

BIDANG ILMU PERTANIAN

LAPORAN AKHIR

HIBAH BERSAING



**PENERAPAN SISTEM AGROFORESTRI
DALAM PENGELOLAAN HAMA TANAMAN KOPI
YANG RAMAH LINGKUNGAN DAN BERKELANJUTAN**

**Dr. Ir. I Gede Swibawa, M.S.
Dr. Ir. Hamim Sudarsono, M.Sc.**

**UNIVERSITAS LAMPUNG
NOVEMBER 2011**

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR

1. Judul Penelitian : Penerapan Sistem Agroforestri dalam Pengelolaan Hama Tanaman Kopi yang Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan

2. Ketua Peneliti:

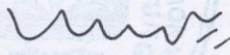
- a. Nama Lengkap : Dr. Ir. I Gede Swibawa, M.S.
- b. Jenis Kelamin : L
- c. NIP/Golongan : 19601003 198603 01 003/4a
- d. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
- e. Jabatan Struktural : Pembina
- f. Bidang Keahlian : Ilmu Hama Tumbuhan
- g. Fakultas/Jurusan : Pertanian/Proteksi Tanaman
- h. Perguruan Tinggi : Universitas Lampung
- i. Tim Peneliti :

No.	Nama	Bidang Keahlian	Fakultas/Jurusan	Perguruan Tinggi
1.	Dr. Ir. I Gede Swibawa, M.S.	Hama Tumbuhan	Pertanian/Proteksi Tanaman	Universitas Lampung
2.	Dr. Ir. Hamim Sudarsono, M.Sc.	Hama Tumbuhan	Pertanian/Proteksi Tanaman	Universitas Lampung

3. Pendanaan dan jangka waktu penelitian


- a. Jangka Waktu penelitian yang diusulkan : 3 (tiga) tahun
- b. Biaya total yang diusulkan : Rp150.000.000,-
- c. Biaya yang disetujui tahun I (pertama) : Rp 47.000.000,-


Mengetahui
An. Dekan Fakultas Pertanian
PDI

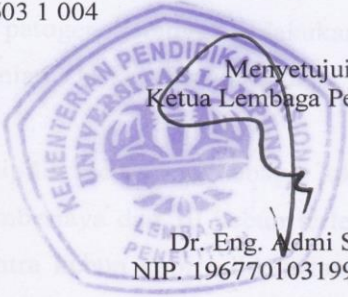

Dr. Ir. Erwanto, M.S.
NIP 19610225 198603 1 004

Bandar Lampung, 18 November 2011

Ketua Peneliti


Dr. Ir. I Gede Swibawa, M.S.
NIP 19601003 198603 1 003


Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian


Dr. Eng. Admi Syarif,
NIP. 1967701031992031001

BAB I. PENDAHULUAN

Provinsi Lampung merupakan salah satu daerah pemasok kopi terbesar bagi Indonesia untuk diekspor ke luar negeri. Provinsi Lampung selama ini dikenal sebagai salah satu produsen utama kopi Indonesia dan sekaligus juga merupakan pintu gerbang utama ekspor kopi Indonesia. Areal Kopi robusta di Lampung seluas 163.000 ha dan petani yang terlibat dalam budidaya Kopi sebanyak 200.000 kepala keluarga. Selama beberapa tahun terakhir ini, produksi kopi Lampung mengalami peningkatan yang signifikan. Ekspor kopi Lampung meningkat dari 264,9 juta dolar AS pada tahun 2006 menjadi 301,6 juta dolar AS pada tahun 2007 dan meningkat lagi menjadi 586,5 juta dolar AS pada tahun 2008 dengan total volume ekspor lebih dari 303 ribu ton (Harian Ekonomi dan Bisnis, 10 Januari 2009; www.antara.co.id/).

Meskipun tanaman kopi banyak ditemukan pada hampir semua wilayah di Provinsi Lampung, sentra-sentra besar pertanaman kopi di provinsi ini tersebar di Kabupaten Lampung Barat dan Tanggamus. Dari seluruh kebun kopi yang ada, pada umumnya sistem penanaman monokultur lebih dominan daripada sistem agroforestri (Afandi. 2004). Pola penanaman kopi secara monokultur secara lambat laun harus diganti dengan sistem kopi bernaungan atau sistem agroforestri karena sistem ini menjadi salah satu syarat dalam memperoleh sertifikat dalam perdagangan kopi global. Selain itu, sistem kopi monokultur terbukti lebih rentan terhadap gangguan organisme pengganggu tanaman (OPT) daripada sistem kopi agroforestri (Staver *et al.*. 2001).

Pada musim panen tahun 2010 petani kopi di Lampung berpotensi menghadapi masalah dalam pemasaran dan ekspor. Menurut laporan BPP AEKI tertanggal 17 Desember 2009, kopi robusta dari Lampung ditolak oleh Jepang karena terindikasi mengandung pestisida karbaril (*carbaryl*) di atas ambang toleransi (*Media Indonesia.com*, 2009). Badan Karantina Jepang menemukan sebagian kopi yang diekspor ke negara itu terindikasi mengandung residu kimia karbaril di atas ambang batas yang ditentukan pemerintah Jepang (0,01 ppm). Akibatnya kopi yang terkontaminasi residu kimia tersebut terancam dimusnahkan atau dikembalikan. Menurut keterangan dari AEKI (Asosiasi Eksportir Kopi) Lampung, masuknya bahan agrokimia tersebut dalam biji kopi terjadi saat petani membasmi hama dengan pestisida. Dilaporkan bahwa petani kopi di Lampung banyak menggunakan insektisida berbahan aktif karbaril untuk mengendalikan hama kopi meskipun saat ini mulai jarang dipakai. Namun demikian, belakangan pestisida ini

banyak digunakan untuk membasmi hama pada tanaman jagung, tanaman sayur-sayuran, dan tanaman lada yang merupakan tanaman sela pada perkebunan kopi (Harian Sinar Indonesia Baru, 2009).

Salah satu hama utama tanaman kopi adalah bubuk buah kopi (*Hyphotenemus hampei*) dan penggerek batang (*Xylosandrus sp.*). Ketika harga kopi membaik dan serangan hama ini meningkat, petani kopi di Lampung cenderung menggunakan insektisida untuk pengendaliannya. Oleh karena itu, sehubungan dengan kasus penolakan ekspor kopi akibat indikasi kontaminasi insektisida sebagaimana yang dialami oleh eksportir kopi Lampung maka sudah saatnya dilaksanakan teknik pengendalian hama kopi yang lebih ramah lingkungan dan lebih terintegrasi dengan sistem budidaya kopi secara keseluruhan. Salah satu alternatif untuk program ini adalah budidaya kopi dengan sistem agroforestri yang berpotensi baik dalam mengendalikan populasi hama kopi secara lebih alamiah sehingga mampu mengurangi aplikasi insektisida kimiawi. Staver *et al.* (2001) melaporkan bahwa sistem agroforestri pada budidaya kopi mampu menghambat perkembangan OPT pada tanaman kopi. Selain itu, penelitian yang dilaksanakan oleh penulis membuktikan bahwa sistem agroforestri dapat menekan kelimpahan nematoda parasit tumbuhan (Swibawa, 2009). Tutupan kanopi dan masukan seresah yang tinggi diperkirakan dapat menciptakan kondisi iklim mikro yang cocok bagi perkembangan musuh alami hama. Diharapkan, melalui sistem agroforestri yang dikelola secara baik maka pengendalian hama tanaman kopi tidak lagi mengandalkan pestisida kimiawi sintetik, melainkan lebih mengandalkan bekerjanya pengendali hayati oleh musuh alami lokal atau endemik.

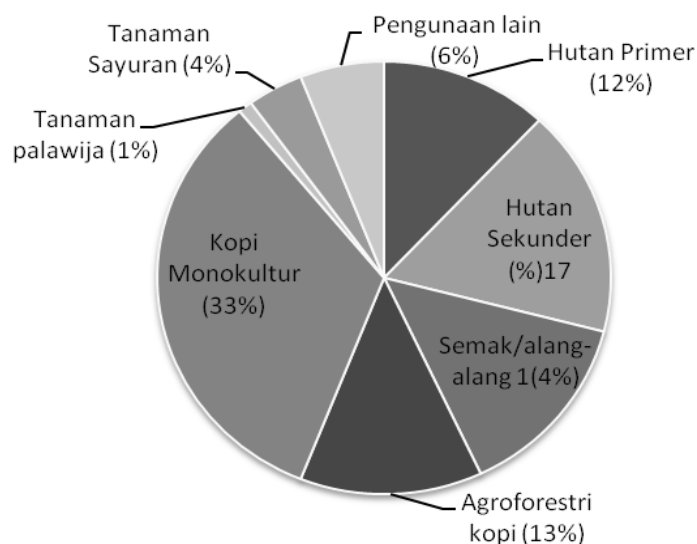
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Agroforestri Kopi

Sebagian besar kebun kopi di Lampung merupakan hasil dari konversi hutan. Menurut Verbist et al. (2004), budidaya kopi di Lampung, khususnya Lampung Barat, sudah dimulai sejak tahun 1800. Konversi hutan menjadi kebun kopi di Lampung Barat berlangsung sejak tahun 1970 yang mengakibatkan sampai pada tahun 2000 sekitar 70% hutan telah berubah fungsi menjadi lahan pertanian termasuk kebun kopi rakyat.

Berdasarkan perkembangannya, budidaya kopi di Lampung Barat dapat dikelompokkan menjadi lima jenis, yaitu: (1) **kopi rimba**, yaitu tanaman kopi yang ditanam dan dibiarkan tumbuh alami tanpa pemangkasan; (2) **kopi pionir** merupakan tahap awal yaitu setelah hutan atau ladang ditebas dan dibakar petani menanam kopi tanpa naungan. Kebun ini kemudian berkembang menjadi kebun kopi tanpa naungan atau menjadi kopi naungan sederhana atau kompleks; (3) **kopi monokultur** yaitu pertanaman kopi tanpa naungan, petani tidak berusaha menanam pohon lain sebagai penayang dan kebun ini dikelola secara intensif; (4) **kopi dengan naungan sederhana**, pada umumnya petani menanam satu jenis pohon penayang misalnya dadap (*Erythrina*) atau belakangan jenis kayu hujan/gamal (*Gliricidia cepium*) atau sengon (*Parasereanthes* sp); (5) kopi polikultur atau kopi multistrata yaitu kebun kopi yang lebih permanen yang banyak diterapkan di lahan-lahan dekat permukiman (Verbist et al., 2004).

Menurut Afandi (2004) kebun kopi yang terdapat di kawasan DAS Way Besai Sumberjaya, Lampung Barat didominasi oleh kebun kopi monokultur. Dari seluruh sistem penggunaan lahan yang ada (termasuk hutan), kawasan DAS Way Besai terdiri dari 8 sistem penggunaan lahan (SPL). Kebun kopi monokultur merupakan sistem penggunaan lahan yang paling dominan yaitu 33%, agroforestri kopi 13%, sisanya adalah sistem penggunaan lahan pertanian lainnya termasuk pemukiman (Gambar 1).



Gambar 1. Komposisi sistem penggunaan lahan (SPL) di DAS Way Besai Sumberjaya, Lampung Barat (Sumber data: Afandi, 2004)

Sistem agroforestri pada budidaya kopi perlu terus dipopulerkan kepada petani kopi karena sistem ini memberi berbagai kebaikan dari aspek kesuburan tanah, hidrologi, dan aspek lainnya. Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem agroforestri kopi dapat mengembalikan fungsi hidrologis DAS seperti yang diperankan oleh hutan. Selain itu, sistem kopi agroforestri juga lebih baik dalam mengurangi erosi tanah akibat limpasan permukaan dibandingkan dengan sistem kopi monokultur muda (Widianto *et al.*, 2004). Peningkatan masukan seresah yang diperankan oleh sistem agroforestri kopi multistrata serta keragaman pohon berperan dalam meningkatkan jumlah dan penyebaran akar sehingga meningkatkan makroporositas tanah (Suprayogo *et al.*, 2004).

Keberadaan cacing tanah yang melimpah pada sistem agroforestri kopi memperbaiki sifat fisika tanah. Menurut Hairiah *et al.* (2004), sistem agroforestri kopi mampu meningkatkan kelimpahan cacing tanah hingga 2 kali lipat dibandingkan dengan pada kopi monokultur. Cacing tanah, selain berperan sebagai perombak bahan organik, juga berperan dalam meningkatkan pori-pori makro tanah. Masukan seresah yang tinggi pada sistem agroforestri menjadi sumber makanan yang melimpah bagi cacing tanah. Dengan demikian, penanaman berbagai jenis pohon penayang dalam sistem agroforestri kopi dapat berpengaruh terhadap kondisi fisik tanah, baik secara langsung melalui pola sebaran akar yang beragam maupun secara tidak langsung melalui masukan seresah yang menjadi sumber makanan cacing tanah.

Sistem agroforestri kopi juga meningkatkan keragaman hayati tanah. Penelitian-penelitian di DAS Way Besai Sumberjaya Lampung Barat memberikan bukti bahwa penerapan sistem agroforestri mampu mengkonservasi keragaman hayati tanah terutama golongan makrofauna. Keragaman cacing tanah pada agroforestri kopi lebih tinggi daripada kopi monokultur. Menurut Dewi *et al.* (2006), pada kasus di Sumberjaya, Lampung Barat, indeks keragaman Shannon komunitas cacing tanah pada agroforestri kopi 0.76 sedangkan pada kopi monokultur hanya terekam sebesar 0.48. Jumlah genus rayap yang ditemukan pada agroforestri kopi adalah 3 genus sementara pada kopi monokultur 5 genus, sedangkan pada alang-alang dan lahan hortikultura masing-masing 2 genus (Aini *et al.*, 2006). Jumlah genus semut pada sistem agroforestri kopi tidak berbeda dengan pada agroforestri kopi dan kopi monokultur (Susilo dan Hazairin, 2006).

Sistem agroforestri juga dapat mengkonservasi mesofauna tanah. Indeks keragaman Shannon Collembola pada agroforestri kopi lebih tinggi daripada kopi monokultur (Rahmadi dan Swibawa, 2004). Hasil penelitian Swibawa (2009), menunjukkan bahwa pada agroekosistem tanaman kopi ditemukan 64 genus nematode, dari seluruh individu 77% adalah nematoda parasit tumbuhan dan 23 % nematoda hidup bebas (*free-living*). Kelimpahan relatif nematoda *free-living* yang tinggi berkorelasi positif dengan bahan organik tanah dan biomassa seresah (Swibawa *et al.*, 2006).

Sistem agroforestri kopi multistrata juga dapat menurunkan tingkat serangan hama kopi dan kelimpahan nematoda parasit tumbuhan. Rahayu *et al.* (2006) melaporkan bahwa intensitas serangan *Xylosandrus compactus* pada agroforestri kopi multistrata lebih rendah (18%) daripada kopi bernaungan sederhana (25%). Selain itu, sistem agroforestri juga dapat menekan perkembangan nematoda parasit tumbuhan. Swibawa (2009) melaporkan bahwa berdasarkan rasio indeks maturitas nematoda parasit tumbuhan/nematoda *free-living* (PPI/MI), kopi monokultur muda lebih cocok bagi perkembangan nematoda parasit tumbuhan daripada agroforestri kopi. Rasio PPI/MI pada agroforestri kopi sebesar 3.1 lebih rendah daripada PPI/MI pada kopi monokultur muda yaitu 9.8. Kelimpahan *Helicotylenchus* > 500 individu/300 cc tanah terdapat pada kopi monokultur 3 tahun dan *Criconemella* > 81 individu/300 cc tanah pada kopi monokultur 1 tahun lebih tinggi daripada kelimpahan kedua genus nematoda tersebut pada agroforestri kopi (Tabel 1). Kelimpahan nematoda parasit tumbuhan ini dipengaruhi oleh kelimpahan gulma. Peningkatan populasi gulma meningkatkan kelimpahan *Helicotylenchus* ($r =$

0.92*), hal ini mungkin karena tutupan gulma menjaga kelembaban tanah sehingga cocok bagi perkembangan nematoda.

Tabel 1. Kelimpahan beberapa genus nematoda parasit tumbuhan dominan (individu/300cc tanah) pada berbagai sistem pertanaman kopi di Sumberjaya, Kabupaten Lampung Barat

Genus nematoda parasit tumbuhan	Sistem Pertanaman Kopi					BNT 0.05 [#]
	KK-1	KK-3	KG-3	KP-5	KA-5	
<i>Paralongidorus</i>	3.1 b	1.2 b	1.2 b	2.1 b	10.9 a	0.88
<i>Criconemella</i>	81.4 a	5.8 b	17.1 b	6.6 b	7.4 b	2.67
<i>Ditylenchus</i>	2.1 a	0.1 c	1.0 ab	0.1 bc	0.1 c	0.43
<i>Helicotylenchus</i>	68.9 b	515.6 a	20.9 b	62.0 b	21.5 b	4.38
<i>Tylenchus</i>	4.7 bc	2.4 bc	1.4 c	9.9 b	25.2 a	1.64
<i>Meloidogyne</i> (JI2)	1.5 b	7.0 b	0.5 b	5.9 b	23.3 a	1.74
Gab. genus lain [@]	18.2 a	8.6 bc	7.4 c	18.9 a	16.8 ab	1.22

Keterangan: [@]Gab. genus lain = gabungan beberapa genus nematoda parasit tumbuhan lainnya; KK-1= kopi monokultur 1th, KK-3=kopi monokultur 3th, KG-3=kopi bernaungan *Gliricidia* 3th, KP-5= agroforestri kopi + pisang > 5th, KA-5= agroforestri kopi + apokat > 5th, P = taraf nyata; # = data yang dianalisis ditransformasi ke $\sqrt{(x+1)}$, angka sebaris yang diikuti huruf sama tidak berbeda menurut uji BNT pada taraf nyata 5 persen (sumber data: Swibawa, 2009).

Sistem agroforestri pada tanaman kopi dapat menurunkan serangan hama. Rahayu *et al.* (2006) melaporkan bahwa sistem agroforestri kopi multistrata menurunkan serangan penggerek ranting kopi. Sheehan (1986) juga menyebutkan bahwa pada umumnya mortalitas hama pada tanaman polikultur lebih tinggi daripada tanaman monokultur. Menurut Schroth *et al.* (2000), agroforestri kopi dapat mencegah peledakan populasi hama dan penyakit tanaman karena keragaman vegetasinya tinggi. Dalam sistem agroforestri terdapat konsentrasi sumberdaya yang rendah bagi hama, sedangkan aktivitas musuh alami tinggi. Sistem agroforestri memiliki mikrohabitat yang cocok (*favorable*) serta sumber makanan alternatif yang melimpah bagi musuh alami (Altieri and Nicholls, 2004).

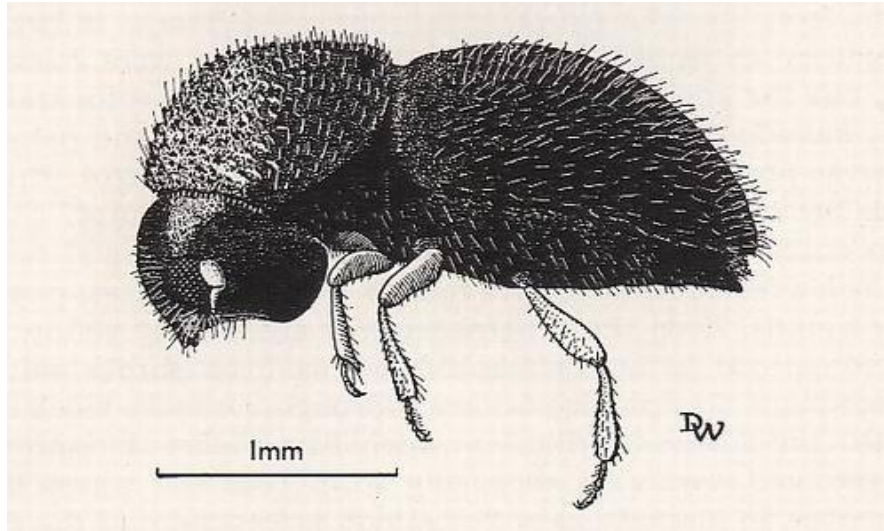
2.2 Hama Penting Tanaman Kopi dan Pengelolaannya

Salah satu faktor yang dapat menurunkan produktivitas tanaman kopi adalah gangguan hama tanaman. Direktorat Jenderal Perkebunan Departement Pertanian (1980) menyatakan bahwa tidak kurang dari lima spesies serangga merupakan hama tanaman kopi. Serangga hama penting tanaman kopi di antaranya adalah bubuk buah kopi (BBKo) yaitu *Hypothenemus hampei* Ferr. (ordo Coleoptera; famili Scolytidae). Penggerek atau bubuk ranting coklat (*Xylosandrus morigerus*) dan bubuk ranting hitam (*X. compactus*) (ordo Coleoptera; famili Scolytidae), kutu tempurung hijau (*Coccus viridis* Green) (ordo Hemiptera; famili Coccidae), kutu dompolan (*Planococcus citri*) (ordo Hemiptera; famili Pseudococcidae), kutu lamtoro *Ferrisia virgata* (ordo Hemiptera; famili Pseudococcidae).

Bubuk buah kopi (BBKo) tergolong hama paling penting di antara jenis-jenis hama kopi lainnya. Serangan hama BBKo menurunkan kuantitas dan kualitas produksi biji kopi. Pramono (2005) melaporkan bahwa intensitas serangan BBKo di Lampung Barat mencapai 65%, sementara serangan hama ini di Jawa Timur mencapai 62% (Anonim, 2008). Tingkat serangan BBKo 62% dapat menurunkan produksi biji kopi sebesar 30%.

Hama BBKo, *Hypothenemus* berasal dari Afrika Tengah dan saat ini telah tersebar di seluruh dunia. Di Indonesia hama ini pertama kali dijumpai di Jawa Tengah pada tahun 1909 dan menyebarkan ke Jawa Timur dan daerah kopi lainnya di Indonesia pada tahun 1918. Di Afrika, hama BBKo dijumpai pada tanaman kopi yang ditanam sampai pada ketinggian 1700 m dpl. tetapi di Jawa hama ini hanya dijumpai sampai ketinggian 1200 m dpl.

Kumbang BBKo berwarna hitam coklat atau hitam berkilat dengan panjang 1-7 mm dan lebar 0.7 mm (Gambar 2). Badan kumbang dewasa berbentuk pendek dengan pronotum menutupi kepala. Stadia larva berlangsung 10 – 21 hari, masa pre pupa 2 hari, dengan masa pupa 4 – 6 hari. Di Indonesia dapat terjadi 8 – 10 generasi kumbang BBKo dalam satu tahun. Kumbang betina lebih banyak daripada kumbang jantan, dengan perbandingan (jantan : betina) tidak lebih dari 1:20. Perkawinan terjadi di dalam lubang gerakan, satu individu jantan dapat membuahi lebih dari 12 betina; kumbang jantan tidak bersayap dan jarang meninggalkan buah kopi (Kalshoven, 1981).



Gambar 2 : Kumbang *Hypotenemus hampei* dewasa (Sumber: Kalshoven, 1981)

Kumbang betina aktif terbang berpencar pada siang hari, dengan jarak tempuh lebih dari 350 m. Pemencaran pasif banyak terjadi pada biji yang telah dipanen yaitu pada wadah tempat penyimpanan. Satu individu betina mampu memproduksi 70 telur dan hidup rata-rata 55 hari. Perkembangan dari telur sampai dengan dewasa berlangsung di dalam buah kopi tua. Buah kopi kering muda yang jatuh ke semak, buah kopi yang jatuh ke tanah, buah kopi yang dikeringkan setelah dipanen menjadi tempat yang paling sesuai (*suitable*) untuk perkembangbiakan kumbang BBKo. Kerap dalam satu buah kopi kering dapat ditemukan lebih dari 75 individu kumbang (Kalshoven, 1981).

Cara pengendalain BBKo adalah terutama melalaui pengaturan dalam panen buah kopi. Hal ini dimaksudkan untuk memutuskan perkembangan kumbang BBKo. Menurut Kalshoven (1981) cara pengaturan panen cukup efektif untuk mengendalikan BBKo. Beberapa cara panen diantaranya: 1) penen rampasan yaitu memanen seluruh buah tanpa menyisakannya di pohon, bila dimungkinkan masa penen yang pendek, buah-buah kopi yang berwarna kuning juga segera dipanen; 2) lelesan yaitu memungut kopi yang jatuh ketika pemetikan, lahan kopi bersih dari sisa buah kopi. Anonim (2008) menyebutkan bahwa penerapan 4 sistem PHT pada kebun kopi rakyat di Jawa Timur dapat meningkatkan 45% produksi kopi. Keempat sistem PHT tersebut meliputi: 1) budidaya tanaman sehat yaitu pembuatan rorak, pembuatan saluran pengairan terutama pada kebun yang lokasinya berdekatan dengan sumber air, pendangiran sesuai dengan kondisi tanaman, penggunaan pupuk organik dan pemetikan (panen) sesuai anjuran, yaitu petik

lelasan, petik merah/tua, dan petik racutan; 2) pelestarian musuh alami; 3) pengamatan hama dan penyakit secara teratur; dan 4) petani menjadi ahli PHT.

Musuh alami BBKo yang ditemukan dilapangan meliputi jamur patogen dan parasitoid. Menurut Kalshoven (1981) jamur patogen BBKo yang endemik adalah *Botrytis stephanoderes* dan *Spicaria javanica*. Jamur patogen serangga ini lebih cocok pada tanaman kopi yang bernaungan. Selain kedua jenis jamur tersebut, jamur *Beauveria basiana* juga kerap diaplikasikan untuk mengendalikan hama BBKo (Najiyati dan Danarti, 2001). Parasitoid kumbang BBKo diantaranya *Prorops nasuta*, *Heterispilus coffeicola* dan *Cephalonomia stephanoderes*. Tabuhan *Cephalonomia* dewasa juga bertindak sebagai predator kumbang dewasa. Predator lain yang memangsa kumbang BBKo adalah kepik *Dindymus*.

Selain kelompok serangga, tanaman kopi juga tidak luput dari serangan nematoda parasit tumbuhan. Swibawa (2009) melaporkan bahwa sistem pertanaman kopi di Sumberjaya, Lampung Barat dihuni oleh 64 genus dan 29 famili nematoda. Dari seluruh individu nematoda pada pertanaman kopi sekitar 77 % adalah nematoda parasit tumbuhan. Terdapat 6 genus nematoda parasit tumbuhan yang dominan yaitu *Paralongidorus*, *Criconemella*, *Ditylenchus*, *Helicotylenchus*, *Tylenchus* dan *Meloidogyne*. Campos dan Villain (2005) nematoda parasit tumbuhan yang berasosiasi dengan tanaman kopi dapat sangat merusak pertanaman kopi. *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Rotylenchus* dan *Radopholus* adalah nematoda yang merusak pertanaman kopi. Nematoda puru akar *Meloidogyne incognita* dan *M. Exigua* sangat merugikan petani kopi di negara-negara Amerika Latin seperti Brasilia dan Mesiko. Kasus-kasus serangan nematoda parasit tumbuhan tersebut lebih parah umumnya terjadi pada kopi muda. Di Indonesia dua spesies yaitu *Pratylenchus coffeae* dan *Radopholus similis* dilaporkan dapat menurunkan produksi kopi lebih dari 30 - 80 % (Wiryadiputra, 1995). Di Kintamani Bali, *Helicotylenchus* dimasukkan ke dalam salah satu dari enam jenis nematoda penting yang menyerang kopi arabika (Sukanaya *et al.*, 2001).

BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan merumuskan teknologi untuk mengonservasi dan meningkatkan peran musuh alami sehingga efektif dalam

mengendalikan hama tanaman kopi melalui pengelolaan pohon penaung dalam sistem agroforestri. Beberapa tujuan khusus penelitian tahun I ini adalah sebagai berikut: 1) Membandingkan pengaruh pohon penaung sistem agroforestri kopi terhadap kondisi lingkungan (masuk seresah, gulma dan iklim mikro), populasi dan jenis hama-hama penting tanaman kopi, serta intensitas kerusakan tanaman; 2) menginventarisasi dan mengisolasi jamur patogen hama bubuk buah kopi (endemik) pada sistem agroforestri kopi.

3.2 Manfaat Penelitian

Dinas Perkebunan Lampung Barat menghimbau petani kopi di daerahnya untuk segera menghentikan penggunaan pestisida kimiawi sintetik di agroekosistem kopi, baik yang ditujukan langsung pada hama kopi maupun hama tanaman sela (Trans Sumatera, 2009). Himbauan tersebut dikeluarkan karena adanya penolakan kopi robusta dari Lampung di negara tujuan ekspor seperti Jepang yang terindikasi mengandung pestisida karbaril (*carbaryl*). Penolakan tersebut menyebabkan harga kopi di tingkat petani jatuh sampai tingkat harga terendah.

Sehubungan dengan kasus di atas, penelitian untuk menemukan teknologi pengendalian hama yang efektif tetapi bersifat ramah lingkungan atau menggunakan pestisida kimiawi sintetik seminimal mungkin menjadi sangat penting. Salah satu teknologi tersebut adalah peningkatan peranan musuh alami *in situ*. Peningkatan peran musuh alami ini dapat dilakukan melalui pengelolaan pohon penaung dalam sistem. Berbeda dengan pengendalian hama dengan menggunakan insektisida sintetik, pengendalian populasi hama dengan musuh alami bersifat berkelanjutan dan ramah lingkungan. Teknik pengendalian ini yang diintegrasikan ke dalam sistem agroforestri juga selaras dengan pemberlakuan sistem HKM (Hutan Kemasyarakatan) untuk budidaya kopi di Lampung.

Agroforestri yang dikelola secara baik berpotensi tidak saja memperbaiki kondisi iklim mikro, tanah dan air, melainkan juga dalam mengendalikan hama tanaman. Beberapa masalah dalam sistem agroforestri yang masih perlu dikaji lebih mendalam adalah bagaimana mengatur atau mengelola pohon penaung sehingga dapat menciptakan kondisi yang cocok (*favorable*) bagi tanaman kopi dan sekaligus bagi pertumbuhan dan perkembangan musuh alami hama-hama kopi. Musuh alami yang berkembang secara optimum akan dapat berperan efektif sebagai pengendali hama dan penyakit pada pertanaman kopi. Dengan demikian, penerapan sistem agroforestri pada tanaman kopi akan menjadi salah satu teknik alternatif pengendalian OPT yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Studi karakterisasi berbagai tipe agroforestri dalam penelitian ini menghasilkan informasi tentang pengaruh kondisi lingkungan berbagai tipe agroforestri kopi terhadap intensitas populasi dan tingkat serangan hama bubuk buah kopi (BBKo) serta tingkat patogenisitas jamur patogen serangga. Kondisi lingkungan agroforestri ini meliputi jenis dan populasi pohon penayang, tingkat penutupan kanopinya, iklim mikro, masukan seresah, tingkat serangan hama, dan infeksi jamur patogen terhadap hama di lapangan. Informasi ini sangat bermanfaat karena dapat dijadikan pedoman dalam merancang teknologi pengelolaan agroforestri yang efektif dalam mengendalikan populasi hama penting tanaman kopi. Selain itu, dari studi ini diperoleh isolat jamur patogen serangga *in situ* yang berpotensi dikembangkan sebagai pestisida hayati untuk mengendalikan hama penting tanaman kopi.

Hasil penelitian ini bermanfaat bagi petani dan bagi pengembangan ilmu khususnya di bidang Ilmu Pertanian. Bagi petani hasil penelitian ini bermanfaat sebagai pedoman dalam praktik pengendalian hama tanaman kopi penerapan pengelolaan pohon penayang dalam sistem agroforestri. Pemilihan jenis dan pengaturan populasi, serta pengaturan tutupan kanopi pohon penayang yang mempengaruhi masukan seresah dan kondisi iklim mikro bermanfaat untuk memacu peningkatan aktivitas musuh alami terutama jamur patogen serangga sehingga efektif mengendalikan populasi hama tanaman kopi. Bagi pengembangan ilmu pengetahuan, hasil penelitian ini menghasilkan informasi mengenai pengaruh karakteristik kondisi lingkungan suatu tipe agroforestri terhadap aktivitas musuh alami, khususnya jamur patogen dan tingkat serangan hama penting tanaman kopi.

BAB IV. METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Serangkaian kegiatan survei telah dilaksanakan untuk mencapai tujuan penelitian ini. Kegiatan survei dilakukan di Kecamatan Sumberjaya, Kabupaten Lampung Barat dan Kecamatan Pulau Panggung, Kabupaten Tanggamus. Penghitungan populasi hama dan isolasi

jamur patogen hama BBKo dilakukan Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penelitian Tahap I ini telah dilakukan pada bulan Juli – November 2011.

Pelaksanaan Penelitian

Pada Tahap I penelitian bertujuan untuk menyelidiki pengaruh tipe sistem agroforestri terhadap masukan seresah, kelimpahan gulma, iklim mikro, populasi dan tingkat serangan hama-hama penting tanaman kopi serta tingkat patogenisitas musuh alami endemik hama penting tanaman kopi pada sistem agroforestri. Tiga aktivitas survei dilakukan pada penelitian ini. Ketiga survei tersebut adalah: 1) Survei jenis pohon penayang, intensitas tutupan kanopi, dan karakteristik lingkungan pertanaman kopi; 2) survei hama dan tingkat kerusakan tanaman; 3) survei musuh alami hama tananaman kopi. Pengujian laboratorium dilakukan untuk mengidentifikasi jamur patogen serangga yang menginfeksi hama bubuk buah kopi (BBKo) yang diperoleh dari lokasi survei.

1.a Survei Jenis Pohon Penaung dan Karakteristik Lingkungan Pertanaman Kopi

Survei jenis pohon penayang, intensitas penayangan kanopi, dan karakteristik lingkungan pertanaman kopi akan dilakukan pada kebun kopi rakyat di Kecamatan Sumberjaya, Kabupaten Lampung Barat dan Kecamatan Pulau Panggung, Kabupaten Tanggamus yang menerapkan sistem agroforestri. Pada masing-masing kecamatan akan dipilih sepuluh hamparan kebun kopi sistem agroforestri yang luasnya >1ha. Sistem agroforestri akan dikelompokkan menjadi sistem agroforestri sederhana dan sistem agroforestri kompleks multistrata. Menurut Dewi (2007), kebun kopi agroforestri adalah kebun dengan kopi sebagai tanaman pokok dengan pohon penayang yang populasinya > 15%. Kebun kopi agroforestri kompleks multistrata mengandung pohon penayang > 5 jenis tetapi umurnya tidak seragam, sedangkan agroforestri sederhana mengandung pohon penayang < 5 jenis dan umurnya relatif seragam. Kegiatan survei meliputi menentukan jenis, populasi pohon penayang, intensitas penayangan serta input seresahnya. Selain itu dilakukan juga pengukuran kondisi iklim mikro yaitu suhu udara di bawah tajuk dan suhu tanah serta kelembaban tanah.

- **Penentuan jenis, intensitas penauangan kanopi, populasi dan karekteristik pohon penuang**

Pada setiap hamparan kebun kopi dibuat transek dengan ukuran 40 m x 4 m. Selanjutnya, pada transek ini seluruh pohon penauang yang terdapat di dalamnya diidentifikasi dan dicacah. Selain itu dihitung juga intensitas tutupan kanopi setiap jenis pohon penauang yang ada di dalam transek. Tutupan kanopi (*canopi cover*) dari pohon penauang ditentukan dengan mengukur panjang cabang terpanjang pada empat arah penjuru mata angin. Persentase penutupan dihitung dengan memplotkan tumpuan kanopi tersebut pada kertas bergaris milimeter. Selain itu diukur juga diameter pohon setinggi dada (DBh) untuk menaksir biomasnya.

- **Penentuan masukan seresah**

Seresah yang diamati adalah daun, ranting, dan cabang-cabang mati yang terdapat di permukaan tanah. Di dalam transek ditetapkan titik pengambilan contoh seresah berukuran kuadrat 0.5 m x 0.5 m. Seluruh seresah permukaan (daun, ranting, dan cabang mati) diambil secara manual. Dengan menggunakan saringan bermata 1 mm seresah dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan tanah yang terbawa. Seresah kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari, selanjutnya dioven pada suhu 80°C selama 48 jam dan diukur berat keringnya.

- **Penentuan kelimpahan dan biomassa gulma**

Pada kuadrat titik pengambilan contoh seresah, gulma juga diamati. Dalam luasan kuadrat tersebut seluruh gulma yang ada diambil, diidentifikasi jenisnya dan dihitung jumlahnya (bt m^{-2}), dioven pada suhu 80°C selama 48 jam (g m^{-2}) dan ditimbang berat masanya.

- **Penentuan iklim mikro**

Yang dimaksud dengan iklim mikro dalam penelitian ini adalah kelembaban dan suhu tanah pada lapisan kedalaman 0-20 cm dan suhu udara di bawah tajuk. Pada setiap titik, sampel yang sama dengan pengambilan contoh seresah suhu dan kelembaban tanah diukur. Pengukuran suhu tanah dilakukan *in situ* dengan menggunakan termometer air raksa berbentuk batang. Untuk menghindari kerusakan termometer, sebelum dimasukkan ke dalam tanah, dibuat lubang dengan kedalaman 20 cm menggunakan pipa besi runcing berdiameter lebih kurang sama dengan diameter batang termometer. Pencatatan suhu dilakukan ± 15 menit setelah termometer

dimasukkan ke dalam tanah. Satu termometer lainnya digantung pada ranting di bawah pohon untuk mengukur suhu udara.

Pada setiap titik sampel, tanah terusik ± 0.5 kg diambil dengan menggunakan cetok kebun pada kedalaman 0-20 cm. Tanah kemudian disimpan di dalam kantong plastik. Sebanyak 100 gram contoh tanah dioven pada suhu 105°C selama 48 jam atau sampai tidak terjadi pengurangan berat untuk menentukan kadar air tanah menggunakan metode gravimetri dengan formula sebagai berikut:

$$\text{Kadar Air Tanah Aktual (\%)} = \frac{\text{Berat Basah} - \text{Berat Kering}}{\text{Berat Kering}} \times 100 \%$$

1.b Survei populasi hama dan tingkat kerusakan tanaman

Survei hama dan tingkat kerusakan tanaman dilakukan di dalam transek yang sama dengan survei jenis pohon penabung dan karakteristik lingkungan pertanaman kopi. Beberapa hama penting yang disurvei di antaranya adalah bubuk buah kopi (BBKo) *Hypothenemus hampei* dan pengggerak ranting kopi *Xylosandrus* dan beberapa hama kutu.

- Pengamatan hama bubuk buah kopi (BBKo)

Pengamatan hama bubuk buah kopi di dalam transek meliputi pengamatan ekstensif dan pengamatan intensif. Pengamatan ekstensif adalah pengamatan kasar untuk mendapatkan data jumlah tanaman kopi yang mengalami serangan BBKo. Metode pengamatan ekstensif dilakukan dengan mengamati seluruh tanaman kopi yang ada di dalam transek, setiap tanaman ditetapkan terserang atau tidak terserang. Dari hasil pengamatan ekstensif, terhadap tanaman terserang dipilih 5 tanaman sub-sampel. Pada setiap tanaman sub-sampel buah kopi pada cabang yang terletak pada keempat arah penjuror mata angin (utara, timur, selatan dan barat) diamati secara teliti. Seluruh jumlah buah kopi dihitung dan ditetapkan intensitas serangan BBKo:

$$\text{Intensitas kerusakan (\%)} : \frac{\text{Jumlah buah terserang}}{\text{Jumlah seluruh buah yang diamati}} \times 100\%$$

Buah terserang menunjukkan gejala terdapat lubang gergakan, sedangkan buah tidak terserang/sehat tidak terdapat lubang gergakan. Selain itu, pengamatan tingkat serangan juga dilakukan terhadap buah kopi yang jatuh di tanah. Seluruh buah kopi yang terdapat di tanah dikumpulkan untuk diamati intensitas serangannya. Buah-buah kopi terserang kemudian dibawa ke laboratorium untuk pengamatan populasi kumbang BBKo.

- **Pengamatan hama penggerek ranting**

Pengamatan hama penggerek ranting dilakukan terhadap seluruh tanaman kopi yang terdapat di dalam transek. Setiap tanaman diamati dan dihitung berapa jumlah cabang atau ranting kopi yang terserang. Cabang terserang menunjukkan gejala layu atau mati mengering. Berdasarkan tingkat serangan penggerek ranting tanaman kopi akan dikelompokkan menjadi tanaman terserang berat apabila > 1 ranting terserang dan menunjukkan kematian dan terserang ringan apabila hanya 1 ranting mati akibat serangan hama ini atau apabila > 1 ranting tetapi sembuh kembali dan tanaman sehat yaitu tanaman yang tidak terserang.

- **Pengamatan hama kutu tanaman**

Pengamatan ekstensif dilakukan terhadap kutu tanaman yang terdapat pada seluruh tanaman kopi di dalam transek. Pengamatan ekstensif adalah pengamatan kasar untuk mendapatkan data jumlah tanaman kopi yang mengalami serangan kutu tanaman.

1.c Survei musuh alami hama tanaman kopi

Survei musuh alami dilakukan baik di dalam maupun di luar transek. Musuh alami yang menjadi prioritas dalam penelitian ini adalah musuh alami hama bubuk buah kopi (BBKo) dari golongan jamur. Buah kopi terserang kumbang bubuk buah kopi dikumpulkan baik dari dalam transek maupun dari luar transek, baik yang masih di pohon maupun yang telah jatuh ke tanah. Dari buah-buah terserang, apabila terdapat tanda bahwa kumbang terserang patogen maka buah tersebut dibawa ke alboratorium untuk diisolasi dan diidentifikasi.

Di laboratorium patogen serangga yang menginfeksi hama bubuk buah kopi diisolasi dan ditumbuhkan pada media PDA. Patogen yang tumbuh kemudian dimurnikan. Isolat patogen ini

kemudian diidentifikasi berdasarkan karakter kolininya. Isolat patogen hama bubuk buah kopi BBKo ini diperbanyak dan disimpan untuk diteliti daya patogenisitasnya pada penelitian tahap II.

Data hasil pengamatan pada penelitian diuji t untuk pemisahan nilai tengah pada taraf nyata 1 atau 5%.

BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mencapai tujuan penelitian, survei karakterisasi berbagai tipe agroforestri, tingkat serangan hama penting tanaman kopi dan patogensitas jamur patogen serangga telah dilakukan di dua kabupaten yaitu Kabupten Lampung Barat dan Kabupten Tanggamus. Kebun kopi yang disurvei seluruhnya kebun milik petani yang luasnya > 1 ha dan tanaman kopi berumur lebih dari 10 tahun.

5.1 Karakteristik Agroforestri Kopi

Dari seluruh kebun agroforestri kopi yang diamati (masing-masing 10 kebun tiap kabupaten) dapat dikelompokkan menjadi dua tipe yaitu 5 kebun tipe agroforestri sederhana dan 5 tipe agroforestri kompleks yang terdapat pada masing-masing kabupaten. Pengelompokan tipe agroforestri ini berdasarkan jumlah jenis pohon penayang yang terdapat pada agroforestri kopi. Menurut Dewi (2007), kebun kopi agroforestri kompleks adalah kebun dengan kopi sebagai tanaman pokok dengan pohon penayang > 5 jenis yang populasinya > 15% dan umurnya tidak seragam, sedangkan agroforestri sederhana mengandung pohon penayang < 5 jenis tetapi umurnya relatif seragam. Jenis tanaman kopi pada semua kebun yang disurvei didominasi oleh kopi jenis *Coffea canephora* klon robusta.

Karakteristik agroforestri kopi meliputi luas kebun dan populasi tanaman kopi. Luas kebun yang disurvei berkisar 2,2 – 2,9 ha, baik untuk agroforestri kompleks maupun agroforestri sederhana. Tidak terdapat perbedaan yang nyata antara luas kebun agroforestri kompleks dengan agroforestri sederhana. Populasi tanaman kopi di kebun agroforestri kompleks dengan agroforestri sederhana juga tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Pada agroforestri kompleks populasi tanaman kopi sebanyak 2887 ± 808 tanaman dan pada agroforestri sederhana 2262 ± 470 tanamann (Tabel 2). Menurut Najati dan Danarti (2006) jarak tanam kopi robusta yang direkomendasikan adalah 2,75 m x 2,75 m atau sekitar 1400 bt ha⁻¹, sedangkan untuk kopi arabika 2,5 m x 2,5 m atau sekitar 1600 bt ha⁻¹. Dari data yang disajikan pada Tabel 1, tampak bahwa jarak tanam antar kebun sangat bervariasi, namun populasi tanaman kopi tiap hektarnya lebih dari 1400. Seluruh kebun kopi yang disurvei adalah milik petani. Dari data ini tampak bahwa petani tidak mengikuti rekomendasi jarak tanam. Dari pengamatan, peneliti menemukan bahwa pada agroforestri kopi kompleks terdapat kopi muda yang tumbuh pada barisan dengan baris tidak teratur. Hal ini dimungkinkan karena petani sengaja membiarkan dan merawat anakan kopi yang tumbuh dari biji terjatuh ke tanah. Akibatnya, populasi tanaman kopi dapat tinggi yaitu mencapai 3000 tanaman tiap hektar atau jarak tanam 2 m x 1,5 m. Populasi seluruh tumbuhan (pohon) pada agroforestri kompleks menjadi lebih rapat lagi apabila ditambah dengan pohon penangnya.

Tabel 2. Luas dan populasi tanaman kopi pada dua tipe agroforestri kopi

Karakteristik Agroforestri	Agroforestri Kompleks	Agroforestri Sederhana	t test
Luas kebun (ha)	2.2 ± 1.25	2.9 ± 1.52	0.51 ns

Populasi tanaman kopi (bt ha ⁻¹)	2887.5 ± 808.16	2262.5 ± 470.62	0.08 ns
--	-----------------	-----------------	---------

Keterangan: ns = tidak berbeda nyata menurut uji t

5.2 Karakteristik Pohon Penaung

Kebun kopi tipe agroforestri kompleks mengandung pohon penaung yang lebih beragam daripada tipe agroforestri sederhana. Pada agroforestri kompleks dapat ditemukan pohon penaung diantaranya: cempedak (*Artocarpus champeden*), cengkeh (*Eugenia aromatica*), kakao (*Theobroma cacao*), dadap (*Erythrina subumbram*), durian (*Durio zibethinus*), gamal (*Gliricidia sepium*), jambu air (*Suzigium aqueum*), jati (*Tectona grandis*), jati putih (*Gmelina arbore*), karet (*Hevea brasiliensis*), lamtoro (*Leucaena glauca*), mahoni (*Swietenia macrophylla*), mangga (*Mangifera indica*), melinjo (*Gnetum genemon*), nangka (*Artocarpus heterophyllus*), petai (*Parkisa speciosa*), randu (*Ceiba petandra*), dan salam (*Eugenia polyantha*), sedangkan yang ditemukan pada agroforestri sederhana meliputi kaliandra (*Calliandra calothyrsus*), cengkeh, gamal, jeruk manis (*Citrus sinensis*), lamtoro, petai, sengon laut (*Paraserianthes falcataria*), dan sukun (*Artocarpus altilis*).

Rata-rata jumlah jenis pohon penaung pada agroforestri kompleks adalah $7,4 \pm 3,05$ nyata berbeda ($P < 0,05$) dengan rata-rata jumlah jenis pohon penaung pada kebun kopi agroforestri sederhana yang hanya $2,8 \pm 1,64$ (Tabel 3). Temuan ini sesuai dengan pendapat Dewi (2007) yang menyebutkan agroforestri kompleks mengandung > 5 jenis pohon penaung, sedangkan agroforestri sederhana mengandung < 5 jenis pohon penaung.

Populasi pohon penaung pada agroforestri kompleks lebih tinggi daripada populasi pohon penaung pada agroforestri sederhana. Rata-rata populasi pohon penaung pada agroforestri kopi kompleks adalah 719 ± 517 bt ha⁻², nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi daripada populasi pohon penaung pada agroforestri sederhana yaitu 347 ± 112 bt ha⁻² (Tabel 3). Swibawa (2009) menyebutkan bahwa sistem agroforestri kopi mengandung 1100 – 1300 batang pohon penaung per hektar.

Biomassa pohon penaung yang ditaksir menggunakan diameter batang pohon setinggi dada (DBh) yang terdapat kedua tipe agroforestri kopi menunjukkan bahwa agroforestri kopi kompleks mengandung biomassa pohon yang lebih tinggi daripada agroforestri kopi sederhana. Rata-rata DBh seluruh pohon penaung yang terdapat tiap 160 m² luas transek pada kebun kopi agroforestri kompleks sekitar 4,9 m nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi daripada DBh pohon penaung pada agroforestri sederhana yang hanya 2 m. Data ini mengindikasikan bahwa biomassa pohon

penaung yang terdapat pada agroforestri kompleks lebih tinggi daripada agroforestri kopi sederhana. Pengembangan agroforestri kompleks oleh petani memberi nilai positif karena terlibat dalam mengurangi emisi CO₂ yang merupakan gas rumah kaca (GRK) ke atmosfer. Indonesia termasuk salah satu negara yang meratifikasi Protokol Kyoto melalui Undang-Undang No. 17 yang memberi peluang untuk ikut dalam perdagangan karbon. Menurut Hairiah *et al.*, (2008), sistem agroforestri mampu menyimpan sekitar 290 – 370 Mg C ha⁻¹.

Keberadaan pohon penaung pada sistem agroforestri memberikan naungan bagi tanaman kopi yang dalam pertumbuhannya memerlukan naungan. Tanaman kopi merupakan tanaman yang berasal dari hutan sehingga memerlukan naungan. Tutupan kanopi pohon penaung berperan untuk mengatur sinar matahari yang sampai ke pada tanaman kopi. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa tutupan kanopi pohon penaung pada agroforestri kompleks mencapai 78.9 ± 13.76 % nyata (P<0,05) lebih tinggi daripada tutupan kanopi pohon pelindung pada agroforestri sederhana yang hanya 43.62 ± 18.06 %. Swibawa (2009) juga menunjukkan bahwa tutupan kanopi pohon pada sistem agroforestri sekitar 74-79%. Data ini mengindikasikan bahwa sinar matahari yang sampai kepada tanaman kopi agroforestri kompleks sekitar 21%, sedangkan pada agroforestri sederhana sebesar > 50%. Penyinaran pada sistem agroforestri sederhana masih lebih tinggi daripada yang dibutuhkan tanaman kopi yaitu sekitar 10-50% (Najiyati dan Danarti, 2006).

Tabel 3 . Kondisi pohon penaung pada dua tipe agroforestri kopi

Karakteristik pohon penaung	Agroforatri Kompleks	Agroforatri Sederhana	t test
Keragaman penaung (jml jenis)	7.4 ± 3.05	2.8 ± 1.64	0.04*
Populai penaung (bt ha ⁻²)	719.2 ± 517.99	347.2 ± 112.63	0.05*
Total DBh penaung (m/160 cm ² lahan)	4.9 ± 2.10	2.34 ± 0.76	0.04*
Tutupan kanopi penaung (%)	78.9 ± 13.76	43.62 ± 18.06	0.01**

Keterangan: ** = sangat nyata berbeda dan * = nyata berbeda untuk angka sebaris menurut uji t

Masukan seresah yang terdapat pada kebun kopi agroforestri kompleks berbeda dengan masukan seresah pada agroforestri sederhana, namun tidak demikian dengan kondisi gulmanya. Uji t menunjukkan bahwa biomassa seresah yang diukur dengan berat keringnya menunjukkan bahwa pada kebun agroforestri kopi kompleks terdapat sekitar 123,75 ± 50,68 g dw m⁻² lebih rendah daripada biomassa seresah pada kebun kopi agroforestri sederhana yaitu 207,10 ±

57,56 g dw m⁻² (Tabel 4). Masukan seresah tersebut setara dengan 1,2 – 2,7 Mg Ha⁻¹ yang masih jauh lebih rendah daripada yang dilaporkan Swibawa (2009) yaitu 5-6 Mg Ha⁻¹. Hal ini dapat dikarenakan oleh waktu pengukuran seresah yang sifatnya sesaat yaitu dilakukan ketika pohon tidak menggugurkan daunnya. Oleh karena itu, pengukuran masukan seresah hendaknya dilakukan sepanjang tahun sehingga dapat mengukur masukan seresah dalam satu tahun.

Biomassa gulma yang terdapat pada kebun agroforestri kompleks sekitar 2,52 ± 0,99 g dw m⁻² tidak nyata (P>0,05) dengan biomassa gulma pada agroforestri sederhana yang mencapai 1,81 ± 0,53 dw m⁻² (Tabel 4). Walaupun agroforestri sederhana lebih terbuka dengan tutupan kanopi yang lebih rendah daripada agroforestri kompleks (Tabel 3), namun gulma yang tumbuh di kedua tipe agroforestri kopi ini tidak berbeda. Hal ini dapat dikarenakan petani kopi dengan sistem agroforestri sederhana kerap mengendalikan gulma menggunakan herbisida. Dari hasil pencatatan di lapangan, diketahui bahwa ketika pengamatan dilakukan pada seluruh kebun agroforestri sederhana menunjukkan tanda gulma mati karena baru saja disemprot dengan herbisida. Kondisi yang terbuka menyebabkan gulma lebih banyak tumbuh, oleh karena itu petani mengoretnya atau menyemprotnya dengan herbisida. Praktik budidaya kopi semacam ini kurang baik untuk menjaga kesuburan tanah, karena laju erosi tinggi.

Tabel 4. Masukan seresah dan kondisi gulma pada dua tipe agroforestri kopi

Biomassa seresah dan gulma	Agroforestri Kompleks	Agroforestri Sederhana	t test
Biomassa seresah (g dw/m ²)	123.75 ± 50.68	207.10 ± 57.56	0.03*
Biomassa gulma (g dw m ²)	2.52 ± 0.99	1.81 ± 0.53	0.11ns

Keterangan: * = nyata dan ns = tidak nyata dengan uji t pada taraf nyata 5%

Perbedaan tutupan kanopi pada kedua tipe agroforestri kopi juga belum menyebabkan perbedaan kondisi iklim mikro yang diindikasikan dengan suhu udara di bawah tajuk kopi, suhu tanah dan kadar air tanah pada kedalaman 20 cm (Tabel 5). Suhu udara di bawah tajuk kopi justru menunjukkan lebih tinggi 26,8 ± 2,88 °C daripada di agroforestri kopi sederhana yaitu 24,0 ± 1,22 °C. Kondisi iklim mikro ini juga dipengaruhi oleh ketinggian tempat. Kawasan pertanaman kopi berbukit-bukit, sehingga letak kebun yang lebih tinggi akan memiliki suhu yang lebih rendah. Kelemahan pengukuran kondisi iklim mikro dalam penelitian ini adalah dilakukan sekali bersamaan dengan survei kondisi tanaman dan hama. Oleh karena itu,

diperlukan pengukuran khusus kondisi iklim mikro untuk dapat menentukan perbedaannya untuk kedua tipe agroforestri kopi ini. Swibawa (2009) menyebutkan suhu udara pada agroforestri kopi di Sumberjaya 22,9°C, suhu tanah 21,9° C dan kadar air tanah 43,52%.

Jenis-jenis gulma yang ditemukan di kedua tipe agroforestri kopi diantaranya gelentengan (*Syedrella nadiflora*), bulu lutung (*Spermacoce remota*), lempuyangan (*Panicum repens*), alang-alang (*Imperata cylindrica*), harendong bulu (*Clidemia hirta*), jukut pahit (*Axonopus compressus*), dan babadotan (*Ageratum conyzoides*).

Tabel 5. Kondisi iklim mikro dua tipe agroforestri kopi

Iklim Mikro	Agroforestri Kompleks	Agroforestri Sederhana	t test
Suhu udara di bawah tajuk (°C)	26.8 ± 2.88	24,0 ± 1.22	0.03 *
Suhu tanah 20 cm (°C)	22.4 ± 0.55	22.8 ± 0.84	0.19ns
Kadar Air Tanah (%)	49.86 ± 4	47.78 ± 5	0.28ns

Keterangan: * = nyata berbeda dan ns = tidak nyata berbeda untuk angka sebaris menurut uji t

5.3 Tingkat Serangan Hama Penting Tanaman Kopi

Tingkat serangan hama-hama penting pada tanaman kopi cukup tinggi. Tingkat serangan hama bubuk buah kopi (BBKo= *Hypothenemus hampei*) tinggi yairu > 50 persen tanaman terserang bubuk buah kopi. Uji t menunjukkan bahwa tingkat serangan hama BBKo pada tanaman kopi dengan sistem agroforestri kompleks mencapai 81% sangat nyata (P<0,01) lebih rendah daripada tingkat serangan pada tanaman kopi dengan sistem agroforestri sederhana yang mencapai 91,8% (Tabel 6). Data ini mengindikasikan bahwa serangan hama BBKo sangat serius yaitu dari 100 tanaman, hanya 10 tanaman yang luput dari serangan BBKo.

Tingkat serangan hama penggerek ranting kopi *Xylosandrus* pada kopi agroforestri kompleks sekitar 77% lebih tinggi daripada tingkat serangan hama ini pada agroforestri sederhana yaitu sekitar 47% (Tabel 6). Pada agroforestri kompleks, dari semua tanaman terserang 38% persen tergolong serangan berat, sedangkan pada agroforestri sederhana tanaman yang terserang berat sekitar 31%. Tingkat serangan penggerek ranting dikategorikan berat apabila lebih dari satu ranting tanaman terserang hama ini. Serangan pada ranting menyebabkan kematian ranting yang terserang dan menyebabkan seluruh buah pada ranting tidak dapat dipanen. Temuan dalam penelitian ini berbeda dengan laporan Rahayu *et al.* (2006) yang

menyebutkan bahwa intensitas serangan *Xylosandrus compactus* pada agroforestri kopi multistrata lebih rendah (18%) daripada kopi bernaungan sederhana (25%).

Tingkat serangan kutu tanaman pada agroforestri kopi kompleks sekitar 52,8% nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi daripada tingkat serangan hama ini pada agroforestri sederhana yaitu sekitar 28,7% (Tabel 6). Kutu tanaman yang menyerang adalah kutu hijau *Coccus viridisi* yang menyerang bagian pucuk maupun dompolan buah kopi. Pada agroforestri kompleks, sebanyak 24% tanaman terserang pada pucuk tanaman dan 29% tanaman terserang pada dompolan buahnya. Pada agroforestri sederhana tanaman yang terserang kutu pada bagian pucuknya sebanyak 13% dan pada dompolan buah sebanyak 15,5%.

Tabel 6. Tingkat serangan BBKo, penggerek ranting dan kutu pada tanaman

Jenis hama	Agroforestri Kompleks	Agroforestri Sederhana	t test
BBKo (%)	81.0 ± 3.39	91.8 ± 5.22	0.01**
Penggerek ranting (%)	77.1 ± 7.88	47.9 ± 14.85	0.02*
Kutu tanaman (%)	52.8 ± 27.18	28.68 ± 24.58	0.04*

Keterangan :

** = sangat nyata berbeda dan * = nyata berbeda untuk angka sebaris menurut uji t

Intensitas kerusakan buah kopi akibat serangan hama BBKo dibedakan untuk buah yang masih di pohon dengan buah yang telah jatuh ke tanah. Uji t menunjukkan bahwa pengaruh tipe agroforestri kopi tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap tingkat kerusakan buah akibat serangan BBKo, baik untuk buah yang masih di pohon maupun buah yang telah jatuh ke tanah. Pada Tabel 7 tampak bahwa tingkat kerusakan buah kopi akibat serangan hama BBKo untuk buah kopi yang masih pohon masing-masing sebesar 28% untuk agroforestri kompleks dan 32% untuk agroforestri sederhana. Untuk buah yang telah jatuh ke tanah, kerusakan buah kopi pada agroforestri kopi kompleks mencapai 25% sedangkan pada yang telah jatuh ke tanah mencapai 28%. Hama BBKo memiliki perilaku menyerang buah kopi sejak di pohon dan dapat terus berkembang meskipun buah telah jatuh ke tanah. Bahkan hama ini masih dapat berkembang pada buah kopi pada penyimpanan. Oleh karena itu, dalam upaya pengendalian hama BBKo, keberadaan hama ini pada buah baik yang masih di pohon maupun pada buah yang telah jatuh ke

tanah perlu mendapat perhatian. Mengumpulkan buah-buah yang terjatuh ke tanah selama pemetikan buah kopi merupakan salah satu teknik pengendalian hama BBKo, karena buah yang terjatuh ke tanah dapat menjadi tempat berkembangnya hama ini.

Tabel 7. Intensitas kerusakan buah tersebut serangan hama BBKo

Kondisi buah	Agroforestri kompleks	Agroforestri Sederhana	t test
Buah di pohon (%)	28.4 ± 12.10	32.0 ± 7.00	0.31ns
Buah di tanah	25.2 ± 8.76	28.2 ± 9.09	0.23ns

Keterangan : ns = tidak nyata berbeda untuk angka sebaris pada uji t

Buah-buah kopi yang rusak masih dihuni oleh kumbang hama BBKo dan data persentase buah rusak yang mengandung hama ini disajikan pada Tabel 8. Pada buah-buah kopi yang dikumpulkan dari pohon kebun kopi agroforestri kompleks ditemukan sebanyak sekitar 32% buah rusak mengandung kumbang BBKo, nyata ($P < 0,05$) lebih rendah daripada buah yang mengandung kumbang BBKo pada kebun kopi agroforestri sederhana yaitu sekitar 41%. Namun demikian, buah-buah dari tanah di bawah tanaman kopi pada agroforestri kompleks buah-buah yang masih mengandung kumbang BBKo 26%, tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan buah yang mengandung hama pada agroforestri sederhana yaitu 27,8% (Tabel 8).

Tabel 8. Persentase buah yang mengandung kumbang BBKo

Buah mengandung BBKo (%)	Agroforestri kompleks	Agroforestri Sederhana	t test
Buah di pohon	32.2 ± 4.59	41.3 ± 6.96	0.05*
Buah di tanah	26.7 ± 8.87	27.87 ± 9.22	0.38ns

Keterangan : ns = tidak nyata; * = nyata berbeda untuk angka sebaris pada uji t

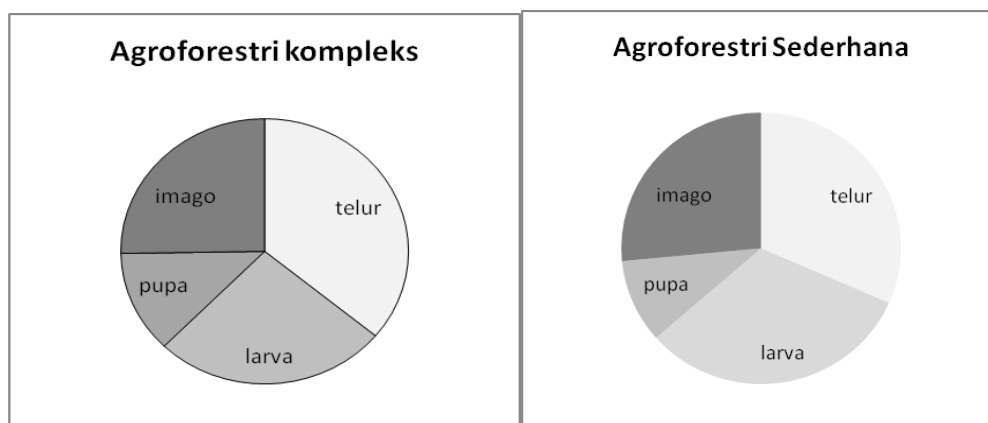
Semua stadium muali dari telur sampai dengan imago kumbang BBKo dapat ditemukan pada buah kopi. Satu butir buah kopi dapat mengandung 1-19 kumbang yang ditemukan pada agroforestri kompleks dan 1 - 16 kumbang pada agroforestri sederhana.

Rata-rata stadium kumbang yang ditemukan tiap butir buah kopi disajikan pada Tabel 9. Pengaruh tipe agroforestri kopi tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap rata-rata berbagai stadium kumbang yang terdapat dalam satu butir buah kopi.

Tabel 9. Populasi kumbang per buah kopi pada dua tipe agroforestri

Stadium kumbang	Kompleks	Sederhana	t test
Telur (idiv/butir)	2.14 ± 0.9	1.82 ± 0.9	0.11
Larva (indiv/butir)	1.56 ± 0.7	1.84 ± 1.2	0.25
Pupa (indiv/butir)	0.74 ± 0.5	0.57 ± 0.4	0.16
Imago (indive/butir)	1.5 ± 0.6	1.53 ± 0.4	0.45
Seluruh stadium (indiv/butir)	5.94 ± 2.0	5.76 ± 2.1	0.4

Komposisi stadium kumbang yang ditemukan pada stiap butir buah kopi didominasi oleh telur, larva dan imago. Pada agrofoerstri kompleks, sebanyak 36% kumbang yang ditemukan dari satu butir buah kopi adalah stabium telur, dan berturut-turut 26, 12, dan 25 persen adalah imago, larva, dan pupa. Pada agroforestri sederhana satdium telur, larva dan imago masing-masing 32, 32, dan 27 persen terdapat dalam satu butir buah kopi sisanya 11% adalah pupa (Gambar 2).



Gambar 2. Komposisi stadium kumbang yang ditemukan dalam satu buah kopi

5.4 Musuh Alami Hama Tanaman Kopi

Salah satu musuh alami hama tanaman kopi yang aktivitasnya dominan baik pada sgroforestri kompleks maupun agroforestri sederhana adalah jamur patogen serangga. Keberadaan jamur patogen serangga ini dapat diindikasikan oleh adanya tanda infeksi jamur terhadap hama BBKo yang ke luar dari liang gerak pada buah terserang. Infeksi jamur ini mudah dikenali di lapang, pada lubang gerak buah kopi terserang BBKo terlihat adanya miselia berwarna putih (tanda panah pada Gambar 3).



Gambar 3. Tanda infeksi jamur pada hama BBKo (*Hypothenemus hampei*), tanda panah.

Hasil pengamatan jamur patogen serangga menunjukkan bahwa keterjadian infeksi jamur ini terhadap hama BBKo masih rendah. Pada sistem agroforestri kopi kompleks tingkat infeksi jamur patogen serangga ini hanya $21,62 \pm 4,7$ %, sedangkan pada agroforestri kopi sederhana hanya $14,98 \pm 3,3$. Tipe agroforestri kopi ini berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap tingkat keterjadian infeksi jamur patogen serangga ini (Tabel 10). Perbedaan tingkat tutupan kanopi pohon penayang yang mempengaruhi intensitas sinar matahari yang menerpa tanaman kopi dan kondisi kelembaban di sekitar tanaman diperkirakan mempengaruhi aktivitas jamur patogen serangga ini. Menurut Weiser *at al.*, (1976) perkembangan jamur patogen serangga dipengaruhi oleh kondisi kelembaban dan suhu. Jamur patogen serangga memerlukan kondisi kelembaban dan suhu tertentu untuk dapat berkembang. Di lapangan, berkecambah jamur patogen serangga dapat terjadi di tanah, pada galeri yang terdapat pada tanaman atau tanaman yang pertumbuhannya rapat.

Tabel 10. Keterjadian infeksi jamur patogen serangga pada hama BBKo

Tipe Agroforestri	Infeksi jamur (%)
Agroforestri kompleks	21.62 ± 4.7
Agroforestri Sederhana	14.98 ± 3.3
t tes	0.01**

Keterangan: ** sangat nyata pada uji t

Isolasi jamur patogen serangga dari buah yang menunjukkan tanda adanya infeksi jamur patogen serangga pada hama BBKo menggunakan media PDA disajikan pada Tabel 11. Pada Tabel 11 tampak bahwa isolasi dari buah-buah dari pohon yang bertanda adanya infeksi jamur

patogen serangga untuk kebun agroforestri kompleks menghasilkan 10 koloni jamur, sedangkan dari buah-buah yang telah jatuh ke tanah untuk kebun ini diperoleh 9 koloni jamur. Pada kebun agroforestri sederhana, jumlah koloni jamur yang diperoleh dari hasil isolasi buah bertanda adanya infeksi jamur patogen serangga adalah 8 untuk buah dari pohon dan 6 untuk buah dari tanah.

Tabel 11. Jumlah koloni jamur hasil isolasi dari buah bertanda infeksi jamur patogen serangga

Asal buah bertanda infeksi jamur patogen serangga	Agroforestri Kompleks	Agroforestri Sederhana
Buah di pohon	10	8
Buah di tanah	9	6

Koloni jamur yang diperoleh memiliki karakteristik warna yang bervariasi. Namun demikian warna koloni yang paling dominan ditemukan adalah berwarna putih (Gambar 4).



Gambar 4. Koloni jamur dari buah bertanda infeksi jamur patogen serangga pada BBKo

Isolasi jamur yang berasal dari buah kopi terserang hama BBKo yang bertanda terdapat infeksi jamur patogen serangga pada media PDA dihasilkan koloni yang berkarakter warna bervariasi. Koloni jamur yang diperoleh lebih banyak berwarna putih yaitu 41%, kemudian disusul oleh koloni yang berwarna hitam yaitu 25%. Selebihnya koloni jamur berwarna coklat, coklat muda, hijau, hijau muda, hijau tua, putih kekuningan, dan putih kusam atau kehitaman (Tabel 12).

Tabel 12. Karakteristik warna koloni jamur yang diisolasi dari buah bertanda infeksi jamur patogen serangga pada BBKo

Warna koloni jamur	Frekuensi Temuan (%)
coklat	6
coklat muda	9
hijau	6
hijau muda	3
hijau tua	3
hitam	25
putih	41
putih kekuningan	3
putih kusam/kehitaman	3

Dari beberapa karakter warna koloni jamur tersebut, jamur patogen serangga yang warna koloninya putih kemungkinan adalah dari genus *Beauveria*, jamur patogen serangga ini populer disebut jamur muskardin putih, yaitu serangga yang terinfeksi jamur ini menampilkan tanda miselium berwarna putih. Jamur patogen serangga yang koloninya berwarna hijau dapat berasal dari genus *Metarhizium*, jamur ini dikenal sebagai muskardin hijau, yaitu ketiga menyerang serangga, tubuh inangnya akan ditumbuhi oleh miselium yang berwarna hijau. Isolat-isolat jamur patogen serangga ini berpotensi untuk dikembangkan sebagai agensia pengendalian hayati hama BBKo pada tanaman kopi.

Dari hasil penelitian ini secara umum tampak bahwa tingkat serangan hama penting tanaman kopi khususnya BBKo tinggi, baik pada sistem agroforestri kopi kompleks maupun sederhana yaitu > 80%. Serangan penggerek ranting juga tidak kalah pentingnya, pada kedua tipe sistem agroforestri kopi hama penggerek ranting merusak lebih dari 50% tanaman kopi dan

yang tergolong serangan berat mencapai 31%. Kutu tanaman tidak menunjukkan penting, walaupun menyerang pucuk dan dompolan, tetapi karena kopinya sudah berumur tua > 10 tahun maka serangan hama ini tidak menimbulkan gangguan yang berarti.

Kerusakan buah akibat serangan hama BBKo mencapai 30% baik pada agroforestri kopi kompleks maupun agroforestri sederhanya. Kerusakan buah sebesar ini tentu akan menurunkan produksi kopi. Hama BBKo, selama menyerang berada di dalam buah dan dapat merusak kedua keping biji kopi yang akan menurunkan kuantitas produksi kopi. Selain itu, biji kopi sisa yang termakan oleh hama BBKo mutunya rendah karena cita rasa aroma kopi akan rusak sehingga di pasaran harganya sangat murah. Oleh karena itu, petani terancam oleh serangan hama BBKo ini.

Pada buah-buah kopi terserang, dapat ditemukan 1-19 kumbang BBKo yang meliputi semua stadium yaitu mulai dari telur sampai dengan imagonya. Data ini mengindikasikan bahwa hama BBKo memperbanyak diri di dalam buah kopi. Dari hasil penelitian ini, stadium telur, larva dan imago yang lebih banyak daripada pupa.

Serangan penggerek ranting yang dalam kategori berat menurunkan produksi kopi. Ranting-ranting berbuah yang mati akibat serangan penggerek ranting akan menurunkan produksi kopi tiap batang tanaman. Kopi berbuah pada ranting-rantingnya, oleh karena itu gangguan pada ranting akan menyebabkan secara langsung produksi tanaman kopi.

Penerapan sistem agroforestri kopi kompleks memberi harapan untuk dikembangkan sebagai teknologi pengendalian hama penting tanaman kopi dipadukan dengan pengendalian hayati khususnya penggunaan patogen serangga. Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa tingkat keterjadian infeksi jamur patogen serangga pada hama BBKo lebih tinggi pada agroforestri kompleks daripada agroforestri sederhana. Infeksi jamur patogen terhadap hama BBKo pada agroforestri kompleks mencapai 21%, sedangkan pada agroforestri sederhana hanya 14%. Tingkat infeksi jamur ini masih tergolong rendah untuk dapat menekan serangan hama BBKo yang mencapai lebih dari 30%. Untuk itu perlu teknologi yang dapat meningkatkan aktivitas jamur patogen serangga ini. Kondisi lingkungan pada agroforestri kompleks lebih cocok bagi aktivitas jamur patogen serangga karena tutupan kanopinya yang mencapai 70% lebih, sedangkan pada agroforestri hanya 43%.

Isolasi jamur patogen serangga yang menginfeksi hama BBKo menghasilkan beberapa isolat kandidat yang dapat dikembangkan sebagai agensia hayati hama ini. Dari karakteristik warna koloni jamur yang ditumbuhkan pada media PDA, jamur yang berwarna putih

kemungkinan adalah *Beuveria* dan yang berwarna hijau adalah *Metarhizium*. Identifikasi lebih seksama dibutuhkan untuk memastikan spesies kedua jamur tersebut dan pengujian tingkat laboratorium dan tingkat semi lapangan. Selain itu, dari temuan tingkat infeksi jamur patogen serangga ini yang masih rendah, maka diperlukan teknik yang memacu aktivitasnya di lingkungan atau dengan mengadakan inundasi untuk meningkatkan kelimpahannya di lapangan.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini kesimpulan yang dapat ditarik adalah sebagai berikut:

1. Kondisi lingkungan yang meliputi keragaman jenis, populasi pohon, biomassa pohon, dan tutupan kanopi pohon pada agroforestri kopi kompleks lebih tinggi daripada agroforestri kopi sederhana.
2. Tingkat serangan hama penting tanaman terutama bubuk buah kopi (BBKo = *Hypothenemus hampei*) tinggi yaitu mencapai > 80% tanaman dengan tingkat kerusakan buah mencapai 30%. Tingkat serangan hama penggerek ranting *Xylosandrus* sp. tinggi yaitu mencapai > 50% tanaman dengan kategori serangan berat mencapai 31%. Tingkat serangan hama BBKo sistem agroforestri kopi kompleks lebih rendah daripada sistem agroforestri kopi sederhana, tetapi sebaliknya untuk tingkat serangan hama penggerek ranting. Buah kopi yang mengandung kumbang BBKo pada sistem agroforestri kompleks sekitar 32% lebih rendah daripada buah yang mengandung kumbang pada agrofoestri sedrhana yaitu 41%. Dalam satu buah kopi terdapat 1-19 kumbang yang meliputi semua stadium, yaitu telur, larva, pupa dan imago.
3. Keterjadian infeksi jamur patogen serangga pada hama BBKo masih rendah yaitu sekitar 14 - 21%. Sistem agroforestri kompleks dapat meningkatkan keterjadian infeksi jamur patogen serangga ini. Koleksi isolat-isolat jamur patogen serangga yang diisolasi dari BBKo dalam penelitian ini berpotensi dikembangkan sebagai pestisida hayati untuk mengendalikan hama BBKo.

6.2 Saran-saran

Beberapa kelemahan dalam penelitian ini ditemukan, di antaranya: 1) waktu survei tidak bertepatan dengan puncak masa panen raya, sehingga buah kopi yang disurvei merupakan buah selang; 2) variasi sistem pertanaman kopi yang disurvei hanya dua tipe agroforestri yaitu kompleks dan sederhana, tidak melibatkan kopi monokultur dan kopi rimba; 3) pengukuran variabel masukan seresah dan pengukuran iklim mikro dilakukan dalam waktu sesaat sehingga informasi mengenai kondisi lingkungan sistem pertanaman kopi tidak mewakili kondisi musim penghujan dan musim kemarau

Beberapa saran penelitian dapat diajukan yaitu:

1. Survei hama dan musuh alami endemik hama-hama penting dilakukan pada puncak panen raya kopi,
2. Survei dilakukan pada berbagai sistem pertanaman kopi meliputi kopi monokultur dan kopi rimba
3. Pengukuran kondisi lingkungan, seperti masukan seresah dan kondisi iklim mikro dilakukan pada waktu yang lama sehingga dapat mengukur kondisi iklim mikro pada musim penghujan dan musim kemarau.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi. 2004. Benchmark Description: Benchmark and Window Level Information. Progress Report CSM-BGBD Project, Universitas Lampung(unpublished). p.1-35.
- Aini, F.K., F.X. Susilo, B. Yaniwiadi, dan K. Hairiah. 2006. Meningkatnya potensi sebaran hama rayap *Odontotermes* spp. setelah alih guna hutan menjadi agroforestri berbasis kopi: apakah perubahan iklim mikro lebih mempengaruhi perubahan populasi daripada ketersediaan makanan?. *Agrivita* (28) 3: 221-227.
- Altieri, M.A. and C.I. Nicholls. 2004. Biodiversity and Pest Management in Agroecosystem Second Edition. Food Product Press, New York, London and Oxford. 225 p.
- Anonim. 2008. Penerapan pengendalian hama terpadu pada kopi di Jawa Timur. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 30 (6) : 10-12.
- Badan Statistik dan Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Propinsi Lampung. 2007. Lampung Dalam Angka. 557 p.
- Bridge, J. 1996. Nematode management in Sustainable and subsistence agriculture. *Ann. Rev Phytopathol.* 34: 201-225.
- Campos, V.P. and L. Villain. 2005. Nematode Parasite of Coffee and Cocoa in M Luc, R.A. Sikora, and J. Bridge (eds.), *Plan Parasitic Nematodes in Sub-Tropical and Tropical Agriculture*. CBI Publishing, Wallingford, UK. p. 529-580.
- Dariah, A., F. Agus, S. Arsyad, Sudarsono, dan Maswar. 2004. Erosi dan aliran permukaan pada lahan pertanian berbasis kopi di Sumberjaya, Lampung Barat. *Agrivita* 26 (1): 52-59.
- Dewi, W.S., B. Yanuwiyadi, D. Suprayogo, dan K. Hairiah. 2006. Alih guna hutan menjadi lahan pertanian: Dapatkah sistem agroforestri berbasis kopi mempertahankan diversitas cacing tanah. *Agrivita* (28) 3: 198-220.
- Direktorat Jenderal Perkebunan Departement Pertanian. 1980. Hama dan Penyakit Tanaman Kopi dan Kakao. Departemen Pertanian, Jakarta.
- Ekonomi dan Bisnis, 10 Januari 2009. [www .antara.co.id](http://www.antara.co.id). diakses Maret 2010.
- Hairiah, K., D. Suprayoga, Widiyanto, Berlian, E. Suhara, A. Mardiasuning, R.H. Widodo, C. Prayoga, dan S. Rahayu. 2004. Alih guna lahan hutan menjadi lahan agroforestri berbasis

kopi: Ketebalan serasah, populasi cacing tanah dan makroporositas tanah. *Agrivita* 16 (1): 68-80.

Hairiah, K., H. Sulistyani, D. Suprayogo, Widiyanto, P. Purnomosidi, R.H. Widodo, and M. van Noordwijk. 2006. Litter layer residence time in forest and coffee agroforestry systems in Sumberjaya, West Lampung. *Forest Ecology and Management* 224: 45-57.

Kalshoven, L.G.E. 1981. The Pest of Crop in Indonesia (*revised by Van der Laan*). PT Ichtiar Baru - Van-Hoeve, Jakarta. 701 p.

Media Indonesia.com 23 Desember 2009. diakses April 2010

Najiyati, S. & Danarti. 2004. *Kopi: Budidaya Dan Penangan Pascapanen*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Pramono, E. 2005. Kepadatan populasi dan tingkat serangan hama penggerek buah pada pertanaman kopi dengan berbagai tipe pengelolaan lahan di Sumberjaya, Lampung Barat. Skripsi Mahasiswa (S-1) Fakultas Pertanian Universitas Lampung. 34 p.

Rahayu, S. A. Setiawan, E. A. Husnaeni dan S. Suyanto. Dapatkah sistem kopi multistrata berfungsi sebagai sarana pengendalian hama penggerek cabang kopi (*Zylosandrus* sp.)?. (Studi kasus di kecamatan Sumberjaya. 2006. *Agrivita* (28) 3: 286-297.

Rahmadi, C. Dan I G. Swibawa. 2004. Collembola Communities of Seven Land Uses Types in Sumberjaya, West Lampung, Indonesia. CSM-BGBD Report.

Schroth, G., Krauss, U., Gasparotto, L., Aguilar, J.A.D., and Vohland, K. 2000. Pest and diseases in agroforestry system of humid tropics. *Agroforestry System* 50: 199-241.

Sheehan, W. 1986. Response specialist and generalist natural enemies to agroecosystems diversification: a selective review. *Environmental Entomology* 15: 456-461.

Staver, C., F.Guharay, D. Monterroso and R.G. Muschler. 2001. Designing pest-suppressive multistrata perennial crop system: Shade-grown coffee in Central America. *Agroforestry Systems* 53: 151-170.

Sukanaya, W., M.G. Adipura, M. Sudana dan M. Sritamin. 2001. Populasi Nematoda Parasit pada Pencadangan Areal Kopi Arabika di Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli. FP UNUD Denpasar. 20 p.

Suprayogo, D., Widiyanto, P. Purnomosidhi, R.H. Widodo, F. Rusiana, Z.Z. Aini, N. Khasanah, dan Z. Kusuma. 2004. Degradasi sifat fisik tanah sebagai akibat alih fungsi lahan hutan menjadi sistem kopi monokultur: Kajian perubahan makroporositas tanah. *Agrivita* 26 (1) : 61-68.

- Susilo, F.X. and F.K. Aini. 2005. Diversity and density of termites in a range of land use types in the Rigis hill area, Sumberjaya-Lampung. *J. Sains Tek.* (11) 3: 129-136.
- Susilo, F.X. dan M. Hazairin. 2006. Alih guna lahan hutan menjadi agroforestri berbasis kopi di sumberjaya menurunkan kelimpahan semut myrmicine pemangsa. *Agrivita* (28) 3: 238-251.
- Swibawa, I.G. 2009. Keragaman nematoda setelah alih guna hutan menjadi kebun kopi. Disertasi, Program Pascasarjana Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. 193 hal.
- Swibawa, I.G., T.N. Aeny, I. Mashyuda, F.X. Susilo, dan K. Hairiah. 2006. Alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian: Keragaman dan kelimpahan nematoda. *Agrivita* (28) 3: 252-266.
- Trans Sumatera 2009. Harian Trans Sumatera 30 Desember 2009.
- van Noordwijk, M., F. Agus, D. Suprayoga, K. Hairiah, G. Pasya dan Farida, 2004. Peranan agroforestri dalam mempertahankan fungsi hidrologi daerah aliran sungai (DAS). *Agrivita* 16 (1): 1-7.
- Verbist, B., A. E. Putra, dan S. Budiharsono. 2004. Penyebab alih fungsi lahan dan akibatnya terhadap fungsi daerah aliran sungai (DAS) pada lansekap agroforestri berbasis kopi di Sumatera. *Agrivita* 16 (1): 29-38.
- Widianto, D. Suprayogo, H. Noveras, R.H. Widodo, P. Purnomosidi dan M. van Noordwijk. 2004. Alih guna hutan menjadi lahan pertanian: Apakah fungsi hidrologis hutan dapat digantikan sistem kopi monokultur? *Agrivita* (26) 1: 47-51.
- Wiryadiputra, S. 1995. Estimasi kehilangan hasil karena kerusakan oleh nematoda *Pratylenchus coffeae* pada kopi robusta. Dalam Risalah Kongres Nasional XII dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia, Yogyakarta 6 – 8 September 1993. 607 p.
- Weiser, J. G.E. Bucher, and G.O. Poinar, Jr. 1976. Host relationship and utility of pathogens. In C.B. Hufaker and P.S. Messenger (eds). *Theory and Practice of Biological Control*. Academic Press, New York and Sun Fransisco. pp. 169-188.

LAMPIRAN

1. Foto kegiatan persiapan survei



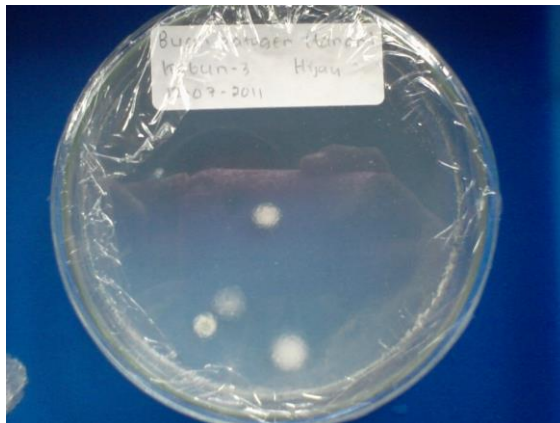
2. Foto kegiatan pengumpulan data di lapangan



3. Foto buah kopi yang menjadi objek pengamatan



4. Foto koloni jamur patogen serangga yang diisolasi dari BBKo terinfeksi



B. DRAF ARTIKEL ILMIAH

Serangan Hama Bubuk Buah Kopi (*Hypothenemus hampei*, Coleoptera: Scolytidae) pada Dua Tipe Agroforestri Kopi di Lampung

Infestation of Coffee Berry Borer (*Hypothenemus hampei*, Coleoptera: Scolionidae) on Two Types of Agroforestry Coffee System in Lampung

I Gede Swibawa dan Hamim Sudarsono
Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Lampung
E-mail: igswibawa@yahoo.com

Abstract

Lampung province is one center of coffee production in Indonesia. Most of coffee in this regions is cultivated by monoculture or sun coffee systems. Although researchers have been introduced the technology namely agroforestry coffee systems caused of their many useful, not more coffee farmer in Lampung adopted the technology. The research to evaluation the effect of cultivation coffee by agroforestry system on intensity of berry borer attacked has conducted in Sumberjaya and Pulau Panggung from July to November 2011. The purpose of this research was to evaluate population and infestation of coffee berry borer under complex and simple agroforestry coffee system. Survey has done on twenty coffee fields which consist of complex agroforestry and simple agroforestri of coffee in Sumberjaya and Pulau Panggung. The coffee field belonging to farmers was selected randomly. The complex agroforestry of coffee systems contain more than seven species of shade tree with 78.9% canopy cover, meanwhile, the simple agroforestry of coffee system contain only around three species of shade tree with 43% canopy cover. The 2m x 40m square of transect was put randomly in every at least 2 ha of coffee field. Vegetation, microclimate condition, coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) infestation and crop damage within transect were measured. The data was analyzed by *t student* test at 1 to 5% significantly level. The results showed that more than 80% of coffee tree attacked by coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) and the pest caused of more than 30% of coffee berry damage. Under the complex agroforestry coffee system the infestation intensity was 81% significantly lower than under simple agroforestry coffee system which 91.8%. Coffee berry damaged was around 28 – 32 percent and not significant different among the two type agroforestry of coffee. However, coffee fruit contain the beetle from complex agroforestry coffee systems was 32% and significant lower than 41% of coffee fruit contain beetle from simple agroforestry systems. All stadium i.e. egg, larva, pupa, and imago of the beetle were still alive in the coffee berry even the fruit have been fallen to the soil. One coffee berry was inhabited by maximum 19 beetles.

Keyword: Coffee berry borers infestation, agroforestry of coffee

PENDAHULUAN

Provinsi Lampung merupakan salah satu daerah pemasok kopi terbesar bagi Indonesia untuk diekspor ke luar negeri. Provinsi Lampung selama ini dikenal sebagai salah satu produsen utama

kopi Indonesia dan sekaligus juga merupakan pintu gerbang utama ekspor kopi Indonesia. Areal kopi robusta di Lampung seluas 163.000 ha dan petani yang terlibat dalam budidaya kopi sebanyak 200.000 kepala keluarga. Selama beberapa tahun terakhir ini, produksi kopi Lampung mengalami peningkatan yang signifikan. Ekspor kopi Lampung meningkat dari 264,9 juta dolar AS pada tahun 2006 menjadi 301,6 juta dolar AS pada tahun 2007 dan meningkat lagi menjadi 586,5 juta dolar AS pada tahun 2008 dengan total volume ekspor lebih dari 303 ribu ton (Harian Ekonomi dan Bisnis, 10 Januari 2009; www.antara.co.id/).

Dari seluruh kebun kopi yang ada, pada umumnya sistem penanaman monokultur lebih dominan daripada sistem agroforestri (Afandi, 2004). Pola penanaman kopi secara monokultur secara lambat laun harus diganti dengan sistem kopi bernaungan atau sistem agroforestri karena sistem ini menjadi salah satu syarat dalam memperoleh sertifikat dalam perdagangan kopi global. Selain itu, sistem kopi monokultur terbukti lebih rentan terhadap gangguan organisme pengganggu tanaman (OPT) daripada sistem kopi agroforestri (Staver *et al.*, 2001).

Salah satu hama utama tanaman kopi adalah bubuk buah kopi (*Hyphotenemus hampei*). Ketika harga kopi membaik dan serangan hama ini meningkat, petani kopi di Lampung cenderung menggunakan insektisida untuk pengendaliannya. Akibatnya, terjadi kasus penolakan ekspor kopi dari Lampung di Jepang pada tahun 2010 akibat adanya indikasi kontaminasi insektisida carbaryl. Sudah saatnya mulai meninggalkan teknik pengendalian hama secara konvensional pada tanaman kopi diganti dengan teknik pengendalian yang lebih ramah lingkungan dan lebih terintegrasi dengan sistem budidaya kopi secara keseluruhan. Salah satu alternatif teknik pengendalian ini adalah budidaya kopi dengan sistem agroforestri yang berpotensi baik dalam mengendalikan populasi hama kopi secara lebih alamiah. Staver *et al.* (2001) menyebutkan bahwa sistem agroforestri pada budidaya kopi mampu menghambat perkembangan OPT. Selain itu, Swibawa (2009) membuktikan bahwa sistem agroforestri dapat menekan kelimpahan nematoda parasit tumbuhan (Swibawa, 2009). Tutupan kanopi dan masukan seresah yang tinggi dapat menciptakan kondisi iklim mikro yang cocok bagi perkembangan musuh alami hama. Sistem agroforestri yang dikelola secara baik meningkatkan aktivitas musuh alami endemik dalam mengendalikan hama.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh perbedaan karakteristik vegetasi sistem agroforestri kopi kompleks dan agroforestri sederhana terhadap kondisi lingkungan dan populasi hama penting tanaman kopi serta intensitas kerusakan tanaman yang ditimbulkannya.

Hasil penelitian ini diharapkan sebagai langkah awal dalam merumuskan dan merancang teknologi yang mampu mengonservasi dan meningkatkan peran musuh alami sehingga efektif dalam mengendalikan hama tanaman kopi melalui pengelolaan pohon penayang dalam sistem agroforestri kopi.

METODE PENELITIAN

Serangkaian kegiatan survei dilaksanakan untuk mencapai tujuan penelitian. Kegiatan survei dilakukan di Kecamatan Sumberjaya Lampung Barat dan Kecamatan Pulau Panggung, Kabupaten Tanggamus. Penghitungan populasi hama dan isolasi jamur patogen hama bubuk buah kopi (BBKo) dilakukan Laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Penelitian dilakukan mulai bulan Juli – November 2011.

Pada setiap kecamatan dipilih sepuluh hamparan kebun kopi sistem agroforestri agroforestri sederhana dan sistem agroforestri kompleks multistrata yang luasnya > 1 ha. Kebun kopi agroforestri sederhana adalah kebun dengan kopi sebagai tanaman pokok dengan pohon penayang ≤ 5 jenis, sedangkan kebun kopi agroforestri kompleks mengandung pohon penayang > 5 jenis tetapi umurnya tidak seragam. Karakteristik kebun agroforestri yang disurvei seperti pada Tabel 1.

Pada setiap hamparan kebun kopi dibuat transek 4 m x 4 m, dalam transek hama buah kopi (BBKo) *Hypothenemus hampei* dihitung. Pengamatan hama bubuk buah kopi di dalam transek meliputi pengamatan ekstensif dan pengamatan intensif. Pengamatan ekstensif dimaksudkan untuk menghitung jumlah tanaman kopi yang terserang BBKo. Seluruh tanaman kopi yang ada di dalam transek diamati untuk menetapkan tanaman terserang dan tidak terserang.

Tabel 1 . Karakteristik agroforestri kopi yang disurvei

Karakteristik Kebun	Agroforatri Kompleks	Agroforatri Sederhana
Jumlah jenis pohon penayang	7,4 ± 3,05	2,8 ± 1,64
Populai pohon penayang (bt ha ⁻²)	719,2 ± 517,99	347,2 ± 112,63
DBh seluruh pohon penayang (m/160 m ²)	4,9 ± 2,10	2,3 ± 0,76
Tutupan kanopi penayang (%)	78,9 ± 13,76	43,6 ± 18,06

Biomassa seresah (g dw/m ²)	123,8 ± 50,68	207,1 ± 57,56
Biomassa gulma (g dw m ²)	2,5 ± 0,99	1,8 ± 0,53
Suhu udara di bawah tajuk (°C)	26,8 ± 2,88	24,0 ± 1,22
Suhu tanah 20 cm (°C)	22,4 ± 0,55	22,8 ± 0,84
Kadar Air Tanah (%)	49,9 ± 4,00	47,8 ± 5,00

Dari semua tanaman terserang dalam transek dipilih 5 tanaman secara acak sebagai tanaman sub-sampel. Pada setiap tanaman sub-sampel, dipilih empat ranting berbuah secara acak yang masing-masing terletak pada empat arah penjurur mata angin. Pada ranting terpilih seluruh j buah kopi dihitung dan ditetapkan intensitas serangan BBKo dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Intensitas kerusakan (\%)} : \frac{\text{Jumlah buah terserang}}{\text{Jumlah seluruh buah yang diamati}} \times 100\%$$

Buah terserang bergejala terdapat lubang greskan, sedangkan buah tidak terserang/sehat tidak menunjukkan gejala berlubang. Buah berlubang dipetik untuk dibawa ke laboratorium untuk pengamatan selanjutnya. Selain terhadap buah yang masih berada di ranting, pengamatan juga dilakukan terhadap buah yang telah jatuh dan masih terdapat di bawah pohon kopi. Seluruh buah kopi yang terdapat di tanah dikumpulkan untuk diamati intensitas serangannya.

Buah-buah kopi yang menunjukkan gejala terserang hama BBKo dibawa ke laboratorium untuk diamati populasi kumbang BBKo-nya. Satu per satu buah dibelah dengan pisau *cutter* di bawah mikroskop bedah sterio dan seluruh stadium kumbang BBKo yang ditemukan dicacah. Pengamatan inidilakukan baik untuk dari buah kopi yang berasal dari pohon maupun buah kopi yang berasal dari tanah di bawah pohon. Data hasil pengamatan pada penelitian diuji t untuk pemisahan nilai tengah pada taraf nyata 1 atau 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Jumlah Pohon Terserang

Tingkat serangan hama bubuk buah kopi (BBKo, *Hypothenemus hampei*) pada tanaman kopi tinggi. Lebih dari 80 persen tanaman terserang bubuk buah kopi. Tingkat serangan hama BBKo pada tanaman kopi dengan sistem agroforestri kompleks mencapai 81% sangat nyata ($P < 0,01$) lebih rendah daripada tingkat serangan hama ini pada tanaman kopi dengan sistem agroforestri sederhana yang mencapai 91,8%. Data ini mengindikasikan bahwa serangan hama BBKo sangat serius yaitu dari 100 tanaman, hanya 10 tanaman yang luput dari serangan BBKo. Hama BBKo tergolong hama penting, karena langsung menurunkan kuantitas dan kualitas produksi kopi. Tingkat serangan sebesar 62% pada buah kopi dapat menurunkan produksi biji sebesar 35% (Anonim, 2008). Selain menurunkan kuantitas produksi kopi, serangan ini juga menurunkan kualitas produksi yaitu berubahnya citarasa kopi ketika telah dijadikan minuman atau makanan. Oleh karena itu, biji-biji kopi yang rusak akibat serangan hama BBKo disisihkan dalam perdagangan biji kopi kering.

Tingkat serangan BBKo yang lebih rendah pada tanaman kopi dengan sistem agroforestri kompleks daripada sistem agroforestri sederhana mengindikasikan bahwa sistem agroforestri kompleks dapat menekan tingkat serangan hama. Sistem agroforestri kopi kompleks merupakan bentuk pertanian polikultur yang memiliki keragaman vegetasi tinggi dengan banyaknya jenis pohon penangung dalam kebun (Tabel 1). Sheehan (1986) menyebutkan bahwa pada umumnya mortalitas hama pada sistem pertanian polikultur lebih tinggi daripada tanaman monokultur. Schroth *et al.* (2000), menyebutkan bahwa sistem agroforestri kopi dapat mencegah peledakan populasi hama dan penyakit tanaman karena keragaman vegetasinya tinggi. Dalam sistem agroforestri terdapat konsentrasi sumberdaya yang rendah bagi hama, sedangkan aktivitas musuh alami tinggi. Sistem agroforestri memiliki mikrohabitat yang cocok (*favorable*) serta sumber makanan alternatif yang melimpah bagi musuh alami (Altieri and Nicholls, 2004).

2. Tingkat Kerusakan Buah Kopi

Intensitas kerusakan buah kopi akibat serangan hama BBKo buah kopi baik yang masih di pohon maupun yang telah jatuh dan masih tertinggal di bawah pohon kopi tidak nyata ($P > 0,05$) berbeda antara di agroforestri kopi kompleks dan di agroforestri sederhana. Pada Tabel 2 tampak bahwa tingkat kerusakan buah kopi akibat serangan hama BBKo untuk buah kopi yang masih di pohon kopi agroforestri kompleks sebesar 28% dan 32% pada agroforestri sederhana. Kerusakan pada buah yang telah jatuh ke tanah untuk agroforestri kopi kompleks mencapai 25%

agroforestri sederhana mencapai 28%. Hama BBKo memiliki perilaku menyerang buah kopi sejak di pohon dan dapat terus berkembang meskipun buah telah jatuh ke tanah dan bahkan pada buah yang telah dipenyimpanan. Hama BBKo masih dapat berkembang pada buah kopi di penyimpanan. Buah kopi kering muda yang jatuh ke semak, buah kopi yang jatuh ke tanah, buah kopi yang dikeringkan setelah dipanen menjadi tempat yang paling sesuai (*suitable*) untuk berkembangbiakan kumbang BBKo. Kerap dalam satu buah kopi kering dapat ditemukan lebih dari 75 individu kumbang (Kalshoven, 1981). Oleh karena itu, dalam upaya pengendalian hama BBKo, keberadaan hama ini pada buah baik yang masih di pohon maupun yang telah jatuh ke tanah perlu mendapat perhatian. Pengumpulan buah-buah yang terjatuh ke tanah selama pemetikan merupakan salah satu teknik pengendalian untuk meminimalkan tempat perindukannya.

Tabel 2. Intensitas kerusakan buah tersebut serangan hama BBKo

Kondisi buah	Agroforestri kompleks	Agroforestri Sederhana	t test
Buah di pohon (%)	28.4 ± 12.10	32.0 ± 7.00	0.31ns
Buah di tanah	25.2 ± 8.76	28.2 ± 9.09	0.23ns

Keterangan : ns = tidak nyata berbeda untuk angka sebaris pada uji t

3. Populasi Kumbang

Buah-buah kopi yang rusak masih dihuni oleh kumbang hama BBKo. Pada Tabel 3 tampak bahwa buah kopi yang mengandung hama pada agroforestri kompleks sekitar 32% nyata ($P < 0,05$) lebih rendah daripada buah yang mengandung kumbang BBKo pada kebun kopi agroforestri sederhana yang mencapai 41%. Data ini mengindikasikan bahwa kumbang BBKo lebih menyukai tanaman kopi yang lebih terbuka, tutupan kanopi pada agroforestri sederhana sekitar 43% sedangkan pada agroforestri kompleks mencapai 78% (Tabel 1). Namun demikian, untuk buah-buah di tanah keberadaan kumbang di dalam buah kopi pada agroforestri kompleks tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan buah yang mengandung hama ini pada agroforestri sederhana. Hal ini mungkin disebabkan oleh perilaku kumbang yang kurang menyukai kondisi tanah yang lembab. Data kadar air tanah pada Tabel 1 menunjukkan bahwa tanah pada kedua tipe agroforestri ini cukup tinggi yaitu lebih dari 45%.

Tabel 3. Persentase buah yang mengandung kumbang BBKo

Buah mengandung BBKo (%)	Agroforestri kompleks	Agroforestri Sederhana	t test
Buah di pohon	32.2 ± 4.59	41.3 ± 6.96	0.05*
Buah di tanah	26.7 ± 8.87	27.87 ± 9.22	0.38ns

Keterangan : ns = tidak nyata; * = nyata berbeda untuk angka sebaris pada uji t

Semua stadium muali telur sampai dengan imago kumbang BBKo masih terdapat di dalam buah kopi. Dari penelitian ini menunjukkan bahwa satu butir buah kopi mengdung 1-19 kumbang. Temuan jumlah kumbang dalam buah kopi ini jauh lebih rendah daripada yang disebutkan Kalshoven (1981) yang menyatakan bahwa satu buah kopi kering dapat megandung lebih dari 75 individu kumbang.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan jumlah kumbang yang terdapat di dalam buah kopi dari agroforestri kompleks dengan kumbang yang terdapat pada buah kopi dari agroforestri sederhana. Rata-rata jumlah masing-masing stadium kumbang yang terdapat di dalam buah kopi disajikan pada Tabel 4. Pengaruh tipe agroforestri kopi tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap jumlah masing-masing stadium kumbang yang terdapat dalam satu butir buah kopi.

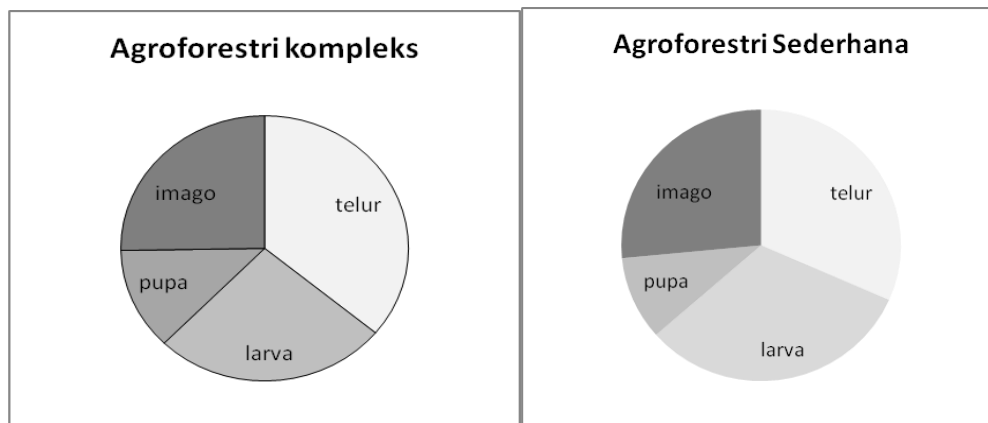
Tabel 4. Populasi kumbang per buah kopi pada dua tipe agroforestri

Stadium kumbang	Kompleks	Sederhana	t test
Telur (idiv/butir)	2.14 ± 0.9	1.82 ± 0.9	0.11ns
Larva (indiv/butir)	1.56 ± 0.7	1.84 ± 1.2	0.25ns
Pupa (indiv/butir)	0.74 ± 0.5	0.57 ± 0.4	0.16ns
Imago (indive/butir)	1.5 ± 0.6	1.53 ± 0.4	0.45ns
Seluruh stadium (indiv/butir)	5.94 ± 2.0	5.76 ± 2.1	0.4ns

Keterangan: ns tidak nyata menurut *uji t* pada taraf nyata 5%

Kalshoven (1981) menjelaskan bahwa stadium larva berlangsung 10 – 21 hari, masa pre pupa 2 hari, dengan masa pupa 4 – 6 hari. Di Indonesia dapat terjadi 8 – 10 generasi kumbang BBKo dalam satu tahun. Kumbang betina lebih banyak daripada kumbang jantan, dengan perbandingan (jantan : betina) tidak lebih dari 1:20. Perkawinan terjadi di dalam lubang gerekkan, satu individu jantan dapat membuahi lebih dari 12 betina; kumbang jantan tidak bersayap dan jarang meninggalkan buah kopi.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa komposisi jumlah stadium kumbang yang ditemukan di dalam satu buah kopi didominasi oleh stadium telur, larva dan imago. Pada agroforestri kompleks, sebanyak 36% kumbang yang ditemukan di dalam buah kopi adalah stadium telur. Sementara, berturut-turut 26, 12, dan 25 persen adalah masing-masing stadium imago, larva, dan pupa. Pada agroforestri sederhana stadium telur, larva dan imago masing-masing 32, 32, dan 27 persen dan sisanya 11% adalah stadium pupa (Gambar 1).



Gambar 2. Komposisi stadium kumbang yang ditemukan dalam satu buah kopi

KESIMPULAN DAN SRAN

Kesimpulan

Sistem agroforestri mempengaruhi tingkat serangan hama bubuk buah kopi (BBKo, *Hypothenemus hampei*) pada pertanaman kopi. Secara umum tingkat serangan hama BBKo tinggi yaitu mencapai > 80% tanaman yang menyebabkan kerusakan buah sebesar 30%. Tingkat serangan hama BBKo sistem agroforestri kopi kompleks lebih rendah daripada sistem agroforestri kopi sederhana. Buah kopi yang mengandung kumbang BBKo pada sistem agroforestri kompleks sekitar 32% lebih rendah daripada buah yang mengandung kumbang pada

agroforestri sedrhana yaitu 41%. Dalam satu buah kopi terdapat 1-19 kumbang yang meliputi semua stadium, yaitu telur, larva, pupa dan imago.

Saran-saran

Beberapa kelemahan dalam penelitian ini adalah waktu survei yang tidak bertepatan dengan puncak masa panen raya kopi dan tidak mengikutkan kopi monokultur dan kopi rimba sebagai objek penelitian. Selain itu pengaruh sistem agroforestri terhadap peran musuh alami juga perlu diselidiki. Bagi peneliti berikutnya diperlukan survei hama dan musuh alami endemik kopi monokultur dan kopi rimba yang dilakukan pada puncak musim panen raya.

SANWACANA

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan melalui Proyek Penelitian Hibah Bersaing Tahun Anggaran 2011 yang pelaksanaan penelitian ini dibantu oleh Suharyanto dan Juwita Suri Maharani. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi. 2004. Benchmark Description: Benchmark and Window Level Information. Progress Report CSM-BGBD Project, Universitas Lampung(unpublished). p.1-35.
- Altieri, M.A. and C.I. Nicholls. 2004. Biodiversity and Pest Management in Agroecosystem Second Edition. Food Product Press, New York, London and Oxford. 225 p.
- Anonim. 2008. Penerapan pengendalian hama terpadu pada kopi di Jawa Timur. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian 30 (6) : 10-12.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. The Pest of Crop in Indonesia (*revised by Van der Laan*). PT Ichtiar Baru - Van-Hoeve, Jakarta. 701 p.
- Schroth, G., Krauss, U., Gasparotto, L., Aguilar, J.A.D., and Vohland, K. 2000. Pest and diseases in agroforestry system of humid tropics. *Agroforestry System* 50: 199-241.
- Sheehan, W. 1986. Response specialist and generalist natural enemies to agroecosystems diversification: a selective review. *Environmental Entomology* 15: 456-461.
- Staver, C., F.Guharay , D. Monterroso and R.G. Muschler. 2001. Designing pest-suppressive multistrata perennial crop system: Shade-grown coffee in Central America. *Agroforestry Systems* 53: 151-170.
- Swibawa, I.G. 2009. Keragaman nematoda setelah alih guna hutan menjadi kebun kopi. Disertasi, Program Pascasarjana Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. 193 hal.

C. SINOPSIS PENELITIAN LANJUTAN

Sinopsis Penelitian Lanjutan

Objek penelitian ini adalah sistem agroforestri kopi dan hama utama tanaman kopi serta musuh alaminya. Jenis hama utama kopi diantaranya bubuk buah kopi, BBKo (*Hypothenemus hampei*), penggerek ranting (*Xylosandrus* spp.), kutu tanaman. Musuh alami hama kopi yang menjadi objek penelitian terutama dari golongan jamur patogen endemik di lokasi penelitian.

Penelitian ini merupakan penelitian jangka panjang yaitu tiga tahun yang dilakukan dalam tiga tahap. Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan merumuskan teknologi untuk mengonservasi dan meningkatkan peran musuh alami sehingga efektif dalam mengendalikan hama tanaman kopi melalui pengelolaan pohon penaung dalam sistem agroforestri.

Penelitian Tahun I yang merupakan penelitian Tahap I telah dilaksanakan mulai Bulan Juli sampai dengan November 2011. Survei vegetasi dan kondisi lingkungan, tingkat serangan hama penting tanaman kopi dan musuh alaminya terutama jamur patogen serangga pada sistem agroforestri yaitu agroforestri kompleks dan agroforestri sederhana telah dilakukan pada masing-masing 10 kebun di dua kabupaten yaitu Kabupaten Lampung Barat dan Kabupaten Tanggamus.

Penelitian Tahap I ini menghasilkan informasi penting di antaranya: kondisi vegetasi terutama pohon penaung yang meliputi keragaman jenis, populasi pohon, biomassa pohon, dan tutupan kanopi pada agroforestri kopi kompleks lebih baik yaitu nyata lebih tinggi daripada di agroforestri kopi sederhana. Namun kondisi iklimnya yang meliputi suhu dan kadar air tanah pada kedalaman 20 cm tidak berbeda. Secara umum tingkat serangan hama bubuk buah kopi (BBKo = *Hypothenemus hampei*) tinggi yaitu mencapai > 80% tanaman yang menyebabkan kerusakan buah mencapai 30%. Tingkat serangan hama penggerek ranting *Xylosandrus* sp. tinggi yaitu mencapai > 50% tanaman dengan kategori serangan berat mencapai 31%. Sistem agroforestri kompleks terbukti menyebabkan tingkat serangan hama BBKo lebih rendah daripada sistem agroforestri kopi sederhana. Informasi penting lain yang ditemukan dari penelitian ini adalah keterjadian infeksi jamur patogen serangga pada hama BBKo pada kedua sistem agroforestri

ini masih rendah yaitu sekitar 14 - 21%. Namun demikian, sistem agroforestri kompleks dapat meningkatkan keterjadian infeksi jamur patogen serangga ini yaitu 21,6%, sedangkan pada agroforestri sederhana hanya 14,9%. Jamur-jamur yang menginfeksi bubuk buah kopi telah diisolasi dan dikoleksi dalam bentuk isolat yang dapat diuji lanjut keefektifannya sebagai pengendali hama BBKo.

Untuk mencapai tujuan umum penelitian ini penelitian selanjutnya yang merupakan penelitian Tahap II masih perlu dilakukan. Penelitian Tahap II bertujuan untuk menguji patogenisitas isolat-isolat jamur patogen serangga yang telah diperoleh. Pada penelitian Tahap II ini akan dilakukan kajian yang lebih mendalam yaitu berupa uji patogenisitas tingkat laboratorium dan tingkat semilapangan isolat-isolat patogen serangga yang telah diperoleh pada penelitian Tahun I.

1. Percobaan Tingkat Laboratorium

Pengujian pada tingkat laboratorium bertujuan untuk mengetahui daya patogenisitas isolat-isolat jamur patogen serangga. Uji tingkat patogenisitas direncanakan menggunakan hama bubuk buah kopi. Sediaan patogen yang telah ditumbuhkan pada media PDA di panen kemudian diencerkan dengan air steril pada 3 tingkat pengenceran yaitu 10^{-2} , 10^{-3} , dan 10^{-4} . Rancangan acak lengkap dengan 5 ulangan akan diterapkan dalam percobaan. Satuan percobaan adalah 100 buah kopi yang terserang (berlubang) yang mengandung kumbang ditempatkan dalam wadah, kemudian disemprot dengan suspensi patogen sesuai dengan dosis (tingkat pengenceran). Buah yang telah disemprot kemudian diinkubasi dan diamati kemunculan tanda adanya serangan patogen, yaitu munculnya hifa pada lubang gerakan. Pengamatan dilakukan setiap hari selama satu bulan. Untuk hama penggerek ranting akan digunakan ranting tergerek yang masih mengandung kumbang penggerek.

2. Percobaan Tingkat Semi-Lapangan

Percobaan tingkat semi-lapangan bertujuan untuk mempelajari efektifitas patogen terpilih pada uji tingkat laboratorium pada tingkat semi-lapangan. Isolat patogen hama bubuk buah kopi (BBKo) akan dicobakan di tingkat semi lapangan. Percobaan tingkat semi lapangan menggunakan rancangan percobaan acak kelompok faktorial dengan dua faktor (4×2) dan 3 ulangan. Pengelompokan berdasarkan posisi di lokasi pengujian.

Faktor pertama adalah metode aplikasi suspensi patogen yang terdiri dari:

1. Patogen disemprotkan langsung pada buah/ranting kopi di pohon
2. Patogen disemprotkan di tanah di bawah kanopi
3. Patogen disemprotkan baik pada buah maupun di tanah di bawah kanopi
4. Kontrol (tidak disemprot patogen)

Faktor kedua adalah tipe agroforestri kopi yang terdiri dari:

1. Kopi agroforestri multistrata yang pohon penanyaunya dipangkas
2. Kopi agroforatri multistrata yang pohon penanyaunya tidak dipangkas

Patogen akan diperbanyak di laboratorium dan selanjutnya hasil perbanyakannya ini dipanen dan diencerkan dengan air. Di lapangan petak-petak percobaan 10 m x 10 m dipilih secara acak pada setiap sistem pertanaman kopi. Tanaman kopi yang diperlakukan adalah kopi yang sedang berbuah matang. Diupayakan tanaman kopi yang diperlakukan adalah yang mengalami tingkat serangan parah yaitu mengalami kerusakan buah dan atau ranting > 20%. Pada petak tersebut suspensi jamur patogen disemprotkan sesuai dengan perlakuan menggunakan dosis optimum. Dosis optimum diperoleh dari hasil pengujian di laboratorium. Penyemprotan diupayakan pada saat setelah hujan untuk menjamin bahwa kondisi lingkungan masih lembab.

Pengamatan akan dilakukan dua kali yaitu 15 hari dan 30 hari setelah penyemprotan. Peubah yang diamati meliputi tingkat serangan bubuk buah kopi dan/atau hama penggerek ranting serta intensitas infeksi patogen. Data hasil pengamatan pada percobaan Tahap II akan dianalisis ragam dan dilanjutkan dengan uji pemisahan nilai tengah menggunakan Uji BNT. Semua pengujian statistik menggunakan taraf nyata 5 atau 1%.

