

PROSPEK PENGEMBANGAN AGROFORESTRI BERBASIS KOPI DI INDONESIA

Prospects of Agroforestry Development Based on Coffee in Indonesia

HANDI SUPRIADI dan DIBYO PRANOWO

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Indonesian Research Institute for Industrial and Beverage Crops

Jalan Raya Pakuwon Km 2, Parungkuda, Sukabumi 43357, Indonesia

E-mail: handibalitri@gmail.com

Diterima: 04 Agustus 2015; Direvisi: 30 Oktober 2015; Disetujui: 10 November 2015

ABSTRAK

Keterbatasan lahan pertanian mendorong masyarakat/petani membuka lahan baru di kawasan hutan, dengan cara menebang dan membongkar tanaman hutan serta membakar sisa-sisa tanaman dan semak belukar, akibatnya lahan menjadi kritis. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut adalah melalui penerapan sistem agroforestri berbasis kopi. Agroforestri berbasis kopi yang sudah dikembangkan petani berperan dalam : (1) Konservasi lahan, air dan keanekaragaman hayati, (2) Penambahan unsur hara lahan, (3) Pengendalian iklim mikro, (4) Penambahan cadangan karbon (5) Menekan serangan hama dan penyakit dan (6) Peningkatan pendapatan petani. Agroforestri berbasis kopi telah dipraktikkan oleh petani pada berbagai wilayah di Indonesia, diantaranya di Lampung Barat (pola hutan kemasyarakatan dan hutan desa), Jawa Barat dan Jawa Tengah (pola pengelolaan hutan bersama masyarakat). Tantangan/masalah yang dijumpai pada agroforestri berbasis kopi diantaranya (1) Tingkat pengetahuan petani tentang budidaya agroforestri berbasis kopi yang masih rendah, (2) Terbatasnya modal usaha dan (3) Ketidakpastian status lahan usaha. Upaya untuk mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan melalui pelatihan dan pendampingan teknologi budidaya, bantuan modal usaha dan kepastian hukum status lahan. Pengembangan agroforestri berbasis kopi diarahkan pada dikawasan hutan milik Perum Perhutani, hutan kemasyarakatan (HKm) dan hutan desa (HD) yang luasnya masing-masing 2.250.172; 2.500.000 dan 500.000 ha. Makalah ini bertujuan untuk mengidentifikasi peran agroforestri berbasis kopi terhadap lingkungan, dan ekonomi petani serta prospek pengembangannya di Indonesia.

Kata kunci: Tanaman kopi, agroforestri, tanaman penabung, lingkungan, pendapatan, pengembangan

ABSTRACT

Limitations of agricultural land to encourage people/farmers open up new land in forest areas, by felling tree forests and forcing open plants and burning the remains of plants and shrubs as a result of land being serious critical. One effort to overcome the problem is through the implementation of a coffee-based agroforestry systems. Role-based on agroforestry coffee farmers that have been developed, by farmers involve on (1) Conserve land, water and biodiversity, (2) Add of nutrients lands, (3) Control of microclimate, (4) Add of carbon stocks (5) Suppress pests and diseases, and (6) Enhancement to the income of farmers. Coffee-based agroforestry has been practiced by farmers in various regions in Indonesia, including in West Lampung (patterns of community forestry and forest villages), West Java and Central Java (forest management with communities). Challenge/problems encountered in the coffee-based agroforestry include (1) The level of knowledge of farmers on the cultivation of coffee-based agroforestry still low, (2) Lack of venture capital and (3) The uncertainty of the status of business land. Efforts to overcome these problems can through training and mentoring cultivation technology, venture capital assistance and legal certainty of land status. Development direction of coffee-based agroforestry can be done conduct of region-owned Perum Perhutani, community forestry (CF) and village forest (VF) which covers each 2.250.172; 2.500.000 and 500.000 ha. This paper aims to identify the role of coffee-based agroforestry on the environment, and the economy of farmers and development prospect in Indonesia.

Keywords: *Coffee* sp., agroforestry, shade plants, environment, income, development

PENDAHULUAN

Laju konversi lahan pertanian mencapai 100.000 ha/tahun, sedangkan kemampuan pemerintah mencetak lahan pertanian baru hanya 40.000 ha/tahun, akibatnya lahan pertanian luasnya semakin menyempit. Dengan bertambahnya jumlah penduduk, maka penguasaan lahan oleh petani luasnya semakin berkurang. Jika pada tahun 2012, luas penguasaan lahan per petani mencapai 0,22 ha, diperkirakan pada tahun 2050 akan menurun menjadi 0,18 ha. Kondisi ini akan menyebabkan kesejahteraan petani semakin berkurang, karena pada lahan yang sempit usahatani menjadi tidak efisien (Kementerian Pertanian, 2015).

Akibat semakin menyempitnya lahan pertanian, dan penguasaan lahan oleh petani, mendorong petani/masyarakat mencari lahan baru di kawasan hutan, sehingga memacu peningkatan jumlah penduduk yang berada di dalam maupun di sekitar kawasan hutan. Jika pada tahun 2004 jumlah rumah tangga di dalam maupun disekitar kawasan hutan mencapai 7.804.970 rumah tangga pada tahun 2014 meningkat menjadi 8.643.228 rumah tangga (Badan Pusat Statistik, 2015).

Penduduk di dalam dan di sekitar kawasan hutan menunjang hidupnya dengan melakukan pembukaan lahan hutan untuk dijadikan lahan tanaman pangan seperti padi (*Oryza sativa*), jagung (*Zea mays*), kacang tanah (*Arachis hypogaea*) serta tanaman perkebunan seperti kopi (*Coffea sp.*), kakao (*Theobroma cacao*), dan lada (*Piper nigrum*). Pembukaan lahan hutan umumnya dilakukan dengan cara penebangan tanaman hutan dan pembakaran gulma dan sisa-sisa tanaman hutan, sehingga lahan hutan menjadi rusak (kritis) karena kehilangan penutupan vegetasinya. Kondisi ini mengakibatkan fungsi hutan sebagai penahan air, pengendali erosi, siklus hara, pengatur iklim mikro dan retensi karbon semakin berkurang.

Alih fungsi lahan (konversi) dari lahan hutan menjadi lahan perkebunan/pertanian mengakibatkan terjadinya penurunan kandungan bahan organik, nitrogen total (N-total), magnesium (Mg), natrium (Na) dan porositas tanah masing-masing sebesar 33,33; 0,23; 0,13;

62,54 dan 23,6% (Bahrami *et al.*, 2010; Oksana *et al.*, 2012; Nugroho *et al.*, 2013) serta meningkatkan kerapatan tanah sebesar 29% (Bahrami *et al.*, 2010). Alih guna lahan juga meningkatkan erosi dari 288,6 kg/ha (hutan alam) menjadi rata-rata 1534,76 kg/ha (kebun kakao, jagung, kacang tanah, pisang (*Musa sp.*) dan ubikayu (*Manihot esculenta*) (Hidayat *et al.*, 2012). Sementara itu stok karbon lahan menurun dari rata-rata 278,29 ton C/ha (hutan alam) menjadi 148,76 ton C/ha (kebun kakao monokultur) (Muhardi *et al.*, 2012).

Lahan kritis akibat alih guna lahan hutan di Indonesia pada tahun 2011 (tanpa DKI Jakarta) seluas 27.294.842 ha, yang terdiri dari lahan kritis 22.025.581 ha dan sangat kritis 5.269.260 ha (Direktorat Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial, 2014).

Salah satu upaya untuk mengatasi kebutuhan akan lahan pertanian dengan tetap mempertahankan fungsi hutan dan lingkungan adalah melalui penerapan sistem agroforestri. Dengan penerapan agroforestri diharapkan mampu menjadi media untuk meningkatkan kesejahteraan petani sekaligus mengatasi masalah global, seperti penurunan kualitas lingkungan, kemiskinan, dan pemanasan global (Sabarnurdin *et al.*, 2011 dalam Firdaus *et al.*, 2013; Lestari dan Premono, 2014).

Model agroforestri yang sudah berkembang di Indonesia salah satunya yaitu agroforestri berbasis kopi. Model agroforestri ini mampu menyediakan layanan ekosistem yang hampir sama dengan hutan dan pada saat yang sama dapat memenuhi kepentingan sosial, ekonomi dan ekologi (konservasi) (Prasmatiwi *et al.*, 2010; Haggard *et al.*, 2011; Taugourdeau *et al.*, 2014).

Makalah ini bertujuan untuk mengidentifikasi peran agroforestri berbasis kopi terhadap lingkungan, dan ekonomi petani serta prospek pengembangannya di Indonesia.

DEFINISI DAN PERAN AGROFORESTRI BERBASIS KOPI

Definisi

Definisi agroforestri yang dipopulerkan oleh *World Agroforestry Centre* (ICRAF) yaitu: "Agroforestri adalah suatu nama kolektif untuk

sistem penggunaan lahan, yang dalam prakteknya tanaman keras berkayu ditanam bersamaan dengan tanaman pertanian, dan/atau hewan, dalam suatu unit pengelolaan lahan yang sama. Terintegrasi dalam suatu bentuk pengaturan spasial atau urutan temporal. Di dalamnya terdapat interaksi faktor ekologi dengan ekonomi antara komponen tanaman berkayu dan non kayu” (Lundgren, 1982 dalam Firdaus *et al.*, 2013)

Menurut Nair (1993) dalam Firdaus *et al.* (2013), definisi tersebut mengandung pengertian :

1. Agroforestri setidaknya melibatkan dua atau lebih spesies tanaman yang salah satu diantaranya adalah tanaman berkayu,
2. Luaran (output) yang diperoleh dari sistem agroforestri lebih dari satu
3. Siklus yang terjadi pada sistem agroforestri selalu lebih dari satu tahun,
4. Proses ekologi dan ekonomi dalam sistem agroforestri lebih kompleks dibanding sistem monokultur.

Menurut Sardjono (2003), terdapat tiga tipe utama dalam sistem agroforestri yaitu : *agrisilvikultur*: mengkombinasikan tanaman berkayu dan tanaman pertanian dalam satu hamparan lahan, *silvopastura*: mencakup pengembangan ternak pada areal padang rumput bersama-sama dengan tanaman berkayu dan *agrosilvopastura*: mencakup tiga kategori campuran yaitu tanaman berkayu, tanaman pertanian dan ternak.

Salah satu bentuk *agrisilvikultur* adalah agroforestri berbasis kopi, yang dikelompokkan ke dalam dua sistem, yaitu sistem agroforestri multistrata dan agroforestri sederhana. Kopi multistrata atau kompleks yaitu tanaman kopi yang ditanam dengan menggunakan lebih dari lima jenis tanaman penayang sedangkan pada agroforestri sederhana menggunakan kurang dari lima jenis tanaman penayang. Basal area (luas lahan yang ditutupi tanaman) pada kedua sistem agroforestri tersebut kurang dari 80% (Hairiah, 2010).

Peran

Agroforestri berbasis kopi mempunyai peran dalam konservasi tanah, air dan keanekaragaman hayati, penambahan unsur

hara, modifikasi iklim mikro, penambahan cadangan karbon, menekan serangan hama dan penyakit kopi dan peningkatan pendapatan petani. Selain itu agroforestri berbasis kopi juga berperan dalam adaptasi dan mitigasi perubahan iklim. Adaptasi perubahan iklim pada agroforestri berbasis kopi diwujudkan dalam bentuk konservasi lahan, air dan biodiversitas serta pengendalian iklim mikro, sedangkan mitigasi dalam bentuk penambahan cadangan karbon sehingga emisi CO₂ dapat dikurangi (Hairiah dan Ashari, 2013).

Konservasi Lahan

Agroforestri berbasis kopi dapat mengurangi laju aliran permukaan dan erosi tanah. Hasil penelitian Dariah *et al.* (2004) menunjukkan bahwa tingkat aliran permukaan (46,36 mm) dan erosi (1,29 ton/ha) pada agroforestri berbasis kopi lebih rendah dibandingkan kopi monokultur yang mempunyai aliran permukaan dan erosi masing-masing 53,25 mm dan 1,50 ton/ha. Bahkan Utami (2011) melaporkan aliran permukaan pada sistem agroforestri berbasis kopi lebih rendah dari lahan terbuka dan hutan (Tabel 1). Masnang *et al.* (2014) juga melaporkan bahwa tingkat erosi pada agroforestri berbasis kopi 67,67% lebih rendah dibandingkan erosi pada tanaman jagung monokultur. Hanisch *et al.* (2011) melaporkan bahwa dengan berkurangnya tingkat aliran permukaan dan erosi, maka pencucian unsur harapun semakin rendah.

Tabel 1. Aliran permukaan dan erosi pada agroforestri berbasis kopi, hutan dan lahan terbuka di Bandung Selatan, tahun 2010-2011.

Perlakuan	Aliran Permukaan (mm)	Erosi (ton/ha)
Agroforestri berbasis kopi	42,66	1,53
Hutan	51,43	4,08
Lahan terbuka	106,22	56,00

Sumber : Utami (2011)

Tabel 2. Kadar air pada berbagai sistem tanam kopi dan kedalaman tanah di Espirito Santo, Brasil

Sistem Tanam	Kadar Air (%)			
	0-10 cm	10-20 cm	20-40 cm	40-60 cm
Hutan Sekunder	8,78	9,85	10,81	14,23
Kopi tanpa tanaman penabung	8,16	8,65	10,41	9,98
Agroforestri Kopi + <i>Inga sessilis</i>	14,87	14,23	15,21	18,03
Agroforestri Kopi + <i>Inga sessilis</i> + <i>Leucaena leucocephala</i>	15,84	14,69	14,13	18,13
Agroforestri Kopi + <i>Toona ciliata</i> .	17,75	19,36	20,17	20,10

Sumber : Guimarães *et al.* (2014)

Konservasi Air

Peyerapan air pada agroforestri berbasis kopi lebih tinggi dibandingkan kopi monokultur, sehingga ketersediaan air pada agroforestri berbasis kopi lebih besar, terutama pada kedalaman tanah 100 – 200 cm (Cannavo *et al.*, 2011). Guimarães *et al.* (2014) melaporkan bahwa kadar air tanah pada sistem agroforestri berbasis kopi lebih tinggi dibandingkan kopi monokultur (tanpa naungan) maupun hutan sekunder (Tabel 2). Pada sistem agroforestri kopi multistrata kadar airnya dapat mencapai 49,10% (Maharahi *et al.*, 2013).

Konservasi Keanekaragaman Hayati

Sistem Agroforestri berbasis kopi merupakan habitat bagi satwa liar (Williams-Guillen dan Perfecto, 2010; Philpott dan Bichier, 2012), Keanekaragaman mamalia pada agroforestri berbasis kopi 5% lebih besar dibandingkan kopi monokultur (Caudill *et al.*, 2014). Agroforestri berbasis kopi dapat memberikan kelembaban udara yang sesuai untuk semut terutama di musim kemarau (Teodoro *et al.*, 2010). Menurut Armbrrecht dan Gallego (2007) semut merupakan musuh alami/predator penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei*). Dalam 5 hari semut dapat membunuh 74-99% dari populasi *Hypothenemus hampei*.

Bonfim *et al.* (2010), melaporkan bahwa jumlah spora jamur mikoriza arbuskular (*Arbuscular Mycorrhizal Fungi*) pada agroforestri kopi dengan *Grevillea robusta*, jumlahnya dua kali lipat dibandingkan kopi monokultur. Begitu juga dengan bakteri tanah yang berfungsi dalam siklus unsur hara dan fiksasi N pada agroforestri berbasis kopi populasinya 22% lebih tinggi

dibandingkan kopi monokultur (Evizal *et al.*, 2012b).

Penambahan Unsur Hara

Kandungan unsur N pada agroforestri kopi multistrata dan sederhana masing-masing mencapai 13,22 dan 15,70% dan unsur karbon (C) masing-masing 3,90 dan 4,80%, sedangkan pada kopi monokultur unsur N dan C masing-masing hanya mencapai 12,30 dan 3,60% (Qifli *et al.*, 2014). Unsur posfor (P) dan kalium (K) pada agroforestri kopi masing-masing 5, 44 dan 3,15 ppm sedangkan pada kopi monokultur tidak terdapat unsur P dan unsur K nya 3,08 ppm (Ebisa, 2014).

Total unsur hara makro (N, P,K, kalsium (Ca), Mg dan sulfat (SO₄) yang potensial dapat dikembalikan ke lahan agroforestri berbasis kopi yang berasal dari tanaman penabung waru, (*Hibiscus tiliaceus*), lamtoro (*Leucaena sp.*), sengon varietas Solomon (*Paraserianthes falcataria* var. Solomon), jati (*Tectona grandis*), mindi (*Melia azedarach*) dan sengon (*Paraserianthes falcataria*) masing-masing sebesar 387,86; 274,34; 272,10; 244,26; 208,44 dan 128,23 g/pohon/tahun (Prawoto, 2008). Evizal *et al.* (2012a) melaporkan bahwa tanaman penabung gamal/glirisidia (*Gliricidia sepium*) dapat menyumbang serasah, N, P dan K pada lahan agroforestri berbasis kopi masing-masing sebesar 2,270; 60,94; 3,11 dan 32,28 kg/ha, tanaman penabung dadap (*Erythrina glauca*) masing-masing 3,976; 120,49; 7,07 dan 59,63 kg/ha dan tanaman cempaka (*Michelia champaca*) 5,245; 66,48; 8,49 dan 72,24 kg/ha.

Pengendalian Iklim Mikro

Agroforestri berbasis kopi dapat mengurangi kecepatan angin rata-rata 35%, suhu

Tabel 3. Cadangan karbon pada lahan dengan berbagai sistem tanam di Malang, tahun 2009-2011

Sistem Tanam	Biomass Pohon (ton C/ha)	Tumbuhan Bawah (ton C/ha)	Nekromasa (ton C/ha)	Akar (ton C/ha)	Tanah 0-30 cm (ton C/ha)	Total (ton C/ha)
Hutan Primer	140,2	0,6	12,3	35,1	106,9	295,0
Hutan Sekunder	68,5	1,1	12,0	17,1	60,1	158,8
Agroforestri Sederhana	38,8	2,2	5,6	9,7	70,5	126,8
Agroforestri Multistrata	51,5	1,8	4,2	12,9	68,9	139,2

Sumber : Sari dan Hairiah (2012)

udara 1,2 – 1,4°C dibandingkan kopi monokultur (tanpa tanaman penabung (Pezzopane *et al.*, 2011). Bahkan menurut Pezzopane *et al.* (2010) penurunan suhu udara dapat mencapai 2,2°C pada agroforestri kopi dengan tanaman makadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden and Betche). Suhu tanah, dan suhu daun kopi pada agroforestri berbasis kopi masing-masing 19,7; 24,2°C lebih rendah dibandingkan kopi monokultur yang mencapai masing-masing 20,8; 28,1 °C. (Bote dan Struik, 2011).

Penambahan Cadangan Karbon

Hergoualc'h *et al.* (2012), melaporkan bahwa cadangan karbon pada kopi monokultur di Costa Rica sebesar 14,1 ton C/ha dan pada agroforestri kopi dengan *Inga densiflora* dapat mencapai 32,4 ton C/ha, sedangkan di Mexico agroforestri kopi dengan *Inga* spp. dapat mencapai 154,30 ton C/ha (Soto-Pinto dan Davila, 2015). Agroforestri kopi dengan penabung tanaman kayu, obat dan buah di Gutemala dapat menghasilkan stok karbon 127,62 ton C/ha (Schmitt-Harsh *et al.*, 2012)

Cadangan karbon untuk beberapa wilayah di Indonesia, pada agroforestri multistrata berbasis kopi rata-rata adalah 43 ton C/ha, agroforestri sederhana (naungan tunggal) berbasis kopi lahan milik petani dan kebun percobaan masing-masing adalah 23 dan 38 ton C/ha. Sedang pada lahan kopi monokultur cadangan karbonnya rata-rata hanya 13 ton C/ha (Hairiah dan Rahayu, 2010).

Selanjutnya Hairiah dan Rahayu (2010) melaporkan bahwa laju pertumbuhan cadangan karbon pada agroforestri multistrata berbasis kopi berkisar 0,9 – 1,86 ton C/ha/tahun dan agroforestri sederhana milik petani dan di kebun percobaan masing-masing 0,79 dan 2, 8 ton C/ha/tahun. Untuk lahan kopi monokultur

nilainya hanya sekitar 0,5 ton C/ha/tahun. Dengan demikian *time averaged C stock* untuk agroforestri berbasis kopi dan kopi monokultur diduga sekitar masing-masing 41 ton C/ha dan 12,5 ton C/ha/tahun.

Hasil penelitian Sari dan Hariah (2012) menunjukkan bahwa cadangan karbon pada agroforestri sederhana dan agroforestri multi strata berbasis kopi nilainya hanya masing-masing 42,98 dan 47,19% dari cadangan karbon hutan primer, sedang terhadap cadangan karbon hutan sekunder nilainya masing-masing dapat mencapai 79,85 dan 87,66% (Tabel 3).

Menekan Serangan Hama dan Penyakit

Agroforestri berbasis kopi dapat menurunkan penyakit buah hijau kopi, yang disebabkan oleh *Colletotrichum kahawae*. Penyakit tersebut merupakan kendala utama untuk budidaya kopi Arabika di Afrika, yang dapat menyebabkan kerugian panen 60% (Bedimo, *et al.*, 2008). Hasil penelitian Sribawa *et al.* (2010) menunjukkan bahwa sistem agroforestri berbasis kopi dengan tingkat naungan di atas 40% dapat menurunkan kelimpahan nematoda parasit.

Peningkatan Pendapatan

Pendapatan dari nilai ekonomi sistem agroforestri lebih besar dari pendapatan non agroforestri (Rachman, 2011). Kopi yang diusahakan secara monokultur (tanpa naungan) hanya memberikan nilai NPV (*Net Present Value*) Rp. 13.594.616/ha, BCR (*Benefit Cost Ratio*) 1,31 dan IRR (*Internal Rate Return*) 22,08% sedangkan jika diusahakan dalam sistem agroforestri sederhana berbasis kopi, agroforestri multistrata kayu-kayuan berbasis kopi dan agroforestri multistrata multiguna berbasis kopi memberikan nilai NPV masing-masing sebesar Rp.14.136.907,

Rp.14.894.276 dan Rp.18.759.216/ha; BCR masing-masing 1,32; 1,34 dan 1,42 dan IRR masing-masing 22,55; 22,79 dan 25,07% (Prasmatiwati *et al.*, 2010).

Usahatani agroforestri berbasis kopi di kawasan hutan milik Perum Perhutani (kopi + pinus (*Pinus merkusii*)) di Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat pada skala usaha di bawah 0,5; 0,5 – 1,0 dan di atas 1,0 ha diperoleh nilai NPV masing-masing sebesar Rp.59.296.855; Rp. 68.174.726 dan Rp. 38.874.948/ha, BCR masing-masing sebesar 9,68; 12,04 dan 5,66 dan IRR masing-masing sebesar 37; 40 dan 29% (Fadli, 2014).

Agroforestri multistrata kopi + kakao + pisang + cengkeh (*Eugenia aromatica*) + kelapa (*Cocos nucifera*) di Bali menghasilkan pendapatan Rp. 34.500.951 dengan R/C ratio 5,91. (Hariyati, 2013), sedangkan kopi + alpukat (*Persea americana*) + durian (*Durio zibethinus*) + cengkeh + tanaman semusim dapat memberikan pada petani Bondowoso sebesar Rp. 21.483.580 dengan R/C rasio 2,76. Asmi *et al.* (2013) melaporkan agroforestri multistrata kopi + kakao + waru + dadap + kayumanis (*Cinamomum merkusii*) + kelapa di Pasawaran, Lampung dapat menghasilkan keuntungan pada petani sebesar Rp. 10.122.577.

KERAGAAN AGROFORESTRI BERBASIS KOPI DI INDONESIA

Kesesuaian Lahan dan Iklim

Tanaman kopi yang banyak ditanam oleh petani di Indonesia adalah kopi Robusta (*Coffea canephora*) dan Arabika (*Coffea arabica*) serta sebagian kecil kopi Liberika (*Coffea liberica*). Daerah yang sesuai untuk pengembangan kopi Robusta berada pada ketinggian 100 – 600 m dpl, dengan suhu udara 21 – 24 °C, untuk kopi Arabika pada ketinggian 1.000 – 2.000 m dpl dengan suhu udara 15 - 25 °C, sedangkan untuk kopi Liberika pada ketinggian 0 – 900 m dpl dengan suhu udara 21 – 30 °C. Jumlah curah hujan yang diperlukan oleh ketiga jenis kopi tersebut sama yaitu 1.250 – 2.500 mm per tahun dan bulan kering (curah hujan di bawah 60 mm

per bulan) hanya terjadi 1-3 bulan per tahun (Ditjenbun, 2014).

Lahan untuk tanaman kopi mempunyai kemiringan kurang dari 30% dengan kedalaman tanah efektif lebih dari 100 cm. Kemasaman tanah (pH) untuk kopi Robusta dan Arabika 5,5 – 6,5 sedangkan untuk kopi Liberika 4,5 – 6,5 (Ditjenbun, 2014). Unsur hara P, K, Ca, dan Mg yang diperlukan kopi Robusta masing-masing 6,0; 0,4; 0,89 dan 0,8 cmol/kg tanah (Iloyanomon *et al.*, 2011)

Pengembangan kopi Robusta di Indonesia ternyata tidak terbatas pada daerah dengan ketinggian 100 – 600 m dpl saja, pada daerah tertentu seperti di Sumber Jaya, Lampung Barat dan Kota Pagaralam kopi Robusta dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik pada ketinggian 900 – 1250 m dpl (Evizal *et al.*, 2010). Agar diperoleh hasil yang optimal dalam agroforestri berbasis kopi maka tanaman penaung yang digunakan harus mempunyai syarat tumbuh yang sama dengan tanaman kopi.

Budidaya

Bahan Tanam

1. Tanaman kopi

Bahan tanam kopi yang dianjurkan adalah varietas/klon unggul yang penanamannya disesuaikan dengan kondisi lingkungan tumbuh (tinggi tempat dan tipe iklim). Klon kopi Robusta dan varietas kopi Arabika anjuran terdapat pada Tabel 4 dan 5. Untuk kopi Liberika, klon yang dianjurkan untuk dikembangkan adalah klon Liberika Tungkal Komposit (Libtukom) (Ditjenbun, 2014).

Laporan Hulupi (2014) menunjukkan bahwa varietas kopi Arabika yang sesuai ditanam dibawah tegakan tanaman hutan (leda (*Eucalyptus deglupta* Bl.) dan suren (*Toona sureni* Merr.)) adalah varietas Sigarar Utang dan S 795. Di daerah Pangalengan, Jawa Barat (ketinggian tempat 1.300 m dpl), kopi Sigarar Utang yang ditanam di bawah tegakan tanaman hutan (leda dan suren) dengan pola pengelolaan hutan bersama masyarakat (PHBM), mempunyai respon yang paling baik dibandingkan kopi Arabika Catimor Jaluk, Arabusta Timtim dan Andungsari 1.

Tabel 4. Komposisi klon kopi Robusta anjuran sesuai dengan tipe iklim dan ketinggian tempat di Indonesia

Tipe Iklim*	Komposisi Klon	
	Tinggi Tempat di Atas 400 m dpl	Tinggi Tempat di Bawah 400 m dpl
A atau B	Klon BP 42 : BP 234 : BP 358 : SA 237 = 1 : 1 : 1 : 1	Klon BP 42 : BP 234 : BP 409 = 2 : 1 : 1
C atau D	Klon BP 409 : BP 42 : BP 234 = 2 : 1 : 1	Klon BP 42 : BP 234 : BP 288 : BP 409 = 1 : 1 : 1

Keterangan : * Menurut Schmidt dan Ferguson

Sumber : Ditjenbun (2014)

Tabel 5. Pemilihan varietas kopi Arabika anjuran sesuai ketinggian tempat di Indonesia

Tinggi Tempat Penanaman (m dpl)	Varietas Anjuran	
	Tipe Iklim A atau B	Tipe Iklim C atau D
700 – 1.000	S 795	S 795
≥ 1.000	AS 1, Gayo 1, Gayo 2, Sigarar Utang, AS 2K	S 795, USDA 762, AS 1, Gayo 1, AS 2K
≥ 1.250	AB 3, AS 1, Gayo 1, Gayo 2, Sigarar Utang, AS 2K	AB 3, S 795, USDA 762, AS 1, AS 2K

Sumber : Ditjenbun (2014)

Agroforestri kopi dengan tanaman berkayu seperti jati, sengon, mindi, dan tisuk (*Hibiscus macrophyllus*) berpengaruh terhadap karakter fisik biji kopi Robusta, semakin tinggi tingkat naungan maka persentase biji tunggal dan biji hampa meningkat. Persentase biji kopi tunggal dan hampa/kosong tertinggi terdapat pada klon BP 939 sedangkan terendah pada klon BP 936 (Prawoto dan Yuliasmara, 2011).

Varietas S 795 yang ditanam di bawah tegakan tanaman hutan di Tana Toraja Sulawesi Selatan, mempunyai produksi yang cukup tinggi, citarasa yang *excellen* dan tahan terhadap penyakit karat daun, lebih disukai petani dibandingkan Catimor dan Arabusta Timtim. Walaupun Catimor mempunyai potensi produksi paling tinggi namun agak rentan terhadap karat daun sehingga produksinya tidak stabil karena sering mengalami *over bearing*. Begitu juga dengan Arabusta Timtim, walaupun potensi

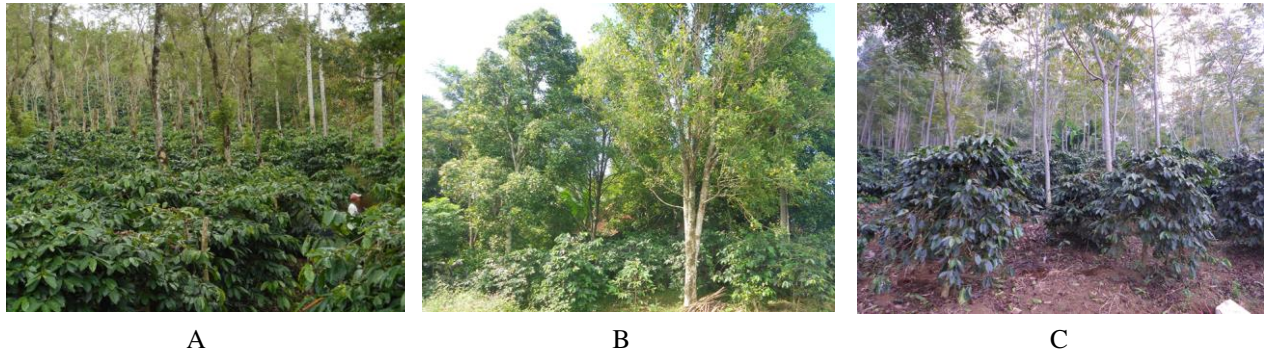
produksi dan ketahanan terhadap karat daunnya sama dengan S 795, namun kopi ini tidak disukai konsumen (Hulupi, 2014).

Berdasarkan hasil survey, di daerah Pagaralam, Sumatera Selatan terdapat beberapa klon kopi Robusta unggul yang ditanam petani sejak 50 tahun yang lalu. Klon unggul lokal tersebut diberi nama sesuai dengan nama penemunya seperti kopi Panji, kopi Bastian dan kopi Rakiman yang ditemukan oleh petani bernama Panji, Bastian dan Rakimin. Ketiga jenis klon tersebut disukai petani karena produksinya tinggi (di atas 1,5 ton/ha), produksinya stabil dan tahan terhadap hama dan penyakit utama kopi (nematoda dan karat daun). Kopi yang diusahakan petani di daerah ini umumnya menggunakan tanaman penaung antara lain lamtoro, glirisidia, alpukat, karet (*Havea brasiliensis*), sengon dan cempaka.

Petani di daerah Garut Jawa Barat, sejak tahun 2010 mengembangkan kopi Arabika buah kuning. Keunggulan kopi jenis ini selain produksinya tinggi (di atas 1,7 ton ha/tahun) dan stabil, buah kopinya mudah dikupas dan citarasanya tergolong *excellent* (skor di atas 80), dan yang menarik kopi Arabika tersebut mempunyai harga jual yang lebih tinggi dibandingkan kopi Arabika lainnya seperti Sigarar Utang, S 795, dan Kartika. Kopi Arabika buah kuning dalam bentuk gelondong (buah) dijual dengan harga Rp. 7.000 per kg dan dalam bentuk biji harganya mencapai Rp. 90.000 per kg, sedangkan kopi Arabika jenis lain dalam bentuk buah dan biji kering harganya hanya masing-masing Rp, 600 dan Rp. 80.000 per kg. Tanaman penaung untuk kopi Arabika buah kuning di Garut diantaranya adalah pinus dan leda.

2. Tanaman penaung

Tanaman penaung pada budidaya tanaman kopi berperan dalam menunjang keberlanjutan usahatani kopi, yaitu mempertahankan produksi dalam jangka panjang (di atas 20 tahun) dan mengurangi kelebihan produksi (*over bearing*) dan mati cabang (DaMatta *et al.*, 2007).



Gambar 1. Agroforestri kopi dengan penayang (A) glirisidia (legum) di Pagaralam, (B) cengkeh (tanaman perkebunan) di Bandung Barat, dan (C) suren (tanaman hutan) di Bandung Selatan pada tahun 2015. (Sumber: Handi Supriadi)

Pada tanaman kopi tanpa penayang, selama periode pembungaan terjadi peningkatan penyerapan karbohidrat oleh daun dan cabang untuk menunjang proses pembentukan pembuahan. Akibatnya akar, cabang dan daun mengalami kerusakan. Dengan adanya tanaman penayang proses pematangan buah di perlambat sehingga dapat mengurangi *over bearing* dan kerusakan pada akar, daun dan cabang (Muschler, 2001 dalam Bote dan Struik, 2011; Ricci *et al.*, 2011).

Sejalan dengan meningkatnya kebutuhan ekonomi, tanaman penayang yang digunakan petanipun semakin bervariasi mulai dari tanaman buah-buahan antara lain alpukat, mangga (*Mangifera indica*), jambu biji (*Psidium guajava*), pisang, pepaya (*Carica papaya*), rambutan (*Nephelium lappaceum*), jengkol (*Archidendron jiringa*), nangka (*Artocarpus heterophyllus*), durian, cempedak (*Artocarpus integrus*), sukun (*Artocarpus sp.*), petai (*Parkia speciosa*), markisa (*Passiflora edulis*) dan jeruk (*Citrus sp.*); tanaman perkebunan seperti karet kayu manis, cengkeh, kemiri (*Alleurites moluccana*), kakao, kelapa, pala (*Myristica fragrans* dan melinjo (*Gnetum gnemon*); sampai tanaman penghasil kayu/tanaman hutan seperti pohon kertas (*Gmelina arborea*), kayu afrika (*Myopsis eminii*), mahoni (*Swietenia mahogani*), leda, suren, jati, cempaka, rasamala (*Altingia excelsa*), dan pinus, (Evizal *et al.*, 2010; Soeharto *et al.*, 2011, Utami, 2011; Asmi *et al.*, 2013; Fathurrohman, 2014; Hulupi, 2014; Ayu *et al.*, 2015)

Pengaturan jarak tanam penayang harus disesuaikan dengan tingkat naungan yang



Gambar 2. Agroforestri kopi dengan penayang alpukat (tanaman buah) di Pagaralam, tahun 2015. (Sumber: Handi Supriadi)

diperlukan, sehingga intensitas cahaya yang masuk sesuai untuk tanaman kopi. Tanaman kopi muda memerlukan tingkat naungan berkisar 35–66% untuk menunjang pertumbuhannya (Baliza *et al.*, 2012; Sobari *et al.*, 2012), sedangkan pada tanaman kopi yang sudah berproduksi (umur di atas empat tahun) tingkat naungan yang diperlukan berkisar 30–50% (Ricci *et al.*, 2011; Fathurrohman, 2014). Salah satu cara untuk menentukan tingkat naungan adalah dengan pengaturan jarak tanam/populasi tanaman penayang.

Penampilan agroforestri kopi dengan tanaman legum, kopi dengan tanaman perkebunan, kopi dengan tanaman buah dan kopi dengan tanaman hutan (berkayu) terdapat pada Gambar 1 A, B, C, dan Gambar 2.

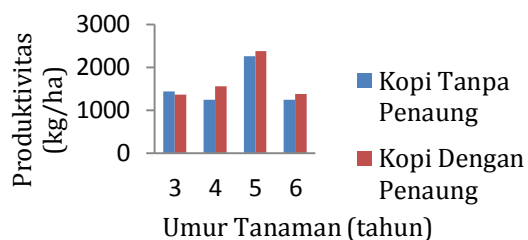
Pertumbuhan, Produksi, Mutu dan Citarasa Kopi

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa eksudat dari akar tanaman ramayana (*Cassia spectabilis*), johar (*Cassia siamea*) dan durian, serta ekstrak daun *Eucalyptus globulus*, *Albizia gummifera* dan *Cordia africana* dapat menghambat pertumbuhan tanaman kopi. Diuduga tanaman tersebut mengeluarkan senyawa alelopati seperti *coumarik*, *gallik*, *gentisik*, *katekol*, *vanilat* dan asam *hidroksibenzoat syringik* (Prawoto *et al.*, 2006; Hunde *et al.*, 2014).

Dampak tanaman penaung pada tanaman kopi diantaranya adalah : (1) Memperlambat pematangan buah, (2) Meningkatkan luas daun dan jumlah cabang bawah, (3) Menurunkan jumlah produksi dompolan buah per cabang, dan (4) Meningkatkan jarak antar dompolan dan jumlah daun per cabang. Jumlah tanaman kopi yang mengalami mati cabang/ranting meningkat pada tanaman kopi tanpa naungan (Ricci *et al.*, 2011). Tanaman kopi Arabika yang menggunakan naungan menghasilkan berat biji lebih besar (148 g/1000 biji) dibanding tanpa naungan (134 g/1000 biji) dan kualitas biji yang lebih baik dibandingkan tanpa naungan (Bote dan Struik, 2011).

Tanaman penaung dapat membuat produksi kopi menjadi stabil. Ricci *et al.* (2011) melaporkan bahwa tanaman kopi Arabika (jarak tanam 2,5 m x 0,7 m) dengan tingkat naungan 33%, menggunakan penaung sementara pisang (*Musa sp.*, var. Prata Comum (jarak tanam 3 m x 5 m), dan penaung tetap *Erythrina verna* (jarak tanam 9 m x 5 m) pada ketinggian tempat 608 m dpl, panen pertamanya (umur tiga tahun setelah

panen) menghasilkan biji kopi Arabika yang lebih rendah dibandingkan kopi tanpa penaung, namun pada panen berikutnya (umur empat, lima dan enam tahun setelah tanam), produktivitasnya melampaui kopi Arabika tanpa penaung (Gambar 3).



Sumber : Ricci *et al.* (2011)

Gambar 3. Pengaruh naungan terhadap produksi kopi Arabika di Rio de Janeiro, Brasil

Begitu juga dengan hasil penelitian Evizal (2010) di Lampung (ketinggian tempat 900 m dpl). Agroforestri kopi Robusta + gamal dan kopi Robusta + dadap, pada umur tanaman kopi 3 tiga tahun, produktivitasnya lebih rendah di bandingkan kopi Robusta tanpa naungan, tetapi ketika umur tanaman kopi 4 – 16 tahun, biji kopi Robusta yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan kopi tanpa naungan. Pada Agroforestri kopi Robusta + cempaka, produktivitas kopi pada umur 3 – 5 nilainya selalu lebih tinggi dibandingkan kopi Robusta tanpa naungan, tetapi pada umur 15-16 tahun produktivitasnya menjadi lebih rendah (Tabel 6).

Produktivitas biji kopi Arabika umur 12 tahun (jarak tanam 2,5 m x 2,5 m) di bawah

Tabel 6. Produktivitas kopi Robusta pada berbagai tanaman penaung dan tingkat umur di Sumber Jaya, Lampung, tahun 2007-2010

Umur Tanaman Kopi (tahun)	Tanpa Penaung (kg/ha)	Tanaman Penaung (kg/ha)		
		Gamal	Dadap	Cempaka
3	465,30	463,30	389,90	557,50
4	1352,40	1637,40	1595,00	1446,10
5	1290,50	1431,10	1573,20	1364,40
15	683,53	805,57	987,50	534,50
16	598,82	839,16	935,54	489,77

Sumber : Evizal *et al.* (2010)

Keterangan : Jarak tanam kopi 2 m x 2 m dan tanaman penaung 4 m x 4 m

Tabel 7. Produktivitas kopi Arabika dan kondisi lingkungan pada sistem agroforestri kopi dengan tanaman penaung leda dan suren di Bandung Selatan, tahun 2014.

Tanaman Penaung	Tingkat Naungan (%)	pH	C-organik (%)	Kapasitas Tukar Kation (me/100 g)	Produktivitas (kg/ha)
Leda	51,13	5,8	3,64	22,04	3.127,17
Suren	30,20	5,6	3,02	21,28	1.173,74

Sumber : Fathurrohmah (2014)

tegakan tanaman penaung leda dan suren yang masing-masing berumur enam tahun (jarak tanam 5 m x 5 m) dapat mencapai di atas 1 ton/ha. Kondisi lingkungan (tingkat naungan dan kesuburan tanah) pada sistem agroforestri tersebut sangat menunjang produksi kopi Arabika (Tabel 7) (Fathurrohmah, 2014)

Sistem agroforestri kopi dengan jati menggunakan jarak tanam baris ganda (3 m x 2,5 m x 18 m), kopi dengan sengan jarak tanam 2,5 m x 6 m, dan kopi dengan sengan varietas solomon jarak tanam baris ganda (3 m x 5 m x 12,5 m) menghasilkan buah kopi yang lebih tinggi pada kopi Robusta umur tahun dibandingkan sistem agroforestri kopi dengan lamtoro jarak tanam 3 m x 2,5 m (rekomendasi) (Prawoto dan Yuliasmara, 2011)

Kadir dan Hayati (2011) melaporkan bahwa produksi biji kopi dari tanaman kopi umur lima tahun yang ditanam bersama eucalyptus dan kakao di Gowa, Sulawesi Selatan, produktivitasnya hanya berkisar 99,0 – 291,50 kg/ha. Rendahnya produktivitas tersebut karena populasi kopi/ha hanya 30 – 50% dari populasi yang seharusnya (1.100 tanaman/ha) (Tabel 8).

Tabel 8. Produktivitas kopi pada berbagai sistem agroforestri di Gowa

Sistem Agroforestri	Produksi per pohon (kg)	Produktivitas (kg/ha)
Eucalyptus 300 pohon/ha + kopi 30% + Kakao 70%	0,41	135,30
Eucalyptus 300 pohon/ha + kopi 50% + Kakao 50%	0,39	214,50
Eucalyptus 250 pohon/ha + kopi 30% + Kakao 70%	0,30	99,00
Eucalyptus 250 pohon/ha + kopi 50% + Kakao 50%	0,53	291,50
Eucalyptus 200 pohon/ha + kopi 30% + Kakao 70%	0,60	198,00

Sumber : Kadir dan Hayati (2011)

Rasa kopi yang optimal dapat diperoleh dengan intensitas cahaya sedang, sedangkan kadar kafein tidak secara langsung mempengaruhi cita rasa kopi Robusta. Intensitas cahaya tinggi yang masuk ke kebun menyebabkan aroma kopi Robusta yang makin kuat, sedangkan untuk membentuk cita rasa terbaik diperlukan intensitas cahaya sedang. Kadar kafein dalam biji kopi berkorelasi positif dengan intensitas cahaya (Erdiansyah dan Yusianto, 2012). Hasil uji citarasa pada kopi Arabika yang berasal dari sistem agroforestri kopi dengan tanaman kehutanan di daerah Pangalengan, Bandung Jawa Barat menunjukkan nilai yang *excellen* (di atas 80). Kopi dengan nilai citarasa di atas 80 tergolong kopi spesialti, yang diminati oleh konsumen di luar negeri seperti, Maroko, Jepang dan Australia.

POTENSI, PELUANG DAN TANTANGAN

Sistem agroforestri berbasis kopi, baik yang sederhana maupun multistrata telah berkembang di berbagai wilayah di Indonesia, diantaranya di Pulau Jawa (terutama Jawa Barat dan Jawa Tengah), dan Provinsi Lampung. Di Jawa Barat dan Jawa Tengah luas areal agroforestri berbasis kopi mencapai sekitar masing-masing 20.000 (Bowo, 2011) dan 13.933,5 ha (Witjahjono, 2013), yang umumnya berada di kawasan hutan milik Perum Perhutani. Petani di Jawa Barat dan Jawa Tengah yang tergabung dalam lembaga masyarakat desa hutan (LMDH) diberi kesempatan untuk menanam/mengelola kopi di bawah tegakan tanaman hutan (diantaranya leda, suren, pinus, sengan, jati, mahoni dan rasamala) milik Perum Perhutani selama 20 tahun melalui model pengelolaan hutan bersama masyarakat (PHBM).

Perum Perhutani dalam model PHBM mempunyai hak dan kewajiban sebagai berikut : (1) Melakukan monitoring dan evaluasi terhadap kegiatan PHBM, (2) Memberikan pengarahan dan melakukan peneguran serta mencabut hak pemanfaatan lahan yang telah diberikan kepada petani, (3) Mendapatkan bagian dari bagi hasil kopi sesuai kesepakatan, (4) Mendapat bantuan pengamanan hutan dari petani, (5) Menyediakan lahan yang dibutuhkan oleh petani, (6) Mematuhi semua ketentuan yang telah disepakati dan (7) Melakukan kegiatan pembinaan kepada petani. Sedangkan hak dan kewajiban petani LMDH adalah (1)Memanfaatkan lahan di bawah tegakan hutan yang telah disediakan Perum Perhutani, (2) Mengajukan masukan yang konstruktif tentang pelaksanaan PHBM, (3) Mendapat pembinaan dari Perum Perhutani, (4) Mendapat bagian dari bagi hasil kopi, (5) Ikut memelihara tanaman pokok kehutanan, (6) Ikut membantu dalam pengamanan kawasan hutan, (7) Menyediakan bahan tanaman kopi (benih) dan sarana pendukung lainnya dan (8) Memberikan sebagian hasil kopi kepada Perum Perhutani dan pihak lain yang bekerja sama. Besaran hasil kopi untuk Petani dan Perum Perhutani, masing-masing adalah 80 dan 15%, sedangkan sisanya (5%) dibagikan ke Pengurus LMDH, dan Pemerintahan Desa masing-masing sebesar 2,5% (Anonim 2012 dalam Puspitojati dan Saefudin, 2012)

Luas areal agroforestri berbasis kopi di Sumberjaya, Lampung Barat, Lampung mencapai 33.062 ha atau 61% dari luas areal Sumberjaya (54.200 ha). Dari 33.062 ha lahan agroforestri berbasis kopi, 7.046 ha merupakan agroforestri sederhana dan 26.016 ha agroforestri multistrata.(Soeharto *et al.*, 2011). Tanaman penaung yang digunakan dalam agroforestri berbasis kopi di Sumberjaya diantaranya glirisidia/gamal, dadap, cempaka (Evizal *et al.*, 2012), nangka, durian, alpukat, rambutan, duku (*Lansium parasiticum*), pisang, pepaya, petai dan jengkol (Soeharto *et al.*, 2011).

Agroforestri berbasis kopi berpeluang untuk dikembangkan. Berdasarkan hasil analisis finansial, usahatani agroforestri berbasis kopi baik yang terdapat di kawasan hutan milik Perum Perhutani di Bandung Barat, Jawa Barat

maupun di kawasan hutan Sumberjaya, Lampung Barat, Lampung layak untuk dilaksanakan karena manfaat yang diperoleh petani kopi lebih besar dibandingkan dengan total biaya yang dikeluarkan (Prasmatiwi *et al.*, 2010; Fadli, 2014). Penerapan pola agroforestri berbasis kopi di Jawa Barat yang dilakukan oleh Perum Perhutani beserta petani anggota LMDH, mampu mencegah perambahan dan pengrusakan kawasan hutan oleh penduduk disekitar maupun di luar kawasan hutan (Purwita *et al.*, 2009).

Selain itu peluang pengembangan agroforestri berbasis kopi ditunjang dengan semakin meningkatnya permintaan kopi bersertifikat yang ramah lingkungan. Kopi dengan tanaman penaung (agroforestri berbasis kopi) saat ini dijadikan salah satu syarat dalam sertifikasi kopi, seperti sertifikat kopi organik di Aceh Tengah, yang dikeluarkan oleh lembaga internasional *Fair Trade*. Dengan sertifikat tersebut permintaan kopi organik asal Aceh Tengah oleh negara-negara Eropa, Jepang dan Amerika Serikat, setiap tahunnya semakin meningkat (Hakim dan Septian, 2011).

Manfaat secara ekonomi dan lingkungan pada agroforestri berbasis kopi akan diperoleh jika dalam usahatannya diterapkan praktek budidaya yang baik (*good agricultural practices (GAP)*) seperti (1) Penggunaan klon/varietas kopi yang sesuai dan (2) Tanaman penaung yang digunakan mempunyai nilai ekonomi dan tidak menjadi pesaing serta inang hama serta dan penyakit bagi tanaman kopi. Selain itu harus ditunjang dengan adanya kelembagaan yang kuat dan jaminan pasar yang pasti.

Upaya untuk mengoptimalkan manfaat dari agroforestri berbasis kopi dapat dilakukan melalui pelatihan, bimbingan teknis, sosialisasi, penyuluhan, pendampingan dan diseminasi tentang GAP agroforestri berbasis kopi. Selain itu perlu juga dilakukan penguatan kelembagaan dan modal usaha serta bantuan sarana dan prasarana dari pemerintah.

Tantangan yang dapat menghambat pengembangan agroforestri berbasis kopi di Indonesia antara lain :

1. Masih terbatasnya pengetahuan petani tentang budidaya agroforestri berbasis kopi,

terutama dalam hal pemilihan bahan tanam kopi dan tanaman penayang anjuran, pengaturan naungan (jarak tanam) dan pemeliharaan tanaman (pemangkasan tanaman kopi dan penayang). Kondisi ini menyebabkan produktivitas agroforestri kopi masih tergolong rendah. Oleh karena itu peningkatan kemampuan teknologi budidaya agroforestri berbasis kopi perlu di tingkatkan melalui pelatihan atau pendampingan teknologi.

2. Masih terbatasnya modal usaha untuk budidaya agroforestri berbasis kopi, menyebabkan praktek budidaya yang diterapkan dalam agroforestri berbasis kopi tidak sesuai anjuran (tanpa pemupukan dan pemeliharaan tanaman) akibatnya tanaman banyak yang mengalami kerusakan dan kematian. Untuk mengatasi masalah tersebut maka perlu adanya bantuan modal usaha melalui lembaga keuangan (bank atau koperasi) dengan bunga yang sangat ringan (di bawah 1% per tahun).
3. Banyak petani yang mengelola agroforestri berbasis kopi di lahan milik pemerintah (*forest land*) baik lahan milik badan usaha milik negara (Perum Perhutani) maupun lahan HKm dan HD. Kondisi ini menyebabkan status lahan yang digunakan untuk usahatani agroforestri berbasis kopi menjadi tidak pasti. Jika hal ini tidak ditangani maka akan menimbulkan konflik antara petani dan pemerintah. Perlu adanya regulasi yang jelas dari pemerintah sehingga petani mendapat kepastian hukum tentang status lahan yang dikelolanya.

Implikasi antisipasi kebijakan ke depan bagi pengembangan agroforestri berbasis kopi diantaranya melalui pembuatan *pilot project* yang melibatkan semua pihak yang terkait (pemerintah, swasta/pengusaha, perbankan, koperasi dan kelompok tani) dengan penerapan inovasi teknologi terkini yang berorientasi agribisnis dan ramah lingkungan. Pelaksanaan kegiatan tersebut diserahkan kepada pemerintah daerah (provinsi/ kabupaten/kota).

ARAH PENGEMBANGAN AGROFORESTRI BERBASIS KOPI

Berdasarkan beberapa hasil penelitian mengenai sistem agroforestri berbasis kopi yang dilakukan oleh petani di Indonesia, menunjukkan bahwa sistem tersebut mempunyai peran penting dalam menjaga kelestarian lingkungan dan meningkatkan pendapatan petani. Namun demikian hasil yang diperoleh dari sistem agroforestri berbasis kopi belum mencapai optimal, diantaranya disebabkan masih terbatasnya teknologi budidaya yang dihasilkan, terutama dalam ketersediaan bahan tanam unggul (klon/varietas), jarak dan sistem tanam serta jenis tanaman penayang (tanaman hutan) yang paling sesuai untuk tanaman kopi. Selain itu, belum optimalnya hasil agroforestri berbasis kopi juga disebabkan masih terbatasnya permodalan dan belum jelasnya status tanah yang digunakan petani.

Pengembangan agroforestri berbasis kopi diarahkan kepada peningkatan produktivitas, mutu dan citarasa kopi tanpa mengganggu/merusak tanaman penayang dan lingkungan. Untuk mencapai tujuan tersebut diperlukan serangkaian kegiatan penelitian yang difokuskan kepada pemilihan klon/varietas kopi dan tanaman penayang yang paling sesuai untuk agroforestri berbasis kopi (terutama kopi dengan penayang tanaman hutan), penerapan jarak serta sistem tanam yang paling baik untuk agroforestri berbasis kopi dan pemupukan serta pengendalian hama dan penyakit yang efisien, efektif serta ramah lingkungan. Program pengembangan agroforestri berbasis kopi dapat berhasil dengan baik jika mendapat dukungan dari pemerintah, baik pemerintah pusat maupun daerah serta komitmen perbankan dalam pemberian modal kepada petani.

Lahan untuk pengembangan agroforestri berbasis kopi diarahkan kepada daerah yang berada di dalam maupun disekitar kawasan hutan. Kegiatan pengembangan agroforestri berbasis kopi dapat dilakukan baik melalui program PHBM Perum Perhutani maupun HKm dan HD. Dari 2.426.206 ha kawasan hutan yang dikelola oleh Perum Perhutani, 2.250.172 ha atau 92,74% disediakan untuk program PHBM

(Purwanto, 2012; Puwanto *et al.*, 2013), Pemerintah melalui Kementerian Kehutanan dan Lingkungan Hidup menargetkan pada akhir 2014 menetapkan HKm seluas 2,5 juta ha dan HD seluas 500.000 ha- (Anonymous, 2014).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Sistem agroforestri berbasis kopi dalam penerapannya menggunakan dua model yaitu agroforestri sederhana dan agroforestri multistrata. Tanaman penayang pada agroforestri berbasis kopi berdampak positif terhadap pertumbuhan, produksi, mutu dan citarasa kopi. Walaupun belum sepenuhnya menggunakan teknologi budidaya anjuran, namun agroforestri berbasis kopi berperan dalam konservasi lahan, air dan keanekaragaman hayati, menambah unsur hara, mengendalikan iklim mikro, menambah cadangan karbon, menekan serangan penyakit dan meningkatkan pendapatan petani.

Agroforestri berbasis kopi telah dipraktekkan oleh petani pada berbagai wilayah di Indonesia, diantaranya di Lampung Barat (pola hutan kemasyarakatan dan hutan desa), Jawa Barat dan Jawa Tengah (pola pengelolaan hutan bersama masyarakat) yang luasannya masih terbatas, namun secara finansial layak dilakukan. Arah pengembangan areal agroforestri berbasis kopi adalah pada kawasan hutan milik Perum Perhutani, hutan kemasyarakatan dan hutan desa, dengan potensi areal pengembangan masing-masing seluas 2.250.172, 2.500.000 dan 500.000 ha. Tantangan/masalah yang dijumpai pada agroforestri berbasis kopi diantaranya (1) Tingkat pengetahuan petani tentang budidaya agroforestri berbasis kopi yang masih rendah, (2) Terbatasnya modal usaha dan (3) Ketidakpastian status lahan usaha.

Saran

Upaya pencapaian target pengembangan (luas tanam dan luas panen), produktivitas dan produksi pada agroforestri berbasis kopi harus didukung oleh kesiapan teknologi produksi dan dukungan kebijakan untuk memberikan insentif

kepada petani (bantuan benih dan sarana produksi, jaminan harga yang menarik dan penampungan hasil panen).

DAFTAR PUSTAKA

- Ambrecht, I., and M.C. Gallego. 2007. Testing ant predation on the coffee berry borer in shaded and sun coffee plantations in Colombia. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 124: 261–267.
- Anonymous. 2014. Menhut Diminta Percepat Pengelolaan Hutan Berbasis Masyarakat. <http://www.dishut.jabarprov.go.id>. [Januari 2015].
- Asmi, M.T., R. Qurniati, dan D. Haryono. 2013. Komposisi tanaman agroforestri dan kontribusinya terhadap pendapatan rumah tangga di Desa Pesawaran Indah Kabupaten Pesawaran Lampung. *Jurnal Sylva Lestari* 1(1): 55–64.
- Ayu, H.Y., R. Qurniati, dan R. Hilmanto. 2015. Analisis finansial dan komposisi tanaman dalam rangka persiapan pengajuan izin Hkm (Studi Kasus Desa Margosari Kecamatan Pagelaran Utara Kabupaten Pringsewu). *Jurnal Sylva Lestari* 3(1): 31-40.
- Badan Pusat Statistik. 2015. Statistik Indonesia 2015. Badan Pusat Statistik. Jakarta. hlm 662.
- Bahrami, A., I. Emadodin, M. R. Atashi, and H. R. Bork. 2010. Land-use change and soil degradation: A case study, North of Iran. *Agric. Biol. J. N. Am.* 1(4): 600-605.
- Baliza, D.P., R. L. Cunha, R.J. Guimarães, J. P. R. A. D. Barbosa, F. W. Ávila, and A. M. A. Passos. 2012. Physiological characteristics and development of coffee plants under different shading levels. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 7(1):- 37-43.
- Bedimo, J. A. M., I. Njiayouom, D. Biyesse, M. N. Nkeng, C. Cilas, and J. L. Nottéghem. 2008. Effect of shade on arabica coffee berry disease development: toward an agroforestry system to reduce disease impact. *Phytopathology*, 98(12) : 1320-1325.
- Bonfim, J.A., S.N. Matsumoto, J.M. Lima, F. R. C.F. César, and M.A.F. Santos. 2010. Arbuscular mycorrhizal fungi and physiological aspects of coffee conducted in agroforestral system and at full sun. *Bragantia*, Campinas 69(1) : 201-206
- Bote, A.D. and P.C. Struik. 2011. Effects of shade on growth, production and quality of coffee (*Coffea arabica*) in Ethiopia. *Journal of Horticulture and Forestry* 3(11) : 336-341.

- Bowo. 2011. Perhutani Panen 15 Ton Gabah Kopi Arabika, <http://www.ahmadheryawan.com>. [Maret 2015].
- Cannavo, P., J. Sansoulet, J.M. Harmand, P. Siles, E. Dreyer, and P. Vaast. 2011. Agroforestry associating coffee and *Inga densiflora* results in complementarity for water uptake and decreases deep drainage in Costa Rica. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 140: 1–13.
- Caudill, S.A., F.J.A. DeClerck, and T. P. Husband. 2014. Connecting sustainable agriculture and wildlife conservation: Does shade coffee provide habitat for mammals?. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 199 : 85–93.
- DaMatta, F. M., C.P. Ronchi, M. Maestri, and R.S. Barros. 2007. Ecophysiology of coffee growth and production. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 19(4) : 485-510.
- Dariah, A., F. Agus, S. Arsyad, Sudarsoni, dan Maswar. 2004. Erosi dan aliran permukaan pada lahan pertanian berbasis tanaman kopi di Sumberjaya, Lampung Barat. *Agrivita* 26(1) : 52-60.
- Direktorat Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial. 2014. Statistik Direktorat Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial Tahun 2013. Kementerian Kehutanan. Jakarta. 75 hlm.
- Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan. 2009. Identifikasi Desa di Dalam dan Sekitar Kawasan Hutan 2009. Departemen Kehutanan. Jakarta. 134 hlm.
- Ditjenbun. 2014. Pedoman Teknis Budidaya Kopi Yang Baik. Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta. 60 hlm.
- Ebisa, L. 2014. Effect of dominant shade trees on coffee production in Manasibu District, West Oromia, Ethiopia. *Science Technology and Arts Research Journal*, 3(3): 18-22.
- Erdiansyah, N.P., dan Yusianto. 2012. Hubungan intensitas cahaya di kebun dengan profil cita rasa dan kadar kafein beberapa klon kopi Robusta. *Pelita Perkebunan* 28(1) : 14-22.
- Evizal, R., Tohari, I.D. Prijambada, J. Widada, F. E. Prasmatiwi, dan Afandi. 2010. Pengaruh tipe agroekosistem terhadap produktivitas dan keberlanjutan usahatani kopi. *Jurnal Agrotropika* 15(1) : 17–22.
- Evizal, R., Tohari, I.D. Prijambada, dan J. Widada. 2012a. Peranan pohon pelindung dalam menentukan produktivitas kopi. *Jurnal Agrotropika* 17(1) : 19-23.
- Evizal, R., Tohari, I. D. Prijambada, J. Widada, and D.Widianto. 2012b. Soil bacterial diversity and productivity of coffee-shade tree agroecosystems. *J. Trop Soils*, 17(2) : 181-187.
- Fadli, M. 2014. Kelayakan Usaha Perkebunan Kopi Arabika pada Anggota Koperasi Syariah Padamukti di Kabupaten Bandung Barat. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. 77 hlm.
- Fathurrohman, R.A. 2014. Pengaruh Pohon Penaung Leda (*Eucalyptus deglupta* Bl.) dan Suren (*Toona sureni* Merr.) Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kopi (*Coffea arabica* L.). Skripsi. Institut Pertanian Bogor. 13 hlm.
- Firdaus, N., A. Sudomo, E. Suhaendah, T.S. Widyaningsih, Sanudin, dan D.P. Kuswantoro. 2013. Status Riset Agroforestri di Indonesia. Balai Penelitian Teknologi Agroforestry. Ciamis. 54 hlm.
- Guimarães, G. P., E. de Sá Mendonça, R. R. Passos, and F. V. Andrade. 2014. Soil aggregation and organic carbon of oxisols under coffee in agroforestry systems. *R. Bras. Ci. Solo* 38 : 278-287.
- Haggar, J., R. Munguia, M. Barrios, A. Ponce. E. de M. F. Virginio, M. Bolan, S. Romero, M. Merlo, G. Soto, P. Moraga, and C. Staver. 2011. Coffee agroecosystem performance under full sun, shade, conventional and organic management regimes in Central America, *Agroforest Syst* 82 : 285–301.
- Hairiah, K. dan S. Rahayu. 2010. Mitigasi perubahan iklim agroforestri kopi untuk mempertahankan cadangan karbon lanskap. *Dalam* Prosiding Seminar Kopi 2010. Bali, 4-5 Oktober 2010. Hlm.1-31.
- Hairiah, K. dan S. Ashari. 2013. Pertanian masa depan: Agroforestri, manfaat, dan layanan lingkungan. *Dalam* Prosiding Seminar Nasional Agroforestri 2013. Malang 21 Mei 2013. Hlm 23-35.
- Hakim, L., dan A. Septian. 2011. Prospek ekspor kopi arabika organik bersertifikat di Kabupaten Aceh Tengah. *Agrisep*, 12(1) : 1-8.
- Hanisch, S., Z. Dara, K. Brinkmann, and A. Buerkert. 2011. Soil fertility and nutrient status of traditional Gayo coffee agroforestry systems in the Takengon region, Aceh Province, Indonesia. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics* 112 (2) : 87–100.
- Hariyati, Y. 2013. Analisis usaha tani kakao rakyat di berbagai pola tanam tumpang sari. *Jurnal Agribisnis Indonesia* 1(2) : 155-166.
- Hergoualc'h, K., E. Blanchard, U. Skibae, C. Henault, and Jean-Michel H. 2012. Changes in carbon stock and greenhouse gas balance in a coffee (*Coffea arabica*) monoculture versus an agroforestry system with *Inga densiflora*, in Costa

- Rica. Agriculture, Ecosystems and Environment 148 : 102-110.
- Hidayat, Y., K. Murtilaksono, and N. Sinukaban. 2012. Characterization of surface runoff, soil erosion and nutrient loss on forest-agriculture landscape. *J Trop Soils* 17(3) : 259-266.
- Hulupi, R. 2014. Keragaan beberapa varietas kopi arabika pada areal pengelolaan hutan bersama masyarakat. *Warta Pusat Penelitian kopi dan kakao*. 26(1): 9-13.
- Hunde, B., Y. Petros, and M. Muthuswamy. 2014. Phenotypic variation of coffee plant seed germination and seedling growth intercropping with agroforestry tree species. *European Journal of Experimental Biology* 4(1) : 349-352.
- Iloyanomom, C.I., M.A. Daniel, and P.E. Aikpokpodion. 2011. Soil fertility evaluation of coffee (*Coffea canephora*) plantations of different ages in Ibadan, Nigeria. *J. Soil Nature*, 5(1): 17-21.
- Kadir W.A. dan N. Hayati. 2011. Upaya peningkatan pendapatan masyarakat melalui agroforestry pada kawasan hutan dengan tujuan khusus Borisallo. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan* 8(3) : 231-249.
- Kementerian Pertanian. 2015. Rencana Strategis Kementerian Pertanian Tahun 2015-2019. Kementerian Pertanian. Jakarta. 339 hlm.
- Lestari, S. dan B.T. Premono. 2014. Penguatan agroforestri dalam upaya mitigasi perubahan iklim: kasus Kabupaten Bengkulu Tengah Provinsi Bengkulu. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 11(1):1-12.
- Maharani, J.S., F.X. Susilo, I G. Swibawa, and J. Prasetyo. 2013. Keterjadian penyakit teresabab jamur pada hama penggerek buah kopi (PBKo) dipertanaman kopi agroforestri. *Jurnal Agrotek Tropika* 1(1) : 86-91.
- Masnang, A., N. Sinukaban, Sudarsono, dan N. Gintings. 2014. Kajian tingkat aliran permukaan dan erosi, pada berbagai tipe penggunaan lahan di Sub Das Jenneberang Hulu. *Jurnal Agroteknos* , 4(1): 32-37.
- Menteri Kehutanan Republik Indonesia. 2013. Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor : P.8/Menhut - II/2013 Tentang Pedoman Umum Pengembangan Perhutanan Masyarakat Pedesaan Berbasis Konservasi. 33 hlm.
- Muhardi, M.Sutisna, M. Basir, dan A. M. Lahjie. 2012. perubahan persediaan hara dan karbon akibat konversi hutan alam menjadi lahan perkebunan di sekitar kawasan Taman Nasional Lore Lindu. *J. Agroland*, 19 (1) : 27 – 35.
- Nugroho, T.C., Oksana, dan E. Aryanti. 2013. Analisis sifat kimia tanah gambut yang dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit di Kabupaten Kampar. *Jurnal Agroteknologi* 4(1) : 25-30.
- Oksana, M. Irfan, dan M. U. Huda. 2012. Pengaruh alih fungsi lahan hutan menjadi perkebunan kelapa sawit terhadap sifat kimia tanah. *Jurnal Agroteknologi* 3(1) : 29-34.
- Pezzopane, J.R.M., J.M. de Souza, M.M.S. Marsetti, and J.E.M. Pezzopane. 2010. Microclimatic alterations in a conilon coffee crop grown shaded by macadamia nut tree. *Ciencia Rural*, Santa Maria 40(6) : 1257-1263.
- Pezzopane, J.R.M., P.S. de Souza, G.S. Rolim, and P. B. Gallo. 2011. Microclimate in coffee plantation grown under grevillea trees shading. *Acta Scientiarum. Agronomy Maringá* 33(2) : 201-206.
- Philpott, S.M. and P. Bichier. 2012. Effects of shade tree removal on birds in coffee agroecosystem in Chiapas Mexico. *Agri. Ecosyst. Environ*, 149:171-180
- Prasmatiwi, F.E., Irham, A. Suryantini, dan Jamhari. 2010. Analisis keberlanjutan usahatani kopi di kawasan hutan Kabupaten Lampung Barat dengan pendekatan nilai ekonomi lingkungan. *Pelita Perkebunan* 26(1) : 57-69.
- Prawoto, A.A., and F. Yuliasmara. 2011. Coffee agroforestry with some timber shade trees: study on carbon stock, mineral cycle, and yield. *Journal of Agricultural Science and Technology B* 1 : 1232-1237.
- Prawoto, A.A., A.M. Nur, S. Widodo, A. Soebagiyo, dan M. Zaubin. 2006. Uji Alelopati beberapa spesies tanaman penayang terhadap bibit kopi arabika (*Coffea arabica* L.). *Pelita Perkebunan* 22(1) : 1-12.
- Prawoto, A.A. 2008. Hasil kopi dan siklus hara mineral dari polatanam kopi dengan beberapa spesies tanaman kayu industri. *Pelita Perkebunan* 24(1) : 1-21.
- Purwanto, A. 2012. Bisnis Agroforestri: Peluang dan Tantangan. *Dalam* Prosiding Seminar Nasional Agroforestri III, Yogyakarta 29 Mei 2012. Hlm 10-14.
- Purwanto, D. Waluyani, Corryanti, A. Sugiharto, dan A. Sudiharto. 2013. Praktik Agroforestri di Wilayah Perum Perhutani. *Dalam* Prosiding Seminar Nasional Agroforestri 2013, Malang 21 Mei 2013. Hlm 567-572.
- Purwita, T., Harianto, B.M. Sinaga, dan H. Kartodihardjo. 2009. Analisis keragaan ekonomi rumah tangga: Studi kasus pengelolaan hutan bersama masyarakat di Pangalengan Bandung Selatan. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan* 6(1) : 53 – 68.

- Puspitojati, T., dan I. Saefudin. 2012. Kajian kelembagaan pengelolaan hutan agroforestry bersama dengan masyarakat di kesatuan pemangku hutan Bandung Selatan *dalam* Prosiding Seminar Nasional Agroforestri III Malang, 29 Mei 2012. Hlm 375-379
- Qifli, A.K.M., K. Hairiah dan D. Suprayogo. 2014. Studi nitrifikasi tanah dengan penambahan seresah asal hutan alami dan agroforestri kopi. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* 1(2) : 17-27.
- Rachman, R.M. 2011. Distribusi pengelolaan Agroforestri terhadap pendapatan rumah tangga petani (studi kasus: Desa Bagun Jaya, Kecamatan Cigudeg, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat). Skripsi. Institut Pertanian Bogor. 43 hlm.
- Ricci, M.S.F., J.R.C. Rouws, N.G. de Oliveira, and M. B. Rodrigues. 2011. Vegetative and productive aspects of organically grown coffee cultivars under shaded and unshaded systems. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)* 68(4) : 424-430.
- Sardjono, M.A., T. Djogo, H.S. Arifin, dan N. Wijayanto. 2003. Klasifikasi dan Pola Kombinasi Komponen Agroforestri. *Dalam* : Bahan Ajaran Agroforestri 2. ICRAF. Bogor. hlm 25.
- Sari, R.R. dan K. Hairiah. 2012. Komposisi ukuran pohon dan cadangan karbon pada sistem agroforestri di daerah pegunungan. *Dalam* Prosiding Seminar Nasional Agroforestri III. Yogyakarta 29 Mei 2012. Hlm 110-114.
- Schmitt-Harsh, M., T.P. Evans, E. Castellanos, and J. C. Randolph. 2012. Carbon stocks in coffee agroforests and mixed dry tropical forests in the western highlands of Guatemala. *Agroforest Syst.*, 86:141-157.
- Sobari, I., Sakiroh, dan E. H. Purwanto. 2012. Pengaruh jenis tanaman penayang terhadap pertumbuhan dan persentase tanaman berbuah pada kopi arabika varietas Kartika 1. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri* 3 (3) : 217-222.
- Soeharto, B., C. Kusmana, D. Darusman, dan D. Suharjito. 2011. Perubahan penggunaan lahan dan pendapatan masyarakat di Kecamatan Sumberjaya, Kabupaten Lampung Barat, Propinsi Lampung. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 16(1) : 1-6.
- Soto-Pinto, L., and C.M. Aguirre-Dávila. 2015. Carbon stocks in organic coffee systems in Chiapas, Mexico. *Journal of Agricultural Science*, (7(1): 117-128.
- Sribawa, I.G., D. Putra, F.X. Susilo, K. Hairiah, dan D. Suprayogo. 2010. Manipulasi cahaya untuk menurunkan kelimpahan nematoda parasit tumbuhan pada pembibitan kopi J. *HPT Tropika* 10(1) : 20-28.
- Taugourdeau, S., G. le Maire, J. Avelino, J.R. Jones, L.G. Ramirez, M.J. Quesada, F. Charbonnier, F. Gómez-Delgado, J.M. Harmand, B. Rapidel, P. Vaast, and O. Roupsard. 2014. Leaf area index as an indicator of ecosystem services and management practices: An application for coffee agroforestry. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 192:19-37.
- Teodoro, A.V., L. Sousa-Souto, A.-M. Klein, and T. Tschardtke. 2010. Seasonal contrasts in the response of coffee ants to agroforestry shade-tree management. *Environmental Entomology* 39(6) : 1744-1750.
- Utami, M.S. 2011. Korelasi arsitektur pohon model rauh dari rasamala (*Altingia excelsa* Noronha.) dan model arsitektur roux dari jenis kopi (*Coffea arabica* L.) terhadap konservasi tanah dan air di area PHBM, RPH Gambung, KPH Bandung Selatan. Tesis. Institut Pertanian Bogor. 79 hlm.
- Williams-Guille, K., and I. Perfecto. 2010. Effects of agricultural intensification on the assemblage of leaf-nosed bats (*Phyllostomidae*) in a coffee landscape in Chiapas, Mexico. *Biotropica* 42(5) : 605-613.
- Witjahjono, D. 2013. Potensi Lahan Agroforestri Kopi Jateng : Pengembangan Klaster Desa Binaan dan Potensi Agroforestri Perum Perhutani. *Dalam* Kajian Inventarisasi, Modernisasi Teknologi Agribisnis. Pemalang 25 Nopember 2013. Perum Perhutani Unit I Jateng. 49 hlm.