

Analisis Kandungan Klorofil Pada Tingkat Perkembangan Daun Kopi Robusta (*Coffea canephora*)

Oleh:

Mawardi¹

Email : mawardisemeru22@gmail.com, Universitas Islam Jember, Indonesia

Mahbub Musaffa²

Email : mahbub@gmail.com Universitas Islam Jember, Indonesia

Abstrak

Coffee (Coffea sp) is one of the commodities that plays an important role in the economy in Indonesia. The coffee commodity is considered promising and able to survive in the global market because coffee is a plantation product that is still very much needed by people around the world. One type of coffee that dominates people's coffee plantations in Indonesia is robusta coffee (Coffea canephora Pierre). This type of coffee is generally cultivated because it has a higher production than Arabica and Liberica coffee. Robusta coffee cultivation is inseparable from an understanding of the growth and development of these plants. Plant growth and development is strongly influenced by many factors, both factors originating from within the plant (internal) and from outside (external). The main external factors that affect plant growth and development are soil, moisture, light and water, while internal factors can include genes, hormones, anatomical structure and morphology of plant organs and chlorophyll content. Chlorophyll is one of the main factors in the growth and development of robusta coffee because it plays an important role in plant metabolism. Robusta coffee plants show color differences in the growth of their leaves. The leaves on the shoots are usually yellowish green, young leaves are light green, and old leaves are dark green. The difference in leaf color indicates differences in the content of leaf pigments, including chlorophyll pigments. This study of chlorophyll content analysis is still limited, so this research was conducted to provide scientific information about the chlorophyll content of robusta coffee leaves at different levels of leaf development. This information is initial data or comparison for research related to chlorophyll content in a plant. This research was conducted in Silo Village, Silo District, Jember Regency from April to July 2019. The experimental design used was a completely randomized design (CRD) with 3 treatments with 6 replications, the treatment consisted of yellowish green, light green, and dark green coffee leaves. The parameters observed were the content of chlorophyll a, chlorophyll b, and total chlorophyll. The results showed that the average chlorophyll content of robusta coffee leaves yellowish green was 264.73 mol/m², light green was 361.25 mol/m² and dark green was 508.81 mol/m². The content of chlorophyll and robusta coffee increases with increasing leaf age (level of leaf development).

Keywords: Chlorophyll, Development, Robusta Coffee

PENDAHULUAN

Salah satu jenis kopi yang mendominasi perkebunan kopi rakyat di Indonesia adalah kopi robusta (*Coffea canephora* Pierre). Kopi jenis ini umumnya banyak dibudidayakan karena memiliki produksi yang lebih tinggi daripada kopi arabika dan liberika (Yahmadi dalam Susilowati dan Robiartini, 2008). Saat ini, lebih dari 90% dari areal pertanaman kopi Indonesia terdiri atas kopi robusta (Prastowo dkk., 2010).

Budidaya kopi robusta tidak terlepas dari pemahaman mengenai pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman tersebut. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman sangat dipengaruhi oleh banyak faktor, baik faktor yang berasal dari dalam tanaman (internal) maupun dari luar (eksternal). Menurut Sasmitamihardja dan Siregar (1997), faktor-faktor eksternal utama yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman adalah tanah, kelembaban, cahaya dan air, sedangkan faktor-faktor internal dapat mencakup gen, hormon, struktur anatomi dan morfologi organ tumbuhan serta kandungan klorofil.

Klorofil menjadi salah satu faktor utama dalam pertumbuhan dan perkembangan kopi robusta. Hal

tersebut dikarenakan klorofil memiliki peranan penting dalam metabolisme tanaman. Klorofil adalah pigmen berwarna hijau yang terdapat dalam kloroplas. Kloroplas terutama terdapat pada jaringan parenkim palisade dan parenkim spons. Dalam kloroplas, pigmen utama klorofil serta karotenoid dan xantofil terdapat pada membran tilakoid (Salisbury dan Ross 1991).

Klorofil terdiri atas klorofil a dan klorofil b. Kedua klorofil tersebut merupakan pigmen utama fotosintetik karena berperan menyerap cahaya biru, merah, dan violet, namun memantulkan cahaya hijau (Salaki 2000). Klorofil disintesis melalui fotoreduksi protoklorofilid menjadi klorofilid a dan diikuti dengan esterifikasi fitol untuk membentuk klorofil a yang dikatalisis enzim klorofilase. Pada tumbuhan angiospermae, perubahan protoklorofilid menjadi klorofilid a mutlak membutuhkan cahaya. Klorofil jenis lain kemudian disintesis dari klorofil a (Pandey dan Sinha 1979).

Tanaman kopi robusta menunjukkan perbedaan warna dalam pertumbuhan daunnya. Daun pada pucuk biasanya berwarna hijau kekuningan, daun muda berwarna hijau muda, dan daun tua berwarna hijau gelap. Perbedaan warna daun tersebut menunjukkan adanya perbedaan kandungan pigmen daun termasuk pigmen

klorofil. Kajian analisis kandungan klorofil ini masih terbatas, sehingga penelitian ini dilakukan guna memberikan informasi ilmiah tentang kandungan klorofil daun kopi robusta pada tingkat perkembangan daun yang berbeda. Informasi ini merupakan data awal atau pembandingan untuk penelitian yang berhubungan dengan kandungan klorofil pada suatu tumbuhan.

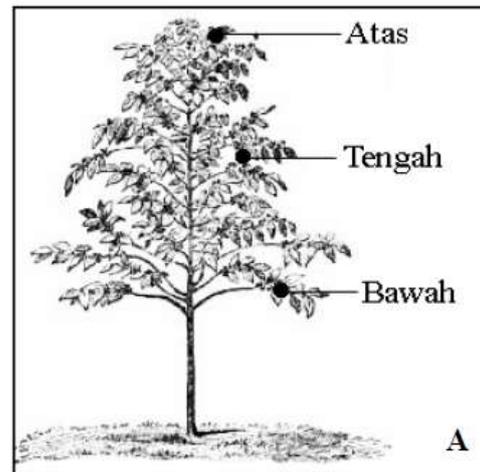
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di desa Silo, Kecamatan Silo, Kabupaten Jember. Waktu penelitian dimulai bulan April sampai dengan Juli 2019. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) 3 perlakuan dengan 6 ulangan. Perlakuan tersebut terdiri atas : H1 : Daun hijau tua; H2 : Daun hijau muda; H3 : Daun hijau kekuningan

Pengambilan data kandungan klorofil daun dilakukan pada pukul 08.00 hingga 12.00 WIB. Pengambilan data dilakukan secara langsung di setiap tanaman ulangan, yakni sejumlah 6 tanaman. Setiap tanaman diambil data kandungan klorofil daun pada daun yang berwarna hijau tua, hijau muda, dan hijau kekuningan.

Cara pengambilan sampel daun ditunjukkan pada Gambar 1. Sampel daun diambil di setiap arah utara, timur, selatan dan barat yang terdapat

pada bagian atas, tengah, dan bawah. Daun yang digunakan sebagai sampel adalah daun yang memiliki warna hijau tua, hijau muda, dan hijau kekuningan (Gambar 2).



Gambar 1. Posisi pengambilan sampel pada tanaman kopi



Gambar 2. Sampel daun kopi pada tingkat perkembangan daun yang berbeda (a: hijau tua, b: hijau muda, c: hijau kekuningan)

Pada penelitian ini, parameter yang diamati adalah kandungan klorofil daun ($\mu\text{mol.m}^{-2}$). Pengukuran kandungan klorofil bertujuan untuk mengetahui kandungan klorofil daun masing-masing klon. Kandungan klorofil daun diukur menggunakan alat Chlorophyll SPAD Meter. Mekanisme

untuk memperoleh data adalah sebagai berikut :

1. Pengukuran klorofil dengan menggunakan *Chlorophyllmeter* dilakukan dengan meletakkan daun diantara alat pendeteksi. Lalu alat pendeteksi tersebut ditekan dan pada layar *Chlorophyllmeter* akan muncul hasil pembacaan alat. Hasil pembacaan *Chlorophyllmeter* merupakan pengukuran terhadap warna hijau daun.
2. Data setiap ulangan pengambilan dirata-rata kemudian dihitung untuk mencari kandungan klorofil a, b dan total klorofil.
3. Persamaan untuk menghitung kandungan klorofil a, b dan total klorofil mengacu pada penelitian ekstraksi klorofil yang dilakukan oleh Netto *et al.*, (2005).
Persamaan untuk menghitung klorofil a yaitu:
$$Y = 15,5866 + 1,0338X + 0,0679X^2$$

Persamaan untuk menghitung klorofil b yaitu:
$$Y = 30,1471 - 0,4592X + 0,0270X^2$$

Persamaan untuk menghitung total klorofil yaitu:
$$Y = 44,5885 + 0,7188X + 0,0933X^2$$

Y merupakan hasil perhitungan klorofil dan X merupakan hasil pembacaan *Chlorophyllmeter*.
4. Nilai klorofil a, b dan total klorofil dinyatakan dalam satuan $\mu\text{mol.m}^{-2}$.

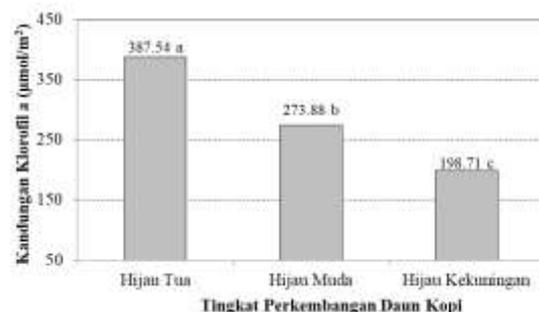
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kajian analisis kandungan klorofil daun kopi robusta dapat diketahui dengan mengukur kandungan klorofil a, klorofil b, dan klorofil total pada tingkat perkembangan daun yang berbeda. Tabel 1 menunjukkan hasil F-hitung dari tiga parameter pengamatan. Berdasarkan tabel tersebut, kandungan klorofil a, klorofil b, dan klorofil total berbeda sangat nyata pada tingkat perkembangan daun yang berbeda.

Tabel 1. Rangkuman F-hitung semua parameter pengamatan

No	Parameter Pengamatan	F Hitung
1	Kandungan Klorofil a	462,90 **
2	Kandungan Klorofil b	457,91 **
3	Kandungan Klorofil Total	462,07 **

Keterangan: (tn) Berbeda tidak nyata; (*) Berbeda nyata; (**) Berbeda sangat nyata.

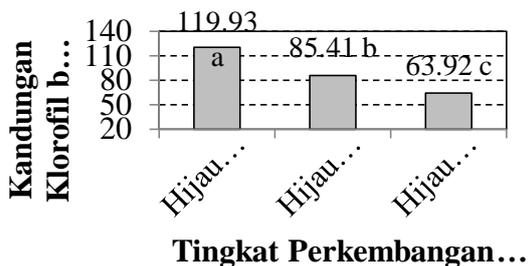


Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada UJD 5%

Gambar 3. Rata-rata kandungan klorofil a pada tingkat perkembangan daun yang berbeda

Berdasarkan Tabel 1, kandungan klorofil a pada tingkat perkembangan daun yang berbeda menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan. Hasil pada analisis ragam tersebut kemudian dilanjutkan dengan uji lanjut yakni uji Duncan 5%. Hasil uji Duncan 5% dapat dilihat pada gambar 3.

Tabel 1 juga menunjukkan bahwa kandungan klorofil b berbeda sangat nyata pada tingkat perkembangan daun yang berbeda. Perbedaan tersebut kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan 5%. Hasil uji Duncan 5% untuk kandungan klorofil b dapat dilihat pada gambar 4.

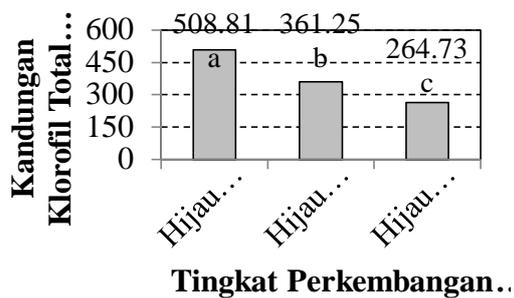


Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada UJD 5%

Gambar 4. Rata-rata kandungan klorofil b pada tingkat perkembangan daun yang berbeda.

Kandungan klorofil total juga menunjukkan perbedaan yang sangat nyata (Tabel 1). Hasil analisis ragam tersebut kemudian dilanjutkan dengan uji beda rata-rata yakni uji Duncan 5% untuk mengetahui perbedaan kandungan klorofil total pada masing-masing klon. Hasil uji Duncan 5% dapat dilihat pada Gambar 5.

Kandungan klorofil daun kopi robusta tertinggi terdapat pada daun hijau tua, sedangkan kandungan klorofil terendah diperoleh pada daun kopi yang berwarna hijau kekuningan. Kandungan klorofil a daun hijau tua (387,54 µmol/m²) lebih tinggi 188,83 µmol/m² (48,7%) dibandingkan daun hijau kekuningan. Demikian pula kandungan klorofil b daun hijau tua lebih tinggi 56,01 µmol/m² (46,7%) dibandingkan daun hijau kekuningan (63,92 µmol/m²). Hasil serupa juga didapatkan pada kandungan klorofil total, dimana daun hijau tua memiliki kandungan klorofil total lebih tinggi 244,08 µmol/m² (48 %) dibandingkan daun hijau kekuningan (264,73 µmol/m²).



Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada UJD 5%

Gambar 5. Rata-rata kandungan klorofil total pada tingkat perkembangan daun yang berbeda.

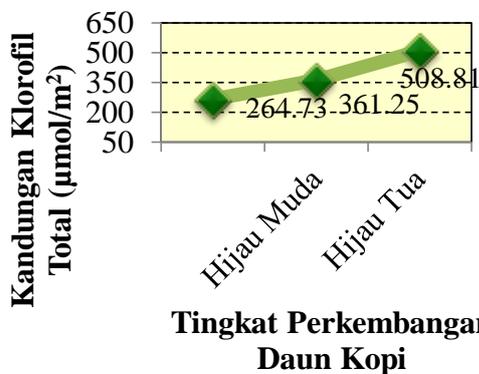
Klorofil merupakan kelompok pigmen fotosintesis yang terdapat dalam tumbuhan yang berfungsi dalam menyerap cahaya merah, biru dan ungu, serta merefleksikan cahaya hijau yang menyebabkan tumbuhan memperoleh ciri warnanya. Semua jenis plastida termasuk klorofil berasal dari protoplastida, yakni suatu organel tidak berwarna yang dijumpai pada sel tumbuhan yang tumbuh di tempat gelap dan terang (Lakitan, 2001).

Molekul klorofil terdiri atas sebuah cincin porfirin sebagai kepala yang bersifat polar (larut dalam air) dan terbentuk dari cincin tetrapirrol dengan sebuah atom Mg dan sebuah fitol sebagai ekor. Klorofil a merupakan klorofil dengan warna hijau kebiruan dengan susunan kimia $C_{55}H_{72}MgN_4O_5$. Pada susunan klorofil a, atom logam

Mg akan diikat dengan N dari 2 cincin pirol dengan ikatan kovalen biasa serta oleh 2 atom N dari cincin pirol lainnya dengan ikatan kovalen koordinat di mana N dari pirol yang akan menyumbangkan pasangan elektronnya untuk dipakai bersama dengan Mg. Sedangkan klorofil b merupakan klorofil dengan warna hijau kekuningan dengan susunan kimia $C_{55}H_{70}MgN_4O_6$. Klorofil jenis ini memiliki struktur yang sama dengan klorofil-a, kecuali pada posisi 3 terdapat gugus formil, bukan gugus metil yang dimiliki klorofil a. Perbedaan dalam struktur dari dua klorofil tersebut kemudian menghasilkan perbedaan dalam penyerapan spektrum, hijau kebiruan untuk klorofil a dan hijau kekuningan untuk klorofil b (Anonim dalam Prasetyo dkk., 2012).

Di dalam tanaman, klorofil terdapat dalam bentuk ikatan yang kompleks dengan molekul protein dan lemak serta lipoprotein. Kloroplas kering mengandung sekitar 10 % klorofil dan 60 % protein. Molekul klorofil berukuran sangat besar yang terdiri atas empat cincin pirol yang dihubungkan oleh gugus metena ($-CH=$) membentuk sebuah molekul pipih. Klorofil dalam daun yang masih hidup terikat pada protein (Sirait, 2008).

Klorofil sangat sensitif terhadap cahaya, terutama sinar dengan warna ungu atau biru dan jingga atau merah. Kandungan klorofil daun pada beberapa tanaman sekitar 1% berat kering dengan perbandingan umum jumlah klorofil a dan b sebesar 3:1. Akan tetapi, perbandingan kandungan klorofil tersebut masih belum pasti pada masing-masing tanaman dikarenakan dapat bervariasi karena dipengaruhi oleh kondisi pertumbuhan dan faktor lingkungan (Prasetyo dkk., 2012). Hal serupa juga terjadi pada klon kopi yang berbeda, dimana kandungan klorofil daun bervariasi pada masing-masing klon tersebut.



Gambar 6. Rata-rata kandungan klorofil total pada berbagai tingkat perkembangan daun kopi robusta

Kandungan klorofil total daun kopi robusta meningkat seiring bertambahnya umur daun (Gambar 6). Kandungan klorofil rata-rata pada pucuk daun dengan warna daun hijau kekuningan sebesar 264,73 µmol/m²,

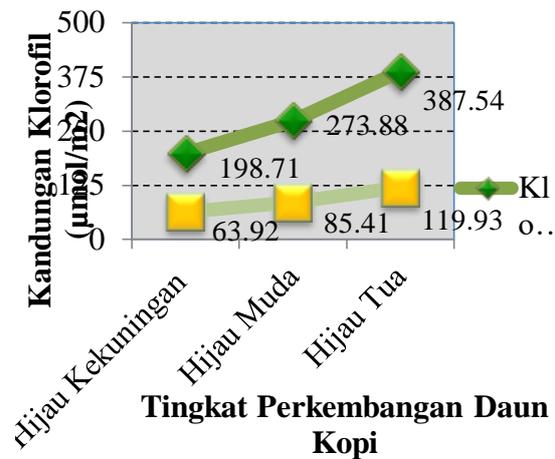
daun hijau muda yaitu 361,25 µmol/m², daun hijau tua sebesar 508,81 µmol/m². Kandungan klorofil daun pada daun hijau kekuningan masih sedikit. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sumenda dkk. (2011) bahwa pada daun yang masih muda, klorofil tersebut masih berupa protoklorofil dan daun menjadi berwarna hijau setelah transformasi protoklorofil.

Daun kopi yang masih muda (daun berwarna hijau kekuningan) menandakan kandungan pigmen klorofil rendah, namun pigmen lain lebih dominan, seperti karotenoid. Hal ini sesuai dengan pernyataan Danks *et al.* (1983) bahwa karotenoid banyak terdapat pada organisme fotosintetik, seperti alga, tumbuhan tinggi dan bakteri fotosintetik. Karotenoid biasanya memberikan warna merah, coklat, oranye, dan kuning pada daun tumbuhan. Hasil penelitian Sumenda dkk. (2011) menunjukkan bahwa klorofil pada daun mangga yang masih muda masih berupa protoklorofil dan daun menjadi berwarna hijau setelah transformasi protoklorofil.

Demikian pula kandungan klorofil a dan klorofil b juga meningkat seiring bertambahnya umur daun. Gambar 5 menunjukkan peningkatan kandungan klorofil a dan klorofil b seiring bertambahnya umur daun. Pada daun yang berwarna hijau kekuningan,

kandungan klorofil a dan klorofil b masing-masing sebesar 198,71 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ dan 63,92 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$. Kandungan kedua pigmen tersebut meningkat pada daun hijau muda, yakni sebesar 273,88 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ untuk klorofil a dan 85,41 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ untuk klorofil b. Pada daun hijau tua, kandungan klorofil a dan klorofil b paling tinggi dibandingkan daun hijau muda dan hijau kekuningan, masing-masing sebesar 387,54 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ dan 119,93 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$.

Perubahan warna daun dari hijau kekuningan menjadi hijau muda menunjukkan adanya perubahan kandungan pigmen pada daun kopi. Berdasarkan gambar 5, terjadi peningkatan kandungan klorofil total sebesar 96,52 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ dari daun hijau kekuningan menjadi hijau muda. Kemudian, klorofil total juga meningkat sebesar 147,56 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ dari daun hijau muda menjadi hijau tua. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Sumenda dkk. (2011) yang menunjukkan bahwa pada daun mangga terjadi peningkatan kandungan klorofil sebanyak 6,1 mg/L dari daun warna merah kecoklatan menjadi hijau kekuningan.



Gambar 7. Rata-rata kandungan klorofil a dan klorofil b pada berbagai tingkat perkembangan daun kopi robusta

Pigmen klorofil disintesis dengan cara fotoreduksi protoklorofilid menjadi klorofilid a, yang diikuti oleh esterifikasi fitol membentuk klorofil a. Selanjutnya xantofil dibentuk melalui penggabungan molekul oksigen dengan karoten yang menyebabkan daun berubah warna menjadi hijau kekuningan. Sintesis klorofil a dari klorofilid a tidak membutuhkan cahaya. Perubahan protoklorofilid menjadi klorofilid a pada Angiospermae mutlak membutuhkan cahaya, namun pada klorofil dapat dibentuk dalam keadaan gelap pada Gymnospermae (Pandey dan Sinha, 1979).

Kandungan klorofil total pada daun kopi hijau muda 26,7% lebih tinggi dibandingkan daun kopi hijau kekuningan (Gambar 4). Pada tingkat

perkembangan daun ini terjadi sintesis klorofil b dari klorofil a dengan jumlah yang besar, yang diikuti dengan berkembangnya daun tersebut. Sintesis klorofil b terus berlanjut bersamaan dengan perkembangan daun yang ditandai dengan berubahnya warna daun hijau muda menjadi hijau tua. Kandungan klorofil pada daun warna hijau tua 72% lebih besar daripada daun warna hijau muda. Klorofil b dibentuk dari klorofilid a atau klorofil a (Wolf dan Price dalam Pandey dan Sinha, 1979).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut : Rata-rata kandungan klorofil daun kopi robusta warna hijau kekuningan sebesar 264,73 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$, warna hijau muda sebesar 361,25 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$, dan warna hijau tua sebesar 508,81 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$. Kandungan klorofil dan kopi robusta meningkat seiring peningkatan umur daun (tingkat perkembangan daun).

DAFTAR PUSTAKA

- Ai, N. S. dan Y. Banyo. 2011. Konsentrasi Klorofil Daun sebagai Indikator Kekurangan Air pada Tanaman. *Ilmiah Sains*, 11: 166-173.
- Anonim. 2012. *Kopi Berkelanjutan*. Jakarta: Direktorat Pasca Panen dan Pembinaan Usaha.
- Biber, P. D. 2007. Evaluating a Chlorophyll Content Meter on Three Coastal Wetland Plant Species. *J. Agricultural, Food and Environmental Sciences*, 1: 1-11.
- Campostrini, E. and M. Maestri. 1998. Photosynthetic Potential of Five Genotypes of *Coffea canephora* Pierre. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 10: 13-18.
- Danks, S.M., Evans, and P.A. Whittaker. 1983. *Photosynthetic System*. John Willey & Sons, New York.
- Lakitan, B. 1996. *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. Rajawali Pers, Jakarta.
- Meihana dan Purjiyanto. 2014. Respon Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta (*Coffea canephora* L.) Terhadap Dosis Pupuk N pada Berbagai Periode Penggenangan. *Ilmiah AgrIBA*, (3): 45-55.
- Mubiyarto, B.O. 1997. Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. *Jember*, 3(4): 124-127.
- Najiyati, S. dan Danarti. 2004. *Budidaya Tanaman Kopi dan Penanganan Pasca Panen*. Jakarta: Penebar Swadaya.

- Netto, A.T.E., J.G. Campostrini, de Oliveira, and R.E. Bressan-Smith. 2007. Photosynthetic Pigments, Nitrogen, Chlorophyll a Fluorescence and SPAD-502 Readings in Coffee Leaves. *Science Horticulture*,104: 199-209.
- Nurhidayah, E. Anggarwulan, dan Solichatun. 2001. Kandungan Klorofil pada Daun Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) di Sekitar Kawah Sikidang Dataran Tinggi Dieng. *BioSmart*, 3: 35-39.
- Pandey S.N. and B.X. Sinha. 1979. *Plant physiology*. Vikas Publishing House FVT Ltd, NewDelhi.
- Prasetyo, S., H. Sunjaya, dan Y. Yanuar. 2012. Pengaruh Rasio Massa Daun Suji/Pelarut, Temperatur, dan Jenis Pelarut pada Ekstraksi Klorofil Daun Suji secara Batch dengan Pengontakan Dispersi. Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Katolik Prahayangan.
- Prastowo, B., E. Karmawati, Rubijo, Siswanto, C. Indrawanto dan S.J. Munarso. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Kopi*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.
- Rahardjo, P. 2012. *Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Salisbury, F. B. dan C. W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 2*. Terjemahan oleh Diah R. Lukman. ITB, Bandung.
- Sasmitamihardja D. Dan A. Siregar. 1997. Fisiologi tumbuhan. Jurusan Biologi FMIPA – ITB. Proyek Pendidikan Tenaga Akademik Direktorat Jenderal Pendidikan dan Kebudayaan, Bandung.
- Sirait, J. 2008. Luas Daun, Kandungan Klorofil dan Laju Pertumbuhan Rumput pada Naungan dan Pemupukan yang Berbeda. *JITV*, 13(2): 109-116.
- Sumenda, L., H.L. Rampe, dan F.R. Mantiri. 2011. Analisis Kandungan Klorofil Daun Mangga (*Mangifera indica* L.) pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda. *Bioslogos*, 1(1): 20-24.