

**RESPON PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI
TANAMAN KOPI (*Coffea arabica*) PADA
TINGKAT MANAJEMEN BUDIDAYA YANG BERBEDA
DALAM SISTEM AGROFORESTRI**

Oleh:

IVAN FARDIANSYAH



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG**

2019

**RESPON PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI
TANAMAN KOPI (*Coffea arabica*) PADA
TINGKAT MANAJEMEN BUDIDAYA YANG BERBEDA
DALAM SISTEM AGROFORESTRI**

Oleh :
IVAN FARDIANSYAH
15504020111255

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT BUDIDAYA PERTANIAN**

SKRIPSI

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

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN BUDIDAYA PERTANIAN
MALANG**

2019

PERNYATAAN

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



Malang, Agustus 2019

Ivan Fardiansyah

repository.ub.ac.id

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : **Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kopi (*Coffea arabica*) pada Tingkat Manajemen Budidaya yang Berbeda dalam Sistem Agroforestri**

Nama : Ivan Fardiansyah

NIM : 155040201111255

Program Studi : Agroekoteknologi

Minat : Budidaya Pertanian

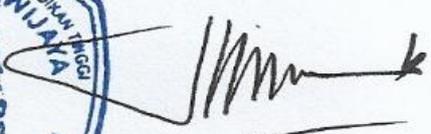
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Disetujui oleh:
Pembimbing Utama,



Karuniawan Puji Wicaksono, SP., MP., Ph.D.
NIP. 197308231997021001

Diketahui,
Ketua Jurusan Budidaya Pertanian



Dr. Ir. Nurul Aini, MS
NIP. 19601012 198601 2 001

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan
MAJELIS PENGUJI

Penguji I,



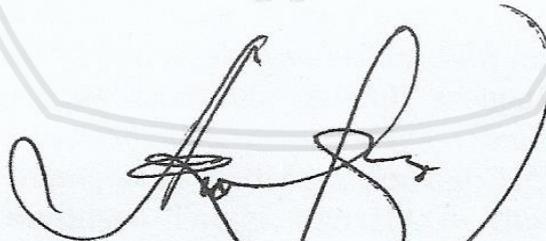
Dr. Ir. Roedy Soelistyono, MS.
NIP. 19540911 198003 1 002

Penguji II,



Karuniawan Puji W., SP., MP., Ph.D
NIP. 19730823 199702 1 001

Penguji III,



Prof. Dr. Ir. Ariffin, MS.
NIP. 19550504 198003 1 024

Tanggal Lulus: 20 AUG 2019

RINGKASAN

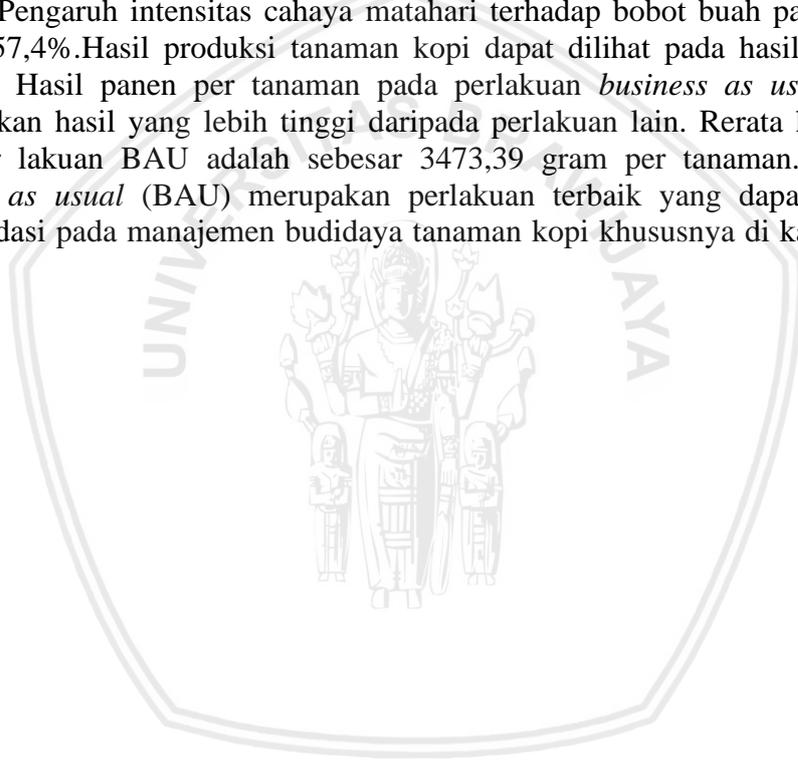
Ivan Fardiansyah. 15504020111255. Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kopi (*Coffea arabica*) pada Tingkat Manajemen Budidaya yang Berbeda dalam Sistem Agroforestri. Dibawah bimbingan Karuniawan Puji Wicaksono, SP., MP., Ph.D. Sebagai Pembimbing Utama.

Pengembangan perkebunan kopi secara berkelanjutan harus sesuai teknik budidaya tanaman kopi yang memperhatikan keamanan pangan, lingkungan, kesehatan, dan mutu. Budidaya tanaman kopi dengan naungan secara agroforestri mulai banyak dilakukan sebagai inovasi baru dalam sistem budidaya tanaman kopi karena tanaman kopi membutuhkan naungan dalam pertumbuhan dan perkembangannya. Manajemen budidaya tanaman kopi mulai dari pemilihan lahan, pemilihan jenis varietas atau klon, penentuan jarak tanam dan lubang tanam, pengelolaan pohon penang, pengaturan drainase dan pengendalian erosi pada lahan, pemupukan tanaman kopi, pemangkasan tanaman kopi, pengendalian gulma, pengendalian hama penyakit secara terpadu harus dilakukan secara tepat agar dihasilkan tanaman kopi dengan kualitas dan kuantitas yang tinggi (Hadi *et al.*, 2014). Budidaya kopi dengan naungan dengan sistem agroforestri salah satunya terdapat di UB Forest. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari dan mendapatkan tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang terbaik dalam pertumbuhan dan produksi tanaman kopi dalam sistem agroforestri. Hipotesis dari penelitian ini adalah tingkat manajemen budidaya yang berbeda pada tanaman kopi dapat menyebabkan pertumbuhan dan hasil produksi yang berbeda pada tanaman kopi dalam sistem agroforestri.

Penelitian dilaksanakan di hutan pendidikan UB Forest yang berada di kawasan lereng Gunung Arjuno, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang. Penelitian akan dilakukan pada bulan Januari-Juni selama 5 bulan. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) sederhana 1 perlakuan dengan 4 taraf perlakuan. Ulangan perlakuan dilakukan sebanyak 8 kali sehingga diperoleh 32 petak perlakuan. Rancangan perlakuan adalah sebagai berikut: LC= Low Management Coffee atau Manajemen Budidaya Rendah; MC= Medium Management Coffee atau Manajemen Budidaya Sedang; HC= High Management Coffee atau Manajemen Budidaya Tinggi; dan BAU= Business As Usual atau manajemen budidaya yang dilakukan sesuai rekomendasi perhutani. Variabel pengamatan tanaman sampel yang dilakukan dengan pengamatan non destruktif dan pengamatan panen. Pengamatan non-destruktif yang dilakukan yaitu jumlah cabang produktif, jumlah cabang tidak produktif, panjang cabang, jumlah ruas per cabang, jumlah cluster per cabang, jumlah buah per tanaman, jumlah buah per cluster. Pengamatan panen yang dilakukan yaitu hasil panen per tanaman, bobot segar 100 buah, dan bobot kering 100 buah. Pengamatan lingkungan mikro tanaman yang dilakukan yaitu pengamatan intensitas cahaya matahari, suhu ($^{\circ}\text{C}$), kelembaban udara (RH). Pengamatan menggunakan 3 tanaman sampel pada setiap ulangan perlakuan. Total tanaman sampel adalah 96 tanaman. Data pengamatan yang didapatkan dianalisis menggunakan analisis ragam (uji F) pada taraf 5% menggunakan ANOVA untuk mengetahui pengaruh masing-masing perlakuan. Apabila hasil yang didapatkan menunjukkan nyata ($F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}} 5\%$) maka

dilanjutkan menggunakan uji BNT dengan taraf 5% agar dapat mengetahui perbedaan diantara perlakuan.

Hasil penelitian meunjukkan perbedaan manajemen budidaya yang dilakukan pada setiap perlakuan memberikan pengaruh secara nyata terhadap hampir seluruh variabel pengamatan. Tingkat manajemen budidaya yang berbeda memberikan pengaruh secara nyata terhadap variabel jumlah cabang produktif, jumlah cabang tidak produktif, panjang cabang, jumlah cluster per cabang, jumlah buah per tanaman, jumlah buah per cluster, hasil panen per tanaman, bobot segar 100 buah, dan bobot kering 100 buah. Tingkat manajemen budidaya yang berbeda tidak memberikan pengaruh secara nyata terhadap variabel jumlah ruas per cabang pada tanaman kopi. Hasil uji regresi antara variabel lingkungan dengan bobot buah panen menunjukkan bahwa variabel lingkungan intensitas cahaya memiliki pengaruh pada bobot buah panen yang lebih tinggi dibanding variabel lingkungan lainnya. Pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap bobot buah panen adalah sebesar 57,4%. Hasil produksi tanaman kopi dapat dilihat pada hasil panen per tanaman. Hasil panen per tanaman pada perlakuan *business as usual* (BAU) memberikan hasil yang lebih tinggi daripada perlakuan lain. Rerata hasil panen pada per lakuan BAU adalah sebesar 3473,39 gram per tanaman. Perlakuan *business as usual* (BAU) merupakan perlakuan terbaik yang dapat dijadikan rekomendasi pada manajemen budidaya tanaman kopi khususnya di kawasan UB Forest.



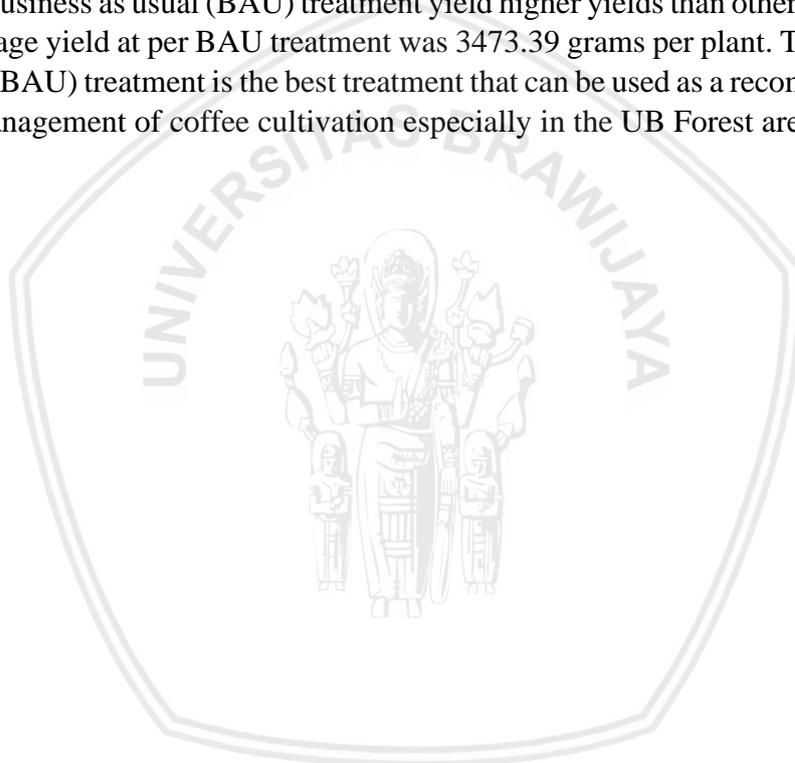
SUMMARY

Ivan Fardiansyah. 155040201111255. Growth and Production Response of Coffee Plants (*Coffea arabica*) at Different Levels of Cultivation Management in Agroforestry Systems. Supervised by Karuniawan Puji Wicaksono, SP., MP., Ph.D.

The development of sustainable coffee plantations must be in accordance with the coffee cultivation techniques that pay concern to food security, environment, health and quality. The cultivation of coffee plants with agroforestry to be carried out as a new innovation in the coffee cultivation system because coffee plants need shade in their growth and development. Coffee cultivation management starts from the land selection, varieties or clones choice, determination of spacing and planting holes, shade tree management, regulation of drainage and control of erosion on land, fertilization of coffee plants, pruning of coffee plants, weed control, integrated pest control must be done appropriately so that coffee plants are produced with high quality and quantity (Hadi *et al.*, 2014). Coffee cultivation with agroforestry system in UB Forest. UB Forest is an educational forest owned by Universitas Brawijaya with an area of around 554 hectares. There are several plants planted in UB Forest, one of which is coffee plants with agroforestry systems. The purpose of this study is to get the best management of coffee plant cultivation in the growth and production of coffee in agroforestry systems. The hypothesis of this study is the different of management level on coffee cultivation get different results to growth and production of coffee plants in the agroforestry system.

The research was conducted in UB Forest's which located in the slopes of Mount Arjuno, Karangploso District, Malang Regency. Research was conducted in January-June for 5 months. This study used a simple randomized block design (RBD) with 1 treatments and 4 level treatments. Replication treatment was carried out 8 times to obtain 32 treatment plots. The treatment design is as follows: LC= Low Management Coffee atau Manajemen Budidaya Rendah; MC= Medium Management Coffee; HC= High Management Coffee; and BAU= Business As Usual. Variable observation of sample plants carried out by non-destructive observations and haverst observations. Non-destructive observations carried out were number of productive branches, number of unproductive branches, length of branch, number of segments per branch, number of cluster per branch, number of fruits per cluster, number of fruits per plant. The harvest observation carried out is harvest weight of fruit per plant. Observation of the micro-environment of the plants carried out is observation of light intensity, temperature (°C), air humidity (RH). Observations using 3 sample plants in each treatment replication. The total plant sample is 96 plants. Observation data obtained were analyzed using variance analysis (F test) at the level of 5% using ANOVA to determine the effect of each treatment. If the results obtained show real ($F_{count} > F_{table 5\%}$) then proceed using the LSD test with a level of 5% in order to know the difference between treatments.

The results of the study showed that the differences in cultivation management carried out in each treatment had a significant influence on almost all observation variables. Different levels of cultivation management have a significant influence on the variable number of productive branches, number of unproductive branches, branch length, number of clusters per branch, number of fruits per plant, number of fruits per cluster, yield per plant, fresh weight of 100 fruits, and weights dried 100 pieces. Different levels of cultivation management have no significant effect on the variable number of segments per branch in coffee plants. The results of the regression test between the environmental variables with the weight of the harvested fruit showed that the environmental variables of light intensity had an effect on the harvested fruit weights that were higher than the other environmental variables. Coffee crop production can be seen in the yield per plant. Crop yields per plant in business as usual (BAU) treatment yield higher yields than other treatments. The average yield at per BAU treatment was 3473.39 grams per plant. The business as usual (BAU) treatment is the best treatment that can be used as a recommendation in the management of coffee cultivation especially in the UB Forest area.



KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufiq, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kopi (*Coffea arabica*) pada Tingkat Manajemen Budidaya yang Berbeda dalam Sistem Agroforestri” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di program strata satu (S-1) Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Pada kesempatan ini Penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Karuniawan Puji Wicaksono, SP., MP., Ph.D. selaku dosen Pembimbing utama, yang banyak membimbing dan mengarahkan penulis,
2. Dr. Ir. Nurul Aini, MS. selaku Ketua Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian,
3. Kedua Orang Tua tercinta, Kakak, Adik dan keluarga yang telah memberikan motivasi dan dukungan yang tiada henti baik moril maupun materiil kepada penulis,
4. Rahmadian Pratiwi, Ravika Trio Andika, Al Ismuz Zaahir, Ririe Arjune Adirama, Rizki Dwi Prasetyo, dan seluruh Tim Proyek UB Forest, yang banyak membantu penulis pada saat penelitian,
5. Semua pihak yang telah memberikan bimbingan dan arahan serta membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan penyusunan hasil penelitian selanjutnya.

Malang, Juli 2019

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 15 Februari 1997 di Kota Jember. Penulis merupakan anak ke 2 dari 4 bersaudara dari pasangan Mochammad Farid Naqib dan Sri Hardiyani. Pendidikan sekolah dasar di SDN. Kadipaten II Kec. Bojonegoro Kab. Bojonegoro pada tahun 2003 hingga 2009. Pendidikan sekolah menengah pertama diselesaikan di SMP Negeri 1 Bojonegoro pada tahun 2009 yang ditempuh selama 3 tahun sampai 2012. Setelah lulus dari sekolah menengah pertama dilanjutkan dengan pendidikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 4 Bojonegoro pada tahun ajaran 2012/2013 sampai tahun 2015. Pada tahun 2015 penulis melanjutkan pendidikan Strata (S1) di Fakultas Pertanian, Program Studi Agroekoteknologi, Jurusan Budidaya Pertanian, Minat Sumberdaya Lingkungan, Universitas Brawijaya. Malang. Penulis beberapa kali menjadi asisten praktikum pada beberapa mata kuliah. Penulis juga aktif dalam salah satu organisasi kampus yaitu CADS (*Center for Agriculture Development Studies*). Penulis juga tergabung dalam anggota himpunan mahasiswa budidaya pertanian (HIMADATA). Kegiatan kepanitian juga beberapa kali diikuti oleh penulis yang dapat menambah pengalaman penulis sewaktu dibangku perkuliahan.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	iii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Hipotesis.....	2
2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Tanaman Kopi (<i>Coffea</i> sp.) di Indonesia	3
2.2 Botani Tanaman Kopi (<i>Coffea</i> sp.)	4
2.3 Budidaya Tanaman Kopi dalam Sistem Agroforestri	7
2.4 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kopi..	12
3. BAHAN DAN METODE	15
3.1 Tempat dan Waktu	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.3 Rancangan Penelitian	15
3.4 Pelaksanaan Percobaan	15
3.5 Variabel Pengamatan	18
3.6 Analisa Data	20
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Hasil	21
4.2 Pembahasan.....	30
5. PENUTUP	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	41



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
	Teks	
1.	Luas lahan dan Produksi Kopi Tahun 2007-2016.....	4
2.	Dosis Pemupukan Anorganik Tanaman kopi.....	11
3.	Rerata Jumlah Cabang Produktif	21
4.	Rerata Jumlah Cabang Tidak Produktif	22
5.	Rerata Panjang Cabang	22
6.	Rerata Jumlah Ruas per Cabang	23
7.	Rerata Jumlah Cluster per Cabang.....	24
8.	Rerata Jumlah Buah per Tanaman	25
9.	Rerata Jumlah Buah per Cluster.....	26
10.	Rerata Hasil Panen per Tanaman	27
11.	Rerata Bobot Segar 100 Buah.....	27
12.	Rerata Bobot Kering 100 Buah.....	28
13.	Data Populasi Tanaman Kopi dan Pinus dalam Plot Pengamatan.....	45
14.	Perhitungan Analisis Ragam ANOVA Jumlah Cabang Produktif.....	46
15.	Perhitungan Analisis Ragam ANOVA Jumlah Cabang Tidak Produktif	46
16.	Perhitungan Analisis Ragam ANOVA Panjang Cabang	46
17.	Perhitungan Analisis Ragam ANOVA Jumlah Ruas per Cabang.....	46
18.	Perhitungan Analisis Ragam ANOVA Jumlah Cluster per Cabang	46
19.	Perhitungan Analisis Ragam ANOVA Jumlah Buah per Tanaman.....	46
20.	Perhitungan Analisis Ragam ANOVA Jumlah Buah per Cluster.....	47
21.	Perhitungan Analisis Ragam ANOVA Hasil Panen per Tanaman	47
22.	Perhitungan Analisis Ragam ANOVA Bobot Segar 100 Buah	47
23.	Perhitungan Analisis Ragam ANOVA Jumlah Kering 100 Buah	47
24.	Data Intensitas Cahaya Matahari Harian Bulan April.....	48
25.	Data Intensitas Cahaya Matahari Harian Bulan Mei.....	49
26.	Data Suhu Udara Harian Bulan April	50
27.	Data Suhu Udara Harian Bulan Mei	51
28.	Data Suhu Udara Harian Bulan Juni	52
29.	Data Kelembaban Udara Harian Bulan April	53



30. Data Kelembaban Udara Harian Bulan Mei	54
31. Data Kelembaban Udara Harian Bulan Juni	55
32. Data Kerapatan Naungan dalam Setiap Plot Pengamatan.....	56



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Tanaman Kopi Arabica (<i>Coffea arabica</i>)	5
2.	Bunga Tanaman Kopi	6
3.	Buah Tanaman Kopi	7
4.	Grafik Analisis Regresi Linear antara Intensitas Cahaya Matahari dengan Rerata Hasil Panen per Tanaman.....	29
7.	Denah Posisi Pohon Plot LC	43
8.	Denah Posisi Pohon Plot MC	43
9.	Denah Posisi Pohon Plot HC	44
10.	Denah Posisi Pohon Plot LC	44
11.	Dokumentasi Buah Segar Setiap Perlakuan	57
12.	Dokumentasi Kondisi Setiap Plot Perlakuan	57
13.	Dokumentasi Tanaman Sampel Setiap Perlakuan.....	58
14.	Dokumentasi Buah Tanaman Kopi	58
15.	Dokumentasi Kegiatan Penelitian	59
16.	Dokumentasi Kegiatan Pengamatan	59

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Denah Plot Percobaan	41
2.	Denah Sampel Plot Pengamatan	42
3.	Denah Posisi Pohon	43
4.	Data Populasi Tanaman dalam Plot Pengamatan.....	45
5.	Data Perhitungan Analisis Ragam ANOVA	46
6.	Data Intensitas Cahaya Matahari (Lux) dalam Setiap Plot Pengamatan.....	48
7.	Data Suhu Udara (°C) dalam Setiap Plot Pengamatan	50
8.	Data Kelembaban Udara (%) dalam Setiap Plot Pengamatan	53
9.	Data Kerapatan Naungan (%) dalam Setiap Plot Pengamatan.....	56
10.	Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	57



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara pengeksport kopi terbesar di dunia. Indonesia menempati urutan ke 4 sebagai negara pengesport kopi terbesar setelah negara Brasil, Vietnam, dan Kolombia dengan jumlah ekspor rata-rata sekitar 639 ribu ton/tahun (Munaf, 2017). Pemerintah negara Indonesia terus mengupayakan adanya perbaikan posisi Indonesia sebagai produsen kopi dunia dengan meningkatkan produksi kopi di Indonesia. Direktorat Jendral Perkebunan (2018), menyatakan bahwa total luas areal lahan perkebunan kopi di Indonesia hingga tahun 2017 adalah 1.227.787 ha dengan total produksi sebesar 637.539 ton. Jenis kopi yang ditanam di Indonesia adalah jenis kopi arabika, kopi robusta, dan kopi liberika. Peningkatan produksi kopi dapat dilakukan dengan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman kopi. Menurut Hulupi, dan Martini (2013) faktor yang mempengaruhi produksi dan mutu dari biji kopi yaitu varietas atau klon yang digunakan, ketinggian tempat, manajemen kebun, teknik panen dan pasca panen. Salah satu inovasi dalam budidaya tanaman kopi saat ini yang mulai banyak dilakukan adalah budidaya tanaman kopi dengan menggunakan naungan atau dengan sistem agroforestri.

Pengembangan perkebunan kopi secara berkelanjutan harus sesuai teknik budidaya tanaman kopi yang memperhatikan keamanan pangan, lingkungan, kesehatan, dan mutu. Budidaya tanaman kopi dengan naungan secara agroforestri mulai banyak dilakukan sebagai inovasi baru dalam sistem budidaya tanaman kopi karena tanaman kopi membutuhkan naungan dalam pertumbuhan dan perkembangannya yang akan menunjang keberlanjutan produksi dalam jangka panjang (>20 tahun) serta mengurangi kelebihan produksi (*over bearing*) dan mati cabang (Ariyanto, 2017). Manajemen atau pengelolaan tanaman kopi harus baik dan benar agar pertumbuhan tanaman kopi dapat optimal sehingga mendapatkan produksi tanaman kopi yang tinggi. Manajemen budidaya tanaman kopi mulai dari pemilihan lahan, pemilihan jenis varietas atau klon, penentuan jarak tanam dan lubang tanam, pengelolaan pohon penaung, pengaturan drainase dan pengendalian erosi pada lahan, pemupukan tanaman kopi, pemangkasan tanaman kopi, pengendalian gulma, pengendalian hama penyakit secara terpadu harus dilakukan

secara tepat agar dihasilkan tanaman kopi dengan kualitas dan kuantitas yang tinggi (Hadi *et al.*, 2014).

Sistem agroforestri diharapkan mampu mengoptimalkan hasil produksi suatu komoditas secara berkelanjutan baik dari segi ekonomi maupun ekologi sehingga dapat memperbaiki kondisi ekonomi masyarakat tanpa merusak lingkungan. Prinsip dari agroforestri ialah pengembangan dalam memecahkan permasalahan pemanfaatan lahan dan pengembangan pedesaan, agroforestri juga memanfaatkan potensi-potensi yang ada untuk kesejahteraan manusia dengan dukungan kelestarian sumber daya beserta lingkungannya (Hairiah *et al.*, 2003). Budidaya tanaman kopi dengan sistem agroforestri salah satunya terdapat di UB Forest. UB Forest merupakan hutan pendidikan yang dimiliki oleh Universitas Brawijaya dengan luas sekitar 554 hektare. UB Forest terletak di kawasan lereng Gunung Arjuno yang berada di Dusun Sumpersari, Desa Tawang Argo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang.

Beberapa jenis tanaman ditanam di UB Forest, salah satunya adalah tanaman kopi dengan sistem agroforestri. Tanaman kopi yang ditanam berjenis kopi arabika. Budidaya tanaman kopi yang dilakukan di UB Forest dilakukan dengan menanam tanaman kopi diantara tanaman pinus. Produksi tanaman kopi di wilayah UB Forest masih sangat rendah karena manajemen budidaya yang kurang diperhatikan. Manajemen budidaya tanaman kopi yang dilakukan petani di wilayah UB Forest sangat beragam sehingga menghasilkan produksi buah kopi yang beragam, perlu adanya pemahaman tentang manajemen budidaya tanaman kopi yang baik sehingga didapatkan hasil produksi tanaman kopi yang optimal dan berkelanjutan.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari dan mendapatkan tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang terbaik dalam pertumbuhan dan produksi tanaman kopi dalam sistem agroforestri di UB Forest.

1.3 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah perlakuan BAU yaitu manajemen budidaya yang sesuai rekomendasi perhutani menghasilkan pertumbuhan dan produksi tanaman kopi yang lebih optimal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Kopi (*Coffea sp.*) di Indonesia

Tanaman kopi merupakan tanaman tahunan yang banyak dimanfaatkan biji buahnya. Terdapat beberapa jenis kopi yang banyak di tanam di Indonesia hingga saat ini seperti kopi arabika, kopi robusta, dan kopi liberika. Tanaman kopi mulai ditanam di Indonesia pada tahun 1696 yang berjenis kopi arabika dan kopi robusta mulai masuk dan dibudidayakan di Indonesia pada tahun 1900-an, sedangkan kopi liberica mulai dikembangkan di Indonesia pada tahun 1975-an (Subandi, 2011). Tanaman kopi merupakan tanaman yang memiliki umur yang panjang dan mulai dapat berbuah pada saat umur tanaman sekitar 2,5-3 tahun. Masaknya buah kopi agar dapat dipanen membutuhkan waktu sekitar 6-11 bulan tergantung pada jenis dan lingkungannya. Tanaman kopi jenis robusta memerlukan waktu sekitar 8-11 bulan sedangkan tanaman kopi jenis arabika memerlukan waktu 6-8 bulan untuk dapat dipanen buahnya, sedangkan untuk jenis kopi liberika dapat menghasilkan buah sepanjang tahun sehingga pemanenan bisa dilakukan sepanjang tahun (Prastowo *et al.*, 2011).

Indonesia saat ini merupakan salah satu negara pengekspor kopi terbesar di dunia. Indonesia menempati urutan ke 4 sebagai negara pengespor kopi terbesar setelah negara Brasil, Vietnam, dan Kolombia dengan jumlah ekspor rata-rata sekitar 639 ribu ton/tahun (Munaf, 2017). Jenis kopi yang banyak ditanam di Indonesia adalah jenis kopi arabika, kopi robusta, dan kopi liberika/excelsa. Menurut data Direktorat Jendral Perkebunan (2018), total luas areal lahan perkebunan kopi di Indonesia hingga tahun 2016 adalah 1.228.512 ha dengan total produksi sebesar 639.305 ton. Data luas lahan dan produksi tanaman kopi di Indonesia dihitung menurut status pengusahaannya yaitu, Perkebunan Rakyat (PR), Perkebunan Besar Negara (PBN), dan Perkebunan Besar Swasta (PBS). Data tersebut meliputi angka tetap (ATAP) tahun 2007-2015, dan angka sementara (ASEM) tahun 2016. Berikut merupakan data luas lahan dan produksi tanaman kopi pada tahun 2007-2016 menurut data dari Direktorat Jendral Perkebunan (2018):

Tabel 1. Luas lahan dan Produksi Kopi Menurut Status Pengusahaan Tahun 2007-2016

Tahun	Luas lahan (Ha)				Produksi (ton)			
	PR	PBN	PBS	Jumlah	PR	PBN	PBS	Jumlah
2007	1.243.429	23.721	28.761	1.295.912	652.336	13.642	10.498	676.476
2008	1.236.842	22.442	35.826	1.295.110	669.942	17.332	10.742	698.016
2009	1.217.506	22.794	25.935	1.266.235	653.918	14.387	14.385	682.690
2010	1.162.810	22.681	24.873	1.210.365	657.909	14.065	14.947	686.921
2011	1.184.967	22.572	26.159	1.233.698	616.429	9.099	13.118	638.646
2012	1.187.669	22.565	25.056	1.235.289	661.827	13.577	15.759	691.163
2013	1.194.081	22.556	25.076	1.241.712	645.346	13.945	16.591	675.881
2014	1.183.664	22.369	24.462	1.230.495	612.877	14.293	16.687	643.857
2015	1.183.244	22.366	24.391	1.230.001	602.428	19.703	17.281	639.412
2016	1.180.556	22.509	25.447	1.228.512	602.160	19.838	17.306	639.305

Rata-rata produktivitas tanaman kopi di Indonesia jika dihitung dari data tersebut didapatkan hasil 535,26 Kg ha⁻¹ yang dapat diketahui bahwa produktivitas tanaman kopi di Indonesia masih cukup rendah. Potensi produksi pada tanaman kopi arabika sekitar 400-1200 kg ha⁻¹ sedangkan pada kopi robusta memiliki potensi produktivitas sebesar 800-3700 kg ha⁻¹ tergantung jenis varietas atau klon yang digunakan dan pengelolaan yang dilakukan (Prastowo *et al.*, 2011).

2.2 Botani Tanaman Kopi Arabika (*Coffea arabica* sp.)

Tanaman kopi termasuk dalam kindom plantae, divisi tracheophyta dan sub divisi spermatophytina, serta termasuk tanaman kelas magnoliopsida. Tanaman kopi memiliki ordo gentianales dan termasuk famili rubiaceae. Genus tanaman kopi ialah *coffea* dengan spesies berkisar 66 spesies. Spesies-spesies tanaman kopi yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah *Coffea arabica*, *Coffea canephora*, dan *Coffea liberica* (Subandi, 2011). Tanaman kopi arabika dapat produktif hingga umur 80 tahun atau lebih jika dilakukan pengelolaan dengan baik, tetapi tanaman kopi memiliki umur ekonomis yang jarang lebih dari 30 tahun untuk perkebunan (Wintgens, 2004). Tanaman kopi dapat diperbanyak baik secara vegetatif berupa klon seperti stek dan secara generatif dengan cara-cara persemaian biji. Benih unggul pada tanaman kopi dapat diperoleh dengan beberapa cara seperti *Somatic Embryogenesis* (SE), dan sambungan klon unggul (Hadi *et al.*, 2014).

Tanaman kopi arabika memiliki morfologi akar yaitu akar tunggang yang pertumbuhannya lurus ke dalam tanah. Perakaran dari tanaman kopi memiliki

pertumbuhan yang melebar yaitu cabang akar yang keluar dari akar tunggang dengan arah ke samping. Terdapat rambut akar dan bulu-bulu akar yang tumbuh dari cabang akar keluar. Lebih dari 90% dari berat akar tanaman kopi terdapat pada kedalaman tanah 0 – 30 cm (Gambar 1). Batang dan cabang dari tanaman kopi memiliki bentuk tegak lurus dan beruas-ruas serta memperlihatkan dimorfisma (dua bentuk) dalam pertumbuhannya yaitu pertumbuhan ortotropik (tegak) dan pertumbuhan plagiotropik (ke samping). Ketiak daun pada tanaman kopi terdapat dua macam kuncup tunas yaitu kuncup tunas primer yang berjumlah hanya satu pada bagian paling atas serta dapat tumbuh menjadi cabang primer (cabang buah) kecuali 2-5 pasang daun yang paling bawah dan kuncup tunas reproduksi berjumlah 4-5 buah yang terletak di bawah kuncup-kuncup primer (Gambar 1) (Subandi, 2011).

Cabang primer pada tanaman kopi hanya terbentuk 1 kali yang berguna sebagai tempat buah kopi. Terdapat kuncup-kuncup tunas yang terdapat pada ketiak-ketiak daun cabang primer yaitu kuncup tunas sekunder dan kuncup tunas reproduksi (tunas air/wiwilan) yang dapat tumbuh menjadi bunga. Daun pada tanaman kopi tumbuh berhadapan serta berpasang-pasangan. Perbedaan jenis tanaman kopi memiliki perbedaan pada bentuk, ukuran maupun ketebalan daun tergantung pada jenisnya, misalnya daun kopi Arabika akan berbeda dengan daun kopi Robusta, atau kopi Robusta dengan Ekselsa dan sebagainya. Permukaan daun ada yang datar, ada pula yang berbentuk seperti talang, ini tergantung dari jenisnya (Subandi, 2011).



Gambar 1. Tanaman Kopi Arabica (*Coffea arabica*) (Wintgens, 2004)

Tanaman kopi memiliki bunga yang terbentuk pada ketiak daun dari cabang batang yang berjumlah 12 atau 25 bunga tergantung dari jenis kopinya (Gambar 2). Bunga dari kopi arabika memiliki jumlah tandan lebih sedikit dari pada kopi jenis robusta. Potensi jumlah bunga pada tanaman kopi bisa mencapai lebih dari 6000-8000 bunga per pohon dengan potensi bunga yang dapat menjadi buah $\pm 30-50\%$. Mahkota bunga pada tanaman kopi berwarna putih, dengan jumlah daun mahkota (petal) yang berbeda-beda menurut jenis kopi. Tanaman kopi arabika memiliki 5 daun mahkota, tanaman kopi Robusta memiliki 3-8 daun mahkota, dan tanaman kopi liberika memiliki 6-8 daun mahkota. Panjang tangkai putik pada tanaman kopi juga memiliki perbedaan menurut jenis kopinya. Tanaman kopi arabika memiliki panjang tangkai putik lebih pendek dari benang sari, Tanaman kopi robusta memiliki panjang tangkai putik lebih panjang dari benang sari, dan Tanaman kopi liberika memiliki panjang tangkai putik lebih panjang dari benang sari. Tanaman kopi arabika dapat melakukan penyerbukan dengan menyerbuk sendiri (*self pollinator*), sedangkan tanaman kopi robusta dan liberika melakukan penyerbukan dengan cara menyerbuk silang (*cross pollinator*) (Subandi, 2011).



Gambar 2. Bunga Tanaman Kopi (Wintgens, 2004)

Buah tanaman kopi masak dalam waktu 9 – 12 bulan tergantung jenis kopi yang ditanam. Tanaman kopi arabika membutuhkan waktu sekitar 6-9 bulan dari pembungaan hingga pematangan biji kopi namun juga tergantung varietas, kondisi iklim, manajemen, dan berbagai faktor lainnya. Bakal buah pada tanaman kopi terletak di bawah dan berisi 2 bakal biji pada buah masih tampak bekas tempat daun mahkota (Gambar 3). Dinding buah (*pericarp*) terdiri atas kulit buah (*exocarp*), daging buah (*mesocarp*), kulit tanduk (*endocarp*). Proses pematangan buah tanaman kopi dapat dilihat dari kulit luar buah dengan ciri-ciri buah berwarna hijau tua, kemudian berangsur-angsur berubah menjadi hijau, kuning akhirnya menjadi

merah sampai menjadi merah hitam. Buah kopi yang masak akan berlendir, dan memiliki rasa agak manis. Biji-biji kopi mempunyai bidang yang datar (perut) dan bidang yang cembung (punggung) (Subandi, 2011).



Gambar 3. Buah Tanaman Kopi (Wintgens, 2004)

Tanaman kopi agar dapat tumbuh secara optimal harus memenuhi syarat tumbuh yang sesuai untuk tanaman kopi. Beberapa jenis tanaman kopi seperti jenis arabika, robusta, dan liberika mempunyai persyaratan tumbuh yang berbeda terutama pada ketinggian tempat, jenis tanah, dan lama bulan kering. Tanaman kopi arabika akan optimal pertumbuhannya jika ditanam pada ketinggian tempat 1.000 s/d. 2.000 mdpl dengan suhu udara rata-rata 15-25°C dan curah hujan sekitar 1.250 s/d. 2.500 mm/th serta bulan kering (curah hujan < 60 mm/bulan) 1-3 bulan (Hadi *et al.*. 2014). Syarat lain agar tanaman kopi dapat tumbuh secara optimal adalah kondisi lahan dan kualitas tanah yang digunakan dalam budidaya tanaman kopi. Kondisi lahan harus memiliki kemiringan kurang dari 30% dengan kedalaman tanah efektif lebih dari 100 cm. Tekstur tanah yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman kopi adalah tanah berlempung (loamy) dengan struktur tanah lapisan atas remah. Sifat kimia tanah (terutama pada lapisan 0 – 30 cm) harus memiliki minimal kandungan bahan organik > 3,5 % atau kadar C > 2 % dengan C/N ratio antara 10 – 12. Kapasitas pertukaran kation (KPK) pada tanah > 15 me/100 g tanah, kejenuhan basa > 35 %, pH tanah 5,5 – 6,5, serta memiliki kadar unsur hara N, P, K, Ca, Mg cukup (Hadi *et al.*. 2014).

2.3 Budidaya Tanaman Kopi dalam Sistem Agroforestri

Budidaya tanaman kopi yang saat ini mulai banyak dilakukan adalah budidaya tanaman kopi dengan sistem agroforestri. Pengembangan perkebunan kopi secara berkelanjutan harus sesuai teknik budidaya tanaman kopi yang memperhatikan keamanan pangan, lingkungan, kesehatan, dan mutu. Sistem

agroforestri dapat menyediakan jasa ekosistem seperti polinator dan musuh alami, menjaga siklus nutrisi, pengendalian hama dan penyangga iklim mikro sekitar tanaman (Jose, 2009). Agroforestri ialah salah satu sistem penggunaan lahan dengan menanam tanaman semusim diantara tanaman tahunan serta dapat ditambah hewan ternak dalam waktu bersamaan atau bergiliran dalam suatu periode tertentu (Hairiah *et al.*, 2003). Prinsip dari agroforestri ialah pengembangan dalam memecahkan permasalahan pemanfaatan lahan dan pengembangan pedesaan, agroforestri juga memanfaatkan potensi-potensi yang ada untuk kesejahteraan manusia dengan dukungan kelestarian sumber daya beserta lingkungannya (Hairiah *et al.*, 2003).

Agroforestri diharapkan mampu membuat pertumbuhan tanaman kopi menjadi lebih optimal sehingga dapat menambah produksi tanaman kopi di Indonesia dengan tetap menjaga keseimbangan lingkungan. Menurut Arif *et al.* (2011), tanaman kopi membutuhkan naungan untuk pertumbuhan dan perkembangannya karena tanaman kopi membutuhkan intensitas cahaya matahari tidak penuh dan penyinaran yang teratur agar mendapatkan fotosintesis yang maksimal. Pemilihan tanaman yang akan digunakan sebagai tanaman penabung harus sesuai dengan syarat tumbuh dari tanaman kopi. Tanaman seperti tanaman lamtoro, sengon, dadap, alpukat, pete, jengkol dan sukun yang saat ini banyak dipilih sebagai tanaman penabung dari tanaman kopi (Arif *et al.*, 2011). Nesper *et al.* (2017) menyatakan bahwa melakukan budidaya tanaman kopi secara agroforestri dengan mengatur tingkat naungan yang optimal dapat meningkatkan produksi tanaman kopi dan kualitas biji kopi melalui berbagai mekanisme seperti menjaga keanekaragaman hayati yang berguna sebagai polinator dan musuh alami serta menjaga kondisi iklim mikro. Tanaman kopi merupakan salah satu tanaman yang membutuhkan naungan untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Budidaya tanaman kopi yang saat ini yang mulai banyak dilakukan adalah budidaya tanaman kopi dengan sistem agroforestri.

Manajemen atau pengelolaan tanaman kopi harus baik dan benar agar pertumbuhan tanaman kopi dapat optimal. Menurut Hadi *et al.* (2014), manajemen atau pengelolaan tanaman kopi yang baik harus memperhatikan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pemilihan lahan sesuai persyaratan tumbuh kopi yang akan dibudidayakan. Pemilihan lahan yang akan digunakan budidaya tanaman kopi harus sesuai dengan syarat tumbuh tanaman kopi karena setiap jenis kopi seperti kopi arabika, kopi robusta, dan kopi liberika memiliki syarat tumbuh yang berbeda.
2. Pemilihan jenis varietas atau klon
Pemilihan jenis varietas atau klon yang merupakan suatu hal yang penting dalam budidaya kopi. Pemilihan bahan tanam yang akan digunakan harus mempertimbangkan kesesuaian bahan tanaman dengan lingkungan agar pertumbuhan dan produksi tanaman kopi optimal. Beberapa varietas tanaman kopi arabika yang unggul antara lain yaitu Andungsari 1 (AS 1), Andungsari 2-klon (AS 2K), Sigarar Utang, Gayo 1, dan Gayo 2.
3. Penentuan jarak tanam dan lubang tanam
Jarak tanam kopi Arabika yang optimal untuk pertumbuhan tanaman kopi adalah 2,5 m x 2,5 m atau 3 m x 2 m. Ukuran lubang tergantung tekstur tanah, makin berat tanah ukuran lubang makin besar. Ukuran lubang yang baik yaitu 60 cm x 60 cm pada permukaan dan 40 cm x 40 cm pada bagian dasar dengan kedalaman 60 cm.
4. Pengelolaan pohon penayang
Budidaya tanaman kopi secara agroforestri dilakukan dengan mengkombinasikan komponen kehutanan atau pohon-pohon tahunan berukuran lebih tinggi dari tanaman kopi yang dapat menjadi penayang dari tanaman kopi. Syarat-syarat pohon penayang pada tanaman kopi adalah sebagai berikut:
 - a. Perakaran tanaman dalam,
 - b. Percabangan tanaman mudah diatur,
 - c. Daun memiliki ukuran yang kecil, dan tidak mudah rontok,
 - d. Umur tanaman panjang dan lebih baik merupakan tanaman leguminosa,
 - e. Menghasilkan bahan organik yang tinggi,
 - f. Tidak menghasilkan senyawa alelopat,
 - g. Tidak menjadi inang hama dan penyakit kopi.

Tanaman yang banyak digunakan sebagai pohon penayang di Indonesia adalah tanaman lamtoro (*Leucaena* sp.), pinus (*Cupressus lusitanica*), dadap (*Erythrina* sp.), Kasuari (*Casuarina* sp.) dan sengon (*Paraserianthes falcataria*). Perawatan pohon penayang juga harus dilakukan seperti melakukan pemangkasan pada saat pohon penayang sudah terlalu rimbun sehingga mempengaruhi intensitas cahaya matahari dan sirkulasi udara disekitar tanaman kopi.

5. Pengaturan drainase dan pengendalian erosi pada lahan

Pengendalian erosi tergantung dari kemiringan lahan. Kemiringan lahan < 8% maka tidak perlu pembuatan teras, hanya butuh pembuatan rorak. Kemiringan lahan > 8% maka pembuatan teras bangku dan rorak perlu dilakukan. Pembuatan rorak dilakukan untuk konservasi air dan kesuburan tanah. Pembuatan rorak dengan ukuran 120 cm x 40 cm x 40 cm dapat dilakukan setelah tanaman kopi ditanam, dan pada tanaman kopi produktif pembuatan rorak dilakukan secara rutin setiap tahun. Rorak dibuat dengan arah berlawanan dengan arah lereng.

6. Pemupukan tanaman kopi

Kebutuhan pupuk pada tanaman kopi dapat berbeda tergantung dari kondisi lahan, stadia pertumbuhan tanaman/umur dan jenis varietas yang digunakan. Pemupukan pada tanaman kopi dapat dilakukan menggunakan pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk organik yang dapat digunakan adalah pupuk kompos, pupuk kandang atau limbah kebun lainnya yang telah dikomposkan. Dosis aplikasi pupuk organik yang optimal yaitu sekitar 10-20 kg/pohon/tahun. Pemupukan dapat dilakukan minimal dua kali dalam setahun, yaitu pada awal dan pada akhir musim hujan. Pemberian pupuk dilakukan dengan cara diletakkan secara alur melingkar 75 cm dari batang tanaman kopi, dengan kedalaman 2-5 cm. Pupuk anorganik yang dapat digunakan yaitu pupuk urea, SP-36, KCL, kiserit. Dosis pemupukan untuk tanaman kopi dengan pupuk dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Dosis Pemupukan Anorganik Tanaman kopi

Umur Tanaman (th)	Urea	SP-36	KCL	Kiserit
1	20	25	15	10
2	50	40	40	15
3	75	50	50	25
4	100	50	70	35
5-10	150	80	100	50
> 10	200	100	125	70

7. Pemangkasan tanaman kopi

Pemangkasan tanaman kopi memiliki beberapa manfaat untuk pertumbuhan dan produksi tanaman kopi, diantaranya yaitu:

- a. Perawatan tanaman kopi menjadi lebih mudah karena tinggi tanaman kopi yang rendah.
- b. Cabang-cabang produksi baru dapat terbentuk dalam jumlah cukup.
- c. Intersepsi cahaya matahari dan sirkulasi udara dalam tajuk dapat semakin mudah dan lancar.
- d. Pengendalian hama penyakit.
- e. Fluktuasi produksi yang tajam (biennial bearing) dapat dikurangi
- f. Mengurangi resiko terjadinya kematian tanaman kopi yang disebabkan pembuahan yang berlebihan (*overbearing die-back*).
- g. Mengurangi dampak kekeringan pada tanaman kopi.

8. Pengendalian Gulma

Pengendalian gulma dapat dilakukan secara manual, kultur teknis maupun secara kimiawi menggunakan herbisida. Penggunaan herbisida harus dilakukan secara bijaksana agar tidak meracuni tanaman kopi. Penggunaan herbisida dapat menggunakan herbisida sistemik ataupun herbisida kontak tergantung jenis gulma yang ada. Penanaman pohon penayang dan tanaman penutup tanah seperti tanaman LCC (*legume cover crop*) dapat mengurangi dan menghambat pertumbuhan gulma disekitar tanaman kopi.

9. Pengendalian hama penyakit secara terpadu

Pengendalian hama dan penyakit secara terpadu dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain dengan pengendalian secara kultur teknis, pengendalian secara biologi seperti penggunaan agens hayati parasitoid

dan jamur patogen serangga, penggunaan tanaman yang masak serentak, dan penggunaan perangkap (Trap).

Hulupi, dan Martini (2013) juga menyatakan bahwa terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan untuk manajemen budidaya pada tanaman kopi dalam sistem agroforestri yaitu pemangkasan pohon penaung tanaman kopi, pemangkasan tanaman kopi, pemupukan tanaman kopi, pembuatan rorak (lubang angin), dan pengendalian hama penyakit tanaman kopi.

2.4 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kopi

Pertumbuhan dan produksi tanaman kopi dipengaruhi oleh beberapa faktor yang dibagi menjadi faktor genetik, faktor lingkungan dan pemeliharaan tanaman kopi yang dilakukan. Menurut Hulupi, dan Martini (2013) faktor yang mempengaruhi produksi dan mutu dari biji kopi yaitu varietas atau klon yang digunakan, ketinggian tempat, manajemen kebun seperti terdapatnya penaung untuk tanaman kopi, pemupukan yang sesuai dosis, pemangkasan yang dilakukan yaitu pangkas bentuk dan pemeliharaan, serta teknik panen dan pasca panen. Tanaman kopi membutuhkan naungan dalam pertumbuhan dan perkembangannya yang akan menunjang keberlanjutan produksi dalam jangka panjang (>20 tahun) serta mengurangi kelebihan produksi (*over bearing*) maupun mati cabang (Ariyanto, 2017). Penggunaan naungan merupakan teknik budidaya yang memiliki banyak manfaat dalam hal pengelolaan iklim mikro, pemeliharaan siklus nutrisi, dan proses biologis seperti penyerbukan dan pengendalian hama, hal ini juga berkaitan terhadap pengurangan atau tidak digunakannya bahan agrokimia dalam budidaya (Alfen, 2014). Naungan yang dapat digunakan dapat berupa naungan alami yang berasal dari tanaman-tanaman pohon atau tanaman tahunan serta dapat menggunakan naungan buatan yang biasa digunakan yaitu berupa paranet. Salah satu bentuk naungan alami dalam suatu budidaya tanaman adalah sistem budidaya tanaman secara agroforestri.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Pompelli *et al.* (2010), menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman kopi dengan naungan 50% menunjukkan nilai laju fotosintesis lebih tinggi dibandingkan tanaman kopi yang tumbuh di bawah sinar matahari penuh. Tanaman kopi membutuhkan tingkat naungan yang berbeda pada fase pertumbuhannya, fase pembibitan membutuhkan tingkat naungan yang lebih

tinggi dibandingkan pada fase generatif tanaman kopi. Menurut penelitian Pinto *et al.* (2000), dapat diketahui bahwa produksi tanaman kopi tertinggi didapatkan pada tingkat naungan antara 30%-45%, sedangkan produksi kopi dapat berkurang pada tingkat naungan lebih dari 50%. Kepadatan naungan cukup mempengaruhi produksi kopi dikarenakan naungan dapat bermanfaat dalam mengendalikan suhu, intensitas cahaya, dan kelembaban untuk pertumbuhan dan produksi tanaman kopi yang optimal.

Tanaman kopi mulai dapat berbuah pada saat umur tanaman sekitar 2,5-3 tahun. Awal pembentukan primordia bunga pada tanaman kopi terjadi pada akhir musim hujan. Tanaman kopi memiliki bunga yang terbentuk pada ketiak daun dari cabang batang yang berjumlah 12 atau 25 bunga tergantung dari jenis kopinya. Bunga dari kopi arabika memiliki jumlah tandan lebih sedikit dari pada kopi jenis robusta. Potensi jumlah bunga pada tanaman kopi bisa mencapai lebih dari 6000-8000 bunga per pohon dengan potensi bunga yang dapat menjadi buah (*fruit set*) $\pm 30-50\%$ (Subandi, 2011). Fase pembungaan dan penyerbukan pada tanaman kopi juga merupakan fase yang mempengaruhi produksi tanaman kopi. Faktor yang mempengaruhi pembungaan dan penyerbukan tanaman kopi yaitu pengelolaan lahan seperti irigasi, pengapuran, naungan yang di pilih, dan adanya polinator seperti lebah (Monroy *et al.*, 2015). Menurut Klein *et al.*, (2007), penyerbukan oleh serangga polinator dapat meningkatkan hasil mencapai 75%. Keragaman vegetasi dalam sistem agroforestri dapat meningkatkan kelimpahan serangga polinator seperti lebah yang dapat membantu meningkatkan penyerbukan tanaman kopi. Menurut Boreux *et al.*, (2013) pengelolaan irigasi yang baik dapat menghasilkan pembungaan yang lebih efektif untuk penyerbukan yang lebih baik daripada mempertahankan pohon naungan yang tinggi sebagai habitat serangga polinator.

Tanaman kopi dalam pertumbuhannya agar optimal dapat dilakukan pemangkasan cabang pada tanaman kopi. Pemangkasan tanaman kopi bertujuan untuk mengatur tinggi tanaman kopi sehingga memudahkan perawatan dan pemanenan, membentuk tanaman yang sehat karena dapat membuang bagian-bagian tanaman kopi yang terserang hama dan penyakit, membentuk cabang-cabang produksi tanaman kopi yang baru, menghilangkan cabang yang tidak dikehendaki seperti cabang tua, memudahkan cahaya masuk, memperlancar aliran

udara dalam tajuk, memudahkan pengendalian hama penyakit, mengurangi terjadinya perubahan hasil panen tanaman kopi yang tidak menentu (fluktuatif), serta mengurangi pembuahan yang berlebih (Hulupi dan Martini, 2013). Prastowo *et al.*, (2011), menyatakan buah kopi secara morfologi akan muncul pada percabangan, sehingga pemangkasan dilakukan bukan hanya untuk menghasilkan cabang-cabang yang produktif (pertumbuhan vegetatif) tetapi secara tidak langsung dapat meningkatkan hasil buah tanaman kopi.

Pemeliharaan tanaman kopi merupakan kunci dalam mendapatkan produksi buah kopi yang tinggi. Pemeliharaan tanaman kopi seperti pemangkasan pada tanaman kopi dapat meningkatkan kuantitas dan kualitas tanaman kopi. Prastowo *et al.*, (2011), menyatakan buah kopi secara morfologi akan muncul pada percabangan, sehingga pemangkasan dilakukan bukan hanya untuk menghasilkan cabang-cabang yang produktif (pertumbuhan vegetatif) tetapi secara tidak langsung dapat meningkatkan hasil buah tanaman kopi. Hasil penelitian Mulyono *et al.* (2016), menunjukkan bahwa pola pemangkasan tanaman kopi yang dipangkas dapat menghasilkan rata-rata persentase biji normal yang lebih tinggi dengan nilai mencapai 87,42% dibanding tanpa dilakukan pemangkasan yang memiliki nilai persentase biji normal 84,20%. Pemangkasan juga berpengaruh sangat nyata terhadap berat buah merah, berat green bean, persentase biji normal, persentase biji bulat, persentase biji kosong, dan hasil rendemen biji kopi. Pemangkasan tanaman kopi dapat dilakukan segera setelah panen atau sebelum berbunganya tanaman kopi. Pemilihan sistem pemangkasan pada tanaman kopi yang tepat tergantung jenis tanaman kopi, kondisi lingkungan, serta sosial budaya masyarakat (Yuliasmara, dan Erdiansyah, 2016).

3. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Hutan pendidikan UB Forest yang berada di kawasan lereng Gunung Arjuno, Dusun Boro Sumber Sari, Desa Tawang Argo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang. Penelitian akan dilakukan pada bulan Januari-Juni selama 5 bulan.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah tali, plat seng, meteran, pipa PVC, termometer, higrometer, solarimeter, canopy app, gunting dahan, tangga, timbangan digital, Oven, kamera digital, alat tulis. Bahan yang digunakan adalah tanaman kopi jenis arabika dengan umur tanaman sekitar 4-5 tahun. Tanaman kopi yang dipilih adalah tanaman kopi yang telah muncul bakal buah kopi pada saat penelitian dimulai.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) Sederhana dengan satu perlakuan. Perlakuan pada penelitian ini adalah tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda dengan 4 taraf perlakuan. Perlakuan tingkat manajemen budidaya tanaman kopi dibedakan berdasarkan manajemen budidaya tanaman kopi yang dilakukan oleh petani di daerah penelitian dilaksanakan. Ulangan perlakuan dilakukan sebanyak 8 kali ulangan. Total jumlah petak perlakuan diperoleh 32 petak perlakuan. Perlakuan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. LC = Low Management Coffee atau manajemen budidaya rendah,
2. MC = Medium Management Coffee atau manajemen budidaya sedang,
3. HC = High Management Coffee atau manajemen budidaya tinggi,
4. BAU = Business As Usual atau manajemen budidaya yang dilakukan sesuai rekomendasi perhutani.

3.4 Pelaksanaan Percobaan

Pelaksanaan percobaan dilakukan dengan dua tahapan. Tahapan pertama adalah persiapan percobaan dan tahapan selanjutnya adalah pelaksanaan percobaan.

3.4.1 Persiapan percobaan

1. Pencarian Plot Pengamatan

Kegiatan pencarian plot pengamatan dilakukan dengan mencari lokasi tanaman kopi yang sesuai kriteria yang telah ditentukan. Pencarian plot dipilih pada lokasi yang terdapat tanaman kopi dan tanaman pinus sebagai tanaman penanung. Plot LC (*Low management Coffee*) merupakan plot tanaman kopi dengan tanaman penanung pinus yang memiliki manajemen budidaya tanaman kopi rendah yang memiliki kriteria tanaman kopi tidak dilakukan pemangkasan bentuk dan tidak ada pengelolaan tanaman setiap tahunnya kecuali hanya pada saat awal penanaman dahulu. Plot MC (*Medium management Coffee*) merupakan plot tanaman kopi dengan tanaman penanung pinus yang memiliki manajemen budidaya tanaman kopi sedang dengan kriteria tanaman kopi dilakukan pemangkasan bentuk sekali, adanya pengelolaan tanaman kopi seperti pemupukan walaupun jarang dilakukan.

Plot HC (*High management Coffee*) merupakan plot tanaman kopi dengan tanaman penanung pinus yang memiliki manajemen budidaya tanaman kopi tinggi dengan kriteria tanaman kopi dilakukan pemangkasan bentuk sekali, adanya pemupukan secara rutin setiap tahunnya, tanaman kopi dilakukan pewartan atau pembuangan tunas air pada tanaman kopi, pengendalian gulma dilakukan secara manual disekitar tanaman kopi. Plot BAU (*Business As Usual*) merupakan plot tanaman kopi dengan tanaman penanung pinus yang dimiliki manajemen budidaya tanaman kopi dengan standar budidaya tanaman kopi perhutani dengan kriteria tanaman kopi dilakukan pemangkasan bentuk yang sesuai sehingga tinggi tanaman kopi hanya sekitar ± 150 cm, pemupukan dilakukan secara rutin dengan 2 kali pemupukan setiap tahunnya, dilakukannya pewartan pada tanaman kopi, pengendalian gulma dilakukan secara manual secara rutin, serta pengendalian hama dan penyakit pada tanaman kopi.

2. Pembuatan Plot Pengamatan

Penentuan plot dilakukan setelah dilakukan pengukuran intensitas cahaya. Plot pengamatan dibuat dengan ukuran 60 m x 40 m. Pembuatan

plot dilakukan dengan menggunakan tali yang dipasang pada pinggir area pengamatan yang telah ditentukan.

3. Pembuatan Sub-plot Pengamatan

Pembuatan sub-plot pengamatan dilakukan dengan membagi plot pengamatan menjadi 24 sub-plot pengamatan. Ukuran sub-plot pengamatan yang digunakan adalah 10 m x10 m. Pembuatan sub-plot dilakukan menggunakan tali yang dipasang dalam plot pengamatan.

4. Pembuatan Tanda pada Tanaman dalam Plot Pengamatan

Pembuatan tanda pada tanaman dalam plot dilakukan dengan memberikan tanda pada seluruh tanaman kopi dan tanaman pinus yang berada dalam plot pengamatan. Pemberian tanda pada tanaman dilakukan dengan menggunakan papan kecil yang terbuat dari bahan seng yang ditancapkan pada tanaman kopi dan tanaman pinus.

5. Pengamatan Awal dalam Plot Pengamatan

Pengamatan awal dalam plot pengamatan terdiri dari pengukuran lingkungan dan pengukuran tanaman. Pengukuran lingkungan terdiri dari pengukuran intensitas cahaya pada bagian tengah dalam setiap sub-plot pengamatan menggunakan alat Solarimeter. Pengamatan awal pada tanaman terdiri dari pengukuran posisi tanaman dengan cara mengukur koordinat tanaman dari sumbu x dan sumbu y, pengukuran lingkaran lilit dilakukan dengan cara melakukan pengukuran diameter batang berdasarkan dbh, pengukuran lebar kanopi tanaman kopi dilakukan dengan melakukan pengukuran panjang melintang daun yang berada dipangkal cabang terpanjang dengan daun yang berada dipangkal arah sebaliknya menggunakan alat meteran, pengukuran tinggi tanaman kopi dilakukan dengan melakukan pengukuran pada pangkal batang diatas permukaan tanah sampai ujung titik tumbuh tanaman kopi dengan menggunakan meteran, pengukuran jumlah cabang mati, dan kondisi pertumbuhan tanaman kopi dan tanaman pinus, serta pengukuran kanopi cover bawah tegakan tanaman kopi dan atas tegakan tanaman kopi menggunakan aplikasi *canopy app*.

3.4.2 Pelaksanaan Percobaan

1. Penentuan Tanaman Sampel

Penentuan tanaman sampel dilakukan dengan memilih tanaman yang seragam yaitu tanaman yang telah memasuki fase generatif dengan tanda tanaman sudah menghasilkan bakal buah. Tanaman kopi yang dipilih memiliki umur sekitar 5 tahun. Tanaman sampel dipilih dengan jumlah 3 tanaman untuk 1 ulangan pada setiap taraf perlakuan. Total tanaman sampel dalam 1 taraf perlakuan adalah 18 tanaman.

2. Pengamatan Tanaman Sampel

Pengamatan tanaman sampel dilakukan dengan melakukan pengukuran pada setiap variabel pengamatan yang telah ditentukan.

3.5 Variabel Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan meliputi komponen pengamatan tanaman sampel dan pengamatan iklim mikro tanaman. Pengamatan tanaman sampel meliputi pengamatan non destruktif dan pengamatan hasil panen. Pengamatan tanaman non destruktif dilakukan dengan menggunakan 3 tanaman sampel pada setiap ulangan perlakuan. Pengamatan panen dilakukan dengan menggunakan 3 tanaman sampel pada setiap ulangan perlakuan.

a. Pengamatan non-destruktif, meliputi:

1. Jumlah Cabang Produktif (jumlah per tanaman)

Pengamatan jumlah cabang produktif dilakukan dengan menghitung jumlah cabang yang berbuah pada tanaman sampel. Cabang Produktif merupakan cabang yang masih dapat menghasilkan buah pada tanaman kopi.

2. Jumlah Cabang Tidak Produktif (jumlah per tanaman)

Pengamatan jumlah cabang tidak produktif dilakukan dengan menghitung jumlah cabang yang tidak berbuah dan cabang mati yang terdapat pada tanaman sampel.

3. Panjang Cabang (cm per tanaman)

Pengamatan panjang cabang tanaman dilakukan dengan cara tanaman sampel diukur pada pangkal cabang sampai ujung titik tumbuh pada cabang dengan menggunakan meteran.

4. Jumlah Ruas per Cabang (jumlah per cabang)
Pengamatan jumlah ruas cabang dilakukan dengan menghitung jumlah ruas pada cabang yang terdapat pada tanaman sampel.
5. Jumlah Cluster per Cabang (jumlah per cabang)
Pengamatan jumlah ruas cabang dilakukan dengan menghitung jumlah cluster pada cabang yang terdapat pada tanaman sampel.
6. Jumlah Buah per Tanaman (jumlah per ruas)
Pengamatan jumlah buah per ruas dilakukan dengan menghitung jumlah buah yang terdapat pada ruas cabang tanaman sampel dengan kriteria buah yang diamati adalah buah telah terbentuk.
7. Jumlah Buah per Cluster (jumlah per cluster)
Pengamatan jumlah buah per tanaman dilakukan dengan menghitung jumlah buah yang terdapat pada seluruh cabang tanaman sampel dengan kriteria buah yang diamati adalah buah telah terbentuk.

b. Pengamatan panen, meliputi:

1. Hasil Panen per Tanaman (gram per tanaman)
Pengamatan hasil panen dilakukan dengan mengukur bobot segar buah per tanaman setelah dipanen. Pengamatan bobot segar buah dilakukan setelah dilakukannya pemanenan buah kopi dengan menggunakan timbangan digital.
2. Bobot Segar 100 Buah
Pengamatan bobot segar 100 buah dilakuan dengan mengambil 100 buah kopi setelah dipanen pada setiap ulangan perlakuan. Pengamatan bobot segar 100 buah dilakukan dengan menggunakan timbangan digital.
3. Bobot Kering 100 Buah
Pengamatan bobot kering 100 buah dilakuan dengan mengambil 100 buah kopi setelah dipanen pada setiap ulangan perlakuan lalu dilakukan pengeringan menggunakan oven selama 2 kali 24 jam dengan suhu 80°C. Pengamatan bobot kering 100 buah dilakukan dengan menggunakan timbangan digital.

c. Pengamatan lingkungan meliputi beberapa pengamatan, yaitu:

1. Intensitas Cahaya Matahari

Pengamatan intensitas cahaya matahari dilakukan mengukur intensitas radiasi matahari disekitar tanaman dengan menggunakan alat Solarimeter.

2. Suhu (°C)

Pengamatan suhu dilakukan dengan mengukur suhu lingkungan disekitar tanaman menggunakan alat Termometer.

3. Kelembaban Udara (RH)

Pengamatan kelembaban dilakukan dengan mengukur kelembaban udara disekitar tanaman menggunakan alat Higrometer.

3.6 Analisa Data

Data pengamatan yang didapatkan dianalisis menggunakan analisis ragam (uji F) pada taraf 5% menggunakan ANOVA untuk mengetahui pengaruh masing-masing perlakuan. Apabila hasil yang didapatkan menunjukkan nyata ($F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$) maka dilanjutkan menggunakan uji BNT dengan taraf 5% agar dapat mengetahui perbedaan diantara perlakuan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Jumlah Cabang Produktif (jumlah/ tanaman)

Analisis ragam pada variabel jumlah cabang produktif menunjukkan hasil yang berbeda nyata terhadap perlakuan tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda. Rerata jumlah cabang produktif pada tanaman kopi akibat tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Rerata Jumlah Cabang Produktif (jumlah/ tanaman) akibat tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda.

Perlakuan	Jumlah Cabang
LC (Low Management Coffee)	30,83 b
MC (Medium Management Coffee)	36,58 c
HC (High Management Coffee)	37,04 c
BAU (Business As Usual)	25,46 a
BNT 5%	4,77
KK	14,13

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%; tn = tidak berbeda nyata.

Rerata jumlah cabang produktif pada tanaman kopi (tabel 3). dengan perlakuan HC mendapatkan hasil yang lebih tinggi daripada perlakuan lainnya dengan rerata jumlah cabang produktif per tanamannya ialah 37,04 cabang per tanaman. Rerata jumlah cabang produktif pada perlakuan HC memiliki hasil yang berbeda nyata terhadap perlakuan LC dan BAU namun tidak berbeda secara nyata terhadap perlakuan MC. Perlakuan MC memiliki rerata jumlah cabang produktif per tanaman sebanyak 36,58 cabang. Rerata jumlah cabang produktif pada perlakuan BAU memiliki hasil yang lebih rendah daripada semua perlakuan dengan rerata jumlah cabang produktif sebanyak 25,46 cabang per tanaman. Perlakuan LC memiliki jumlah cabang produktif per tanaman yang lebih tinggi dan memiliki nilai yang berbeda nyata dari perlakuan BAU dengan rerata jumlah cabang produktif sebanyak 30,83 cabang per tanaman.

4.1.2 Jumlah Cabang Tidak Produktif (jumlah/ tanaman)

Analisis ragam pada variabel jumlah cabang tidak produktif menunjukkan hasil yang berbeda nyata terhadap perlakuan tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda. Rerata jumlah cabang tidak produktif pada tanaman kopi akibat tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Rerata Jumlah Cabang Tidak Produktif (jumlah/ tanaman) akibat Tingkat Manajemen Budidaya Tanaman Kopi yang Berbeda.

Perlakuan	Jumlah Cabang
LC (Low Management Coffee)	26,09 c
MC (Medium Management Coffee)	8,33 b
HC (High Management Coffee)	9,88 b
BAU (Business As Usual)	0,33 a
BNT 5%	2,66
KK	22,94

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%; tn = tidak berbeda nyata.

Hasil pengamatan (tabel 4) didapatkan bahwa perlakuan LC memiliki rerata jumlah cabang tidak produktif per tanaman yang lebih tinggi daripada perlakuan lainnya dan hasil uji ragam menunjukkan nilai berbeda secara nyata dari semua perlakuan. Rerata jumlah cabang per tanamannya pada perlakuan LC didapatkan sebanyak 26,09 cabang. Perlakuan HC memiliki rerata jumlah cabang tidak produktif sebanyak 9,88 cabang pertanaman, lebih tinggi daripada perlakuan MC, dan LC. Rerata jumlah cabang tidak produktif yang didapatkan pada perlakuan HC memiliki hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan MC. Perlakuan MC memiliki rerata jumlah cabang tidak produktif sebanyak 8,33 cabang per tanaman. Rerata jumlah cabang tidak produktif pada perlakuan BAU didapatkan hasil lebih rendah dibanding semua perlakuan dengan rerata jumlah cabang tidak produktif hanya 0,33 cabang per tanaman.

4.1.3 Panjang Cabang (cm/ tanaman)

Analisis ragam akibat perlakuan tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda pada variabel panjang cabang memberikan hasil yang berbeda nyata. Rerata panjang cabang pada tanaman kopi akibat tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Rerata Panjang Cabang (cm/ tanaman) akibat tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda.

Perlakuan	Panjang Cabang (cm)
LC (Low Management Coffee)	68,68 a
MC (Medium Management Coffee)	88,93 b
HC (High Management Coffee)	79,82 b
BAU (Business As Usual)	109,73 c
BNT 5%	10,36
KK	11,48

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%; tn = tidak berbeda nyata.

Perlakuan BAU menghasilkan rerata panjang cabang per tanaman yang lebih tinggi dari semua perlakuan dan menghasilkan nilai yang berbeda nyata terhadap seluruh perlakuan. Rerata panjang cabang per tanaman pada perlakuan BAU ialah 109,73 cm (tabel 5). Perlakuan MC menghasilkan rerata panjang cabang per tanaman sebesar 88,93 cm. Perlakuan MC memiliki hasil yang berbeda nyata terhadap perlakuan LC namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan HC. Perlakuan HC menghasilkan rerata panjang cabang sebesar 79,82 cm per tanaman lebih tinggi dari perlakuan LC dan menghasilkan nilai yang berbeda nyata terhadap perlakuan LC. Perlakuan LC menghasilkan rerata panjang cabang per tanaman yang lebih rendah dari seluruh perlakuan dengan rerata panjang cabang per tanaman yaitu 68,68 cm.

4.1.4 Jumlah Ruas per Cabang (jumlah/ cabang)

Analisis ragam akibat perlakuan tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda pada variabel jumlah ruas per cabang pada tanaman kopi memberikan hasil yang tidak berbeda nyata. Rerata jumlah ruas per cabang pada tanaman kopi akibat tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Rerata Jumlah Ruas per Cabang (Jumlah/ cabang) pada tanaman kopi akibat tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda.

Perlakuan	Jumlah Ruas
LC (Low Management Coffee)	21,73
MC (Medium Management Coffee)	18,20
HC (High Management Coffee)	19,09
BAU (Business As Usual)	20,18
BNT 5%	tn
KK	15,50

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%; tn = tidak berbeda nyata.

Seluruh perlakuan pada menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada pengamatan jumlah ruas per cabang pada tanaman kopi (tabel 6). Perlakuan LC menghasilkan rerata jumlah ruas per cabang yang lebih tinggi dari semua perlakuan yang ada dengan rerata jumlah ruas per cabang sebanyak 21,73 ruas. Rerata jumlah ruas per cabang pada perlakuan BAU memiliki jumlah ruas per cabang yang lebih tinggi dari perlakuan MC dan HC dengan rerata jumlah ruas per cabang sebanyak 20,18 ruas per cabang. Perlakuan HC menghasilkan rerata jumlah ruas per cabang sebanyak 19,09 ruas per cabang. Perlakuan MC menghasilkan jumlah ruas per

cabang lebih rendah dibanding semua perlakuan dengan rerata jumlah ruas per cabang sebanyak 18,20 ruas per cabang.

4.1.5 Jumlah Cluster per Cabang (jumlah/ cabang)

Analisis ragam pada variabel jumlah cluster per cabang pada tanaman kopi menunjukkan hasil yang berbeda nyata terhadap perlakuan tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda. Rerata jumlah cluster per cabang pada tanaman kopi akibat tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Rerata Jumlah Cluster per Cabang (Jumlah/ cabang) pada tanaman kopi akibat tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda.

Perlakuan	Jumlah Cluster
LC (Low Management Coffee)	6,31 a
MC (Medium Management Coffee)	7,51 a
HC (High Management Coffee)	6,34 a
BAU (Business As Usual)	9,50 b
BNT 5%	1,53
KK	19,85

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%; tn = tidak berbeda nyata.

Rerata jumlah cluster per cabang pada tanaman kopi (tabel 7) dengan perlakuan BAU menghasilkan jumlah cluster per cabang yang lebih tinggi daripada perlakuan lainnya dengan rerata jumlah cluster per cabang ialah 9,50 cluster per cabang. Rerata jumlah cluster per cabang pada perlakuan BAU memiliki hasil yang berbeda secara nyata terhadap seluruh perlakuan. Perlakuan MC memiliki rerata jumlah cluster per cabang yang lebih tinggi dibanding perlakuan LC dan HC namun memiliki hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan LC dan HC. Perlakuan MC memiliki rerata jumlah cluster per cabang sebanyak 7,51 cluster. Rerata jumlah cluster per cabang pada perlakuan HC sebanyak 6,34 cluster per cabangnya. Perlakuan LC memiliki rerata jumlah cluster sebanyak 6,31 cluster per cabang. Hasil rerata jumlah cluster per cabang pada perlakuan LC lebih rendah dibanding perlakuan lainnya namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan MC dan HC.

4.1.6 Jumlah Buah per Tanaman (jumlah/ tanaman)

Pengamatan pada variabel jumlah buah per tanaman pada perlakuan tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda mendapatkan hasil yang berbeda

nyata dalam analisis ragam. Rerata jumlah buah tanaman kopi akibat tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Rerata Jumlah Buah per Tanaman (jumlah/ tanaman) akibat tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda.

Perlakuan	Jumlah Buah
LC (Low Management Coffee)	414,38 a
MC (Medium Management Coffee)	709,96 b
HC (High Management Coffee)	1007,58 c
BAU (Business As Usual)	1722,58 d
BNT 5%	242,01
KK	24,15

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%; tn = tidak berbeda nyata.

Hasil pengamatan yang didapatkan menunjukkan perlakuan BAU memiliki rerata jumlah buah per tanaman yang lebih tinggi daripada perlakuan lainnya dan menunjukkan nilai berbeda secara nyata dari semua perlakuan. Rerata jumlah buah per tanaman pada perlakuan BAU didapatkan sebanyak 1733,58 buah per tanaman (tabel 8). Perlakuan HC memiliki rerata jumlah buah sebanyak 1007,58 buah per tanaman, lebih tinggi daripada perlakuan MC dan LC dan memiliki nilai yang berbeda nyata. Rerata jumlah buah per tanaman pada perlakuan MC ialah 709,96 buah per tanaman, lebih tinggi daripada perlakuan LC dan memiliki nilai berbeda nyata. Rerata jumlah buah per tanaman pada perlakuan LC didapatkan hasil lebih rendah dibanding semua perlakuan dengan rerata jumlah buah per tanaman sebanyak 414,38 buah per tanaman.

4.1.7 Jumlah Buah per Cluster (jumlah/ cluster)

Pengamatan pada variabel jumlah buah per cluster pada perlakuan tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda mendapatkan hasil yang berbeda nyata dalam analisis ragam. Rerata jumlah buah per cluster pada tanaman kopi akibat tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Rerata Jumlah Buah per Cluster (jumlah/ cluster) akibat tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda.

Perlakuan	Jumlah Buah
LC (Low Management Coffee)	3.55 ab
MC (Medium Management Coffee)	3.02 a
HC (High Management Coffee)	3.99 b
BAU (Business As Usual)	6.75 c
BNT 5%	0,77
KK	17,01

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%; tn = tidak berbeda nyata.

Rerata jumlah buah per cluster pada tanaman kopi (tabel 9) dengan perlakuan BAU mendapatkan hasil yang lebih tinggi dibanding semua perlakuan dengan rerata jumlah buah per cluster ialah 6,75 buah per cluster. Rerata jumlah buah per cluster pada perlakuan BAU memiliki hasil yang berbeda nyata terhadap seluruh perlakuan. Perlakuan HC memiliki rerata jumlah buah per cluster sebanyak 3,99 buah per cluster. Hasil rerata jumlah buah per cluster pada perlakuan HC menghasilkan nilai yang berbeda nyata pada perlakuan MC namun tidak berbeda nyata terhadap perlakuan LC. Rerata jumlah buah per cluster pada perlakuan LC memiliki nilai yang tidak berbeda nyata terhadap perlakuan MC dengan rerata jumlah buah per cluster sebanyak 3,55 buah per cluster. Perlakuan MC memiliki rerata jumlah buah per cluster yang lebih rendah dari seluruh perlakuan namun menghasilkan nilai yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan LC. Rerata jumlah buah per cluster pada perlakuan MC ialah sebanyak 3,02 buah per cluster.

4.1.8 Hasil Panen per Tanaman (g/ tanaman)

Analisis ragam akibat perlakuan tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda pada variabel hasil panen per tanaman pada tanaman kopi memberikan hasil yang berbeda nyata. Rerata hasil panen tanaman kopi akibat tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda disajikan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Rerata Hasil Panen per Tanaman (g/ tanaman) akibat tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda.

Perlakuan	Hasil Panen (g)
LC (Low Management Coffee)	831,56 a
MC (Medium Management Coffee)	1460,26 b
HC (High Management Coffee)	1804,31 b
BAU (Business As Usual)	3473,39 c
BNT 5%	484,70
KK	24,63

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%; tn = tidak berbeda nyata.

Perlakuan BAU menghasilkan rerata hasil panen per tanaman yang lebih tinggi dari semua perlakuan dan menghasilkan nilai yang berbeda nyata terhadap seluruh perlakuan. Rerata hasil panen per tanaman pada perlakuan BAU ialah 3473,39 gram per tanaman (tabel 10). Perlakuan MC menghasilkan rerata hasil panen per tanaman sebanyak 1804,31 gram per tanaman. Perlakuan MC memiliki hasil yang berbeda nyata terhadap perlakuan LC namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan HC. Perlakuan HC menghasilkan rerata hasil panen per tanaman sebanyak 1460,26 gram per tanaman lebih tinggi dari perlakuan LC dan menghasilkan nilai yang berbeda nyata terhadap perlakuan LC. Perlakuan LC menghasilkan rerata hasil panen per tanaman yang lebih rendah dari seluruh perlakuan dengan rerata hasil panen per tanaman yaitu 831,56 gram per tanaman.

4.1.9 Bobot Segar 100 Buah (g/ 100 buah)

Pengamatan pada variabel Bobot segar 100 buah pada perlakuan tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda mendapatkan hasil yang berbeda nyata dalam analisis ragam. Rerata bobot segar 100 buah tanaman kopi akibat tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda disajikan dalam Tabel 11.

Tabel 11. Rerata Bobot Segar 100 Buah (g/ 100 buah) akibat tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda.

Perlakuan	Bobot Buah (g)
LC (Low Management Coffee)	200,59 b
MC (Medium Management Coffee)	205,19 c
HC (High Management Coffee)	179,28 a
BAU (Business As Usual)	201,58 b
BNT 5%	3,52
KK	1,72

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%; tn = tidak berbeda nyata.

Rerata bobot segar 100 buah (tabel 11) pada perlakuan MC menghasilkan bobot segar 100 buah yang lebih tinggi daripada perlakuan lainnya dengan rerata

bobot segar 100 buah sebesar 205,19 gram per 100 buah. Rerata bobot segar 100 buah pada perlakuan MC memiliki hasil yang berbeda secara nyata terhadap seluruh perlakuan. Perlakuan BAU memiliki rerata bobot segar 100 buah sebesar 201,58 gram per 100 buah, yang lebih tinggi dibanding perlakuan LC dan HC namun memiliki hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan LC dan berbeda nyata terhadap perlakuan HC. Rerata bobot segar 100 buah pada perlakuan LC sebesar 200,59 gram per 100 buah. Hasil rerata bobot segar 100 buah pada perlakuan HC lebih rendah dari seluruh perlakuan dengan rerata bobot segar 100 buah segar sebesar 179,28 gram per 100 buah.

4.1.10 Bobot Kering 100 Buah (g/ 100 buah)

Analisis ragam pada variabel bobot 100 buah kering tanaman kopi menunjukkan hasil yang berbeda nyata terhadap perlakuan tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda. Rerata bobot 100 buah kering tanaman kopi akibat tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda disajikan dalam Tabel 12.

Tabel 12. Rerata Bobot Kering 100 Buah (g/ 100 buah) akibat tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda.

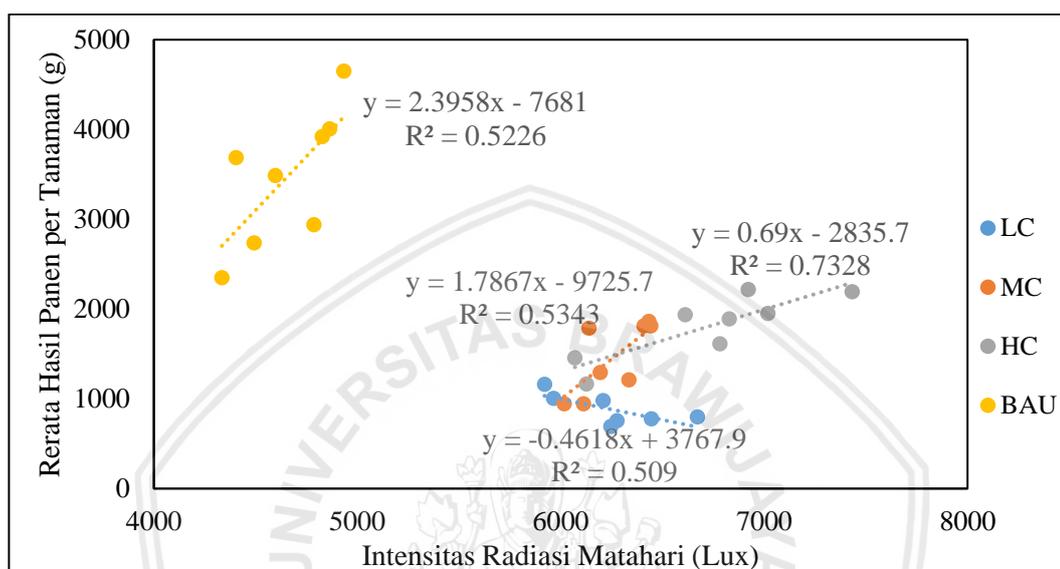
Perlakuan	Bobot Buah (g)
LC (Low Management Coffee)	66,99 b
MC (Medium Management Coffee)	69,14 b
HC (High Management Coffee)	59,30 a
BAU (Business As Usual)	67,95 b
BNT 5%	2,53
KK	3,70

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%; tn = tidak berbeda nyata.

Hasil pengamatan (tabel 12) yang didapatkan menunjukkan perlakuan MC memiliki rerata bobot kering 100 buah yang lebih tinggi daripada perlakuan lainnya namun memiliki hasil yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan LC dan BAU. Rerata bobot kering 100 buah pada perlakuan MC didapatkan sebesar 69,14 gram per 100 buah. Perlakuan BAU memiliki rerata bobot kering 100 buah sebesar 67,95 gram per 100 buah, lebih tinggi daripada perlakuan LC dan HC. Rerata bobot kering 100 buah pada perlakuan LC ialah 66,99 gram per 100 buah, lebih tinggi daripada perlakuan HC dan memiliki nilai berbeda nyata. Rerata jumlah buah per tanaman pada perlakuan HC didapatkan hasil lebih rendah dibanding semua perlakuan dengan rerata bobot kering 100 buah sebesar 59,30 gram per 100 buah.

4.1.11 Uji Regresi Linear antara Intensitas Radiasi Matahari dengan Bobot Buah Panen

Analisis regresi linear antara variabel lingkungan yaitu intensitas radiasi matahari dengan total bobot buah panen dinyatakan dengan nilai koefisiensi determinasi (R^2). Hasil analisis regresi disajikan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Analisis Regresi Linear antara Intensitas Cahaya Matahari dengan Rerata Hasil Panen per Tanaman

Hasil uji regresi antara intensitas radiasi matahari dengan bobot buah panen menunjukkan bahwa intensitas cahaya memiliki pengaruh pada bobot buah panen. Nilai koefisiensi determinasi (R^2) antara variabel intensitas radiasi matahari dengan bobot buah panen pada perlakuan LC adalah sebesar 0,509 yang menyatakan bahwa pengaruh intensitas radiasi matahari terhadap bobot buah panen pada perlakuan LC adalah sebesar 50,9%. Perlakuan MC memiliki nilai koefisiensi determinasi (R^2) sebesar 0.534 yang menyatakan bahwa pengaruh intensitas radiasi matahari terhadap bobot buah panen pada perlakuan MC adalah sebesar 53,4%. Nilai koefisiensi determinasi (R^2) pada perlakuan HC adalah sebesar 0,7328 yang menyatakan bahwa pengaruh intensitas radiasi matahari terhadap bobot buah panen pada perlakuan HC adalah sebesar 73,3%. Perlakuan BAU memiliki nilai koefisiensi determinasi (R^2) sebesar 0.5266 yang menyatakan bahwa pengaruh intensitas radiasi matahari terhadap bobot buah panen pada perlakuan BAU adalah sebesar 52,6%.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Tingkat Manajemen yang Berbeda terhadap Produksi Tanaman Kopi

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman kopi yang optimal akan mendukung produksi buah dari tanaman kopi yang tinggi. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman kopi dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman kopi antara lain yaitu faktor genetik, faktor lingkungan dan pemeliharaan tanaman kopi yang dilakukan. Pemeliharaan atau manajemen yang dilakukan pada tanaman kopi akan menjadikan pertumbuhan tanaman kopi menjadi optimal sehingga akan berdampak pada meningkatnya produksi buah kopi. Manajemen kebun yang harus dilakukan yaitu memberikan penangas untuk tanaman kopi, pemangkasan tanaman kopi, pemupukan yang sesuai dosis, pengendalian hama, penyakit dan gulma pada tanaman kopi, serta teknik panen dan pasca panen (Hulupi, dan Martini, 2013).

Penelitian ini menggunakan perlakuan tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda. Perbedaan tingkat manajemen ini terdiri dari manajemen rendah atau *low management coffee* yang merupakan manajemen budidaya tanaman kopi yang dilakukan pada awal penanaman kopi dan tidak ada manajemen atau pengelolaan lanjutan pada setiap tahunnya pada tanaman kopi. Manajemen sedang atau *medium management coffee* yang merupakan manajemen atau pengelolaan tanaman kopi yang hampir sama dengan manajemen rendah atau *low management coffee* namun yang membedakan hanya pada manajemen sedang, tanaman kopi dilakukan pemangkasan bentuk sekali. Perlakuan lainnya adalah manajemen tinggi atau *high management coffee* yang merupakan manajemen budidaya tanaman kopi yang dilakukan pengelolaan atau manajemen kebun pada setiap tahunnya. Pengelolaan yang dilakukan meliputi tanaman kopi dilakukan pemangkasan bentuk sekali, dilakukannya pewartan pada tanaman kopi, pemberian pupuk dilakukan secara rutin setiap tahun, pengendalian gulma juga dilakukan secara rutin. Perlakuan terakhir adalah perlakuan manajemen sesuai rekomendasi perhutani atau *business as usual*. Perlakuan BAU dapat dikatakan perlakuan dengan manajemen budidaya tanaman kopi yang sesuai GAP (*Good Agriculture Practices*) atau manajemen budidaya yang baik.

Manajemen atau pengelolaan yang dilakukan pada tanaman kopi dan lingkungan tumbuh (iklim mikro) dapat menjadi penentu kualitas yang lebih penting daripada faktor genetik dari tanaman kopi (Bote dan Jan, 2017). Perbedaan manajemen pada setiap perlakuan mengakibatkan pertumbuhan tanaman kopi yang berbeda sehingga produksi tanaman kopi juga berbeda. Beberapa variabel pada pertumbuhan tanaman kopi yang dapat menjadi indikator jumlah produksi yang nantinya akan dihasilkan pada tanaman kopi dapat dilihat dari jumlah cabang produktif dan tidak produktif pada tanaman kopi. Jumlah cabang menjadi sangat penting dalam produksi tanaman kopi karena bunga dan buah kopi nantinya akan tumbuh pada cabang tanaman kopi sehingga jumlah cabang produktif sangat penting dalam pertumbuhan tanaman kopi. Tanaman kopi memiliki bunga yang terletak pada cabang tepatnya pada ketiak daun dari cabang batang. Potensi jumlah bunga pada tanaman kopi bisa mencapai lebih dari 6000-8000 bunga per pohon dengan potensi bunga yang dapat menjadi buah $\pm 30-50\%$ (Subandi, 2011).

Perlakuan BAU memiliki jumlah cabang produktif yang lebih rendah dari perlakuan lainnya, hal ini disebabkan karena tanaman kopi pada perlakuan BAU dilakukan pemangkasan bentuk yang sesuai pedoman budidaya tanaman kopi sehingga tinggi tanaman kopi hanya sekitar 150 cm. Tinggi tanaman kopi ini berpengaruh pada jumlah cabang pada tanaman kopi. Jumlah cabang tidak produktif pada perlakuan LC memiliki rerata jumlah cabang tidak produktif lebih tinggi dibanding perlakuan lain, hal ini dikarenakan pada perlakuan LC tidak dilakukan perawatan sama sekali pada tanaman sehingga cabang-cabang tua pada tanaman kopi tetap ada dan dibiarkan tumbuh. Cabang tidak produktif pada tanaman kopi harus dibuang karena dapat mengganggu pertumbuhan cabang baru pada tanaman kopi. Cabang tidak produktif dapat dibedakan menjadi beberapa, yaitu cabang tua yang sudah berbuah 2-3 kali, cabang balik, cabang liar, cabang cacing, cabang terserang hama dan penyakit/rusak dan wiwilan (tunas air) (Hadi *et al.*, 2014). Hasil penelitian Dufour *et al.* (2019) menunjukkan bahwa tanaman kopi arabika yang dilakukan pemangkasan bentuk dan pembuangan cabang mati dan tidak produktif dapat meningkatkan produksi buah pada tanaman kopi.

Tingkat manajemen budidaya tanaman kopi yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terhadap panjang cabang pada tanaman kopi. Panjang cabang

tanaman kopi memiliki pengaruh pada jumlah buah yang dihasilkan pada tanaman kopi. Cabang yang panjang akan mempengaruhi jumlah ruas percabang pada tanaman kopi. Jumlah ruas yang semakin banyak akan menjadi tempat munculnya bunga dan buah pada tanaman kopi. Ruas yang menghasilkan buah pada setiap buku cabangnya biasa disebut dengan cluster buah, Semakin panjang cabang pada tanaman kopi diharapkan akan semakin banyak ruas pada cabang sehingga jumlah cluster buah pada cabang tanaman kopi menjadi semakin banyak. Banyaknya cluster buah pada cabang akan mempengaruhi jumlah buah pada tanaman kopi sehingga produksi tanaman kopi akan semakin tinggi.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan tingkat manajemen yang berbeda pada budidaya tanaman kopi dapat menghasilkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman kopi yang berbeda sehingga berdampak pada perbedaan produksi tanaman kopi. Hampir seluruh variabel pengamatan menghasilkan nilai yang berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan tingkat manajemen dapat memberikan pengaruh nyata pada hampir seluruh variabel pengamatan, diantaranya pada pertumbuhan cabang pada tanaman kopi. Perbedaan tingkat manajemen pada budidaya tanaman kopi memberikan pengaruh secara nyata terhadap pertumbuhan jumlah cabang produktif, jumlah cabang tidak produktif, dan panjang cabang. Berpengaruhnya pertumbuhan cabang pada tanaman kopi dapat berdampak pada perkembangan tanaman kopi.

Tingkat manajemen yang berbeda pada budidaya tanaman kopi juga berpengaruh secara nyata terhadap perkembangan tanaman kopi. Variabel yang menunjukkan berpengaruhnya tingkat manajemen pada perkembangan tanaman kopi diantaranya pada hasil jumlah cluster per cabang, jumlah buah per tanaman, jumlah buah per cluster. Hasil jumlah buah pada perlakuan BAU sudah mendapatkan hasil yang optimal dengan jumlah buah pertanaman adalah 1722,58 buah dengan rerata jumlah buah per cluster yaitu 6,75 buah. Jumlah buah tanaman kopi yang optimal adalah 1500-2500 buah per tanaman yang akan menghasilkan hasil panen buah segar tanaman kopi sekitar 3-5 kg buah per tanaman dan menghasilkan bobot biji buah kopi 0,9-1,5 kg biji per tanaman (Hairiah *et al.*, 2003). Hasil Penelitian Campanha *et al.* (2004) mendapatkan hasil tanaman kopi

yang ditanam secara agroforestri dapat menghasilkan rata-rata jumlah buah per cluster sekitar 6 buah pada setiap clusternya.

Berpengaruhnya tingkat manajemen pada perkembangan tanaman kopi berdampak pada hasil panen atau produksi buah kopi per tanaman. Tingkat manajemen yang berbeda berpengaruh nyata pada hasil panen per tanaman. Hasil panen pada perlakuan BAU mampu memberikan hasil panen yang lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Perlakuan BAU mampu menghasilkan hasil panen per tanaman yang tinggi dikarenakan tanaman kopi pada perlakuan BAU dilakukan manajemen sesuai budidaya tanaman kopi yang baik. Tanaman kopi pada perlakuan BAU dilakukan pemangkasan bentuk sehingga tanaman kopi pada perlakuan BAU memiliki rerata tinggi tanaman sekitar 150 cm. Pemangkasan yang dilakukan pada tanaman kopi dapat membuat hasil fotosintat terakumulasi ke perkembangan bunga dan buah pada tanaman kopi sehingga jumlah buah tanaman kopi pada perlakuan BAU menjadi lebih tinggi dibanding semua perlakuan sehingga bebanding lurus dengan hasil panen yang diperoleh. Pemangkasan yang dilakukan pada tanaman kopi dapat membuat redistribusi hasil fotosintesis yang berupa fotosintat mengarah ke sejumlah besar cluster buah yang berdampak pada produksi buah kopi yang lebih tinggi (Dufour *et al.*, 2019).

Pemangkasan tanaman kopi berguna dalam mengatur tinggi tanaman kopi sehingga memudahkan perawatan dan pemanenan, membentuk cabang-cabang produksi tanaman kopi yang baru, menghilangkan cabang yang tidak dikehendaki seperti cabang tua, memudahkan intersepsi cahaya matahari, memperlancar aliran udara dalam tajuk, memudahkan pengendalian hama penyakit, mengurangi terjadinya perubahan hasil panen tanaman kopi yang tidak menentu (fluktuatif), serta mengurangi pembuahan yang berlebih (Hulupi dan Martini, 2013). Hasil penelitian Mulyono *et al.* (2016), menunjukkan bahwa pemangkasan tanaman kopi dapat menghasilkan rata-rata persentase biji normal yang lebih tinggi serta berpengaruh sangat nyata terhadap berat buah merah, berat green bean, persentase biji normal, persentase biji bulat, persentase biji kosong, dan hasil rendemen biji kopi.

Pemupukan yang sesuai dan dilakukan secara rutin setiap tahunnya dapat menjadi faktor yang mempengaruhi produksi tanaman kopi. Tanaman kopi pada

perlakuan HC dan BAU dilakukan pemupukan setiap tahunnya sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik dapat dilihat dari hasil produksi yang lebih tinggi dibanding perlakuan LC dan MC. Rekomendasi dosis pupuk organik yang optimal agar tanaman kopi dapat tumbuh dengan baik yaitu sekitar 10-20 kg/pohon/tahun yang dilakukan minimal dua kali dalam setahun, yaitu pada awal dan pada akhir musim hujan (Hadi *et al.*, 2014). Pengelolaan lain yang penting dalam produksi tanaman kopi yaitu pengendalian organisme pengganggu tanaman. Perlakuan HC dan BAU merupakan perlakuan yang melakukan pengendalian OPT khususnya pengendalian gulma disekitar tanaman kopi. Keberadaan gulma yang berlebihan dapat berdampak negatif pada produksi tanaman kopi.

4.2.2 Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Produksi Tanaman Kopi

Tanaman kopi merupakan tanaman yang membutuhkan naungan untuk pertumbuhan dan perkembangannya sehingga hasil produksi yang di dapatkan dari tanaman kopi memiliki kuantitas dan kualitas yang tinggi. Budidaya tanaman kopi yang saat ini yang mulai banyak dilakukan adalah budidaya tanaman kopi dengan sistem agroforestri. Sistem agroforestri dapat membuat kondisi iklim mikro disekitar tanaman menjadi lebih terjaga sehingga pertumbuhan dan perkembangan tanaman kopi dapat optimal. Pengaturan tingkat naungan dalam budidaya tanaman kopi dalam sistem agroforestri dapat meningkatkan produksi tanaman kopi dan kualitas biji kopi melalui berbagai mekanisme seperti menjaga keanekaragaman hayati yang berguna sebagai polinator dan musuh alami serta menjaga kondisi iklim mikro (Nesper *et al.*, 2017).

Perbedaan tingkat manajemen pada budidaya tanaman kopi dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman kopi sehingga hasil panen per tanaman antara perlakuan memiliki hasil yang berbeda. Kondisi lingkungan juga dapat mempengaruhi hasil produksi pada tanaman kopi. Plot perlakuan antara LC, MC, HC, dan BAU berada pada lokasi yang berbeda namun tetap dalam satu kawasan. Perbedaan lokasi ini dapat membuat kondisi lingkungan disekitar tanaman atau iklim mikro memiliki nilai yang berbeda walaupun tidak terlalu jauh perbedaannya. Perbedaan kondisi iklim mikro juga terjadi karena pada setiap plot perlakuan memiliki persentase naungan yang berbeda (Lampiran 9), jarak tanam yang berbeda sehingga jumlah populasi tanaman kopi dalam setiap plot berbeda,

serta pengaruh manajemen atau pengelolaan tanaman kopi seperti pemangkasan, dan pengendalian gulma. Kondisi iklim mikro yang tercatat dalam penelitian ini yaitu intensitas cahaya matahari, suhu udara, dan kelembaban udara. Perbedaan kondisi iklim mikro pada setiap plot perlakuan dapat mempengaruhi proses fisiologis pada tanaman kopi.

Perbedaan intensitas matahari disetiap perlakuan akan berpengaruh pada absorpsi cahaya matahari pada tanaman yang berdampak pada hasil fotosintesis yang dihasilkan oleh tanaman. Perbedaan hasil fotosintesis ini akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman sehingga mempengaruhi produksi pada tanaman kopi. Proses fotosintesis sangat mempengaruhi produksi tanaman kopi dikarenakan hasil dari proses fotosintesis yang berupa fotosintat akan disimpan pada buah yang dihasilkan oleh tanaman kopi. Penelitian yang dilakukan Pompelli *et al.* (2010), dapat diketahui bahwa pertumbuhan tanaman kopi di bawah naungan 50% yang memiliki intensitas cahaya matahari yang lebih rendah memiliki nilai laju fotosintesis lebih tinggi dibandingkan pertumbuhan tanaman yang tumbuh di bawah sinar matahari penuh. Hasil penelitian Bote dan Struik (2011) dapat diketahui bahwa tanaman kopi yang ditanam di bawah naungan dengan intensitas cahaya yang lebih rendah dibanding tanpa naungan memiliki nilai laju fotosintesis yang lebih tinggi serta memiliki luas daun dan laju pertumbuhan relatif lebih tinggi. Hasil penelitian tersebut serupa terhadap hasil pada perlakuan BAU memiliki nilai intensitas cahaya yang lebih rendah dibanding perlakuan lainnya namun memiliki hasil panen per tanaman yang lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap bobot panen total per tanaman adalah 52,26%.

Suhu udara sangat berperan penting dalam proses fisiologis pada tanaman kopi karena suhu udara berperan dalam kinerja hormon dan enzim pada tanaman (Shawn *et al.*, 2011). Suhu udara disekitar tanaman kopi juga dapat memberikan pengaruh secara tidak langsung pada ketersediaan unsur hara pada tanah, Suhu udara secara tidak langsung dapat mempengaruhi kadar air dalam tanah sehingga nilai EC pada tanah menjadi lebih tinggi yang mengakibatkan unsur hara dalam tanah menjadi tidak tersedia sehingga tidak bisa diserap oleh tanaman. Suhu udara pada penelitian ini memiliki pengaruh yang cukup kecil terhadap hasil panen per

tanaman. Suhu lebih berperan terhadap proses pembungaan pada tanaman kopi. Secara tidak langsung suhu dapat menyebabkan kehadiran polinator yang berguna dalam pembungaan tanaman kopi (Boreux *et al.*, 2013). Suhu udara optimal yang dibutuhkan tanaman kopi agar laju fotosintesis pada tanaman kopi dapat optimal adalah sekitar 20-25°C (Batista-santos *et al.*, 2011).

Hasil penelitian Prasetyo *et al.* (2017) diketahui bahwa suhu udara memiliki pengaruh sekitar 40% terhadap produksi tanaman kopi. Suhu udara dapat mempengaruhi tanaman dalam proses fisiologis dalam tanaman. Proses fisiologis dapat seperti proses fotosintesis, respirasi dan translokasi fotosintat, serta suhu dapat berperan dalam mempercepat reaksi suatu enzim, dimana makin tinggi suhu maka reaksi makin cepat hingga menyentuh titik optimum, sehingga sistem enzim berfungsi baik dan stabil dalam waktu yang lama pada suhu yang optimum (Ashari, 2004). Suhu yang terlalu rendah dapat meningkatkan defoliasi (mortalitas) pada daun dan dapat menurunkan laju fotosintesis pada tanaman kopi sehingga produksi tanaman kopi kurang optimal (Rodriguez *et al.*, 2011). Suhu yang rendah dapat menghambat penyerapan air dan nutrisi ke dalam tanaman (Batista-santos *et al.*, 2011). Suhu yang rendah juga mempengaruhi hampir semua komponen fotosintesis, karena dapat mengurangi konduktansi stomata, memicu perubahan dalam kompleks pigmen dan hilangnya efisiensi fotokimia (Ensminger *et al.*, 2006)

Kelembaban udara erat kaitannya terhadap suhu udara. Suhu udara yang tinggi akan mengakibatkan kelembaban akan semakin rendah. Kelembaban udara dapat memiliki pengaruh dalam proses fisiologis tanaman. Suhu dan Kelembaban udara memiliki pengaruh terhadap proses hormonal pada tanaman sehingga dapat mempengaruhi perubahan fase vegetatif tanaman menjadi fase generatif. Penelitian ini menunjukkan bahwa suhu udara tidak terlalu berpengaruh terhadap hasil panen per tanaman kopi. Suhu yang tinggi dan kelembaban udara yang rendah dapat meningkatkan proses transpirasi dalam tanaman sehingga menyebabkan kandungan air dalam tanaman berkurang atau deficit air dalam tanaman. Defisit air yang terjadi dalam tanaman akan membuat tanaman menutup sebagian atau seluruh stomatanya dan meningkatkan ketahanan mesofil dalam daun sehingga karbondioksida dapat terhambat terserap dalam tanaman yang menyebabkan proses fotosintesis terhambat (Tibbitts, 1979).

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian tingkat manajemen budidaya yang berbeda pada tanaman kopi dalam sistem agroforestri dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perbedaan manajemen budidaya yang dilakukan pada setiap perlakuan memberikan pengaruh secara nyata terhadap hampir seluruh variabel pengamatan. Tanaman kopi pada perlakuan *Low Management Coffee* (LC) memiliki rerata jumlah cabang tidak produktif, dan rerata jumlah ruas per cabang yang lebih tinggi dibanding perlakuan lain. Perlakuan *Medium Management Coffee* (MC) memiliki bobot segar dan kering 100 buah yang lebih tinggi daripada perlakuan lain. Tanaman kopi pada perlakuan *High Management Coffee* (HC) memiliki rerata jumlah cabang produktif yang lebih tinggi dibanding semua perlakuan. Tanaman kopi pada perlakuan *business as usual* (BAU) memiliki panjang cabang, jumlah cluster, jumlah buah per tanaman, jumlah buah per cluster, hasil panen per tanaman yang lebih tinggi dari seluruh perlakuan.
2. Hasil produksi tanaman kopi dapat dilihat pada hasil panen per tanaman. Hasil panen per tanaman pada perlakuan *business as usual* (BAU) memberikan hasil yang lebih tinggi daripada perlakuan lain. Rerata hasil panen pada perlakuan BAU adalah sebesar 3473,39 gram per tanaman.
3. Perlakuan *business as usual* (BAU) merupakan perlakuan terbaik yang dapat dijadikan rekomendasi pada manajemen budidaya tanaman kopi khususnya di kawasan UB Forest.

5.2 Saran

Penelitian ini dapat menjadi dasar untuk penelitian lanjutan tentang produksi tanaman kopi secara agroforestri di UB Forest. Penelitian lanjutan perlu dilakukan seperti penelitian tentang pengaruh pemangkasan pada tanaman kopi dan pengaturan persentase naungan pada tanaman kopi sehingga dapat menjadikan rekomendasi lanjutan kepada petani kopi di UB Forest demi meningkatkan produksi kopi di UB Forest.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfen, N. K. Van. 2014. Encyclopedia of Agriculture and Food Systems. Elsevier. California. p. 195-200.
- Arif, M. C. W., M. Tarigan, R. Saragih, I. Lubis, dan F. Rahmadani. 2011. Panduan Sekolah Lapang Budidaya Kopi Konservasi, Berbagi Pengalaman dari Kabupaten Dairi Provinsi Sumatera Utara. Conservation International. Jakarta. 59 pp.
- Ariyanto, Sukardi. 2017. Agroforestri Berbasis Kopi. Training of Trainer (ToT) Budidaya Kopi Arabika Gayo secara Berkelanjutan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP). Aceh. p. 1-6.
- Ashari, S. 2004. Biologi Reproduksi Tanaman Buah-Buahan Komersial. Bayumedia Publishing. Malang. pp. 85-88.
- Batista-santos, P. F.C. Lidon, A. Fortunato, A.E. Leitão, E. Lopes, F. Partelli, A.I. Ribeiro, J.C. Ramalho. 2011. The Impact of Cold on Photosynthesis in Genotypes of *Coffea* Sp. Photosystem Sensitivity, Photoprotective Mechanisms and Gene Expression. J. Plant Physiol. Vol. 168 (2011): 792-806.
- Boreux, V., C. G. Kushalappa, P. Vaast, and J. Ghazoul. 2013. Interactive Effects Among Ecosystem Services and Management Practices on Crop Production: Pollination in Coffee Agroforestry Systems. J. Proc. Natl. Acad. Sci. Vol. 110: 8387–8392.
- Bote, A. D., V. Jan. 2017. Tree Management and Environmental Conditions Affect Coffee (*Coffea arabica* L.) Bean Quality. J. NJAS - Wageningen J. of Life Sci. Vol. 83: 39-46.
- Campanha, M. M., R. H. S. Santos, G. B. de Freitas, H. E. P. Martinez, S. L. R. Garcia and F. L. Finger. 2004. Growth and Yield of Coffee Plants in Agroforestry and Monoculture Systems in Minas Gerais, Brazil. J. Agroforestry Systems Vol. 63: 75–82.
- Dufour, B. P., I. W. Kerana, F. Ribeyre. 2019. Effect of Coffee Tree Pruning on Berry Production and Coffee Berry Borer Infestation in the Toba Highlands (North Sumatra). J. Cro. Pro. Vol. 122: 151-158.
- Ensminger, I., F. Busch dan N. P. A. Huner. 2006. Photostasis and Cold Acclimation: Sensing Low Temperature Through Photosynthesis. J. Physiologia Plantarum Vol. 126: 28–44.
- Hadi, H. B. Hudoro, M. Novariyanthy, I. I. Tanjung, Mutowil, M. I. Soedjana, I. Mulyono. 2014 . Pedoman Teknis Budidaya Kopi yang Baik. Permentan No. 49/Permentan/OT.140/4/2014. Kementerian Pertanian Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta.
- Hairiah, K., M. A. Sardjono, S. Sabarnurdin. 2003. Pengantar Agroforestri. World Agroforestry Centre (ICRAF). Bogor. 44 pp.

- Hulupi, R., dan E. Martini. 2013. Pedoman Budi Daya dan Pemeliharaan Tanaman Kopi di Kebun Campur. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Jember.
- Jose, Shibu. 2009. Agroforestry for Ecosystem Services and Environmental Benefits: An Overview. *J. Agrofor. Syst.* Vol. 76: 1–10.
- Klein, A. M., B. E. Vaissiere, J. H. Cane, I. S. Dewenter, S. A. Cunningham, C. Kremen, and T. Tscharntke. 2007. Importance of Pollinators in Changing Landscapes for World Crops. *J. Proc. R. Soc. B* Vol. 274: 303–313.
- Monroy, L. B., J. Tzanopoulos, S.G. Potts. 2015. Agriculture, Ecosystems and Environment. *J. Agr. Ecos. and Env.* Vol. 211: 145–154.
- Morais, L. E., P. C. Cavatte, E. F. Medina, P. E. M. Silva, S. C. V. Martins, P. S. Volpi, S. A. Júnior, J. A. M. Filho, C. P. Ronchi, And F. M. Damatta. 2012. The Effects of Pruning at Different Times on the Growth, Photosynthesis and Yield of Conilon Coffee (*Coffea canephora*) Clones with Varying Patterns of Fruit Maturation in Southeastern Brazil. *J. Expl. Agric.* Vol. 48(2): 210-221.
- Mulyono, Hairunnas, dan Kaslil. 2016. Akibat Pola Pemangkasan terhadap Kualitas dan Rendemen Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.). *J. Ilmiah Research Sains* Vol. 2 (3): 53-68.
- Munaf, Triawan. 2017. Retas: Aroma Kopi Nusantara Vol. 5. Kompas Gramedia. Jakarta Pusat. p. 3-7.
- Nesper, M., C. Kueffer, S. Krishnan, C. G. Kushalappa, J. Ghazoul. 2017. Shade Tree Diversity Enhances Coffee Production and Quality in Agroforestry Systems in The Western Ghats. *J. Agric. Ecos. and Envi.* Vol. 247 (2017): 172–181.
- Pinto, L. S., I. Perfecto, J. C. Hernandez, J. C. Nieto. 2000. Shade Effect on Coffee Production at The Northern Tzeltal Zone of The State of Chiapas, Mexico. *J. Agric. Ecos. and Envi.* Vol. 80 (2000): 61–69.
- Pompelli, M. F., S. C. V. Martins, E. F. Celin, M. C. Ventrella, and F. M. DaMatta. 2010. What Is The Influence of Ordinary Epidermalcells and Stomata on The Leaf Plasticity of Coffee Plantsgrown Under Full-Sun and Shady Conditions? *Brazilian. J. of Bio.* Vol. 70 (4): 1083-1088.
- Prasetyo, S. B., N. Aini, dan M. D. Maghfoer. 2017. Dampak Perubahan Iklim terhadap Produktivitas Kopi Robusta (*Coffea Robusta*) di Kabupaten Malang. *J. Produksi Tanaman* Vol. 5 (5): 805 – 811.
- Prastowo, B., E. Karmawati, Rubijo, Siswanto, C. Indrawanto, S. J. Munarso. 2010. Budidaya dan Pasca Panen Kopi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor.
- Rodríguez, D., J. R. Cure, J. M. Cotes, A. P. Gutierrez, F. Cantor. 2011. A Coffee Agroecosystem Model: I. Growth and Development of The Coffee Plant. *J. Eco. Modelling* Vol. 222 (2011): 3626-3639.

- Steiman, S., T. Idol, H.C. Bittenbender, Loren Gautz. 2011. Shade Coffee in Hawai'i – Exploring some Aspects of Quality, Growth, Yield, and Nutrition. *J. Scientia Horticulturae* 128: 152–158.
- Subandi, Muhammad. 2011. *Budidaya Tanaman Perkebunan (Bagian Tanaman Kopi)*. Gunung Djati Press. Bandung. p. 3-30.
- Tibbitts, T.W. 1979. Humidity and Plants. *J. Bio. Sci.* Vol. 29 (6): 358-363.
- Wintgens, J. Nicolas. 2004. *Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Germany. p. 3-11.
- Yuliasmara, F., N. P. Erdiansyah. 2016. Sistem Pangkas Kopi di Indonesia. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*. Jember. p. 13-18.

