

*Jurnal*  
**TANAMAN INDUSTRI  
 DAN PENYEGAR**  
 Journal of Industrial and Beverage Crops  
 Volume 6, Nomor 3, November 2019

**IDENTIFIKASI AWAL PERBEDAAN KARAKTER MORFOFISIOLOGI ANTAR  
 EMPAT KULTIVAR KOPI ARABIKA**

***EARLY IDENTIFICATION OF MORPHO-PHYSIOLOGICAL TRAITS DIVERGENCE AMONG FOUR  
 ARABICA COFFEE CULTIVARS***

\* Dani, Dewi Nur Rokhmah, dan Diby Pranowo

**Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar**  
 Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia  
 \* danithok@gmail.com

(Tanggal diterima: 23 Juli 2019, direvisi: 5 September 2019, disetujui terbit: 30 November 2019)

**ABSTRAK**

Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) termasuk tanaman tahunan sehingga siklus seleksinya cukup panjang. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk mempercepat proses seleksi, salah satunya melalui seleksi awal di pembibitan. Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi secara dini keragaman karakter morfofisiologi antar empat kultivar kopi Arabika pada tahap pembibitan. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Pakuwon, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Balittri), Sukabumi, mulai bulan Januari sampai Oktober 2017. Benih dikumpulkan dari tanaman yang bersari bebas dari empat kultivar kopi Arabika (Ateng Super, P88, Gayo 1, dan Gayo 2), ditaburkan di persemaian dan bibit dengan kotiledon yang baru muncul segera dipindahkan ke kantong polyethylene (polybag). Bibit disusun dalam rancangan acak kelompok dengan 5 ulangan, masing-masing terdiri dari 10 bibit tiap kultivar. Karakter morfofisiologi yang diamati dan dianalisis adalah tunas (tinggi tanaman, pembentukan tunas lateral, jumlah ruas, panjang ruas, diameter batang, berat kering tunas); daun (jumlah daun, panjang daun, lebar daun, rasio L/W, luas daun, kerapatan stomata, kandungan klorofil); dan akar (panjang akar, jumlah akar primer, volume akar, berat kering akar, rasio akar/tajuk). Hasil penelitian menunjukkan nilai koefisien keragaman genetik (KKG), koefisien keragaman fenotipik (KKF), dan heritabilitas arti luas ( $h^2_{bs}$ ) karakter tinggi tanaman tergolong tinggi, yaitu masing-masing 21,66%; 23,66%; dan 0,84. Karakter panjang ruas pada batang dan lebar daun menunjukkan nilai  $h^2_{bs}$  yang tinggi (masing-masing 0,97 dan 0,67), sedangkan nilai KKG dan KKF-nya tergolong sedang (masing-masing 19,60% dan 19,88% serta 10,71% dan 13,10%). Ketiga karakter tersebut dapat dijadikan sebagai penciri yang membedakan empat varietas kopi Arabika untuk seleksi pada tahap pembibitan.

**Kata kunci:** Kopi Arabika, kultivar, tahap pembibitan, variabilitas genetik

**ABSTRACT**

*Arabica coffee is a perennial crop hence it has a long selection cycle. Therefore, efforts to shorten the selection process is necessary, such as at seedling stage. This study aims to identify morpho-physiological characters variability among Arabica coffee cultivars at seedling stage. The experiment was conducted at Pakuwon Experimental Garden of Indonesian Industrial and Beverage Crops Research Institute, Sukabumi, from January to October 2017. Seeds collected from open pollinated trees of four arabica coffee cultivars (Ateng Super, P88, Gayo 1, and Gayo 2) were then sown on seedbed and newly-emerged cotyledonous seedlings were transferred immediately into polyethylene bag (polybag). Seedlings were arranged in randomized complete block with 5 replications, each consisted of 10 seedlings of each cultivar. Morpho-physiological characters observed and analyzed were shoot (plant height, lateral shoot formation, number of internodes, internode length, stem diameter, shoot's dry weight); leaves (number of leaves, leaf length, leaf width, L/W ratio, leaf area, stomata density, chlorophyll content); and root (root length, number of primary roots, root volume, root's*

dry weight, root/shoot ratio). The result showed value of genetic coefficient of variation (GCV), phenotypic coefficient of variation (PCV), and broad sense heritability ( $h^2_{bs}$ ) of plant height characters are classified as high, each of which is 21.66%; 23.66%; and 0.84, respectively. The characters of the stem length and leaf width showed high  $h^2_{bs}$  value (0.97 and 0.67 respectively), while the KKG and KKF values were classified as moderate (19.60% and 19.88%, respectively and 10.71% and 13.10%, respectively). Those three characters could be utilized as distinctive markers of the four Arabica coffee cultivars.

**Keywords:** Arabica coffee, cultivar, genetic variability, seedling stage

## PENDAHULUAN

Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) merupakan satu-satunya spesies allotetraploid alami ( $2n=4x=44$ ) dalam genus *Coffea* (Aga, Bryngelsson, Bekele, & Salomon, 2003). Kopi Arabika yang dibudidayakan di seluruh dunia berasal dari dua kultivar botanis, yaitu *C. arabica* var. *arabica* (atau biasa disebut *C. arabica* var. *typica* Cramer) dan *C. arabica* var. *bourbon* (B. Rodr.) Choussy. Kultivar *typica* bahkan diyakini hanya berasal dari pohon tunggal dari Indonesia (Anthony *et al.*, 2002) sehingga polimorfisme dalam kultivar tersebut relatif lebih rendah dibandingkan dengan kultivar *bourbon* (Tran, 2005). Hasil penelitian menunjukkan bahwa keragaman genetik dalam populasi kopi Arabika budidaya jauh lebih rendah dibandingkan dengan populasi kopi Arabika di Ethiopia, sebagai pusat asalnya (Teressa, Crouzillat, Petiard, & Brouhan, 2010).

Pembentukan keragaman genetik baru kopi Arabika melalui persilangan antar spesies secara alami telah berlangsung di beberapa sentra produksi kopi. Mahé, Le Pierrès, Combes, & Lashermes (2007) telah membuktikan adanya aliran gen (*gene flow*) antara jenis *C. arabica* dengan kerabat diploidnya, yaitu *C. canephora*, dalam populasi campuran keduanya. Persilangan alami antara kedua spesies tersebut diduga melibatkan polen tidak tereduksi ( $2n$ ) yang dihasilkan oleh individu diploid karena hibrida F1 yang dihasilkan merupakan tipe tetraploid ( $2n = 2x = 44$ ). Peristiwa pertukaran gen antara spesies *C. arabica* dengan kerabat diploidnya paling memungkinkan terjadi di dataran tinggi (suhu rendah) di mana *C. arabica* dapat beradaptasi dengan baik.

Salah satu contoh kultivar baru kopi Arabika hasil persilangan antar spesies secara alami antara kopi Arabika dengan Robusta di Timor Timur adalah *Hibrido de Timor* (HdT) (Gimase, Thagana, Kirubi, Gichuru, & Gichimu, 2014). Beberapa literatur menyatakan terdapat keragaman genetik yang tinggi antar aksesori HdT sehingga menjadi sumber gen yang penting dalam program pemuliaan tanaman kopi Arabika (Sobreira, Oliveira, Pereira, & Sussumu, 2015). Program pemuliaan tanaman kopi untuk merakit kultivar baru kopi Arabika yang tahan terhadap serangan hama dan penyakit utama (terutama penyakit karat daun) banyak

memanfaatkan sumber daya genetik baru tersebut (Sobreira *et al.*, 2015).

Kultivar-kultivar kopi Arabika berbasis HdT mulai berkembang di Indonesia (khususnya di dataran tinggi Gayo) mulai tahun 1970-an. Pada tahun 1980-an dikembangkan juga kopi Arabika tipe katai yang berbasis Catimor (keturunan Caturra x HdT). Seleksi secara swadaya oleh petani dalam memilih sumber benih selama puluhan tahun pada akhirnya menghasilkan kultivar-kultivar baru. Dua kultivar lokal tipe tinggi (*tall*), yaitu Timtim Aceh dan Borbor, kemudian dilepas pada tahun 2010 oleh Menteri Pertanian sebagai kultivar unggul baru dengan nama Gayo 1 dan Gayo 2. Selain dua kultivar tersebut, petani juga mengembangkan dua kultivar tipe katai (*dwarf*) yang berbasis Catimor, yaitu Ateng Super dan P88 (Hulupi, Nugroho, & Yusianto, 2013). Kultivar Ateng Super sangat diminati petani karena produktivitasnya tinggi, ukuran biji besar, dan cepat berbuah (Romano, 2009). Daya hasil kultivar Ateng Super lebih tinggi (1,76 ton/ha) dibandingkan Gayo I dan Gayo II yang masing-masing hanya 0,96 ton/ha dan 0,91 ton/ha. Meskipun demikian, daya hasil kultivar Ateng Super dinilai tidak stabil (Hulupi *et al.*, 2013).

Informasi keragaman serta hubungan antar karakter morfofisiologi empat kultivar kopi Arabika tersebut pada fase benih dalam polybag masih sangat terbatas. Keragaman beberapa karakter penting seperti tinggi tanaman, diameter batang, dan panjang ruas pada batang dapat diidentifikasi secara akurat pada fase juvenil (Alemayehu, 2017). Informasi tersebut penting untuk mempelajari pola hubungannya dengan sifat daya hasil dan ketahanan terhadap cekaman biotik dan abiotik pada tanaman dewasa. Dengan demikian, pemulia dan agronom berpeluang untuk melakukan seleksi secara dini tanpa harus menunggu tanaman dewasa dan menghasilkan. Hal ini penting dilakukan untuk memangkas siklus seleksi pada tanaman kopi Arabika yang bisa mencapai 20 tahun. Penelitian bertujuan mengidentifikasi secara dini keragaman karakter morfofisiologi antar empat kultivar kopi Arabika pada tahap pembibitan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya informasi mengenai keragaman genetik tanaman kopi Arabika yang dibudidayakan.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca dengan penangung paranet di Kebun Percobaan Pakuwon, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Sukabumi, pada ketinggian tempat 430 m di atas permukaan laut (dpl), pada bulan Januari sampai Oktober 2017.

Bahan penelitian terdiri dari empat kultivar kopi Arabika yang dikembangkan petani di dataran tinggi Gayo, Provinsi Aceh, yaitu Gayo 1, Gayo 2, P88, dan Ateng Super. Biji hasil persarian bebas masing-masing kultivar kopi Arabika tersebut disemai pada media pasir. Setelah dua bulan di persemaian, biji tumbuh menjadi bibit fase kepelan dan segera dipindahkan ke dalam polybag yang berisi media berupa campuran tanah, kompos, pasir dengan perbandingan 1:1:1. Polybag yang telah ditanami bibit empat kultivar kopi Arabika, selanjutnya ditata dalam rancangan acak kelompok (RAK) dengan 5 ulangan dan 10 tanaman contoh per ulangan.

Pengamatan karakter morfofisiologi tanaman dilakukan terhadap bibit umur 7 bulan. Karakter yang diamati terdiri dari: (1) tajuk (tinggi tanaman, pembentukan tunas lateral, jumlah ruas pada batang, panjang ruas pada batang, diameter batang, dan bobot kering); (2) daun (jumlah, panjang, lebar, rasio panjang/lebar, luas, kerapatan stomata, dan jumlah klorofil); (3) akar (panjang, jumlah akar primer, volume, bobot kering, dan rasio bobot kering tajuk/bobot kering akar). Pengamatan tinggi tanaman dimulai dari permukaan tanah hingga titik percabangan tunas. Luas daun dihitung menggunakan rumus  $LD = 0,6626(PL)^{1,0116}$ , di mana  $LD$  = luas daun,  $P$  = panjang daun, dan  $L$  = lebar daun (Antunes, Pompelli, Carretero, & DaMatta, 2008), kandungan klorofil digambarkan sebagai nilai *soil plant analysis development* (SPAD) ( $R=0,96^*$ ) menggunakan alat *chlorophyll meter* Konica Minolta seri SPAD 502 (Reis, Favarin, Malavolta, Júnior, & Moraes, 2009); panjang, jumlah, volume, dan bobot kering akar serta tajuk dilakukan dengan mengeringkan akar dan tajuk tanaman menggunakan oven ( $105^{\circ}\text{C}$ ; 24 jam).

Pembuatan sediaan untuk pengamatan kerapatan stomata dilakukan antara pukul 08.00–09.00 WIB, menggunakan teknik nondestruktif, yaitu dengan membuat cetakan pada daun bagian bawah (*abaxial*) menggunakan cairan pewarna kuku (kuteks) bening. Sampel daun kopi terlebih dahulu dibersihkan dengan kertas tisu yang telah dibasahi air, kemudian diolesi cairan kuteks dan dibiarkan hingga kuteks mengering. Selanjutnya, lapisan kuteks ditarik secara hati-hati menggunakan pinset, lalu diletakkan di atas kaca objek dan ditutup dengan kaca penutup. Pengamatan stomata dilakukan di bawah mikroskop kompon pada

pembesaran  $100\times$ . Kerapatan stomata dihitung berdasarkan jumlah stomata pada bidang pandang berukuran  $10^6 \mu\text{m}^2$  ( $\text{mm}^2$ ). Kerapatan stomata, klorofil, serta panjang dan lebar daun diamati pada daun ketiga dari ujung tanaman.

Data yang diperoleh dianalisis ragam, dan apabila hasilnya berbeda nyata dilanjutkan dengan uji beda rata-rata perlakuan dengan uji Tukey pada taraf 5% menggunakan program statistic versi 9.0. Nilai duga ragam genetik ( $\sigma_g^2$ ), ragam fenotipe ( $\sigma_p^2$ ), koefisien keragaman genetik (KKG), dan koefisien keragaman fenotipe (KKF) dihitung dengan rumus:  $\sigma_g^2 = (KT_g - KT_e) / r$ ;  $\sigma_p^2 = \sigma_g^2 + \sigma_e^2$ ;  $\text{KKG} = [(\sigma_g^2)^{0,5} / \bar{x}] \times 100\%$ ;  $\text{KKF} = [(\sigma_p^2)^{0,5} / \bar{x}] \times 100\%$ ; di mana  $KT_g$  = kuadrat tengah genotipe/kultivar,  $KT_e$  = kuadrat tengah galat,  $\sigma_e^2$  = nilai duga ragam galat (=  $KT_e$ ), dan  $\bar{x}$  = nilai tengah sampel. Nilai heritabilitas dalam arti luas ( $h_{bs}^2$ ) dihitung dengan rumus  $h_{bs}^2 = \sigma_g^2 / (\sigma_g^2 + \sigma_e^2)$  (Istianingrum & Damanhuri, 2016). Nilai KKG dan KKF dibagi dalam kategori rendah ( $<10\%$ ), sedang ( $10\%–20\%$ ), dan tinggi ( $>20\%$ ) (Smita & Kishori, 2018), sedangkan nilai  $h_{bs}^2$  terbagi dalam kategori rendah ( $<0,40$ ), sedang ( $0,40–0,60$ ), dan tinggi ( $>0,60$ ) (Malau & Pandiangan, 2018).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakter Morfofisiologi Tajuk

Karakter tinggi tanaman, panjang ruas batang, diameter batang, dan bobot kering tajuk bervariasi antar empat kultivar kopi Arabika (Gayo, yaitu Ateng Super, Gayo 1, Gayo 2, dan P88) yang dikembangkan petani di dataran tinggi Aceh. Keragaman morfofisiologi tajuk tersebut disebabkan oleh faktor genetik dan lingkungan, masing-masing digambarkan oleh nilai KKG dan KKF. Untuk menduga sejauh mana pengaruh genetik tersebut dapat diwariskan pada keturunannya, digunakan nilai heritabilitas dalam arti luas ( $h_{bs}^2$ ).

Nilai KKG, KKF, dan  $h_{bs}^2$  untuk karakter tinggi tanaman tergolong tinggi, sedangkan untuk karakter jumlah ruas pada batang termasuk kategori rendah. Karakter panjang ruas pada batang menunjukkan nilai  $h_{bs}^2$  tinggi meskipun nilai KKG dan KKF tergolong sedang (Tabel 1). Hal ini menegaskan bahwa keragaman karakter tinggi tanaman antar varietas disebabkan oleh variasi panjang ruas pada batang, bukan oleh variasi jumlah ruas pada batang. Selain itu, peluang variasi karakter tinggi tanaman dan panjang ruas pada batang untuk diwariskan pada generasi keturunannya tergolong tinggi.

Tinggi tanaman kultivar Gayo 1 nyata lebih tinggi dibanding P88 dan Gayo 2, tetapi P88 dan Gayo

2 nyata lebih tinggi dibandingkan kultivar Ateng Super. Dengan kata lain, bibit kultivar Ateng Super merupakan yang terpendek di antara empat kultivar kopi Arabika yang diamati (Tabel 1). Hasil tersebut di atas menunjukkan adanya tiga kelompok fenotipe berdasarkan karakter tinggi tanaman. Diduga, hal ini dapat menggambarkan tipe pertumbuhan tanaman kopi Arabika pada fase dewasa.

Terdapat tiga tipe pertumbuhan tanaman kopi Arabika, yaitu jagur (*tall*), semi-katai (*semi-dwarf*), dan katai (*dwarf*) (Prakash, Devasia, Jayarama, & Aggrawal, 2014). Pengelompokan tinggi tanaman kopi mengacu pada deskriptor tanaman kopi diestimasi secara visual menggunakan kultivar acuan sehingga diperoleh empat kelompok berbeda, yaitu sangat pendek (*very short*), pendek (*short*), tinggi (*tall*), dan sangat tinggi (*very tall*) (Anthony & Dussert, *n.d.*) Namun, pengelompokan sebelumnya hanya membagi empat kultivar kopi Arabika tersebut menjadi dua kelompok berdasarkan tipe pertumbuhannya, yaitu tipe *tall* dan tipe *dwarf*. Kultivar Gayo 1 (tim-tim Aceh) dan Gayo 2 (borbor) termasuk dalam kelompok tipe *tall*, sedangkan kultivar P88 dan Ateng Super dalam kelompok tipe *dwarf* (Hulupi *et al.*, 2013). Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengamatan lebih lanjut terhadap tanaman dewasa yang dikondisikan pada umur dan kondisi lingkungan seragam.

Jumlah ruas pada batang tidak berbeda nyata antar empat kultivar kopi Arabika (Tabel 1). Dengan demikian, pertumbuhan tinggi tanaman kopi lebih ditentukan oleh laju pemanjangan ruas pada batang. Terdapat perbedaan panjang ruas pada batang yang nyata antar empat kultivar kopi Arabika yang diamati. Panjang ruas pada batang kultivar Gayo 1 nyata paling panjang, dan kultivar Ateng Super paling pendek

(Tabel 1). Panjang ruas pada batang, kultivar Ateng Super hampir sama dengan kultivar *Caturra Amarelo* di Brasil yang dikelompokkan sebagai tipe *dwarf* (Moura *et al.*, 2015).

Terdapat keragaman antar kultivar untuk karakter diameter batang. Diameter batang kultivar Gayo 1 nyata lebih besar dibandingkan kultivar Ateng Super dan Gayo2, meskipun tidak berbeda nyata dengan kultivar P88 (Tabel 1). Nilai KKG dan  $h^2_{bs}$  untuk karakter diameter batang tergolong sedang, tetapi nilai KKF-nya tergolong tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa peran faktor lingkungan cukup tinggi terhadap pembentukan keragaman karakter diameter batang. Hasil ini berbeda dengan hasil penelitian Tefera, Alamerew, & Wagery (2016) yang menyatakan bahwa nilai KKG dan  $h^2_{bs}$  untuk karakter diameter batang termasuk tinggi.

Pembentukan tunas lateral paling cepat pada kultivar Gayo 1 dan Gayo 2, yaitu muncul pada ruas ke-6 dan ke-7. Sebagian tanaman pada kultivar Gayo 2 sudah membentuk empat tunas lateral (dua tunas lateral ganda berhadapan per ruas batang dengan posisi bersilangan (Gambar 1c), sedangkan pada kultivar Gayo 2 maksimum hanya terbentuk satu tunas lateral ganda berhadapan (Gambar 1d). Pada kultivar Ateng Super hanya sebagian kecil yang telah membentuk tunas lateral tunggal, sedangkan pada kultivar P88 sama sekali belum terbentuk tunas lateral (Gambar 1a dan 1b). Tunas lateral ini yang kemudian akan membentuk cabang plagiotrop atau cabang produksi pada tanaman kopi dewasa di mana calon bunga dan buah muncul pada ruas-ruasnya. Diperlukan pengamatan lebih lanjut apakah karakter pembentukan tunas lateral pada bibit berkorelasi positif dengan prekositas pembungaan pada tanaman dewasa.

Tabel 1. Karakter morfofisiologi tajuk empat kultivar kopi Arabika umur 7 bulan

Table 1. Morphophysiological characters of 7 month old seedling's shoot of four arabica coffee cultivars

Karakter	Kultivar				KKG (%)	KKF (%)	$h^2_{bs}$
	Ateng Super	P88	Gayo 1	Gayo 2			
Tinggi tanaman (cm)	28,94c	35,76b	47,32a	37,73b	21,66	23,66	0,84
Jumlah ruas	6,58a	6,86a	6,78a	6,54a	2,31	5,48	0,18
Panjang ruas (cm)	3,83d	4,56c	6,11a	5,01b	19,60	19,88	0,97
Diameter batang (mm)	3,07b	3,24ab	3,55a	2,89b	8,68	11,50	0,57
Bobot kering tajuk (g)	6,11b	8,61a	8,31ab	7,95ab	14,48	22,38	0,42

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Tukey pada taraf 5%; KKG = koefisien keragaman genotipe; KKF = koefisien keragaman fenotipe;  $h^2_{bs}$  = heritabilitas arti luas

Notes : Numbers followed by the same letter in the same row are not significantly different according to Tukey test at 5% level; KKG = genotypic coefficient of variation; KKF = phenotypic coefficient of variation;  $h^2_{bs}$  = broad-sense heritability





Gambar 1. Variasi pembentukan tunas lateral dari empat kultivar kopi Arabika pada bibit umur 7 bulan: (a) Ateng Super, (b) P88, (c) Gayo 1, dan (d) Gayo 2

Figure 1. Variation of lateral shoot formation of 7 months old seedling stage among four arabica coffee cultivars: (a) Ateng Super, (b) P88, (c) Gayo 1, and (d) Gayo 2

Variasi laju pemanjangan ruas pada batang dan tunas antar empat kultivar kopi Arabika tersebut diduga berkaitan dengan perbedaan kandungan salah satu zat pengatur tumbuh endogen, yaitu asam giberelik (GA) (Thomas & Hedden, 2006). Kandungan GA endogen yang rendah, akibat mutasi pada gen pengendalinya, menyebabkan penurunan laju pemanjangan batang dan cabang pada tanaman sehingga memunculkan karakter katai (Bilova, Ryabova, & Anisimova, 2016).

Diameter batang kultivar Gayo 1 nyata lebih tinggi dibandingkan dengan kultivar Ateng Super dan Gayo 2, meskipun tidak berbeda nyata dengan kultivar P88. Tiga kultivar, selain Gayo 1, memiliki diameter batang yang tidak berbeda nyata secara statistik (Tabel 1). Karakter diameter batang memiliki korelasi yang baik dengan daya hasil pada tanaman kopi (Sakai, Barbosa, Silveira, & Pires, 2013).

Bobot kering tajuk kultivar P88 nyata lebih tinggi dibandingkan dengan kultivar Ateng Super, meskipun tidak berbeda nyata dengan kultivar Gayo 1

dan Gayo 2. Dua kultivar terakhir tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan kultivar Ateng Super untuk karakter tersebut. Nilai KKG dan  $h^2_{bs}$  tergolong sedang, sedangkan nilai KKF termasuk kategori tinggi (Tabel 1). Karakter bobot kering tajuk menunjukkan korelasi positif moderat signifikan ( $R=0,404^{**}$ ) dengan tinggi tanaman kopi Arabika. Terdapat variasi yang nyata antar kultivar untuk kedua karakter tersebut, baik dalam kelompok tipe normal maupun tipe *dwarf* (Ramos & Carvalho, 1997).

#### Karakter Morfofisiologi Daun

Karakter jumlah daun dan kerapatan stomata tidak berbeda nyata antar kultivar. Nilai KKG dan KKF untuk karakter jumlah daun tergolong rendah, sedangkan untuk karakter kerapatan stomata termasuk kategori sedang. Nilai  $h^2_{bs}$  untuk kedua karakter tersebut tergolong rendah (Tabel 2). Jumlah daun berkaitan dengan jumlah ruas pada batang di mana daun menempel secara berseling berhadapan (*dessucate*) yang

tidak berbeda nyata antar kultivar. Keragaman antar kultivar ditunjukkan oleh karakter panjang, lebar, rasio panjang/lebar (L/W), dan luas daun. Nilai KKG dan KKF keempat karakter tersebut umumnya tergolong sedang, kecuali nilai KKG karakter L/W yang termasuk kategori rendah dan nilai KKF karakter luas daun yang tergolong tinggi. Nilai  $h^2_{bs}$  karakter panjang dan luas daun termasuk kategori sedang, namun karakter lebar daun dan L/W tergolong tinggi. Daun kultivar Gayo 1 nyata lebih panjang dan lebih lebar dibandingkan kultivar Gayo 2, meskipun tidak berbeda nyata dengan kultivar Ateng Super dan P88 (Tabel 2). Nilai L/W tidak berbeda nyata antara kultivar Gayo 1 dan Gayo 2, tetapi keduanya nyata lebih tinggi dibandingkan dengan dua kultivar lainnya. Daun kultivar P88 memiliki rasio panjang/lebar yang nyata paling kecil sehingga bentuknya paling membulat di antara empat kultivar kopi Arabika. Luas daun kultivar P88 dan Gayo 1 nyata lebih tinggi dibandingkan dengan kultivar Gayo 2, meskipun tidak berbeda nyata dengan kultivar Ateng Super (Tabel 2). Dengan demikian, terdapat variasi ukuran dan bentuk daun antar empat kultivar kopi Arabika.

Keragaman antar kultivar juga ditunjukkan oleh karakter nilai SPAD. Nilai tersebut proporsional terhadap kandungan klorofil dalam daun tanaman (Ling, Huang, & Jarvis, 2011). Hasil pengukuran menggunakan alat SPAD-502 meter berupa nilai SPAD yang proporsional terhadap kandungan klorofil dalam daun sehingga merupakan metode pengukuran non destruktif yang akurat (Ling *et al.*, 2011). Nilai SPAD kultivar Ateng Super nyata lebih tinggi dibandingkan kultivar Gayo 1 dan Gayo 2, meskipun tidak berbeda nyata dengan kultivar P88. Kultivar Gayo 1 memiliki

nilai SPAD yang nyata lebih tinggi dibandingkan dengan kultivar Gayo 2. Nilai KKG dan KKF karakter ini tergolong rendah, namun nilai  $h^2_{bs}$ -nya termasuk kategori tinggi (Tabel 2). Hasil ini menggambarkan kandungan klorofil pada daun kultivar Ateng Super merupakan yang tertinggi, meskipun tidak berbeda nyata dengan kultivar P88.

Klorofil merupakan pigmen pada tanaman yang berperan penting dalam menentukan laju fotosintesis dan pertumbuhan tanaman (Li *et al.*, 2018) dan berasosiasi kuat dengan kandungan mineral Fe (Rodrigues *et al.*, 2015). Laju fotosintesis berkorelasi sangat kuat dengan karakter daya hasil (Karademir, Karademir, Ekinci, & Gençer, 2008; Liu *et al.*, 2019), khususnya pada tanaman kopi ( $R=0,94^*$ ) (Reis *et al.*, 2009).

### Karakter Morfologi Akar

Akar merupakan organ penting dalam tanaman yang berfungsi sebagai penyerap air dan unsur hara. Kemampuan akar untuk menyerap air dan hara ini dipengaruhi oleh faktor genetik (Hodge, Berta, Doussan, Merchan, & Crespi, 2009). Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar keempat kultivar untuk karakter panjang akar, jumlah akar primer, volume akar, bobot kering akar, dan rasio bobot kering akar/daun. Selain itu, meskipun nilai KKG bervariasi dari rendah hingga tinggi serta nilai KKF bervariasi dari sedang hingga tinggi, nilai  $h^2_{bs}$  kelima karakter morfologi akar tersebut tergolong rendah (Tabel 3). Hal ini mengindikasikan tingginya pengaruh faktor non genetik terhadap kelima karakter morfologi akar tersebut.

Tabel 2. Karakter morfologi daun dari empat kultivar kopi Arabika pada bibit umur 7 bulan  
 Table 2. Morphophysiological characters of 7 month old seedling's leaves of four arabica coffee cultivars

Variabel	Kultivar				KKG (%)	KKF (%)	$h^2_{bs}$
	Ateng Super	P88	Gayo 1	Gayo 2			
Jumlah daun	13,52a	13,80a	13,84a	13,00a	2,86	5,29	0,29
Panjang daun (L) (cm)	12,83ab	12,80ab	14,44a	12,08b	7,64	11,04	0,48
Lebar daun (W) (cm)	5,57ab	6,26a	5,66a	4,80b	10,71	13,10	0,67
L/W	2,30b	2,05c	2,55a	2,52a	9,90	10,17	0,95
Luas daun (cm <sup>2</sup> )	50,58ab	57,56a	57,97a	41,63b	14,75	20,64	0,51
Kerapatan stomata	98,33a	90,80a	96,00a	73,73a	12,38	19,97	0,38
Nilai SPAD	62,32a	59,53ab	58,09b	52,34c	7,24	7,69	0,89

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Tukey pada taraf 5%; KKG = koefisien keragaman genotipe; KKF = Koefisien keragaman fenotipe;  $h^2_{bs}$  = heritabilitas arti luas.

Notes : Numbers followed by the same letter in the same row are not significantly different according to Tukey test at 5% level; KKG = genotypic coefficient of variation; KKF = phenotypic coefficient of variation;  $h^2_{bs}$  = broad sense heritability.

## KESIMPULAN

Nilai koefisien keragaman genotipe (KKG), koefisien keragaman fenotipe (KKF), dan heritabilitas dalam arti luas ( $h^2_{bs}$ ) yang tergolong tinggi ditunjukkan oleh karakter tinggi tanaman. Karakter panjang ruas pada batang dan lebar daun menunjukkan nilai  $h^2_{bs}$  yang tinggi, sedangkan nilai KKG dan KKF-nya tergolong sedang. Dengan demikian, ketiga karakter morfologi tersebut dapat digunakan untuk menggambarkan keragaman genetik antar empat kultivar kopi Arabika pada fase bibit.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Setty Utami, A.Md, Hendra Ginanjar S.Farm, dan U. Bustomi yang telah membantu pelaksanaan penelitian dan pengumpulan data.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aga, E., Bryngelsson, T., Bekele, E., & Salomon, R. (2003). Genetic diversity of forest arabica coffee (*Coffea arabica* L.) in Ethiopia as revealed by random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis. *Hereditas*, 138, 36–46. <http://doi.org/10.1034/j.1601-5223.2003.01636.x>
- Alemayehu, D. (2017). Review on Genetic Diversity of Coffee (*Coffea Arabica* L.) in Ethiopia. *International Journal of Forestry and Horticulture*, 3(2), 18–27. <http://doi.org/10.20431/2454-9487.0302003>
- Anthony, F., Combes, M. C., Astorga, C., Bertrand, B., Graziosi, G., & Lashermes, P. (2002). The origin of cultivated *Coffea arabica* L. varieties revealed by AFLP and SSR markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 104(5), 894–900. <http://doi.org/10.1007/s00122-001-0798-8>
- Anthony, F., & Dussert, S. (n.d.). *Descriptors for coffee* (*Coffea spp.* and *Psilanthus spp.*). IPGRI.
- Antunes, W. C., Pompelli, M. F., Carretero, D. M., & DaMatta, F. M. (2008). Allometric models for non-destructive leaf area estimation in coffee (*Coffea arabica* and *Coffea canephora*). *Annals of Applied Biology*, 153(1), 33–40. <http://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2008.00235.x>
- Bilova, T. E., Ryabova, D. N., & Anisimova, I. N. (2016). Molecular basis of the dwarfism character in cultivated plants. i. growth distortions due to mutations of gibberellin metabolism and signaling (review). *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya*, 51(1), 3–16. <http://doi.org/10.15389/agrobiology.2016.1.3eng>
- Gimase, J. M., Thagana, W. M., Kirubi, D. T., Gichuru, E. K., & Gichimu, B. M. (2014). Genetic characterization of *Arabusta coffea* hybrids and their parental genotypes using molecular markers. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 15(1-2), 31–42.
- Hodge, A., Berta, G., Doussan, C., Merchan, F., & Crespi, M. (2009). Plant root growth, architecture and function. *Plant Soil*, 321(1-2), 153–187. <http://doi.org/DOI.10.1007/s11104-009-9929-9>
- Hulupi, R., Nugroho, D., & Yusianto. (2013). Keragaan beberapa varietas lokal kopi Arabika di Dataran Tinggi Gayo. *Pelita Perkebunan*, 29(2), 69–81.
- Istianingrum, P., & Damanhuri. (2016). Keragaman dan heritabilitas sembilan genotip tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) pada budidaya organik. *Jur. Agroekotek.*, 8(2), 70–81. <http://doi.org/10.7868/s0869565216210155>
- Karademir, E., Karademir, Ç., Ekinci, R., & Gençer, O. (2008). Relationships between leaf chlorophyll content, yield and yield components of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). In *10th Meeting of Inter-Regional Cooperative Research Network on CottonAt: 28 September-1 October, Greece*.
- Li, Y., He, N., Hou, J., Xu, L., Liu, C., Zhang, J., ... Wu, X. (2018). Factors influencing leaf chlorophyll content in natural forests at the biome scale. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 6(June), 1–10. <http://doi.org/10.3389/fevo.2018.00064>
- Ling, Q., Huang, W., & Jarvis, P. (2011). Use of a SPAD-502 meter to measure leaf chlorophyll concentration in *Arabidopsis thaliana*. *Photosynthesis Research*, 107(2), 209–214. <http://doi.org/10.1007/s11120-010-9606-0>
- Liu, C., Liu, Y., Lu, Y., Liao, Y., Nie, J., Yuan, X., & Chen, F. (2019). Use of a leaf chlorophyll content index to improve the prediction of above-ground biomass and productivity. *PeerJ*, 2019(1), 1–15. <http://doi.org/10.7717/peerj.6240>
- Mahé, L., Le Pierrès, D., Combes, M.-C., & Lashermes, P. (2007). Introgressive hybridization between the allotetraploid *Coffea arabica* and one of its diploid ancestors, *Coffea canephora*, in an exceptional sympatric zone in New Caledonia. *Genome*, 50(1996), 316–324. <http://doi.org/10.1139/G07-011>

- Malau, S., & Pandiangan, S. (2018). Morphological variation in Arabica coffee (*Coffea arabica* L.) growing in North Sumatra Indonesia. *J. Agron. Indonesia*, 46(3), 314–321.
- Moura, W. de M., Soares, Y. J. B., Júnior, A. T. do A., Lima, P. C. de, Martinez, H. E. P., & Gravina, G. de A. (2015). Genetic diversity in Arabica coffee grown in potassium-constrained environment. *Ciênc. Agrotec., Lavras*, 39(1), 23–31.
- Prakash, N. S., Devasia, J., Jayarama, & Aggrawal, R. K. (2014). Coffee industry in India: Production to consumption - A sustainable enterprise. In V. R. Preedy (Ed.), *Coffee in health and disease prevention* (pp. 61–70). London, UK: Elsevier Inc.
- Ramos, L. C. da S., & Carvalho, A. (1997). Shoot and root evaluations on seedlings from Coffea genotypes. *Bragantia*, 56(1), 59–68.  
<http://doi.org/10.1590/S0006-87051997000100006>
- Reis, A. R., Favarin, J. L., Malavolta, E., Júnior, J. L., & Moraes, M. F. (2009). Photosynthesis, chlorophylls, and SPAD readings in coffee leaves in relation to nitrogen supply. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 40(9-10), 1512–1528.  
<http://doi.org/10.1080/00103620902820373>
- Rodrigues, W. N., Colodetti, T. V., Martins, L. D., Brinate, S. V. B., Tomaz, M. A., & do Amaral, J. F. T. (2015). Nutritional components of growth of Arabica coffee genotypes cultivated under different levels of phosphorus fertilization studied by path analysis. *Australian Journal of Crop Science*, 9(12), 1214–1220.
- Romano. (2009). Kajian sitem agribisnis kopi organik di daerah Pegunungan Gayo. *Jurnal Aplikasi Manajemen*, 7(1), 21–33.
- Sakai, E., Barbosa, E. A. A., Silveira, J. M. de C., & Pires, R. C. de M. (2013). *Coffea arabica* (cv Catuai) production and bean size under different population arrangements and soil water availability. *Engenharia Agrícola*, 33(1), 145–156.  
<http://doi.org/10.1590/s0100-69162013000100015>
- Smita, S., & Kishori, R. L. (2018). Estimation of genetic variability, heritability and genetic advance for essential oil yield and related traits in genus *Ocimum*. *Advances in Crop Science and Technology*, 06(02), 1–6.  
<http://doi.org/10.4172/2329-8863.1000350>
- Sobreira, F. M., Oliveira, A. C. B. De, Pereira, A. A., & Sussumu, N. (2015). Potential of Híbrido de Timor germplasm and its derived progenies for coffee quality improvement. *Australian Journal of Crop Science*, 9(4), 289–295.
- Tefera, F., Alamerew, S., & Wagery, D. (2016). Assessment of the growth and yield characters of some promising Arabica coffee hybrids under highland environments in Southwestern Ethiopia. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 16(5), 917–923.  
<http://doi.org/10.5829/idosi.ajeaes.2016.16.5.12889>
- Teressa, A., Crouzillat, D., Petiard, V., & Brouhan, P. (2010). Genetic diversity of Arabica coffee (*Coffea arabica* L.) collections. *EJAST*, 1(1), 63–79.
- Thomas, S. G., & Hedden, P. (2006). Gibberellin metabolism and signal transduction. In P. Hedden & S. G. Thomas (Eds.), *Plant Hormone Signaling* (Vol. 24, pp. 147–184). Blackwell Publishing Ltd.  
<http://doi.org/10.1002/9780470988800.ch6>
- Tran, T. M. H. (2005). *Genetic variation in cultivated coffee (Coffea arabica L.) accessions in northern New South Wales, Australia*. Southern Cross University, Lismore, NSW.