

## KARAKTER FISILOGIS KLON KOPI ROBUSTA BP 358 PADA JENIS PENAUNG YANG BERBEDA

Umami Sholikhah<sup>1)</sup>, Dena Ari Munandar<sup>1)</sup>, Andri Pradana S.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Jember

### ABSTRACT

Shade plants for coffee plantation generally use dadap, lamtoro and others. Today there many change the use of shade plant from lamtoro to sengan because economic value and increasing demand for sengan wood. Due to the changing in different type of shade plant cause affect on coffee plantation microclimate. On the coffee plantation also use some coffee clones. The differences type of shade and coffee clones can affect the differences physiological and morphological characters of coffee plant that affect the production. The aim of this research is expected to give information about physiological characters of robusta coffee clones in different shade plant, factors that affect the robusta coffee photosynthesis process, the relationship of photosynthesis with the production and robusta coffee clones that have high production. This research was conducted in coffee plantation at Sidomulyo village, the district of Silo, Jember regency located at a 560 meters above sea level. This research was done on May up to June 2011. The area determination method was chosen based on the consideration that Sidomulyo village is one of the popular coffee producer in Jember. The experiment used field experiment with the quadrant method use to observation and collect the data of 12 years old BP 358. The support parameter observed were light intensity, temperature, humidity and assessed fruit production. The data from the observation were reproduction branch than photosynthesis activity. The result showed coffee clones BP 358 with sengan shade had higher photosynthesis activity than lamtoro shade. The photosynthesis activity was more affected by the stomatal conductivity and the light intensity.

Keyword: Physiological Characters, Coffee Clones BP 358, Types of Shade

### PENDAHULUAN

Kopi di Indonesia merupakan salah satu komoditas unggulan perkebunan karena menyumbang devisa negara sebesar USD 521,3 juta pertahun. Produksi biji kopi Indonesia mencapai 674.800 ton pada tahun 2005 yang diperoleh dari areal seluas 1.302.042 Ha dengan komposisi 91,05% dari jenis kopi Robusta dan 8,95% dari jenis kopi Arabika (Susilo, 2008). Sebagian besar kopi yang dihasilkan di Indonesia berasal dari kebun rakyat. Dalam perkembangannya hingga saat ini, kopi yang dihasilkan oleh rakyat seringkali menghadapi beberapa masalah yang mengganggu dalam pelaksanaan kegiatan budidaya. Salah satu masalah yang ada dipetani yaitu keterbatasan pengetahuan dan ketrampilan dalam teknologi budidaya tanaman kopi (Pusat Penelitian Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, 2008). Kopi robusta dapat dibudidayakan pada ketinggian optimum 400-800 m diatas permukaan laut dengan temperatur rata-rata 21-24°C, sedangkan kopiarabika dapat dibudidayakan pada ketinggian optimum 800-1500 m diatas permukaan laut dengan temperatur 17-21°C. Kedua jenis kopi ini membutuhkan curah hujan optimum sebesar 2000-3000 mm/th dengan  $\pm$  3 bulan kering, tetapi dengan hujan kiriman yang cukup (Yahmadi, 2007). Tanaman kopi merupakan tanaman C3 yang memiliki karakteristik berbeda dengan tanaman C4 dalam memanfaatkan cahaya matahari (Carelli *et al.*, 2003). Tanaman C3 membutuhkan intensitas cahaya yang tidak penuh untuk dapat tumbuh optimal (Sanger, 1998). Tanaman C4 mampu meningkatkan fotosintesis hingga cahaya yang sangat terik, sedangkan tanaman C3 mencapai kejenuhan sebelum cahaya penuh/terik (Gardner *et al.*, 1991).

Kopi dapat ditanam tanpa penangung namun hal tersebut akan mengakibatkan

kebutuhan nutrisi dalam jumlah yang besar, umur ekonomi berkurang dan perlunya pengelolaan yang lebih intensif (Nursal *et al.*, 2003). Untuk menciptakan kondisi lingkungan dengan intensitas cahaya tidak lebih dari 60% yang optimum untuk pertumbuhan kopi, maka digunakan tanaman penaung dalam budidaya kopi di Indonesia (Prawoto, 2007; Yulianti *et al.*, 2007). Tanaman penaung berperan penting dalam sistem produksi kopi berkelanjutan (Evizal dkk., 2009). Penaung dalam budidaya kopi berperan sebagai pengendali iklim mikro agar pertumbuhan kopi menjadi optimal (Soedradjad dan Syamsunihar, 2010). Keberadaan tanaman penaung akan berpengaruh terhadap intensitas cahaya yang diterima tanaman. Penggunaan tanaman penaung untuk kopi disesuaikan dengan lokasi, nilai ekonomis, kecepatan tumbuh, sifat tajuk dan kebutuhan ekonomi petani (Amarta, 2010). Tanaman penaung untuk tanaman kopi umumnya menggunakan lamtoro, dadap, dan sengon (Soedradjad dan Syamsunihar, 2010).

Pada awalnya penggunaan tanaman penaung di Indonesia lebih banyak menggunakan lamtoro. Dadap sedikit digunakan karena tajuknya sulit diatur, sedangkan sengon hanya digunakan pada daerah tinggi saja dimana lamtoro tumbuh lambat (Yahmadi, 2007). Namun saat ini nilai ekonomis dan permintaan kayu sengon meningkat sehingga petani telah banyak menggunakan sengon sebagai penaung. Hal ini menyebabkan terjadi pergeseran penggunaan tanaman penaung kopi dari lamtoro ke sengon. Lamtoro dan sengon memiliki karakter agronomis yang berbeda yaitu pada tinggi tanaman, bentuk daun, sifat tajuk, dan kondisi tajuk akibat kegiatan pemangkasan. Lamtoro mampu mencapai tinggi 20 m, namun kebanyakan hanya hingga 10 m sedangkan sengon mampu mencapai tinggi hingga 40 m dengan tinggi batang bebas cabang mencapai 20 m (Yahmadi, 2007; Hartoyo, 2010).

Lamina daun lamtoro memiliki ukuran panjang 1,5 cm dan lebar 0,4 cm, sedangkan lamina daun sengon memiliki ukuran panjang 2 cm dan lebar 0,5 cm (Haerani, 2010). Letak percabangan lamtoro antara 3 – 3,5 m dan

percabangannya diatur secara rutin dengan kegiatan pemangkasan sedangkan sengon tidak dilakukan kegiatan pemangkasan (Yahmadi, 2007; Hartoyo, 2010). Perbedaan karakter agronomis lamtoro dan sengon berpengaruh terhadap iklim mikro pada pertanaman kopi (Soedradjad dan Syamsunihar, 2010). Intensitas dan kualitas cahaya berperan penting dalam pertumbuhan tanaman. Pada proses fotosintesis tanaman kopi, kualitas dan kuantitas cahaya yang sampai pada tanaman sangat penting. Hal ini dikarenakan tanaman kopi adalah tanaman C3 yang membutuhkan intensitas cahaya tidak penuh untuk dapat tumbuh optimal.

Tanaman kopi akan melakukan fotosintesis dengan baik apabila cahaya matahari yang diterima tidak lebih dari 60% (Prawoto, 2007). Fotosintesis adalah proses pembentukan bahan organik dari bahan anorganik pada tumbuhan yang terjadi dengan bantuan cahaya (Hopkins, 1995; Whiting, 2010). Setiap klon kopi memiliki karakter fisiologi dan agronomis yang berbeda sehingga menyebabkan adanya perbedaan aktifitas fotosintesis yang berpengaruh terhadap produksi akhir (Campostrini and Maestri, 1998). Hasil penelitian Dwiyo, (2011) menunjukkan bahwa hasil fotosintesis kopi robusta pada penaung berbeda dipengaruhi oleh intensitas cahaya, suhu, kandungan klorofil, konduktivitas stomata dan kandungan N pada daun. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa hasil fotosintesis pada pertanaman kopi dibawah naungan sengon lebih tinggi daripada dibawah naungan lamtoro. Pada penelitian ini diamati klon kopi robusta BP 358 yang sudah berproduksi berumur 12 tahun dengan penaung lamtoro berumur dan sengon berumur 3 tahun yang terdapat di perkebunan kopi rakyat. Klon BP 358 memiliki perawakan yang sedang sedangkan Daun klon BP 358 memiliki bentuk bulat telur berwarna hijau mengkilat sedangkan Potensi produksi klon BP 358 mencapai 800 - 1700 kg kopi biji/ha/th sedangkan klon BP 409 mencapai 1000 - 2300 kg kopi biji/ha/th (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2009).

Pada perkebunan kopi rakyat digunakan beberapa klon kopi robusta dan jenis penaung yang berbeda. Hal ini dapat mengakibatkan produksi dari masing - masing klon berbeda karena perbedaan iklim mikro. Hal tersebut yang mendasari perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut terhadap karakter fisiologi tanaman kopi khususnya hasil fotosintesis klon kopi pada penaung yang berbeda sebagai salah satu indikator produksi tanaman kopi robusta.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter fisiologis klon kopi robusta dengan jenis penaung berbeda, pengaruh kondisi lingkungan, karakter fisiologis dan agronomis terhadap proses fotosintesis

## METODE PENELITIAN

### Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di kebun kopi rakyat di desa Sidomulyo, kecamatan Silo, kabupaten Jember. Lokasi penelitian berada pada ketinggian 560 m dpl. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Mei 2011 hingga Juni 2011. Penentuan daerah penelitian ditetapkan dengan pertimbangan bahwa desa Sidomulyo merupakan desa penghasil kopi rakyat di kabupaten Jember.

### Bahan dan Alat Percobaan

Bahan penelitian ini menggunakan tanaman klon kopi robusta BP 358 berumur 12 tahun dengan jarak tanam 2 x 3 meter pada dua jenis naungan, yaitu lamtoro berumur 13 tahun dan sengon berumur 3 tahun dengan jarak tanam 6 x 6 meter. Alat - alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. *Photosynthesis Yield Analyzer* (MINI-PAM) WALZ untuk mengukur hasil fotosintesis
2. *Chlorophyllmeter* (2009P SPAD-502) KONICA MINOLTA untuk mengukur index klorofil daun.
3. Termometer bola basah - bola kering untuk mengukur suhu dan kelembaban relatif.
4. *Lux Meter* (LX-1010B) untuk mengetahui intensitas cahaya.
5. *Leaf Porometer* (SC-1) DECAGON untuk mengukur daya hantar stomata.

6. *Mikroskop* (H-600) HUND WETZLAR untuk menghitung jumlah stomata pada daun.

7. *Planimeter* (KP90N) PLACOM untuk mengukur luas daun.

### Metode Percobaan

Percobaan dilakukan melalui observasi beberapa sampel tanaman kopi dengan membedakan klon kopi dan jenis tanaman penaung. Pengambilan data menggunakan metode Kuadran untuk menentukan sampel dilahan kopi. Cara penentuan sampel dengan metode kuadran adalah sebagai berikut :

- 1) Menarik garis lurus sesuai dengan kontur lereng, dengan panjang 40 m dan lebar 10 m sebagai plot penelitian pada setiap lahan kopi dengan masing - masing tanaman penaung (Hairiah *et al.*, 2001)
- 2) Menentukan 3 titik dalam plot dengan ukuran 10 m x 10 m, sebagai sub plot.
- 3) Menentukan 2 tanaman kopi klon BP 358 disetiap sub plot sebagai sampel tanaman yang diamati. Tanaman dipilih yang tumbuh normal dengan tajuk mengarah ke empat arah mata angin (Hairiah dan Subekti, 2007)

Data hasil observasi di analisis statistik dengan membandingkan *standar error* rata - rata pada masing-masing nilai rata - rata setiap parameter (Clewer dan Scarisbrick, 2006).

### Metode Pengumpulan Data

Pengambilan data laju fotosintesis dan semua parameter tanaman pada klon kopi robusta BP 358 dengan penaung yang berbeda dilakukan secara langsung disetiap tanaman ulangan. Tanaman kopi yang diamati sebanyak 24 tanaman yang dibagi kedalam 3 sub plot pada masing - masing perlakuan tanaman. Pengambilan data dari semua parameter dilakukan sebanyak tiga kali setiap tiga hari dan dilakukan pada pukul 08.00 hingga 12.00

### Parameter Pengamatan

Pada penelitian ini digunakan parameter utama dan pendukung. Parameter yang diamati diharapkan dapat menunjukkan pengaruh faktor lingkungan dan tanaman

terhadap fotosintesis dua klon kopirobusta pada jenis penaung yang berbeda.

### Parameter Utama

Parameter utama yang diamati dalam penelitian ini antara lain hasil fotosintesis, kandungan klorofil daun, kandungan nitrogen daun, konduktivitas stomata, kerapatan stomata daun dan luasdaun.

#### 1. Hasil fotosintesis

Pengukuran hasil fotosintesis menggunakan alat *Photosynthesis Yield Analyzer (MINI-PAM)*.

Metode pengambilan data yang dilakukan untuk mengetahui hasil fotosintesis dengan menggunakan *Photosynthesis Yield Analyzer (MINI-PAM)* pada penelitian ini merupakan perbaikan metode dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Dwiyono (2011) mengenai “Studi Sifat Fisiologis Tanaman KopiRobusta Berbeda Tanaman Penaung di Lereng Gunung Gending Desa Sidomulyo Kecamatan Silo Jember” pada tahun 2010 yang hanya menggunakan bagian atastanamankopi sehingga data hasil fotosintesis dinilai kurang tepat karena tidakdilakukan pada bagian atas, tengah dan bawah tanaman yang mewakili keseluruhan bagian tanaman kopi.

#### 2. Kandungan klorofil daun

Pengukuran kandungan klorofil daun menggunakan alat *Chlorophyllmeter SPAD-502*.

#### 3. Kandungan Nitrogen daun

Pengukuran kandungan nitrogen daun menggunakan alat *Chlorophyllmeter SPAD-502*.

#### 4. Konduktivitas stomata

Pengukuran konduktivitas stomata dilakukan dengan menggunakan *Leaf Porometer SC-*

#### 5. Kerapatan stomata daun

Pengamatan iklim mikro yang dilakukan pada petak penelitian tanaman kopirobusta dengan penaung berbeda meliputi suhu, kelembaban relatif dan intensitas

Pengukuran kerapatan stomata daun dilakukan dengan menggunakan *Mikroskop*. Dan kerapatan stomata dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut ; Kerapatan Stomata = Jumlah stomata hasil pengamatan mikroskop 0,027621 mm<sup>2</sup>

#### 6. Luas daun

Pengukuran luas daun dilakukan dengan menggunakan *Planimeter KP90N*. Nilai luas daun dinyatakan dalam satuan cm<sup>2</sup>.

### Parameter Pendukung

Parameter pendukung yang diamati antara lain intensitas cahaya, suhu, kelembaban, dan taksasi produksi buah.

#### 1. Pengukuran itensitas cahaya

Pengukuran intensitas cahaya dilakukan dengan menggunakan *Lux MeterLX-1010B*.Jadi persentase intensitas cahaya (%) yang didapat merupakan presntasecahaya yang diterima tajuk tanaman kopi.

#### 2. Suhu dan Kelembaban Relatif

Pengukuran suhu dan kelembaban relatif dilakukan dengan menggunakan thermometer bola basah dan bola kering.Nilai suhu dan kelembaban relatif dinyatakan dalam satuan oC dan % (persen).

#### 3. Taksasi produksi buah

Nilai produksi tanaman dapat diketahui dengan melakukan taksasi produksi buah pada klonkopi robusta.

### Pengolahan dan Interpretasi Data

Pengolahan dan penyajian data hasil pengamatan menggunakan software“Microsoft Excel2007”.Data perbandingan SEM (*Standart error of the mean*) dari masing – masing perlakuan dan hubungan antara hasil fotosintesis denganparameter lainnya disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Iklim Mikro Selama Masa Penelitian

cahaya.Kondisi iklim mikro selama waktu percobaan disajikan pada tabel 1.

Tabel1. Kondisi iklim mikro (kelembaban, suhu dan intensitas cahaya) pada pertanaman kopi robusta dengan penaung lamtoro dan sengon.

Naungan	Kelembaban relatif (%)	Suhu (C)	Intensitas Cahaya (%)
Lamtoro	83.75 a	24.00 ab	79.55a
Sengon	81.96 ab	24.68 a	52.25b

Berdasarkan pengamatan selama berlangsungnya percobaan, diketahui iklim mikro dengan penaung lamtoro memiliki nilai kelembaban relatif 83,75%, suhu 24°C dan intensitas cahaya 79,55 persen. Sedangkan iklim mikro dengan penaung sengon memiliki nilai kelembaban relatif 81,96%, suhu 24,68°C dan intensitas cahaya 52,25 persen. Hasil tersebut menunjukkan suhu dan kelembaban pada penaung tidak berbeda nyata, sedangkan nilai intensitas cahaya yang sampai pada pertanaman kopi berbeda nyata.

Suhu harian lokasi pertanaman kopi merupakan suhu yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman kopi yaitu sebesar 20 - 25°C (Shanches *et al.*, 2005). Kelembaban pada dua plot percobaan juga tidak menunjukkan perbedaan. Hal ini menunjukkan perbedaan karakter fisiologis dua klon kopi robusta berbeda penaung pada areal percobaan lebih dipengaruhi oleh perbedaan intensitas cahaya. Perbedaan intensitas cahaya akan berpengaruh terhadap hasil fotosintesis yang terjadi pada dua klon kopi robusta (Kumar and Tieszen, 1980). Perbedaan intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman kopi robusta dikarenakan perbedaan penaung yang digunakan. Penaung sengon dan lamtoro memiliki perbedaan dalam bentuk dan ukuran daun serta tajuknya sehingga menyebabkan intensitas cahaya yang diloloskan hingga sampai pada tanaman kopi robusta berbeda.

### **Karakter Fisiologis dan Agronomis Kopi Robusta Yang Diteliti**

Karakter fisiologis dan agronomis yang diamati dalam penelitian ini antaralain hasil fotosintesis, kandungan klorofil daun, kandungan nitrogen daun, konduktivitas stomata, kerapatan stomata daun dan luas daun.

### **Hasil fotosintesis**

Pengamatan hasil fotosintesis yang dilakukan pada jam 08.00 – 12.00 dengan kisaran suhu antara 23,57 – 26,71°C untuk penaung lamtoro dan sengon 23,14 -27,54°C

Berdasarkan pengamatan selama berlangsungnya percobaan, diketahui nilai hasil fotosintesis (Fv/Fm) kopi klon BP 358 dengan penaung lamtoro sebesar 0,64. Sedangkan hasil fotosintesis (Fv/Fm) kopi klon BP 358 dengan penaung sengon sebesar 0,71. Hasil tersebut menunjukkan hasil fotosintesis dari setiap perlakuan berbeda nyata dengan perlakuan yang lain. Hasil fotosintesis klon dengan penaung sengon memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan penaung lamtoro. Tanaman kopi robusta akan melakukan fotosintesis dengan baik apabila cahaya matahari yang diterima tidak lebih dari 60 persen (Prawoto, 2007). Intensitas cahaya yang terlalu tinggi atau rendah akan menyebabkan fotosintesis tidak optimal. Perbedaan intensitas cahaya yang diterima tanaman kopi karena adanya tanaman penaung berpengaruh terhadap hasil fotosintesis (Kumar and Tieszen, 1980). Intensitas cahaya tanaman kopi dengan penaung lamtoro selama berlangsungnya percobaan melebihi intensitas cahaya optimum untuk berlangsungnya fotosintesis tanaman kopi, sedangkan pada penaung sengon mendekati nilai intensitas cahaya optimum. Intensitas cahaya yang terlalu tinggi dapat menyebabkan fotorespirasi lebih besar dibandingkan hasil fotosintesis karena tanaman kopi merupakan tanaman C3 (Gardner *et al.*, 1991). Penelitian mengenai keterkaitan antara intensitas cahaya dengan hasil fotosintesis telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Hasil penelitian Pompelli *et al.*, (2010) menunjukkan adanya perbedaan hasil fotosintesis (Fv/Fm) antara tanaman kopi

yang mendapatkan intensitas optimum dengan tanaman kopi yang mendapatkan intensitas cahaya tinggi. Penelitian tersebut menunjukkan tanaman kopi dengan intensitas cahaya optimum memiliki nilai hasil fotosintesis ( $F_v/F_m$ ) yang lebih besar dari pada tanaman kopi dengan intensitas cahaya tinggi. Hal tersebut menunjukkan intensitas cahaya yang diterima tanaman kopi sangat mempengaruhi hasil fotosintesis tanaman.

### **Kandungan Klorofil Daun**

Fotosintesis pada tanaman kopi robusta sangat dipengaruhi oleh kandungan klorofil yang terdapat pada daun. Klorofil berfungsi sebagai penangkap cahaya yang sangat dibutuhkan untuk berlangsungnya fotosintesis. Kandungan klorofil yang tinggi merupakan indikator hasil fotosintesis yang tinggi. Terdapat 2 macam klorofil pada tanaman yaitu klorofil a dan klorofil b (Dwidjoseputro, 1980).

Berdasarkan pengamatan selama berlangsungnya percobaan, diketahui kandungan klorofil a kopi klon BP 358 dengan penaung lamtoro sebesar  $382,76 \mu\text{mol.m}^{-2}$ . Sedangkan kandungan klorofil a kopi klon BP 358 dengan penaung sengon sebesar  $386,46 \mu\text{mol.m}^{-2}$ .

Klorofil a pada daun tampak berwarna hijau-tua. Klorofil a memiliki rumus kimia  $C_{55}H_{72}O_6N_4Mg$ , dengan gugus pengikat  $CH_3$  (Dwidjoseputro, 1980). Klorofil a menyerap cahaya biru-violet dan merah dengan absorpsi maksimum terhadap cahaya dengan panjang gelombang 673 nm (Gardner *et al.*, 1991).

Berdasarkan pengamatan selama berlangsungnya percobaan, diketahui kandungan klorofil b kopi klon BP 358 dengan penaung lamtoro sebesar  $118,58 \mu\text{mol.m}^{-2}$ . Sedangkan kandungan klorofil b kopi klon BP 358 dengan penaung sengon sebesar  $119,66 \mu\text{mol.m}^{-2}$ .

Klorofil b pada daun tampak berwarna hijau-muda. Klorofil b memiliki rumus kimia  $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ , dengan gugus pengikat  $CH$  (Dwidjoseputro, 1980). Klorofil b menyerap cahaya biru dan orange dengan absorpsi

maksimum terhadap cahaya dengan panjang gelombang 455-640 nm (Gardner *et al.*, 1991).

Berdasarkan pengamatan selama berlangsungnya percobaan, diketahui kandungan total klorofil kopi klon BP 358 dengan penaung lamtoro sebesar  $502,70 \mu\text{mol.m}^{-2}$ . Sedangkan kandungan total klorofil kopi klon BP 358 penaung sengon sebesar  $507,46 \mu\text{mol.m}^{-2}$ .

Kandungan klorofil pada daun kopi dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan. Perbedaan klon menyebabkan kandungan klorofil berbeda. Selain itu faktor cahaya sangat berperan penting dalam pembentukan klorofil. Hal ini berkaitan dengan perbedaan penaung yang digunakan sehingga intensitas cahaya yang diterima berbeda. Intensitas cahaya yang tidak terlalu tinggi dengan penaung sengon memungkinkan dan memacu pembentukan klorofil lebih baik daripada tanaman kopi yang menggunakan penaung lamtoro. Intensitas cahaya yang tinggi pada penaung lamtoro berpengaruh buruk pada klorofil karena terkena sinar terus menerus sehingga larutan klorofil berkurang hijaunya (Dwidjoseputro, 1980). Penelitian mengenai kandungan klorofil daun pada kopi robusta telah diteliti oleh beberapa peneliti. Hasil penelitian Pompelli *et al.*, (2010) menunjukkan adanya perbedaan kandungan klorofil daun pada kopi robusta yang mendapatkan intensitas cahaya sebesar 50 dan 100 persen. Nilai kandungan klorofil daun tanaman kopi yang mendapatkan intensitas cahaya sebesar 50% lebih besar dibandingkan dengan tanaman kopi yang mendapatkan intensitas cahaya penuh.

### **Kandungan Nitrogen daun**

Kandungan klorofil daun dan hasil fotosintesis tanaman kopi juga dipengaruhi oleh kandungan nitrogen daun.

Berdasarkan pengamatan selama berlangsungnya percobaan, diketahui kandungan Nitrogen daun kopi klon BP 358 dengan penaung lamtoro sebesar  $1,95 \text{g.m}^{-2}$ . Sedangkan kandungan Nitrogen daun kopi klon BP 358 dengan penaung sengon sebesar  $1,96 \text{g.m}^{-2}$ .

Kandungan Nitrogen yang tinggi merupakan indikator hasil fotosintesis yang tinggi. Hal ini disebabkan karena nitrogen merupakan bahan pembentuk klorofil yang berfungsi menangkap cahaya untuk berlangsungnya fotosintesis (Dwidjoseputro, 1980; Hopkins, 1995). Nitrogen juga merupakan komponen enzim ribulose bis-fosfat (RuBP) karboksilase yang bekerja dalam mereduksi CO<sub>2</sub> menjadi karbohidrat yang terjadi pada reaksi gelap (Gardner *et al.*, 1991; Salisbury and Ross, 1995). Selain itu N merupakan bahan penting penyusun asam amino, amida, nukleotida dan nukleoprotein serta esensial untuk pembesaran dan pembelahan sel untuk pertumbuhan (Gardner *et al.*, 1991).

#### **Daya Hantar / Konduktivitas Stomata**

Jumlah CO<sub>2</sub> yang digunakan dalam fotosintesis akan berpengaruh terhadap hasil fotosintesis. Oleh karena itu daya hantar stomata sangat berpengaruh terhadap hasil fotosintesis. Daya hantar stomata adalah kemampuan stomata dalam melakukan pertukaran gas di daun. Pertukaran gas CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>O serta gas lainnya dipengaruhi oleh perilaku membuka dan menutupnya stomata, konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer, konsentrasi CO<sub>2</sub> pada permukaan daun, konsentrasi CO<sub>2</sub> dalam kloroplas. Berdasarkan pengamatan selama berlangsungnya percobaan, diketahui nilai daya hantar stomata kopi klon BP 358 dengan penaung lamtoro sebesar 95,08 mmol.m<sup>-2</sup>.detik<sup>-1</sup>. Sedangkan daya hantar stomata kopi klon BP 358 dengan penaung sengon sebesar 124,08 mmol.m<sup>-2</sup>.detik<sup>-1</sup>. Hasil tersebut menunjukkan daya hantar stomata dari setiap perlakuan berbeda nyata dengan perlakuan yang lain. Kopi robusta klon BP 358 pada kedua penaung memiliki daya hantar stomata yang lebih tinggi dibandingkan klon BP 36409.

Daya hantar stomata kedua kopi robusta klon dibawah penaung sengon memiliki nilai yang lebih tinggi daripada penaung lamtoro.

Nilai daya hantar stomata yang tinggi menyebabkan pertukaran gas yang digunakan untuk bahan fotosintesis lebih tinggi sehingga

hasil fotosintesisnya lebih baik. Konduktivitas stomata berkaitan dengan perilaku membuka dan menutupnya stomata. Semakin banyak stomata yang terbuka maka memungkinkan terjadinya pertukaran gas yang lebih besar. Terbuka dan menutupnya stomata sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya, suhu, kelembaban transpirasi pada tanaman. Intensitas cahaya akan mempengaruhi suhu dan kelembaban lingkungan yang akan menyebabkan terjadinya transpirasi pada tanaman. Pada saat terjadinya transpirasi stomata akan terbuka dan pada saat itu terjadi pertukaran gas CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>O serta gas lainnya pada stomata (Gardner *et al.*, 1991).

percobaan ini menunjukkan perbedaan iklim mikro hanya pada intensitas cahaya sedangkan suhu dan kelembaban tidak berbeda nyata. Penaung lamtoro meloloskan cahaya hingga 79,55 persen, sedangkan penaung sengon meloloskan cahaya hanya 52,25 persen. Intensitas cahaya yang terlalu tinggi secara terus menerus pada penaung lamtoro akan menyebabkan stomata menutup untuk mencegah kehilangan air pada saat persediaan air terbatas. Menutupnya stomata akan menyebabkan tidak adanya pertukaran gas CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>O. Sedangkan intensitas cahaya optimum yang diterima tanaman kopi dengan penaung sengon memungkinkan nilai daya hantar stomata yang lebih baik dibandingkan dengan penaung lamtoro (Gardner *et al.*, 1991).

Penelitian mengenai daya hantar stomata pada kopi robusta telah diteliti oleh beberapa peneliti. Hasil penelitian Weidner *et al.*, (2000) menunjukkan tanaman kopi yang ternaungi memiliki nilai daya hantar stomata yang lebih baik daripada tidak ternaungi. Penelitian lain menunjukkan kopi robusta yang ternaungi dengan nilai intensitas cahaya 50% dan 80% memiliki nilai daya hantar stomata yang berbeda. Nilai daya hantar stomata terbaik ditunjukkan oleh kopi robusta ternaungi dengan intensitas 50 persen (Carelli *et al.*, 1999).

#### **Kerapatan Stomata Daun**

Stomata memiliki peran yang penting bagi pertukaran gas CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>. Maka jumlah

stomata yang terdapat pada daun berpengaruh terhadap hasil fotosintesis. Kerapatan stomata dalam satuan luas menunjukkan berapa jumlah stomata pada daun tersebut. Berdasarkan pengamatan selama berlangsungnya percobaan, diketahui nilai kerapatan stomata kopi klon BP 358 dengan penaung lamtoro sebesar 442,5 stomata.mm<sup>-2</sup>. Sedangkan kerapatan stomata kopi klon BP 358 dengan penaung sengan sebesar 324,83 stomata.mm<sup>-2</sup>. Hasil tersebut menunjukkan kerapatan stomata kedua klon pada penaung lamtoro berbeda nyata, sedangkan kedua klon pada penaung sengan tidak berbedanya.

Kerapatan stomata dipengaruhi oleh suhu, kelembaban dan intensitas cahaya (Iriawati, 2009). Selain itu kandungan air tanaman yang dapat digunakan tanaman juga mempengaruhi kerapatan stomata daun. Suhu, kelembaban dan intensitas cahaya akan memacu terjadinya transpirasi yang akan menyebabkan aliran air dari tanah kedalam tanaman. Suhu, kelembaban dan intensitas cahaya yang tinggi akan menyebabkan terjadinya transpirasi oleh tanaman dan juga evaporasi pada tanah yang dapat menyebabkan tanaman kehilangan air dalam jumlah besar sehingga mempengaruhi pembelahan dan pembesaran sel (Gardner *et al.*, 1991). Pada kondisi kekurangan air dan intensitas cahaya tinggi, tanaman akan melakukan modifikasi anatomi daun berupa kerapatan stomata lebih tinggi, sel yang berada disekitar lebih kecil ukurannya dan daun menjadi lebih tebal (Morais *et al.*, 2004).

Pada percobaan ini nilai kerapatan stomata daun lebih dipengaruhi oleh intensitas cahaya, sedangkan suhu dan kelembaban pada penaung lamtoro dan sengan tidak berbeda nyata. Intensitas cahaya yang tinggi pada penaung lamtoro akan menyebabkan kerapatan stomata lebih tinggi, sel yang berada disekitar lebih kecil ukurannya dan daun menjadi lebih tebal. Sebaliknya intensitas cahaya yang rendah pada penaung sengan akan menyebabkan kerapatan stomata lebih rendah, sel yang berada disekitar lebih besar ukurannya dan daun menjadi lebih tipis (Morais *et al.*, 2004; Pompelli *et al.*, 2010).

### Luas Daun

Ukuran luas daun memiliki peran dalam fotosintesis yang terjadi pada daun. Hasil fotosintesis per satuan tanaman ditentukan oleh luas daun. Dengan luas permukaan daun yang lebih besar maka memungkinkan menangkap cahaya yang lebih baik pula sehingga memiliki nilai hasil fotosintesis yang lebih tinggi.

Berdasarkan pengamatan selama berlangsungnya percobaan, diketahui nilai luas daun kopi klon BP 358 dengan penaung lamtoro sebesar 131,30 cm<sup>2</sup>. Sedangkan luas daun kopi klon BP 358 dengan penaung sengan sebesar 158,90 cm<sup>2</sup>.

Perbedaan luas daun dipengaruhi karena perbedaan intensitas cahaya, suhu, kelembaban, nitrogen dan kandungan air tanah yang dapat digunakan tanaman. Intensitas cahaya, suhu dan kelembaban berpengaruh terhadap transpirasi yang terjadi pada tanaman dan evaporasi pada tanah. Intensitas cahaya yang tinggi akan menyebabkan air pada tanaman dan tanah lebih banyak menguap. Hal ini akan menyebabkan persediaan air yang dibutuhkan tanaman tidak mencukupi sehingga sel – sel pada daun ukurannya lebih kecil dan mempengaruhi luas daun. Nitrogen juga berpengaruh terhadap luas daun tanaman. Nitrogen dibutuhkan tanaman pada 41 fase *eksponensial* dan pertumbuhan linier. Air dan nitrogen sangat dibutuhkan dalam pertumbuhan dengan cara pembelahan dan pembesaran sel yang terjadi pada jaringan *meristem* (Gardner *et al.*, 1991).

Pada percobaan ini nilai luas daun lebih dipengaruhi oleh intensitas cahaya, sedangkan suhu dan kelembaban pada penaung lamtoro dan sengan tidak berbeda nyata. Dengan intensitas yang tidak terlalu tinggi maka memungkinkan daun untuk melakukan modifikasi pertumbuhan sehingga memiliki ketebalan yang rendah namun ukurannya lebar. Sebaliknya dengan intensitas cahaya yang tinggi daun akan melakukan modifikasi pertumbuhan yang menyebabkan daun memiliki ketebalan yang tinggi namun ukurannya lebih kecil (Lestari, 2005; Morais *et al.*, 2004; Pompelli *et al.*, 2010).



### Produksi Kopi

Hasil fotosintesis merupakan indikator produksi, oleh karena itu dilakukan taksasi produksi buah pada dua klon kopi robusta dengan penaung berbeda. Taksasi produksi yang dilakukan dapat memberikan perkiraan

produksi kopi robusta dalam satuan hektar. Taksasi produksi dilakukan berdasarkan penghitungan cabang produksi, jumlah dompolan/cabang produksi dan jumlah buah/dompolan. Adapun rata-rata dari ketiganya disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Jumlah cabang produksi, dompolan/cabang produksi, buah/dompolan, rata-rata produksi/tanaman dengan penaung berbeda.

Jenis Naungan	Klon Kopi	Cabang (Cabang)	Produksi	Dompolan (Dompol)	Buah/dompolan (Buah)	Produksi (Kg/ tanaman)
Lamtoro	BP 358	39.83		5.50	7.33	0.25
Sengon	BP 358	30.83		5.50	7.33	0.36

Dalam penelitian ini produksi kopi lebih dipengaruhi oleh karakter agronomis dari masing-masing klon kopi. Produksi kopi bergantung pada kondisi lingkungan dan banyak faktor lain yang mempengaruhi. Kondisi lingkungan yang optimum untuk kopi akan menyebabkan produksi tinggi yang berkelanjutan. Intensitas cahaya yang berbeda menyebabkan produktivitas tanaman kopi berbeda. Dalam intensitas cahaya yang tinggi memungkinkan produksi dapat menjadi lebih tinggi namun tidak berkelanjutan apabila tidak didukung dengan asupan nutrisi yang tinggi. Penggunaan penaung yang memberikan intensitas cahaya tidak lebih dari 60% memungkinkan kondisi lingkungan yang optimum dan produksi kopi menjadi tinggi dan berkelanjutan (DaMatta *et al.*, 2007). Luas daun juga sangat berpengaruh terhadap produksi karena daun adalah organ utama berlangsungnya fotosintesis. Dengan jumlah daun, luas daun, dan jumlah cabang yang lebih banyak memungkinkan semakin besarnya tajuk tanaman dan berpengaruh 45 terhadap fotosintesis yang terjadi pada tanaman dan mempengaruhi produksi (Gardner *et al.*, 1991).

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Kopi dibawah penaung sengon memiliki hasil fotosintesis (Fv/Fm) yang lebih tinggi daripada dibawah penaung lamtoro.

2. Hasil fotosintesis lebih dipengaruhi oleh daya hantar stomata dan intensitas cahaya.
3. Hasil fotosintesis yang tinggi pada klon kopi tidak diikuti dengan peningkatan produksi karena luas daun dan cabang produksi tanaman kopi lebih mempengaruhi produksi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Amarta. 2010. Rumah Pembibitan Kopi untuk Kualitas Lebih Baik. *Buletin Agroculture*. <http://www.amarta.net>, diakses pada 1 April 2011.
- Carelli, M.L.C., R.B.Q Voltan, J.I. Fahl and P.C.O Trivelin. 2003. Leaf Anatomy and Carbon Isotope Composition in Coffee Species Related to Photosynthetic Pathway. *Plant Physiol*, 15(1): 19-24.
- Carelli, M.L.C., J.I. Fahl, P.C.O Trivelin and R.B.Q Voltan. 1999. Carbon Isotope Discrimination and Gas Exchange in Coffea Species Grown Under Different Irradiance Regimes. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 11(2): 63-68.
- DaMatta F.M., C.P. Ronchi, M. Maestri and R.S. Barros. 2007. Ecophysiology of Coffee Growth and Production. *Braz. J. Plant Physiol*, 19(4):485-510.

Umami S., Dena A.M., Andri, P. S., : *Karakter Fisiologis Klon Kopi Robusta....*

*Brazilian Archives Of Biologyand Technology*, 47(6): 863-871.56

- Dwiyono A. 2011. *Studi Sifat Fisiologis Tanaman Kopi Robusta Berbeda Tanaman Penaung di Lereng Gunung Gending Desa Sidomulyo Kecamatan Silo Jember*. Jember : Fakultas Pertanian Universitas Jember.
- Dwidjoseputro D. 1980. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. PT Gramedia. Jakarta
- Evizal R., Tohari, I.D. Prijambada, J. Widada dan D. Widiyanto. 2009. Layanan lingkungan pohon pelindung pada sumbangan nitrogen dan produktivitas agroekosistem kopi. *Pelita Perkebunan* 25(1): 23-37
- Gardner F.P., R.B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. UI-Press. Jakarta.
- Hopkins W.G. 1995. *Introduction to Plant Physiology*. The University of Western Ontario, United States of America
- Iriawati. 2009. *Materi Kuliah Struktur dan Fungsi Daun*. SITH. ITB. Bandung. Kumar D. and L.L. Tieszen. 1980. Photosynthesis in *Coffea arabica*. I. Effect of Light and Temperature. *Experimental Agriculture*, 16: 13-19
- Morais H., M.E. Medri, C.J. Marur, P.H. Caramori, A.M.D.A Riberio dan J.C. Gomes. 2004. Modifications on Leaf Anatomy of *Coffea arabica* caused by Shade of Pigeonpea (*Cajanus cajan*).
- Nursal, J., W.Q. Muknisjah, M.A. Chozin, I. Anas, R. Boer, dan M.V. Noordwijk. 2003. Sistem Agroforestri Berbasis Kopi: Iklim Mikro dan Simulasi Model dengan WaNuLCAS. *Prosiding Seminar Nasional hasil – hasil penelitian dan pengkajian Teknologi Spesifik Lokasi*. Jambi.
- Pusat Penelitian Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian. 2008. Penerapan Pengendalian Hama Terpadu pada Kopi di Jawa Timur. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 30 (6): 10-12.
- Prawoto, A. 2007. *Materi Kuliah Fisiologi Tumbuhan*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Jember
- Sanger, A. 1998. *Mathematics for Biologists Part Biology. Mathematics for Biologists*.
- Sanchez L.P.M., N.M.R. Herrera, Y.L. Forero, and J.A. Pulgarin. 2005. Net Photosynthesis and CO<sub>2</sub> Compensation Concentration in Three Coffee (*Coffea* sp.) Genotypes, Bean and Maize Under Three Temperatures. *Revista Facultad Nacional de Agronomia - Medellin.*, 58(2): 2827-2835
- Soedradjad, R., dan A. Syamsunihar. 2010. Peranan Tanaman Penaung dalam memasok Nutrien
- Yahmadi, M. 2007. *Rangkaian Perkembangan dan Permasalahan Budidaya dan Pengolahan Kopi di Indonesia*. Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia, Surabaya.