

PERTANIAN

KARAKTER FISILOGIS BIBIT KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora*) KLON BP 409 DAN BP 936 PADA PERSENTASE KAPASITAS LAPANG YANG BERBEDA

Physiological Character of Robusta Coffee (Coffea canephora) Seedlings of Clones BP 409 and BP 936 in Various Field Capacity Percentages

Tirto Wahyu Widodo¹, Denna Eriani Munandar¹ dan Miswar^{1*}

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember (UNEJ)
Jl. Kalimantan 37, Kampus Tegal Boto, Jember 68121

*E-mail: mmiswar20@gmail.com

ABSTRACT

This study aimed to identify differences in the physiological characteristics of two clones of robusta coffee at a different level of media field capacity. This research was conducted in Sumber Jeruk Village, Jember. Analysis of physiological characteristics was conducted at the Laboratory of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Jember from January to May 2015. The experimental design used was factorial complete randomized design (CRD) with 2x4 factorial design and 3 replications. The first factor was the variety of coffee clones which were BP 409 and BP 936, while the second factor was the percentage of water field capacity which were 25 %, 50 %, 75 %, and 100 %. The results showed that there was no interaction between clones variety and the level of media field capacity. Under drought stress, chlorophyll content and plant height of BP 409 was higher than BP 936. Media field capacity at 25% and 50% resulted the lowest stomatal conductance and plant height. While media field capacity at 25% resulted the highest reducing sugar content.

Keywords: Field capacity; physiological character; robusta coffee

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi perbedaan karakter fisiologis dua klon kopi robusta pada tingkat kapasitas lapang media yang berbeda. Penelitian ini dilaksanakan di Desa Sumber Jeruk, Kecamatan Kalisat, Kabupaten Jember, dan untuk analisis fisiologis tanaman dilakukan di Laboratorium Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Jember mulai Januari hingga Mei 2015. Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 2x4 dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah macam klon kopi yakni klon BP 409 dan BP 936, sedangkan faktor kedua adalah persentase kapasitas lapang yang terdiri atas 25%, 50%, 75%, dan 100% kapasitas lapang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara macam klon kopi dan tingkat kapasitas lapang media. Klon BP 409 memiliki kandungan klorofil a dan tinggi tanaman lebih tinggi daripada klon BP 936. Kadar air 25% dan 50% kapasitas lapang mengakibatkan konduktivitas stomata dan tinggi paling rendah. Kadar air 25% kapasitas lapang mengakibatkan kandungan gula reduksi paling tinggi.

Kata kunci: kapasitas lapang, karakter fisiologis, kopi robusta

How to cite: Widodo, T. W., D. E. Munandar, dan Miswar. 2015. Karakter Fisiologis Bibit Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Kon BP 409 dan BP 936 pada Persentase Kapasitas Lapang yang Berbeda. *Berkala Ilmiah Pertanian* 1(1): xx-xx

PENDAHULUAN

Kopi (*Coffea sp*) merupakan salah satu komoditas perkebunan unggulan di Indonesia. Kopi memberikan kontribusi yang nyata terhadap perekonomian Indonesia karena berperan sebagai penghasil devisa, sumber pendapatan petani, dan penciptaan lapangan kerja. Kopi juga memberikan kontribusi besar terhadap pengentasan kemiskinan dan pembangunan ekonomi nasional (Chemura *et al.*, 2014). Menurut Badan Pusat Statistik (2014), produksi kopi nasional tahun 2013 (691,16 ribu ton) mengalami penurunan sebesar 1,1% dibandingkan tahun 2012 (698,89 ribu ton), di sisi lain, konsumsi kopi di Indonesia diprediksi meningkat 20% setiap tahun (Rubiyo dkk., 2012). Disamping itu, nilai ekspor kopi Indonesia pada tahun 2011 hingga 2013 cukup fluktuatif. Pada tahun 2011 sebesar US\$ 1,064 miliar, tahun 2012 sebesar US\$ 1,566 miliar, dan tahun 2013 sebesar US\$ 1,468 miliar. Selain itu, konsumsi kopi rakyat Indonesia meningkat tiap tahunnya. Konsumsi kopi pada tahun 2011 sebesar 0,87 kg/kapita/tahun, tahun 2012 sebesar 0,94 kg/kapita/tahun, dan tahun 2013 mencapai 1,00 kg/kapita/ tahun (Badan Pusat Statistik, 2014). Nilai ekspor dan konsumsi kopi yang meningkat setiap tahun menjadi dasar pentingnya pengembangan tanaman kopi di Indonesia.

Kopi robusta (*Coffea canephora* Pierre) merupakan jenis kopi yang mendominasi perkebunan kopi di Indonesia. Budidaya kopi robusta

dilakukan oleh perkebunan negara, swasta, maupun rakyat. Beberapa klon kopi robusta yang cukup banyak dibudidayakan adalah klon BP 409 dan BP 936 karena memiliki potensi hasil di atas 2.000 kg/ha/th.

Budidaya kopi di Indonesia umumnya hanya mengandalkan curah hujan sebagai sumber air bagi tanaman. Musim kemarau yang panjang dan perubahan iklim yang ekstrim memberikan dampak negatif terhadap budidaya tanaman, yakni kekeringan (Farooq *et al.*, 2009). Kekeringan erat kaitannya dengan kandungan air di dalam media tanam. Kekeringan yang terjadi pada musim kemarau menjadi salah satu faktor penyebab kekurangan air bagi tanaman. Media tanam dengan tingkat kapasitas lapang yang rendah mengakibatkan tanaman mengalami cekaman kekeringan, sehingga mempengaruhi semua aspek pertumbuhan tanaman, yang meliputi proses fisiologis, biokimia, anatomi, dan morfologi (Ai dan Banyo, 2011). Kekeringan menjadi penghambat pertumbuhan, kehilangan hasil, bahkan kematian tanaman, sehingga berdampak besar terhadap produksi kopi (Farooq *et al.*, 2009). Menurut David (2008), kekeringan mengakibatkan daun tanaman kakao gugur, ranting menjadi kering, produksi hilang sebesar 20-50%, dan kematian tanaman. Tanaman kopi juga diperkirakan mengalami dampak yang sama ketika kandungan air media tanam berada pada tingkat kapasitas lapang yang rendah.

Klon-klon kopi yang tahan terhadap cekaman kekeringan biasanya mengembangkan beberapa mekanisme ketahanan, diantaranya dengan membentuk senyawa tertentu guna melindungi sel dan jaringan dari kerusakan yang diakibatkan oleh cekaman kekeringan. Dilihat dari morfologi tanaman, cekaman kekeringan mengakibatkan rambut akar rusak akibat rusaknya sel-sel pada rambut akar tersebut. Kerusakan rambut akar mengakibatkan serapan air dan hara akan terhambat. Tanaman memberikan respon terhadap kekurangan air tersebut dengan menurunkan konduktivitas stomata. Respon tersebut dilakukan tanaman guna menekan kehilangan air yang berlebihan akibat transpirasi.

Kekurangan air mengakibatkan penurunan konduktivitas stomata, sehingga pertukaran gas akan terhambat dan akhirnya menurunkan fiksasi CO₂. Penurunan fiksasi CO₂ akan menurunkan laju fotosintesis, sehingga glukosa yang dihasilkan rendah. Laju fotosintesis tergantung dari substrat yang tersedia (CO₂ dan H₂O) serta cahaya dan klorofil. Fiksasi CO₂ dan serapan H₂O yang rendah akibat cekaman kekeringan berpengaruh langsung terhadap penurunan laju fotosintesis. Salisbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa kekurangan air mengakibatkan sebagian stomata daun akan menutup, sehingga terjadi hambatan masuknya karbondioksida dan menurunkan aktivitas fotosintesis.

Kekurangan air pada tanaman mengakibatkan ukuran tanaman lebih kecil dibandingkan tanaman normal. Perubahan pertumbuhan tanaman disebabkan oleh perubahan metabolisme yang berkaitan dengan fisiologis tanaman. Karakter fisiologis tanaman yang penting diidentifikasi ketika terjadi cekaman kekeringan yaitu: konduktivitas stomata, kandungan klorofil, dan kandungan gula reduksi daun.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka perlu diteliti karakter fisiologis beberapa klon kopi pada kondisi tingkat kapasitas lapang yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh beberapa kondisi tingkat kapasitas lapang media terhadap karakter fisiologis kopi robusta klon BP 409 dan BP 936. Harapan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan klon kopi unggul yang tahan terhadap kekeringan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat. Penelitian dilaksanakan mulai Bulan Januari sampai Mei 2015. Penelitian dilaksanakan di Desa Sumberjeruk, Kecamatan Kalisat, Kabupaten Jember, dan untuk analisis fisiologis tanaman dilaksanakan di Laboratorium Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

Pelaksanaan percobaan dilakukan dengan beberapa tahapan meliputi:

Persiapan Media dan Bahan Tanam. Media tanam yang digunakan adalah campuran tanah kering angin, pasir, dan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1:1. Media tanam dimasukkan ke dalam polibag berukuran 12 x 25 cm dengan berat 1,5 kg. Bahan tanam yang digunakan adalah kopi robusta klon BP 409 dan BP 936.

Penetapan Kadar Lengas Media Tanam. Kadar lengas media tanam ditentukan dengan menjenuhkan salah satu media dalam polibag, kemudian dibiarkan selama 12 jam sampai tidak ada air yang menetes. Volume air yang terjepit dalam media tanam merupakan selisih antara volume air yang dituang dan volume air yang ditampung (x ml). Volume air yang terjepit tersebut dianggap sebagai 100% kapasitas lapang, sedangkan untuk 75%, 50%, dan 25% kapasitas lapang dikonversi dari volume air yang digunakan pada 100% kapasitas lapang.

Penanaman. Bibit kopi yang digunakan dalam penelitian berumur 3 bulan dan ditanam pada media tanam campuran tanah, pasir, dan pupuk kandang dengan perbandingan 1:1:1.

Pemeliharaan. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman yang dilakukan setiap terjadi penurunan kadar lengas 10%. Pemupukan dilakukan setiap 2 minggu sekali. Pengendalian hama dilakukan dengan cara kimiawi.

Pengambilan Sampel Daun. Sampel daun digunakan untuk analisis kandungan gula reduksi dan klorofil a. Pengambilan sampel tersebut dilakukan setelah 2 bulan perlakuan. Sampel dimasukkan ke dalam

plastik, kemudian dimasukkan ke dalam termos yang telah berisi es. Sampel disimpan dalam freezer -20°C sampai dilakukan analisis.

Variabel pengamatan dalam percobaan ini terdiri dari :

a. Konduktivitas Stomata

Pengukuran konduktivitas stomata dilakukan dengan menggunakan alat *Leaf Porometer* SC-1. Pengukuran dilakukan dengan menjepitkan daun pada posisi yang telah ditentukan dengan alat pendeteksi. Lalu menekan tombol start, sehingga alat akan membaca daya hantar stomata pada daun yang selanjutnya hasilnya akan muncul pada layar *Leaf Porometer*. Nilai konduktivitas stomata dinyatakan dalam satuan mMol H₂O/m²/s.

b. Kandungan Klorofil a

Sampel daun kopi sebanyak 0,1 g digerus menggunakan mortal alu setelah dibekukan dengan nitrogen cair sampai menjadi tepung. Tepung sampel disuspensikan dengan 0,5 ml 10 mM H₃BO₃. Suspensi sebanyak 40 µl ditambahkan ethanol sebanyak 960 µl, lalu divortek hingga homogen dan inkubasi di dalam kulkas (4°C selama 30 menit). Setelah itu, suspensi disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 8000 rpm dan suhu 10°C. Supernatan diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 649 nm dan 665 nm. Konsentrasi klorofil a dihitung berdasarkan rumus berikut :

Klorofil a = (13,7 x Abs665) – (5,76 x Abs649) = µg klorofil /g sampel

c. Kandungan Gula Reduksi

Kandungan gula reduksi diukur dengan menggunakan metode yang dilakukan oleh Miswar (2001). Sebanyak 500 µL supernatan ditambah 500 µL reagen DNS, kemudian dipanaskan 100°C selama 10 menit. Setelah dingin, absorbansi diukur pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 560 nm.

d. Tinggi Tanaman

Pengukuran tinggi tanaman bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan tinggi bibit kopi. Pengukuran dilakukan dari pangkal batang sampai titik tumbuh pada awal dan akhir pengamatan menggunakan penggaris.

Data yang diperoleh dianalisis statistik dengan menggunakan analisis ragam, jika menunjukkan berbeda nyata dilanjutkan dengan Uji Duncan 5%.

HASIL

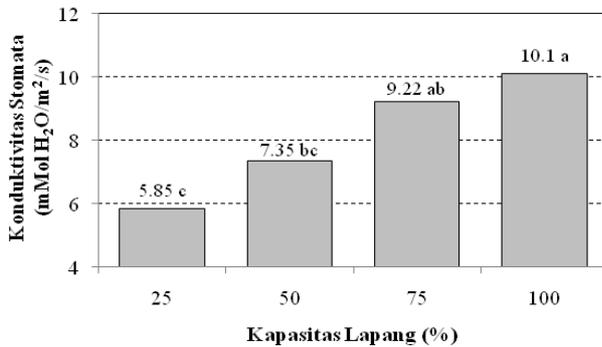
Tabel 1. Rekapitulasi Nilai F-Hitung Variabel Pengamatan

| Variabel | F-Hitung | | |
|------------------------|----------------|---------------------------------|-------------------|
| | Macam klon (K) | Persentase kapasitas lapang (C) | Interaksi (K X C) |
| Konduktivitas stomata | 0,10 ns | 6,28 ** | 1,14 ns |
| Kandungan klorofil a | 5,21 * | 3,22 ns | 1,02 ns |
| Kandungan gula reduksi | 0,89 ns | 10,74 ** | 0,94 ns |
| Tinggi tanaman | 28,31 ** | 15,37 ** | 2,09 ns |

Keterangan : * = Berbeda nyata
** = Berbeda sangat nyata
ns = Berbeda tidak nyata

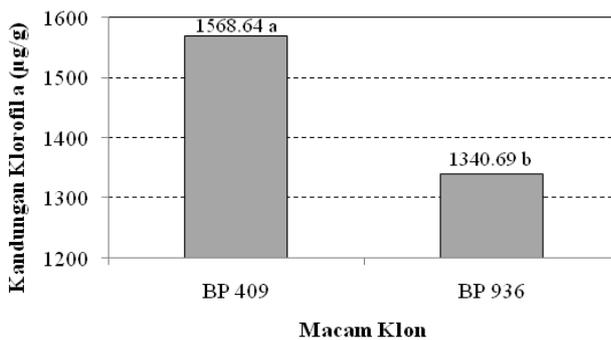
Tabel 1 menunjukkan bahwa macam klon kopi berpengaruh nyata terhadap kandungan klorofil a dan berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman, sedangkan persentase kapasitas lapang berpengaruh sangat nyata terhadap konduktivitas stomata, kandungan gula reduksi, dan tinggi tanaman.

Berdasarkan Gambar 1, nilai konduktivitas stomata tertinggi ditunjukkan pada perlakuan kadar air 100% kapasitas lapang (10,1 mMol H₂O/m²/s) dan berbeda tidak nyata dengan perlakuan 75% kapasitas lapang (9,22 mMol H₂O/m²/s), sedangkan nilai konduktivitas stomata terendah ditunjukkan pada perlakuan 25% kapasitas lapang (5,85 mMol H₂O/m²/s) dan berbeda tidak nyata dengan perlakuan 50% kapasitas lapang (7,35 mMol H₂O/m²/s).



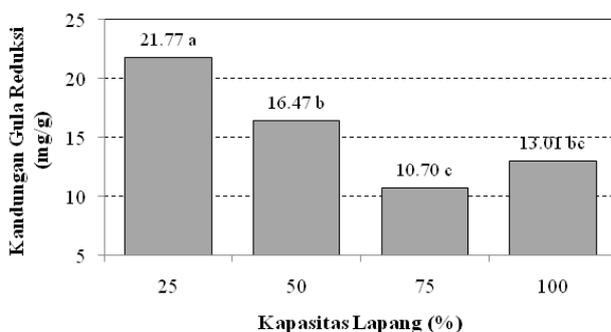
Gambar 1. Konduktivitas stomata bibit kopi

Berdasarkan Gambar 2, kandungan klorofil a klon BP 409 (1.568,64 µg/g) lebih tinggi 14,5% dibandingkan klon BP 936 (1.340,69 µg/g). Klon BP 409 memiliki kemampuan lebih baik dibandingkan klon BP 936 dalam mensintesis klorofil a.



Gambar 2. Kandungan klorofil a

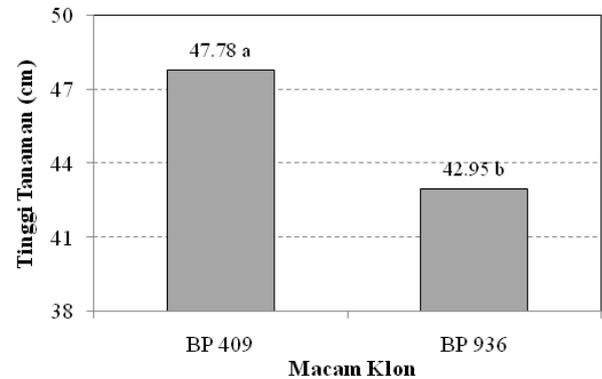
Berdasarkan Gambar 3, kandungan gula reduksi tertinggi pada perlakuan 25% kapasitas lapang (21,77 mg/g), sedangkan kandungan gula reduksi terendah pada perlakuan 75% kapasitas lapang (10,70 mg/g) dan berbeda tidak nyata dengan 100% kapasitas lapang (13,01 mg/g).



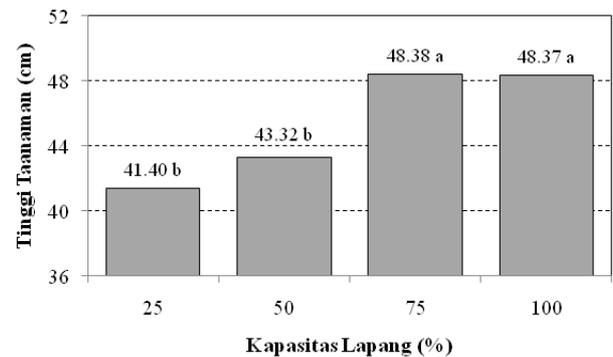
Gambar 3. Kandungan gula reduksi daun

Berdasarkan Gambar 4, tinggi tanaman klon BP 409 sebesar 47,78 cm, sedangkan klon BP 936 sebesar 42,95 cm. Tinggi tanaman kopi klon BP 409 lebih tinggi 4,83 cm (10,1%) dibandingkan klon BP 936.

Berdasarkan Gambar 5, tinggi tanaman terbaik pada kondisi 75% kapasitas lapang (48,38 cm) dan hanya berbeda 0,02 % dibandingkan kondisi 100% kapasitas lapang. Tinggi tanaman pada 75% kapasitas lapang (48,38 cm) lebih tinggi 14,4% dibandingkan kondisi 25% kapasitas lapang (41,40 cm).



Gambar 4. Tinggi tanaman kopi pada 2 klon yang berbeda



Gambar 5. Tinggi tanaman kopi pada persentase kapasitas lapang yang berbeda

PEMBAHASAN

Kandungan air di dalam media tanam menjadi faktor penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Gardner *et al.* (1991) menyatakan bahwa air seringkali membatasi pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang ditunjukkan pada perubahan aktivitas metabolismenya. Air berpengaruh terhadap semua proses metabolisme dalam tanaman, sehingga defisit air yang akan mengakibatkan pertumbuhan terganggu (Pugnaire and Pardos, 1999).

Kandungan air yang rendah di dalam media tanam mengakibatkan cekaman kekeringan. Cekaman kekeringan ditandai dengan keterbatasan air dari lingkungan tumbuh tanaman (Ai, 2011). Menurut Lakitan (1996), cekaman kekeringan disebabkan oleh menurunnya suplai air di daerah rhizosfer, sedangkan kebutuhan air di bagian pucuk berlebihan akibat laju transpirasi yang melebihi laju absorpsi air. Tanaman memberikan respon sebagai bentuk toleransi terhadap cekaman kekeringan. Bentuk toleransi tanaman akan berbeda pada macam klon yang berbeda pula.

Perbedaan sifat masing-masing klon kopi pada percobaan ini terlihat pada kandungan klorofil a. Berdasarkan Gambar 2, klon BP 409 memiliki kandungan klorofil a lebih tinggi dibandingkan klon BP 936. Biber (2007) menyatakan bahwa perbedaan kandungan klorofil disebabkan oleh perbedaan proses metabolisme tanaman yang berkaitan dengan faktor genetik. Pada kondisi lingkungan yang sama, klon BP 409 mampu mensintesis klorofil a lebih tinggi, sehingga memiliki

kemampuan fotosintesis yang juga tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Camprostrini and Maestri (1998) bahwa klon kopi yang berbeda memiliki kandungan klorofil yang berbeda, sehingga aktifitas fotosintesis berbeda pula dan berpengaruh terhadap produksi akhir. Arjenaki *et al.* (2012) juga menyatakan bahwa kandungan klorofil merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi kapasitas fotosintesis.

Fotosintesis tanaman tidak hanya dipengaruhi oleh kandungan klorofil daun, tetapi juga ketersediaan CO₂. Fiksasi CO₂ secara langsung dipengaruhi oleh konduktivitas stomata. Berdasarkan Gambar 1, konduktivitas stomata lebih tinggi pada kadar air 100% dan 75% kapasitas lapang dibandingkan 50% dan 25% kapasitas lapang. Tanaman akan menyerap air jika berada antara kapasitas lapang dan titik layu permanen, namun penyerapan air akan terhambat bila kondisi media tanam berada di atas kapasitas lapang ataupun mendekati titik layu permanen (Haryanti dan Meirina 2009). Berdasarkan Gambar 1, kadar air 25% kapasitas lapang menyebabkan bibit kopi robusta tercekam kekeringan yang ditunjukkan dengan serapan air rendah dan konduktivitas stomata juga rendah.

Kandungan air media tanam yang semakin rendah mengakibatkan serapan air oleh tanaman semakin sulit karena terikat kuat pada partikel tanah. Penurunan serapan air secara langsung mempengaruhi konduktivitas stomata. Nilai konduktivitas stomata menunjukkan nilai fotosintesis tanaman karena jumlah air yang keluar melalui transpirasi diikuti dengan CO₂ yang masuk ke dalam tanaman. CO₂ tersebut digunakan tanaman sebagai substrat fotosintesis (Uni-giessen dalam Harsanti, 2011). Pada kondisi kekurangan air, fotosintesis tanaman menurun yang disebabkan penutupan stomata, sehingga membatasi fiksasi CO₂ (Lawlor, 1995).

Penurunan laju fotosintesis dapat dilihat pada tinggi tanaman. Tinggi tanaman terendah yakni pada kondisi 50% (43,32 cm) dan 25% kapasitas lapang (41,40 cm) (Gambar 5). Rendahnya tinggi tanaman tersebut disebabkan oleh penurunan serapan air karena air berperan sebagai substrat fotosintesis. Penurunan serapan air secara langsung akan menurunkan laju fotosintesis, sehingga fotosintat yang dihasilkan rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Purwanto dan Agustono (2010) bahwa laju fotosintesis menurun seiring penurunan kadar air media tanam. Penurunan jumlah fotosintat secara langsung akan menghambat pertumbuhan, seperti tinggi tanaman.

Laju fotosintesis tanaman juga dipengaruhi oleh macam klon. Setiap klon memiliki sifat genetik yang berbeda. Klon BP 409 memiliki kemampuan fotosintesis lebih besar dibandingkan klon BP 936 karena memiliki kandungan klorofil a lebih tinggi 14,5% (Gambar 2). Hasil penelitian Ristiawan (2011) menunjukkan bahwa kopi robusta klon BP 409 memiliki kandungan klorofil a yang lebih tinggi dibandingkan klon BP 358, sehingga kemampuan fotosintesisnya juga lebih tinggi. Perbedaan laju fotosintesis kedua klon dapat dilihat pada tinggi tanaman. Semakin tinggi kapasitas fotosintesis tanaman, maka semakin banyak fotosintat yang dihasilkan. Fotosintat tersebut digunakan tanaman sebagai energi untuk pembelahan sel-sel meristem. Peningkatan pembelahan sel-sel meristem dapat dilihat pada tinggi tanaman. Berdasarkan Gambar 4, tinggi tanaman klon BP 409 lebih tinggi 4,83 cm (10,1%) dibandingkan klon BP 936.

Hasil percobaan ini menunjukkan bahwa kandungan gula reduksi tertinggi pada perlakuan kadar air 25% kapasitas lapang (Gambar 3). Kandungan gula reduksi pada 25% kapasitas lapang (21,77 mg/) menunjukkan berbeda nyata dibandingkan kapasitas lapang lainnya. Kadar air yang rendah mengakibatkan tanaman mengalami kekurangan air, sehingga terjadi penurunan potensial air di media tanam. Penurunan potensial air akan menghambat serapan air oleh tanaman. Respon tanaman sebagai bentuk adaptasi terhadap kekeringan dilakukan dengan penyesuaian potensial air, sehingga tanaman tidak kehilangan air berlebihan.

Penurunan potensial air tanaman dapat meningkatkan hidrolisis makromolekul menjadi molekul yang lebih sederhana, seperti monosakarida, disakarida, dan protein, sehingga konsentrasi osmolit tanaman lebih tinggi (Tyagi *et al.*, 1999). Berdasarkan hasil penelitian Pizdad *et al.* (2011), cekaman kekeringan mengakibatkan kerusakan membran sel tanaman, sehingga menurunkan kemampuan penyesuaian

osmotik. Tanaman merespon kondisi tersebut dengan meningkatkan kandungan osmoregulator seperti gula reduksi dan protein terlarut guna penyesuaian osmotik. Respon ini merupakan bentuk toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Tidak terdapat interaksi antara macam klon kopi dan tingkat kapasitas lapang media.
2. Klon BP 409 memiliki kandungan klorofil a dan tinggi tanaman lebih tinggi dibandingkan klon BP 936.
3. Perlakuan kadar air 25% dan 50% kapasitas lapang mengakibatkan nilai konduktivitas stomata dan tinggi tanaman paling rendah, sedangkan perlakuan 25% kapasitas lapang mengakibatkan kandungan gula reduksi paling tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada pihak penyelenggara Program Beasiswa Unggulan Strata 1 Fakultas Pertanian Universitas Jember.

DAFTAR PUSTAKA

- Ai NS. 2011. Biomassa dan kandungan klorofil total daun Jahe (*Zingiber officinale* L.) yang mengalami cekaman kekeringan. *Ilmiah Sains*. 11:1-5.
- Ai NS, Y Banyo. 2011. Konsentrasi klorofil daun sebagai indikator kekurangan air pada tanaman. *Ilmiah Sains*. 11:166-173.
- Arjenaki FG, R Jabbari, A Morshedi. 2012. Evaluation of drought stress on relative water content, chlorophyll content and mineral elements of Wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*. 4:726-729.
- Biber PD. 2007. Evaluating a chlorophyll content meter on three coastal wetland plant species. *J. Agricultural, Food and Environmental Sciences*. 1:1-11.
- BPS. 2014. Produksi perkebunan menurut provinsi dan jenis tanaman. (<http://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1672>). [17 Januari 2015]
- Camprostrini E, M Maestri. 1998. Photosynthetic potential of five genotypes of *Coffea canephora* Pierre. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*. 10:13-18.
- Chemura A, C Mahoya, P Chidoko, D Kutwayo. 2014. Effect of soil moisture deficit stress on biomass accumulation of four Coffee (*Coffea arabica*) varieties in Zimbabwe. *ISRN Agronomy*. 2014:1-10.
- David M. 2008. Kajian Ketahanan pada Pertumbuhan Awal beberapa Klon Kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap Cekaman Kekeringan. *Tesis*. Universitas Sebelas Maret, Solo.
- Farooq M, A Wahid, N Kobayashi, D Fujita, SMA Basra. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agron. Sustain. Dev*. 29:185-212.
- Gardner FP, RB Pearce, RL Mitchell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. UI Press, Jakarta.
- Harsanti RS. 2011. Potensi Hasil Tanaman Padi Gogo yang Berasosiasi dengan Bakteri Fotosintetik *Synechococcus sp* pada Lingkungan yang Terpapar berbagai Tingkat Peneangan. *Skripsi*. Universitas Jember, Jember.
- Haryanti S, T Meirina. 2009. Optimalisasi pembukaan porus stomata daun Kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) pada pagi hari dan sore. *Bioma*. 11:11-16.
- Lakitan B. 1996. *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. Rajawali Pers, Jakarta.
- Lawlor DH. 1995. The Effects of Water Deficit on Photosynthesis. In Smirnov N (Ed) *Environment and Plant Metabolism-Flexibility and Acclimation*. BIOS Scientific Publishers, Oxford.

- Miswar. 2001. Aktifitas Enzim Metabolisme Sukrosa dan Perubahan Sintesis Protein Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L) Merr.) pada Kondisi Cekaman Garam (NaCl) Tinggi. *Laporan Penelitian*. Universitas Jember, Jember.
- Pirzad A, MR Shakiba, SZ Salmasi, SA Mohammadi, R Darvishzadeh, A Samadi. 2011. Effect of water stress on leaf relative water content, chlorophyll, proline and soluble carbohydrates in *Matricaria chamomilla* L. *Journal of Medicinal Plants Research*. 5:2483-2488.
- Pugnaire FI, J Pardos. 1999. Constrains by Water Stress on Plant Growth. In Passarakli M (ed) *Hand Book of Plant and Crop Stress*. John Wiley & Sons, New York.
- Purwanto, T Agustono. 2010. Kajian fisiologi tanaman Kedelai pada kondisi cekaman kekeringan dan berbagai kepadatan gulma Teki. *Agrosains*. 12:24-28.
- Ristiawan AP. 2011. Karakter Fisiologis Dua Klon Kopi Robusa pada Jenis Penaung yang Berbeda. *Skripsi*. Universitas Jember, Jember.
- Rubiyo, B Martono, Dani. 2012. *Perakitan Teknologi untuk Peningkatan Produksi dan Mutu Hasil Perkebunan Kopi Rakyat*. Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Sukabumi.
- Salisbury FB, CW Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 2*. Terjemahan oleh Diah R. Lukman. ITB, Bandung.
- Tyagi A, N Kumar, RK Sairam. 1999. Efficacy of RWC, membrane stability, osmotic potential, endogenous ABA and root biomass as indices for selection against water stress in Rice. *Indian Journal of Plant Physiology*. 4:302-306.