kakao dibutuhkan naungan (Susilo, et al. 2004). Intensitas cahaya yang diteruskan pada permukaan lahan tanaman kakao akan terjadi penurunan seiring bertambahnya umur tanaman. Hasil dari pengukuran besarnya intensitas cahaya yang masuk pada tanaman kakao dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9. Rata – rata Persentase intensitas cahaya pada areal lokasi perkebunan kakao di Kabupaten Luwu Timur

No.	Kecamatan	Umur Tanaman	Lux	Intensitas Cahaya yang diteruskan (%)
1	Wotu	27	568	10
2	Burau	23	1.829	15
3	Tomoni	12	3.652	55
4	Angkona	25	1.572	15
5	Mangkutana	15	2.574	30
6	Wasuponda	10	4.235	60
7	Malili	25	1.326	15

Sumber : Pengukuran Lux Meter Mastech MS6300, 2021

Pengukuran dengan lux meter pada jam 11.30 WITA pada kebun kakao menunjukkan bahwa pada tanaman umur 23-27 tahun rata – rata intensitas cahaya matahari sebesar 568 – 1.829 lux sedangkan pada tanaman umur 10 – 15 tahun rata – rata intensitas cahaya matahari sebesar 2.574 – 4.235 Lux.

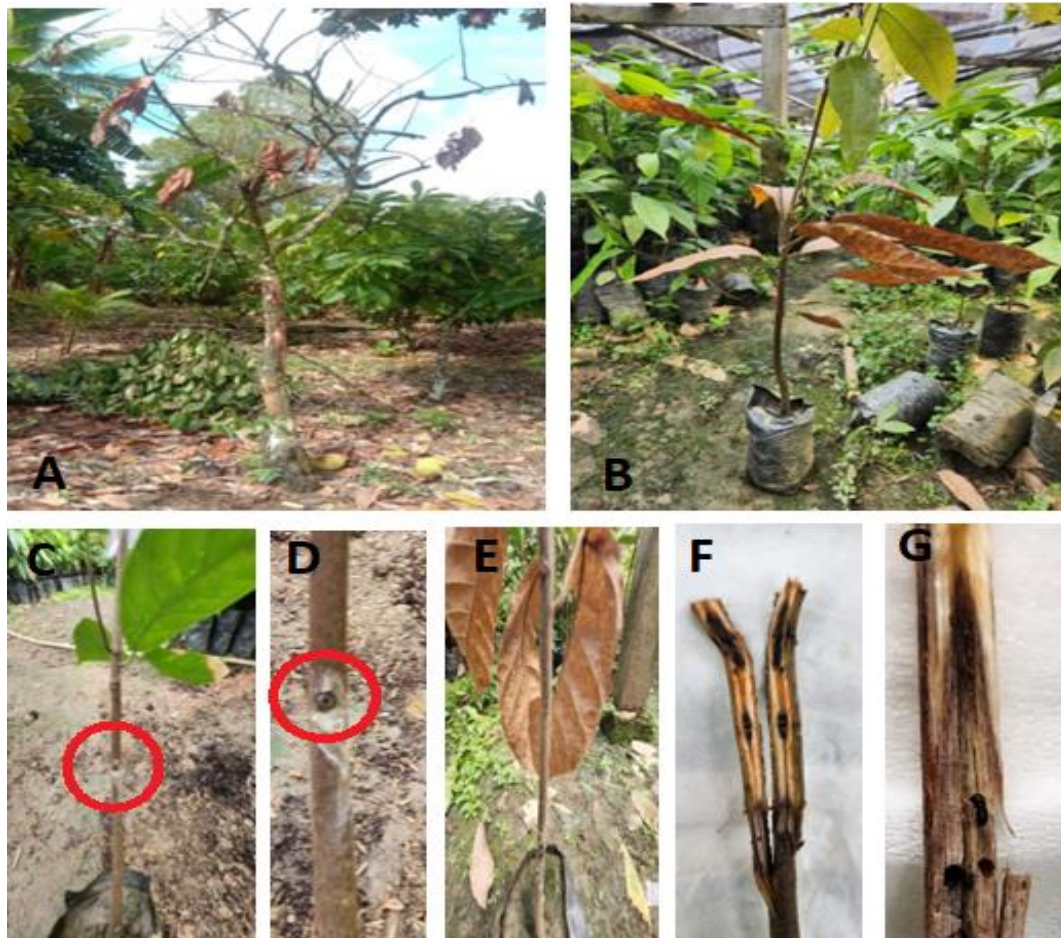
2.3.3. Karakteristik kerusakan tanaman kakao akibat serangan kumbang ambrosia

Berdasarkan pengamatan, gejala pada tanaman yang terinfeksi kumbang ambrosia ditandai dengan adanya gejala daun layu dan menguning pada tanaman kakao. Gejala ditunjukkan dengan adanya beberapa lubang pada batang dan cabang pohon dengan diameter lubang rata – rata 0.8 – 1,3 mm. Tanaman yang terserang kumbang ambrosia ditandai dengan adanya lubang bekas gerakan dengan serbuk frass (gambar 2.1 a), frass yang dominan ditemukan berbentuk tepung. Pada semua pohon dengan gejala layu dan menguning pada tanaman kakao ditemukan indikator yang berhubungan dengan aktivitas kumbang ambrosia seperti frass dan kumbang itu sendiri yang ditemukan pada kulit batang. Pada kulit batang yang terserang terdapat galeri berwarna hitam dan terdapat kelompok telur yang diletakkan pada bagian kulit batang kakao (Gambar 2.1b, 2.1 c). Serangan lanjutan pada batang menunjukkan hilangnya lapisan permukaan kulit dan batang kakao mengering (Gambar 2.1 d).



Gambar 2.1. a. Galeri dengan frass pada batang yang terinfeksi b. Galeri pada kulit batang kakao c. Telur kumbang ambrosia pada kulit batang kakao d. Galeri pada batang kakao

Pada tanaman dewasa dan bibit kakao yang terserang terdapat gejala Dieback, daun kakao layu dan mengering (Gambar 2.2 ab). Kumbang ambrosia juga ditemukan menyerang bibit tanaman kakao yang ditandai adanya lubang gerekan dengan frass pada batang (Gambar 2.2 cd), pada bibit yang mengalami gejala kematian (gambar 2.2 e) apabila batang bibit dibelah terdapat bekas gerekan dan kolonisasi jamur (Gambar 2.2 fg).



Gambar 2.2. a. Gejala serangan pada tanaman dewasa (umur 15 tahun) b.. Gejala Dieback pada bibit (umur 4 bulan) c,d. Lubang dengan serbuk frass pada bibit. e. Bibit yang mengalami gejala kematian (umur 4,5 bulan). f,g. Galeri internal dan kolonisasi jamur.

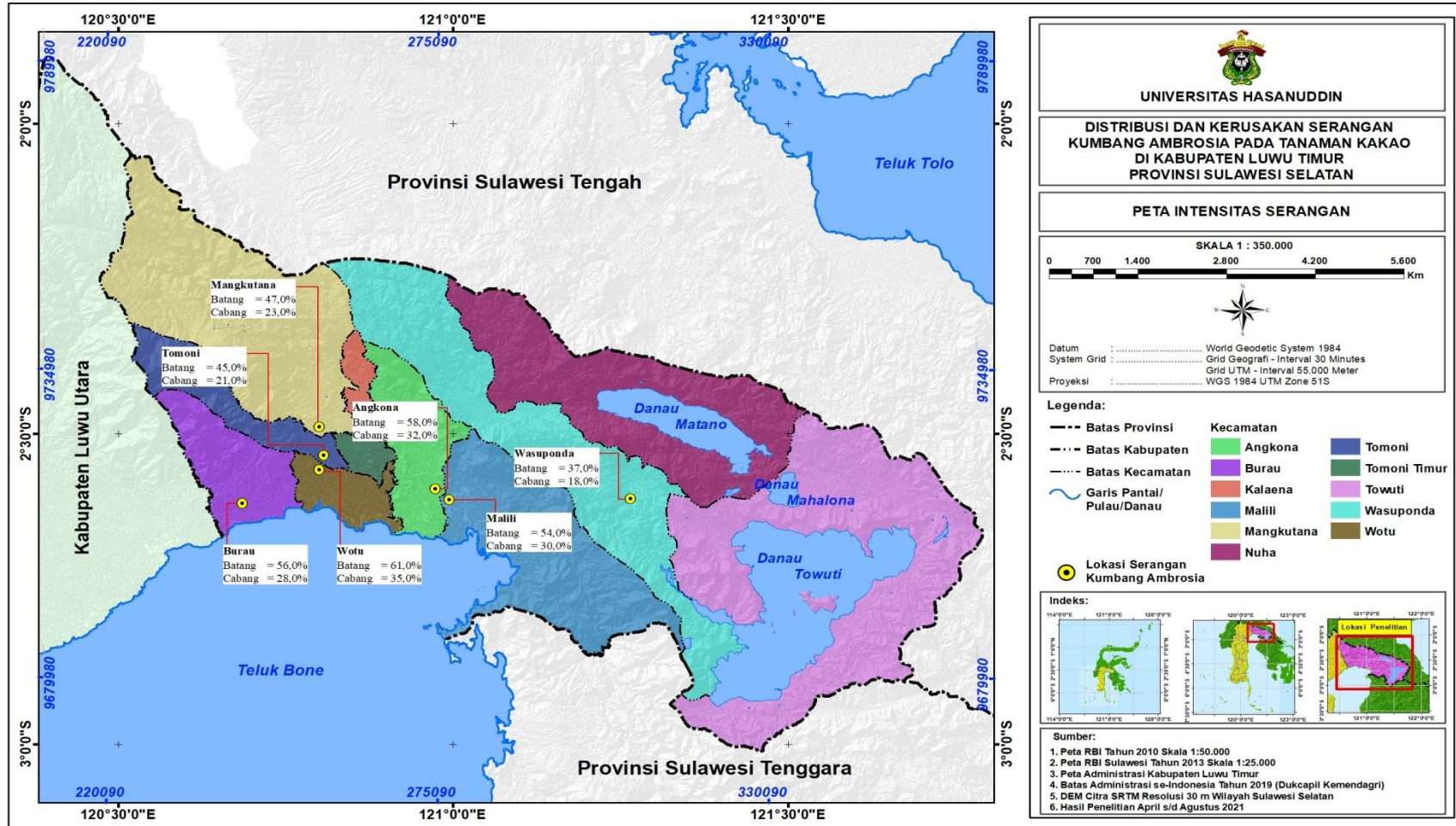
2.3.4. Sebaran populasi kumbang ambrosia pada tanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur

Sebaran populasi kumbang ambrosia pada tanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur ditampilkan pada tabel 2.10. Dalam penelitian ini total jumlah kumbang ambrosia sebanyak 4160 individu. Jumlah kumbang terperangkap tertinggi sebesar 20,91 % di Kecamatan Wotu dan terendah di Kecamatan Wasuponda sebesar 7,88 % (Tabel 2.10). Sebaran populasi kumbang ambrosia di Kabupaten Luwu Timur ditampilkan pada gambar 2.3.

Tabel 2.10. Penyebaran populasi kumbang ambrosia yang ditemukan pada tanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur (Individu).

Kecamatan	Pengamatan Ke																				Total	%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Wotu	35	49	51	39	53	51	41	42	34	45	40	42	39	38	54	30	48	63	38	38	870	20.91
Burau	31	46	35	27	26	32	44	34	24	33	31	44	55	34	39	43	29	24	43	41	715	17.19
Tomoni	32	31	41	28	33	34	25	33	31	40	16	24	23	28	20	33	21	39	36	31	599	14.40
Angkona	43	38	36	46	45	36	35	39	40	34	44	51	33	47	28	47	48	36	58	43	827	19.88
Mangkutana	21	18	28	16	20	21	26	11	28	17	17	18	19	28	25	16	13	34	9	12	397	9.54
Wasuponda	15	19	21	19	21	11	10	19	20	16	12	12	19	13	5	18	21	23	23	11	328	7.88
Malili	25	30	19	23	21	25	23	12	16	21	13	16	24	12	12	28	34	27	27	16	424	10.19
	Jumlah																				4160	100

Gambar 2.3. Peta Sebaran Kumbang Ambrosia pada Tanaman Kakao di Kabupaten Luwu Timur



2.3.5. Intensitas serangan kumbang ambrosia pada batang dan cabang tanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur

Intensitas serangan kumbang ambrosia pada batang tertinggi ditemukan di Kecamatan wotu sebesar 61,00 % dan intensitas serangan terendah di Kecamatan Wasuponda sebesar 37,00 %. Intensitas serangan tertinggi pada cabang terdapat di Kecamatan Wotu sebesar 35 % dan terendah di Kecamatan Wasuponda sebesar 18 %. Intensitas serangan kumbang ambrosia pada batang dan cabang tanaman kakao dapat dilihat pada tabel 2.11 dan 2.12.

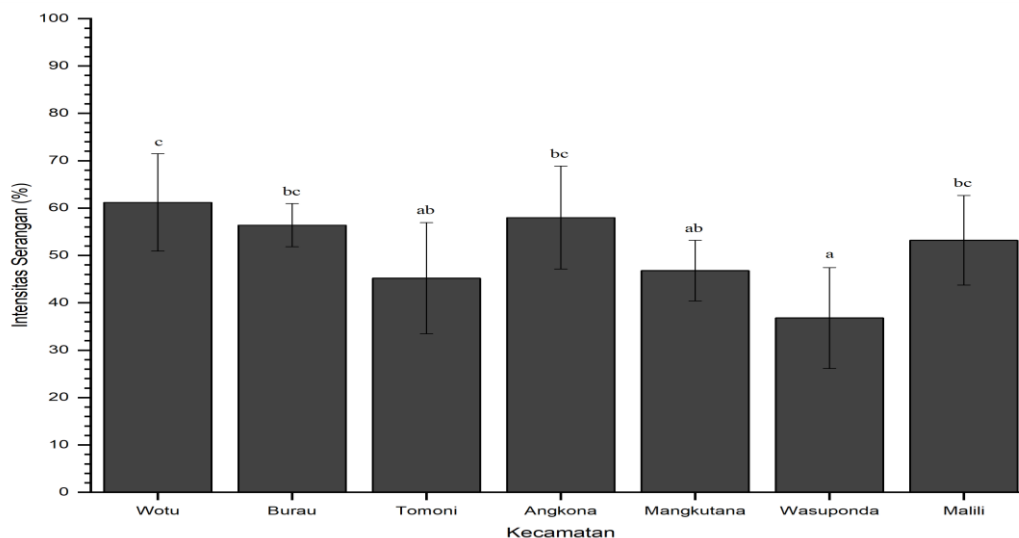
Tabel 2.11. Intensitas serangan dan kategori serangan kumbang ambrosia pada batang tanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur

No.	Kecamatan	Umur tanaman (tahun)	Intensitas Serangan pada batang (%)	Kategori serangan
1	Wotu	27	61,00	Berat
2	Burau	23	56,00	Berat
3	Tomoni	12	45,00	Sedang
4	Angkona	25	58,00	Berat
5	Mangkutana	15	47,00	Sedang
6	Wasuponda	10	37,00	Sedang
7	Malili	25	54,00	Berat

Intensitas serangan dengan kategori serangan berat terdapat di kecamatan Wotu, Burau, Angkona dan Malili, sementara intensitas serangan dengan kategori sedang terdapat di Kecamatan Tomoni, Mangkutana dan Wasuponda. Intensitas serangan pada cabang dengan kategori sedang terdapat di Kecamatan Wotu, Burau, Angkona dan Malili sementara intensitas serangan pada cabang dengan kategori rendah terdapat di Kecamatan Tomoni, Mangkutana dan Wasuponda. Uji secara statistik intensitas serangan pada batang dan cabang dapat dilihat pada gambar 2.3 dan 2.4.

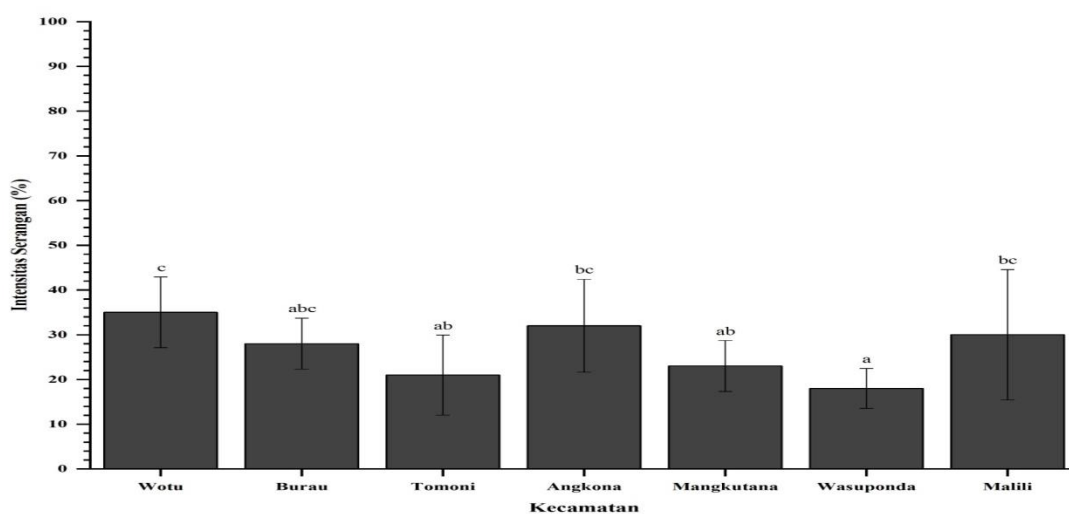
Tabel 2.12. Intensitas serangan dan kategori serangan kumbang ambrosia pada cabang tanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur

No.	Kecamatan	Umur tanaman (tahun)	Intensitas Serangan pada cabang (%)	Kategori serangan
1	Wotu	27	35.00	Sedang
2	Burau	23	28.00	Sedang
3	Tomoni	12	21.00	Rendah
4	Angkona	25	32.00	Sedang
5	Mangkutana	15	23.00	Rendah
6	Wasuponda	10	18.00	Rendah
7	Malili	25	30.00	Sedang



Gambar 2.4. Intensitas serangan kumbang ambrosia pada batang tanaman kakao, nilai yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata

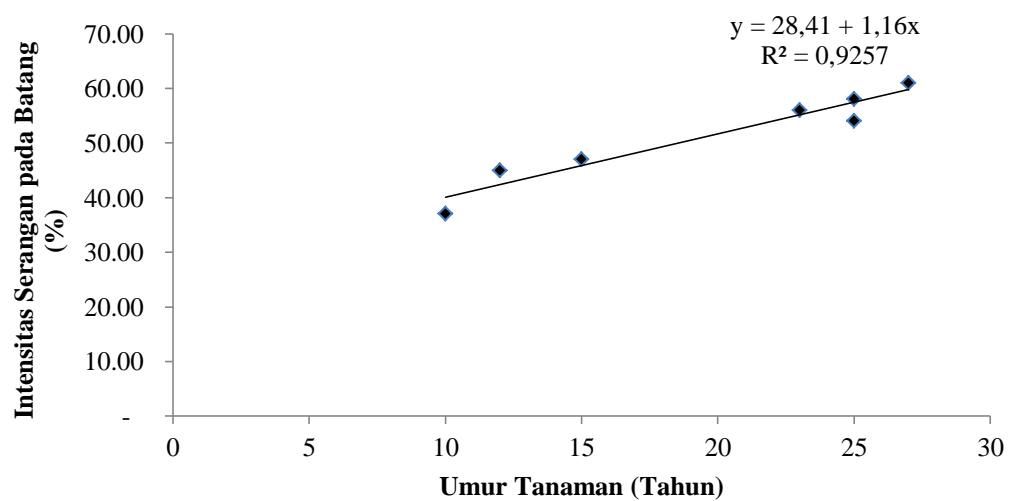
Hasil uji statistik Intensitas serangan di Kecamatan Wotu lebih tinggi dan berbeda nyata ($P < 0,05$) jika dibandingkan dengan kecamatan Tomoni, mangkutana dan Wasuponda. Intensitas serangan di Kecamatan Wasuponda lebih rendah dan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan intensitas serangan di Kecamatan Tomoni dan Mangkutana, namun berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan dengan kecamatan lainnya. Sedangkan intensitas serangan di Kecamatan Burau, Tomoni, Angkona, Mangkutana, Wasuponda dan Malili tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).



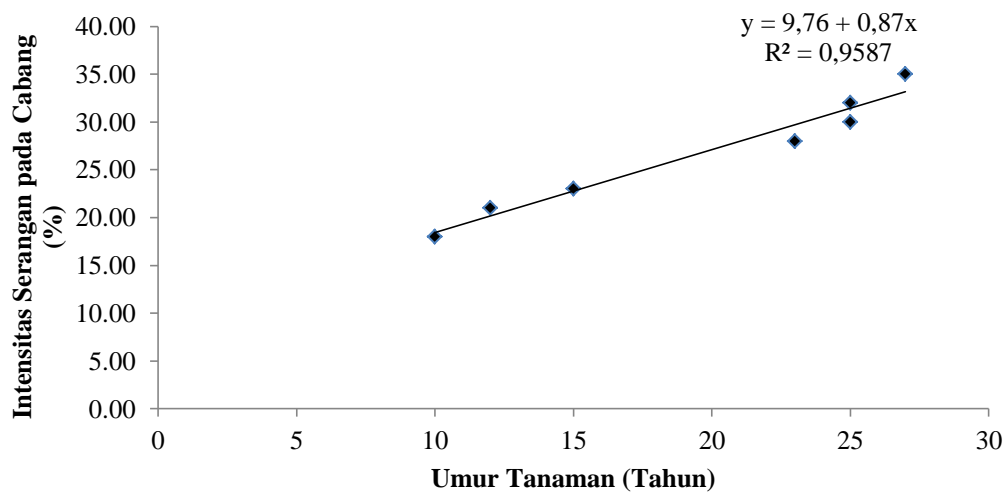
Gambar 2.5. Intensitas serangan pada cabang tanaman kakao, nilai yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata

Hasil uji statistik Intensitas serangan di Kecamatan Wotu lebih tinggi namun tidak berbeda nyata dengan Kecamatan Burau, Angkona dan Malili tetapi berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan Kecamatan Tomoni, Mangkutana dan Wasuponda. Intensitas serangan di Kecamatan Wasuponda lebih rendah dan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan intensitas serangan di Kecamatan Mangkutana, Tomoni dan Burau namun berbeda nyata ($P < 0,05$) dibandingkan dengan kecamatan lainnya. Sedangkan intensitas serangan di Kecamatan Burau, Tomoni, Angkona, Mangkutana, Wasuponda dan Malili tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

Intensitas serangan pada batang lebih tinggi dibandingkan intensitas serangan pada cabang, hal ini menunjukkan bahwa kumbang ambrosia lebih menyenangi menyerang pada batang dibandingkan pada cabang. Hasil uji regresi Hubungan antara umur tanaman dengan intensitas serangan kumbang Ambrosia pada batang dan cabang tanaman Kakao sangat nyata berkorelasi positif ($P < 0,01$) dengan pola yang linier.



Gambar 2.6. Hubungan umur tanaman dengan intensitas serangan kumbang Ambrosia pada batang tanaman Kakao di Kabupaten Luwu Timur.



Gambar 2.7. Hubungan umur tanaman dengan intensitas serangan kumbang Ambrosia pada cabang tanaman Kakao di Kabupaten Luwu Timur.

Berdasarkan diagram sebar (scatterplot) hubungan antara umur tanaman dengan intensitas serangan kumbang Ambrosia pada batang tanaman Kakao memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) yakni sebesar 0,9257 yang berarti bahwa umur tanaman Kakao mempengaruhi intensitas serangan kumbang Ambrosia pada batang tanaman Kakao sebesar 92,57% dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diamati sebesar 7,43% (Gambar 2.6). Sedangkan hubungan antara umur tanaman dengan intensitas serangan kumbang Ambrosia pada cabang tanaman Kakao memiliki koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9587 yang berarti umur tanama Kakao mempengaruhi intensitas serangan kumbang Ambrosia pada cabang tanaman Kakao sebesar 95,87% dan sisanya sebesar 4,13% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diamati (Gambar 2.7).

2.3.4. Jumlah lubang gerekkan pada batang dan cabang tanaman kakao

Hasil analisis jumlah Jumlah lubang gerekkan pada batang dan cabang pada tanaman kakao akibat serangan kumbang ambrosia terdapat perbedaan yang nyata. Rata-rata jumlah lubang gerekkan pada batang dan cabang disajikan pada tabel 2.13 sebagai berikut :

Tabel 2.13. Rata-rata jumlah lubang gerekan pada batang dan cabang

Kecamatan	Rata-rata Jumlah Gerekan	
	Batang (Diameter 32,7 – 37,9 cm)	Cabang (Diameter 9,3-12,5 cm)
Wotu	42,96 ± 0,906*	10,24 ± 0,524
Burau	40,65 ± 0,928*	9,61 ± 0,405
Tomoni	38,50 ± 1,139*	11,22 ± 1,111
Angkona	36,56 ± 1,044*	9,73 ± 0,474
Mangkutana	35,93 ± 0,833*	9,26 ± 0,540
Wasuponda	33,81 ± 0,968*	8,80 ± 0,410
Malili	34,32 ± 1,032*	10,78 ± 0,457

Keterangan: (*) berbeda nyata pada α 0,05

Rata-rata Jumlah lubang gerekan per pohon pada batang dan cabang berbeda nyata. Jumlah lubang gerekan pada batang tanaman kakao lebih tinggi bila dibandingkan dengan jumlah lubang pada cabang tanaman kakao. Hal ini menunjukkan bahwa kumbang lebih menyukai menyerang batang (*lignosus*) dibandingkan dengan cabang.

2.3.5. Pengaruh Faktor Iklim terhadap Intensitas Serangan Kumbang Ambrosia

Hasil pengamatan unsur iklim tiap lokasi pengamatan diketahui bahwa besarnya fluktuasi suhu udara harian di Kabupaten Luwu Timur selama penelitian memiliki rerata yakni 26,30°C–27,37°C dengan tingkat fluktuasi perubahan kelembapan udara harian memiliki rerata yakni 78,86%–82,86% serta besaran fluktuasi curah hujan harian memiliki rerata yakni 9,83 mm–15,01 mm. Rerata fluktuasi faktor iklim harian selama pengamatan disajikan pada tabel 2.14.

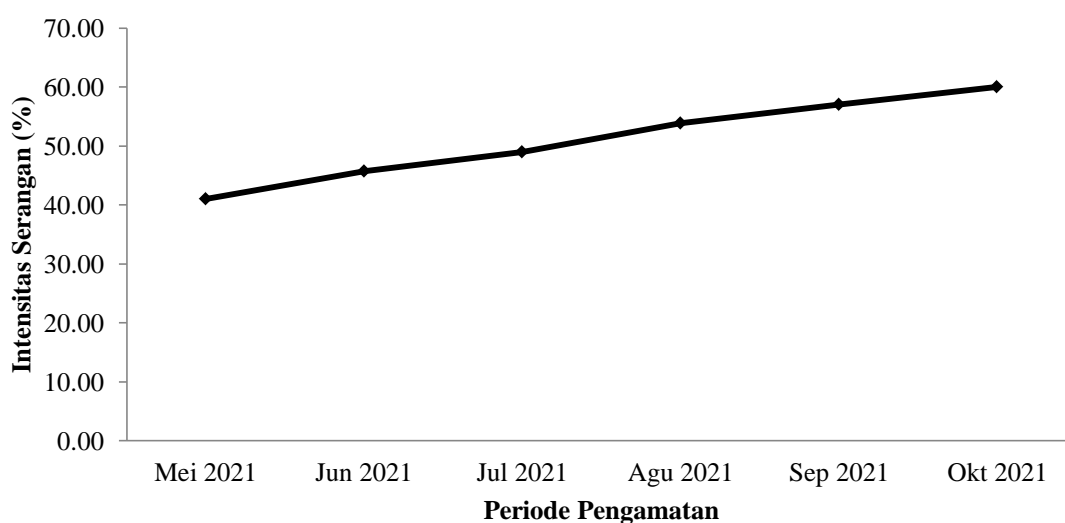
Tabel 2.14. Rerata faktor iklim selama periode pengamatan di lokasi penelitian

Bulan	Faktor Iklim		
	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Curah Hujan (mm)
Mei	26,30	82,14	12,41
Juni	27,17	78,86	10,52
Juli	26,94	80,86	11,13
Agustus	27,37	80,86	9,83
September	27,11	82,86	12,29
Oktober	26,63	81,29	15,01

Sumber: Data diolah dari Stasiun BMKG Andi Djemma, 2021.

Berdasarkan pola fluktuasi intensitas serangan kumbang Ambrosia pada tanaman Kakao selama penelitian mengalami peningkatan selama periode penelitian (Gambar 2.8). Secara umum, intensitas serangan kumbang Ambrosia

lebih tinggi bulan basah dibandingkan dengan bulan lembab. Berdasarkan klasifikasi Oldeman (1975) dalam Tjasyono (2004), curah hujan bulanan selama penelitian untuk bulan Mei dan Juni masuk dalam kategori bulan lembab (curah hujan bulanan masing-masing yakni 186 mm dan 147 mm). Sedangkan bulan Juli sampai dengan Oktober masuk dalam kategori bulan basah (curah hujan bulanan masing-masing yakni 211 mm, 226 mm, 234 dan 225 mm).



Gambar 2.8. Intensitas serangan kumbang Ambrosia di Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan berdasarkan periode pengamatan

2.3.5.1 Hubungan Faktor Iklim dengan Intensitas Serangan Kumbang Ambrosia

Intensitas serangan kumbang Ambrosia memiliki keterkaitan dengan kondisi iklim. Keeratan pengaruh kondisi iklim terhadap intensitas serangan kumbang Ambrosia pada tanaman Kakao selama penelitian dilakukan melalui analisis korelasi (Tabel 2.15).

Tabel 2. 15. Matriks korelasi antara intensitas serangan kumbang Ambrosia pada tanaman Kakao dan faktor iklim

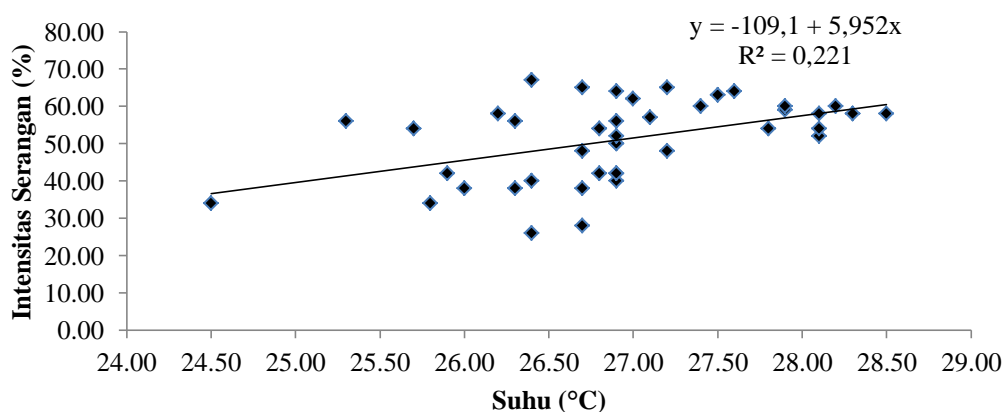
Faktor Iklim	Intensitas Serangan	p-value	Mean	Minimum	Maximum	Range
Suhu (°C)	0,471**	0,002	26,92	24,50	28,50	4,00
Kelembapan (%)	0,245	0,118	81,14	70,00	93,00	23,00
Curah Hujan (mm)	0,309*	0,047	11,87	7,89	16,45	8,56

Keterangan: ** cell contents: Pearson correlation

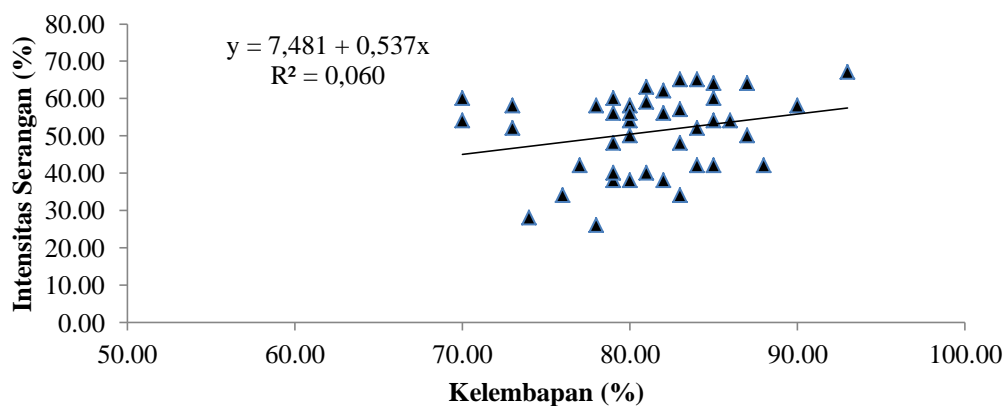
** Korelasi sangat nyata ($P < 0,01$); * Korelasi nyata ($P < 0,05$)

Berdasarkan nilai korelasi memperlihatkan bahwa intensitas serangan kumbang Ambrosia pada tanaman kakao sangat nyata berkorelasi positif ($P < 0,01$) dengan suhu udara ($r = 0,471$) serta berkorelasi positif nyata ($P < 0,05$) dengan curah hujan ($r = 0,309$). Sedangkan faktor iklim lain yakni kelembaban tidak menunjukkan korelasi nyata. Namun demikian, hasil korelasi antara faktor iklim dengan intensitas serangan kumbang Ambrosia pada tanaman Kakao dalam penelitian ini dibatasi oleh nilai range faktor iklim yaitu diantara nilai maksimum dan minimumnya.

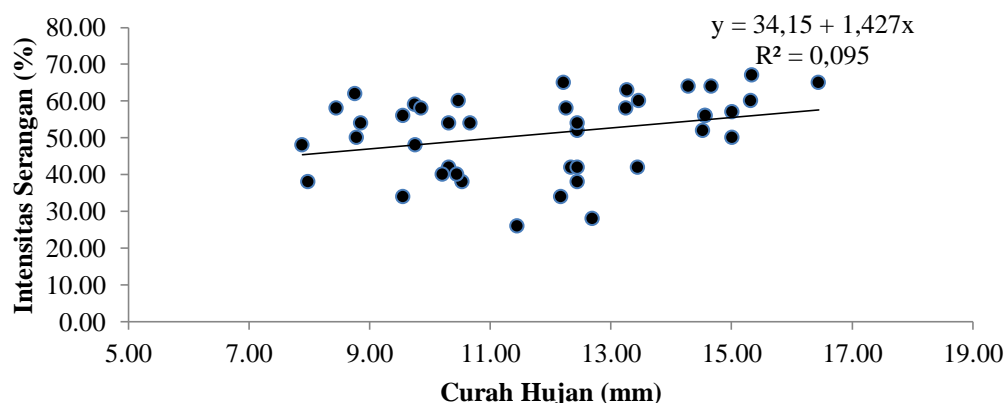
Hasil analisis korelasi, memberikan gambaran bahwa diagram sebar (*scatterplot*) antara suhu udara, kelembapan dan curah hujan terhadap intensitas serangan kumbang Ambrosia pada tanaman Kakao menunjukkan pola yang tidak linier.



Gambar 2.9. Hubungan suhu udara dengan intensitas serangan kumbang Ambrosia di Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan



Gambar 2.10. Hubungan kelembapan dengan intensitas serangan kumbang Ambrosia di Kabupaten Luwu Timur.



Gambar 2.11. Hubungan curah hujan dengan intensitas serangan kumbang Ambrosia di Kabupaten Luwu Timur .

Diagram sebar (*scatterplot*) hubungan suhu udara dan intensitas serangan kumbang Ambrosia pada tanaman Kakao memiliki koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,221 yang berarti bahwa keragaman nilai intensitas serangan kumbang Ambrosia sebesar 22,10% dipengaruhi oleh suhu udara dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diamati (Gambar 2.9). Hubungan kelembapan dan intensitas serangan kumbang Ambrosia memiliki koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,060 yang berarti bahwa keragaman nilai intensitas serangan kumbang Ambrosia sebesar 6,00% dipengaruhi oleh kelembapan dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diamati (Gambar 2.10). Sedangkan hubungan curah hujan dan intensitas serangan kumbang Ambrosia memiliki koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,095 yang berarti keragaman nilai intensitas serangan kumbang Ambrosia yakni 9,50% dipengaruhi oleh curah hujan dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diamati (Gambar 2.11).

Hasil analisis lintas menunjukkan bahwa faktor iklim (suhu udara, kelembapan dan curah hujan) mempunyai pengaruh langsung positif terhadap peningkatan intensitas serangan kumbang Ambrosia pada tanaman Kakao (Tabel 2.16). Nilai koefisien lintas yang mempunyai pengaruh langsung positif artinya peningkatan nilai dari variabel tersebut akan meningkatkan intensitas serangan kumbang Ambrosia.

Tabel 2.16. Hasil analisis lintas faktor iklim dengan intensitas serangan kumbang Ambrosia pada tanaman Kakao

Faktor Iklim	Pengaruh Langsung	Pengaruh Tidak Langsung Melalui Faktor Iklim			Pengaruh Total	$r_{(xy)}$
		Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Curah Hujan (mm)		
Suhu (°C)	0,656*		-0,194	-0,081	0,381	0,381
Kelembapan (%)	0,394*	-0,117		0,045	0,322	0,322
Curah Hujan (mm)	0,356*	-0,047	0,043		0,352	0,352
R^2	0,516					

Keterangan: * berbeda nyata ($P < 0,05$)

Berdasarkan tabel di atas, menunjukkan bahwa curah hujan yang tinggi di lokasi penelitian menyebabkan kelembapan udara meningkat yang mempengaruhi peningkatan intensitas serangan kumbang Ambrosia pada tanaman Kakao. Hasil analisis lintas menunjukkan bahwa koefisien lintas suhu udara, kelembapan dan curah hujan sejalan dengan hasil korelasinya yang bernilai positif yakni komponen suhu udara, kelembapan dan curah hujan mempunyai derajat keeratan yang nyata terhadap peningkatan intensitas serangan kumbang Ambrosia pada tanaman Kakao. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan intensitas serangan kumbang Ambrosia pada tanaman Kakao dipengaruhi secara langsung oleh peningkatan suhu udara, kelembapan dan curah hujan.

Berdasarkan uraian di atas, diketahui bahwa nilai intensitas serangan kumbang Ambrosia pada tanaman Kakao berhubungan dengan suhu udara, kelembapan dan curah hujan. Hasil analisis regresi linier berganda hubungan intensitas serangan kumbang Ambrosia (Y) terhadap suhu udara (X_1), kelembapan (X_2) dan curah hujan (X_3) menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0,05$) dengan persamaan regresi linier berganda sebagai berikut:

$$Y = -262,07 + 8,30 X_1 + 0,86 X_2 + 1,65 X_3, \text{ dengan } R^2 = 0,516$$

Pengaruh determinasi faktor iklim secara simultan terhadap peningkatan intensitas serangan kumbang Ambrosia pada tanaman Kakao yakni 0,516 atau 51,56% dan faktor lain yang tidak diamati mempengaruhi sebesar 48,44%. Berdasarkan nilai pengaruh langsungnya, sumbangan dari faktor iklim terhadap intensitas serangan kumbang Ambrosia pada tanaman Kakao meliputi suhu

udara sebesar 30,90%, kelembapan sebesar 9,65% dan curah hujan sebesar 11,00%.

2.4. Pembahasan

Kabupaten Luwu Timur memiliki luas kebun kakao seluas 12.543,24 ha yang tersebar di 10 Kecamatan yaitu Kecamatan Burau, Tomoni, Angkona, Wasuponda, Wotu, Mangkutana, Nuha, Malili, Kalaena dan Tomoni Timur. Luas areal tertinggi terdapat di Kecamatan Burau seluas 3.953,39 ha sedangkan luas areal terendah terdapat di Kecamatan Tomoni Timur seluas 78,45 ha. Organisme pengganggu tanaman berupa hama dan penyakit yang dilaporkan oleh Dinas Pertanian dan Perkebunan Kabupaten Luwu Timur pada tahun 2021 adalah Hama Penggerek Buah Kakao (PBK) dan hama penggerek batang sedangkan jenis penyakit yang dilaporkan adalah VSD, busuk buah, kanker batang dan jamur upas. Keberadaan kumbang ambrosia belum dilaporkan karena masih kurangnya pengetahuan penyuluh dan petani tentang gejala serangan dan akibat yang ditimbulkan. Jenis klon yang ditanam oleh petani adalah klon M01, S1, BB dan M45, hasil pengamatan menunjukkan bahwa keseluruhan jenis klon terserang hama kumbang ambrosia.

Pola penanaman pada lokasi penelitian yang dilakukan oleh petani kakao adalah pola tanam monokultur dengan menanam satu jenis tanaman utama. Selain tanaman kakao terdapat beberapa jenis tanaman yang berfungsi sebagai tanaman pelindung dan sebagian sebagai tanaman sela. Pada beberapa tanaman pelindung terdapat beberapa tanaman yang dapat menjadi inang kumbang ambrosia. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya tanaman pelindung dan tanaman lain disekitar petani yang dapat menjadi inang kumbang ambrosia diantaranya adalah mangga, jati, kelapa sawit, kopi, pinang dan durian. Kumbang ambrosia diidentifikasi menyerang tanaman mangga di Kabupaten pasuruan yaitu spesies *Euplatypus paralellus*, *Xyleborus* sp1., *Xyleborus* sp2., *Premnobius* sp, *Euwallacea* sp, dan *Hypothenemus* sp (Yoga AP, 2019). Serangan kumbang ambrosia pada tanaman mangga juga dilaporkan menyerang tanaman di Pakistan (Khuhro et al., 2005) dan di Thailand (Sittichaya, 2012). Pada tanaman jati kumbang ambrosia dilaporkan menyerang tanaman di Malang Jawa timur yang didominasi oleh spesies *X. crassiusculus*,

X. morigerus, *X. compactus*, *Xyl. perforans*, *E. simillis*, *Xyl. andrewesi*, *P. cavipennis*, *C. distinctus* and *H. hampei* (Setiawan et al., 2018). Kumbang ambrosia dilaporkan juga menyerang pada tanaman kelapa sawit di Brazil (Guzzo et al., 2015). Pada tanaman durian kumbang dilaporkan menyerang tanaman di Thailand (Sittichaya et al., 2012) dan di Taiwan (Hulcr et al., 2017).

Sebaran individu populasi kumbang ambrosia pada tanaman kakao yang ditemukan pada tujuh Kecamatan sebanyak 4160 individu, populasi tertinggi ditemukan berturut – turut ditemukan di Kecamatan Wotu sebesar 20,91 % (umur tanaman 27 tahun), Kecamatan Burau sebesar 17,19 % (umur 23 tahun), Kecamatan Tomoni sebesar 14,40 % (umur 12 tahun), Kecamatan Angkona sebanyak 19,88 % (umur tanaman 25 tahun), Kecamatan Mangkutana sebanyak 9,54 % (umur tanaman 15 tahun), Kecamatan Wasuponda sebesar 7,88 % (umur 10 tahun) dan Kecamatan Malili sebesar 10,19 % (umur 25 tahun).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa intensitas serangan dengan kategori berat ditemukan pada tanaman kakao umur 23 – 27 tahun di Kecamatan Wotu, Burau, Angkona dan Malili sedangkan intensitas serangan dengan kategori sedang pada tanaman kakao umur 10 – 15 tahun terdapat di Kecamatan Tomoni, Mangkutana dan Wasuponda. Pengamatan dan wawancara kami dilapangan pada tanaman kakao umur 20-27 tahun petani tidak melakukan pemeliharaan rutin setiap bulan seperti sanitasi, pemangkasan cabang dan naungan karena produktivitas buah yang mulai menurun, sementara pada pohon kakao umur 10 - 15 tahun masih dilakukan pemeliharaan berupa pemangkasan cabang dan sanitasi secara rutin setiap bulan karena produktivitas buah yang masih tinggi. Hal tersebut menyebabkan terdapat perbedaan kerapatan naungan pada tanaman umur 23 - 27 tahun dibandingkan dengan tanaman umur 8-15 tahun. Pengukuran dengan lux meter pada jam 11.30 WITA pada kebun kakao menunjukkan bahwa pada tanaman umur 20-27 tahun rata – rata intensitas cahaya matahari sebesar 568 – 1.829 lux sedangkan pada tanaman umur 11 – 15 tahun rata – rata intensitas cahaya matahari sebesar 2.574 – 4.235 Lux. Kerapatan naungan berpengaruh pada rendahnya intensitas cahaya matahari yang diteruskan ke kebun mengakibatkan suhu menurun dan kelembapan meningkat, sehingga diduga berpengaruh terhadap perbedaan intensitas serangan. Hal ini terkait dengan intensitas serangan kumbang ambrosia pada tanaman kopi. Pada tanaman kopi intensitas serangan tertinggi pada klon SA

237 karena kurangnya intensitas cahaya yang masuk berdasarkan pengukuran dengan lux meter (Indriati et al., 2017). Hultman, (2016) mengemukakan bahwa serangan kumbang ambrosia spesies *X. compactus* pada tanaman kopi intensitas serangan lebih tinggi pada tanaman kopi yang memiliki kerapatan naungan tinggi dibandingkan dengan tanaman kopi dengan kerapatan naungan rendah, sejalan dengan itu Kagezi et al, (2013) mengemukakan bahwa tanaman kopi dengan naungan penuh, intensitas serangan *X. compactus* sebesar 70,80%, sedangkan pada tanaman kopi dengan agak terbuka serangan *X. compactus* sebesar 45,80 %.

Rata-rata Jumlah lubang gerekkan yang ditemukan pada batang tanaman kakao sebesar 33,81 - 42,96 dan pada cabang sebesar 8,80 - 11,22. Jumlah lubang gerekkan pada batang dan cabang berbeda nyata. Pada pengamatan Jumlah gerekkan kumbang antara batang dan cabang berbeda nyata, kondisi tersebut memberikan gambaran bahwa jumlah lubang gerekkan pada batang tanaman kakao lebih tinggi bila dibandingkan dengan jumlah lubang pada cabang tanaman kakao. Hal ini menunjukkan bahwa kumbang lebih banyak menyerang pada diameter batang yang lebih besar. Batang dengan diameter besar memberikan volume kayu gubal yang lebih besar yang akan menyediakan lahan yang cukup untuk kumbang ambrosia (Tarno, 2014). Hal ini terkait dengan kasus serangan kumbang ambrosia pada tanaman kopi, jumlah gerekkan yang ditemukan pada batang lebih banyak dibandingkan pada cabang (Indriati et al., 2017). Pada kasus pemeliharaan kumbang ambrosia di Jepang, kumbang ambrosia lebih menyukai kayu dengan ukuran besar (Kitajima and Goto, 2004)

Faktor iklim di Kabupaten Luwu Timur pada tujuh lokasi penelitian (Kecamatan Wotu, Burau, Tomoni, Angkona, Mangkutana, Wasuponda dan Kecamatan Malili) selama penelitian menunjukkan bahwa faktor iklim berfluktuasi pada masing-masing lokasi penelitian sehingga tiap lokasi mempunyai intensitas serangan kumbang Ambrosia yang fluktuatif juga. Hasil analisis menunjukkan bahwa suhu udara mempunyai pengaruh langsung positif terhadap peningkatan intensitas serangan kumbang Ambrosia pada tanaman Kakao yang mengindikasikan bahwa peningkatan suhu udara akan diikuti oleh peningkatan intensitas serangan kumbang Ambrosia pada suhu udara berkisar antara 24,50°C–28,50°C sesuai hasil pengukuran lapangan. Demikian juga curah hujan mempunyai pengaruh langsung positif terhadap peningkatan intensitas serangan

kumbang Ambrosia yang berarti bahwa peningkatan curah hujan akan meningkatkan intensitas serangan kumbang Ambrosia pada curah hujan berkisar antara 7,89 mm–16,45 mm sesuai hasil pengukuran. Faktor iklim secara langsung maupun tidak langsung selama penelitian mempengaruhi peningkatan intensitas serangan kumbang Ambrosia pada tanaman Kakao. Perbedaan pengaruh faktor iklim ini menyebabkan perbedaan intensitas serangan kumbang Ambrosia pada tanaman Kakao selama penelitian.

Variabel iklim berupa suhu, curah hujan dan kelembapan dapat berpengaruh terhadap makhluk hidup dan tumbuhan dengan mekanisme yang beragam. Perubahan suhu dan konsentrasi CO₂ akan berpengaruh pada makhluk hidup dan tanaman secara langsung dalam hal alokasi fotosintesis spesifik dan jaringan (Sharma dan Prabhakar 2014), dan secara tidak langsung dapat mengakibatkan perubahan distribusi secara geografis dan perkembangan dinamika populasi hama dan penyakit tanaman (Wiyono 2007). Peningkatan suhu berefek pada serangga hama akan melimpah dan hampir semua serangga terpengaruh oleh perubahan suhu. Efek dari peningkatan iklim pada serangga terjadi peningkatan nafsu makan dan reproduksi serangga, sehingga kemungkinan terjadi penambahan generasi di tahun berikutnya. Peningkatan suhu akibat dari dampak perubahan iklim global akan mempengaruhi fenologi serangga dan waktu invasif dari serangga (Abrol, 2013)

Kerusakan akibat serangan kumbang ambrosia diakibatkan karena kumbang berasosiasi dengan jamur. Hasil penelitian (Asman et al., 2021), terdapat jamur yang diisolasi dari tanaman kakao di Kabupaten Luwu Timur yang terserang kumbang ambrosia yakni *Fusarium* (dua isolat), *Lasiodiplodia*, *Ceratocystis*, dan *Diaporthe* (dua isolat). Pada *Mycangia* akan tersimpan spora jamur yang dapat membantu kumbang betina dewasa dalam menyebarkan penyakit dengan membuat gergahan pada tanaman (Harrington et al., 2008). Kumbang ambrosia memiliki peran sebagai hama sekunder yang menginfeksi tanaman dengan aktivitas pengeboran sehingga terdapat lubang gergahan pada batang sebagai wadah kumbang berasosiasi dengan jamur (Zanuncio et al., 2005). Jamur *Fusarium* merupakan penyebab gejala dieback pada tanaman kakao di Ghana dan Sulawesi (Indonesia) (Adu-Acheampong et al., 2012, Rosmana et al., 2013) *Lasiodiplodia*, sp khususnya *Lasiodioplae theobromae* dan *Lasiodioplia pseudotheobromae* merupakan jamur yang dapat menyebabkan

kanker batang dan penyakit busuk buah pada tanaman kakao di Ghana, Filipina dan Sulawesi (Adu-Acheampong et al., 2012, Alvindia & Gallema, 2017, Ali et al., 2019). Genus *Ceratocystis* dapat menyebabkan kematian pada tanaman kakao, dilaporkan spesies *Ceratocystis cacaofunesta* menyebabkan tanaman layu dan kematian kakao di Karibia, Amerika bagian tengah dan selatan dan di Kolombia (Van Wyk et al., 2010), sementara genus *Diaporthe* menyebabkan penyakit pucuk dan gejala kanker pada tanaman *Helianthus annuus* (Thompson et al., 2011), Famili Rosaceae (Santos et al., 2017), *Catharanthus roseus* (Yan et al., 2018), dan *Vaccinium corymbosum* (Hilário et al., 2020). Kerusakan berat akan terjadi bila gergakan kumbang ambrosia sudah merusak jaringan pembuluh floem maupun xylem sampai jaringan empulur. Hal ini diakibatkan karena lubang gergakan pada batang dan cabang telah memotong jaringan pembuluh yang mengakibatkan transportasi nutrisi terganggu yang dapat menyebabkan ujung dari cabang menjadi layu, daun berwarna kuning, lama kelamaan berwarna hitam dan tanaman akhirnya mati (Indriati et al., 2017).

Kumbang ambrosia dapat mengakibatkan tanaman menjadi layu baik pada tanaman usia tua, muda dan fase pembibitan. Hal ini dikarenakan kumbang ambrosia dapat membawa jamur simbiotik ke dalam jaringan tanaman hingga mencapai bagian xylem tanaman dan akan mengganggu proses pengangkutan air pada tanaman. Gangguan jamur patogenik pada jaringan pengangkut xylem ditandai dengan terdapat perubahan warna pada xylem (Fraedrich et al., 2008). Kulit kayu termasuk substrat nutrisi yang relatif buruk, sehingga sebagian besar kumbang ambrosia memakan kulit bagian dalam yang lebih bergizi yakni floem. Sejumlah besar spesies kumbang ambrosia mengkonsumsi floem yang terinfeksi jamur (Bleiker, K.P and Six D.L, 2007).

Mikroba yang dapat berasosiasi dengan kumbang ambrosia diantaranya : *Aspergillus* spp., *Trichoderma* spp., *Penicillium* spp., *Gliocladium* spp., *Fusarium* spp., *Acremonium* spp., (jamur), *Streptomyces* spp. (bakteri), *Saccharomyces* spp., dan *Candida* spp. (yeast) (Tarno et al., 2016). Gejala pada tanaman yang terinfeksi kumbang ambrosia akan terlihat gejala daun tanaman mengalami keguguran dan ditemukan beberapa gergakan pada batang maupun di dahan pohon dengan serbuk frass berbentuk tepung. Pada pohon yang telah mati akan terdapat lubang gergakan dengan diameter 0,2 - 1,9 mm dan juga terdapat frass hasil gergakan kumbang ambrosia. Ada beberapa jenis frass yaitu frass berbentuk

serat dan frass berbentuk bubuk atau tepung. Sementara itu, pola lubang gerakan yang dibuat pada batang pohon yang terserang terdapat gejala berwarna hitam (Tarno et al., 2014). Kumbang ambrosia diketahui telah menyebar pada daerah tropis dan dapat mengakibatkan kerusakan yang berdampak pada kerugian ekonomi pada tanaman hasil pertanian, kehutanan dan industri kayu (Bumrungsri et al., 2008).

Informasi tentang serangan kumbang ambrosia pada tanaman kakao masih terbatas, hasil yang disajikan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa serangan kumbang mengakibatkan kerusakan dengan kategori berat dan sedang dan menyebabkan kematian pada tanaman dewasa dan di pembibitan. Dikhawatirkan tanaman kakao yang menjadi sumber penghasilan petani khususnya di Pulau Sulawesi akan menjadi inang utama kumbang ambrosia sehingga riset untuk pengendaliannya perlu dikembangkan di masa yang akan datang.

2.5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan :

1. Sebaran individu populasi kumbang ambrosia pada tanaman kakao berdasarkan jumlah tangkapan ditemukan pada tujuh Kecamatan di Kabupaten Luwu Timur yaitu Kecamatan Wotu (20,91%), Burau (17,19 %), Tomoni (14,40 %), Angkona (19,88 %), Mangkutana (9,54 %), Wasuponda (7,88 %) dan Malili (10,19 %).
2. Intensitas serangan kumbang ambrosia pada batang dan cabang tertinggi ditemukan di Kecamatan wotu sebesar 61,00 % dan 35 %, intensitas serangan terendah di Kecamatan Wasuponda sebesar 37,00 % dan 18 %.
3. Jumlah lubang gerek pada batang lebih besar dibandingkan dengan cabang tanaman kakao.
4. Faktor iklim suhu, curah hujan dan kelembapan berpengaruh terhadap intensitas serangan kumbang ambrosia pada tanaman kakao.
5. Umur tanaman berpengaruh pada tingginya intensitas serangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrol DB. 2013. Integrated Pest Management: Current Concepts and Ecological Process. Academic Press.
- Adu-Acheampong, R., Archer, S., & Leather, S. (2012). Resistance to dieback disease caused by *Fusarium* and *Lasiodiplodia* species in cacao (*Theobroma cacao* L.) genotypes. *Experimental Agriculture*, 48(1), 85–98. <https://doi.org/10.1017/S0014479711000883>
- Ali, S. S., Asman, A., Shao, J., Firmansyah, A. P., Susilo, A. W., Rosmana, A., McMahon, P., Junaid, M., Guest, D., Kheng, T. Y., Meinhardt, L. W., & Bailey, B. A. (2019). Draft genome sequence of fastidious pathogen *Ceratobasidium theobromae*, which causes vascular-streak dieback in *Theobroma cacao*. *Fungal Biology and Biotechnology*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s40694-019-0077-6>
- Alvindia, D. G., & Gallema, F. L. M. (2017). *Lasiodiplodia theobromae* causes vascular streak dieback (VSD)–like symptoms of cacao in Davao Region, Philippines. *Australasian Plant Disease Notes*, 12(1), 10–13. <https://doi.org/10.1007/s13314-017-0279-9>
- Asman, A., Rosmana, A., Purung, M. H. bin, Amiruddin, A., Amin, N., Sjam, S., & Dewi, V. S. (2021). The occurrence of *Xylosandrus compactus* and its associated fungi on cacao from South Sulawesi, Indonesia: A preliminary study of an emerging threat to the cacao industry. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 128(1), 303–309. <https://doi.org/10.1007/s41348-020-00387-x>.
- Atkinson, T. H., Foltz, J. L., Wilkinson, R. C., & Mizell, III, R. F., 2005. Asian Ambrosia Beetle, Granulate Ambrosia Beetle (no official common name), *Xylosandrus crassiusculus* (Motschulsky) (Insecta: Coleoptera: Scolytidae). *Edis*, 2002(9), 1–6. <https://doi.org/10.32473/edis-in288-2000>
- Beaver, R.A. 2013. The Invasive Neotropical Ambrosia Beetle *Euplatypus parallelus* (Fabricius, 1801) In The Oriental Region and Its Pest Status (Coleoptera: Curculionidae, Platypodinae). *Entomologist's Monthly Magazine* April 25th. 143-154
- Bumrungsri, S., Beaver, R., Phongpaichit, S., & Sittichaya, W. (2008). The infestation by an exotic ambrosia beetle, *Euplatypus parallelus* (F.) (Coleoptera: Curculionidae: Platypodinae) of Angsana trees (*Pterocarpus indicus* Willd.) in southern Thailand. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 30(5), 579–582.
- Burbano, E. G., Wright, M. G., Gillette, N. E., Mori, S., Dudley, N., Jones, T., & Kaufmann, M. (2012). Efficacy of traps, lures, and repellents for *Xylosandrus compactus* (Coleoptera: Curculionidae) and other ambrosia beetles on *Coffea arabica* plantations and *Acacia koa* nurseries in Hawaii. *Environmental Entomology*, 41(1), 133–140. <https://doi.org/10.1603/EN11112>
- Bleiker, K.P., Six, D.L., 2007. Dietary benefits of fungal associates to an eruptive herbivore: potential implications of multiple associates on

- host population dynamics. *Environ. Entomol.* 36, 1384–1396
- Daniel Carrillo, Rita E. Duncan, J. E. P. (2012). *Ambrosia Beetles (Coleoptera : Curculionidae : Scolytinae)*. 573–579.
- Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan, 2018. Petunjuk Teknis Pengamatan dan Pelaporan Organisme Pengganggu Tumbuhan dan Dampak Perubahan Iklim (OPT-DPI)https://tanamanpangan.pertanian.go.id/assets/front/uploads/document/Juknis_Ditlinrev2018.pdf.
- Delgado, C., & Couturier, G. (2017). First record of *Xylosandrus compactus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) on cocoa in Peru | Primer registro de *xylosandrus compactus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) sobre cacao en Perú. *Revista Colombiana de Entomología*, 43(1), 121–124.
- Direktorat Jenderal Perkebunan, 2021. Indonesia Cocoa Plantation Statistics 2019-2021. Secretariate of Directorate General of Estates, Jakarta, Indonesia 68, 184–188.
- Fitriach, M. 2017. Keanekaragaman kumbang ambrosia pada tanaman cengkeh di Kecamatan Doko Kabupaten Blitar. Skripsi. Universitas Brawijaya.
- Fraedrich, S. W., Harrington, T. C., Rabaglia, R. J., Ulyshen, M. D., Mayfield, A. E., Hanula, J. L., Eickwort, J. M., & Miller, D. R. (2008). A fungal symbiont of the redbay ambrosia beetle causes a lethal wilt in redbay and other Lauraceae in the Southeastern United States. *Plant Disease*, 92(2), 215–224. <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-2-0215>
- FAO, 2018. Chocolate Stats. www.fao.org/assets/infographics/FAO-Infographic-chocolate-en.pdf. Food and Agriculture Organization. Diakses tanggal 4 Januari 2017.
- Galko J, Nikolov C, Kimoto T, Kunca A, Gubka A. 2014. Attraction of ambrosia beetles to ethanol baited traps in a Slovakian oak forest. *Biologia (Bratisl)* 69(10):1376–1383. doi:10.2478/s11756-014-0443-z.
- Guisan, A., Petitpierre, B., Broennimann, O., Daehler, C., & Kueffer, C. (2014). Unifying niche shift studies: insights from biological invasions. *Trends in Ecology & Evolution*, 29, 260–269.
- Guzzo, E. C., David, J., & Santana, S. F. (2015). No evidence of stem bleeding transmission by ambrosia beetles to coconut palms in Brazil *Material & Methods*. August, 2–3.
- Hara, A. H., & Beardsley, J. W. J. J. W. (1979). The Biology of the Black Twig Borer, *Xylosandrus compactus* (Eichhoff), in Hawaii. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*, XIII(1), 55–70. http://hl-128-171-57-22.library.manoa.hawaii.edu/bitstream/10125/11093/1/23_55-70.pdf
- Harrington, T. C., Fraedrich, S. W., & Achayeva, D. N. (2008). *Raffaelea lauricola*, a new ambrosia beetle symbiont and pathogen on the Lauraceae. *Mycotaxon*, 104(May 2014), 399–404.
- Hilário, S., Amaral, I. A., Gonçalves, M. F. M., Lopes, A., Santos, L., & Alves, A. (2020). Diaporthe species associated with twig blight and dieback of *Vaccinium corymbosum* in Portugal, with description of four new species.

- Mycologia, 112(2), 293–308. <https://doi.org/10.1080/00275514.2019.1698926>
- Hu G, Cheng XN, Qi GJ, Wang FY, Lu F, Zhang XX, Zhai BP. 2010. Rice planting systems, global warming and outbreaks of *Nilaparvata lugen* (Stål) Bulletin of Entomological Research 101 (2011): 187–199doi:10.1017/S0007485310000313
- Hulcr, J., T.H. Atkinson, A.I. Cognato, B.H. Jordal, and D.D. Mckenna. 2017. Morphology, Taxonomy, and Phylogenetics of Bark Beetles. Elsevier 2: 41–84.
- Hulcr, J., Black, A., Prior, K., Chen, C. Y., & Li, H. F. (2017). Studies of ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae) in their native ranges help predict invasion impact. Florida Entomologist, 100(2), 257–261. <https://doi.org/10.1653/024.100.0219>
- ICCO, 2017. Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, Vol. XLIII, No. 2. Cocoa year 2016/17. The International Cocoa Organization.
- Indriati, G., Sobari, L., & Pranowo, D. (2017). Attack Intensity Of Twig Borer *Xylosandrus compactus* (Coleoptera: Curculionidae) on four robusta coffee clones . J. Tidp , 4(2), 99–106.
- Juroszek P, Tiedemann A von, 2011. Potential strategies and future requirements for plant disease management under a changing climate. Plant Pathol 60: 100-112.
- Kagezi, G. H., Kucel, P., Kobusingye, J., Nakibuule, L., Wekhaso, R., Ahumuza, G., Musoli, P., & Kangire, A. (2013). Influence of Shade Systems on Spatial Distribution and Infestation of the Black Coffee Twig Borer on Coffee in Uganda. Ugan. J. Agr. Scien. , 14(1), 1–12.
- Kalshoven, L. G. E., (1981). The Pest of Crops in Indonesia. Revised and Translated By P.A. Van der laan. Jakarta: PT. Ichtiar Baru-Van. Hoeve.
- Kirkendall, L. R., Biedermann, P. H. W., & Jordal, B. H. (2015). Evolution and Diversity of Bark and Ambrosia Beetles. In *Bark Beetles: Biology and Ecology of Native and Invasive Species*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417156-5.00003-4>
- Kitajima, H. and H. Goto. 2004. Rearing technique for the oak platypodid beetle, *Platypus quercivorus* (Murayama) (Coleoptera: Platypodidae), on soaked logs of deciduous oak tree, *Quercus serrata* Thunb. Appl Entomol Zool 39: 7–13
- Khuhro, R. D., Nizamani, S. M., Abbasi, Q. D., Solangi, G. S., & Jiskani, M. M. (2005). Mango tree mortality due to Asian ambrosia beetle, *Xylosandrus crassiusculus* Mot. (Coleoptera: Scolytidae). Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering, Veterinary Sciences, 21(1), 39–42. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20063194530>
- Mazón, M., Díaz, F., & Gaviria, J. C. (2013). Effectiveness of different trap types for control of bark and ambrosia beetles (Scolytinae) in Criollo cacao farms of Mérida, Venezuela. International Journal of Pest Management, 59(3), 189–196. <https://doi.org/10.1080/09670874.2013.810794>

- Machingambi, N.M., J. Roux, dan R.A. Humber. 2014. Bark and ambrosia beetles (Curculionidae : Scolytinae), their phoretic mites (Acari) and associated Geosmithia species (Ascomycota : Hypocreales) from *Virgilia* trees in South Africa. *Fungal Biol.*: 1–12.
- Park, I. K., Nam, Y., Seo, S. T., Kim, S. W., Jung, C. S., & Han, H. R. (2016). Development of a mass trapping device for the ambrosia beetle, *Platypus koryoensis*, an insect vector of oak wilt disease in Korea. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 19(1), 39–43. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2015.11.002>.
- Ploetz, R. C., Hulcr, J., Wingfield, M. J., & de Beer, Z. W. (2013). Diseases that are associated with ambrosia and bark beetles comprise some of the most significant problems that have emerged on trees in the last century . They are caused by fungi in the Ophiostomatales , Microascales , and Hypocreales , and have vecto. *Plant Disease*, 97(7), 856–872. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS-01-13-0056-FE>
- Raffa , K. F., J.C. Gre' goire, dan B.S. Lindgren. 2015. *Natural History and Ecology of Bark Beetles*. Elsevier Inc.
- Rachmatullah D, Putri, D. N., Fiki Herianto, & Harini, N. (2021). Karakteristik Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.) Hasil Fermentasi Dengan Ukuran Wadah Berbeda. *VIABEL: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Pertanian*, 15(1), 32–44. <https://doi.org/10.35457/viabel.v15i1.1409>
- Reding ME, Schultz PB, Ranger CM, Oliver JB. 2011. Optimizing ethanol-baited traps for monitoring damaging ambrosia beetle (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in ornamental nurseries. *J Econ Entomol* 104(6):2017–2024. doi:10.1603/EC11119.
- Rice RA dan Greenberg R. 2000. *Cocoa Cultivation and the Conservation of Biological Diversity*. *Ambio* 29:3.
- Rosmana, A., Hikmawati, H., & Asman, A. (2013). Identification of a Disease on Cocoa Caused by *Fusarium* in Sulawesi. *Pelita Perkebunan (a Coffee and Cocoa Research Journal)*, 29(3), 210–219. <https://doi.org/10.22302/iccri.jur.pelitaperkebunan.v29i3.13>
- Santos, L., Phillips, A. J. L., Crous, P. W., & Alves, A. (2017). Diaporthe species on rosaceae with descriptions of *D. pyracanthae* sp. nov. and *D. malorum* sp. nov. *Mycosphere*, 8(5), 485–512. <https://doi.org/10.5943/mycosphere/8/5/2>
- Setyawan, Y., Rachmawati, R., & Tarno, H. (2018). Diversity of ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytidae) on teak forest in Malang District, East Java, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 19(5), 1791–1797. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190528>
- Siebert S. 2002. *From Shade to Sun-Grown Perennial Crops in Sulawesi, Indonesia : Implication for Biodiversity Conservation and Soil Fertility*. *Biodiversity and Conservation* 11:1889-1920.
- Sittichaya, W. (2012). Bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae) infesting mango trees (*Mangifera indica* L.) in

- Southern Thailand, with two new species recorded for Thailand. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 34(2), 153–155.
- Sittichaya, W., Permkam, S., & Cognato, A. I. (2012). Species composition and flight pattern of xyleborini ambrosia beetles (Col.: Curculionidae: Scolytinae) from agricultural areas in Southern Thailand. *Environmental Entomology*, 41(4), 776–784. <https://doi.org/10.1603/EN11271>
- Susilo, A.W., Sulistyowati E. & Mufrihati.(2004). Eksplorasi Genotipe Kakao Tahan Hama Penggerek Buah Kakao (*Conopomorpha cramerella* Snell.). *Pelita Perkebunan* 20(1): 1–12.
- Sharma HC, Prabhakar CS. 2014. Impact of Climate Change on Pest Management and Food Security. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Andhra Pradesh, India. In. Abrol (Eds): Integrated Pest Management. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-3985293.00003-8>.
- Tarno, H., Suprpto, H., & Himawan, T. (2014). First record of ambrosia beetle (*Euplatypus paralellus fabricius*) infestation on sonokembang (*Pterocarpus indicus* willd.) from Malang Indonesia. *Agrivita*, 36(2), 189–200. <https://doi.org/10.17503/Agrivita-2014-36-2-p189-200>
- Tarno, H., Septia, E. D., & Aini, L. Q. (2016). Microbial community associated with ambrosia beetle, *Euplatypus parallelus* on sonokembang, *Pterocarpus indicus* in Malang. *Agrivita*, 38(3), 312–320. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v38i3.628>
- Thompson, S. M., Tan, Y. P., Young, A. J., Neate, S. M., Aitken, E. A. B., & Shivas, R. G. (2011). Stem cankers on sunflower (*Helianthus annuus*) in Australia reveal a complex of pathogenic *Diaporthe* (*Phomopsis*) species. *Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 27, 80–89. <https://doi.org/10.3767/003158511X617110>
- Thube, S. H., Mohan, C., Pandian, R. T. P., Saneera, E. K., Sannagoudra, H. M., Hegde, V., & Chowdappa, P. (2018). First Record of the Invasive Neotropical Ambrosia Beetle *Euplatypus Parallelus* (Fabricius, 1801) (Coleoptera: Curculionidae: Platypodinae) Infesting Arecanut in Karnataka, India. *Coleopterists Bulletin*, 72(4), 713–716. <https://doi.org/10.1649/0010-065X-72.4.713>
- Van Wyk, M., Wingfield, B. D., Marin, M., & Wingfield, M. J. (2010). New *Ceratocystis* species infecting coffee, cacao, citrus and native trees in Colombia. *Fungal Diversity*, 40, 103–117. <https://doi.org/10.1007/s13225-009-0005-9>.
- Wiyono S. 2007. Perubahan Iklim dan Ledakan Hama Penyakit Tanaman. Keanekaragaman Hayati Ditengah Perubahan Iklim : Tantangan Masa Depan Indonesia. KEHATI. Jakarta 28 Juni 2007
- Yan, D. H., Song, X., Li, H., Luo, T., Dou, G., & Strobel, G. (2018). Antifungal activities of volatile secondary metabolites of four *diaporthe* strains isolated from *catharanthus roseus*. *Journal of Fungi*, 4(2). <https://doi.org/10.3390/jof4020065>

- Yoga, A.P (2019) Keanekaragaman Kumbang Ambrosia pada Tanaman Mangga di Kecamatan Kejayan dan Rembang Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Sarjana thesis, Universitas Brawijaya.
- Zanuncio, J. C., Sossai, M. F., Flechtmann, C. A. H., Zanuncio, T. V., Guimarães, E. M., & Espindula, M. C. (2005). Plants of an Eucalyptus clone damaged by Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera). *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 40(5), 513–515. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005000500013>.