

**KEANEKARAGAMAN KUMBANG AMBROSIA  
PADA TANAMAN KOPI MULTISTRATA DI KOTA BATU,  
JAWA TIMUR**

Oleh  
**RIZA PRAMAYSHELA**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG  
2018**

**KEANEKARAGAMAN KUMBANG AMBROSIA  
PADA TANAMAN KOPI MULTISTRATA DI KOTA BATU,  
JAWA TIMUR**

Oleh

**RIZA PRAMAYSHELA**

145040201111196

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI  
MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
gelar sarjana pertanian strata satu (s-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
MALANG  
2018**

## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



Malang, Agustus 2018

Riza Pramayshela

**LEMBAR PERSETUJUAN**

Judul Penelitian : Keanekaragaman Kumbang Ambrosia pada  
Tanaman Kopi Multistrata di Kota Batu, Jawa Timur

Nama Mahasiswa : Riza Pramayshela

NIM : 145040201111196

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

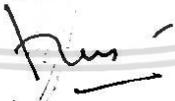
Pembimbing Pendamping,



Dr. Agr. Sc. Hagus Tarno, SP., MP.  
NIP. 19770810 200212 1 003

Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng.  
NIP. 19810125 200604 2 002

Diketahui,  
Ketua Jurusan



Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.  
NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan :



LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan  
MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

  
Dr. H. Bambang Triraharjo, SU.  
NIP. 19550403 198303 1 003

  
Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng.  
NIP. 19810125 200604 2 002

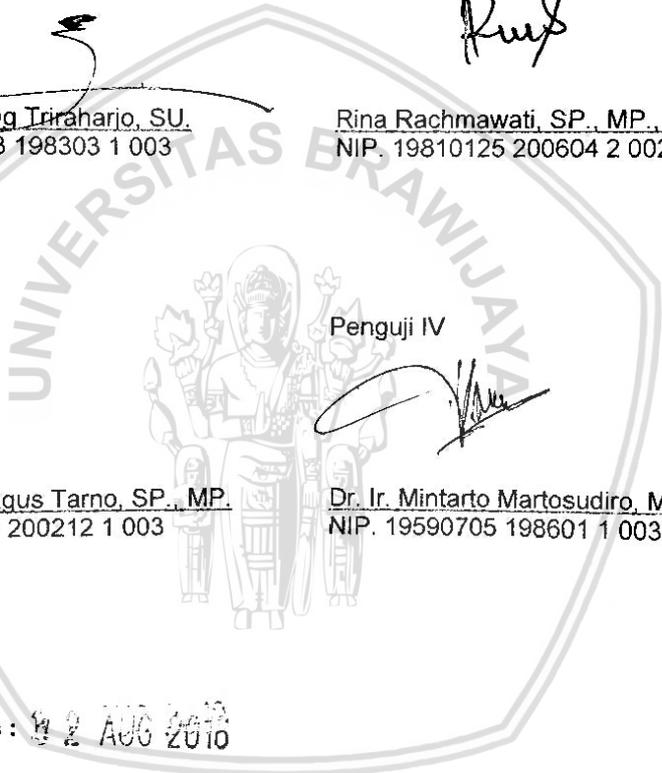
Penguji III

Penguji IV

  
Dr. Agr. Sc. Agus Tarno, SP., MP.  
NIP. 19770810 200212 1 003

  
Dr. Ir. Mintarto Martosudiro, MS.  
NIP. 19590705 198601 1 003

Tanggal Lulus : 12 AUG 2010





Skripsi ini kupersembahkan untuk

Kedua orang tua tercinta

## RINGKASAN

**RIZA PRAMAYSHELA. 145040201111196. Keanekaragaman Kumbang Ambrosia pada Tanaman Kopi Multistrata di Kota Batu, Jawa Timur. Di bawah bimbingan Dr. Agr. Sc. Hagus Tarno, SP., MP. dan Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng.**

---

Kumbang ambrosia merupakan hama penggerek kayu yang tinggal di dalam jaringan kayu tanaman dan hidup berasosiasi dengan jamur simbiosis penyebab penyakit pada tanaman. Salah satu tanaman inang kumbang ambrosia adalah tanaman kopi yang merupakan komoditas ekspor Indonesia. Budidaya tanaman kopi di Indonesia banyak dilakukan dengan sistem agroforestri multistrata seperti di Kota Batu, yaitu tanaman kopi ditanam di bawah beberapa jenis tanaman naungan. Jenis tanaman yang beranekaragam dapat berpengaruh terhadap keanekaragaman serangga. Selain itu, kelimpahan serangga dapat dipengaruhi oleh umur tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari keanekaragaman jenis kumbang ambrosia pada tanaman kopi yang berbeda umur serta dibudidayakan dengan sistem agroforestri multistrata di Kota Batu, Jawa Timur.

Penelitian dilaksanakan dari bulan April sampai dengan Juli 2018 di kebun kopi multistrata Perum Perhutani di Gunung Banyak, Kota Batu, Jawa Timur dan Laboratorium Hama, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Lokasi penelitian terdiri dari 2 plot pengamatan dengan plot KM1 terdapat tanaman kopi berumur 16 tahun, sedangkan plot KM2 terdapat tanaman kopi berumur 12 tahun. Data yang dikumpulkan berupa hasil wawancara dengan petani, data iklim dari BMKG, data analisis vegetasi, dan spesimen kumbang (dikumpulkan menggunakan perangkat botol). Spesimen diawetkan dengan alkohol 95% dan diidentifikasi berdasarkan karakter morfologi. Analisis data dilakukan dengan menghitung indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, kemerataan Pielou, dan dominansi Simpson's menggunakan program statistik *R Vegan Package* versi 3.5.0. Selain itu juga dilakukan uji t dengan tingkat kesalahan 0,05.

Berdasarkan hasil uji t, keanekaragaman jenis kumbang ambrosia di plot KM1 sama dengan KM2. Di kedua plot tersebut ditemukan 9 spesies yang terdiri dari: *Premnobius* sp., *Xylosandrus compactus* (Eichhoff), *Xylosandrus morigerus* (Blandford), *Xylosandrus discolor* (Blandford), *Xylosandrus* sp.1, *Xylosandrus* sp.2, *Xylosandrus* sp.3, dan *Cryptoxyleborus* sp., dan *Hypothenemus hampei*

(Ferrari). Tingkat keanekaragaman dan pemerataan jenis kumbang ambrosia pada plot KM1 lebih tinggi dibandingkan dengan KM2, sedangkan tingkat dominansi di plot KM1 lebih rendah dibandingkan dengan KM2 (terdapat dominansi *H. hampei*). Sementara itu, populasi kumbang ambrosia selama 8 kali pengambilan dipengaruhi oleh ketersediaan pakan atau inang, terjadinya hujan, dan aktivitas panen petani.



## SUMMARY

**RIZA PRAMAYSHELA. 145040201111196. Ambrosia Beetle Diversity in Multistrata Coffee Plants in Batu City, East Java. Supervised by Dr. Agr. Sc. Hagus Tarno, SP., MP. and Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng.**

---

The ambrosia beetle is a wood-borer pest that resides in the woody tissue of plants and lives in association with the fungus of the plant-causing symbionts. One of the host plants of ambrosia beetle is coffee that became one of Indonesia's export commodities. The cultivation of coffee plants in Indonesia is done with multistrata agroforestry system such as in Batu City, which is a planted coffee planted under some shade plant species. The diversity of plant species can affect the diversity of insect. In addition, the abundance of insects can also be identified by the age of the plant. This study aims to study the diversity of ambrosia beetle species in different age of coffee plants and cultivated with multistrata agroforestry system in Batu City, East Java.

The research was conducted from May to July 2018 at Perum Perhutani's multi-level coffee plantation in Gunung Banyak, Batu City, East Java and Pest Laboratory, Department of Pest and Disease, Faculty of Agriculture, Brawijaya University, Malang. The location of the research consisted of 2 plots of observation with KM1 plot contained 16 year old coffee plant, while KM2 plot contained 12 year old coffee plants. The data collected were included interviews with farmers, climate data from BMKG, vegetation analysis data, and beetle specimens (collected using bottle traps). The specimens were preserved with 95% alcohol and were identified by morphological characters. Data analysis was performed by calculating Shannon-Wiener's diversity index, Pielou's evenness, and Simpson's dominance using the Vegetable Package R version 3.5.0 program. In addition t test is also done with error rate of 0.05.

Based on t test results, the diversity of ambrosia beetle species in KM1 plot was the same as KM2. In both plots 9 species were found: *Premnobius* sp., *Xylosandrus compactus* (Eichhoff), *morigerus* (Blandford), *discolor* (Blandford), sp.1, sp.2, sp.3, and *Cryptoxyleborus* sp., and *Hypothenemus hampei* (Ferrari). The leveled of diversity and evenness of ambrosia beetle species in KM1 plot was higher than KM2 plot, while the dominance leveled in KM1 plot was lower than than KM2 plot (dominance of *H. hampei*). Meanwhile, the ambrosia beetle population during 8 sampling times in the TP plot was lower than MM because farmer activity in TP plot was higher than MM. The number of ambrosia beetle

populations can also be influenced by the availability of feed or host, the occurrence of rain, and farmers harvesting activities.



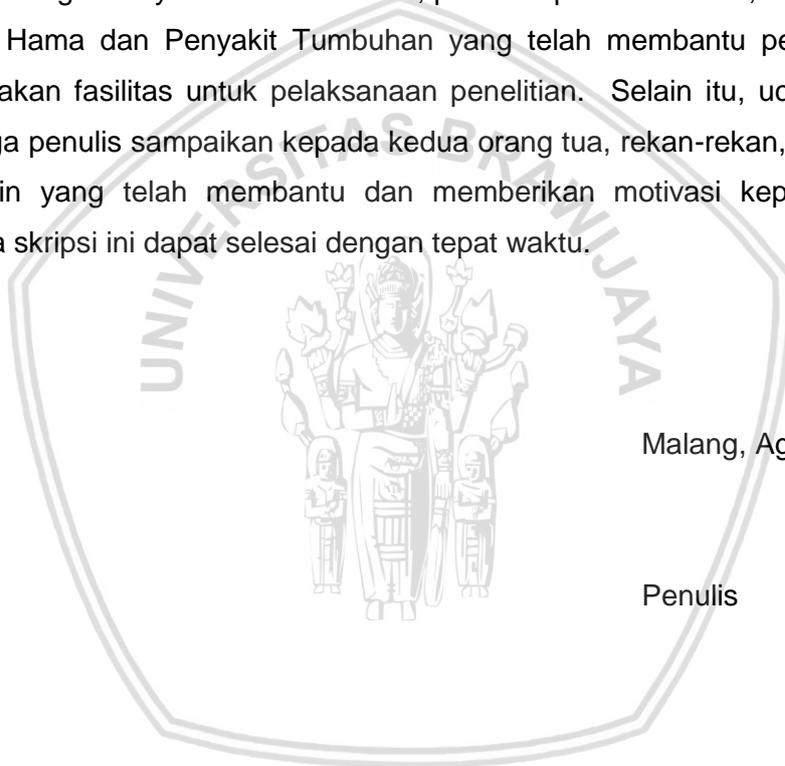
## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul Keanekaragaman Kumbang Ambrosia pada Tanaman Kopi Multistrata di Kota Batu, Jawa Timur.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Agr. Sc. Hagus Tarno, SP., MP. dan Ibu Rina Rachmawati, SP., MP., M.Eng. atas bimbingan, kritik, nasihat, serta arahan yang telah diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Perum Perhutani, ketua Lembaga Masyarakat Desa Hutan, petani kopi di Kota Batu, dan karyawan Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan yang telah membantu penulis dalam menyediakan fasilitas untuk pelaksanaan penelitian. Selain itu, ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada kedua orang tua, rekan-rekan, serta pihak-pihak lain yang telah membantu dan memberikan motivasi kepada penulis sehingga skripsi ini dapat selesai dengan tepat waktu.

Malang, Agustus 2018

Penulis

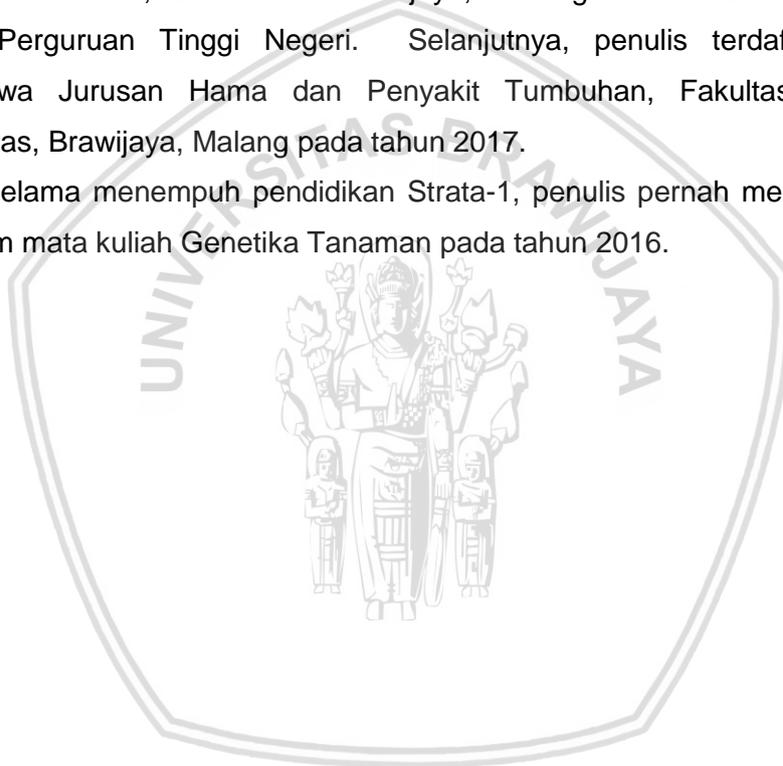


## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Malang pada tanggal 31 Juli 1996 sebagai anak kedua dari Bapak Bambang Pribadi dan Ibu Benita Triastutik Rahayu.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Negeri Selorejo 01 pada tahun 2002 sampai dengan tahun 2008. Setelah itu, penulis menempuh pendidikan di SLTP Negeri 01 Dau dari tahun 2008 sampai dengan tahun 2011 kemudian dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2014, penulis melanjutkan pendidikan di SMA Laboratorium UM, Malang. Pada tahun 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi di Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri. Selanjutnya, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas, Brawijaya, Malang pada tahun 2017.

Selama menempuh pendidikan Strata-1, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Genetika Tanaman pada tahun 2016.



## DAFTAR ISI

Halaman

<b>RINGKASAN</b> .....	7
<b>SUMMARY</b> .....	9
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	11
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	12
<b>DAFTAR ISI</b> .....	13
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	14
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	15
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2 Tujuan Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3 Manfaat Penelitian.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Morfologi Kumbang Ambrosia .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Siklus Hidup Kumbang Ambrosia .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 Perilaku Kumbang Ambrosia .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 Kebiasaan Makan Kumbang Ambrosia.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5 Asosiasi Kumbang Ambrosia.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6 Keanekaragaman Kumbang Ambrosia .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7 Dampak Serangan Kumbang Ambrosia .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.8 Tanaman Kopi.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9 Keanekaragaman Alfa dan Beta.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.10 Pengaruh Vegetasi terhadap Keanekaragaman Serangga.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
2.11 Hipotesis .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>III. METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2 Alat dan Bahan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3 Pelaksanaan Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.1 Penentuan Lokasi Pengamatan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.2 Pengumpulan Spesimen.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.3 Pengawetan dan Identifikasi Spesimen.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
3.3.4 Variabel Pengamatan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.5 Analisis Data.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Karakter Morfologi Kumbang Ambrosia yang Terperangkap .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2 Keanekaragaman Kumbang Ambrosia pada Tanaman Kopi Multistrata .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3 Populasi Kumbang Ambrosia yang Terperangkap.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2 Saran .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1	Lokasi plot pengamatan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2	Spesies, jumlah individu, karakter morfologi, dan peran spesimen kumbang ambrosia .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3	Nilai indeks keanekaragaman (H'), kemerataan (E), dan Dominansi (1 – D) jenis kumbang ambrosia pada tanaman kopi multistrata .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Lampiran		
1	Hasil penghitungan kerapatan relatif tanaman naungan di lokasi penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2	Hasil uji t keanekaragaman kumbang ambrosia pada tanaman kopi multistrata .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3	Data suhu dan kelembaban harian di lokasi penelitian	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4	Populasi kumbang ambrosia pada tanaman kopi berumur 16 tahun (KM1) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5	Populasi kumbang ambrosia pada tanaman kopi berumur 12 tahun (KM2) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6	Hasil uji t populasi kumbang ambrosia di lokasi penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
7	wawancara dengan petani kopi di Gunung Banyak	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1	Imago kumbang ambrosia <i>Xyleborus affinis</i> Eichhoff (Coleoptera: Scolytidae) dari arah lateral.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2	Variasi bentuk protibia: a) segitiga, b) membulat, c) menggembung.	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3	Variasi kemiringan elytra dari arah dorsal..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4	Kepala kumbang ambrosia yang diiris secara melintang	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5	Tanda serangan kumbang ambrosia <i>Xyleborus affinis</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
6	Peta lahan tanaman kopi di Gunung Banyak Kota Batu	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
7	Perangkap botol yang dipasang pada batang tanaman kopi .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
8	Desain pemasangan perangkap botol .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
9	<i>Premnobius</i> sp. ....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
10	<i>Xylosandrus compactus</i> (Eichhoff) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
11	<i>Xylosandrus morigerus</i> (Blandford) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
12	<i>Xylosandrus discolor</i> (Blandford) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
13	<i>Xylosandrus</i> sp.1 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
14	<i>Xylosandrus</i> sp.2.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
15	<i>Xylosandrus</i> sp.3.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
16	<i>Cryptoxyleborus</i> sp.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
17	<i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
19	Grafik populasi kumbang ambrosia pada tanaman kopi multistrata ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

Lampiran

- 1 Lahan tanaman kopi berumur 16 tahun (KM1)**Error! Bookmark not defined.**
- 2 Lahan tanaman kopi berumur 12 tahun (KM2)**Error! Bookmark not defined.**
- 3 Sebaran tanaman naungan di lokasi penelitian**Error! Bookmark not defined.**
- 4 Data curah hujan harian selama pengambilan spesimen**Error! Bookmark not defined.**



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kumbang ambrosia merupakan jenis kumbang yang termasuk dalam kelompok hama penggerek kayu dan banyak ditemukan di daerah hutan tropis. Kumbang tersebut tinggal di dalam jaringan kayu tanaman pada sistem galeri dan hidup berasosiasi dengan jamur simbiosis yang dapat menyebabkan tanaman menjadi sakit atau mati (Bumungsi *et al.*, 2008). Kumbang ambrosia dibagi menjadi dua famili, yaitu: Scolytidae dan Platypodidae dengan total spesies yang telah diketahui saat ini sekitar 7.400 spesies (Kirkendall *et al.*, 2015).

Di Texas dan Oklahoma telah dilaporkan sebanyak 180 spesies kumbang ambrosia Famili Scolytidae dan Platypodidae menyerang tanaman dari berbagai famili, seperti: Rosaceae, Leguminosae, Cucurbitaceae, dan Pinaceae (Atkinson *et al.*, 2013). Di Indonesia, terdapat beberapa spesies kumbang ambrosia yang telah dilaporkan menyerang tanaman tegakan hutan, seperti: merawan (Furqan, 2010), jati (Pratiwi *et al.*, 2012), dan sonokembang (Tarno *et al.*, 2014). Selain itu, di Hawaii juga telah dilaporkan terdapat kumbang ambrosia yang menyerang tanaman perkebunan, seperti kopi (Greco dan Wright, 2012).

Kopi termasuk salah satu komoditas yang banyak dibudidayakan dan berperan penting dalam perekonomian Indonesia. Luas lahan kopi di Indonesia pada tahun 2015 mencapai 1.230.001 ha yang tersebar hampir di seluruh provinsi, kecuali DKI Jakarta. Hasil produksi komoditas tersebut, selain digunakan untuk memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri juga diekspor ke berbagai negara yang berada di Benua Eropa, Amerika, Afrika, Australia, dan Asia (Badan Pusat Statistik, 2016). Pemenuhan kebutuhan kopi dapat terganggu saat terjadi penurunan produksi seperti pada tahun 2013 sampai dengan 2015. Pada tahun 2013, produksi kopi di Indonesia mencapai 675.881 ton dan pada tahun 2014 turun menjadi 643.857 ton. Kemudian pada tahun 2015, kembali mengalami penurunan menjadi 639.412 ton (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2015). Salah satu faktor yang dapat menyebabkan penurunan produksi kopi adalah adanya serangan hama dari kelompok kumbang ambrosia (Yahmadi, 2007).

Kumbang ambrosia yang telah dilaporkan menyerang tanaman kopi di Indonesia berasal dari Famili Scolytidae. Kumbang membuat lubang dan menyebabkan ujung ranting kopi layu, menguning, serta mati sehingga hasil kopi menurun. Hal tersebut menunjukkan bahwa serangan kumbang ambrosia dapat

merugikan secara ekonomi dan mengganggu aktivitas budidaya tanaman kopi (Rahayu *et al.*, 2006).

Budidaya tanaman kopi di Indonesia banyak dilakukan dengan menggunakan sistem agroforestri multistrata. Pada sistem tersebut, tanaman kopi ditanam di bawah beberapa jenis tanaman naungan, seperti: pohon legum, buah-buahan, kayu-kayuan, dan rempah (Rahayu *et al.*, 2006). Jenis tanaman yang beranekaragam pada sistem agroforestri multistrata dapat berpengaruh terhadap jenis-jenis organisme yang berada di ekosistem yang sama, termasuk jenis kumbang ambrosia. Selain keanekaragaman jenis tanaman, kegiatan budidaya yang dilakukan pada satu jenis tanaman dengan umur yang berbeda juga dapat berpengaruh terhadap kelimpahan organisme. Suatu organisme dapat ditemukan lebih melimpah pada umur tanaman tertentu (Wibowo, 2014 dan Tofani, 2008). Salah satu daerah di Indonesia yang telah menerapkan sistem agroforestri naungan multistrata pada budidaya tanaman kopi yang berbeda umur adalah Kota Batu, Jawa Timur. Studi mengenai keanekaragaman kumbang ambrosia pada tanaman kopi yang berbeda umur dan dibudidayakan dengan sistem agroforestri multistrata di Indonesia belum banyak diteliti. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tersebut untuk mempelajari serta memberikan informasi mengenai jenis-jenis kumbang ambrosia yang dapat ditemukan pada pertanaman kopi multistrata.

### **1.2 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari keanekaragaman jenis kumbang ambrosia pada tanaman kopi yang berbeda umur serta dibudidayakan dengan sistem agroforestri multistrata di Kota Batu, Jawa Timur.

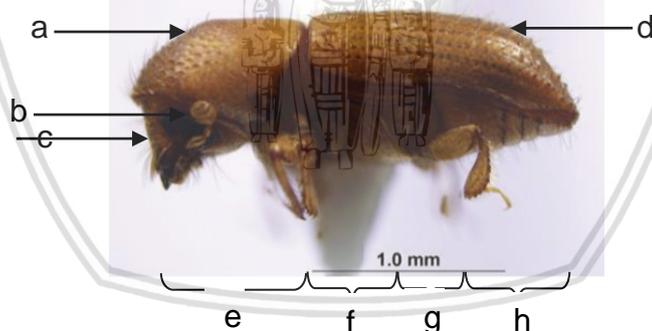
### **1.3 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber informasi mengenai keanekaragaman jenis kumbang ambrosia pada tanaman kopi di Kota Batu. Selain itu, juga dapat dijadikan sebagai dasar dalam melakukan pengendalian hama kumbang ambrosia.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

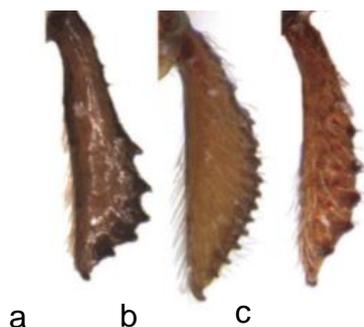
### 2.1 Morfologi Kumbang Ambrosia

Tubuh imago kumbang ambrosia (Gambar 1) dibagi menjadi tiga segmen, yaitu: kepala, toraks, dan abdomen (Jumar, 2010). Kepala kumbang ambrosia Famili Scolytidae biasanya lebih sempit dari pada pronotum sehingga bagian tersebut tertutup oleh pronotum jika dilihat dari arah dorsal. Sementara itu, kumbang ambrosia yang termasuk dalam Famili Platypodidae memiliki lebar kepala yang sama dengan lebar pronotum (Borror *et al.*, 2005). Pada bagian kepala terdapat mata majemuk atau mata faset. Mata faset kumbang ambrosia Famili Scolytidae selalu sama rata dengan kepala dan tidak menonjol. Bagian tersebut dapat berbentuk oval, terletak di pinggir (terutama di sekitar dasar antena), atau terletak secara terpisah. Selain itu, pada kepala juga terdapat antena yang menyiku. Antena tersebut terdiri dari tiga segmen dengan segmen pertama (*scape*) yang memanjang dan biasanya sepanjang kombinasi seluruh segmen selanjutnya. Segmen terakhir antena kumbang ambrosia disebut dengan *club*. Di antara *scape* dan *club* terdapat segmen yang berukuran lebih kecil dan disebut dengan *funicle* (Hulcr *et al.*, 2015).



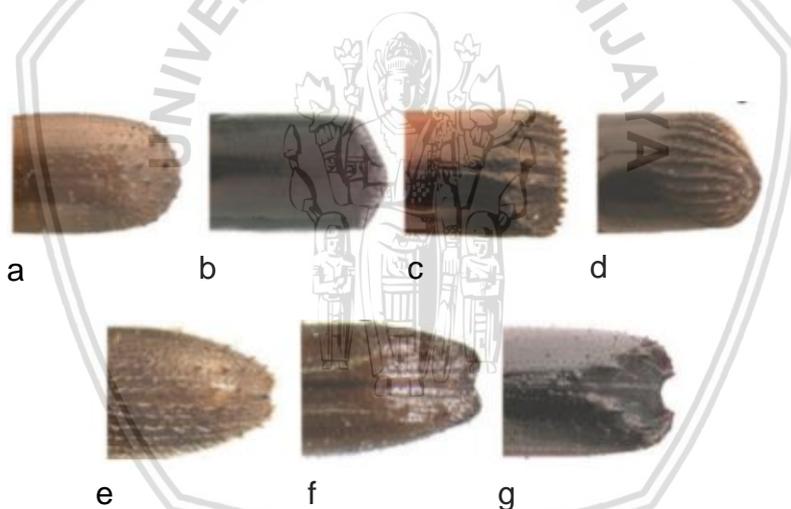
Gambar 1. Imago kumbang ambrosia *Xyleborus affinis* Eichhoff (Coleoptera: Scolytidae) dari arah lateral: a) pronotum, b) antena, c) kepala, d) elytra, e) protoraks, f) mesotoraks, g) metatoraks, h) abdomen (Sobel *et al.*, 2015)

Segmen tubuh kumbang ambrosia yang kedua adalah toraks. Toraks dibagi menjadi tiga bagian, yaitu: protoraks, mesotoraks, dan metatoraks dengan tungkai pada masing-masing bagian (Jumar, 2000). Pada tungkai terdapat bagian yang disebut dengan protibia (Gambar 2). Secara umum, bagian tersebut berukuran lebih lebar dari pada distal dan berduri serta dapat berbentuk segitiga, membulat, atau menggembung (Hulcr *et al.*, 2015).



Gambar 2. Variasi bentuk protibia: a) segitiga, b) membulat, c) menggembung (Hulcr *et al.*, 2015)

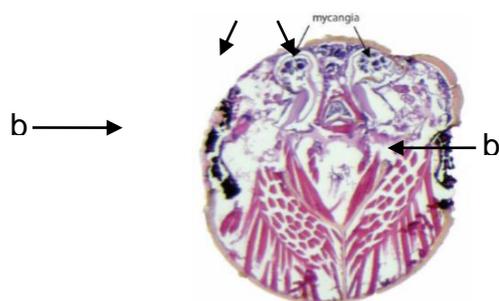
Pada mesotoraks terdapat sepasang sayap depan yang bersifat keras, tebal, tanpa vena, serta menutupi bagian mesotoraks dan metatoraks. Sayap tersebut disebut dengan elytra dan berfungsi untuk melindungi sayap belakang (Jumar, 2000). Pada permukaan elytra terdapat dua bagian utama, yaitu: striae dan interstriae. Striae ditandai dengan garis memanjang seperti tusukan di permukaan elytra, sedangkan interstriae merupakan bagian diantara striae. Pada bagian belakang elytra terdapat kemiringan elytra (Gambar 3) (Hulcr *et al.*, 2015).



Gambar 3. Variasi kemiringan elytra dari arah dorsal: a) rounded, b) broadened laterally, c) truncated, d) furrows and ridges, e) attenuated, f) emarginated, g) excavated (Hulcr *et al.*, 2015)

Pada metatoraks terdapat sepasang sayap belakang yang bersifat membranous. Sayap tersebut biasanya berukuran lebih panjang dari pada sayap depan. Sayap akan terlipat di bawah sayap depan saat kumbang istirahat (Jumar, 2000).

Pada tubuh kumbang ambrosia terdapat organ yang disebut dengan mycangia. Organ tersebut berfungsi untuk membawa spora jamur simbiotik. Mycangia dapat ditemukan pada bagian kepala (Gambar 4), toraks, dan elytra (Knizek dan Beaver, 2007).



Gambar 4. Kepala kumbang ambrosia yang diiris secara melintang: a) mycangia dan b) mata (Sobel *et al.*, 2015)

## 2.2 Siklus Hidup Kumbang Ambrosia

Siklus hidup kumbang ambrosia termasuk dalam metamorfosis sempurna (holometabola) yang dimulai dari telur, larva, pupa, dan kemudian menjadi serangga dewasa atau imago (Jumar, 2000). Telur kumbang ambrosia berbentuk oval, berwarna putih, tembus cahaya, dan memiliki ukuran yang bervariasi. Telur dapat diletakkan secara tunggal pada relung di sepanjang galeri, berkelompok pada sisi galeri secara berselang-seling, atau berkelompok pada satu sisi galeri. Telur tersebut akan menetas dalam waktu tujuh sampai dengan sepuluh hari setelah diletakkan (Raffa *et al.*, 2015 dan Wood, 2007).

Telur yang telah menetas akan berubah menjadi larva. Larva kumbang ambrosia berwarna putih, berbentuk seperti huruf C, tidak bertungkai, dan biasanya memiliki warna kepala cokelat. Larva terdiri dari dua sampai dengan lima instar. Larva yang telah membesar akan membersihkan diri dari frass dan kemudian membentuk pupa (Wood, 2007). Frass merupakan serbuk yang dihasilkan dari aktivitas penggerekkan dan terdiri dari campuran kotoran kumbang serta kayu yang telah dicerna atau belum (Kirkendall *et al.*, 2015).

Pada kondisi ideal, rata-rata stadia pupa berkisar antara enam sampai dengan sembilan hari untuk menjadi imago. Setelah menjadi imago, kumbang ambrosia akan meninggalkan inang untuk mencari inang baru. Akan tetapi, terdapat beberapa spesies yang tetap berada di dalam inang lama hingga membentuk beberapa generasi kemudian mencari inang baru (Wood, 2007).

## 2.3 Perilaku Kumbang Ambrosia

Sebagian besar spesies kumbang ambrosia hidup hanya di dalam jaringan tanaman berkayu yang baru ditebang, terluka, atau sakit. Imago kumbang ambrosia masuk ke dalam jaringan tanaman berkayu melalui sistem galeri. Kumbang yang menggerek atau membuat galeri pada jaringan tanaman berkayu disebut dengan kumbang *pioneer*. Pada saat kumbang tersebut menggerek jaringan tanaman, tanaman akan mengeluarkan resin untuk

mengusir kumbang. Akan tetapi, untuk mengatasi masalah tersebut kumbang *pioneer* yang telah mencapai area kambium inang akan mengeluarkan feromon sex untuk mengundang kumbang-kumbang lain. Feromon dibentuk di dalam tubuh kumbang dan dikeluarkan bersama dengan kotoran dalam frass dan kemudian disebarkan melalui udara. Saat galeri yang terbentuk sudah cukup dalam dan kumbang yang berlawanan jenis datang, kumbang jantan atau betina akan mengeluarkan suara melalui alat stridulasi yang biasanya terletak di ujung antena. Suara tersebut berfungsi sebagai sinyal yang digunakan untuk mengidentifikasi pasangan di dalam kelompok (Wood, 2007).

#### 2.4 Kebiasaan Makan Kumbang Ambrosia

Kumbang ambrosia melakukan aktivitas makan pada saat fase larva dan imago. Larva kumbang ambrosia baik Famili Scolytidae maupun Platypodidae dapat memakan jaringan tanaman atau jamur yang dibudidayakan di dalam sistem galeri secara langsung. Beberapa larva kumbang ambrosia juga memakan jaringan kayu yang ditumbuhi oleh jamur, sedangkan imago kumbang hanya memakan jaringan jamur. Akan tetapi, baik larva maupun imago sama-sama dianggap memakan jamur yang telah dibudidayakan. Secara tradisional, cara makan larva kumbang baik Famili Scolytidae maupun Platypodidae dibagi menjadi tujuh, yaitu: *phloeophage* (memakan jaringan floem serta dapat berasosiasi atau tidak berasosiasi dengan jamur), *myelophage* (memakan empulur ranting, cabang, atau batang kecil), *xylophage* (memakan jaringan xylem pada *sapwood* dan tidak membudidayakan jamur simbiotik), *xylomycetophage* (memakan jamur ektosimbiotik yang dibudidayakan di dalam kayu), *herbiphage* (memakan jaringan tanaman lunak yang masih segar atau telah kering, termasuk tanaman *herbaceous*), *spermatophage* (memakan biji besar yang keras serta jaringan buah), dan *mycophage* (memakan jamur yang tumbuh bebas atau jamur yang tidak dibudidayakan oleh kumbang) (Kirkendall *et al.*, 2015).

Di hutan yang beriklim sedang, sebagian besar spesies kumbang Scolytidae memakan dengan cara *phloeophage* atau *myelophage* dan hanya beberapa spesies memakan dengan cara *xylophage*. Sementara itu, pada hutan tropis sebagian besar kumbang memakan dengan cara *xylomycetophage*. Kebanyakan kumbang *phloeophage* dan *myelophage* memiliki inang yang spesifik, sedangkan kumbang yang memiliki banyak inang (*polyphage*) biasanya memakan dengan cara *xylomycetophage* (Wood, 2007).

#### 2.5 Asosiasi Kumbang Ambrosia

Kumbang ambrosia hidup berasosiasi dengan beberapa mikroba. salah satu mikroba tersebut adalah jamur (Fabig, 2011). Dalam berasosiasi dengan jamur, kumbang berperan sebagai serangga vektor yang menyebarkan spora jamur simbion dari tanaman inang satu ke tanaman inang yang lain. Spora jamur yang dibawa oleh kumbang ambrosia

di dalam mycangia dapat terlindungi dari jamur antagonis sehingga dapat tumbuh dan dapat dijadikan sebagai sumber pakan atau nutrisi bagi kumbang (Klepzig dan Six, 2004). Jenis-jenis jamur yang hidup berasosiasi dengan kumbang ambrosia antara lain: *Raffaelea* spp., *Ambrosiella* spp., *Ambrosiozyma* spp., *Candida* spp., *Flavodon ambrosius*, dan *Fusarium* (Hulcr dan Stelinski, 2017). Beberapa spesies jamur simbiosis bersifat patogen terhadap tanaman dan dapat menyebabkan tanaman menjadi sakit layu (Harrington *et al.*, 2008).

Selain jamur, kumbang ambrosia juga hidup berasosiasi dengan bakteri dan tungau. Bakteri berperan dalam membantu kerja sistem pencernaan kumbang. Bakteri yang dapat ditemukan dalam sistem pencernaan kumbang ambrosia antara lain: *Bacillus* sp., *Enterococcus* sp., *Pseudomonas putida*, *Sphingobacterium siyangense*. Sementara itu, tungau yang hidup berasosiasi dengan kumbang ambrosia berperan dalam menyebarkan dan memakan jamur ambrosia (Fabig, 2011).

Kumbang ambrosia juga hidup berasosiasi dengan nematoda. Nematoda tersebut dapat ditemukan di bagian belakang atau di bawah elytra. Nematoda dapat berperan sebagai pemakan mikroba, parasit serangga, atau predator nematoda. Beberapa spesies nematoda yang berasosiasi dengan kumbang ambrosia antara lain: *Contortylenchus* sp. (bersifat parasit terhadap serangga), *Bursaphelenchus rainulfi* Braasch (pemakan mikroba), dan *B. sinensis* (parasit serangga dan pemakan jamur) (Shimizu *et al.*, 2013).

## 2.6 Keanekaragaman Kumbang Ambrosia

Kumbang ambrosia dibagi menjadi dua famili, yaitu: Scolytidae dan Platypodidae. Saat ini telah diketahui lebih dari 6.000 spesies kumbang ambrosia termasuk dalam Famili Scolytidae dan 1.500 spesies termasuk dalam Famili Platypodidae (Knizek dan Beaver, 2007). Kumbang ambrosia Famili Scolytidae merupakan kelompok kumbang penggerek kayu dengan keanekaragaman spesies paling tinggi di dunia (Raffa *et al.*, 2015). Famili Scolytidae terdiri dari dua subfamili, yaitu: Hylesininae dan Scolytinae. Pada Subfamili Hylesininae terdapat tujuh suku, yaitu: Hylastini, Hylesinini, Tomicini, Phryxosomini, Bothrosternini, Phloeotribini, Phloeosinini, dan Hypoborini. Sementara itu, pada Subfamili Scolytinae terdapat sepuluh suku, yaitu: Scolytini, Ctenophorini, Micracini, Carphodicticini, Ipini, Dryocoetini, Xyleborini, Cryphalini, dan Corthylini (Wood, 2007).

## 2.7 Dampak Serangan Kumbang Ambrosia

Tanaman yang terserang oleh kumbang ambrosia dapat menunjukkan gejala seperti daun gugur. Sementara itu, tanda-tanda serangan kumbang ambrosia dapat dilihat dari adanya lubang pada batang, sistem galeri (Gambar 5a), frass (Gambar 5b) di sekitar lubang dan tanah. Terdapat dua jenis frass yang dibentuk oleh kumbang ambrosia, yaitu berupa serat atau serbuk. Serangan kumbang ambrosia juga dapat menyebabkan kematian pada

tanaman yang ditandai dengan jumlah lubang dan frass yang banyak. Batang atau cabang yang terserang menunjukkan gejala sekarat dan seluruh daun gugur (Tarno *et al.*, 2014).

Kumbang ambrosia seperti spesies *X. affinis* dapat menyebabkan kerusakan struktural pada kayu yang baru dipotong dan masih segar serta belum dikeringkan dan belum diberi perlakuan kimiawi. Kerusakan tersebut dapat dilihat dari adanya sistem terowongan di sepanjang bagian *sapwood*, dan jarang ditemukan di bagian *heartwood*. Pada kondisi yang lembab, lubang gerak dapat ditemukan pada kulit kayu dan di dalam xylem dalam jumlah yang banyak. Lubang tersebut akan terlihat jelas jika kayu dipotong. Spesies *X. Affinis* dapat menyebabkan kerusakan pada kayu yang lebih besar dari pada spesies lain karena pada spesies tersebut penggerekkan dilakukan baik oleh induk kumbang maupun anak kumbang betina (Sobel *et al.*, 2015).



Gambar 5. Tanda serangan kumbang ambrosia *Xyleborus affinis*: a) sistem galeri pada kayu yang telah dibelah, b) frass pada batang kayu (Sobel *et al.*, 2015)

Sistem galeri yang dibuat oleh kumbang ambrosia dapat mengganggu aktivitas transport nutrisi dan menyebabkan ujung ranting layu, ranting menghitam, daun menguning, hingga kematian pada ranting (Rahayu *et al.*, 2006). Selain itu, kumbang ambrosia juga dapat menjadi vektor jamur ambrosia yang bersifat patogen pada tanaman. Kebanyakan jamur patogen yang disebarkan oleh kumbang menyebabkan penyakit layu pada tanaman, seperti pada spesies *X. Affinis* (Sobel *et al.*, 2015).

Pengendalian kumbang ambrosia dapat dilakukan melalui pemusnahan sumber infeksi dengan cara memangkas kemudian membakar cabang-cabang atau ranting yang terserang dan kering. Pengendalian juga dapat dilakukan dengan cara memperbaiki pertanaman kopi dan menghambat perkembangan jamur ambrosia. Pada saat musim hujan, perlu dilakukan pengurangan atau pemangkasan pohon penayang agar suhu di sekitar pertanaman kopi meningkat dan kelembaban menurun sehingga proses perkembangan jamur ambrosia dapat ditekan (Yahmadi, 2007).

## 2.8 Tanaman Kopi

Kopi merupakan tanaman perkebunan yang berperan penting dalam perekonomian Indonesia karena telah meningkatkan devisa negara melalui kegiatan ekspor. Selain itu, perkebunan kopi juga telah membantu meningkatkan perekonomian petani pedesaan dan secara sosial telah menyediakan lapangan pekerjaan bagi masyarakat pedesaan (Rasiska dan Khairullah, 2017). Jenis kopi yang banyak dibudidayakan di Indonesia antara lain: arabika dan robusta (Prastowo *et al.*, 2010).

Pada kegiatan budidaya tanaman kopi, syarat tumbuh tanaman kopi jenis arabika berbeda dengan robusta. Kopi arabika dapat tumbuh pada ketinggian tempat 1.000 sampai dengan 2.000 mdpl. Curah hujan yang dibutuhkan adalah 1.250 sampai dengan 2.500 mm/tahun dan bulan kering (curah hujan kurang dari 60 mm/tahun) 1 sampai dengan 3 bulan serta membutuhkan suhu udara rata-rata 15 sampai dengan 25<sup>o</sup>C. Sementara itu, kopi robusta dapat tumbuh pada ketinggian tempat 100 sampai dengan 600 mdpl. Curah hujan yang dibutuhkan sama dengan kopi arabika. Akan tetapi, kopi robusta membutuhkan bulan kering sekitar 3 bulan dan suhu udara rata-rata 21 sampai dengan 24<sup>o</sup>C (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2014). Tanaman kopi merupakan salah satu tanaman perdu yang membutuhkan naungan (Rasiska dan Khairullah, 2017).

Di Indonesia, sebagian besar kegiatan budidaya tanaman kopi dilakukan dengan sistem agroforestri. Berdasarkan tanaman naungan, sistem tersebut dibagi menjadi dua, yaitu: sederhana dan multistrata. Pada sistem agroforestri sederhana hanya menggunakan naungan berupa pohon legum, sedangkan pada multistrata menggunakan tanaman naungan berupa pohon legum, kayu-kayuan, buah-buahan, dan rempah-rempah (Rahayu *et al.*, 2006). Terdapat dua jenis tanaman naungan, yaitu: sementara dan tetap. Tanaman naungan sementara merupakan tanaman yang ditanam untuk memberikan naungan pada tanaman kopi sebelum tanaman naungan tetap berfungsi. Tanaman yang biasanya dijadikan sebagai tanaman naungan sementara antara lain: *Crotalaria usaramoensis*, *Acacia villosa*, dan *Tephrosia candida*. Sementara itu, tanaman naungan tetap yang biasanya digunakan di Indonesia antara lain: sengon, lamtoro, dan dadap (Prastowo *et al.*, 2010).

## 2.9 Keanekaragaman Alfa dan Beta

Keanekaragaman alfa merupakan keanekaragaman atau kelimpahan spesies di dalam suatu komunitas. Kelimpahan tersebut merupakan jumlah suatu spesies di dalam kumpulan beberapa populasi yang menempati suatu area dalam kurun waktu tertentu (komunitas). Komunitas-komunitas yang berada di area yang sama biasanya dapat dibedakan berdasarkan tingkat taksonomi atau sifat ekologi. Keanekaragaman alfa dalam komunitas biasanya digambarkan sebagai ukuran kekayaan spesies dan tingkat kemiripan spesies (Dyke, 2008).

Sementara itu, keanekaragaman beta digunakan untuk mengukur nilai perubahan komposisi spesies di dalam suatu komunitas antar bentang lahan. Keanekaragaman tersebut memberikan wawasan mengenai ukuran kuantitatif keanekaragaman komunitas yang mengalami perubahan lingkungan sehingga menyediakan cara untuk membandingkan komunitas berbeda dalam bentang lahan. Selain itu juga memberikan wawasan tentang sensitivitas suatu spesies terhadap perubahan lingkungan dan ketergantungan antar spesies. Keanekaragaman beta juga dapat digunakan untuk mengukur gradien non-lingkungan dan pengaruh faktor lain terhadap suatu spesies (Dyke, 2008).

### 2.10 Pengaruh Vegetasi terhadap Keanekaragaman Serangga

Faktor vegetasi, seperti umur dan keanekaragaman vegetasi dapat berpengaruh terhadap keanekaragaman serangga. Semakin tua umur vegetasi, keanekaragaman serangga akan semakin tinggi. Keanekaragaman vegetasi baik pohon besar, kecil, semak belukar, maupun tumbuhan bawah juga dapat berpengaruh terhadap komposisi dan kelimpahan serangga (Tofani, 2008). Keanekaragaman vegetasi berfungsi dalam memberikan makanan (sebagai tanaman inang) dan membentuk jaring-jaring makanan dalam suatu ekosistem (Dinnage *et al.*, 2012).

Keanekaragaman jenis vegetasi di dalam suatu ekosistem dapat berpengaruh secara langsung terhadap keanekaragaman jenis serangga herbivora. Hal tersebut berkaitan dengan keberadaan tanaman inang. Semakin tinggi keanekaragaman jenis vegetasi, jenis serangga herbivora yang ada pada ekosistem tersebut juga semakin tinggi dan komunitas serangga semakin stabil. Jenis vegetasi yang semakin beragam menyebabkan jenis serangga herbivora semakin melimpah. Pada kondisi tersebut, keanekaragaman jenis serangga predator dan parasitoid juga akan semakin tinggi (Haddad *et al.*, 2011).

Perbedaan umur tanaman dapat menyebabkan perbedaan kondisi iklim mikro yang mendukung kehidupan serangga. Pada budidaya pohon mahoni muda, suhu udara rata-rata yang dihasilkan sekitar 28,53<sup>0</sup>C dengan kelembaban rata-rata 75,12%, sedangkan suhu udara rata-rata pada budidaya pohon mahoni tua sekitar 28,07<sup>0</sup>C dan kelembaban rata-rata 75,23%. Perbedaan suhu dan kelembaban tersebut dipengaruhi oleh kerapatan tajuk tanaman. Kerapatan tajuk tanaman yang berumur lebih muda relatif lebih jarang dibandingkan tanaman yang berumur lebih tua sehingga intensitas cahaya yang masuk akan lebih tinggi dan menyebabkan suhu permukaan lebih tinggi serta kelembaban lebih rendah (Wijayanto dan Nurunnajah, 2012). Beberapa jenis serangga membutuhkan kondisi lingkungan dengan kelembaban tertentu. Jenis serangga yang hidup berasosiasi dengan jamur, seperti kumbang ambrosia akan membutuhkan lingkungan yang lebih lembab sehingga semakin lembab maka lingkungan tersebut semakin mendukung kehidupan

serangga (Hulcr *et al.*, 2008). Kondisi lingkungan yang lebih lembab akan semakin mendukung pertumbuhan jamur ambrosia, seperti *Fusarium solani* (Mart.) yang berasosiasi dengan *Xylosandrus compactus*. Hal tersebut menyebabkan kondisi lingkungan juga akan semakin mendukung perkembangan *X. compactus* (Bukomeko *et al.*, 2017). Sementara itu, pada lingkungan dengan kelembaban yang lebih rendah dan kondisi suhu yang lebih tinggi dapat menghambat pertumbuhan jamur simbiosis ambrosia sehingga perkembangan kumbang ambrosia juga akan semakin terhambat (Six dan Bentz, 2006).

### 2.11 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini yaitu keanekaragaman jenis kumbang ambrosia pada tanaman kopi yang berumur 16 tahun lebih tinggi dari pada tanaman kopi berumur 12 tahun.



### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Juli 2018. Pengambilan spesimen kumbang ambrosia dilakukan di kebun kopi multistrata Perum Perhutani yang berlokasi di Gunung Banyak, Kota Batu, Jawa Timur. Sementara itu, identifikasi kumbang ambrosia dilakukan di Laboratorium c, Malang.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu: perangkap botol (berukuran 1,5 l), benang, gunting, plastik klip (berukuran 8 x 5 cm), klip kertas, piring gabus, kain saring, kuas, botol spesimen, cawan petri, kamera digital, meteran, *thermohygrometer*, *Global Positioning system* (GPS), mikroskop stereo (Olympus SZX-7), dan alat tulis.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu: alkohol 95%, larutan sabun, dan kertas label.

#### 3.3 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa kegiatan, yaitu: penentuan lokasi pengamatan, pengumpulan data primer dan data sekunder, pengawetan dan identifikasi spesimen, penentuan variabel pengamatan, dan analisis data. Data primer didapatkan melalui pengukuran suhu dan kelembaban udara di lokasi penelitian, pengumpulan spesimen kumbang ambrosia, dan analisis vegetasi untuk mengetahui komposisi tanaman naungan. Sementara itu, data sekunder yang digunakan berupa data mengenai budidaya kopi di Gunung Banyak, Kota Batu, Jawa Timur yang diperoleh dari wawancara dengan petani dan data iklim (curah hujan harian) yang diperoleh dari Stasiun Klimatologi Malang.

##### 3.3.1 Penentuan Lokasi Pengamatan

Lokasi pengamatan ditentukan berdasarkan hasil survey lapang. Lahan yang digunakan merupakan perkebunan kopi multistrata milik Perum Perhutani yang terletak di Kota Batu, Jawa Timur. Jenis kopi yang dibudidayakan pada lokasi tersebut adalah arabika dengan tanaman naungan seperti: pinus, mahoni, suren, alpukat, dan cengkeh, serta tanaman bawah seperti cabai dan talas. Lokasi pengamatan dibagi menjadi 2 plot (Gambar Lampiran 1 dan 2).

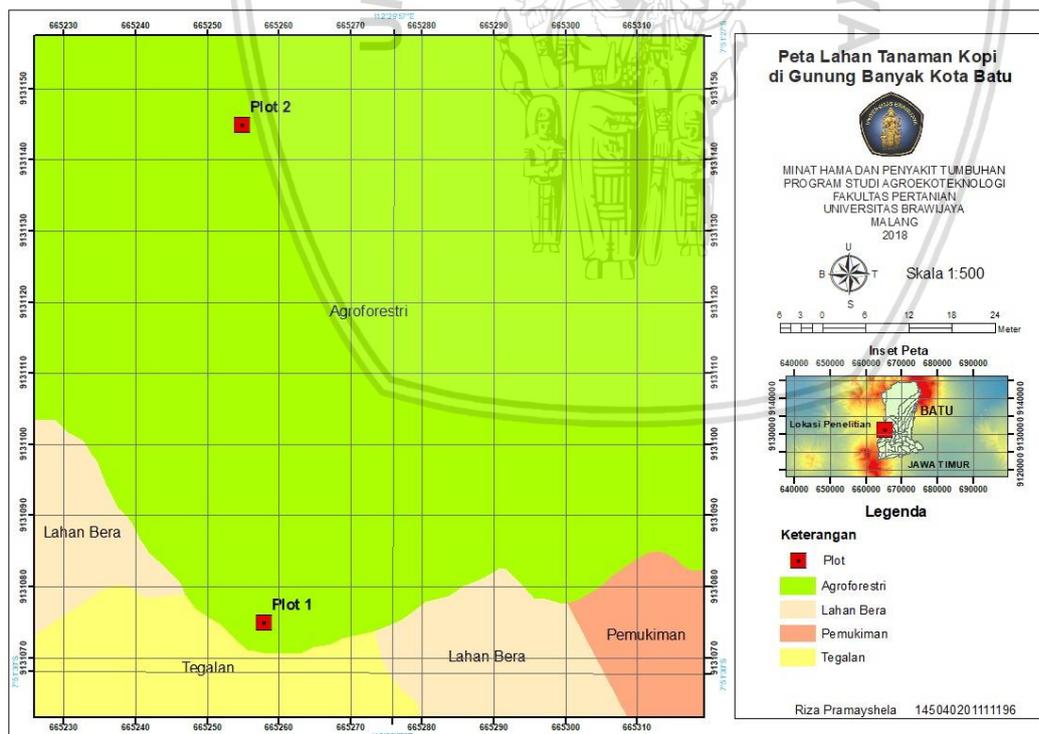
Plot yang digunakan pada penelitian berbentuk persegi panjang searah garis kontur dengan luas 180 x 20 m. Bentuk plot tersebut dapat menghasilkan kekayaan spesies yang lebih tinggi dari pada plot persegi panjang yang dibuat tegak lurus garis kontur karena perbedaan ketinggian tempat dari permukaan laut akan berpengaruh terhadap struktur dan komposisi tumbuhan sehingga juga berpengaruh terhadap organisme lainnya (Ali *et al.*, 2016).

Letak plot KM1 dan KM2 ditandai berdasarkan titik koordinat dan ketinggian tempat menggunakan GPS (Tabel 1) (Gambar 6). Jarak antara plot KM1 dan KM2 sekitar 40 m. Pada plot KM1, umur tanaman kopi sekitar 16 tahun dan pada plot KM2 umur tanaman kopi sekitar 12 tahun.

Tabel 1. Lokasi plot pengamatan

Plot	Elevasi (m dpl)	Koordinat
KM1	1022	007°51'29.77" LS 112°29'56.22" BT
KM2	1050	007°51'27.50" LS 112°29'56.11" BT

Keterangan: KM1= tanaman kopi berumur 16 tahun; KM2 = tanaman kopi berumur 12 tahun



Gambar 1. Peta lahan tanaman kopi di Gunung Banyak Kota Batu (plot 1 (KM1) = tanaman kopi umur 16 tahun, plot 2 (KM2) = tanaman kopi umur 12 tahun)

### 3.3.2 Pengumpulan Spesimen

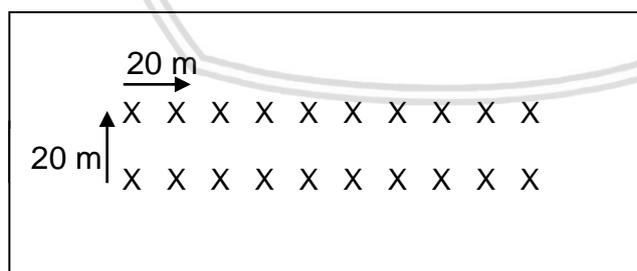
Pengumpulan spesimen kumbang ambrosia dilakukan dengan menggunakan perangkat botol yang dibuat dari botol berukuran 1,5 l dengan jendela pada salah satu

sisinya. Botol tersebut diberi air sabun dan umpan berupa alkohol 95%. Alkohol dimasukkan ke dalam plastik klip yang dibiarkan terbuka kemudian dipasang pada sisi jendela perangkat botol menggunakan klip kertas. Alkohol merupakan atraktan yang dapat menarik kumbang ambrosia (Burbano *et al.*, 2012). Pada bagian atas perangkat diberi piring gabus untuk meminimalisir penguapan dan mencegah air hujan agar tidak masuk ke dalam alkohol serta larutan sabun. Perangkat tersebut dipasang pada batang tanaman kopi.

Pemasangan perangkat dilakukan dengan posisi terbalik dan diikatkan pada batang tanaman kopi menggunakan benang sekitar 1 m dari permukaan tanah (Gambar 7). Pemasangan perangkat dilakukan pada ketinggian tersebut karena aktivitas terbang kumbang ambrosia berada pada ketinggian 0,5 sampai dengan 3,0 m di atas permukaan tanah (Reding *et al.*, 2010). Pemasangan perangkat dilakukan baik pada plot 1 maupun 2 secara sistematis dengan jarak 20 x 20 m dan pada setiap plot terdapat 40 perangkat (Gambar 8).



Gambar 2. Perangkat botol yang dipasang pada batang tanaman kopi: a) piring gabus, b) botol dengan satu jendela, c) plastik klip yang berisi alkohol 95%, d) larutan sabun



Gambar 3. Desain pemasangan perangkat botol (X = perangkat botol)

Pengumpulan spesimen kumbang ambrosia dilakukan setiap 3 hari sekali sebanyak 8 kali. Serangga yang terperangkap dan masuk ke dalam larutan sabun disaring menggunakan kain saring. Setelah itu, serangga disimpan di dalam botol spesimen yang telah diberi alkohol 95%.

### 3.3.3 Pengawetan dan Identifikasi Spesimen

Pengawetan spesimen kumbang ambrosia dilakukan secara basah menggunakan alkohol 95%. Kumbang tersebut dimasukkan ke dalam botol spesimen yang telah diisi alkohol 95% dengan menggunakan kuas. Setelah itu, dilakukan pemberian label pada botol berdasarkan waktu, plot, dan nomor perangkap. Selanjutnya, kumbang diidentifikasi menggunakan mikroskop stereo untuk mengetahui karakteristik morfologi kumbang seperti: bentuk tubuh, mata, protibia, pronotum, elytra, ukuran tubuh, dan warna tubuh. Identifikasi dilakukan hingga tingkat spesies berdasarkan buku Bark and Ambrosia Beetles of South America (Coleoptera, Scolytidae) (Wood, 2007) dan buku Records of the Zoological Survey of India (Maiti dan Saha, 1986).

### 3.3.4 Analisis Vegetasi

Analisis vegetasi dilakukan untuk mengetahui persentase jenis tanaman naungan yang berada di masing-masing plot pengamatan (Tabel Lampiran 1). Analisis tersebut dilakukan pada petak contoh berukuran 20 × 20 m yang dibuat baik di plot KM1 maupun KM2. Persentase jenis tanaman naungan (kerapatan relatif) didapatkan dengan menghitung kerapatan relatif setiap jenis tanaman naungan menggunakan rumus:

$$\text{Kerapatan Relatif (KR)} = \frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{Kerapatan seluruh jenis}} 100\%$$

Kerapatan jenis didapatkan dengan cara menghitung jumlah setiap jenis tanaman naungan di petak contoh yang telah dibuat. Setelah itu, hasil penghitungan tersebut dibagi dengan luas petak contoh kemudian dikonversikan ke dalam bentuk hektar (Ismaini *et al.*, 2015). Selain itu, juga dilakukan pemetaan tanaman naungan baik di plot KM1 maupun KM2 (Gambar Lampiran 3).

### 3.3.5 Variabel Pengamatan dan Analisis Data

Variabel pengamatan pada penelitian ini terdiri dari jumlah total individu, spesies kumbang ambrosia, jumlah spesies, dan jumlah individu setiap spesies. Jumlah total individu diperoleh dengan cara menghitung total individu pada setiap pengambilan spesimen (sebanyak 8 kali pengambilan). Sementara itu, spesies kumbang ambrosia diperoleh dari kegiatan identifikasi spesimen kumbang berdasarkan karakteristik morfologi. Setelah spesies kumbang diketahui, selanjutnya dilakukan penghitungan jumlah spesies yang ditemukan kemudian dilakukan penghitungan jumlah individu setiap spesies.

Data yang diperoleh berdasarkan variabel pengamatan dianalisis melalui penghitungan keanekaragaman alfa dengan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener ( $H'$ ), pemerataan Pielou ( $E$ ), dan dominansi Simpson's ( $D$ ) (Magurran, 2004). Seluruh penghitungan

keanekaragaman alfa dilakukan menggunakan program statistik *R Vegan Package* versi 3.5.0 (Oksanen, 2015). Adapun rumus-rumus yang digunakan untuk menghitung keanekaragaman alfa adalah sebagai berikut:

1. Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener ( $H'$ ) (Krebs, 1985 dalam Pawhestri *et al.*, 2015)

Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener digunakan untuk mengetahui kekayaan spesies pada suatu komunitas dan dapat menunjukkan keseimbangan dalam pembagian jumlah per individu per spesies.

$$H' = - \sum (P_i \ln P_i) \dots\dots\dots i$$

Keterangan:

$H'$  : indeks keanekaragaman

$P_i$  :  $n_i/N$

$n_i$  : jumlah individu spesies ke- $i$

$N$  : jumlah individu total

2. Indeks kemerataan Pielou ( $E$ ) (Krebs, 1985 dalam Pawhestri *et al.*, 2015)

Indeks kemerataan Pielou digunakan untuk mengetahui pola kemerataan spesies dengan spesies lain di dalam suatu komunitas.

$$E = \frac{H'}{\ln s} \dots\dots\dots ii$$

Keterangan:

$E$  : indeks kemerataan jenis

$H'$  : indeks keanekaragaman jenis

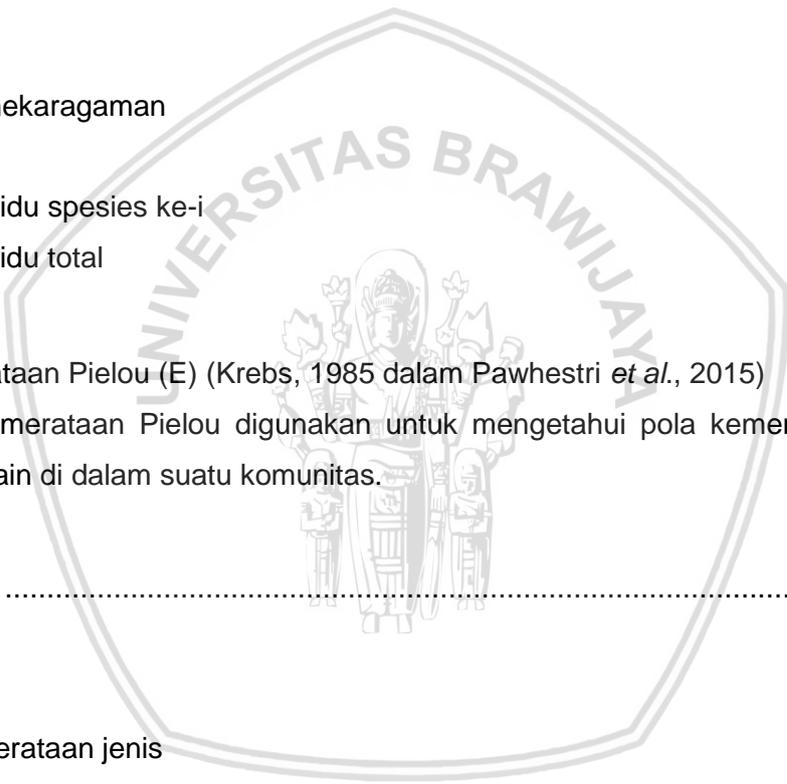
$\ln$  : logaritma natural

$s$  : jumlah jenis

3. Indeks dominansi Simpson's ( $1 - D$ ) (Oksanen *et al.*, 2006)

Indeks dominansi Simpson's digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya suatu spesies yang mendominasi spesies lain di dalam komunitas. Berdasarkan rumus  $D = \sum P_i^2$ , indeks dominansi diperoleh dengan rumus:

$$\text{Indeks Dominansi} = 1 - D \dots\dots\dots iii$$



Keterangan:

Pi :  $n_i/N$

ni : jumlah individu spesies ke-i

N : jumlah individu total

Selain analisis keanekaragaman alfa, untuk membandingkan keanekaragaman dan kelimpahan kumbang ambrosia yang ditemukan pada tanaman kopi berumur 16 tahun dan tanaman kopi berumur 12 tahun dilakukan melalui uji t dengan taraf kesalahan 0,05 (Sastrosupadi, 2000).



## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Karakter Morfologi Kumbang Ambrosia yang Terperangkap

Seluruh kumbang ambrosia yang ditemukan di lahan kopi multistrata baik pada tanaman kopi yang berumur 16 tahun maupun tanaman kopi yang berumur 12 tahun dicirikan dengan tepi basal elytra membentuk garis lurus dan melintang pada tubuh serta tidak terdapat crenulasi. Bagian kepala kumbang tertutup secara sebagian atau menyeluruh oleh pronotum jika dilihat dari arah dorsal. Menurut Wood (2007), kumbang dengan ciri-ciri tersebut termasuk dalam Famili Scolytidae dan Subfamili Scolytinae. Selain itu, kumbang ambrosia yang ditemukan terdiri dari dua suku, yaitu Xyleborini dan Cryphalini. Karakter morfologi kumbang ambrosia yang termasuk dalam suku Xyleborini berbeda dengan suku Cryphalini.

Kumbang ambrosia suku Xyleborini dicirikan dengan bagian tepi lateral pronotum terangkat atau tidak, metepisternum terlihat sepanjang ukuran panjang bagian tersebut dan bagian dorsal metepisternum sedikit tertutup elytra pada saat elytra terkunci, tepi lateral pronotum membulat, protibia meluas ke bagian apeks, dan bentuk mata *emarginate*. Menurut wood (2007), ciri-ciri tersebut dimiliki oleh kumbang suku Xyleborini. Sementara itu, suku Cryphalini dicirikan dengan tepi lateral pronotum sedikit terangkat, sebagian besar metepisternum tertutup oleh elytra, dan tepi costal elytra sedikit naik dari kemiringan ke bagian apeks elytra. Ciri-ciri tersebut merupakan ciri-ciri kumbang yang termasuk dalam suku Cryphalini (Wood, 2007). Berdasarkan hasil identifikasi terhadap spesimen kumbang ambrosia, didapatkan sembilan spesies kumbang (suku Xyleborini dan Cryphalini) dengan jumlah individu dan karakter morfologi yang berbeda-beda (Tabel 2).

Kumbang ambrosia yang termasuk dalam suku Xyleborini terdiri dari delapan spesies, yaitu: *Premnobius* sp., *Xylosandrus compactus* (Eichhoff), *Xylosandrus morigerus* (Blandford), *Xylosandrus discolor* (Blandford), *Xylosandrus* sp.1, *Xylosandrus* sp.2, *Xylosandrus* sp.3, dan *Cryptoxyleborus* sp.. Sementara itu, kumbang ambrosia yang termasuk dalam suku Cryphalini adalah *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Seluruh spesies tersebut termasuk dalam jenis kumbang ambrosia.

Tabel 1. Spesies, jumlah individu, karakter morfologi, dan peran spesimen kumbang ambrosia

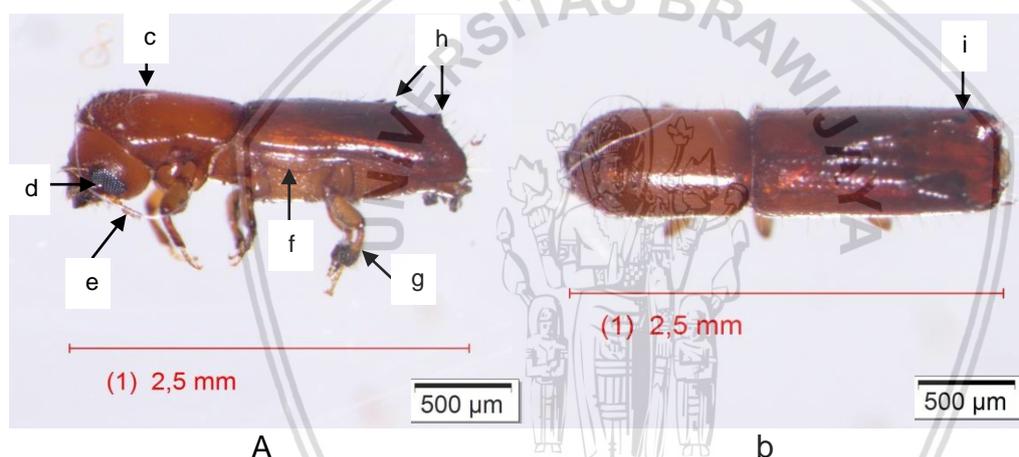
Spesies	Jumlah Individu (8x pengambilan spesimen)		Karakter Morfologi	Peran (Wood, 2007)
	KM1	KM2		
<i>Premnobius</i> sp.	7	3	Panjang tubuh 2,5 mm; tubuh ramping; kemiringan elytra cekung dan terdapat duri; tepi lateral pronotum terangkat; <i>club</i> antena <i>flattened</i> ; dan tubuh berwarna cokelat kemerahan	Penggerek kayu, ( <i>xylomycetophage</i> )
<i>Xylosandrus compactus</i>	32	22	Panjang tubuh 1,6 mm; elytra ramping dan sedikit lebih panjang dari pronotum; terdapat rambut strial pada kemiringan elytra; tepi lateral pronotum membulat; dan tubuh berwarna hitam; dan mata <i>deeply emarginate</i>	Penggerek kayu, ( <i>xylomycetophage</i> )
<i>Xylosandrus morigerus</i>	24	38	Panjang tubuh 1,7 mm; tubuh gemuk; kemiringan elytra cembung; tubuh berwarna cokelat kuning; panjang elytra 1,1 kali panjang pronotum; dan mata <i>deeply emarginate</i>	Penggerek kayu, ( <i>xylomycetophage</i> )
<i>Xylosandrus discolor</i>	3	2	Panjang tubuh 2,0 mm; tubuh gemuk; kemiringan elytra cembung dan tajam; panjang elytra hampir sama dengan pronotum; elytra berwarna cokelat kehitaman dan pronotum berwarna lebih terang; dan mata <i>deeply emarginate</i>	Penggerek kayu, ( <i>xylomycetophage</i> )
<i>Xylosandrus</i> sp.1	82	176	Panjang tubuh 2,4 mm; tubuh gemuk; kemiringan elytra cembung; tepi lateral pronotum membulat; warna tubuh cokelat kemerahan dengan bagian pronotum lebih terang; dan mata <i>deeply emarginate</i>	Penggerek kayu, ( <i>xylomycetophage</i> )
<i>Xylosandrus</i> sp.2	2	4	Panjang tubuh 2,5 mm; tubuh gemuk; kemiringan elytra cembung; tepi lateral pronotum membulat; warna tubuh hitam; dan mata <i>deeply emarginate</i>	Penggerek kayu, ( <i>xylomycetophage</i> )
<i>Xylosandrus</i> sp.3	3	1	Panjang tubuh 1,8 mm; tubuh gemuk; kemiringan elytra tajam; tepi lateral pronotum membulat; warna tubuh hitam; dan mata <i>deeply emarginate</i>	Penggerek kayu, ( <i>xylomycetophage</i> )
<i>Cryptoxyleborus</i> sp.	40	29	Panjang tubuh 2,1 mm; pronotum memanjang; elytra memanjang; kemiringan elytra meruncing; <i>disc</i> elytra mengkilap; warna tubuh cokelat; dan mata <i>emarginate</i>	Penggerek kayu, ( <i>xylomycetophagous</i> )
<i>Hypothenemus hampei</i>	1994	2890	Panjang tubuh 1,6 mm; kemiringan elytra cembung dan gradual (tidak tajam); <i>disc</i> elytra mengkilap; tepi lateral pronotum meruncing; dan warna tubuh cokelat gelap	Penggerek buah kopi, ( <i>spermatophage</i> )
<b>Jumlah individu</b>	<b>2187</b>	<b>3165</b>		
<b>Jumlah spesies</b>	<b>9</b>	<b>9</b>		

Keterangan: KM1 = tanaman kopi berumur 16 tahun, KM2 = tanaman kopi berumur 12 tahun

Spesies-spesies kumbang yang ditemukan di lokasi penelitian baik plot KM1 maupun KM2 termasuk dalam kumbang ambrosia karena hidup berasosiasi dengan jamur simbiosis, seperti: jamur *Afroraffaelea* yang bersimbiosis dengan kumbang ambrosia dari genus

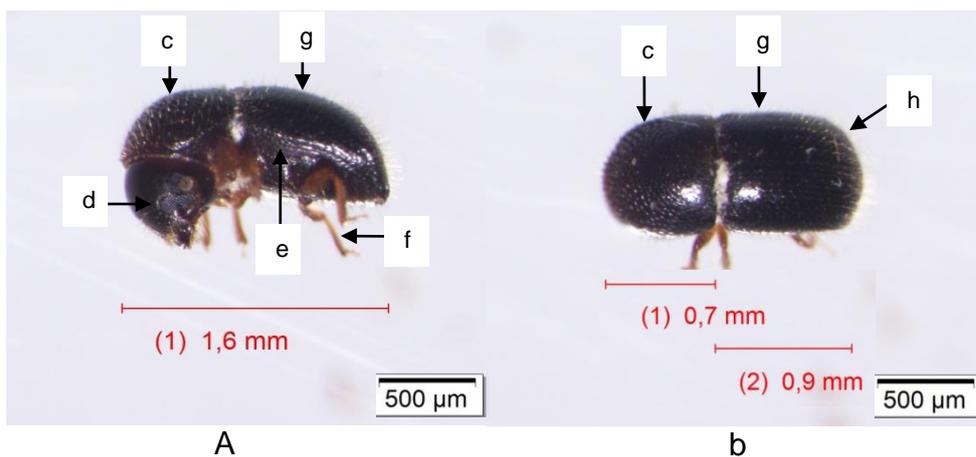
Premnobius, *Ambrosiella* spp. dengan *Xylosandrus* sp., dan *Fusarium solani* dengan *Hypothenemus hampei*, sedangkan pada genus *Cryptoxyleborus* belum terdapat laporan mengenai jenis jamur simbiosis yang berasosiasi dengan kumbang dari genus tersebut. Akan tetapi, *Cryptoxyleborus* sp. telah dilaporkan memiliki organ mycangia pada bagian elytra yang berfungsi membawa spora jamur (Ramos *et al.*, 2000; Hulcr dan Stelinski, 2017).

**Premnobius sp.** yang ditemukan pada penelitian ini dicirikan dengan panjang tubuh 2,5 mm; tubuh ramping; kemiringan elytra cekung dan terdapat duri; tepi lateral pronotum terangkat; *club* antena *flattened*; tubuh berwarna cokelat kemerahan; bentuk mata *emarginate*; metepisternum terlihat sepanjang bagian tersebut pada saat elytra terkunci; dan protibia meluas ke bagian apeks (Gambar 9). Menurut Wood (2007), ciri-ciri kumbang ambrosia yang termasuk dalam genus *Premnobius* antara lain: *club* antena berbentuk *flattened*, tepi lateral pronotum terangkat, panjang tubuh 1,4 sampai dengan 4,7 mm, kemiringan elytra cekung dan terdapat duri, tubuh terlihat ramping.



Gambar 1. *Premnobius* sp. (perbesaran 20x): a) dari arah lateral, b) dari arah dorsal, c) pronotum, d) mata majemuk, e) club antena, f) metepisternum, g) protibia, h) duri, dan i) kemiringan elytra

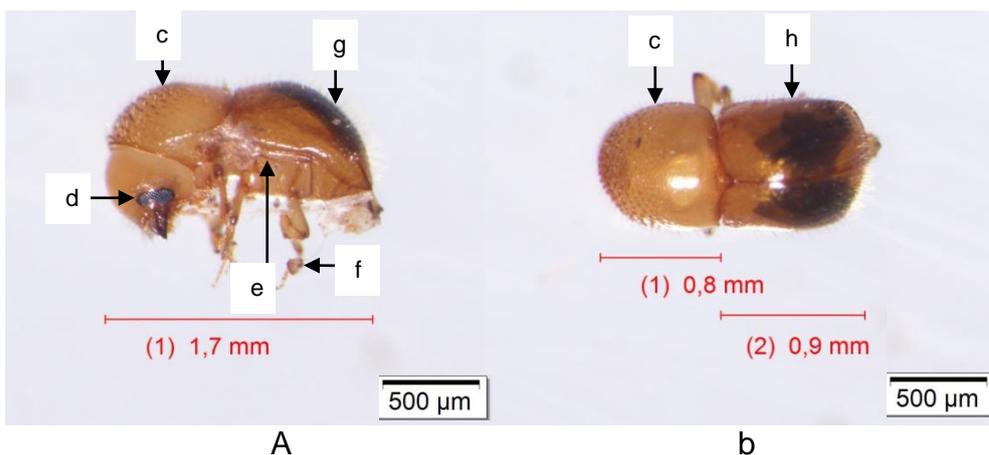
***Xylosandrus compactus*** dicirikan dengan panjang tubuh 1,6 mm; elytra ramping dan sedikit lebih panjang dari pronotum (1,3 kali panjang pronotum); terdapat rambut strial pada kemiringan elytra; tepi lateral pronotum membulat; dan tubuh berwarna hitam; mata *deeply emarginate*; metepisternum terlihat sepanjang bagian tersebut pada saat elytra terkunci; dan protibia meluas ke bagian apeks (Gambar 10). Menurut Wood (2007), *X. compactus* betina dicirikan dengan panjang tubuh antara 1,4 sampai dengan 1,7 mm; tubuh kumbang saat dewasa berwarna cokelat gelap hingga hitam; dan panjang elytra 1,3 kali panjang pronotum.



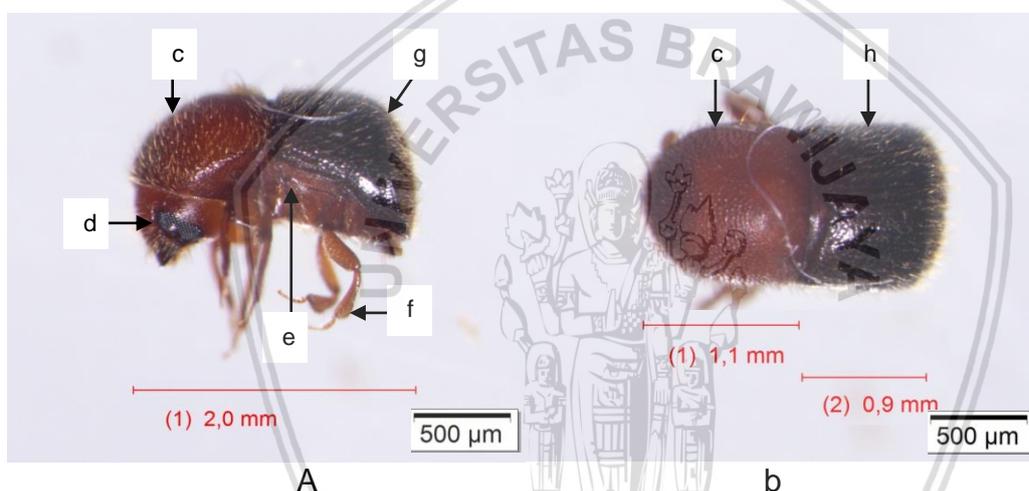
Gambar 2. *Xylosandrus compactus* (Eichhoff) (perbesaran 20x): a) dari arah lateral, b) dari arah dorsal, c) pronotum, d) mata majemuk, e) metepisternum, f) protibia, g) elytra, dan h) kemiringan elytra

***Xylosandrus morigerus*** dicirikan dengan panjang tubuh 1,7 mm; tubuh gemuk; kemiringan elytra cembung; tubuh berwarna cokelat kuning; panjang elytra 1,1 kali panjang pronotum; mata *deeply emarginate*; metepisternum terlihat sepanjang bagian tersebut pada saat elytra terkunci; dan protibia meluas ke bagian apeks (Gambar 11). Menurut Wood (2007), *X. morigerus* dicirikan dengan panjang tubuh kumbang betina antara 1,4 sampai dengan 1,7 mm; elytra 1,1 kali panjang pronotum; kemiringan elytra cembung; dan tubuh berwarna kekuningan atau cokelat kemerahan.

***Xylosandrus discolor*** dicirikan dengan panjang tubuh 2,0 mm; tubuh gemuk; kemiringan elytra cembung dan tajam; panjang elytra hampir sama dengan pronotum; elytra berwarna cokelat kehitaman dan pronotum berwarna lebih terang; mata *deeply emarginate*; metepisternum terlihat sepanjang bagian tersebut pada saat elytra terkunci; dan protibia meluas ke bagian apeks (Gambar 12). Menurut Wood (2007), genus *Xylosandrus* dicirikan dengan bagian mata *emarginate*, metepisternum terlihat sepanjang bagian tersebut saat elytra terkunci, dan protibia meluas ke bagian apeks. Maiti dan Saha (1986) menambahkan bahwa *X. discolor* dicirikan dengan panjang tubuh 1,9 sampai dengan 2,0 mm, tubuh gemuk, kemiringan elytra cembung dan tajam, panjang elytra hampir sama dengan pronotum, dan elytra berwarna cokelat kehitaman, sedangkan pronotum berwarna lebih terang.

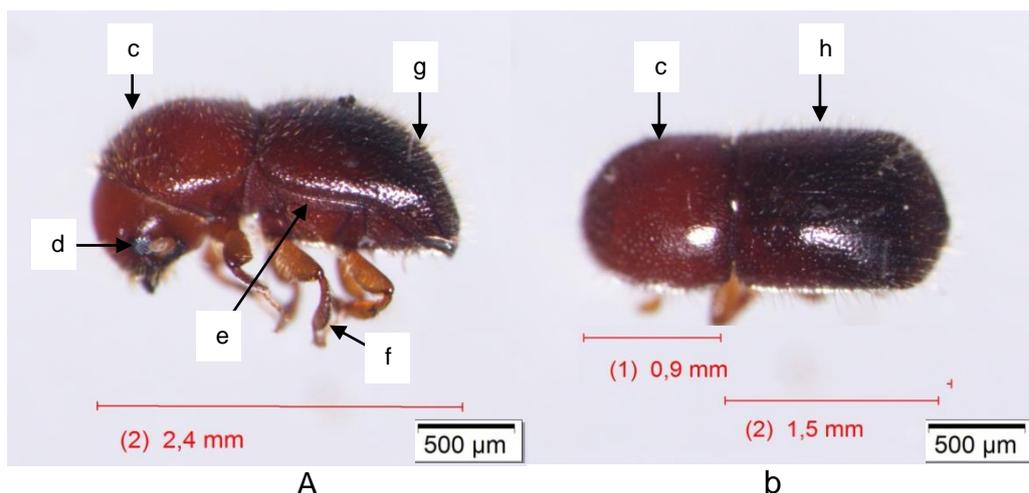


Gambar 3. *Xylosandrus morigerus* (Blandford) (perbesaran 20×): a) dari arah lateral, b) dari arah dorsal, c) pronotum, d) mata majemuk, e) metepisternum, f) protibia, g) kemiringan elytra, dan h) elytra



Gambar 4. *Xylosandrus discolor* (Blandford) (perbesaran 20×): a) dari arah lateral, b) dari arah dorsal, c) pronotum, d) mata majemuk, e) metepisternum, f) protibia, g) kemiringan elytra, dan h) elytra

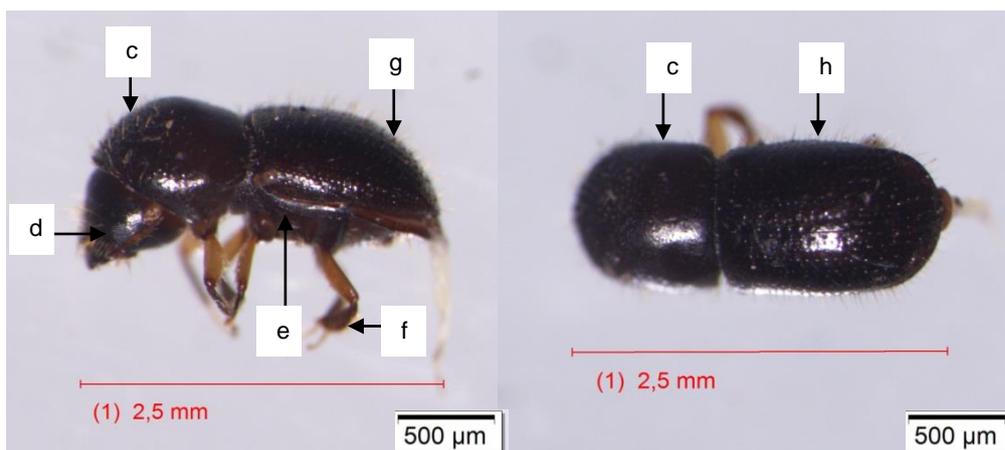
***Xylosandrus sp.1*** dicirikan dengan panjang tubuh 2,4 mm; tubuh gemuk; kemiringan elytra cembung; tepi lateral pronotum membulat; warna tubuh coklat kemerahan dengan bagian pronotum lebih terang; mata *deeply emarginate*; metepisternum terlihat sepanjang bagian tersebut pada saat elytra terkunci; dan protibia meluas ke bagian apeks (Gambar 13). Menurut Wood (2007), kumbang ambrosia yang termasuk dalam genus *Xylosandrus* dicirikan dengan panjang tubuh 1,3 sampai dengan 5,0 mm, warna tubuh coklat muda hingga hitam, mata majemuk berbentuk *deeply emarginate*, tubuh gemuk, dan kemiringan elytra cembung.



Gambar 5. *Xylosandrus* sp.1 (perbesaran 20x): a) dari arah lateral, b) dari arah dorsal, c) pronotum, d) mata majemuk, e) metepisternum, f) protibia, g) kemiringan elytra, dan h) elytra

***Xylosandrus* sp.2** dicirikan dengan panjang tubuh 2,5 mm; tubuh gemuk; kemiringan elytra cembung; tepi lateral pronotum membulat; warna tubuh hitam; mata *deeply emarginate*; metepisternum terlihat sepanjang bagian tersebut pada saat elytra terkunci; dan protibia meluas ke bagian apeks (Gambar 14). Menurut Wood (2007), kumbang ambrosia yang termasuk dalam genus *Xylosandrus* dicirikan dengan dicirikan dengan panjang tubuh 1,3 sampai dengan 5,0 mm, warna tubuh coklat muda hingga hitam, mata majemuk berbentuk *deeply emarginate*, tubuh gemuk, dan kemiringan elytra cembung.

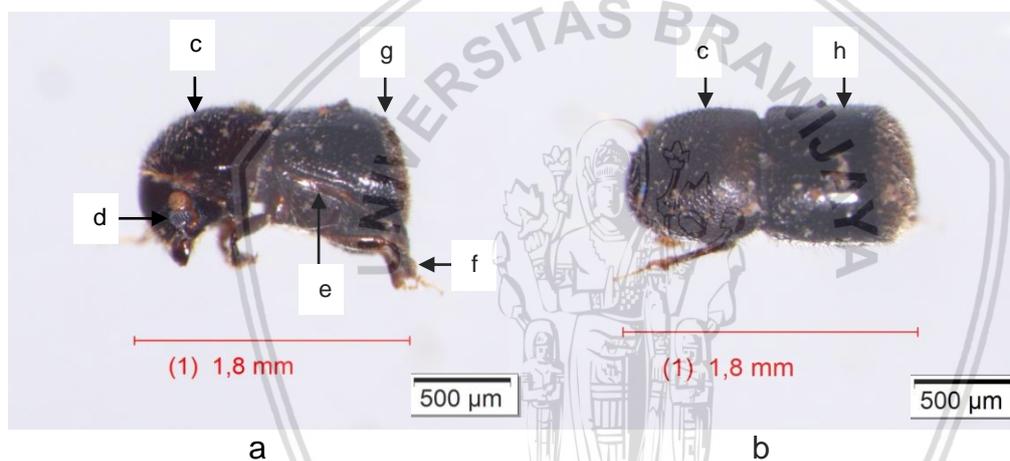
***Xylosandrus* sp.3** dicirikan dengan panjang tubuh 1,8 mm; tubuh gemuk; kemiringan elytra tajam; tepi lateral pronotum membulat; warna tubuh hitam; mata *deeply emarginate*; metepisternum terlihat sepanjang bagian tersebut pada saat elytra terkunci; dan protibia meluas ke bagian apeks (Gambar 15). Menurut Wood (2007), kumbang ambrosia yang termasuk dalam genus *Xylosandrus* dicirikan dengan dicirikan dengan panjang tubuh 1,3 sampai dengan 5,0 mm, warna tubuh coklat muda hingga hitam, mata majemuk berbentuk *deeply emarginate*, tubuh gemuk, dan kemiringan elytra cembung.



A

b

Gambar 6. *Xylosandrus* sp.2 (perbesaran 20×): a) dari arah lateral, b) dari arah dorsal, c) pronotum, d) mata majemuk, e) metepisternum, f) protibia, g) kemiringan elytra, dan h) elytra

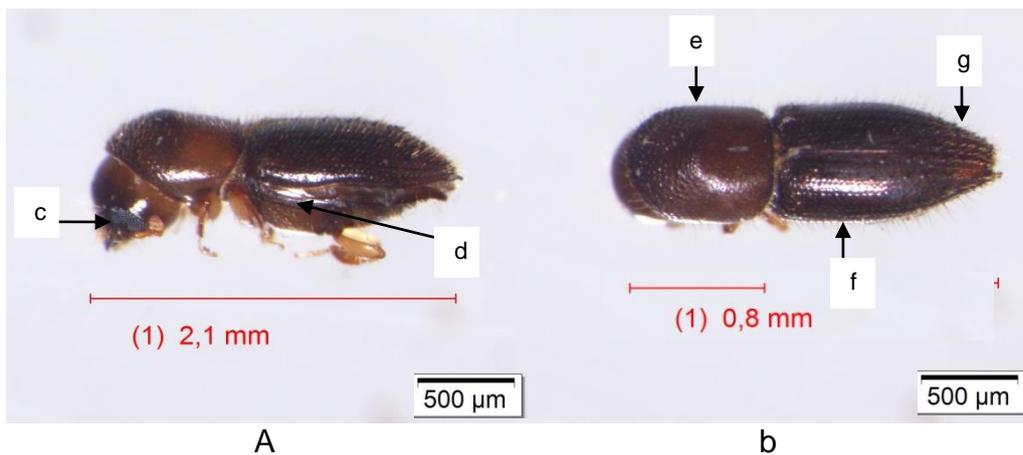


a

b

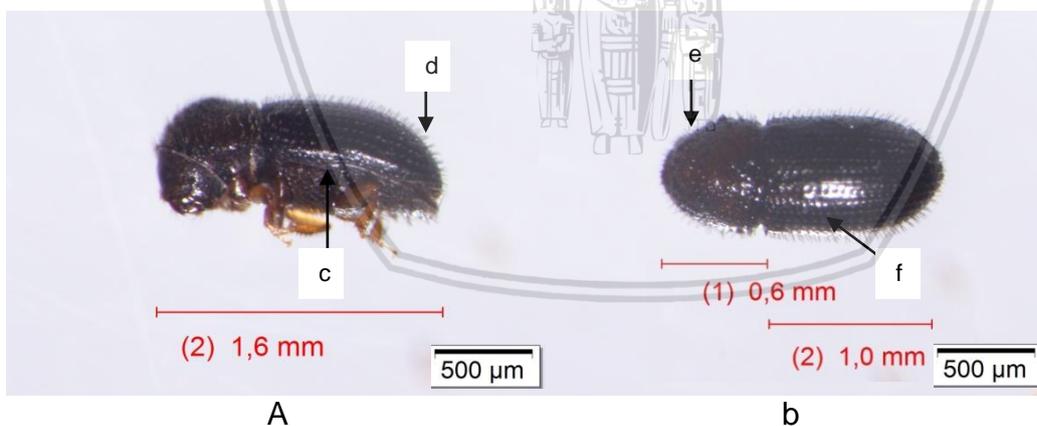
Gambar 7. *Xylosandrus* sp.3 (perbesaran 20×): a) dari arah lateral, b) dari arah dorsal, c) pronotum, d) mata majemuk, e) metepisternum, f) protibia, g) kemiringan elytra, dan h) elytra

***Cryptoxyleborus* sp.** dicirikan dengan panjang tubuh 2,1 mm; pronotum memanjang; elytra memanjang (1,6 kali panjang pronotum); kemiringan elytra meruncing; *disc* elytra mengkilap; warna tubuh coklat; bentuk mata *emarginate* (Gambar 16). Menurut Beaver dan Hulcr (2008), genus *Cryptoxyleborus* dicirikan dengan panjang tubuh antara 1,5 sampai dengan 4,8 mm; pronotum memanjang; elytra memanjang (1,4 sampai dengan 2,0 kali panjang pronotum); bagian posterior elytra meruncing; dan biasanya *disc* elytra mengkilap.



Gambar 8. *Cryptoxyleborus* sp. (perbesaran 20x): a) dari arah lateral, b) dari arah dorsal, c) mata majemuk, d) metepisternum, e) pronotum, f) disc elytra, dan g) kemiringan elytra.

***Hypothenemus hampei*** dicirikan dengan panjang tubuh 1,6 mm; kemiringan elytra cembung dan gradual (tidak tajam); tepi lateral pronotum meruncing; warna tubuh cokelat gelap; disc elytra mengkilap; sebagian besar metepisternum tertutup oleh elytra; dan tepi costal elytra sedikit naik dari kemiringan ke bagian apeks elytra (Gambar 17). Menurut Wood (2007), *H. hampei* dicirikan dengan panjang tubuh betina antara 1,4 sampai dengan 1,6 mm; warna tubuh kumbang dewasa cokelat gelap; disc elytra terlihat mengkilap; dan kemiringan elytra gradual.



Gambar 9. *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (perbesaran 20x): a) dari arah lateral, b) dari arah dorsal, c) metepisternum, d) kemiringan elytra, e) pronotum, f) disc elytra

#### 4.2 Keanekaragaman Kumbang Ambrosia pada Tanaman Kopi Multistrata

Hasil analisis indeks keanekaragaman kumbang ambrosia pada tanaman kopi multistrata menunjukkan bahwa keanekaragaman, tingkat pemerataan, dan dominansi jenis

baik pada tanaman kopi berumur 16 tahun dan tanaman kopi berumur 12 tahun adalah sama (Tabel 3).

Tabel 2. Nilai indeks keanekaragaman ( $H'$ ), kemerataan ( $E$ ), dan Dominansi ( $1 - D$ ) jenis kumbang ambrosia pada tanaman kopi multistrata

Plot Pengamatan	Indeks		
	Keanekaragaman ( $H'$ )	Kemerataan ( $E$ )	Dominansi ( $1 - D$ )
KM1	0,43	0,20	0,83
KM2	0,40	0,18	0,84

Keterangan: KM1 = tanaman kopi berumur 16 tahun, KM2= tanaman kopi berumur 12 tahun

**Nilai indeks keanekaragaman ( $H'$ ) dan kemerataan ( $E$ )** jenis kumbang ambrosia di plot KM1 lebih tinggi dibandingkan dengan KM2. Akan tetapi, jenis kumbang ambrosia yang ditemukan di plot KM1 sama dengan KM2. Hasil uji t juga menunjukkan bahwa keanekaragaman jenis kumbang ambrosia baik pada plot KM1 maupun KM2 adalah sama ( $P = 0,497248$ ,  $P > 0,05$ ) (Tabel Lampiran 2). Hal tersebut dapat dilihat dari jumlah spesies dan spesies yang ditemukan pada plot KM1 sama dengan KM2, yaitu terdapat 9 spesies yang terdiri dari *Premnobius* sp., *X. compactus*, *X. morigerus*, *X. discolor*, *Xylosandrus* sp.1, *Xylosandrus* sp.2, *Xylosandrus* sp.3, *Cryptoxyleborus* sp., dan *H. hampei*.

Kesamaan jumlah spesies dan spesies baik di plot KM1 maupun KM2 juga menunjukkan bahwa perbedaan suhu dan kelembaban di masing-masing plot (Tabel Lampiran 3) tidak berpengaruh terhadap keanekaragaman jenis kumbang ambrosia. Berdasarkan hasil pengukuran suhu dan kelembaban udara harian selama pengambilan spesimen didapatkan bahwa rata-rata suhu udara rata-rata di plot KM1 adalah  $25,76^{\circ}\text{C}$ , sedangkan di plot KM2  $26,06^{\circ}\text{C}$ . Sementara itu, kelembaban udara rata-rata di plot KM1 adalah 79,62% , sedangkan di plot KM2 adalah 78,93%. Menurut Brar *et al.* (2015), Frank dan Ranger (2016), suhu optimum yang dibutuhkan kumbang ambrosia untuk berkembang adalah 24 hingga  $32^{\circ}\text{C}$  dan kumbang tersebut lebih menyukai lingkungan dengan kelembaban antara 70 hingga 90%. Selain itu, kedua plot penelitian berada pada lokasi yang berdekatan sehingga suhu dan kelembaban udara di kedua plot tersebut hampir sama. Selanjutnya, Hulcr *et al.* (2008) menambahkan bahwa perubahan komposisi komunitas spesies lebih dipengaruhi oleh fluktuasi suhu dan kelembaban tahunan dari pada suhu dan kelembaban harian.

Menurut Masfiah *et al.* (2014), salah satu faktor yang mempengaruhi keberadaan suatu jenis serangga di dalam suatu ekosistem adalah keanekaragaman tanaman penyusun struktur lansekap. Pada penelitian ini, jenis-jenis tanaman berkayu yang berada baik di plot KM1 maupun KM2 adalah sama, yaitu: tanaman kopi, pinus, mahoni, suren, gallito, alpukat,

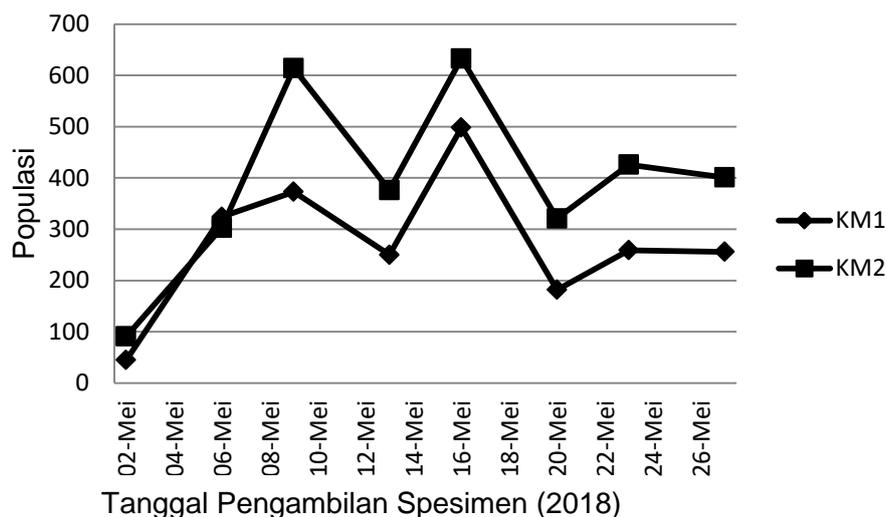
dan cengkeh. Hal tersebut menyebabkan spesies-spesies kumbang ambrosia yang ditemukan di kedua plot juga sama. Keberadaan suatu spesies dalam suatu ekosistem juga dipengaruhi oleh keberadaan inang (Larasati *et al.*, 2013).

Kisaran inang kumbang ambrosia yang termasuk dalam suku Xyleborini mencakup tanaman dari berbagai famili, seperti: Meliaceae (suren dan mahoni), Pinaceae (pinus), Lauraceae (alpukat), Myrtaceae (cengkeh), dan Rubiaceae (kopi) (Hulcr *et al.*, 2007; Hanula *et al.*, 2008; Gomez *et al.*, 2013; dan Burbano *et al.*, 2018). Kumbang ambrosia suku Xyleborini seperti *Premnobius* sp. dapat ditemukan di lokasi penelitian baik plot KM1 maupun KM2 karena di kedua plot tersebut terdapat tanaman cengkeh. Menurut Beaver dan Loyttyniemi (2016), salah satu inang kumbang ambrosia genus *Premnobius* adalah tanaman yang termasuk dalam Famili Myrtaceae, seperti cengkeh. Kumbang ambrosia suku Xyleborini lain seperti *X. compactus*, *X. morigerus*, dan *X. discolor* juga ditemukan di lokasi penelitian karena di lokasi tersebut terdapat tanaman kopi. Menurut Burbano *et al.* (2018), Beaver *et al.* (2008), dan Yahmadi (2007) tanaman kopi merupakan inang dari ketiga spesies tersebut. Tanaman kopi juga merupakan inang *H. hampei* (Jaramillo *et al.*, 2006) sehingga spesies tersebut juga ditemukan di lokasi penelitian.

**Nilai indeks dominansi (1 – D)** jenis kumbang ambrosia di plot KM1 lebih rendah dibandingkan dengan KM2. Akan tetapi, di kedua plot tersebut terdapat dominansi jenis kumbang ambrosia yang sama, yaitu *H. hampei*. Hal tersebut dapat dilihat dari jumlah populasi *H. hampei* selama 8 kali pengambilan spesimen lebih tinggi dibandingkan dengan spesies lain (Tabel Lampiran 4 dan 5).

#### 4.3 Populasi Kumbang Ambrosia yang Terperangkap

Berdasarkan hasil uji t populasi kumbang ambrosia yang terperangkap selama 8 kali pengambilan spesimen menunjukkan bahwa populasi serangga di plot KM1 tidak berbeda nyata dengan KM2 ( $P = 0,06863713$ ,  $P > 0,05$ ) (Tabel Lampiran 6). Akan tetapi, populasi serangga tersebut baik di plot KM1 maupun KM2 selama 8 kali pengambilan spesimen mengalami fluktuasi (Gambar 19).



Gambar 10. Grafik populasi kumbang ambrosia pada tanaman kopi multistrata (Keterangan: KM1=tanaman kopi umur 16 tahun, KM2=tanaman kopi umur 12 tahun)

Fluktuasi populasi serangga dapat dipengaruhi oleh ketersediaan pakan (Widhiono dan Sudiana, 2015). Populasi kumbang ambrosia paling rendah didapatkan pada pengambilan spesimen pertama (02 Mei 2018). Hal tersebut disebabkan oleh tanaman kopi yang belum berbuah sehingga dominansi *H. hampei* belum terjadi dan populasi kumbang ambrosia rendah. Selanjutnya, populasi kumbang ambrosia pada pengambilan spesimen ke-2 (06 Mei 2018) dan ke-3 (09 Mei 2018) terus mengalami peningkatan dan populasi paling tinggi didapatkan pada pengambilan spesimen ke-5 (16 Mei 2018). Pada hari sebelum dilakukan pengambilan spesimen tersebut, tanaman kopi sedang berbuah sehingga populasi *H. hampei* tinggi dan menyebabkan populasi kumbang ambrosia juga tinggi. Menurut Damon (2000), *H. hampei* merupakan hama penggerek buah kopi yang memakan buah kopi dan bereproduksi di dalam buah tersebut. Oleh karena itu, semakin melimpah buah kopi akan semakin mendukung perkembangan populasi *H. hampei*.

Pada pengambilan spesimen ke-4 (13 Mei 2018) dan ke-6 (20 Mei 2018) terjadi penurunan populasi kumbang ambrosia. Hal tersebut disebabkan oleh aktivitas panen buah kopi yang dilakukan oleh petani. Berdasarkan hasil wawancara dengan petani kopi di Gunung Banyak (Tabel Lampiran 7), petani melakukan pemanenan buah kopi sebelum pengambilan spesimen dilakukan. Menurut Muhlison (2016), pemetikan dan pengumpulan buah dapat memutus generasi serangga pemakan buah selanjutnya sehingga dapat menurunkan populasi serangga tersebut. Selain aktivitas pemanenan, penurunan populasi kumbang ambrosia juga disebabkan oleh terjadinya hujan sebelum pengambilan spesimen.

Berdasarkan data curah hujan harian yang diperoleh dari kantor Stasiun Klimatologi Malang, pada tanggal 19 dan 20 Mei 2018 telah terjadi hujan di sekitar lokasi pengamatan (Gambar Lampiran 4). Menurut Mecca *et al.* (2013), aktivitas eksternal serangga akan

menurun saat terjadi hujan. Oleh karena itu, jumlah kumbang ambrosia yang terperangkap saat hujan juga akan menurun.



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Keanekaragaman jenis kumbang ambrosia pada tanaman kopi umur 16 tahun sama dengan kopi umur 12 tahun. Jenis kumbang ambrosia yang dapat ditemukan terdiri dari 9 spesies, yaitu: *Premnobius* sp., *X. compactus*, *X. morigerus*, *X. discolor*, *Xylosandrus* sp.1, sp.2, sp.3, *Crypoxyleborus* sp., dan *H. hampei*. *Hypothenemus hampei* yang merupakan hama penggerek buah lebih banyak mengunjungi pertanaman kopi dari pada spesies lain yang merupakan hama penggerek batang.

### 5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian mengenai keanekaragaman jenis kumbang ambrosia pada berbagai tingkatan umur tanaman kopi dengan perbedaan umur yang lebih jauh.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M., Hikmat, A., dan Santosa, Y. 2016. Penentuan Bentuk dan Ukuran Plot Contoh Optimal di Hutan Pegunungan Bawah. *Media Konservasi* 21 (1): 42–47.
- Ansari, M. A., Mittal, P. K, Razdana, R. K., dan Sreeharia, U. 2005. Larvicidal and Mosquito Repellent Activities of Pine (*Pinus longifolia*, Family: Pinaceae) Oil. *J Vect Borne Dis* 42: 95-99.
- Atkinson, Thomas H. Riley, E. G., dan Zamorano, L. 2013. Atlas and Checklist of the Bark and Ambrosia Beetles of Texas and Oklahoma (Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae). *Insecta Mundi* 292: 1–46.
- Badan Pusat Statistik. 2016. Statistik Kopi Indonesia 2016.
- Beaver, R. A., dan Hulcr, J. 2008. A Review of the Ambrosia Beetle Genus *Cryoxyleborus* Schedl. (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *The Coleopterists Bulletin* 62(1): 133-153.
- Beaver, R. A., dan Loytyniemi, K. 2016. Bark and Ambrosia Beetles (Coleoptera: Scolytidae) of Zambia. *Revue Zool Afr.* 99: 63-85.
- Beaver, R. A., Kajimura, H., dan Goto, H. 2008. Taxonomic Changes and New Records of Japanese Bark and Ambrosia Beetles (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Elytra*, Tokyo 36(2): 231-239.
- Borror, Delong, Triplehorn, C. A., dan Johnson, N. F. 2005. Study of Insect. Camden Fourth Series (7th ed.). Peter Marshall. United State of America.
- Brar, G. S., Capinera, J. L., Kendra, P. E., Smith, J. A., dan Peria, J. E. 2015. Temperature-Dependent Development of *Xyleborus glabratus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Florida Entomologist* 98(3): 856-864.
- Bukomeko, H., Jassogne, L., Kagezi, G. H., Mukasa, D., dan Vaast, P. 2017. Influence of Shaded Systems on *Xylosandrus compactus* Infestation in Robusta Coffee Along a Rainfall Gradient in Uganda. *Agricultural and Forest Entomology*: 1-7.
- Bumrungsri, S., Beaver, R., Phongpaichit, S., dan 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 J. Sci. Technol.* 30(5): 579-582.
- Burbano, E. G., Wright, M. G., Gillette, N. E., Mori, S., Dudley, N., Jones, T., dan 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.

- Damon, A. 2000. A Review of the Biology and Control of the Coffee Berry Borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). Bulletin of Entomological Research Research 90: 453-46.
- Dinnage, R., Cadotte, M. W., Haddad, N. M., Crutsinger, G. M., dan Tilman, D. 2012. Diversity of plant evolutionary lineages promotes arthropod diversity. Ecology Letters 15(11): 1308–1317.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2014. Pedoman Teknis Budidaya Kopi yang Baik, Pub. L. No. 49/Permentan/OT.140/4/2014. Peraturan Menteri Pertanian. Indonesia.
- Dyke, F. V. 2008. Conservation Biology. Springer Science and Business Media. United State of America.
- Fabig, W. 2011. The Microbial Community Associated with the Ambrosia Beetle *Xyleborinus saxesenii* (Coleoptera: Scolytinae) and its Influence on the Growth of the Mutualistic Fungus. Universitas Bayreuth.
- Frank, S. D., dan Ranger, C. M. 2015. Developing a Media Moisture Threshold for Nurseries to Reduce Tree Stress and Ambrosia Beetle Attacks. Environmental Entomology 1: 1–9.
- Furqan, M. 2010. Kerusakan Pohon Merawan (*Hopea odorata* Roxb.) oleh Serangga Penggerek Batang di Kampus IPB Darmaga Bogor. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Gomez, D., Reyna, R., Perez, C., dan Martinez, G. 2013. First Record of *Xyleborinus saxesenii* (Ratzeburg) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) in Uruguay. The Coleopterists Bulletin 67(4): 536-538.
- Greco, E. B., dan Wright, M. G. 2012. First Report of Exploitation of Coffee Beans by Black Twig Borer (*Xylosandrus Compactus*) and Tropical Nut Borer (*Hypothenemus obscurus*) (Coleoptera ; Curculionidae : Scolytinae ) in Hawaii. Proceeding of the Hawaiian Entomological Society 44: 71–78.
- Haddad, N. M., Crutsinger, G. M., Gross, K., Haarstad, J., dan Tilman, D. 2011. Plant diversity and the stability of foodwebs. Ecology Letters 14(1): 42–46.
- Hanula, J. L., Mayfield, A. E., Fraedrich, S. W., dan Rabaglia, R. J. 2008. Biology and Host Associations of Redbay Ambrosia Beetle (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) , Exotic Vector of Laurel Wilt Killing Redbay Trees in the Southeastern United States. J. Econ. Entomol 101(4): 1276-1286.
- Harrington, T. C., Fraedrich, S. W., dan Aghayeva, D. N. 2008. *Raffaelea lauricola*, a New Ambrosia Beetle Symbiont and Pathogen on the Lauraceae. Mycotaxon 104: 399–404.
- Hulcr, J., Atkinson, T. H., Cognato, A. I., Jordal, B. H., dan McKenna, D. D. 2015. Morphology, Taxonomy, and Phylogenetics of Bark Beetles. Bark Beetles: Biology and Ecology of Native and Invasive Species. Hlm.: 41–84.

- Hulcr, J., Beaver, R. A., Puranasakul, W., Dole, S. A., dan Sonthichai, S. 2008. A Comparison of Bark and Ambrosia Beetle Communities in Two Forest Types on Northern Thailand (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae: Platypodinae). *Environmental Entomology* (37)6: 1461-1470.
- Hulcr, J., dan Stelinski, L. L. 2017. The Ambrosia Symbiosis: From Evolutionary Ecology to Practical Management. *Annual Review of Entomology* 62(1): 285–303.
- Hulcr, J., Mogia, M., Isua, B., dan Novotny, V. 2007. Host Specificity of Ambrosia and Bark Beetles (Col., Curculionidae: Scolytinae and Platypodinae) in a New Guinea Rainforest. *Ecological Entomology* 32: 762-772.
- Ismaini, Y., Lailati, M., Rustandi, dan Sunandar, D. Analisis Komposisi dan Keanekaragaman Tumbuhan di Gunung Dempo, Sumatera Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia* 1(6): 1397 - 1402.
- Jaramillo, J., Borgemeister, C., dan Baker, P. 2006. Coffee Berry Borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae): Searching for Sustainable Control Strategies. *Bulletin of Entomological Research* 96: 223-233.
- Jumar. 2000. *Entomologi Pertanian*. PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Kirkendall, L. R., Biedermann, P. H. W., dan Jordal, B. H. 2015. Evolution and Diversity of Bark and Ambrosia Beetles. *Bark Beetles Biology and Ecology of Native and Invasive Species*. Hlm.: 85–156.
- Klepzig, K., dan Six, D. 2004. Bark Beetle-Fungal Symbiosis: Context Dependency in Complex Associations. *Symbiosis* 37: 189–205.
- Knizek, M., dan Beaver, R. 2007. Taxonomy and Systematics of Bark and Ambrosia Beetles. *Systematics of Bark and Ambrosia Beetles*. Springer: 41–54.
- Larasati, A., Hidayat, P., dan Buchori, D. 2013. Keanekaragaman dan Persebaran Lalat Buah Tribe Dacini (Diptera: Tephritidae) di Kabupaten Bogor dan Sekitarnya. *Jurnal Entomologi Indonesia* 10(2): 51-59.
- Magurran, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science Ltd. United Kingdom.
- Maiti, P. K., dan Saha, N. 1986. Records of the Zoological Survey of India. Contribution to the Knowledge of the Bark and Timber Beetles (Scolytidae: Coleoptera) of the Andaman and Nicobar Island. Director, Zoological Survey of India. India.
- Masfiah, E., Karindah, S., dan Puspitarini, R. D. 2014. Asosiasi Serangga Predator dan Parasitoid dengan Beberapa Jenis Tumbuhan Liar di Ekosistem Sawah. *Jurnal HPT* 2(2): 9-14.

- Mecca, G. F., Bego, L. R., dan Nascimento, F. S. 2013. Foraging Behavior of *Scaptotrigona depilis* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini) and Its Relationship with Temporal and Abiotic Factors. *Sociobiology* 60(3): 277-282.
- Muhlison, W. 2016. Hama Tanaman Belimbing dan Dinamika Populasi Lalat Buah pada Pertanaman Belimbing di Wilayah Kabupaten Blitar, Jawa Timur. Thesis. Institut Pertanian Bogor.
- Mustakim, A., Leksono, A. S., dan Kusuma, Z. 2014. Pengaruh Blok Refugia terhadap Pola Kunjungan Serangga Polinator di Perkebunan Apel Poncokusumo, Malang. *Natural B* 2(3): 248-253.
- Oksanen, J. 2015. Multivariate analysis of ecological communities in R: vegan tutorial. Diunduh dari [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(88\)90124-3](https://doi.org/10.1016/0169-5347(88)90124-3) pada 03 Juni 2018.
- Oksanen, J., Kindt, R., Legendre, P., dan Hara, B. O. 2006. The Vegan Package. Diunduh dari <https://ftp.auckland.ac.nz/software/CRAN/doc/packages/vegan.pdf> pada 23 Juli 2018.
- Perkebunan, D. J. 2015. Statistik Perkebunan Indonesia. Kopi. Kementerian Pertanian.
- Pawhestri, S. W., Hidayat, J. W., dan Putro, S. P. 2015. Assessment of Water Quality Using Macrobenthos as Bioindicator and Its Application on Abundance-Biomass Comparison (ABC) Curves. *J. Sci. Eng.* 8(2): 84 - 87.
- Prastowo, B., Karmawati, E., Rubijo, Siswanto, Indrawanto, C., dan Munarso, S. J. 2010. Budidaya dan Pasca Panen Kopi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor.
- Pratiwi, T., Karmanah, dan Gusmarianti, R. 2012. Inventarisasi Hama dan Penyakit Tanaman Jati Unggul Nusantara di Kebun Percobaan Cogrek Bogor. *Sains Natural Universitas Nusa Bangsa* 2(2): 123–133.
- Raffa, K. F., Grégoire, J.-C., dan Staffan Lindgren, B. 2015. Natural History and Ecology of Bark Beetles. *Bark Beetles*. Hlm.: 1–40.
- Rahayu, S., Anang, S., dan Endang, A. H. S. 2006. Pengendalian Hama *Xylosandrus compactus* pada Agroforestri Kopi Multistrata secara Hayati: Studi Kasus dari Kecamatan Sumberjaya, Lampung Barat. *Agrivita* 28(3): 1–12.
- Ramos, J. A. M., Rojas, M. G., Bhatkar, H. S., dan Saldana, G. 2000. Symbiotic Relationship Between *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) dan *Fusarium solani* (Moniliales: Tuberculariaceae). *Arthropod Biology* 93(3): 541-547.
- Rasiska, S., dan Khairullah, A. 2017. Efek Tiga Jenis Pohon Penaung terhadap Keragaman Serangga pada Pertanaman Kopi di Perkebunan Rakyat Manglayang, Kecamatan Cilengkrang, Kabupaten Bandung. *Agrikultura*

28(3): 161–166.

- Reding, M., Oliver, J., Schultz, P., dan Ranger, C. 2010. Monitoring Flight Activity of Ambrosia Beetles in Ornamental Nurseries with Ethanol-Baited Traps: Influence of Trap Height on Captures 1. *Environmental Horticultura* 28(2): 85–90.
- Sastrosupadi, A. 2000. Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian. Edisi Revisi. Kanisius. Yogyakarta.
- Shimizu, A., Tanaka, R., Akiba, M., Iwata, R., Fukuda, K., dan Kanzaki, N. 2013. Nematodes Associated with *Dryocoetes uniseriatus* (Coleoptera: Scolytidae). *Environmental Entomology* 42(1): 79–88.
- Six, D.L. dan Bentz, B. J. 2006. Temperature Determines Symbiont Abundance in a Multipartite Bark Beetle Fungus Ectosymbiosis. *Microbial Ecology*: 1-7.
- Sobel, L., Lucky, A., dan Hulcr, J. 2015. An Ambrosia Beetle *Xyleborus affinis* Eichhoff 1868 (Insecta : Coleoptera : Curculionidae : Scolytinae). Entomology and Nematology Department. University of Florida.
- Southwood, T. R. E., dan Henderson, P. A. 2000. *Ecological Methods* (3rd ed.). Blackwell Science Ltd. London.
- Tarno, H., Suprpto, H., dan 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.
- Tofani, D. P. 2008. Keanekaragaman Serangga di Hutan Alam Resort Cibodas, Gunung Gede Pangrango Dan Hutan Tanaman Jati di KPH Cepu. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Wibowo, A. 2014. Pengendalian Penyakit pada Tanaman Pertanian Ramah Lingkungan. Prosiding Seminar Nasional. Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. Yogyakarta.
- Widhiono, I., dan Sudiana, E. 2015. Keragaman Serangga Penyerbuk dan Hubungannya dengan Warna Bunga pada Tanaman Pertanian di Lereng Utara Gunung Slamet, Jawa Tengah. *Biospecies* 8(2): 43-50.
- Wijayanto, N., dan Nurunnajah. 2012. Intensitas Cahaya, Suhu, Kelembaban, dan Perakaran Lateral Mahoni (*Swietenia macrophylla* King.) di RPH Babakan Madang BKPH Bogor, KPH Bogor. *Silvikultur Tropika* (3)1: 8-13.
- Wood, S. L. 2007. *Bark and Ambrosia Beetles of south America* (Coleoptera, Scolytidae). Print and Mail Production Center. United State of America. Brigham Young University. Provo, Utah United State of America.
- Yahmadi, M. 2007. Rangkaian Perkembangan dan Permasalahan Budidaya dan Pengolahan Kopi di Indonesia. Asosiasi Eksporir Kopi Indonesia. Surabaya.





Tabel Lampiran 1. Hasil penghitungan kerapatan relatif tanaman naungan di lokasi penelitian

	Jumlah Tanaman/ 20 x 20 m		Kerapatan Jenis (K) (Jumlah Tanaman/ha)		Kerapatan Relatif (KR) (%)	
	KM1	KM2	KM1	KM2	KM1	KM2
	Pinus	19	18	475	450	76
Mahoni	1	3	25	75	4	12
Suren	1	2	25	50	4	8
Alpukat	3	1	75	25	12	4
Cengkeh	1	1	25	25	4	4
Total	25	25	625	625		

Keterangan: KM1 = tanaman kopi berumur 16 tahun, KM2 = tanaman kopi berumur 12 tahun

Tabel Lampiran 2. Hasil uji t keanekaragaman kumbang ambrosia pada tanaman kopi multistrata

Plot	KM1	KM2
Mean	243	240,8889
Variance	431823,8	385455,4
Observations	9	9
Pooled Variance	408639,6	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	16	
t Stat	0,007006	
P(T<=t) one-tail	0,497248	
t Critical one-tail	1,745884	
P(T<=t) two-tail	0,994497	
t Critical two-tail	2,119905	

Keterangan: KM1 = tanaman kopi berumur 16 tahun, KM2 = tanaman kopi berumur 12 tahun

Tabel Lampiran 3. Data suhu dan kelembaban harian di lokasi penelitian

Tanggal Pengamatan	Suhu (°C)		Kelembaban (%)	
	KM1	KM2	KM1	KM2
29 April 2018	23,90	24,30	92,00	90,00
30 April 2018	23,70	24,10	93,00	91,00
01 Mei 2018	27,10	27,40	73,00	71,00
02 Mei 2018	24,80	25,30	91,00	90,00
03 Mei 2018	25,70	25,90	83,00	81,00
04 Mei 2018	25,60	25,70	84,00	82,00
05 Mei 2018	24,90	25,10	79,00	76,00
06 Mei 2018	25,80	26,20	72,00	67,00
07 Mei 2018	25,70	26,10	71,00	68,00
08 Mei 2018	26,40	26,70	73,00	72,00
09 Mei 2018	26,60	27,00	75,00	73,00
10 Mei 2018	26,10	26,40	78,00	75,00
11 Mei 2018	25,50	25,70	82,00	81,00
12 Mei 2018	24,90	25,30	83,00	82,00
13 Mei 2018	24,90	25,10	85,00	81,00

Tabel Lampiran 4. Lanjutan

Tanggal Pengamatan	Suhu (°C)		Kelembaban (%)	
	KM1	KM2	KM1	KM2
14 Mei 2018	25,70	26,20	81,00	78,00
15 Mei 2018	25,90	26,30	79,00	77,00
16 Mei 2018	23,80	24,50	92,00	89,00
17 Mei 2018	25,70	26,10	85,00	81,00
18 Mei 2018	26,20	26,40	82,00	79,00

19 Mei 2018	25,60	25,90	83,00	81,00
20 Mei 2018	25,90	26,00	80,00	78,00
21 Mei 2018	26,90	27,10	79,00	78,00
22 Mei 2018	27,50	27,80	71,00	70,00
23 Mei 2018	26,90	27,10	72,00	71,00
24 Mei 2018	27,40	27,60	71,00	69,00
25 Mei 2018	26,80	26,90	72,00	71,00
26 Mei 2018	25,90	26,40	73,00	72,00
27 Mei 2018	25,20	25,90	75,00	72,00
<b>Rata-Rata</b>	<b>25,76</b>	<b>26,06</b>	<b>79,62</b>	<b>78,93</b>

Keterangan: KM1= tanaman kopi berumur 16 tahun, KM2 = tanaman kopi berumur 12 tahun

Tabel Lampiran 5. Populasi kumbang ambrosia pada tanaman kopi berumur 16 tahun (KM1)

No.	Spesies	Pengambilan Spesimen Ke-								Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1.	<i>Premnobius</i> sp.	1	0	2	1	0	0	2	1	7
2.	<i>Xylosandrus morigerus</i>	1	4	1	3	2	2	3	8	24
	<i>Xylosandrus compactus</i>	0	0	4	2	5	13	2	6	32
4.	<i>Xylosandrus discolor</i>	0	1	0	0	1	0	1	0	3
5.	<i>Xylosandrus</i> sp. 1	22	4	25	8	10	3	6	4	82
6.	<i>Xylosandrus</i> sp. 2	0	0	0	0	0	0	1	1	2
7.	<i>Xylosandrus</i> sp. 3	1	0	0	1	0	0	0	1	3
8.	<i>Cryptoxyleborus</i> sp.	4	6	15	6	2	0	4	3	40
9.	<i>Hypothenemus hampei</i>	16	309	326	229	478	164	240	232	1994
									Total	2187

Tabel Lampiran 6. Populasi kumbang ambrosia pada tanaman kopi berumur 12 tahun (KM2)

No.	Spesies	Pengambilan Spesimen Ke-								Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1.	<i>Premnobius</i> sp.	0	1	0	1	0	0	0	1	3
2.	<i>Xylosandrus morigerus</i>	1	8	9	6	2	2	3	7	38
	<i>Xylosandrus compactus</i>	1	2	3	1	4	4	3	4	22
4.	<i>Xylosandrus discolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	2
5.	<i>Xylosandrus</i> sp. 1	64	45	32	15	10	4	3	3	176
6.	<i>Xylosandrus</i> sp. 2	0	0	0	0	0	0	4	0	4

Tabel Lampiran 7. Lanjutan

No.	Spesies	Pengambilan Spesimen Ke-								Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	
7.	<i>Xylosandrus</i> sp. 3	0	0	0	0	0	0	0	1	1
8.	<i>Cryptoxyleborus</i> sp.	2	4	14	4	3	1	0	1	29
9.	<i>Hypothenemus hampei</i>	23	243	556	349	614	310	413	382	2890
									Total	3165

Tabel Lampiran 8. Hasil uji t populasi kumbang ambrosia di lokasi penelitian

Plot	KM1	KM2
Mean	273,375	395,625
Variance	17786,2679	30330,8393
Observations	8	8
Pooled Variance	24058,5536	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	14	
t Stat	-1,576319	
P(T<=t) one-tail	0,06863713	
t Critical one-tail	1,76131012	
P(T<=t) two-tail	0,13727425	
t Critical two-tail	2,14478668	

Keterangan: KM1 = tanaman kopi berumur 16 tahun, KM2 = tanaman kopi berumur 12 tahun

Tabel Lampiran 9. wawancara dengan petani kopi di Gunung Banyak

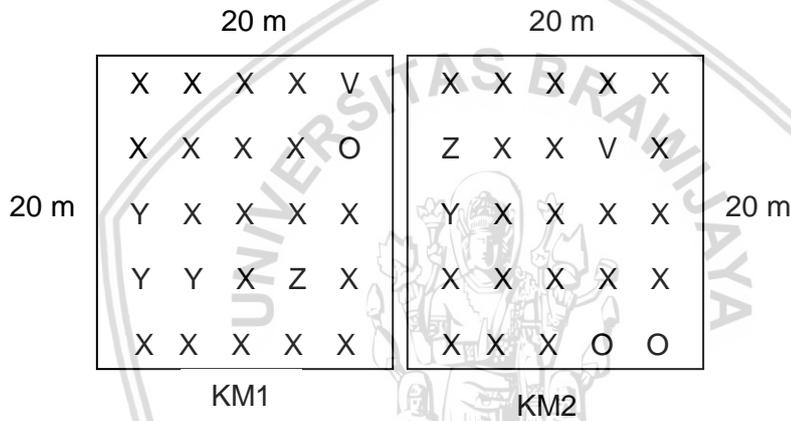
No.	Pertanyaan	Jawaban
1.	Apakah jenis kopi yang dibudidayakan di lokasi penelitian?	Arabika
2.	Berapakah umur tanaman kopi yang dibudidayakan di lokasi penelitian?	Plot TP: 16 tahun Plot MM: 12 tahun
3.	Apa saja jenis tanaman naungan dan tanaman bawah yang ada di lokasi penelitian?	Pinus, mahoni, suren, alpukat, gallito, cengkeh, cabai, dan talas
4.	Apa saja jenis tanaman naungan yang paling banyak?	Pinus
5.	Apakah sebelum tanggal 13 dan 20 Mei 2018 dilakukan pemanenan buah kopi?	Ya



Gambar Lampiran 1. Lahan tanaman kopi berumur 16 tahun (KM1)

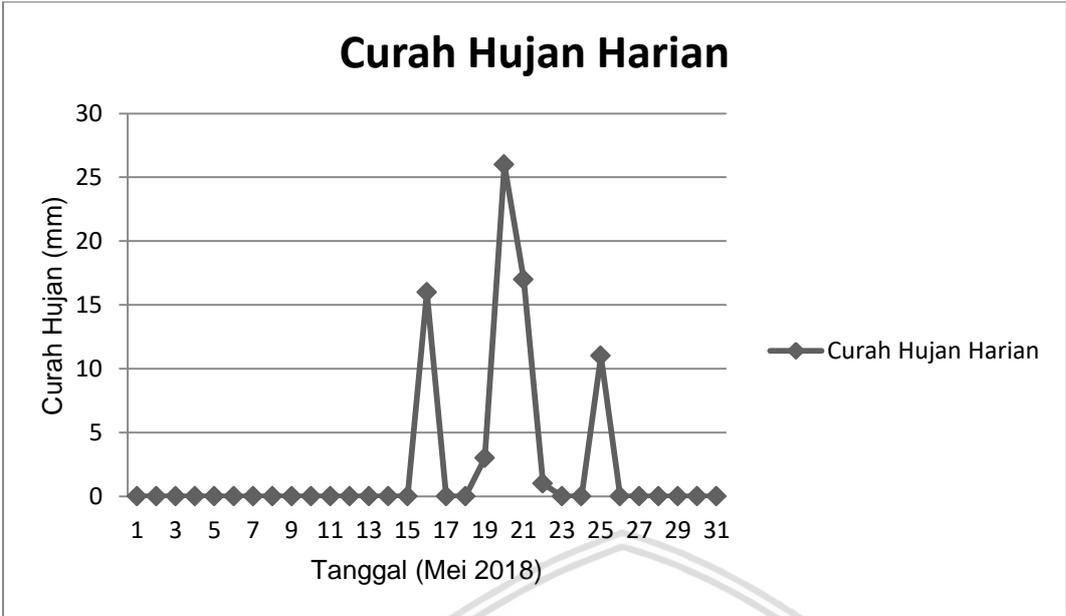


Gambar Lampiran 2. Lahan tanaman kopi berumur 12 tahun (KM2)



Gambar Lampiran 3. Sebaran tanaman naungan di lokasi penelitian (KM1: tanaman kopi umur 16 tahun, KM2: tanaman kopi umur 12 tahun, X: pinus, Y: alpukat, Z: cengkeh, O: suren, dan V: mahoni)





Gambar Lampiran 4. Data curah hujan harian selama pengambilan spesimen (Kantor BMKG Kota Malang, 201

