

**PENGARUH KETINGGIAN TEMPAT TERHADAP SIFAT FISIOLOGI DAN HASIL KOPI ARABIKA (*Coffea arabica*) DI DATARAN TINGGI DESA SARWODADI KECAMATAN PEJAWARAN KABUPATEN BANJARNEGARA**

*The Effect of Altitude To The Physiological Characters And Yield Of Arabica Coffee (*Coffea arabica*) In High Land Of Sarwodadi Village, Pejawaran Sub-District, Banjarnegara Regency*

**Muhammad Dika Pratama Agusti Cahyadi<sup>1</sup>, Tarjoko<sup>2</sup>, dan Purwanto<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian UNSOED Purwokerto

<sup>2</sup> Staf Pengajar Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian UNSOED Purwokerto

Jl. Dr. Suparno KP 125 Karangwangkal, Purwokerto Utara, Banyumas 53122

Sur-el : purwanto.unsoed@gmail.com

**ABSTRAK**

Kopi merupakan komoditi perkebunan yang sedang naik daun seiring meningkatnya permintaan kopi baik dalam maupun luar negeri. Kualitas kopi arabika sangat dipengaruhi oleh manajemen teknik budidaya dan ketinggian tempat. Kecamatan Pejawaran merupakan wilayah yang sudah mengembangkan kopi arabika, namun demikian pengelolaan tanaman belum optimal sehingga produktivitasnya rendah. Penelitian survei dilakukan mulai bulan Juli sampai dengan bulan September tahun 2019 di perkebunan kopi rakyat Desa Sarwodadi, Kecamatan Pejawaran, Kabupaten Banjarnegara. Penelitian dilaksanakan dengan metode survei di 4 lokasi dengan variasi ketinggian tempat yakni ketinggian 800, 1.000, 1.250, dan 1.400 m dpl. Sampel tanaman yang diambil sebanyak 10% dari total populasi tanaman. Variabel pengamatan meliputi tinggi tanaman, jumlah biji per dompol, hasil biji kopi kering per tanaman, bobot per biji, kerapatan stomata, lebar bukaan stomata dan kandungan klorofil daun. Keragaan budidaya di Desa Sarwodadi sangat beragam dan belum sesuai dengan budidaya kopi yang baik, para petani hanya mengambil hasil tanpa melakukan perawatan optimal seperti yang dianjurkan. Hasil biji terbaik dicapai pada lokasi dengan ketinggian tempat 1.250 m dpl sebesar 6,04 kg/tanaman, demikian pula karakter fisiologi yang meliputi kerapatan stomata 191,68 unit/mm<sup>2</sup> dan lebar bukaan stomata 3,28 µm.

**Kata kunci:** keragaan budidaya, ketinggian tempat, kopi arabika

**ABSTRACT**

*Coffee is a plantation commodity that is on the rise in line with the increasing demand for coffee both domestically and abroad. The quality of Arabica coffee is greatly affected by the management of cultivation techniques and altitude. Pejawaran District is an area that has developed Arabica coffee, however, plant management is not optimal so that productivity is low. This research was conducted in Sarwodadi Village, Pejawaran District, Banjarnegara Regency from July to September 2019. Data collection was carried out by survey method at 4 locations with different altitudes namely 800, 1.000, 1.250 and 1.400 m asl. The samples were taken by 10 percent from total plants population . The observation variables included plant height, number of beans per bag, yield of dry coffee beans per plant, weight per seed, density of stomata, width of stomatal opening and leaf chlorophyll content. The cultivation performance in Sarwodadi Village was very diverse and was not in accordance with good coffee cultivation, the farmers only take the results without carrying out optimal care as recommended. The highest seed yields were achieved at 1.250 m asl of 6,04 kg / plant, as well as the physiological characters which included stomata density 191,68 units/mm<sup>2</sup> and stomata opening width of 3,28 µm.*

**Key words:** arabica, coffee, cultivation, high land

## PENDAHULUAN

Komoditas kopi saat ini mengalami permintaan pembelian yang tinggi, baik untuk pasar dalam negeri maupun luar negeri. Peningkatan permintaan berbagai jenis kopi dalam negeri seiring dengan munculnya berbagai kedai kopi baik di perkotaan maupun pedesaan. Cita rasa dan aroma yang khas membuat permintaan jenis kopi arabika semakin meningkat, namun demikian belum diimbangi dengan penyediaan bahan baku biji kopi oleh petani Indonesia. Pengembangan tanaman kopi arabika membutuhkan agroekologi yang tepat terutama ketinggian tempat yang berkisar antara 800 meter di atas permukaan laut (m dpl) sampai 1.500 m dpl. Menurut Prastowo *et al.*, (2010) kondisi lingkungan tumbuh kopi arabika membutuhkan suhu berkisar antara 21-24°C. Curah hujan yang baik untuk kopi arabika berkisar 1.500-2.500 mm per tahun dengan sebaran merata dan bulan kering antara 1-3 bulan.

Salah satu desa yang memiliki tanaman kopi Arabika yaitu Desa Sarwodadi. Desa Sarwodadi berada di pegunungan dengan relief bergelombang dan ketinggian tempat yaitu 800 m dpl-1600 m dpl (Badan Pusat Statistika, 2018). Petani Desa Sarwodadi sedang mengembangkan komoditas kopi jenis Arabika. Namun demikian sampai saat ini mayoritas petani hanya mengambil hasil tanpa melakukan pemeliharaan tanaman dengan baik (Hakim, 2019).

Perbedaan ketinggian tempat akan mempengaruhi perbedaan kondisi iklim dan cuaca terutama perbedaan suhu, kelembaban sehingga berpengaruh terhadap aktivitas fisiologi tanaman (Prawoto, 2007). Ketinggian tempat yang kurang sesuai dapat mempengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman kopi. Kopi Arabika pada umumnya dikembangkan di dataran tinggi (800-1500 m dpl) (Djaenuddin, 2000).

Ketinggian tempat juga berpengaruh terhadap curah hujan, semakin tinggi tempat maka curah hujan juga semakin tinggi. Kombinasi curah hujan dan suhu sangat berpengaruh terhadap proses fotosintesis (Asfaw *et al.*, 2019; Cybex Pertanian, 2019). Disamping itu, perbedaan kondisi iklim akibat variasi ketinggian lokasi penanaman akan mempengaruhi mutu dan cita rasa yang khas dari aroma dan rasa biji kopi.

Menurut Supriadi *et al.*, (2016) semakin tinggi tempat akan meningkatkan produksi biji normal dan bobot 100 biji yang disebabkan penurunan suhu akan memperlambat pematangan biji sehingga pembentukan biji menjadi lebih sempurna. Selain faktor lingkungan, keragaman pemeliharaan tanaman oleh petani akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil biji kopi. Penelitian bertujuan untuk mengkaji keragaman budidaya dan pengaruh ketinggian tempat terhadap karakter fisiologi dan hasil kopi arabika.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juli sampai dengan bulan September tahun 2019 di perkebunan kopi rakyat Desa Sarwodadi, Kecamatan Pejawaran, Kabupaten Banjarnegara. Penelitian dilaksanakan dengan metode survei di 4 lokasi dengan variasi ketinggian lokasi tanam. Lokasi penelitian tersebut pada ketinggian 800 mdpl, 1000 mdpl, 1250 mdpl dan 1400 mdpl. Pengamatan dilakukan di laboratorium Agronomi Fakultas Petanian, Universitas Jenderal Soedirman.

Penelitian dilaksanakan dengan metode survei dan pengambilan sampel dilakukan dengan pola *clustered random sampling*. Penetapan *cluster* (kelompok) untuk memilih lokasi pertanaman kopi. Dalam pelaksanaannya dibagi menjadi 4 (empat) tempat dengan sampel tanaman yang diambil adalah 10% dari total populasi tanaman.

Variabel yang diamati antara lain tinggi tanaman kopi (cm), jumlah biji per-dompol

kopi, hasil biji kopi per tanaman (kg), bobot per biji (g), kandungan klorofil a (mg/g), kandungan klorofil b (mg/g), kandungan klorofil total (mg/g) kerapatan stomata ( $\text{unit}/\text{mm}^2$ ), dan lebar bukaan stomata ( $\mu\text{m}$ ). Data yang diperoleh ditabulasi, kemudian dianalisis dengan ANOVA, dan apabila perlakuan berbeda nyata dilanjutkan dengan Uji DMRT dengan  $\alpha = 5\%$  dan uji korelasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Keragaan Budidaya

Keragaman budidaya berdasarkan hasil wawancara dengan petani didapati informasi bahwa model budidaya yang dilakukan cukup beragam. Model budidaya ladang dan semi intensif yang paling banyak diterapkan oleh para petani, model ini hampir sama dengan bentuk budidaya kebun campur. Hal ini berkaitan dengan karakter tanaman kopi yang tahunan, sehingga para petani tidak menjadikan kopi sebagai tanaman utama untuk memenuhi kebutuhan harian (Hakim, 2019).

Varietas kopi arabika yang dibudidayakan umumnya menggunakan varietas Andungsari dan Sigarar Utang. Asal benih yang digunakan untuk budidaya kopi pada Desa Sarwodadi adalah bantuan dari pemerintah, namun setelah pemberian bantuan benih tersebut tidak adanya kontrol atau pendampingan kepada para petani sehingga petani tidak mengetahui bagaimana cara mengusahakan atau membudidayakan kopi yang baik dan benar seperti yang dianjurkan (Hakim, 2019).

Ketinggian tempat 1.250 m dpl dilakukan pemupukan sekali dalam setahun menggunakan pupuk NPK dan 2 kali pemupukan kandang. Pemupukan NPK dengan dosis yaitu 200 gram/tanaman, sedangkan pada ketinggian 800, 1.000 dan 1400 mdpl dilakukan sebanyak 2 kali pemupukan hanya menggunakan pupuk

kandang. Ketinggian tempat 800, 1.000 dan 1250 mdpl dilakukan pemangkasan pemeliharaan sebanyak 2 kali dalam setahun dan 1 kali pemangkasan bentuk. Sementara itu di ketinggian 1.400 mdpl tidak dilakukan pemangkasan pemeliharaan dan hanya dilakukan 1 kali pemangkasan bentuk dalam setahun. Dan untuk pemangkasan peremajaan hanya dilakukan di ketinggian 1250 mdpl 1 kali dalam 1 tahun. Jarak tanam yang digunakan pada ketinggian 800 dan 1400 yaitu 2 x 2 meter, untuk ketinggian 1.000 m dpl dan 1.250 m dpl petani menanam kopi dengan menggunakan jarak tanam 2,5 x 2,5 meter. Tanaman penayang yang digunakan adalah albasia dan lamtoro.

### Pengaruh Perbedaan Ketinggian Terhadap Karakter Fisiologis

Perbedaan ketinggian terhadap kerapatan dan lebar bukaan stomata tidak memberikan pengaruh nyata. Kerapatan stomata sebesar 191,68  $\text{unit}/\text{mm}^2$  merupakan kerapatan stomata paling tinggi untuk tanaman kopi diperoleh pada ketinggian paling 1.250 m dpl. Kerapatan stomata terendah sebesar 164,55  $\text{unit}/\text{mm}^2$  pada ketinggian 800 m dpl.

Lestari (2006) menyatakan bahwa kondisi lingkungan, anatomi tanaman dan habitat tanaman sangat mempengaruhi tipe stomata sehingga sering di jumpai tipe stomata yang berbeda-beda. Besarnya intensitas cahaya pada naungan yang berbeda tidak mengakibatkan perbedaan ekspresi gen dalam pembentukan stomata (Ismi *et al*, 2013). Lebar bukaan stomata dipengaruhi oleh faktor lingkungan terutama faktor klimatik berupa suhu dan kelembaban udara (Urban *et al*. 2017).

Tabel 1. Karakter fisiologis tanaman kopi arabika pada berbagai ketinggian tempat.

| Ketinggian (m dpl) | Kandungan Klorofil a (mg/g) | Kandungan Klorofil b (mg/g) | Klorofil total (mg/g) | Kerapatan Stomata (unit/mm <sup>2</sup> ) | Bukaan Stomata (µm) |
|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|---|---------------------|
| 800                | 22.27a                      | 15.80a                      | 29.29ab               | 164.55a                                   | 2.57a               |
| 1000               | 21.04a                      | 17.78a                      | 30.40a                | 185.35a                                   | 3.42a               |
| 1250               | 25.11a                      | 16.69a                      | 31.95a                | 191.68a                                   | 3.28a               |
| 1400               | 23.77a                      | 12.04b                      | 26,65b                | 179.02a                                   | 3.42a               |

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT  $\alpha=5\%$ .

Perbedaan ketinggian tempat tidak memberikan pengaruh terhadap kadar klorofil a, tetapi berpengaruh terhadap kadar klorofil b. Kadar klorofil b tertinggi dicapai pada ketinggian tempat 1.000 m dpl sebesar 17,78 mg/g. Diduga perbedaan luasan daun yang lebih lebar pada ketinggian 1.000 m dpl sehingga berat daun per satuan luas daun lebih tinggi sehingga komposisi klorofil lebih besar. Peningkatan nilai klorofil b pada tanaman, diduga karena kurangnya tanaman pelindung sehingga nilai klorofil b meningkat dimana fungsi dari klorofil b itu sebagai antena pengumpul cahaya. Peningkatan kadar klorofil b daun berkorelasi dengan meningkatnya protein klorofil yang menyebabkan peningkatan efisiensi fotosintesis (Taizdan dan Zeiger, 1991).

### Pengaruh Perbedaan Ketinggian terhadap Variabel Produksi

Tinggi tanaman kopi arabika bervariasi pada berbagai ketinggian tempat. Tanaman dengan tinggi tanaman tertinggi dicapai pada 1.250 m dpl mencapai rata-rata 170,57 cm.

Tinggi tanaman menjadi salah satu indikator pertumbuhan tanaman. Tinggi tanaman akan berkorelasi dengan dengan percabangan dan jumlah, serta luas daun tanaman. Hal ini akan berpengaruh terhadap nilai indeks luas daun (ILD), sehingga akan berpengaruh terhadap laju fotosintesis tanaman. Peningkatan ILD sampai batas tertentu akan diikuti dengan peningkatan laju fotosintesis sampai mendekati ILD kritis. Hal ini terkait besarnya cahaya yang mampu diserap oleh tajuk tanaman. Menurut Winarni (2004) fotosintesis merupakan kunci proses metabolisme tanaman, dan faktor yang berperan adalah energi yang berasal dari cahaya matahari. Besaran energi yang mampu diserap oleh tanaman tergantung dari luas kanopi/tajuk (Nambiar dan Brown, 1997).

Hasil tanaman kopi tertinggi dicapai pada ketinggian tempat 1.250 m dpl dengan jumlah biji per dompol, bobot biji, serta hasil per tanaman masing-masing sebesar 28.1 biji/dompol, 8,42 g/biji, dan 6.04 kg/tanaman. Hasil tanaman merupakan hasil interaksi antara faktor genetik, lingkungan tumbuh tanaman dan pengelolaan tanaman.

Tabel 2. Hasil dan komponen hasil tanaman kopi pada berbagai ketinggian tempat.

| Ketinggian<br>(m dpl) | Tinggi tanaman<br>kopi (cm) | Jumlah biji kopi per<br>dompok | Hasil biji kopi per<br>tanaman (kg) | Bobot per biji<br>(g) |
|-----------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| 800                   | 103.71c                     | 18.00b                         | 1.40c                               | 4.28b                 |
| 1000                  | 129.00b                     | 21.42b                         | 2.07c                               | 4.71b                 |
| 1250                  | 170.57a                     | 28.14a                         | 6.04a                               | 8.42a                 |
| 1400                  | 169.71a                     | 21.14b                         | 3.18b                               | 5.57b                 |

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut DMRT  $\alpha=5\%$ .

Tanaman kopi arabika akan cocok dengan lingkungan dengan ketinggian diatas 1.000 m dpl. Peningkatan ketinggian tempat akan diikuti penurunan suhu udara dan kelembaban udara. Peningkatan ketinggian tempat akan diikuti dengan penurunan suhu udara. Suhu udara akan berpengaruh terhadap proses fisiologis tanaman, dimana kopi arabika pada kondisi lingkungan ini akan menekan laju respirasi tanaman. Proses respirasi dan kecepatan proses fotosintesis tanaman akan sangat dipengaruhi oleh suhu udara lingkungan tanaman (Fitter, 1998). Kondisi suhu udara yang tidak optimal akan berdampak negatif terhadap produksi tanaman dimana akan terjadi gugur bunga atau gugur pentil sehingga menyebabkan penurunan hasil (Supriyadi dan Heryana, 2011).

Faktor pengelolaan tanaman yang optimal akan memberikan hasil yang lebih besar. Tindakan pemupukan yang dilakukan petani pada lokasi dengan ketinggian 1.250 m dpl menjadi salah satu faktor hasil yang diperoleh lebih tinggi. Petani memberikan pemupukan NPK satu kali dalam setahun, sehingga kebutuhan unsur hara tanaman lebih tercukupi sehingga pertumbuhan dan hasil tanaman meningkat.

### Hubungan Karakter Fisiologi Terhadap Variabel Produksi Kopi Arabika

Hasil analisis korelasi kandungan klorofil a terhadap tinggi tananam bernilai positif sangat nyata sedangkan untuk klorofil b bernilai negatif sangat nyata dan klorofil total

pada tinggi tanaman bernilai negatif tidak nyata. Sementara hasil korelasi klorofil a, b dan total terhadap hasil pertanaman bernilai positif dan mempunyai hubungan yang cukup kuat. Kandungan klorofil a yang besar berdampak pada tinggi tanaman tetapi tidak untuk klorofil b dan total. Hasil pertanaman yang tinggi dapat dilihat dari hasil analisis korelasi tersebut bahwa klorofil berpengaruh positif terhadap hasil yang artinya dapat disimpulkan bahwa klorofil berperan penting terhadap produksi tanaman kopi arabika. Li *et al.*, (2006) menyatakan bahwa, proses penting dalam tanaman untuk mempertahankan produksi dan pertumbuhan tanaman adalah fotosintesis. Klorofil berkorelasi positif dan merupakan komponen yang utama pada kloroplas. Proses sintesis klorofil pada daun berperan untuk menangkap cahaya matahari dalam jumlah yang berbeda pada setiap spesies. Faktor seperti gula dan karbohidrat, temperatur, air, faktor genetika, unsur hara seperti N, Fe, Mn, Zn, Mg, Cu dan S juga sangat mempengaruhi proses sintesis klorofil (Hendriyani dan Setiari, 2009). Fotosintesis pada tanaman dibantu dengan adanya klorofil a dan b, yang berfungsi sebagai penyerap energi cahaya untuk fotosintesis (Dwidjoseputro, 1980). Menurut Iriawati (2009) Pertukaran gas CO<sub>2</sub>, dan O<sub>2</sub> sangat membutuhkan peran dari stomata. Pertukaran gas antara udara di lingkungan tanaman dengan udara yang ada di dalam tanaman dilakukan melalui stomata karena stomata adalah bagian dari pori-pori tanaman. Lebar bukaan stomata dan kerapatan stomata

akan berdampak pada besarnya difusi karbondioksida sebagai bahan dasar dalam proses fotosintesis, sehingga fotosintat meningkat.

Hasil analisis korelasi stomata terhadap hasil pertanaman hasil menunjukkan pengaruh tidak berbeda nyata antara variabel akan tetapi memberi nilai positif sebesar 0,225 untuk jumlah stomata dan 0,225 untuk kerapatan

stomata. Pada variabel stomata dengan jumlah biji per-dompok hasil, juga menunjukkan pengaruh tidak berbeda nyata akan tetapi memberi nilai positif yaitu 0,264 untuk jumlah stomata dan 0,264 untuk kerapatan stomata sehingga bisa dikatakan stomata tidak memiliki hubungan yang nyata secara langsung terhadap hasil produksi.

Tabel 3. Hasil Analisis Korelasi antar Variabel.

| V   | TT             | JP             | HT             | BB       | KS       | BS       | Ka             | Kb             | Tot      |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------|----------|----------|----------------|----------------|----------|
| TT  | <b>1</b>       |                |                |          |          |          |                |                |          |
| JP  | <b>0.52**</b>  | <b>1</b>       |                |          |          |          |                |                |          |
| HT  | <b>0.658**</b> | <b>0.651**</b> | <b>1</b>       |          |          |          |                |                |          |
| BB  | <b>0.498**</b> | <b>0.573**</b> | <b>0.788**</b> | <b>1</b> |          |          |                |                |          |
| KS  | 0,165          | 0,264          | 0,225          | 0,1      | <b>1</b> |          |                |                |          |
| BS  | <b>0.476*</b>  | 0,239          | 0,229          | 0,131    | 0,107    | <b>1</b> |                |                |          |
| Ka  | <b>0.382*</b>  | 0,19           | <b>0.431*</b>  | 0,322    | -0,208   | 0,205    | <b>1</b>       |                |          |
| Kb  | <b>-0.378*</b> | 0,066          | 0,1            | 0,215    | 0,111    | -0,2887  | -0,088         | <b>1</b>       |          |
| Tot | -0,113         | 0,166          | 0,333          | 0,371    | -0,022   | -0,135   | <b>0.493**</b> | <b>0.823**</b> | <b>1</b> |

Keterangan : \*: nyata, \*\*: sangat nyata, TT: tinggi tanaman, JP: jumlah biji per dompol, HT: hasil pertanaman, BB: bobot biji, KS: kerapatan stomata, BS: bukaan stomata, Ka: klorofil a, Kb: Klorofi b, Tot: klorofil total.

**KESIMPULAN**

1. Keragaan budidaya di Desa Sarwodadi sangat beragam dan belum sesuai dengan budidaya kopi yang baik, model budidaya yang diterapkan petani sebagian besar menggunakan model budidaya ladang dan semi intensif dimana para petani hanya mengambil hasil tanpa melakukan perawatan yang optimal seperti yang di anjurkan.
2. Perbedaan ketinggian tempat di Desa Sarwodadi mempengaruhi kadar klorofil, kerapatan dan lebar bukaan stomata tanaman kopi arabika
3. Hasil tanaman kopi arabika di Desa Sarwodadi tertinggi dicapai pada ketinggian tempat 1250 m dpl sebesar 6,04 kg/tanaman.

**DAFTAR PUSTAKA**

Asfaw, M. D., Kassa, S.M., Lungu, E.M., Bewket, W. 2019. Effect of temperature and rainfall in plant-herbivore interactions at different altitude. *Ecological modeling* 406: 50-59.

Badan Pusat Statistik. 2018. Kecamatan Pejawaran Dalam Angka 2018. Badan Pusat Statistik Kabupaten Banjarnegara.

Cybex Pertanian. 2019. Pengaruh ketinggian tempat dan iklim ekstrim pada kopi. *Online*. <http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/78725/pengaruh-ketinggian-tempat-dan-iklim-ekstrim-pada-kopi/>

Djaenuddin. 2000. *Kriteria Kesesuaian Lahan Untuk Komoditas Pertanian*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.

Dwidjoseputro, D. 1980. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. PT. Gramedia. Jakarta.

Fitter, A. 1998. *Fisiologi Lingkungan Tanaman* (diterjemahkan oleh Sri Andani dan E. D. Purbayanti). Universitas Gajah Mada Press, Yogyakarta.

- Hakim. 2019. Pola Budidaya Kopi Arabika di Desa Sarwodadi. Wawancara Pribadi.
- Hendriyani, I.S., Setiari, N. 2009. Kandungan klorofil dan pertumbuhan kacang panjang (*Vigna sinensis*) pada tingkat penyediaan air yang berbeda. *J. Sains & Mat.* 17(3):145-150.
- Iriawati. 2009. *Materi Kuliah Struktur dan Fungsi Daun*. SITH. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Ismi, A.E, Saptiningsih, Haryanti S. 2013. Pengaruh naungan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman bawang daun (*Allium fistulosum* L.) di Bandungan, Jawa Tengah. *Jurnal Biologi.* 2(3): 31-40.
- Lestari, E. 2006. Hubungan antara kerapatan stomata dengan ketahanan kekeringan pada somaklon padi Gajahmungkur, Towuti dan IR 64. *Jurnal Bioversitas.* 7(1) : 44-48.
- Li, R., Guo, P., Baum, M., Grando, S., Ceccarelli, S. 2006. Evaluation of chlorophyll content and fluorescence parameters as indicators of drought tolerance in barley. *Agricultural Sciences in China.* 5(10): 751-757.
- Nambiar, E.K., Sadanandan, Brown, A.G. 1997. Management of soil, nutrients and water in tropical plantation forest. ACIAR Monograph No.43,571hlm
- Prastowo, B., Karmawati, E., Rubiji, Siswanto, Indrawanto, C., Munarso, S.J. 2010. *Budidaya dan pasca panen kopi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan.* Bogor. 70 hlm.
- Prawoto, A. 2007. *Materi Kuliah Fisiologi Tumbuhan.* Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Jember
- Supriadi, H., Heryana N. 2011. Dampak perubahan iklim terhadap produksi jambu mete dan upaya penanggulangannya. *Jurnal Buletin RISTR.* 2(2): 175-186.
- Supriadi, H., Randriani, E., Towaha, J. 2016. Korelasi antara ketinggian tempat, sifat kimia tanah, dan mutu fisik biji kopi arabika di dataran tinggi Garut. *J. TIDP* 3(1): 5–52.
- Taiz, L., Zeiger, E. 1991. *Plant physiology.* The Benyamin/Cumming Publishing Company Inc. Tokyo.
- Urban, J., Ingwers, M., Mcguire, M., Teskey, R. 2017. Increase in leaf temperature opens stomata and decouples net photosynthesis from stomata conductance in *Pinus taeda* and *Populus deltoids x nigra*. *Journal of Experimental Botani.* 68 (7) : 1757-1767.
- Winarni, I., Sumadiwangsa, E.S., Setyawan, D. 2004. Pengaruh tempat tumbuh, jenis dan diameter batang terhadap produktivitas pohon penghasil biji tengkawang. *J. Penelitian Hasil Hutan.* 22 (1) : 23-33.