

**PENGARUH BERBAGAI TANAMAN PENAUUNG TERHADAP
PRODUKTIVITAS DAN PERTUMBUHAN TANAMAN KOPI ROBUSTA**

(*Coffea canephora*) DI KABUPATEN MALANG

Oleh
AHWAL RAZAKY



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN**

MALANG

2019

**PENGARUH BERBAGAI TANAMAN PENAUANG TERHADAP
PRODUKTIVITAS DAN PERTUMBUHAN TANAMAN KOPI ROBUSTA
(*Coffea canephora*) DI KABUPATEN MALANG**

Oleh

Ahwal Razaky

155040207111147

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT MANAJEMEN SUMBER DAYA LAHAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana
Pertanian Strata Satu (S-1)**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN TANAH

MALANG

2019

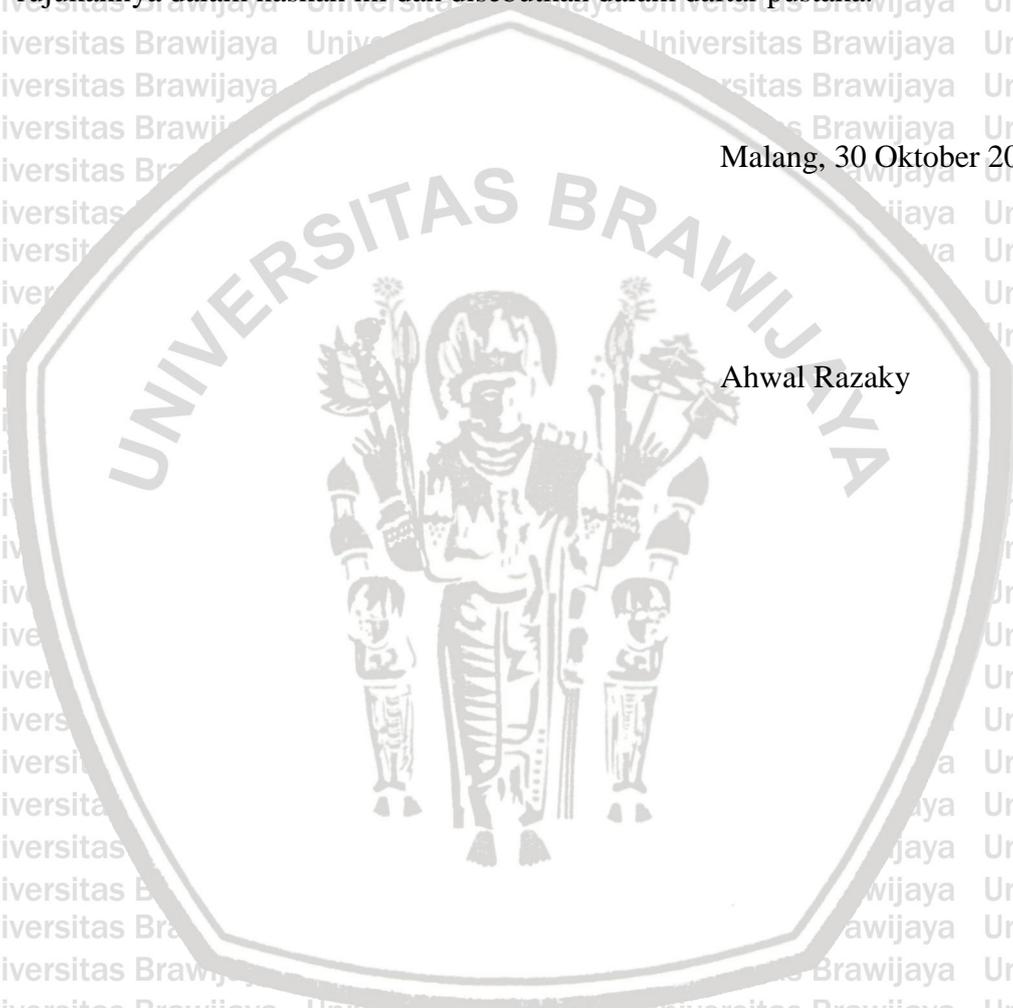


PERNYATAAN

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

Malang, 30 Oktober 2019

Ahwal Razaky



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Pengaruh Berbagai Tanaman Penaung Terhadap
Produktivitas dan Pertumbuhan Tanaman Kopi
Robusta (*Coffea canephora*) di Kabupaten Malang

Nama Mahasiswa : Ahwal Razaky

NIM : 155040207111147

Jurusan : Tanah

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui
Pembimbing Utama,



Prof. Dr. Ir. Mochammad Munir, MS.
NIP. 195405201981031002

Diketahui,
Ketua Jurusan



Prof. Dr. Ir. Kurniawan, SP., MP., Ph.D
NIP. 197910182005011002

Tanggal Persetujuan: 30 OCT 2019

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan
MAJELIS PENGUJI

Penguji I



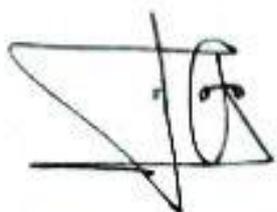
Syahrul Kurniawan, SP, MP, Ph.D
NIP. 197910182005011002

Penguji II



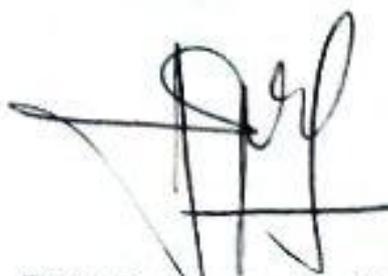
Prof. Dr. Ir. Mochammad Munir, MS
NIP. 195405201981031002

Penguji III



Dr. Ir. Budi Prasetya, MP
NIP. 196107011987031002

Penguji IV



Danny Dwi Saputra, SP, M.Si
NIP. 2011068603171001

Tanggal Lulus: **20 DEC 2019**

RINGKASAN

AHWAL RAZAKY. 155040207111147. Pengaruh Berbagai Tanaman Penaung Terhadap Produktivitas dan Pertumbuhan Tanaman Kopi Robusta (*Coffea canephora*) di Kabupaten Malang. Di bawah bimbingan Prof. Dr. Ir. Mochammad Munir, MS. sebagai pembimbing utama.

Tanaman kopi di Indonesia menjadi salah satu komoditas unggulan dalam perkebunan. Produksi tanaman kopi di Indonesia pada tahun 2013 mencapai 675.882 ton dan mengalami penurunan produksi sebesar 5,7% dari tahun 2013 sampai tahun 2017 (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2018). Hasil produksi kopi di Indonesia sebagian besar dari perkebunan rakyat, tetapi perkembangannya saat ini menghadapi beberapa masalah yang mengganggu produksi. Permasalahan yang di alami oleh petani kopi rakyat adalah keterbatasan pengetahuan dan teknologi untuk budidaya tanaman kopi itu sendiri (Pusat Penelitian Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, 2008).

Kabupaten Malang merupakan salah satu kawasan penghasil kopi robusta di Indonesia khususnya di Jawa Timur. Kopi robusta yang dihasilkan dari Kabupaten Malang sudah terkenal di Indonesia bahkan hingga ke luar negeri, baik dari segi produksi dan kualitasnya. *Common Code for The Coffea Community* (4C) *Association* telah memberikan sertifikat pengakuan dunia dalam memenuhi pasar (ekspor) kopi robusta dari Kabupaten Malang.

Penelitian dilakukan pada bulan April 2019 sampai bulan Juni 2019. Penentuan daerah pengambilan sampel dilakukan di PTPN XII Kebun Bangelan dan UB *Forest* yang ditentukan secara *purposive sampling* tanaman kopi dengan tanaman penaung pinus, tanaman kopi dengan tanaman penaung mahoni, dan tanaman kopi dengan tanaman penaung lamtoro. Analisa data menggunakan uji T dengan taraf 5%.

Hasil perhitungan produktivitas di PTPN XII Kebun Bangelan sebesar 3.414 Kg/Ha, dimana hasil perhitungan produktivitas lebih besar dari data PTPN XII sebesar 1.906 Kg/Ha. Pada data produktivitas di UB *Forest* sebesar 1.500 Kg/Ha pada lokasi di Dusun Sumberwangi dan Dusun Buntoro sebesar 2000 Kg/Ha. Hasil perhitungan produktivitas di Dusun Sumberwangi sebesar 1481 Kg/Ha, sedangkan di Dusun Buntoro sebesar 1242 Kg/Ha. Dari hasil perhitungan produktivitas di UB *Forest* lebih kecil dari data produktivitas di UB *Forest*. Menurut Winaryo *et al* (1991), tanaman penaung lamtoro merupakan tanaman penaung yang ideal untuk tanaman kopi, karena tanaman lamtoro memiliki tajuk yang mudah diatur dan seresahnya dapat menambah bahan organik tanah pada tanaman kopi.

Sebaiknya pada pengelolaan budidaya tanaman kopi robusta dapat diperhatikan kembali pada tanaman penaung dan jarak tanam untuk mengurangi persaingan antar tanaman terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman kopi robusta di PTPN XII Kebun Bangelan dan UB *Forest*.

SUMMARY

AHWAL RAZAKY. 15504020711147. The Effects of Shade Plants Variety towards Robusta Coffee Plants Productivity and Growth (*Coffea canephora*) in Malang Regency. Under the guidance of Prof. Dr. Ir. Mochammad Munir, MS. As main supervisor.

Coffee plants in Indonesia become one of prime commodity in plantations. Production of coffee plants in Indonesia reached 675,882 tons in 2013 and decreased production by 5.7% from 2013 to 2017 (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2018). The most produced coffee in Indonesia comes from smallholder plantations, but this is currently facing several problems in developing process that interfere to the coffee production. The problem experienced by smallholder coffee farmers is limited knowledge and technology for the cultivation of the coffee plant itself (Pusat Penelitian Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, 2008).

Malang Regency is one of the Robusta coffee producing area in Indonesia, especially in East Java. Robusta coffee from Malang is well known as good coffee in Indonesia and also International, both in terms of production and quality. The *Common Code for The Coffea Community (4C) Association* has given global certificates in fulfilling Robusta coffee (export) markets from Malang Regency.

Research period on sample area was carried out from April 2019 to June 2019 at PTPN XII Bangelan and UB Forest by determined purposive sampling of coffee plants with pine patches, coffee plants with mahogany patches, and coffee plants with lemongrass plants. Analyze data using T test with 5% standard.

The productivity calculations result at PTPN XII Kebun Bangelan amounted to 3.414 kg/ha, where the productivity calculations are greater than the data of PTPN XII of 1.906 kg/ha. The productivity data in UB Forest is only 1.500 kg/ha in each location in Sumberwangi and Buntoro 2000 kg/ha. The productivity calculation result in Sumberwangi Hamlet is 1481 kg/ha, while in Buntoro Hamlet is 1.242 kg/ha. From the results of the calculation of productivity in UB Forest is smaller than the productivity data in UB Forest. According to Winaryo et al. (1991), the *Leucaena glauca* plant is an ideal shade plant for coffee, because the *Leucaena glauca* plant has an easily manage and littered canopy that can be add soil organic material in coffee plants.

The management of Robusta coffee cultivation should be considered to the shade plants and planting space to reduce competition between plants for the growth and productivity of Robusta coffee plants in PTPN XII Kebun Bangelan and UB Forest.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang memberikan rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Berbagi Tanaman Penaung Terhadap Produktivitas dan Pertumbuhan Tanaman Kopi Robusta (*Coffea Canephora*) di Kabupaten Malang”. terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu saya menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Mochammad Munir, MS. selaku dosen pembimbing yang memberikan masukan serta arahan untuk menyusun skripsi saya.
2. Kedua Orang tua dan Keluarga yang selalu memberikan semangat serta doa sehingga terselesaikannya skripsi saya.
3. Teman-teman mahasiswa Fakultas Pertanian khususnya MSDL 2015 yang selalu memberikan semangatnya sehingga terselesaikannya skripsi saya.
4. Nurul Khabibah yang selalu berada disamping saya dalam pembuatan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi teman mahasiswa, pihak-pihak di lokasi penulis melaksanakan penelitian, masyarakat umum, dan berbagai pihak yang lain serta khususnya bagi penulis.

Malang, 30 Oktober 2019

Ahwal Razaky

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kabupaten Bogor, Kecamatan Cibinong pada tanggal 12 Februari 1997 sebagai anak ketiga dari empat bersaudara dari Bapak Giarto dan Ibu Yoelia Aisah. Penulis merupakan anak tunggal pria dari tiga wanita.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDIP Daarul Jannah pada tahun 2003 sampai 2009, kemudian melanjutkan pendidikan ke SMP Negeri 5 Bogor pada tahun 2009 sampai 2012, dan SMA Negeri 7 Bogor pada tahun 2012 sampai 2015. Sekarang sedang menempuh pendidikan Strata Satu (S-1) di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Minat Manajemen Sumberdaya Lahan jurusan Tanah.

Ketika penulis berada di perkuliahan, penulis telah mengikuti beberapa kegiatan seperti menjadi asisten praktikum Mata Kuliah Teknologi Pupuk dan Pemupukan pada tahun 2017 dan asisten praktikum Mata Kuliah STELA (Survei Tanah dan Evaluasi Lahan) pada tahun 2017. Penulis juga menjadi Staf Ahli Kementerian Sosial Masyarakat Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya pada tahun 2017/2018 dan sekarang menjadi anggota Departemen Pengembangan Sumberdaya Manusia Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya periode 2018/2019.

DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN.....	i
SUMMARY.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RIWAYAT HIDUP.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Hipotesis Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
1.6 Alur Pikir.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sejarah Tanaman Kopi.....	5
2.2 Biologi Kopi Robusta (<i>Coffea canephora</i>).....	6
2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Kopi.....	9
2.4 Pohon Penaung.....	10
2.5 Manfaat Pohon Penaung.....	14
2.6 Intensitas Cahaya.....	15
III. METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Tempat dan Waktu.....	18
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.3 Rancangan Penelitian.....	19
3.4 Tahapan Pelaksanaan Penelitian.....	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian.....	22
4.2 Karakteristik Lahan.....	23



4.3 Hubungan Intensitas Cahaya dengan Produktivitas dan Pertumbuhan
Tanaman Kopi Robusta..... 24

4.4 Pembahasan..... 28

V. KESIMPULAN DAN SARAN..... 30

5.1 Kesimpulan 30

5.2 Saran 30

DAFTAR PUSTAKA 31

LAMPIRAN..... 35



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1	Persyaratan Kondisi Iklim dan Tanah yang Optimum Untuk Kopi Robusta dan Kopi Arabika.....	10
2	Perbedaan Pencahayaan Alami dan Pencahayaan Buatan.....	16
3	Parameter Pengamatan dengan Metode Pengamatan.....	20
4	Hasil Rata-Rata Pengamatan Tanaman Kopi.....	23



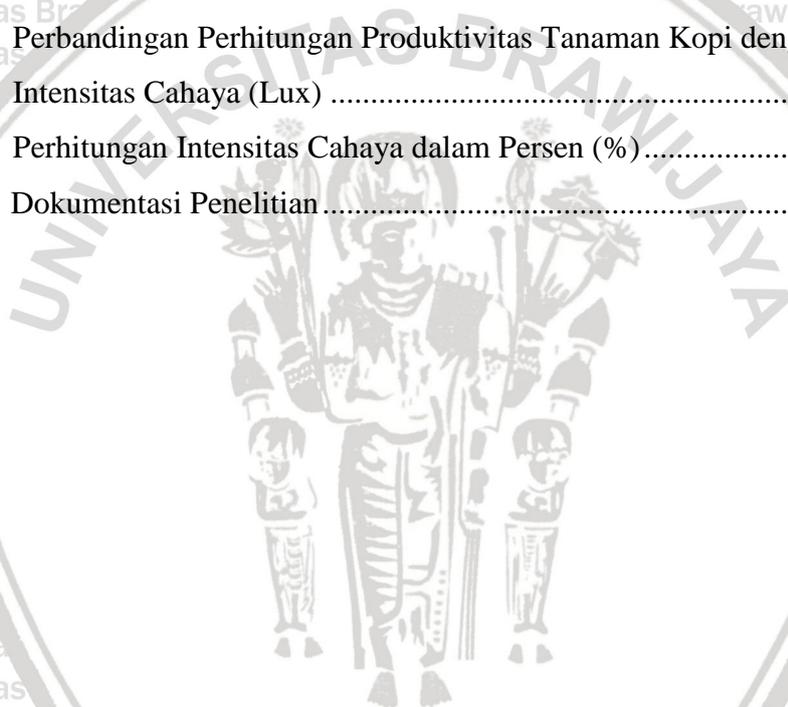
DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1	Alur Pikir Penelitian.....	3
2	Sistem Percabangan Tanaman Kopi.....	7
3	Tanaman Lamtoro.....	11
4	Pohon Mahoni.....	12
5	Tanaman Pinus.....	13
6	Lux Meter.....	17
7	Peta Lokasi Penelitian PTPN XII Kebun Bangelan.....	18
8	Peta Lokasi Penelitian UB <i>Forest</i>	18
9	Titik Pengukuran Intensitas Cahaya.....	20
10	Grafik Hubungan Produktivitas Kopi Robusta dengan Intensitas Cahaya Berdasarkan Fungsi Regresi Linear Sederhana.....	25
11	Grafik Hubungan Tinggi Tanaman dengan Intensitas Cahaya.....	25
12	Grafik Hubungan Diameter Batang dengan Intensitas Cahaya.....	26
13	Grafik Hubungan Produktivitas Kopi Robusta dengan Cabang Produktif.....	27



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1	Jadwal Kegiatan	35
2	Data Pertumbuhan Tanaman Kopi PTPN XII Kebun Bangelan	36
3	Data Pertumbuhan Tanaman Kopi UB <i>Forest</i> (Penaung Mahoni)	39
4	Data Pertumbuhan Tanaman Kopi UB <i>Forest</i> (Penaung Pinus)	42
5	Matriks Korelasi Antar Perlakuan	45
6	Uji T Paired Samples Test	45
7	Perhitungan Produktivitas Tanaman Kopi Robusta	45
8	Perbandingan Perhitungan Produktivitas Tanaman Kopi dengan Data	46
9	Intensitas Cahaya (Lux)	46
10	Perhitungan Intensitas Cahaya dalam Persen (%)	46
11	Dokumentasi Penelitian	46



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman kopi di Indonesia menjadi salah satu komoditas unggulan dalam perkebunan. Produksi tanaman kopi di Indonesia pada tahun 2013 mencapai 675.882 ton dan mengalami penurunan produksi sebesar 5,7% dari tahun 2013 sampai tahun 2017 (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2018). Hasil produksi kopi di Indonesia sebagian besar dari perkebunan rakyat, tetapi perkembangannya saat ini menghadapi beberapa masalah yang mengganggu produksi. Permasalahan yang di alami oleh petani kopi rakyat adalah keterbatasan pengetahuan dan teknologi untuk budidaya tanaman kopi itu sendiri (Pusat Penelitian Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, 2008).

Kabupaten Malang merupakan salah satu kawasan penghasil kopi robusta di Indonesia khususnya di Jawa Timur. Kopi robusta yang dihasilkan dari Kabupaten Malang sudah terkenal di Indonesia bahkan hingga ke luar negeri, baik dari segi produksi dan kualitasnya. *Common Code for The Coffea Community* (4C) *Association* telah memberikan sertifikat pengakuan dunia dalam memenuhi pasar (ekspor) kopi robusta dari Kabupaten Malang.

Tanaman kopi yang dibudidayakan di Indonesia biasa menggunakan sistem agroforestri sebagai salah satu sistem pertanian yang berkelanjutan. Pohon penaung merupakan salah satu aspek penting dalam membudidaya tanaman kopi untuk sistem produksi kopi (Evizal *et al.*, 2009). Tanaman penaung ini digunakan untuk mengatur intensitas cahaya yang masuk dan diterima oleh tanaman kopi, hal ini bertujuan untuk nilai ekonomis, kecepatan tumbuh, dan kebutuhan ekonomi petani dengan disesuaikan lokasi. Meskipun tanaman penaung memiliki manfaat yang tinggi tetapi perlu adanya pengaturan yang tepat. Apabila pengaturan tanaman naungan kurang baik maka akan mempengaruhi penyinaran. Dampak dari penyinaran yang kurang maksimal akan mengakibatkan pertumbuhan tanaman dan pola pembungaan menjadi tidak teratur, tanaman cepat berbuah dengan jumlah yang sedikit dan hasilnya cepat menurun.

Kopi merupakan tanaman yang memerlukan cahaya yang tidak terlalu penuh (C3) sehingga dapat ditanam dalam sistem campuran (agroforestri).

Tanaman kopi dengan sistem agroforestri memiliki sifat kompleks yang memiliki

peran penting untuk menyangga biodiversitas di atas permukaan seperti burung (O'Conner *et al.*, 2005). Untuk pertumbuhan kopi yang optimum membutuhkan intensitas cahaya tidak lebih dari 60% dengan membutuhkan tanaman penayang (Prawoto, 2007; Yulianti *et al.*, 2007).

1.2 Rumusan Masalah

Dalam pelaksanaan penelitian ini terdapat beberapa rumusan masalah yang akan dijawab yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh berbagai tanaman penayang terhadap pertumbuhan tanaman kopi robusta?
2. Bagaimana hasil perbandingan produktivitas berdasarkan data sekunder dan metode perhitungan?
3. Bagaimana hasil produktivitas tanaman kopi robusta dari berbagai tanaman penayang?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh berbagai tanaman penayang terhadap pertumbuhan tanaman kopi robusta.
2. Untuk mengetahui produktivitas berdasarkan data sekunder dengan metode perhitungan.
3. Untuk mengetahui hasil produktivitas kopi robusta yang dihasilkan dari pengaruh berbagai tanaman penayang.

1.4 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Pertumbuhan tanaman kopi robusta (tinggi, diameter batang, dan jumlah cabang produktif) lebih baik dengan tanaman penayang lamtoro, karena tanaman lamtoro memiliki tajuk yang mudah diatur.
2. Produktivitas berdasarkan data sekunder sama dengan metode perhitungan.
3. Hasil produktivitas tanaman kopi robusta lebih tinggi dengan tanaman penayang lamtoro.

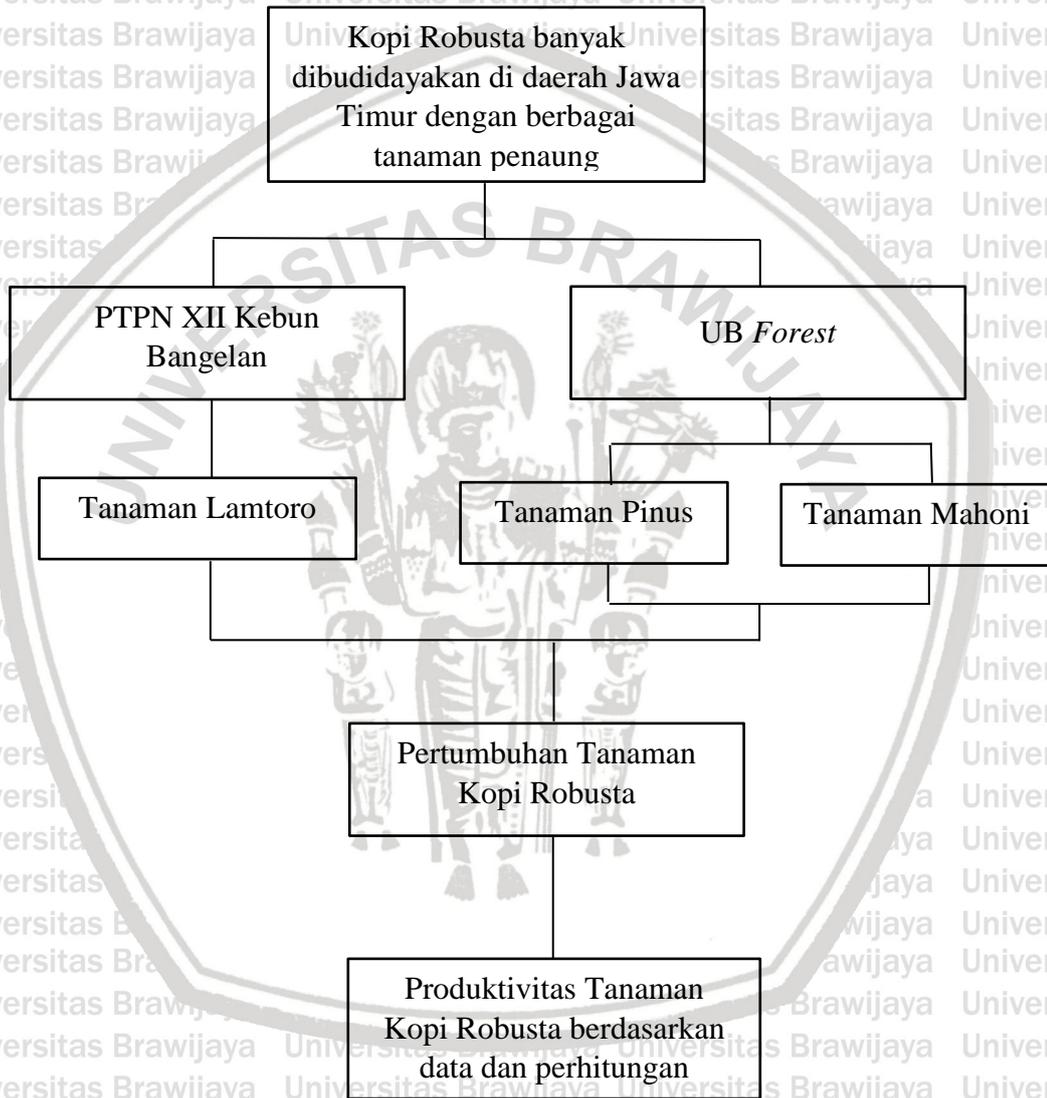
1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui perbandingan pertumbuhan dan produktivitas tanaman kopi robusta dari pengaruh berbagai

tanaman penayang dan memberikan data perhitungan produktivitas tanaman kopi robusta.

1.6 Alur Pikir

Penelitian ini disusun dalam alur pikir sebagaimana pada Gambar 1. Dari alur pikir dibawah ini pertumbuhan dan produktivitas tanaman kopi robusta dari berbagai tanaman penayang memiliki hasil yang beragam.



Gambar 1. Alur Pikir Penelitian

Berbagai tanaman penayang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman kopi robusta. Dari dua lokasi yang berbeda yaitu PTPN XII dan UB

Forest dengan tanaman penayang yang berbedapula, peneliti ingin mengetahui



dampaknya terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman kopi robusta yang berbeda baik di PTPN XII Kebun Bangelan dan UB Forest.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Tanaman Kopi

Tanaman kopi masuk ke Indonesia pada tahun 1696, ketika Admiral Pieter van de Broecke melakukan perdagangan dengan bangsa Arab. Pada tahun 1699 kiriman pohon arabika tiba di Jawa dari Malabar, India, yang dimana bibitnya dibawa ke Indonesia pertama kalinya. Zwaardkroon orang yang pertama membawa bibit kopi ke Indonesia dari perkebunan orang India di pantai Malabar ke perkebunan Kedawung di daerah Jakarta. Pada tahun 1712, pertama kalinya hasil produksi kopi di Indonesia di ekspor ke Belanda dan dijual ke pelanggan kopi Amsterdam sebanyak 894 pon.

Di Indonesia kopi telah sudah dikenal lama dan ada beberapa jenis kopi di Indonesia:

1. Kopi Arabika, tanaman kopi arabika ini mengalami penyebaran ke Indonesia dibawa oleh seseorang yang memiliki kebangsaan Belanda pada abad ke-17 pada sekitar tahun 1646, yang mendapatkan biji arabika mocca dari Arabia. Menurut Gandul (2010), jenis kopi ini dikirim oleh Gubernur Belanda di Malabar dan juga dikirim ke Batavia pada tahun 1696. Pada tahun 1699 tanaman kopi ini mati karena banjir dan didatangkan lagi bibit-bibit baru yang kemudian berkembang di sekitar Jakarta dan Jawa Barat, sampai akhirnya tersebar di kepulauan Indonesia. Tanaman kopi arabika telah berkembang sekitar satu abad sebagai tanaman rakyat. Tanaman kopi ini pertama diusahakan di daerah Jawa Tengah (Semarang dan Kedu) pada awal abad ke-19 dan sedangkan di Jawa Timur (Malang dan Kediri) baru dibuka setelah abad ke-19 dan di Besuki pada akhir tahun 1900-an. Budidaya kopi ini telah mengalami kemunduran karena serangan penyakit karat daun (*Hemileia vastatrix*) yang masuk ke Indonesia pada tahun 1876.
2. Kopi Robusta, kopi ini masuk ke Indonesia pada tahun 1900. Menurut Gandul (2010), kopi robusta (*Coffea canephora*) ternyata tahan dari penyakit karat daun dan hanya memerlukan syarat tumbuh dan pemeliharaan yang ringan, sedangkan tingkat produksinya jauh lebih tinggi. Oleh karena itu kopi robusta ini cepat berkembang. Saat ini hampir 90% di Indonesia terdiri dari tanaman kopi jenis robusta.

2.2 Biologi Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

Kopi merupakan salah satu tanaman yang termasuk dalam familia Rubiceae yang banyak dibudidayakan di negara tropis. Menurut Prastowo *et al.* (2010), jenis kopi pertama di Indonesia merupakan kopi arabika. Pada saat ini kopi robusta banyak dibudidayakan di daerah Jawa dan Sumatera, dan sedangkan kopi arabika banyak dibudidayakan di daerah dataran tinggi di Bali, Sulawesi, Sumatera Utara dan beberapa tempat di Jawa Timur (Van Steenis *et al.*, 2008).

Ada beberapa morfologi tanaman kopi robusta, yaitu:

1. Tinggi Tanaman

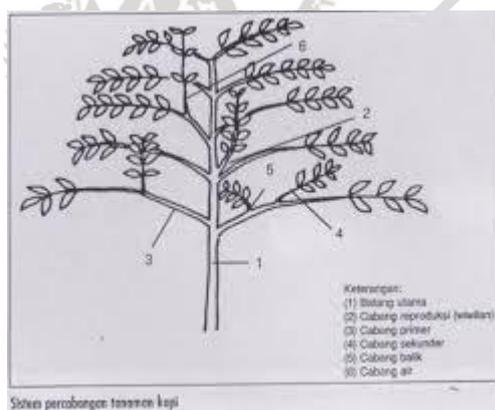
Tanaman kopi memiliki tinggi antara 2 sampai 4 meter (Van Steenis *et al.*, 2008). Perakaran tanaman kopi merupakan perakaran tunggang dengan memiliki akar primer yang mampu mencapai kedalaman sampai 50 cm. dari akar primer akan tumbuh dan berkembang akar lateral dengan panjang sekitar 3 m di permukaan tanah (Van Kanten *et al.*, 2005). Ini yang membuat tanaman kopi tahan terhadap kekeringan seperti halnya tanaman perkebunan yang lain.

Tanaman kopi dilakukan pemangkasan sampai tinggi tanaman kopi robusta setinggi 150 cm – 180 cm. Cabang paling atas di pangkas agar tinggi tanaman kopi seragam dan tidak terlalu tinggi dan dapat mempermudah saat pemanenan. Mengukur tinggi tanaman kopi robusta dapat menggunakan meteran diukur dari dasar tanah sampai pangkal pohon kopi robusta.

2. Jumlah Cabang

Batang pada tanaman kopi robusta tumbuh dari biji yang disebut dengan batang pokok, dimana batang pokok memiliki ruas-ruas yang tampak jelas pada saat umur tanaman kopi masih muda. Pada masing-masing ruas tumbuh sepasang daun yang akan menjadi cabang. Cabang kopi ini tumbuh dengan dua arah, ada batang tanaman yang tumbuh tegak dan biasa disebut orthotrop serta cabang primer yang tumbuh mendatar dan biasa disebut plagiotrop. Biasanya cabang plagiotrop yang tumbuh horizontal berperan penting sebagai tempat munculnya bunga dan buah (Pohlen dan Janssens, 2010). Pada cabang plagiotrop memiliki daun tunggal yang berbentuk memiliki panjang antara 20 sampai 30 cm dan memiliki lebar antara 10 sampai 16 cm pada kopi robusta.

Tanaman kopi memiliki beberapa jenis cabang seperti; cabang reproduksi (*orthotrop*), cabang primer (*plagiotrop*), cabang kipas, cabang pecut, cabang balik, dan cabang air (Gambar 2). Cabang reproduksi atau biasa disebut wiwilan merupakan cabang cadangan untuk menggantikan batang utama yang tidak tumbuh dengan sempurna maupun cabang yang mati. Cabang reproduksi terletak pada bagian ketiak daun pada batang primer tanaman kopi. Cabang primer merupakan cabang yang tumbuh pada batang utama dengan pertumbuhan mendatar, lemah, dan tempat tumbuh bunga. Cabang sekunder merupakan yang tumbuh pada cabang primer dari tunas sekunder. Cabang kipas merupakan cabang reproduksi yang kuat. Cabang pecut merupakan cabang kipas yang tidak mampu untuk menjadi cabang primer. Cabang balik merupakan cabang yang pertumbuhannya tidak normal yang berada pada cabang primer. Cabang air merupakan cabang reproduksi yang tumbuh cepat (Najiyati dan Danarti, 2007).



Gambar 2. Sistem Percabangan Tanaman Kopi (Sumber: Najiyati dan Danarti, 2007)

Cabang reproduksi memiliki ketiak daun yang menghasilkan bunga kopi. Bunga kopi memiliki ukuran yang kecil dengan berbau harum, bermahkota, dan berwarna putih, dengan kelopak bunga yang berwarna hijau serta pangkal yang menutupi buah (Najiyati dan Danarti, 2007). Tanaman kopi memiliki bunga majemuk yang berbentuk kimos dengan anak payung kebanyakan berbunga 3 sampai 5 kuntum sehingga membentuk gubahan semu yang berbunga banyak. Setiap anak payung terdapat dua daun penumpu yang lancip dengan panjang sekitar 5 mm (Van Steenis *et al.*, 2008). Setiap kuntum bunga berwarna putih memiliki bau yang harum dan berbentuk tabung. Tabung mahkota ini memiliki panjang 1,5 cm dengan petala antara 5 sampai 7 buah. Menurut Pohlan dan

Janssens (2010), benang sari akan muncul diantara petala dengan panjang 5 mm. putik yang bercabang dua dan menjulang jauh dari benang sari sehingga mengakibatkan sulitnya penyerbukan silang. Setelah bunga mekar dan terjadi penyerbukan, buah kopi akan masak setelah sekitar 6 sampai 11 bulan setelah pembuahan.

Cabang produksi salah satu bagian penting dalam hasil produksi tanaman kopi. Pada cabang produksi dilakukan pemangkasan cabang pada tanaman kopi.

Menurut PTPN XII (1997), pada kegiatan pemangkasan, terbagi menjadi dua sistem yaitu pemangkasan batang tunggal dan pemangkasan batang berganda.

Pada sistem pemangkasan batang tunggal terbagi menjadi tiga jenis, yaitu; pangkas bentuk, pangkas produksi, dan pangkas peremajaan. Pangkas bentuk dilakukan untuk membuat bentuk pohon kopi. Pada pangkas bentuk untuk tanaman kopi maka penerapan sistem bayonet lebih besar tingkat keberhasilan untuk pertumbuhan batang dan menjadi lebih kokoh. Pelaksanaan sistem bayonet pada tanaman kopi dengan memotong pada ketinggian kurang lebih 100 cm dan dilakukan memotongan tiga cabang primer pada ketinggian 80-100 cm pada pucuk tanaman kopi. Pangkas produksi dilakukan untuk memotong cabang-cabang yang tidak produktif maupun yang sudah tidak produktif. Cabang yang tidak produktif seperti cabang B3 yang sudah berbuah 3 kali, cabang cacing, cabang sakit, cabang kering, cabang rusak, trubusan, cabang keatas. Setelah pemangkasan cabang yang tidak produktif kemudian memperhitungkan sisa cabang untuk mengetahui cabang yang akan berbuah. Pemangkasan peremajaan dilakukan pada tanaman kopi dengan tajuk yang rusak, tetapi memiliki perakaran yang kokoh, memiliki produktivitas yang rendah, dan memelihara trubus untuk disambung.

Menurut Van Steenis *et al.* (2008), buah tanaman kopi yang sudah masak memiliki warna merah, agak kekuningan, atau hitam tergantung spesies tanaman kopi. Tanaman kopi memiliki buah bertipe batu dengan diameter berukuran antara sekitar 15 mm. buah kopi terdiri atas dinding buah dan biji. Dinding buah terdiri dari 3 lapisan yaitu eksokarp yang menjangat, lapisan daging buah yang tipis dan lapisan kulit tanduk yang keras dan berfungsi sebagai pelindung (Eira *et al.*, 2006).

2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Kopi

Kondisi lingkungan untuk tumbuh tanaman kopi yang paling berpengaruh terhadap tanaman kopi merupakan ketinggian tempat dan curah hujan. Jenis kopi yang ditanam harus disesuaikan dengan kondisi tinggi tempat dan curah hujan di daerah tersebut. Di Desa Bangelan sendiri biasa ditanam jenis kopi arabika dan kopi robusta. Kopi arabika biasa berada pada ketinggian lahan yang lebih tinggi dari kopi robusta agar tumbuh optimal. Persyaratan iklim untuk tanaman kopi robusta pada Tabel 1 berada pada ketinggian 300-600 mdpl dengan curah hujan 1500-3000 mm/tahun. Angin mempengaruhi jenis kopi *self-steril* yang berpengaruh terhadap penyerbukan klon. Kopi robusta dapat tumbuh di tanah dengan tingkat keasaman tanah pH 5,5-6,5, tidak dapat tumbuh pada tanah yang basa dan dengan tanaman penayang (Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, 2008).

Sifat tanah juga menjadi syarat tumbuh tanaman kopi. Pada sifat fisika tanah yang meliputi seperti tekstur, struktur, air maupun udara yang berada di dalam tanah. Menurut Rachmiati (2013), pada tanah berliat atau mengandung banyak liat maka akan menyimpan jumlah air banyak, maka air tidak mudah meresap ke dalam tanah dan akan menyebabkan erosi. Pada tanah yang berpasir maka air akan mudah untuk meresap ke dalam tanah tetapi tidak disimpan dalam waktu yang lama. Tanah yang ideal untuk tanaman kopi robusta adalah yang mempunyai tekstur kandungan liat, pasir, dan debunya seimbang atau lempung. Pada tanaman kopi, tanah yang memiliki lapisan atas tanah yang gembur, dalam, subur, dan banyak mengandung humus dan permeabilitas maupun memiliki tekstur yang baik. Pada sifat kimia tanah yang menjadi salah satu syarat tumbuh tanaman kopi ialah yang memiliki pH 5,5-6,5.

Tabel 1. Persyaratan kondisi iklim dan tanah yang optimum untuk kopi robusta dan kopi arabika

Syarat Tumbuh	Kopi Robusta	Kopi Arabika
Iklim		
Timnggi Tempat	300 – 600 mdpl	700 – 1.400 mdpl
Suhu udara harian	24 – 30°C	15 – 24°C
Curah hujan rata-rata	1.500 – 3000 Mm/th	2000 – 4000 Mm/th
Jumlah bulan kering	1-3 bulan/tahun	1-3 bulan/tahun
Tanah		
pH tanah	5,5 – 6,5	5,3 – 6,0
Kandungan bahan organik	Minimal 2%	Minimal 2%
Kedalaman tanah efektif	>100 cm	>100 cm
Kemiringan tanah	40%	40%
Maksimum		

Sumber: BBPPTP (2008)

2.4 Pohon Penaung

Pohon penaung merupakan pohon untuk pembantu dan penutup tanah. Pohon penaung atau pohon pelindung untuk tanaman kopi ini masih menjadi problem terkait pohon penaung untuk tanaman kopi. Tanaman kopi di dunia ditanam tanpa menggunakan tanaman penaung atau tanaman pelindung. Tanaman kopi tanpa menggunakan tanaman penaung apabila keadaan lingkungan yang menguntungkan dan memiliki kultur yang cukup intensif. Adanya tanaman penaung dapat menjadi saingan penghisapa air pada tanaman kopi, karena dengan keadaan air yang terbatas akan memperoleh bibit yang tanpa menggunakan tanaman penaung. Tanaman penaung digunakan karena berguna untuk tanaman kopi, untuk menghindarkan adanya angin malam dan lain sebagainya yang dapat menghambat dari pertumbuhan tanaman kopi itu sendiri. Tanaman penaung ini dibutuhkan apabila keadaan lingkungan yang kurang menguntungkan.

Jenis tanaman penaung mempengaruhi jumlah intensitas cahaya matahari yang dapat diserap oleh tanaman kopi. Pohon penaung mempengaruhi jumlah dan kualitas sinar matahari yang masuk, yang akan mempengaruhi terhadap fisiologis tanaman. Penggunaan berbagai macam jenis tanaman dan praktek pengelolaannya akan mempengaruhi terhadap pertumbuhan, produksi, maupun mutu kopi.

Menurut Iskandar (1998), menyatakan bahwa pengelolaan untuk pohon penaung pada tanaman kopi diperlukan untuk mengurangi pengaruh buruk akibat paparan sinar matahari yang terlalu terik dan dapat memperpanjang umur ekonomi tanaman.

2.4.1 Penaung Lamtoro

Tanaman lamtoro merupakan tanaman *leguminoseae*. Lamtoro memiliki beberapa jenis yaitu lamtoro biasa dan lamtoro gung. Menurut Arisandi (2006), tanaman lamtoro merupakan tanaman yang berasal dari Amerika tropis dimana tanaman lamtoro tersebar di daerah tropik pada ketinggian 1-1.500 mdpl. Tanaman lamtoro merupakan tanaman yang multiguna baik dari batang sampai ke daun memiliki manfaat baik untuk manusia maupun untuk hewan. Menurut Suprayitno (1995), daun tanaman lamtoro memiliki protein, lemak, kalsium, dan vitamin yang baik untuk pakan ternak (Gambar 3). Daun lamtoro dapat digunakan untuk pakan ternak sedangkan kayu lamtoro dapat digunakan sebagai bahan bakar, dan bijinya yang masih muda dapat digunakan untuk sayur (Purwanto, 2007).



Gambar 3. Tanaman Lamtoro (Suprayitno, 1995)

Morfologi tanaman lamtoro memiliki perakaran yang kuat dan kokoh yang membuat tanaman lamtoro tidak mudah tumbang oleh angin. Batang tanaman lamtoro yang kuat tidak mudah patah ketika menaungi tanaman kopi itu sendiri. Pada bagian daun lamtoro yang berwarna hijau memiliki bentuk simetris dengan tipe daun majemuk ganda. Buah yang dihasilkan tanaman lamtoro berbentuk polong yang berada didalam tandan, dimana terdapat 20-30 polong dalam satu tandan dan terdapat 15-30 biji pada setiap polongnya (Riefqi, 2014). Perbanyakan tanaman lamtoro relatif mudah, dengan pemindahan biji dan memindahkan bibitnya. Selain proses pemindahan biji dan memindahkan bibitnya, tanaman lamtoro ini mudah tumbuh tunas setelah dipangkas, ditebang, maupun dibakar.

2.4.2 Penaung Mahoni

Tanaman mahoni merupakan pohon penghasil kayu keras yang dimanfaatkan oleh masyarakat. Tinggi tanaman mahoni dapat tumbuh sampai 10–20 m dengan diameter batang 100 cm (Gambar 4). perakaran tanaman mahoni merupakan akar tunggang dimana ketika tanaman mahoni masih muda akarnya cepat tumbuh dan memiliki cabang pohon yang banyak yang membuat tanaman mahoni memiliki bentuk kanopi seperti payung (Suhono, 2010).



Gambar 4. Pohon Mahoni (Sumber: Suhono, 2010).

Menurut Krisnawati *et al.*, (2011), hutan mahoni di Indonesia seluas 54.000 ha dengan produktivitas yang kurang optimal, agar produktivitas hutan tanaman mahoni menjadi optimal dengan menekan laju limpasan dan erosi. Tanaman mahoni di Jawa keragaman genetiknya masih tinggi yang menjadikan kegiatan pemuliaan masih dapat menjanjikan untuk meningkatkan produktivitas tanaman mahoni. Pada daun tanaman mahoni memiliki bentuk majemuk menyirip dengan bentuk daun bulat oval dengan ujung daun runcing dan tulang daun yang menyirip. Tanaman mahoni memiliki bunga yang termasuk kedalam bunga majemuk yang tersusun dan muncul pada ketiak daun yang berwarna putih. Menurut Lemmens *et al.*, (1995), tanaman mahoni dapat tumbuh pada suhu rata-rata 20°C-28°C dan dapat tumbuh pada ketinggian dibawah 1500 mdpl. Tanaman mahoni dapat duput pada iklim yang mempunyai curah hujan yang tinggi dengan curah hujan rata-rata 1500 mm/th. Tanaman mahoni dapat tumbuh dengan cepat, karena pada umur 7 sampai 15 tahun tanaman mahoni sudah dapat ditebang karena tanaman sudah besar. Tanaman mahoni merupakan tanaman penaung yang

dapat tahan bersaing dengan semak belukar maupun alang-alang untuk mendapatkan sinar matahari.

2.4.3. Penaung Pinus

Tanaman pinus merupakan salah satu jenis tanaman yang serba guna yang pertumbuhannya terus dikembangkan dan diperluas dalam penanamannya, untuk memanfaatkan kegunaannya sebagai tanaman penghasil kayu, produk getah, dan juga dapat digunakan sebagai konversi lahan. Menurut Hidayat dan Hansen (2001), morfologi tanaman pinus memiliki batang yang lurus dan merupakan pohon besar. Pada tanaman pinus dewasa dapat tumbuh hingga 30 m dengan diameter batang 60-80 cm dan sedangkan pada tanaman pinus yang sudah tua dapat mencapai 45 m dengan diameter batang 240 cm. Daun tanaman pinus memiliki dua jarum dimana memiliki panjang 16-25 cm pada satu ikatan dan akan gugur menjadi seresah (Gambar 5). Menurut Indrajaya dan Handayani (2008), pohon pinus sudah ada sejak lama ditanam di Indonesia sebagai tanaman untuk reboisasi.



Gambar 5. Tanaman Pinus (Sumber: Hidayat dan Hansen, 2001)

Tanaman pinus dapat berbunga dan berbuah setiap tahun pada bulan Juli-November. Bunga pinus merupakan bunga dengan kelamin tunggal dimana kelamin jantan dan betina ada pada satu tunas sedangkan buah pinus memiliki bentuk kerucut dengan panjang 5-10 cm dengan lebar buah 2-4 cm dan ketika buah mekar memiliki lebar 10 cm (Siregar, 2005). Tanaman pinus telah mengundang permasalahan yang ada seperti pengatur tata air, karena tanaman pinus ini membutuhkan air yang banyak dan mengakibatkan kekeringan ketika musim kemarau, tetapi tanaman pinus ini juga dapat menampung air ketika musim penghujan dan mengalirkannya ketika musim kemarau. Menurut Pudjiharta (2005), tanaman pinus sebaiknya ditanam dengan kondisi curah hujan diatas 3.000

mm/tahun. Hal ini bertujuan untuk mengurangi dampak kekeringan yang terjadi saat musim kering. Tanaman pinus ini memiliki beberapa kelebihan, seperti: memiliki perakaran yang dalam, evapotranspirasi dan intersepsi yang tinggi, memiliki bobot pohon yang tidak terlalu berat maupun ringan, dan menghasilkan produk berupa kayu (Daniel *et al.*, 1995; Pudjiharta, 2005).

2.5 Manfaat Pohon Penaung

Tanaman naungan tergantung pada kondisi tanaman kopi itu sendiri. Semakin baik tanaman kopi maka semakin sedikit tanaman penaung untuk melindungi tanaman kopi. Pemupukan akan menambah kondisi yang baik terhadap tanaman kopi itu sendiri dan tanaman naungan harus dikurangi. Apabila kondisi tanaman itu buruk maka dibutuhkan tanaman penaung atau pelindung agar stabilitas produksi tetap terjaga, karena tanaman kopi sangat sensitif terhadap intensitas cahaya yang terlalu tinggi dan bisa menyebabkan pertumbuhan yang ekstrim dan juga mudah mengalami pembuahan yang terlalu lebat. Manfaat tanaman penaung pada tanaman kopi untuk menghadapi tingkat evapotranspirasi pada tanaman kopi, tanaman penaung dapat meningkatkan kelembaban udara pada kebun kopi dan dapat mengurangi suhu udara yang ekstrim 2-3°C (DaMatta, 2004).

Pemilihan tanaman penaung untuk pola tanam campuran pada tanaman kopi ditujukan untuk memperoleh manfaat, (Frinckh dan Wolfe, 2007), seperti:

1. Efisiensi penggunaan sumberdaya pertanian
2. Mengurangi kehilangan hasil karena hama dan gulma
3. Peningkatan produktivitas dan hasil

Tanaman penaung mempengaruhi jumlah intensitas cahaya yang dapat diserap oleh tanaman kopi, jumlah dan kualitas sinar matahari yang diserap berpengaruh terhadap proses fisiologis tanaman (Iskandar, 1998). Air yang diserap oleh tanaman dari dalam tanah yang kemudian di uapkan melalui transpirasi. Hasil tanaman akan lebih baik hasilnya apabila laju transpirasi berada pada batas tertentu.

Penaung lamtoro memiliki manfaat sebagai tanaman sela pada tanaman utama untuk memelihara dan meningkatkan produktivitas tanah. Tanaman lamtoro memiliki penetrasi intensitas cahaya yang lebih besar, dimana pada pembukaan

stomata tanaman kopi lebih mudah menyerap intensitas cahaya (Utomo, 2011). Menurut Yulianti *et al.* (2007), antara tanaman penaung lamtoro dengan tanaman kopi memiliki interaksi terhadap masuknya intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman kopi.

Penaung mahoni memiliki manfaat sebagai tanaman pelindung karena tanaman ini memiliki batang yang besar dan tinggi yang mampu untuk menahan angin dan pohon yang rimbun. Menurut Omon *et al.* (2007), Tanaman mahoni yang masih muda lebih besar menerima penetrasi cahaya matahari dibandingkan tanaman mahoni tua, cahaya yang diterima digunakan untuk proses fotosintesis.

Fotosintesis yang baik akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman kopi yang baik. Tanaman mahoni selain untuk tanaman pelindung, tanaman ini dapat di ambil kayunya yang memiliki kualitas yang cukup tinggi, karena kayu yang besar, keras, dan bagus dapat digunakan untuk kerajinan tangan maupun furnitur. Menurut Ariyantoro (2006), tanaman mahoni dapat mengurangi polusi udara sekitar 47%-69%, dimana tanaman mahoni ini dapat digunakan sebagai tanaman pelindung serta menjadi filter udara.

Tanaman pinus memiliki manfaat sebagai pengendali terjadinya tanah longsor karena dapat mengurangi curah hujan yang tinggi yang turun ketanah. Dengan perakaran yang dalam dan panjang dapat memperkuat lereng (Indrajaya dan Handayani, 2008). Pada tanaman pinus tua lebih besar menangkap penetrasi intensitas cahaya matahari dibandingkan dengan tanaman pinus muda, dimana cahaya yang masuk digunakan untuk fotosintesis tanaman kopi. Semakin baik proses fotosintesis akan mempengaruhi hasil pertumbuhan yang baik (Omon *et al.*, 2007). Semakin tua umur tanaman pinus maka laju infiltrasi semakin meningkat pada lahan tegakan yang memiliki tekstur lempung maupun berpasir (Octavia dan Supangkat, 2007).

2.6 Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya matahari merupakan cahaya matahari yang bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman dan fotosintesis. Cahaya matahari merupakan sumber energi utama bagi makhluk hidup yang ada didunia. Bagi tumbuhan cahaya matahari bermanfaat untuk pertumbuhan dan fotosintesis agar pertumbuhan tanaman semakin optimal. Fotosintesis itu sendiri merupakan proses awal

pertumbuhan tanaman untuk menghasilkan makanan untuk ketersediaan energi untuk pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.

Intensitas cahaya merupakan banyaknya energi yang diterima oleh tanaman.

Intensitas cahaya matahari akan mempengaruhi terhadap sifat morfologi dari suatu tanaman, karena intensitas cahaya ini berpengaruh untuk penyatuan CO₂ dan air untuk membentuk karbohidrat (Asadi *et al.*, 1997). Radiasi surya memiliki mekanisme untuk tanaman seperti fotoenergi (fotosintesis) dan foto stimulus yang terdiri atas proses pergerakan.

Intensitas cahaya merupakan kuat cahaya yang bersumber dari cahaya kearah tertentu dapat diukur menggunakan *lux meter* dengan satuan *Lux* (Satwiko, 2004). Ada empat faktor yang dapat mempengaruhi kualitas dari pencahayaan itu sendiri, yaitu refleksi, silau, kontras, dan kualitas cahaya, dengan kemampuan mata manusia yang dapat melihat cahaya dalam gelombang tertentu. Pencahayaan dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu cahaya alami dan cahaya buatan. Berikut (Tabel 2) perbedaan pencahayaan antara pencahayaan alami dan pencahayaan buatan.

Tabel 2. Perbedaan pencahayaan alami dan pencahayaan buatan

	Pencahayaan Alami	Pencahayaan Buatan
Sumber Cahaya	Sinar matahari dan cahaya langit	Sistem cahaya
Jenis Energi	Terbarukan	Tidak terbarukan
Intensitas Cahaya	Tergantung waktu dan cuaca	Dapat direncanakan dan stabil
Kuat Penerangan	Tergantung waktu dan cuaca	Dapat direncanakan dan stabil
Kualitas Warna Cahaya	Putih tunggal dengan spektrum cahaya lengkap	Tiga jenis putih dengan spektrum cahaya terbatas
Efek Penyilauan	Fluktuatif dan hanya dapat diantisipasi	Dapat dikontrol

Sumber: Latifah (2015).

Untuk mengukur intensitas cahaya dapat menggunakan *lux meter*, dimana *lux meter* ini merupakan alat untuk mengukur kuat maupun lemahnya cahaya yang terdapat pada area tertentu.

Pengaruh tanaman penanung selain pada intensitas cahaya matahari juga pada kelembaban udara. Kelembaban udara dapat mempengaruhi evapotranspirasi, apabila pada musim kemarau maka laju evapotranspirasi akan lebih besar dan

apabila musim hujan dan cadangan air yang tidak mencukupi pada lahan tersebut akan mengalami defisit air. Menurut Yahmadi (2007), kelembaban udara dapat dipengaruhi oleh angin dan dapat berpengaruh pada kehilangan air pada suatu lahan tersebut. salah satu faktor kehilangan air melalui evapotranspirasi adalah ketika angin bertiup kencang dan lama akan memperparah ketersediaan air pada musim kemarau. Angin dapat membantu dalam penyerbukan pada kopi robusta.

Alat untuk mengukur intensitas matahari dapat menggunakan alat *lux meter* (Gambar 6). *Lux meter* merupakan alat untuk mengukur intensitas cahaya matahari dalam satuan lux (lm/m^2) (Nomoto *et al*, 1994). *Lux meter* atau *lightmeter* alat mengukur intensitas cahaya dengan menggunakan sensor cahaya pada alat yang berasal dari bahan foto sel dan juga layar pada alat. Fungsi alat ini untuk mengukur tingkat pencahayaan pada suatu tempat. Prinsip dari alat *lux meter* ini untuk mengubah energi cahaya menjadi elektron, apabila cahaya mengenai sel foto akan ditangkap sebagai energi akan diubah dalam bentuk arus listrik.



Gambar 6. Lux Meter (Sumber: Nomoto *et al*, 1994).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian berada di PT Perkebunan Nusantara XII Desa Bangelan, Kecamatan Wonosari, Kabupaten Malang (Gambar 7) dan UB *Forest* Dusun Sumbersari, Desa Tawang Argo dan di Dusun Buntoro, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang (Gambar 8). Lokasi penelitian ini menggunakan tanaman penaung yang berbeda antara PTPN XII dengan UB *Forest*. Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2019 sampai bulan Juni 2019.



Gambar 7. Peta Lokasi Penelitian PTPN XII Kebun Bangelan



Gambar 8. Peta Lokasi Penelitian UB *Forest*

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk pengambilan sampel penelitian meliputi HP/Kamera untuk mendokumentasikan kegiatan penelitian, meteran untuk mengukur tinggi tanaman kopi, laptop, jangka sorong untuk mengukur diameter batang kopi, *software* SPSS Microsoft Excel untuk analisis data penelitian, Digital Lux Meter *LX-1010B* untuk mengukur intensitas cahaya matahari, kartu nomor sebagai penanda sampel pohon kopi. Bahan yang digunakan yaitu tanaman kopi

robusta dengan tanaman penaung lamtoro, tanaman kopi robusta dengan penaung mahoni, dan tanaman kopi robusta dengan penaung pinus.

3.3 Rancangan Penelitian

Pelaksanaan penelitian menggunakan metode survei. Pengambilan sampel dilakukan di PTPN XII Kebun Bangelan dan UB *Forest* yang ditentukan secara *purposive sampling*. Sampel pohon diambil sebanyak 90 sampel tanaman kopi robusta dengan tanaman penaung pinus, tanaman kopi robusta dengan tanaman penaung mahoni, dan tanaman kopi robusta dengan tanaman penaung lamtoro. Setelah mendapatkan data dari survei lapang kemudian dianalisis menggunakan uji T dengan taraf 5%.

Pada setiap lahan penelitian dilakukan pengambilan sampel tanaman kopi robusta berdasarkan tinggi tanaman, diameter batang, cabang produktif, dan mengukur intensitas cahaya.

3.4 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Pra Survei

Kegiatan pra survei menggunakan teknik *purposive sampling* untuk menentukan lokasi pengamatan di PTPN XII Kebun Bangelan dan di UB *Forest*. Menurut Arikunto (2010), *purposive sampling* dilakukan dengan cara pengambilan sampel atau subjek dengan bukan didasari oleh random maupun daerah tetapi pengambilan sampel di dasari adanya tujuan tertentu. Sedangkan menurut Sugiyono (2010), *purposive sampling* merupakan teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu. Kemudian menentukan tanaman kopi dengan tanaman penaung yang berbeda baik di PTPN XII Kebun Bangelan tanaman kopi robusta dengan tanaman lamtoro sedangkan di UB *Forest* tanaman kopi robusta dengan tanaman pinus dan tanaman kopi robusta dengan tanaman mahoni. Sampel tanaman diambil secara acak sebanyak 90 sampel.

3.4.2 Kegiatan Survei dan Pengamatan

Kegiatan survei lapang ini dilakukan dengan menentukan tanaman kopi dengan berbagai tanaman penaung. Untuk pengambilan sampel tanaman kopi dengan cara perhitungan luas lahan dibagi dengan jarak tanam untuk mengetahui jumlah populasi tanaman kopi. Kemudian sampel tanaman kopi diambil sebanyak 90 pohon dari populasi tanaman kopi di masing-masing lokasi pengamatan

dengan menentukan tanaman kopi dengan kualitas baik, sedang, dan buruk. Kualitas tanaman kopi robusta dapat dilihat dari tinggi tanaman dan jumlah cabang produktif. Untuk tinggi tanaman kopi robusta yang baik memiliki tinggi tanaman minimal 160 cm dan memiliki 60 cabang produktif pada satu tanaman kopi. Menurut Sugiyono (2010), sampel merupakan sebagian kecil dari populasi. Kemudian dari sampel tanaman kopi yang sudah di kelompokkan kemudian dilakukan pengamatan baik pertumbuhan tinggi tanaman, diameter batang, jumlah percabangan, pendugaan produktivitas tanaman kopi, intensitas cahaya. Berikut (Tabel 3) Parameter pengamatan penelitian menggunakan metode pengamatan fisiografi.

Tabel 3. Parameter Pengamatan dengan Metode Pengamatan

Parameter Pengamatan	Metode
Tinggi Tanaman Kopi	Pengukuran
Diameter Batang Tanaman Kopi	Pengukuran
Jumlah Cabang Produktif	Pengukuran
Intensitas Cahaya	Lux Meter
Produksi	Perhitungan

Pengukuran intensitas cahaya dilakukan dengan mengambil 5 titik didalam plot untuk setiap lahan penelitian. Pengukuran intensitas cahaya menggunakan alat *lux meter* dengan mengarahkan sensor *lux meter* keatas dan diambil angka intensitas yang paling stabil. Intensitas cahaya diambil 5 titik dengan titik pojok kanan, pojok kiri, dan tengah dengan ukuran plot 1 Ha (Gambar 9).



Gambar 9. Titik Pengukuran Intensitas Cahaya

3.4.3 Analisis Data

Analisis data menggunakan microsoft excel dan software SPSS. Analisa data numerik meliputi analisa korelasi dan regresi sederhana. Analisis korelasi dilakukan untuk mengetahui signifikansi antar parameter hubungan dan dilanjutkan

dengan uji regresi. Persamaan akan dilanjutkan untuk di uji validasi menggunakan uji T Paired Samples T-Test antara intensitas cahaya dengan produktivitas dan pertumbuhan (tinggi, jumlah cabang, diameter batang).



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kondisi Umum Lokasi Penelitian

4.1.1 PT. Perkebunan Nusantara XII Kebun Bangelan

PT. Perkebunan Nusantara XII Kebun Bangelan berada di Desa Bangelan, Kecamatan Wonosari, Kabupaten Malang. Letak PTPN XII Kebun Bangelan berbatasan dengan wilayah Desa Sumberdem dan Sumber Tempur, Kecamatan Wonosari pada bagian utara kebun, pada bagian timur kebun berbatasan dengan Desa Bangelan, Kecamatan Wonosari dan Karangrejo, Kecamatan Kromengan pada bagian selatan kebun berbatasan dengan Desa Karangrejo dan Peniwen, Kecamatan Kromengan dan pada bagian barat kebun berbatasan dengan Desa Jambuwer, Kecamatan Kromengan.

Kebun Bangelan terdiri dari 3 Afdeling, yaitu Afdeling Besaran, Afdeling Kampung Baru, Afdeling Pabrik. Lokasi penelitian ini terdapat di Afdeling Besaran dengan luas lahan 466,92 ha. Komoditas yang berada di Kebun Bangelan terdiri dari kopi robusta, lamtoro, dan sengon. Kopi robusta merupakan komoditas utama PTPN XII Kebun Bangelan. Lahan yang digunakan pada penelitian ini berada pada Tanaman Menghasilkan (TM) di Afdeling Besaran. Kegiatan yang dilakukan di PTPN XII Kebun Bangelan diawali dengan membuat perbanyakan bibit kopi yang kemudian di salurkan ke lahan yang sudah dilakukan pembukaan areal baru untuk penanaman kopi robusta itu sendiri. Sebelum dilakukan penanaman kopi robusta tersebut, lahan dengan pembukaan areal baru di tanami tanaman penaung selama 2 tahun sebelum ditanam tanaman kopi robusta.

Jenis tanah di PT. Perkebunan Nusantara XII Kebun Bangelan sebagian besar memiliki jenis inceptisol. Ketinggian PTPN XII Kebun Bangelan sekitar 450 - 680 mdpl, dengan topografi tanah yang datar bergelombang dengan kemiringan lahan 0-8% seluas 707,20 Ha, 8-15% seluas 93,05 Ha, dan 15-40% seluas 82,95 Ha. Curah hujan yang dimiliki rata-rata pertahun 2400 mm dengan keadaan suhu rata-rata 22^oC (PTPN XII Bangelan, 2016).

4.1.2 UB Forest

UB Forest berada di Dusun Sumbersari, Desa Tawang Argo, Karangploso, Kabupaten Malang. UB Forest memiliki luas lahan 554 ha berada di kawasan lereng Gunung Arjuno. Ada 3 Dusun yang melingkupi UB Forest yaitu Dusun

Sumbersari, Dusun Sumberwangi, dan Dusun Buntoro. Kondisi topografi/kelerengan UB Forest dibagi berdasarkan tiga kelas, yaitu 0-8% seluas 40,97 Ha, > 8-15% seluas 484,89 Ha, dan > 15% seluas 23,81 Ha. Pada penelitian ini dilakukan di Dusun Sumberwangi dan Dusun Buntoro. komoditas di kedua dusun, yaitu kopi robusta, kopi arabika, pinus, mahoni, dan tanaman musiman. Komoditas yang digunakan pada penelitian ini adalah kopi robusta dengan tanaman penayang pinus dan mahoni. Curah hujan yang dimiliki rata-rata pertahun 2500 mm dengan keadaan suhu rata-rata 22⁰C.

Secara geografis daerah Tawangargo berada di sebelah selatan kaki Gunung Arjuno yang termasuk tanah batuan vulkanik dan didominasi oleh tanah Inceptisol. Tanah ini mempunyai penyebaran paling luas, menempati grup landform dataran volkan, perbukitan volkan, dan dataran tektonik. Tanah dari bahan volkan intermedier berwarna coklat kemerahan, tekstur lempung berliat sampai liat, penampang dalam, dan struktur cukup baik, konsistensi gembur sampai teguh. Reaksi tanah netral, kadar C dan N organik sangat rendah sampai sedang, kadar P dan K potensial sedang sampai tinggi. Daerah ini memiliki kenampakan lahan datar hingga berombak dengan tingkat kelerengan berkisar antara 15-25%. Proses terbentuknya daerah lokasi pengamatan ini adalah hasil dari letusan gunung Arjuno sehingga batuan banyak yang dipengaruhi oleh batuan vulkanik. Pada landform dataran volkan sifat tanah dipengaruhi oleh bahan induknya. Tanah penampang cukup dalam, berwarna coklat tua sampai kemerahan, drainase baik, tekstur halus sampai agak halus, konsistensi gembur sampai teguh, dan reaksi tanah agak masam sampai masam (Rayes, 2007).

4.2 Karakteristik Lahan

Karakteristik lahan dalam penelitian ini terdiri dari pengamatan fisiografi lahan. Data dari karakteristik berupa: intensitas cahaya, tinggi tanaman kopi, diameter batang, jumlah cabang produktif, dan jarak tanam. Berikut (Tabel 4) hasil dari pengamatan deskriptif yang dilakukan di lapangan.

Tabel 4. Hasil Rata-Rata Pengamatan Tanaman Kopi

Jenis Tanaman Penau ng	Intensi tas Cahaya Matahari (%)	Produkti vitas (Kg/Ha)	Tinggi Tana man (cm)	Jumla h Caban g Produ ktif	Diame ter Batan g (cm)	Elev asi (mdp l)	Su hu (°c)	Curah Hujan (mm/tahun)	Jarak Tana m (m)
Lamto ro Maho ni	50,6	3314	180	73	5,3	578	22	2400	2,5x 2,5
Pinus	20,4	1242	147	31	4,4	760	22	2500	2,5x 2,5
	63,8	1481	146	33	4,7	774	22	2500	2,5x 2,5

Keterangan: Data primer yang diperoleh di PTPN XII Kebun Bangelan dan UB Forest

Tanaman kopi robusta dapat tumbuh optimal pada ketinggian 400 – 800 mdpl dengan suhu rata-rata 21°C – 23°C. pada lokasi penelitian di PTPN XII Kebun Bangelan dan UB Forest memiliki ketinggian >400 mdpl dengan suhu rata-rata 22°C dengan curah hujan rata-rata pertahun 2.400mm – 2.500mm. Suhu dapat mempengaruhi tanaman dalam aktivitas fisiologi tanaman berupa serapan unsur hara, pertumbuhan akar, fotosintesis, dan respirasi (Lenisastri, 2000). Menurut Mulyana (1982), curah hujan yang baik untuk pertumbuhan tanaman kopi sebesar 2.000mm – 3.000mm. Umur tanaman kopi di PTPN XII Kebun Bangelan dan UB Forest memiliki umur tanam tahun 2007 dengan pengaplikasian pupuk yang digunakan pupuk ZA, NPK, dan TSP dengan memberikan dosis pupuk sebanyak ½ kg per pohon.

Intensitas cahaya dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman kopi robusta. Intesitas cahaya pada lokasi penelitian di PTPN XII Kebun Bangelan sebesar 50,6% sedangkan di UB Forest sebesar 20,4% dan 63,8%. Menurut Widodo dan Sudrajat (1983), bahwa intensitas cahaya yang tinggi dapat meningkatkan suhu udara lingkungan yang mengakibatkan tanaman kopi



kekurangan air. Apabila keadaan ini terus berlangsung maka pertumbuhan kopi tidak akan optimal.

Jarak tanam digunakan untuk mengetahui jumlah populasi tanaman perhektarnya. Rata-rata tinggi tanaman kopi robusta dengan jarak tanam 2,5x2,5 m dengan jumlah populasi 1600 lebih tinggi dibandingkan dengan kopi robusta dengan jarak tanam 2,5x2,5 m dengan jumlah populasi yang sama, hal ini sesuai dengan literatur, menurut Hidayat (2008), pengaturan jarak tanam mempengaruhi ruang tumbuh tanaman kopi. Semakin padat jarak tanaman kopi akan berpengaruh terhadap tingkat kompetisi antar tanaman seperti perebutan cahaya, air, dan unsur hara yang membuat pertumbuhan tanaman kopi kurang baik. Sedangkan pada jarak tanah tidak padat akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman kopi yang baik.

4.3 Hubungan Intensitas Cahaya dengan Produktivitas dan Pertumbuhan

Tanaman Kopi Robusta

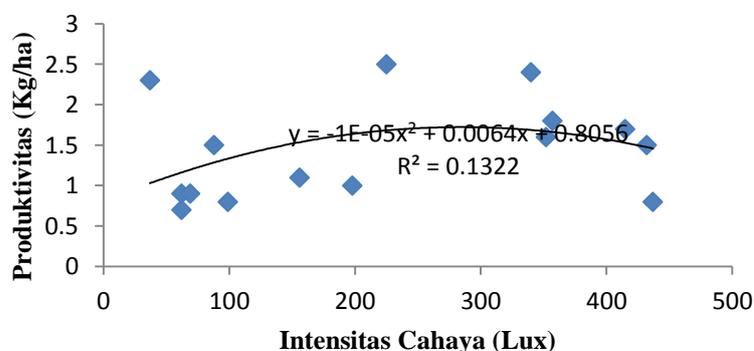
4.3.1. Hubungan Produktivitas dengan Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya memiliki pengaruh terhadap produktivitas tanaman kopi robusta, hal ini dikarenakan intensitas cahaya merupakan salah satu faktor pengaruh terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman kopi robusta.

Hasil korelasi antara produktivitas dengan intensitas cahaya didapatkan nilai $r = 0,262$ dimana intensitas cahaya memiliki hubungan positif terhadap produktivitas.

Hal ini menyebabkan intensitas cahaya mempengaruhi produktivitas kopi robusta.

Grafik regresi linier menunjukkan bahwa hubungan antara produktivitas dengan intensitas cahaya memberikan persamaan $y = -1E-05x^2 + 0,0064x + 0,8056$ dengan nilai $R^2 = 0,1322$ (Gambar 10). Grafik linier menunjukkan bahwa intensitas cahaya memberikan pengaruh terhadap produktivitas sebesar 3,7%.

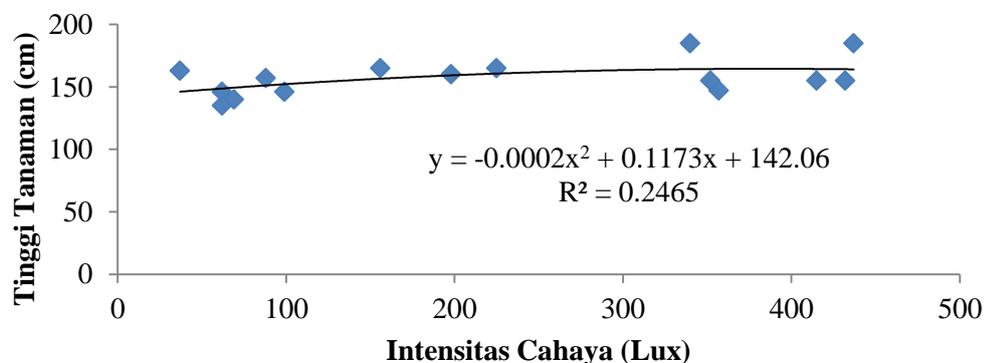


Gambar 10. Hubungan Produktivitas Kopi Robusta dengan Intensitas Cahaya

4.3.2 Hubungan Pertumbuhan dengan Intensitas Cahaya

A. Tinggi Tanaman dengan Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya dapat mempengaruhi terhadap pertumbuhan tinggi tanaman kopi robusta. Hasil korelasi antara tinggi tanaman dengan intensitas cahaya didapatkan nilai $r = 0,474$ seperti pada Lampiran 5 dimana Intensitas cahaya memiliki nilai positif terhadap tinggi tanaman kopi robusta. Grafik regresi linier menunjukkan bahwa hubungan antara tinggi tanaman dengan intensitas cahaya memberikan persamaan $y = -0,0002x^2 + 0,1173x + 142,06$ dengan nilai $R^2 = 0,2465$ (Gambar 11). Intensitas cahaya memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman hanya sebesar 24%.



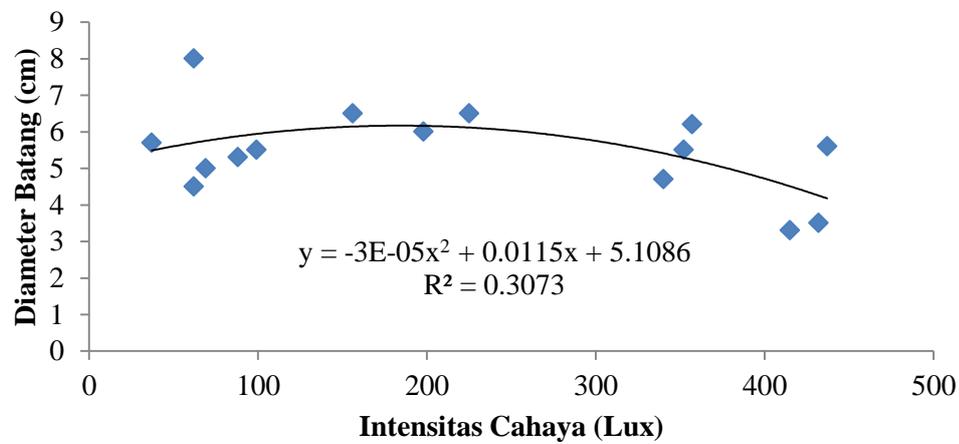
Gambar 11. Hubungan Tinggi Tanaman dengan Intensitas Cahaya

Menurut Gardner *et al.* (1991), intensitas naungan yang rendah akan menghasilkan tinggi tanaman yang rendah karena intensitas naungan yang terlalu rendah akan menyebabkan cahaya matahari yang masuk terlalu tinggi sehingga hal tersebut akan menghambat hormon auksin untuk pertumbuhan tanaman kopi yang menyebabkan pertumbuhan tanaman kopi menjadi terganggu.

B. Diameter Batang dengan Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya mempengaruhi terhadap pada penambahan diameter batang tanaman kopi robusta. Pada hasil korelasi antara diameter batang dengan produktivitas memiliki nilai $r = -0,423$ pada Lampiran 5 dimana Intensitas cahaya memiliki nilai yang positif terhadap diameter batang tanaman kopi. Berikut (Gambar 12) grafik regresi linier menunjukkan bahwa hubungan antara diameter batang tanaman dengan intensitas cahaya memberikan persamaan $y = -3E-05x^2 + 0,0115x + 5,1086$ dengan nilai $R^2 = 0.3073$. Grafik linier ini menunjukkan bahwa

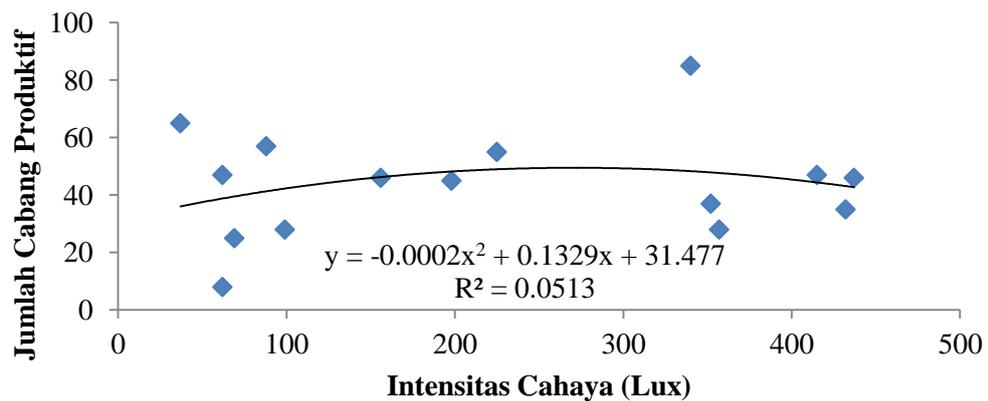
intensitas cahaya memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman hanya sebesar 30%.



Gambar 12. Hubungan Diameter Batang dengan Intensitas Cahaya

C. Jumlah Cabang Produktif dengan Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya mempengaruhi terhadap pertumbuhan cabang produktif pada tanaman kopi robusta. Hasil korelasi jumlah cabang dengan intensitas cahaya memiliki nilai $r = 0,135$ (Lampiran 5). Grafik regresi linier sederhana menunjukkan bahwa hubungan antara intensitas cahaya dengan jumlah cabang produktif memberikan persamaan $y = -0,0002x^2 + 0,1329x + 31,477$ dengan nilai $R^2 = 0,0513$ (Gambar 13). Menunjukkan bahwa intensitas cahaya memberikan pengaruh terhadap jumlah cabang produktif hanya sebesar 5,1%



Gambar 13. Hubungan Jumlah Cabang Produktif dengan Intensitas Cahaya

Pada kegiatan pemangkasan, terbagi menjadi dua sistem yaitu pemangkasan batang tunggal dan pemangkasan batang berganda. Pada sistem pemangkasan batang tunggal terbagi menjadi tiga jenis, yaitu; pangkas bentuk,

pangkas produksi, dan pangkas peremajaan (PTPN XII, 1997). Jumlah cabang produktif dapat diperoleh dengan menghitung semua cabang yang berasal dari batang utama yang menghasilkan baik pada cabang B0, B1, maupun cabang B2.

4.3.3 Hubungan Produktivitas dengan Jarak Tanam

Jarak tanam pada dua lokasi yang berbeda yaitu PTPN XII Kebun Bangelan dan UB Forest memiliki jarak tanam yang berbeda. Pada PTPN XII Kebun Bangelan menggunakan jarak tanam 2x3 m untuk kopi robusta dengan hasil produktivitas kopi sebesar 3.414 kg/ha, sedangkan di UB Forest dengan jarak tanam 2,5x2,5 m menghasilkan kopi pada Dusun Buntoro sebesar 1.242 kg/ha dan untuk Dusun Sumberwangi menghasilkan 1.481 kg/ha.

Jarak tanam dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman kopi. Menurut Cahyono (2003), pengaturan jarak tanam dapat mempengaruhi produktivitas tanaman kopi, karena mempengaruhi terhadap kondisi iklim mikro lingkungan sekitar untuk dapat menerima sinar matahari. Pada jarak tanam yang rapat akan membuat kelembapan udara di sekitar tanaman semakin tinggi, hal ini tidak baik karena rentan terkena penyakit.

Menurut Sarpian (2003), jarak tanam yang tidak tepat akan berdampak negatif terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman kopi itu sendiri. Jarak tanam yang terlalu rapat dapat menghambat fotosintesis tanaman kopi dan membuat produksi tanaman kopi tidak maksimal.

4.4 Pembahasan

Hasil perhitungan produktivitas di PTPN XII Kebun Bangelan sebesar 3.414 Kg/Ha, dimana hasil perhitungan lebih besar dari data sekunder sebesar 1.906 Kg/Ha. Pada hasil perhitungan produktivitas di UB *Forest* Dusun Sumberwangi sebesar 1.481 Kg/Ha, dimana hasil perhitungan memiliki hasil lebih kecil dari produktivitas data sekunder sebesar 1.500 Kg/Ha dan pada lokasi pengamatan di UB *Forest* memiliki hasil perhitungan produktivitas sebesar 1.242 Kg/ha, dimana hasil perhitungan lebih kecil dari data produktivitas data sekunder sebesar 2.000 Kg/Ha.

Analisis uji T dilakukan untuk mengetahui hubungan intensitas cahaya berpengaruh nyata atau tidak terhadap produktivitas dan pertumbuhan (tinggi, jumlah cabang, dan diameter batang) tanaman kopi robusta. Hasil analisis uji T

menggunakan *Paired Samples T-Test*. Intensitas cahaya memiliki nilai positif terhadap produktivitas dengan nilai T hitung sebesar 3.025 dimana hasil t hitung lebih besar dari t tabel sebesar 2,9199 yang berarti signifikan. Pada intensitas cahaya dengan pertumbuhan seperti tinggi tanaman memiliki nilai T hitung sebesar 7.343 dimana intensitas cahaya mempengaruhi tinggi tanaman, sedangkan intensitas cahaya terhadap jumlah cabang memiliki nilai T hitung sebesar 0.041 dan intensitas cahaya terhadap diameter batang memiliki nilai T hitung sebesar 3.157 dimana intensitas tidak mempengaruhi terhadap jumlah cabang dan diameter batang.

Tanaman kopi robusta dengan tanaman penaung lamtoro di PTPN XII Kebun Bangelan memiliki hasil yang paling optimal untuk pertumbuhan dan produktivitas karena memiliki intensitas cahaya sebesar 50,6% dibandingkan di UB *Forest* dengan intensitas cahaya sebesar 20,4% dan 63,8% lebih rendah. Menurut Beer *et al* (1988), pengaturan intensitas cahaya dapat menaikkan dan menurunkan tingkat produktivitas tanaman kopi tergantung dari lingkungan sekitar. Tanaman kopi robusta memerlukan intensitas cahaya 40-70% dengan tanaman penaung. Penyinaran yang tidak teratur disebabkan oleh kurang tepatnya penggunaan tanaman penaung akan mengakibatkan pertumbuhan dan pembungaan menjadi tidak teratur. Menurut Winaryo *et al* (1991), tanaman penaung lamtoro merupakan tanaman penaung yang ideal untuk tanaman kopi, karena tanaman lamtoro memiliki tajuk yang mudah diatur dan serasahnya dapat digunakan menjadi bahan organik pada tanaman kopi.

Tanaman kopi robusta dengan jarak tanam yang lebih luas akan mendapatkan cahaya matahari yang cukup dan unsur hara yang cukup karena terjadinya persaingan antar tanaman kopi lebih kecil. Menurut Hidayat (2008), dalam pengaturan jarak tanam tanaman kopi dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman kopi, karena semakin padat jarak tanam akan meningkatkan persaingan antar tanaman kopi dalam menyerap cahaya matahari dan unsur hara.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Pertumbuhan dan produktivitas tanaman kopi dapat di pengaruhi oleh intensitas cahaya dari berbagai tanaman penaung (Lamtoro, Mahoni, Pinus).

Pengaruh terhadap pertumbuhan dan produktivitas dapat terlihat dari besarnya intensitas cahaya yang masuk.

2. Hasil produktivitas data lebih rendah daripada produktivitas menggunakan metode perhitungan potensi produksi yang dilakukan secara langsung menggunakan metode survei.

3. Hasil produktivitas tanaman kopi robusta pada tanaman penaung lamtoro menghasilkan 3.414 Kg/ha, pada tanaman penaung mahoni menghasilkan 1.242 Kg/Ha, sedangkan pada tanaman penaung pinus menghasilkan 1.481 Kg/Ha.

5.2 Saran

Sebaiknya pada pengelolaan budidaya tanaman kopi robusta dapat diperhatikan kembali pada pengaturan tajuk tanaman penaung untuk optimalisasi intensitas cahaya yang masuk untuk pertumbuhan tanaman kopi yang akan berdampak pada produktivitas tanaman kopi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto. 2010. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Arisandi, Y., dan Andriani, Y. 2006. *Manfaat Tanaman Lamtoro*. Jakarta: Penerbit Eska Media.
- Ariyantoro, H. 2006. *Budidaya Tanaman Kehutanan*. Yogyakarta: PT. Citra Aji Parama.
- Asadi D., Arsyad M., Zahara H., & Darmijati. 1997. Pemuliaan Kedelai Untuk Toleransi Naungan dan Tumpangsari. *Jurnal Agribio Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan Bogor*, 1(2): 15-20.
- BBPPTP (Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian). 2008. *Teknologi Budidaya Kopi Poliklonal*. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Beer J., R. Muschler, D. Kass, and E Somarriba. 1998. Shade management in coffee and cacao plantation. *Agroforestry Syst*, 38: 99-164.
- Cahyono, B. 2003. *Teknik dan Strategi Budidaya Tanaman Kopi Yogyakarta*: Yayasan Pustaka Nusatama.
- DaMatta FM. 2004. Ecophysiological Constrains on the Production of Shaded and Ushaded Coffee: A Review. *Field Crops Research* 86: 99-144.
- Daniel, T.W., J.A. Helms, dan F.S. Baker. 1995. *Prinsip-Prinsip Silvikultur (Terjemahan)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2018. *Outlock 2017 Komoditas Pertanian Sub Sektor Perkebunan Kopi*. Kementerian Pertanian. Jakarta
- Eira, M. T. S., E. A. A. da Silva, R. D. de Castro, S. Dussert, C. Walters, J. D. Bewley, and H. W. M. Hillhorst. 2006. Coffee seed physiology. *Minireview. Braz. J. Plant Physol.* 18 (1): 149-163.
- Evizal R., Tohari, I.D. Prijambada, J. Widada dan D. Widiyanto. 2009. Layanan Lingkungan Pohon Pelindung Pada Sumbangan Nitrogen dan Produktivitas Agroekosistem Kopi. *Pelita Perkebunan* 25(1): 23-37.
- Frinckh, M. R. and M. S. Wolfe. 2007. *Diversification Strategies*. In B.M. Cooke et al. (Eds). *The Epidemiology of Plant Diseases*. Springer. pp. 269-308.
- Gandul, 2010. *Sejarah Kopi*. Diambil dari <http://sekilap.blog.com/2010/01/05/sejarahkopi/> pada 12 Desember 2018.
- Gardner Fp, Pearce RB, Mitchel RL. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya (Terjemahan)*. Jakarta: UI Press.
- Hidayat, J. Hansen, CP. 2001. *Informasi Singkat Benih. Pinus merkusii*. Jakarta: Direktorat Perbenihan Tanaman Hutan Departemen Kehutanan RI.
- Hidayat, N. 2008. Pertumbuhan dan Produksi Kacang Tanah (*Arachis hypogea L.*) Varietas Lokal Madura Pada Berbagai Jarak Tanam dan Dosis Pupuk Fosfor. *Agrovigor*. 1(1): 55-64.

- Indrajaya, Yonky dan Handayani, Wuri. 2008. Potensi Hutan Pinus Merkusii Jungh et de Vriese Sebagai Pengendali Tanah Longsor di Jawa. *Jurnal Ilmu Kehutanan. Vol 4: Hal 231-240.*
- Iskandar, S. H. 1998. Beberapa Aspek Budidaya Tanaman Perkebunan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Krisnawati, H., Varis, E., Kallio, M., Kanninen, M., 2011. *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen. Ekologi, Silvikultur dan Produktivitas. Bogor: CIFOR.
- Latifah, Nur Laela. 2015. Fisika Bangunan 1. Bandung: Griya Kreasi.
- Lemmens, RH. M.J.,I. Soerianegara and W.C.Wong. 1995. *Plant Resources of South east Asia 5(2) Timber trees: Minor Commercial timber.* Bogor.
- Lenisastri. 2000. Dalam Jurnal Berjudul “Penggunaan Metode Akumulasi Satuan Panas (*Heat Unit*) Sebagai Dasar Penelitian Umur Panen Sembilan Varietas Kacang Tanah (*Arachis hypogaeae* L.) Bogor: IPB
- Mulyana, Wahyu. 1982. Segi Prakti Cocok Tanam Kopi. Semarang: CV. Aneka
- Najiyati, Sri dan Danarti. 2007. Kopi, Budidaya dan Penanganan Pasca Panen. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nomoto *et al.* 1994. Effect of Light Intensity on Polymerization of Light-cured Composite resins. *Dental Materials Journal 13(2): 198-205.*
- O’Conner, T., S. Rahayu, dan M. Van Noordwijk. 2005. Burung pada Agroforestri kopi di Lampung. World Agroforestri Centre, ICRAF Southeast Asia.
- Octavia. D dan A.B. Supangkat. 2007. Kapasitas Infiltrasi Tanah pada Berbagai Kelas Umur Pinus. Info Pinus, 4(4) Tahun 2007. Bogor: Pusat Litbang Hutan dan Konversi Alam.
- Omon R.M, Adman B. 2007. Pengaruh Jarak Tanam dan Teknik Pemeliharaan Terhadap Pertumbuhan Kenuar (*Shorea Johorensis* Foxw.) di Hutan Semak Belukar Wanariset Samboja, Kalimantan Timur. *Journal of Dipterocarp Ecosystem Research.*
- Pohlan, H.A.J. & Janseens, M.J.J. 2010. *Growth and Production of Coffee.* Dalam : Verheye, W.H (ed). *Soils, Plant Growth and Crop Production – Volume III.* Nottingham: EOLSS Publishers.
- Prastowo, B., Karmawati, E., Rubiyo, Siswanto, Indrawanto, C., & Munarso, S.J. 2010. Budidaya dan pascapanen kopi. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.
- Prawoto, A. 2007. Materi Kuliah Fisiologi Tumbuhan. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- PTPN XII Bangelan. 2016. Selayang Pandang Robusta Bangelan. Malang: PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero) Kebun Bangelan.
- PTPN XII. 1997. Pedoman Pengelolaan Budidaya Kopi Robusta. Surabaya: PT Perkebunan Nusantara XII.

- Pudjiharta, Ag. 2005. Permasalahan Aspek Hidrologis Hutan Tusam dan Upaya Mengatasinya. *Jurnal Analisis Kehutanan* 2(2): 129-144.
- Purwanto, Imam. 2007. Mengenal Lebih Dekat Leguminosae. Yogyakarta: Kanisius.
- Pusat Penelitian Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian. 2008. Penerapan Pengendalian Hama Terpadu pada Kopi di Jawa Timur. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 30(6): 10-12.
- Rachmiati, Y. 2013. Hubungan Iklim dan Tanah Pusat Penelitian Teh dan Kina. Gambung.
- Rayes, Luthfi. 2007. Metode Inventarisasi Sumber Daya Lahan. Yogyakarta.
- Riefqi, F. 2014. Tumbuhan Leguminosae. Yogyakarta: Kanisius
- Ristiawan, A.P. 2011. Karakter Fisiologis Dua Genotipe Kopi Robusta pada Jenis Penaung yang Berbeda. Jember: Universitas Jember.
- Sarpian. 2003. Padoman Berkebun Lada dan Analisis Usaha Tani. Yogyakarta: Kanisius.
- Satwiko, P. 2004. Fisika Bangunan I edisi I. Yogyakarta: Andi.
- Siregar, EBMS. 2005. Pemuliaan Pinus merkusii. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Sugiyono. 2010. Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif & RND. Bandung: Alfabeta.
- Suhono, B. 2010. Ensiklopedia Biologi Dunia Tumbuhan 7 (Tumbuhan Paku). Jakarta: PT Lentera Abadi.
- Suprayitno. 1995. Lamtoro Gung dan Manfaatnya. Bhatara, Jakarta.
- Utomo S.B. 2011. Dinamika Suhu Udara Siang-Malam Terhadap Fotor respirasi Fase Generatif kopi Robusta di Bawah Naungan yang Berbeda pada Sistem Agroforestry. Jember: Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Univ. Jember
- Van Kanten, Vaast. P., R. P., Siles, B. Dzib, N. Franck, J.M. Harmand, M.Génard M. 2005. Shade: A key factor for coffee sustainability and quality. In : 20th International Conference on Coffee Science, 11-15 October 2004, Bangalore, India. ASIC, p. 887-896.
- Van Steenis. 2008. Flora, *Cetakan ke-12*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Widodo, S.E. dan Sudrajat. 1983. Pengaruh Naungan dan Pemupukan Nitrogen terhadap Pertumbuhan Bibit Kakao. Bogor: IPB.
- Winaryo, A. M. Nur, dan Soenaryo. 1991. Pengaruh Kerapatan Pohon Penaung Terhadap Daya Hasil Kopi Robusta Berbatang Ganda. *Pelita Perkebunan*, 7(3): 68-73.
- Yahmadi, M. 2007. Rangkaian Perkembangan dan Permasalahan Budidaya dan Pengolahan Kopi di Indonesia. Jawa Timur: PT Bina Ilmu Offset.

Yulianti, D.F, Alnopri, Prasetyo. 2007. Penampilan Bibit Pre-Nursery 10 Kopi Arabusta pada Beberapa Tingkat Naungan. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia, 1: 1-10.

