

PENENTUAN KARAKTER PEMBEDA DUA POPULASI KOPI ARABIKA DI KEBUN PERCOBAAN PAKUWON MELALUI PENGGUNAAN FUNGSI DISKRIMINAN

**DETERMINATION OF CHARACTERS TO DISTINGUISH TWO POPULATION
OF COFFEA ARABICA AT PAKUWON EXPERIMENTAL STATION BY
DISCRIMINANT FUNCTION**

Edi Wardiana dan Dibyo Pranowo

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
ediwardiana@yahoo.com

(Tanggal diterima: 25 Mei 2012, direvisi: 9 Juni 2012, disetujui terbit: 20 Juni 2012)

ABSTRAK

Keragaman fenotipik dari beberapa genotipe tanaman karena pengaruh genetik dan lingkungan ($G \times E$) dapat dianalisis melalui penggunaan fungsi diskriminan sehingga akan dapat diketahui informasi tentang karakter-karakter pembeda dari genotipe yang diuji. Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan (KP) Pakuwon, Sukabumi, mulai bulan Desember 2010 sampai Mei 2012, dengan tujuan mengidentifikasi karakter-karakter yang dapat menjadi pembeda dua populasi kopi arabika (Kartika 1 dan 2) yang ditanam di KP. Pakuwon melalui pendekatan fungsi diskriminan. Contoh tanaman kopi varietas Kartika 1 dan 2 masing-masing sebanyak 20 tanaman dipilih secara sistematis, kemudian diamati pada umur 14-17 bulan setelah tanam terhadap 20 peubah morfologi tanaman. Data-data yang terkumpul dianalisis melalui penggunaan fungsi diskriminan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diperoleh 4 karakter pembeda dua varietas kopi arabika (Kartika 1 dan Kartika 2), yaitu jumlah cabang total/tanaman, jumlah ruas/cabang, jumlah tandan/cabang, dan bobot kering buah. Varietas Kartika 1 memiliki jumlah cabang total/tanaman, jumlah tandan/cabang, dan bobot kering buah lebih tinggi daripada Kartika 2, sedangkan jumlah ruas cabangnya lebih rendah. Keempat karakter tersebut secara nyata dapat membedakan kedua varietas kopi dengan tingkat validitasnya sebesar 82,5%. Hasil penelitian ini didasari oleh teori $G \times E$ dan dapat memberikan implikasi bagi kajian dan penelitian-penelitian berikutnya dalam upaya peningkatan produktivitas dan atau mutu hasil kopi, khususnya Kartika 1 dan 2 di KP. Pakuwon.

Kata Kunci: Kopi arabika, populasi, karakter, fungsi diskriminan

ABSTRACT

Phenotypic variability of several plant genotypes is affected by genetic (G) and environment (E) factors, known as GxE. The GxE can be analyzed through discriminant functions being able to know information several characters as differentiator of genotypes. A study was conducted at Pakuwon Experimental Station (KP. Pakuwon), Sukabumi, from December 2010 to May 2012. To identify the characters being able to distinguish two populations of Coffea arabica (Kartika 1 and 2), the discriminant function was used. Sistematic sampling of 20 sample plants of Kartika 1 and 2 each was used in this study. As many as 20 variables of plant morphology were observed for 14-17 months after planting. Data collected were analyzed by discriminant function. Results showed that there are four characters being able to distinguish two varieties of Coffea arabica (Kartika 1 and 2) namely: total number of branch/plant, number of internode/branches, number of bunch/ branch, and dry weight of fruit. The total number of branch/plant, number of bunch/branch, and dry weight of bean of Kartika 1 were higher than those of Kartika 2, while the number of internode/branches was lower. These fourth characters were significantly able to distinguish the two varieties of coffee with 82.5% validity rates. This result was based on GxE theory and may have implications for improvement of productivity and quality of coffee, for future study.

Keywords: *Coffea arabica, population, character, discriminant function*

PENDAHULUAN

Keragaman fenotipik suatu jenis tanaman merupakan resultante dari pengaruh faktor genetik (G), faktor lingkungan (E), dan interaksi dari keduanya (GxE) (Falconer dan Mackay, 1996). Teori tentang interaksi GxE merupakan teori umum yang sering digunakan dalam menganalisis respon atau perilaku suatu genotipe tanaman terhadap perubahan kondisi lingkungan tempat tumbuhnya. Implikasi dari teori ini, ada varietas yang dapat beradaptasi luas pada kondisi lingkungan yang beragam, atau sebaliknya ada pula yang hanya dapat beradaptasi pada lingkungan tertentu saja. Menurut Lee *et al.* (2003), besarnya pengaruh interaksi GxE cenderung dipandang sebagai suatu masalah dalam pemuliaan yang disebabkan karena kurangnya informasi tentang kemajuan respon yang dapat diperoleh dari suatu seleksi. Interaksi GxE dapat mengurangi kemajuan seleksi genotipe pada salah satu lingkungan tertentu.

Dalam teori GxE, yang dimaksud dengan faktor lingkungan adalah semua faktor, di luar faktor genetik, yang akan mempengaruhi terhadap penampilan fenotipik suatu jenis tanaman. Oleh karena begitu luasnya definisi tentang faktor lingkungan, maka seberapa pun tingginya stabilitas suatu genotipe tanaman yang diuji, tetapi tetap di dalamnya akan mengandung suatu variasi walaupun nilainya sangat kecil. Hasil penelitian Wamatu *et al.* (2003), membuktikan bahwa karena interaksi GxE bernilai nyata maka penampilan fenotipik beberapa klon kopi arabika kelihatan beragam sebagai akibat perbedaan kondisi lingkungan tempat tumbuhnya, demikian pula fluktuasi hasilnya cukup tinggi dari waktu ke waktu. Sejalan dengan itu, Bosselmann *et al.* (2009), mengemukakan bahwa tingkat produktivitas kopi arabika kualitas tinggi tergantung pada interaksi tiga faktor penting, yaitu faktor sumberdaya genetik, faktor kondisi lingkungan, dan faktor manajemen.

Terjadinya keragaman seperti yang telah dikemukakan di atas kemungkinan besar akan dapat terjadi pada karakter-karakter pertumbuhan dan atau hasil tanaman kopi arabika varietas Kartika 1 dan 2 yang diadaptasikan di Kebun Percobaan (KP) Pakuwon, Sukabumi. Kebun percobaan tersebut berada pada ketinggian tempat sekitar 450 m di atas permukaan laut (dpl) dengan tipe iklim B menurut

klasifikasi Schmidt dan Fergusson. Selanjutnya dikemukakan bahwa Kartika 1 dan 2 merupakan varietas kopi dari jenis arabika yang telah dilepas sebagai varietas unggul berdasarkan SK Menteri Pertanian nomor: 443 dan 442/Kpts/TP240 /6/93. Kedua varietas kopi ini dianjurkan ditanam pada ketinggian tempat di atas 1000 m dpl dengan tujuan untuk mengurangi atau menghindari adanya serangan penyakit karat daun (*Hemileia vastatrix*) serta meningkatkan mutu dan citarasa (Puslitkoka, 2008).

Dugaan yang mendasari keragaman yang akan muncul pada Kartika 1 dan 2 di KP. Pakuwon adalah konsep interaksi GxE. Hal ini didukung oleh hasil-hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa habitat alamiah kopi arabika terbatas pada daerah hutan dataran tinggi Etiopia pada ketinggian tempat sekitar 1600-2800 m dpl. Kopi jenis arabika lebih adaptif pada kisaran suhu udara rata-rata tahunan dan kelembaban udara yang lebih rendah daripada kopi robusta (Coste, 1992; Sylvain, Matiello, Willson dalam DaMatta *et al.*, 2007). Menurut model FAO EcoCrop, suhu optimal dan absolut untuk kopi Arabika masing-masing 14-28 °C dan 10-30 °C, sedangkan untuk kopi Robusta masing-masing 20-30 °C dan 12-36 °C (Haggar dan Schepp, 2012).

Keragaman yang akan muncul pada kopi varietas Kartika 1 dan 2 yang ditanam di KP. Pakuwon perlu diketahui dan dianalisis lebih jauh sehingga nantinya akan dapat diperoleh informasi tentang karakter-karakter yang menjadi pembeda atau penciri dari kedua populasi kopi tersebut. Informasi-informasi seperti ini salah satunya dapat diperoleh melalui pendekatan analisis statistika, seperti penggunaan Analisis Diskriminan (AD) yang merupakan salah satu teknik Analisis Multivariante (*Multivariate Analysis*).

Analisis diskriminan banyak digunakan dalam ilmu genetika populasi dan pemuliaan tanaman seperti yang telah dilakukan oleh Kemsley *et al.* (1995), Myles *et al.* (2006), dan Kathurima *et al.* (2010) pada tanaman kopi, Semagn *et al.* (2004) pada tanaman endod (*Phytolacca dodecandra*), Kausar (2005) pada tanaman kedelai, Nassir dan Ariyo (2005) serta Akter *et al.* (2010) pada tanaman padi, Aremu *et al.* (2007) pada tanaman kacang tunggak, Makinde dan Ariyo (2010) pada tanaman kacang tanah, dan Galdon *et al.* (2012) pada tanaman

kentang. AD di samping dapat dipergunakan untuk mengetahui peubah-peubah penciri yang membedakan kelompok populasi yang ada, juga dapat dipergunakan sebagai kriteria pengelompokan. Analisisnya dilakukan berdasarkan perhitungan statistik terhadap kelompok yang terlebih dahulu diketahui secara jelas dan mantap pengelompokannya (Morrison, 1990; Gaspersz, 1992).

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengidentifikasi karakter-karakter yang dapat menjadi pembeda dua varietas kopi arabika (Kartika 1 dan 2) yang ditanam di KP. Pakuwon melalui pendekatan fungsi diskriminan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di KP. Pakuwon pada ketinggian tempat 450 m dpl dengan jenis tanah Latosol dan tipe iklim B (Schmidt dan Fergusson), mulai Desember 2010 sampai dengan Mei 2012. Lokasi penelitian ini dapat digolongkan ke dalam zona dataran rendah (di bawah 800 m dpl) menurut zona pertanaman kopi di Indonesia. Dua populasi kopi Arabika, yaitu Kartika 1 dan 2, ditanam pada bulan Desember 2010 dengan jarak tanam 2 x 3 m sebanyak 80 tanaman (40 tanaman untuk masing-masing varietas) dengan tanaman kluwak (*Pangium edule* Reinw. Ex Blume) jarak tanam 6 x 6 m sebagai pohon pelindung. Pengamatan dilakukan pada saat tanaman berumur 14-17 bulan setelah tanam masing-masing sebanyak 20 tanaman untuk masing-masing varietas (50% dari total populasi) yang ditentukan secara sistematis (*systematic sampling*) dengan cara dilewat setiap satu baris tanaman. Peubah yang diamati meliputi 20 karakter tanaman sebagai berikut :

1. Tinggi tanaman (TT), diukur dari permukaan tanah sampai pucuk daun paling atas dalam satuan cm,
2. Jumlah cabang total/tanaman (JCTT), dihitung semua cabang primer untuk setiap tanaman,
3. Jumlah cabang produktif/tanaman (JCPT), dihitung semua cabang primer yang telah menghasilkan bunga dan atau buah untuk setiap tanaman,
4. Kerapatan cabang (RCB), merupakan nilai perbandingan antara TT dengan JCTT,
5. Diameter batang (DB), diukur pada jarak 5 cm dari permukaan tanah dalam satuan cm,
6. Lebar tajuk U-S (TUS), diukur lebar tajuk pada arah utara-selatan dalam satuan cm,
7. Lebar tajuk B-T (TBT), diukur lebar tajuk pada arah barat-timur dalam satuan cm,
8. Lebar tajuk rata-rata (TRT), merupakan nilai rata-rata dari TUS dan TBT dalam satuan cm,
9. Rasio TT dengan TRT (RTT), merupakan perbandingan antara TT dengan TRT,
10. Jumlah ruas/cabang (JRC), dihitung rata-rata jumlah ruas per cabang dari tiga contoh cabang yang ke-1 sampai ke-3 dari bawah,
11. Jumlah tandan/cabang (JTC), dihitung rata-rata jumlah tandan bunga dan atau buah per cabang dari tiga contoh cabang yang ke-1 sampai ke-3 dari bawah,
12. Jumlah buah/tandan (JBT), dihitung rata-rata jumlah buah per tandan dari tiga contoh cabang yang ke-1 sampai ke-3 dari bawah,
13. Jumlah buah/cabang (JBC), dihitung rata-rata jumlah buah per cabang dari tiga contoh cabang yang ke-1 sampai ke-3 dari bawah,
14. Estimasi jumlah buah/tanaman (EJBP), merupakan perkalian antara JBC dengan JCPT dan kemudian dikalikan dengan 80%,
15. Bobot segar buah (BSBH), diukur rata-rata dari 100 contoh buah segar yang diambil secara acak dari hasil panen komposit dalam satuan gram,
16. Bobot segar biji (BSBI), diukur rata-rata dari 100 contoh biji segar yang diambil secara acak dari hasil panen komposit dalam satuan gram,
17. Bobot kering buah (BKBH), diukur dari contoh nomor 16 setelah dikeringangkan dalam satuan gram,
18. Bobot kering biji (BKBI), diukur dari contoh nomor 17 setelah dikeluarkan kulit buahnya dalam satuan gram,
19. Persentase kadar air buah (KABH), diukur dari 100 contoh buah segar yang diambil secara acak dari hasil panen komposit,
20. Persentase kadar air biji (KABI), diukur rata-rata dari 100 contoh biji segar yang diambil secara acak dari hasil panen komposit.

Analisis data menggunakan fungsi diskriminan linier untuk kasus dua kelompok dengan metode *stepwise* untuk menyeleksi ke-20 variabel bebas yang diuji (Morrison, 1990;

Gaspersz, 1992; Chan, 2005; Pollar *et al.*, 2007; Qiao *et al.*, 2008). Analisis data ini dilakukan melalui bantuan software statistik SPSS versi 17.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemenuhan Asumsi

Salah satu asumsi yang harus dipenuhi dalam menggunakan AD adalah bahwa kedua

populasi yang akan diuji harus mempunyai perbedaan yang nyata dalam satu atau beberapa karakter. Pengujian ini dapat dilakukan secara univariate antara dua nilai rata-rata karakter melalui uji t-student. Berdasarkan pada hasil analisisnya dapat diketahui bahwa antara dua populasi kopi arabika yang diuji ternyata memperlihatkan perbedaan yang nyata dalam karakter JRC, BBHB, BBHK, dan KABH (Tabel 1).

Tabel 1. Pengujian kesamaan nilai rata-rata group
Table 1. Test of equality of group means

Kode karakter	Varietas	Nilai rata-rata	Nilai peluang (p)
TT	• Kartika 1	110,25	0,480
	• Kartika 2	108,30	
JCTT	• Kartika 1	33,05	0,070
	• Kartika 2	31,75	
JCPT	• Kartika 1	15,50	0,100
	• Kartika 2	14,05	
RCB	• Kartika 1	3,34	0,240
	• Kartika 2	3,43	
DB	• Kartika 1	2,52	0,660
	• Kartika 2	2,50	
TUS	• Kartika 1	93,58	0,360
	• Kartika 2	88,36	
TBT	• Kartika 1	99,82	0,250
	• Kartika 2	91,40	
TRT	• Kartika 1	96,70	0,260
	• Kartika 2	89,88	
RTT	• Kartika 1	1,17	0,310
	• Kartika 2	1,24	
JRC	• Kartika 1	14,60	0,010 *
	• Kartika 2	16,05	
JTC	• Kartika 1	6,18	0,480
	• Kartika 2	5,92	
JBT	• Kartika 1	16,34	0,230
	• Kartika 2	14,55	
JBC	• Kartika 1	101,62	0,300
	• Kartika 2	88,70	
EJBP	• Kartika 1	1277,40	0,190
	• Kartika 2	1037,80	
BSBH	• Kartika 1	165,00	0,008 **
	• Kartika 2	146,00	
BSBI	• Kartika 1	43,00	0,900
	• Kartika 2	44,00	
BKBH	• Kartika 1	83,00	0,002 **
	• Kartika 2	68,00	
BKBI	• Kartika 1	13,00	0,800
	• Kartika 2	13,00	
KABH	• Kartika 1	50,20	0,040 *
	• Kartika 2	53,41	
KABI	• Kartika 1	69,49	0,950
	• Kartika 2	69,30	

Keterangan : * dan ** masing-masing berbeda nyata pada taraf 5% dan 1%

Notes : * and ** significant different at 5% and 1% level respectively

Perbedaan yang nyata pada keempat karakter di atas (JRC, BSBH, BKBH, dan KABH) tentunya tidak dapat digunakan secara langsung sebagai karakter penciri dalam membedakan kedua populasi kopi Arabika, karena pengujian tersebut dilakukan secara terpisah dan bersifat bebas (*independent*) antara satu karakter dengan karakter lainnya (pengujian bersifat univariate). Pengujian ini dilakukan hanya untuk memenuhi sebagian asumsi dalam penggunaan AD, yaitu terdapat perbedaan antar nilai rata-rata group dan peubah bebas harus berdistribusi normal multivariate. Menurut Morrison (1990); Gaspersz (1992); serta Chan (2005), AD adalah merupakan salah satu analisis statistik multivariate yang tujuan utamanya adalah membedakan atau mengelompokkan dua atau lebih populasi (group) yang bertindak sebagai peubah tak bebas dengan data *categorical* atas dasar beberapa peubah bebas yang bersifat kuantitatif. Beberapa asumsi yang harus dipenuhi dalam AD di antaranya : (1) harus terdapat perbedaan yang nyata antar nilai rata-rata group, (2) peubah bebas harus berdistribusi normal multivariate, (3) matrik peragam harus homogen (tidak berbeda nyata), dan (4) peubah bebas tidak saling berkorelasi antara satu dengan lainnya.

Pengujian asumsi homogenitas matrik peragam dilakukan melalui uji Box's M, dan hasilnya menunjukkan tidak berbeda nyata (Tabel 2), atau dapat dikatakan bahwa kedua populasi kopi arabika yang diuji mempunyai matrik peragam yang sama sehingga telah memenuhi asumsi penggunaan AD. Sejalan dengan asumsi ini, telah dikemukakan bahwa di dalam AD apabila matrik peragam yang diuji menunjukkan hasil yang berbeda secara nyata maka hasil pengelompokan yang akan diperoleh kurang memenuhi syarat karena akan bersifat *overclassified* (Chan, 2005). Sementara itu, upaya yang dilakukan untuk menyeleksi ke-20 peubah bebas sehingga tidak saling berkorelasi antara satu dengan lainnya dilakukan dengan metode *stepwise*. Hasil analisinya diperoleh empat karakter yang terseleksi, yaitu JCTT, JRC, JTC, dan BKBH (Tabel 3). Worth dan Cronin (2003) serta Pohar *et al.* (2004), mengemukakan bahwa metode AD dan Regresi Logistik (RL) mempunyai bentuk fungsi dan tujuan yang sama yaitu dapat digunakan dalam pengelompokan populasi dan atau untuk menentukan karakter penciri populasi. Salah satu

perbedaannya terletak pada penggunaan asumsi, karena AD mementingkan kriteria asumsi sedangkan RL tidak atau kurang mementingkan kriteria asumsi.

Tabel 2. Pengujian kesamaan matrik peragam

Table 2. Test of equality of covariance matrices

Kriteria	Nilai
Box's M	15,05
F Approximation	1,33
Derajat bebas 1	10,00
Derajat bebas 2	6903,59
Peluang	0,21 tn

Keterangan : tn = tidak nyata

Note : ns = not significant

Hasil Pengujian Fungsi Diskriminan

Hasil pengujian fungsi diskriminan yang terbentuk dengan seleksi peubah bebas melalui metode *stepwise* memperlihatkan bahwa dari 20 karakter tanaman yang diamati ternyata hanya ada empat karakter yang dapat digunakan sebagai pembeda kedua populasi kopi arabika sampai tingkat signifikansi 1%. Keempat karakter yang dimaksud adalah JCTT, JRC, JTC, dan BKBH (Tabel 3). Apabila dihubungkan dengan hasil pengujian seperti yang ditampilkan pada Tabel 1, ternyata menunjukkan hasil tidak sama. Pada Tabel 1, perbedaan yang nyata dari kedua populasi kopi Arabika terletak pada karakter JRC, BSBH, BKBH, dan KABH. Sedangkan berdasarkan hasil AD perbedaan tersebut terletak pada karakter JCTT, JRC, JTC, dan BKBH. Varietas Kartika 1 memiliki karakter JCTT, JTC, dan BKBH lebih tinggi daripada Kartika 2, sedangkan karakter JRC-nya lebih rendah.

Perbedaan yang terjadi dari kedua metode analisis di atas sangat mungkin terjadi mengingat uji t-student yang hasilnya ditampilkan pada Tabel 1, merupakan teknik analisis univariate, sedangkan AD yang hasilnya ditampilkan pada Tabel 3 merupakan analisis multivariate. Pada analisis univariate, setiap karakter yang diuji bersifat bebas antara satu dengan lainnya sehingga tidak ada efek interaksi, sedangkan pada analisis multivariate semua karakter dianalisis secara serempak sehingga membuka peluang terjadinya interaksi antar karakter yang diuji. Oleh karena itu, hasil AD akan mempunyai tingkat validitas yang lebih baik bila dibandingkan dengan uji t-student karena di dalam analisisnya telah memperhatikan adanya efek interaksi antar karakter yang diuji. Menurut

Ashurst and Dennis dalam Corbella dan Cozzolino (2008), teknik analisis multivariate, seperti AD dan Analisis Komponen Utama (AKU), menggunakan teknik matematik dan statistik untuk mengekstrak informasi dari sekumpulan data yang kompleks. Teknik ini dapat menganalisis tidak hanya satu komponen tetapi sejumlah komponen yang secara holistik di dalamnya terjadi saling berinteraksi antara satu komponen dengan komponen lainnya.

Tabel 3. Pengujian fungsi diskriminan *stepwise*
Table 3. Test of stepwise discriminant function

Kode Karakter	Koefisien fungsi tidak terstandarisasi	Koefisien fungsi terstandarisasi	Nilai Wilk's Lambda	Nilai korelasi Kanonik
Konstanta	-7.01	-	0,44 **	0,75
JCTT	0,32 **	0,72 **		
JRC	-0,45 **	-0,80 **		
JTC	-0,48 **	-0,56 **		
BKBH	8,59 **	1,19 **		

Keterangan : ** nyata pada taraf 1%

Notes : ** significant at 1% level

Fungsi diskriminan yang terbentuk secara nyata dan valid dapat mengelompokan kedua populasi kopi arabika yang diuji dengan nilai Wilks' Lambda sebesar 0,44 dan nyata pada taraf signifikansi 1%. Hal ini pun ditunjang oleh nilai korelasi kanonik yang cukup tinggi mendekati nilai satu (Tabel 3). Selain harus memenuhi asumsi-asumsi yang telah dipersyaratkan, fungsi diskriminan yang diperoleh dapat dinilai valid apabila memiliki nilai Wilk's Lambda yang nyata dan ditunjang dengan nilai korelasi kanonik yang cukup besar mendekati nilai satu (Chan, 2005).

Tabel 4. Hasil klasifikasi berdasarkan fungsi diskriminan

Table 4. Classification result based on discriminant function

Varietas	Kartika 1	Kartika 2	Total
Jumlah tanaman :			
• Kartika 1	16	4	20
• Kartika 2	3	17	20
Persentase :			
• Kartika 1	80	20	100
• Kartika 2	15	85	100

Keterangan : Rata-rata persentase = 82,50%

Notes : Average of percentage = 82.5%

Tingkat signifikansi yang tinggi dari fungsi diskriminan yang terbentuk seperti ditampilkan pada Tabel 3 juga dapat memberikan hasil klasifikasi yang cukup baik. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4, bahwa dengan menggunakan fungsi diskriminan yang terbentuk ternyata ketepatan

klasifikasi dari dua populasi kopi arabika yang diuji dapat mencapai 82,5%.

Keterbatasan dan Implikasi

Beberapa analisis statistika, termasuk di dalamnya AD, memiliki beberapa keterbatasan terutama sekali dalam validitas eksternal (*external validity*) (Chan, 2005). Oleh karena itu, fungsi diskriminan yang terbentuk dalam penelitian ini hanya terbatas untuk populasi, lokasi, dan waktu (umur) yang bersangkutan, tidak dapat digeneralisasi untuk populasi, lingkungan tumbuh, dan umur yang berbeda. Namun demikian, di balik keterbatasan yang dimiliki, didasarkan pada teori GxE maka hasil penelitian ini memberikan informasi bermanfaat berkaitan dengan pentingnya faktor lingkungan (termasuk di dalamnya faktor budidaya) di dalam mengekspresikan faktor genetik tanaman. Sebagai salah satu contoh, kopi varietas Kartika 1 dan 2 memiliki sifat pembungaan pertama pada umur 15-24 bulan (Puslitkoka, 2008), sedangkan pada penelitian ini (umur 14-17 bulan) kedua varietas tersebut sudah mulai berproduksi. Hal ini memberikan peluang yang cukup besar dalam upaya peningkatan produktivitas dan mutu hasil kopi melalui sentuhan teknologi yang dapat dirancang dan dihasilkan dengan baik melalui kegiatan penelitian berikutnya.

Keragaman pada produktivitas dan mutu hasil tanaman kopi merupakan aspek mendasar yang dapat menjadi tantangan sekaligus peluang. Aspek ini merupakan aspek yang sangat kompleks dan bersifat multidimensional yang berhubungan dengan konsep dan teori dasar interaksi GxE. Di luar faktor genetik tanaman, pengertian faktor lingkungan amat luas cakupannya dan di dalamnya mengandung berbagai komponen yang akan saling berinteraksi antara satu dengan lainnya membentuk suatu hubungan yang kompleks. Sejalan dengan pernyataan-pernyataan tersebut, telah dikemukakan bahwa meskipun hasil-hasil penelitian di bidang ekofisiologi tanaman kopi sudah banyak dihasilkan tetapi masih relatif sedikit diketahui tentang bagaimana pertumbuhan dan hasil tanaman kopi dikendalikan oleh faktor-faktor eksternal (DaMatta *et al.*, 1999), serta masih terdapat banyak kesenjangan antara pengetahuan yang dimiliki dengan proses-proses fisiologi kunci yang terjadi pada tanaman kopi, seperti dalam proses

pembungan, *overbearing*, *die-back*, dan *bienniality* (DaMatta, 2003; DaMatta, et al., 2007).

Ditinjau dari segi mutu hasil, telah dikemukakan bahwa definisi mutu hasil pada produk kopi sangatlah beragam dan di dalamnya dipengaruhi oleh berbagai faktor yang kompleks meliputi faktor genetik dan non-genetik. Faktor non-genetik tanaman erat hubungannya dengan mutu kopi yang dihasilkan meliputi aspek pedoklimat, fisiologi, serta panen dan pasca panen. Aspek-aspek ini tidak dapat berdiri sendiri tetapi saling berinteraksi antara satu dengan lainnya sehingga menghasilkan sesuatu interaksi yang kompleks (Leroy et al., 2006; Bosselmann et al., 2009). Interaksi lainnya akan menjadi lebih kompleks lagi apabila dihubungkan dengan aspek model atau sistem pertanaman yang berkaitan dengan masalah-masalah naungan, seperti model sistem tanam *agroforestry*, *high density*, *multistrata*, *partial shading*, dan lain sebagainya (Beer et al., 1998).

Pada akhirnya, interaksi yang akan terjadi, baik interaksi antara faktor genetik dengan faktor lingkungan maupun antar faktor lingkungan itu sendiri, akan memberikan implikasi tersendiri untuk diperolehnya suatu inovasi teknologi yang lebih spesifik melalui kajian dan penelitian-penelitian berikutnya dalam upaya meningkatkan produktivitas dan mutu hasil kopi, khususnya kopi arabika varietas Kartika 1 dan 2 di KP. Pakuwon.

KESIMPULAN

Diperoleh empat karakter pembeda dua varietas kopi Arabika (Kartika 1 dan 2) di KP. Pakuwon, yaitu jumlah cabang total/tanaman, jumlah ruas/cabang, jumlah tandan/cabang, dan bobot kering buah. Varietas Kartika 1 memiliki jumlah cabang total/tanaman, jumlah tandan/cabang, dan bobot kering buah lebih tinggi daripada Kartika 2, sedangkan jumlah ruas cabangnya lebih rendah. Keempat karakter itu secara nyata dapat membedakan kedua varietas kopi dengan tingkat validitasnya sebesar 82,5%. Hasil penelitian ini didasari oleh teori GxE dan dapat memberikan implikasi tersendiri bagi kajian dan penelitian-penelitian berikutnya dalam upaya peningkatan produktivitas dan atau mutu hasil kopi, khususnya Kartika 1 dan 2 di KP. Pakuwon.

DAFTAR PUSTAKA

- Akter, S., B. K. Biswas, A. K. Azad, M. Hassanuzzaman, and M. Arufuzzaman. 2010. Correlation and discriminant function analysis of some selected characters in fine rice (*Oryza sativa* L.) available in Bangladesh. *Int. J. Sustain. Crop. Prod.* 5 (4): 30-35.
- Aremu, C. O., O. J. Ariyo, and B. D. Adewole. 2007. Assesment of selection techniques in genotype x environment interaction in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). *African J. Agricul. Res.* 2 (8): 352-355.
- Beer, J., R. Muschler, D. Kass, and E. Somarriba. 1998. Shade management in coffee and cacao plantation. *Agroforestry Systems* 38: 139-164.
- Bosselmann, A. S., K. Dons, T. Oberthur, C. S. Olsen, A. Raebild, and H. Usma. 2009. The influence of shade trees on coffee quality in small holder coffee agroforestry systems in Southern Columbia. *Agriculture, Ecosystems, and Environment* 129: 253-260.
- Chan, Y. H. 2005. Biostatistics. 303 : Discriminant analysis. *Singapore Med. J.* 46 (2): 54-62.
- Corbella, E. and D. Cozzolino. 2008. Combining multivariate analysis and pollen count to classify honey samples accordingly to different botanical origins. *Chilean J. Agric. Res.* 68 (1): 102-107.
- Coste, R. 1992. Coffee-The Plant and the Product. MacMillan Press, London.
- DaMatta, F. M., J. A. T do Amaral, and A. B. Rena. 1999. Growth periodicity in trees of *Coffea arabica* L. in relation to nitrogen supply and nitrate reductase activity. *Field Crop Research* 60 : 223-229.
- DaMatta, F.M. 2003. Ecophysiological constrain on the production of shaded and unshaded coffee: a review. *Field Crop Research* 86 : 99-134.
- DaMatta, F. M., C. P. Ronchi, M. Maestri, and R. S. Barros. 2007. Ecophysiology of coffeea growth and production. *Braz. J. Plant Physiol.* 19 (4) : 485-510.
- Falconer, D. S. and T. F. C. Mackay. 1996. Introduction to Quantitative Genetics. 4th edition. Longman, London.
- Galdon, B. R., L. H. Rodriguez, D. R. Mesa, H. L. Leon, N. L. Perez, E. M. R. Rodriguez, and C. D. Romero. 2012. Differentiation of potato cultivars experimentally cultivated based on their chemical composition and by applying linier discriminant analysis. *Food Chemistry* 133: 1241-1248.
- Gaspersz, V. 1992. Teknik analisis dalam penelitian percobaan. Penerbit Tarsito, Bandung. 718 hlm.

- Haggard, J. and K. Schepp. 2012. Coffe and climate change: Impact and option for adaptation in Barzil, Guatemala, Tanzania and Vietnam. NRI Working Paper Series: Climate Change, Agricultural and Natural Resources, No. 4. Natural Resource University of Greenwich. 60 p.
- Kathurima, C. W., G. M. Kenji, S. N. Muhozo, R. Boulanger, and F. Davrieux. 2010. Discriminant of *Coffea arabica* hybrids of the composite cultivar Ruiru 11 by sensorial evaluation and biochemical characterization. *Advance J. Of Food Sci. And Tech.* 2 (3): 148-154.
- Kausar, J. H. 2005. Genetic investigation in segregating populations of soybean (*Glycine max* (L) Merrill). Thesis for Degree of Master of Science Agriculture in Genetic and Plant Breeding. Departement of Genetics and Plant Breeding, College of Agriculture, Dharwad University of Agriculture Science, Dharwad – 580 005. 61p.
- Kemsley, E. K., S. Ruault, and R. H. Wilson. 1995. Discrimination between *Coffea arabica* and *Coffea canephora* variant *robusta* beans using infrared spectroscopy. *Food Chemistry* 54: 321-326.
- Lee, E.A., T.K. Doerksen, and L.W. Kannenberg. 2003. Genetic components of yield stability in maize breeding populations. *Crop. Sci.* 43: 2018-2027.
- Leroy, T., F. Ribeyre, B. Bertrand, P. Charmetant, M. Dufour, C. Montagnon, P. Marraccini, and D. Pot. 2006. Genetics of coffee quality. *Braz. J. Plant Physiol.* 18 (1): 229-242.
- Makinde, S. C. O and O. J. Ariyo. 2010. Multivariate analysis of genetic divergence in twenty two genotypes of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Journal of Plant Breeding and Crop Science* 2 (7): 192-204.
- Morisson, D. F. 1990. Multivariate Statistical Methods. Third Edition. McGraw-Hill International Edition, Statistics Series. 495p.
- Myles, A. J., T. A. Zimmerman, and S. D. Brown. 2006. Transfer of multivariate classification models between laboratory and process near-infrared spectrometers for the discrimination of green arabica and robusta coffee beans. *Applied Spectroscopy* 60 (10): 1198-1203.
- Nassir, A. L. and O. J. Ariyo. 2005. Genotype x environment stability analysis of grain yield of rice (*Oryza sativa* L.). *Trop. Agric. (Trinidad)* : 1-8.
- Pohar, M., M. Blas, and S. Turk. 2004. Comparison of logistic regression and linear discriminant analysis: a simulation study. *Metodološki zvezki* 1 (1): 143-161.
- Pollar, M., M. Jaroensutasinnee, and K. Jaroensutasinnee. 2007. Morphometric analysis of *Tor tambroides* by stepwise discriminant and neural network analysis. *World Acad. of Sci., Enginer. and Tech.* 33: 16-20.
- Puslitkoka. 2008. Varietas-varietas kopi arabika yang telah dilepas oleh Menteri Pertanian. No Seri 02.009.08.
- Qiao, Z., L. Zhou, and J. Z. Huang. 2008. Effective linier discriminant analysis for high dimensional, low sample size data. Proceeding of the World Congress on Engineering, Vol. II, WCE 2008, July 2-4, 2008, London, U.K. 6pp.
- Semagn, K., B. Stedje, and A. Bjornstad. 2004. Patterns of phenotypic variation in endod (*Phytolacca dodecandra*) from Ethiopia. *African J. of Biotech.* 3 (1): 32-39.
- Wamatu, J. N., E. Thomas, and H. P. Piepho. 2003. Responses of different arabica coffee (*Coffea arabica* L.) clones to varied environmental conditions. *Euphytica* 129: 175-182.
- Worth, A. P. and M. T. D. Cronin. 2003. The use of discriminant analysis, logistic regression and classification tree analysis in the development of classification models for human health effects. *Theochem.* 622: 97-111.