

Keragaman Karakter Agronomi pada Populasi Intra dan Inter Famili Dura Elit Koleksi Taman Buah Mekarsari

Variability of Some Agronomic Traits Within and Between Family of Mekarsari Elite Dura Population

AZIS NATAWIJAYA¹, SINTHO WA², ISMAIL MASKROMO⁴, M. SYUKUR², ALEX HARTANA², DAN SUDARSONO

¹Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Sekolah Pascasarjana, IPB

²PT. Sasaran Ehsan Mekarsari, Taman Buah Mekarsari, Jl. Raya Cileungsi-Jonggol, Bogor, Jawa Barat

³Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor, Darmaga Bogor, Jawa Barat

⁴Balai Penelitian Tanaman Kelapa dan Palma Lain (BALITPALMA), Manado, Sulawesi Utara

⁵ Departemen Biologi, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Jawa Barat

Jln. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

E-mail: s_sudarsono@ymail.com

Diterima 4 Januari 2017 / Direvisi 3 April 2017 / Disetujui 29 Mei 2017

ABSTRAK

Variabilitas genetik merupakan dasar untuk perbaikan genetik tanaman. Evaluasi variabilitas genetik pada populasi kelapa sawit membantu pemulia dalam menentukan karakter dan kriteria seleksi, menentukan metode seleksi yang tepat, dan mengidentifikasi famili-famili potensial yang memiliki karakter harapan. Penelitian ini ditujukan untuk mengevaluasi keragaman beberapa karakter agronomi pada populasi kelapa sawit dura elit. Penelitian dilakukan pada bulan Januari 2014 sampai dengan Desember 2016 di Kebun Percobaan PT. Sasaran Ehsan Mekarsari. Total 287 individu yang berasal dari 18 latar belakang genetik yang berbeda digunakan sebagai bahan tanaman untuk penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakter agronomi pada populasi dura koleksi Mekarsari menunjukkan keragaman yang tinggi baik intra maupun inter famili. Karakter rasio mesocarp dan jumlah biji per tandan memiliki variasi fenotipe yang terluas dan famili atau genotipe yang memiliki semua karakter unggul belum ada. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pemuliaan untuk menghimpun sifat-sifat baik ke dalam satu populasi atau memfiksasi gen-gen yang tersebar di antara famili atau genotipe ke dalam satu populasi

Kata kunci : Variabilitas genetik, ragam intra dan inter famili, pemuliaan konvergen.

ABSTRACT

Genetic variability is a basis for plant genetic improvement. Evaluation of genetic variability in oil palm populations helps breeders in determining traits for selection, determining appropriate selection methods, and identifying promising families. The study was aimed to evaluate the genetic variability within and between family in elite dura population. The research was conducted from January 2014 until December 2016 at Mekarsari Research Station. A total of 287 individuals from 18 different genetic backgrounds were used as research materials. The results showed that the phenotypic variability within and between family are wide. No single family or genotype has any superior characters yet. So a breeding approach is needed to converge all good traits into one genotype or population.

Keywords : Genetic variability, trait for selection, convergent breeding.

PENDAHULUAN

Populasi kelapa sawit yang umum dibudidayakan merupakan populasi F1 hasil persilangan genotipe-genotipe dura dengan genotipe-genotipe pisifera pada spesies *Elaeis guineensis*. Genotipe-genotipe dura digunakan sebagai tetua betina dan genotipe-genotipe pisifera digunakan sebagai tetua jantan. Kedua genotipe ini umumnya diseleksi dengan karakter seleksi yang berbeda (Noh *et al.*, 2014). Proses seleksi kedua populasi tetua tersebut dilakukan secara terpisah menggunakan pendekatan seleksi berulang timbal balik (*Reciprocal Recurrent Selection/RRS*) dan seleksi individu dan famili (*Family and Individual Selection/FIS*) (Bakoume *et al.*, 2010).

Keberhasilan perakitan varietas kelapa sawit unggul ditentukan oleh ketersediaan sumber genetik dan variabilitas genetiknya yang luas. Plasma nutfah kelapa sawit yang bervariasi secara genetik merupakan dasar dalam upaya merakit varietas unggul baru berdaya hasil dan berkadar minyak tinggi, memiliki kecepatan pertumbuhan tinggi yang lambat, berstruktur tajuk kompak, dan memiliki karakter-karakter spesifik yang memudahkan dan efisiensi panen (Cadena *et al.*, 2013; Barcelos *et al.*, 2015). Plasma nutfah kelapa sawit yang pertama kali dimiliki oleh Indonesia berasal dari zuriat empat tanaman dura yang diintroduksi dari Mauritius dan ditanam di kebun Raya Bogor. Turunan dari keempat tanaman dura yang ditanam di kebun Raya Bogor tersebut menyebar ke Sumatera, terutama di daerah Deli, Sumatera Utara dan dikenal luas sebagai deli dura. Pada saat ini, sekitar 13 sub populasi deli dura dikembangkan secara terpisah di beberapa lembaga penelitian kelapa sawit dan telah digunakan secara luas sebagai tetua betina di seluruh dunia (Rosenquist, 1986).

Evaluasi keragaman dan studi genetik pada tanaman kelapa sawit banyak dilakukan (Zulkifli *et al.*, 2012; Singh *et al.*, 2013; Tasma dan Arumsari 2013; Montoya *et al.*, 2014; Tinche *et al.*, 2014; Ukoskit *et al.* 2014; Bakoume *et al.*, 2015; Lee *et al.*, 2015; Roberdi *et al.*, 2015; Sayekti *et al.*, 2015; Taeprayoon *et al.*, 2015). Namun informasi tentang keragaman tingkat fenotipe pada populasi dura dan populasi pisifera baik pada kelapa sawit *E. guineensis* maupun *E. oleifera* (Priwiratama *et al.*, 2010; Pandin dan Matana 2015; Caicedo dan Perez 2017) masih kurang. Selain untuk tujuan seleksi, pengamatan secara langsung keragaman fenotipe tetua dan turunannya bermanfaat untuk mempelajari pola segregasi karakter, menentukan konstitusi genetik tetua, dan mengestimasi

heritabilitas suatu karakter secara akurat melalui metode regresi tetua turunan.

Strategi pemuliaan kelapa sawit yang ditujukan untuk meningkatkan produktivitas tanaman per satuan waktu dan luas, serta untuk memperpanjang umur produktif tanaman diarahkan melalui upaya perbaikan dan seleksi karakter komponen hasil dan karakter-karakter sekunder pendukungnya. Karakter komponen hasil yang dapat meningkatkan produktivitas tanaman, yaitu karakter bobot tandan, jumlah tandan, bobot rata-rata per buah, jumlah biji per tandan, rasio mesocarp, rasio kernel, dan arsitektur tajuk yang kompak. Karakter sekunder yang dapat meningkatkan umur produktif tanaman yaitu karakter pertumbuhan meninggi yang lambat. Makin lambat tanaman bertambah tinggi, makin lama umur produktif tanaman karena makin mudah untuk dipanen. Karakter lain, seperti karakter panjang tangkai tandan (*long peduncle*) merupakan karakter penting untuk memudahkan pembungkusan bunga pada saat produksi benih D x P dan memudahkan panen tanpa merusak pelepah.

Evaluasi keragaman karakter-karakter agronomi pada populasi dura elit generasi baru koleksi PT. Sasaran Ehsan Mekarsari belum dilakukan. Oleh karena itu, penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi keragaman karakter agronomi pada populasi dura elit, mempelajari pola penyebaran genotipe berdasarkan karakter agronomi, dan menyeleksi genotipe-genotipe unggul berbasis informasi famili dan individu. Populasi dura elit yang diteliti merupakan famili-famili hasil perbaikan dari populasi deli dura turunan Elmina 206 yang diintroduksi dari PT. Sasaran Ehsan Utama, Malaysia. Informasi yang diperoleh diharapkan menjadi dasar penentuan strategi pemuliaan yang tepat untuk perbaikan generasi berikutnya.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Januari 2014 sampai dengan Desember 2016 di Kebun Percobaan PT. Sasaran Ehsan Mekarsari, Cileungsi-Jonggol, Jawa Barat dengan luas areal pengamatan 11 hektar. Total individu yang diamati dalam penelitian ini 287 individu berasal dari 18 latar belakang genetik yang berbeda (18 famili).

Karakter agronomi yang diamati meliputi (1) karakter pertambahan tinggi tanaman per tahun, (2) panjang daun, (3) panjang pelepah, (4) lebar dasar pelepah, (5) jumlah tandan, (6) bobot

tandan buah segar, (7) panjang tangkai tandan, (8) bobot rata-rata per buah, (9) rasio kernel, dan (10) rasio mesocarp. Prosedur pengamatan masing-masing karakter sesuai dengan panduan *Descriptors for Oil palm* (IBPGR 1989).

Sepuluh karakter agronomi yang diamati pada 287 individu dura dianalisis menggunakan perangkat lunak Minitab 16 untuk melihat keragaman karakter, keragaman dan keragaman famili, pola penyebaran individu dan famili berdasarkan analisis komponen utama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaman dan keragaman intra dan inter famili

Hasil pengamatan beberapa karakter agronomi pada populasi dura menunjukkan bahwa terdapat keragaman pada semua karakter yang diamati. Karakter rasio mesocarp dan jumlah biji per tandan merupakan dua karakter yang memiliki keragaman morfologi yang terluas (Tabel 1). Pada umumnya genotipe-genotipe kelapa sawit yang memiliki rasio mesocarp yang tinggi, memiliki kandungan minyak yang tinggi karena karakter ini menjadi salah satu karakter penentu untuk mengestimasi karakter kadar minyak (*oil to bunch*). Dura-dura yang memiliki karakter rasio mesocarp yang tinggi jika disilangkan dengan pisifera akan menghasilkan F1 D x P atau tenera yang mesocarpnya lebih tebal dibanding tenera-tenera dari persilangan standar (*standard cross*). Dura-dura yang memiliki jumlah biji per tandan yang banyak jika digunakan sebagai tetua betina

akan menghasilkan benih D x P yang lebih banyak. Oleh karena itu, seleksi genotipe untuk kedua karakter tersebut cukup prospektif untuk perbaikan dura generasi berikutnya.

Informasi keragaman dan keragaman famili yang disajikan pada Tabel 2 dan 3 menunjukkan bahwa (1) terdapat variasi keragaman dan keragaman antar famili pada semua karakter yang diamati, (2) tidak ada famili yang memiliki keragaman terbaik untuk semua karakter dengan keragaman famili yang rendah, (3) karakter rasio tandan memiliki keragaman intra famili yang tinggi namun inter famili yang rendah, (4) rata-rata karakter hasil, yaitu bobot tandan, jumlah biji per tandan, dan bobot rata-rata per buah masih bervariasi dalam famili dan antar famili namun terdapat famili-famili memiliki keragaman tertinggi dengan ragam famili rendah. Keadaan ini mengindikasikan tingkat keseragaman genetik antar individunya.

Rata-rata semua individu yang tersebar dalam 18 famili memiliki kecepatan pertumbuhan tinggi tanaman yang lambat, yaitu di bawah 50 cm per tahun (Gambar 1). Namun beberapa famili hampir semua individunya memiliki keragaman tinggi tanaman yang lebih ekstrim atau super dumpy dibanding famili yang lain, yaitu famili Dura3, Dura5, Dura7, Dura9, Dura16, dan Dura17. Ketujuh famili ini, umumnya berpostur pendek juga memiliki struktur tajuk yang lebih kompak dibanding famili yang lain. Famili-famili tersebut memiliki prospek untuk dikembangkan lebih lanjut.

Tabel 1. Keragaman dan keragaman karakter agronomi populasi dura elit.
Table 1. Performance and variability of agronomic traits in elite dura population.

Karakter Traits	Rataan Mean	SE Standard of error	SD Standard of deviation	Ragam Variance	KKF CPV	Min Min	Max Max
PTT	29,79	1,14	8,36	69,95	28,07	18,13	50,74
PD	545,70	6,22	45,72	2089,91	8,38	474,25	687,00
LP	17,12	0,22	1,62	2,63	9,47	14,00	21,67
JT	8,84	0,24	1,75	3,05	19,76	5,20	12,33
PT	16,22	0,22	1,61	2,58	9,90	13,17	22,20
RT	0,63	0,02	0,14	0,02	22,16	0,25	0,84
BT	17,27	0,69	5,09	25,90	29,46	10,00	28,33
JB	761,80	35,40	260,20	67701,20	34,16	330,00	1266,70
BB	13,25	0,53	3,87	14,98	29,21	5,82	25,31
RK	0,40	0,01	0,08	0,01	20,65	0,24	0,67
RM	0,30	0,02	0,13	0,02	41,64	0,03	0,59

Keterangan : Karakter PTT = Pertambahan Tinggi Tanaman, PD = Panjang Daun, LP = Lebar Pelepah, JT = Jumlah Tandan, PT = Panjang Tangkai Tandan, RT = Rasio Tandan, BT = Bobot Tandan, JB = Jumlah Biji per Tandan, BB = Bobot rata-rata per buah, RK = Rasio Kernel, RM = Rasio Mesocarp, SE = standar error, SD = Standar Deviasi, Var = Ragam, KK = Koefisien Keragaman, Min = nilai minimal, Max = nilai tertinggi.

Notes : PTT =height increment, PD = length of rachis, LP = wide of petiole base, JT = bunch number, PT = peduncle length, RT = sex ratio, BT = bunch weight, JB = seed number per bunch, BB = individual fruit weight, RK = kernel ratio, RM, mesocarp ratio, SE = standard of error, SD = standard of deviation, CPV = coefficient of phenotypic variance,

Tabel 2. Keragaan dan keragaman intra dan inter famili dura elit berdasarkan karakter pertambahan tinggi tanaman, panjang daun, jumlah tandan, rasio tandan dan panjang tangkai tandan.
 Table 2. Performance and variability within and between elite dura families on height increment, length of rachis, bunch number, sex ratio, and length of peduncle.

Famili Family	PTT		PD		JT		RT		PT	
	Rataan	KK	Rataan	KK	Rataan	KK	Rataan	KK	Rataan	KK
	Mean	CPV	Mean	CPV	Mean	CPV	Mean	CPV	Mean	CPV
Populasi Dura 1	30,31	20,42	572,50	9,89	9,95	3,08	0,58	37,43	17,08	10,80
Populasi Dura 2	33,63	41,62	529,10	9,38	9,16	5,22	0,65	35,57	19,80	14,48
Populasi Dura 3	26,44	15,77	530,70	7,25	8,65	3,07	0,54	47,44	16,90	16,12
Populasi Dura 4	27,90	23,61	542,60	10,82	9,45	20,93	0,51	51,00	16,75	13,15
Populasi Dura 5	24,81	21,44	593,10	8,51	8,08	15,57	0,53	48,79	16,92	15,83
Populasi Dura 6	37,48	26,23	560,60	10,83	11,93	3,12	0,71	13,91	15,25	10,35
Populasi Dura 7	25,24	16,88	513,30	8,71	8,63	11,98	0,74	24,76	15,75	14,47
Populasi Dura 8	37,33	24,06	575,80	9,06	9,42	10,41	0,54	48,31	16,27	11,86
Populasi Dura 9	24,00	22,75	508,70	8,22	7,02	32,91	0,61	31,77	14,30	9,02
Populasi Dura10	26,10	16,37	547,30	7,39	8,62	24,35	0,58	44,88	15,25	18,17
Populasi Dura11	29,20	18,21	532,00	9,75	8,07	11,64	0,62	27,55	17,21	17,61
Populasi Dura12	29,49	18,39	555,70	8,76	9,98	18,87	0,64	36,76	14,17	12,29
Populasi Dura13	34,92	30,33	518,50	8,82	9,09	19,70	0,64	47,45	14,21	7,58
Populasi Dura14	33,79	38,53	540,40	12,90	8,81	22,88	0,68	29,90	16,29	8,87
Populasi Dura15	26,72	28,24	564,50	27,08	7,76	29,68	0,69	32,46	16,00	12,54
Populasi Dura16	25,02	16,31	521,00	13,74	6,68	19,78	0,69	30,32	17,50	23,31
Populasi Dura17	29,49	9,07	570,85	5,49	8,50	5,39	0,58	28,79	16,63	12,04
Populasi Dura18	33,67	38,36	544,21	6,73	9,24	31,49	0,75	20,05	15,60	11,89

Keterangan : KK = Koefisien Keragaman Karakter PTT = Pertambahan Tinggi Tanaman, PD = Panjang Daun, JT = Jumlah Tandan, PT = Panjang Tangkai Tandan (peduncle), RT = Rasio Tandan.

Notes : CPV = coefficient of phenotypic variance, PTT = height increment, PD = length of rachis, JT = bunch number, PT = peduncle length, RT = sex ratio.

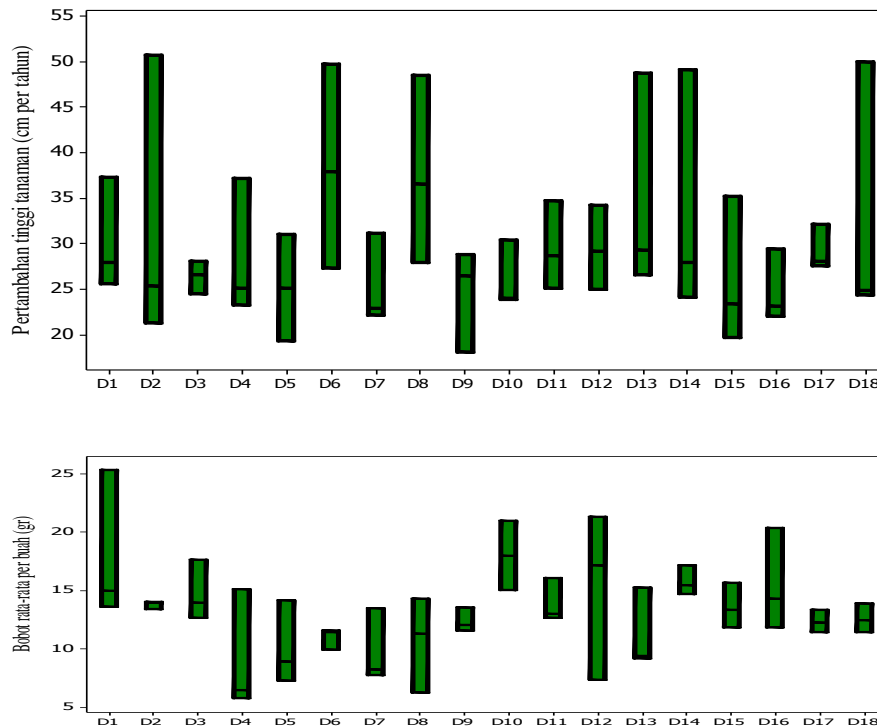
Tabel 3. Keragaan dan keragaman intra dan inter famili karakter bobot tandan, jumlah biji per tandan, bobot per buah, rasio kernel, rasio mesocarp.

Table 3. Performance and variability within and between elite dura families on bunch weight, number of seed per bunch, individual fruit weight, kernel ratio, mesocarp ratio.

Famili Family	BT		JB		BB		RK		RM	
	Rataan	KK	Rataan	KK	Rataan	KK	Rataan	KK	Rataan	KK
	Mean	CPV	Mean	CPV	Mean	CPV	Mean	CPV	Mean	CPV
Populasi Dura1	18,89	37,73	830,00	43,14	17,99	35,48	0,32	31,81	0,43	47,40
Populasi Dura2	20,56	29,45	910,00	18,95	13,82	2,52	0,48	9,04	0,14	57,91
Populasi Dura3	16,78	14,65	757,22	15,43	14,79	17,16	0,43	7,34	0,27	20,80
Populasi Dura4	24,00	25,34	1094,22	14,06	9,15	56,59	0,43	12,08	0,21	48,78
Populasi Dura5	19,22	32,22	819,44	39,82	10,16	35,37	0,55	30,28	0,15	30,20
Populasi Dura6	16,78	42,90	751,11	55,70	11,03	8,12	0,27	11,59	0,49	17,95
Populasi Dura7	16,78	24,68	771,67	28,20	9,87	31,99	0,36	13,49	0,35	20,95
Populasi Dura8	17,33	39,27	796,67	34,68	10,63	38,01	0,37	3,23	0,36	22,69
Populasi Dura9	13,22	30,09	514,44	43,49	12,43	8,37	0,42	14,17	0,27	32,00
Populasi Dura10	12,67	29,89	533,33	30,37	18,03	16,36	0,42	4,26	0,33	27,85
Populasi Dura11	17,67	27,78	891,67	29,30	13,93	13,51	0,34	17,26	0,34	37,23
Populasi Dura12	16,89	10,88	824,11	8,08	15,30	46,68	0,43	12,97	0,26	34,59
Populasi Dura13	15,33	20,76	767,11	30,50	11,30	30,67	0,36	7,17	0,37	4,49
Populasi Dura14	17,00	15,56	705,55	21,47	15,80	8,08	0,34	9,19	0,32	39,61
Populasi Dura15	14,11	16,77	491,11	26,66	13,67	14,00	0,38	14,95	0,35	27,48
Populasi Dura16	15,33	30,65	507,78	15,06	15,53	28,21	0,43	4,21	0,22	6,02
Populasi Dura17	20,78	46,11	943,89	50,62	12,40	7,69	0,43	26,06	0,29	59,14
Populasi Dura18	17,56	19,20	802,22	24,26	12,63	9,54	0,40	3,76	0,29	12,01

Keterangan : KK = Koefisien Keragaman BT = Bobot Tandan, JB = Jumlah Biji per Tandan, BB = Bobot rata-rata per buah, RK = Rasio Kernel, RM = Rasio Mesocarp.

Notes : CPV = coefficient of phenotypic variance, BT = bunch weight, JB = seed number per bunch, BB = individual fruit weight, RK = kernel ratio, RM = mesocarp ratio.



Gambar 1. Keragaman18 Famili Dura berdasarkan karakter pertambahan tinggi dan bobot rata-rata per buah.

Figure 1. Variation within and between 18 dura families based on height increment and individual fruit weight.

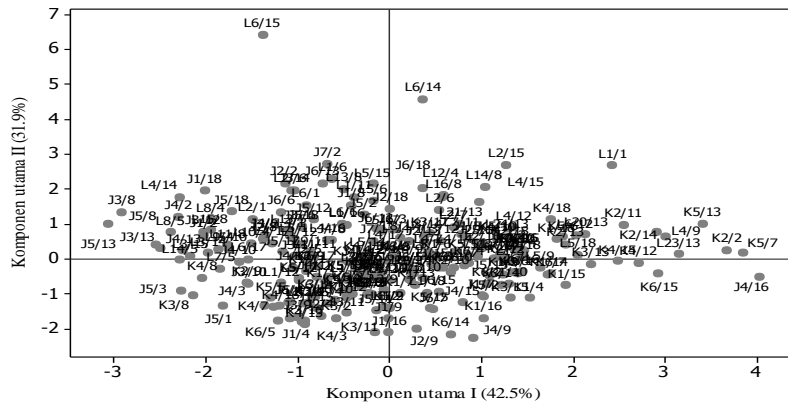
Rata-rata famili dura yang diamati memiliki rasio tandan yang tinggi dengan variasi keragaman rasio tandan antar familinya. Hal ini berarti bahwa jumlah bunga betina atau tandan pada hampir semua individu dura lebih banyak dibanding bunga jantan, namun dalam famili atau populasi ketersediaan bunga jantan untuk proses penyerbukan masih cukup. Famili Dura2 memiliki tangkai tandan terpanjang dibanding famili lain dengan koefisien keragaman rendah, yang berarti bahwa rata-rata individu pada famili Dura2 memiliki tangkai tandan yang panjang. Pada umumnya famili-famili yang memiliki jumlah biji per tandan yang banyak, memiliki ukuran buah individual kecil yang dicirikan oleh bobot rata-rata per buah yang rendah. Namun, ada dua famili yang memiliki jumlah biji per tandan banyak dengan ukuran buah individual yang relatif besar, yaitu famili Dura2 dan Dura17. Kedua famili tersebut mampu menghasilkan benih D x P per tandan yang lebih banyak dibanding famili yang lain.

Kelapa sawit tipe dura umumnya memiliki endocarp atau cangkang buah tebal dengan mesocarp yang tipis. Namun, pada populasi dura elit Mekarsari terdapat satu famili memiliki rasio

mesocarp tinggi yaitu famili Dura6 yang memiliki rasio mesocarp 0.49, artinya perbandingan mesocarp per buah total (endocarp, mesocarp, dan kernel) 49 persen atau mendekati 50 persen dari total bagian buah. Dura-dura yang memiliki mesocarp tebal jika disilangkan dengan pisifera akan menghasilkan tenera (D x P) yang memiliki mesocarp lebih tebal dibanding tenera standar.

Pengelompokkan genotipe dan famili berdasarkan analisis komponen utama

Kedua komponen utama pertama, yaitu KU1 dan KU2 yang digunakan untuk mempelajari pola penyebaran genotipe-genotipe dura menjelaskan 74,4% dari total keragaman. Individu-individu dura tersebar di empat kuadran, namun pada umumnya sebagian individu dura berada di titik tengah kuadran yang mengindikasikan kedekatan fenotipe agronominya. Beberapa individu berbeda dengan individu-individu yang lain, yaitu individu L6/15 dari populasi Dura15, L6/14 dari populasi dura14, L1/1 dari populasi dura1, dan J4/16 dari populasi dura16 (Gambar 2).

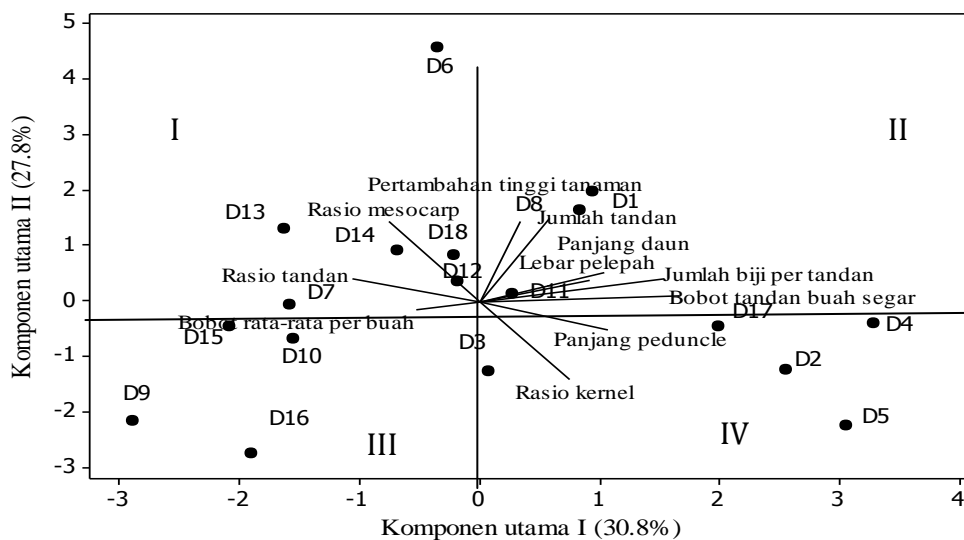


Gambar 2. Pola penyebaran genotipe-genotipe dura berdasarkan analisis komponen utama 1 dan 2.
 Figure 2. Pattern of genotypes distribution based on principle component analysis.

Pola penyebaran famili-famili dura berdasarkan dua komponen utama pertama disajikan pada Gambar 3. Famili-famili tersebut tersebar di empat kuadran. Famili-famili yang mengelompok dalam satu kuadran memiliki kemiripan sifat yang lebih tinggi dibanding dengan famili-famili yang berada pada kuadran yang lain. Dari 18 famili yang dipelajari, diketahui ada 1 famili yang terpisah dari famili-famili yang lain, yaitu famili Dura6. Famili dura6 merupakan famili dura yang individu-individunya merupakan hasil silang balik generasi kedua dari *E. guinensis* dengan *E. oleifera*, sehingga secara morfologi individu-individu pada famili ini berbeda dengan individu dari famili yang lain. Pola penyebaran genotipe-genotipe dura berdasarkan karakter pertambahan tinggi tanaman

dan panjang daun disajikan pada Gambar 4. Genotipe-genotipe dura yang memiliki karakter pertambahan tinggi yang lambat dengan tanaman yang kompak berada di kuadran VII. Genotipe-genotipe ini dapat digunakan sebagai bahan genetik untuk merakit varietas komersil yang dapat ditanam dengan jarak tanam yang lebih rapat, sehingga jumlah populasi per hektar lebih banyak dibanding varietas standar.

Pola penyebaran genotipe-genotipe dura berdasarkan karakter jumlah tandan dan bobot tandan disajikan pada Gambar 5. Genotipe-genotipe yang memiliki bobot tandan yang tinggi dan jumlah tandan yang banyak berada di kuadran II dan VI. Genotipe-genotipe ini dapat digunakan sebagai sumber tetua untuk merakit varietas unggul berdaya hasil tinggi.



Gambar 3. Pola penyebaran famili-famili dura berdasarkan analisis komponen utama 1 dan 2.
 Figure 3. Pattern of family distribution based on principle component analysis.

Pola penyebaran genotipe-genotipe dura berdasarkan karakter jumlah biji per tandan dan bobot tandan disajikan pada Gambar 6. Genotipe-genotipe yang berdaya hasil tinggi dan memiliki kapasitas produksi benih tertinggi sebagai tetua betina berada pada kuadran III dan VI.

Program pemuliaan kelapa sawit yang dilakukan di PT. Sasaran Ehsan Mekarsari ditujukan untuk merakit varietas yang memiliki kombinasi (1) kecepatan pertumbuhan tinggi yang sangat lambat, yaitu kurang dari 30 cm per tahun sehingga umur produktif tanaman dapat ditingkatkan dan memudahkan panen, (2) struktur tajuknya kompak yang dicirikan oleh daun-daun yang berukuran lebih pendek sehingga jumlah tanaman yang dapat ditanam per satuan luas dapat ditingkatkan, (3) Karakter bobot tandan buah segar, jumlah tandan per tahun, bobot rata-rata per buah, dan rasio mesocarp yang tinggi sehingga produktivitas tanaman per satuan waktu dapat ditingkatkan, (4) introgresi karakter panjang tangkai tandan untuk memudahkan proses pembungkusan bunga betina pada saat produksi benih dan untuk memudahkan panen.

Pada umumnya perbaikan genetik kelapa sawit dilakukan menggunakan prosedur pemuliaan seleksi berulang timbal balik (Reciprocal Recurrent Selection/RRS) dan seleksi berulang yang dimodifikasi (*Modified Recurrent Selection/MRS*). Kedua metode pemuliaan tersebut memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Seleksi berulang timbal balik (RRS) yang diaplikasikan pada kelapa sawit pertama kali diadopsi dari tanaman jagung. Seleksi berulang timbal balik digunakan untuk memperbaiki daya gabung umum dan daya gabung khusus pada populasi untuk suatu karakter menggunakan tester genotipe heterozigot. Metode seleksi ini dikenal sebagai *recurrent reciprocal half sib selection*. Metode seleksi ini digunakan untuk memperbaiki karakter yang poligenik dan seleksinya didasarkan kepada penampilan *test cross* nya. Penerapan metode ini menghasilkan variabilitas genetik tetap terjaga walaupun cenderung menurun. Metode pemuliaan RRS banyak digunakan oleh lembaga-lembaga penelitian kelapa sawit dalam negeri. Metode seleksi berulang yang dimodifikasi (MRS) umumnya digunakan oleh pemulia-pemulia kelapa sawit di Malaysia yang ditujukan untuk mempercepat proses seleksi karena tidak melakukan uji projeni D x T dan TxP. Populasi uji projeni merupakan populasi komersial, yaitu D x P. Seleksi genotipe-genotipe dura terpilih didasarkan pada penampilan tetua secara langsung. Kedua metode pemuliaan tersebut dapat diakselerasi melalui seleksi yang

berdasarkan marka genetik (*marker assisted selection/MAS*).

Populasi dura koleksi Mekarsari yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari PT. Sasaran Ehsan Utama, Malaysia. Upaya perluasan keragaman genetik populasi deli dura telah dilakukan melalui introgresi genotipe dura berpostur pendek dari Nigeria, Pobe dwarf, dan introgresi dari spesies *E. oleifera* (Noh *et al.*, 2014). Program introgresi tersebut menyebabkan peningkatan keragaman genetik populasi dura yang berbasis dura deli.

Berdasarkan hasil evaluasi keragaman dan keragaman famili pada penelitian ini diketahui bahwa umumnya masih terdapat keragaman dalam famili. Keragaman intra dan inter famili merupakan ciri alami untuk tanaman-tanaman menyerbuk silang, terutama tanaman tahunan yang memerlukan waktu lama untuk pembentukan populasi homozigot. Hasil penelitian ini memberikan gambaran bahwa estimasi heritabilitas karakter berbasis rancangan tata ruang (Okoye *et al.*, 2009; Marhalil *et al.*, 2013; Rafii *et al.*, 2013; Noh *et al.*, 2014) yang melibatkan individu-individu sebagai sampel pengamatan dapat bias dari nilai heritabilitas aktualnya. Hal ini disebabkan individu-individu yang digunakan sebagai ulangan pada satu blok masih beragam secara genetik. Untuk meningkatkan akurasi nilai heritabilitas sebaiknya dilakukan pendugaan berbasis rancangan persilangan atau estimasi berbasis regresi tetua turunan.

Dari semua informasi keragaman dan keragaman famili yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwa belum ada famili yang memiliki keragaman terbaik untuk semua karakter. Famili-famili yang memiliki keragaman terbaik untuk karakter tertentu dapat disilangkan, dengan tujuan untuk mengkombinasikan sifat-sifat baiknya. Rancangan persilangan dialel merupakan salah satu rancangan yang ideal untuk memunculkan semua kemungkinan tipe rekombinan, namun diperlukan lahan yang luas untuk mengevaluasi zuriatnya. Pendekatan pemuliaan untuk menghimpun sifat-sifat baik ke dalam satu populasi atau memfiksasi gen-gen yang tersebar diantara famili ke dalam satu populasi dikenal dengan pendekatan pemuliaan konvergen (*convergent breeding*). Pendekatan pemuliaan konvergen yang dibantu menggunakan marka penyeleksi molekuler akan mempercepat perolehan genotipe harapan, seperti pembentukan populasi MAGIC (*Multi-parent Advanced Generation Inter-Cross populations*) pada beberapa komoditas tanaman (Kover *et al.*, 2009, Bandillo *et al.*, 2013, Dell'Acqua *et al.*, 2015, Huang *et al.*, 2015).

Keragaman fenotipe merupakan refleksi dari keragaman genotipe. Namun untuk karakter kuantitatif, ekspresi gen-gen yang mengontrol karakter tersebut dipengaruhi oleh lingkungan dan interaksi antara genetik x lingkungan. Oleh karena itu, evaluasi keragaman karakter agronomi pada genotipe dan famili yang dilakukan pada penelitian ini belum dapat mengelompokkan atau menentukan struktur genetik populasi. Marka-marka yang tidak dipengaruhi oleh lingkungan, seperti marka berbasis DNA masih diperlukan sehingga dapat memilah genotipe-genotipe berdasarkan kemiripan genetiknya.

KESIMPULAN

Karakter agronomi pada populasi dura koleksi Mekarsari menunjukkan keragaman yang tinggi baik intra maupun inter famili. Karakter rasio mesocarp dan jumlah biji per tandan memiliki variasi fenotipe yang terluas. Belum ada satu famili atau genotipe yang memiliki semua karakter unggul. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pemuliaan untuk menghimpun sifat-sifat baik ke dalam satu populasi atau memfiksasi gen-gen yang tersebar diantara famili atau genotipe ke dalam satu populasi

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Ir. Siti Hutami Endang Adiningsih, direktur utama PT. Sasaran Ehsan Mekarsari dan Gregori Garnadi Hambali, M.Sc., direktur R&D Mekarsari yang telah membantu membiayai dan menyediakan fasilitas penelitian dan *Plant Molecular Biology Laboratory* - AGH, IPB atas dukungannya dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakoume, C., M. Galdima, F.F. Tengoua. 2010. Experimental modification of reciprocal recurrent selection in oil palm in Cameroon. *Euphytica* 171:235–240.
- Bakoume, C., R. Wickneswari, S. Siju, N. Rajanaidu, A. Kushairi, and N. Billotte. 2015. Genetic diversity of the world's largest oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) field gene bank accessions using microsatellite markers. *Genetic Resources and Crop Evolution Journal*. 62: 349–360.
- Bandillo, N., C. Raghavan, P.A. Muyco, M.A.L. Sevilla, I.T. Lobina .2013. Multi-parent advanced generation inter-cross (MAGIC) populations in rice: progress and potential for genetics research and breeding. *Rice Journal* 6(1): 11. <https://doi.org/10.1186/1939-8433-6-11>.
- Barcelos, E., S.A. Rios, R.N.V. Cunha, R. Lopes, S.Y. Motoike, E. Babiychuk, A. Skiryecz, S. Kushnir. 2015. Oil palm natural diversity and the potential for yield improvement. *Frontiers in Plan Science*. Volume 6: Artikel 190. doi: 10.3389/fpls.2015.00190.
- Cadena, T., F. Prada, A. Perea, H.M. Romero. 2013. Lipase activity, mesocarp oil content, and iodine value in oil palm fruits of *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera*, and the interspecific hybrid OxG (*E. oleifera* × *E. guineensis*). *J. Sci. Food Agric*. 93: 674–680.
- Caicedo, L.P.M., S.E.B. Perez. 2017. Morphological characterization of the American oil palm collection *Elaeis oleifera* (Kunth) Cortes. *Acta Agron*. 66(1): 135-140.
- Dell'Acqua, M., D.M. Gatti, G. Pea, F. Cattonaro, F. Coppens, G. Magris, A.L. Hlaing, H.H. Aung, H. Nelissen, J. Baute, E. Frascaroli, G.A. Churchill, D. Inze, Morgante., M.E. Pe. 2015. Genetic properties of the MAGIC maize population: a new platform for high definition QTL mapping in *Zea mays*. *Genome Biology*. Vol. 16: 1-23. doi : 10.1186/s13059-015-0716-z
- Huang, B.E., K. Verbyla, A. Verbyla, C. Raghavan, V. Singh, P. Gaur, H. Leung, Varshney., C.R. Cavanagh . 2015. MAGIC populations in crops: current status and future prospects. *Theor Appl Genet*. 128: 999–1017. doi:10.1007/s00122-015-2506-0.
- IBPGR. 1989. Descriptors for Oilpalm. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.
- Kover, P.X., W. Valdar, J. Trakalo, N. Scarcelli, I.M. Ehrenreich, M.D. Purugganan, C. Durrant, R. Mott. 2009. A multiparent advanced generation inter-cross to fine-map quantitative traits in *Arabidopsis thaliana*. *PLoS Genet*. 5(7): e1000551. doi.org/10.1371/journal.pgen.1000551.
- Lee, M., J.H. Xia, Z. Zou, J. Ye, Y. Rahmadsyah, J.J. Alfiko, J.V. Lieando, M.I. Purnamasari, C.H. Lim, A. Suwanto, L. Wong, N.H. Chua, G.H. Yue. 2015. A consensus linkage map of oil palm and a major QTL for stem height. *Sci.Rep*. 5: 8232. doi: 10.1038/srep08232.
- Marhalil, M., M.Y. Rafii, M.M.A. Afizi, I.W. Arolu, A. Noh, A.M. Din, A. Kushairi, A. Norziha,

- N. Rajanaidu, M.A. Latif, M.A. Malek. 2013. Genetic variability in yield and vegetative traits in elite germplasm of MPOB-Nigerian *dura* AVROS *pisifera* progenies. J Food Agric Environ. 11(2):515-519.
- Montoya, C., Cochard, A. Flori, D. Cros, R. Lopes, T. Cuellar. 2014. Genetic architecture of palm oil fatty acid composition in cultivated oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) compared to its wild relative *E. oleifera* (H.B.K) Cortes. PLoS ONE. 9 : e95412. 10.1371/journal.pone.0095412.
- Noh, A., M.Y. Rafii, A.M. Din, A. Kushairi, A. Norziha, N. Rajanaidu, M.A. Latif, M.A. Malek. 2014. Variability and performance evaluation of introgressed Nigerian *dura* x Deli *dura* oil palm progenies. Genet Mol Res. 13(2): 2426-2437.
- Okoye, M.N., C.O. Okwuagwu, M.I. Uguru. 2009. Population improvement for fresh fruit bunch yield and yield components in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Am-Euras J Sci Res. 4(2):59-63.
- Pandin, D.S., Y.R. Matana. 2015. Karakteristik tanaman muda plasma nutfah kelapa sawit asal Kamerun. Buletin Palma 16(1): 8-22.
- Priwiratama, H., J. Djuhana, S.P.C. Nelson, P.D.S. Caligari. 2010. Progress of oil palm breeding for novel traits: virescens, late abscission, and long bunch stalk. Putri L.A.P. 2010. Allelic diversity of 22 Sampoerna Agro's oil palm *pisifera* based on microsatellite markers. (Ed. D. Siahaan, Y. Samosir, T. Herawan, S. Rahutomo, A. Jatmika, Erwinsyah, A. Susanto, E.S. Sutarta, F.R. Panjaitan, H.A. Hasibuan, A.S. Idris, L. Melling, F. Schuchardt, Chanprasert, W. Ajambang, J.C. Jacquemard) International Oil Palm Conference 2010; 2010 Juni 1-3; Yogyakarta, Indonesia. Medan: IOPRI. Hlm 397-404.
- Rafii, M.Y., Z.A. Isa, A. Kushairi, G.B. Saleh, M.A. Latif. 2013. Variation in yield components and vegetative traits in Malaysian oil palm (*Elaeis guineensis* jacq.) *dura* x *pisifera* hybrids under various planting densities. Ind Crop Prod. 46:147-157.
- Roberdi, Sobir, S. Yahya, N.T. Mathius, T. Liwang. 2015. Identification of gene related to hard bunch phenotype in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). Jurnal Agronomi Indonesia 43: 147-152.
- Rosenquist, E.A.1986. The genetic base of oil palm populations. In: Proc Int Wkshp of Oil Palm Germplasm and Utilisation. Kuala Lumpur, Malaysia, pp 27-56.
- Sayekti, U., U. Widyastuti, N. Toruan-Mathius. 2015. Keragaman genetik kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) asal angola menggunakan marka SSR. Jurnal Agronomi Indonesia. 43(2):140-146.
- Singh, R., E.T. Low, L.C Ooi, M. Ong-Abdullah, N.C. Ting, J. Nagappan, R. Nookiah, M.D. Amiruddin, R. Rosli, M.A. Manaf, K.L. Chan, M.A. Halim, N. Azizi, N. Lakey, S.W. Smith, M.A. Budiman, M. Hogan, B. Bacher, A. Van Brunt, C. Wang, J.M. Ordway, R. Sambanthamurthi, R.A. Martienssen. 2013. The oil palm SHELL gene controls oil yield and encodes a homologue of SEEDSTICK. NATURE. 500 : 340-344. DOI: 10.1038.
- Taeprayoon, P., P. Tanya, S.H. Lee, P. Srinives. 2015. Genetic background of three commercial oil palm breeding populations in Thailand revealed by SSR markers. Australian Journal of Crop Science 9(4):281-288.
- Tasma, I.M., dan S. Arumsari. 2013. Analisis diversitas genetik aksesori kelapa sawit Kamerun berdasarkan marka SSR. J. Littri 19:194-202.
- Tinche, D. Asmono, D. Dinarty, Sudarsono. 2014. Keragaman genetik kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) populasi nigeria berdasarkan analisis mark a SSR (Simple Sequence Repents). Buletin Palma 15(1): 14-23.
- Ukoskit, K., V. Chanroj, G. Bhusudsawang, K. Pipatchartlearnwong, S. Tangphatsornruang, S. Tragoonrung. 2014. Oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) linkage map, and quantitative trait locus analysis for sex ratio and related traits. Mol breeding. 33(2): 415-424.
- Zulkifli, Y., I. Maizura, S. Rajinder. 2012. Evaluation of MPOB Oil Palm Germplasm (*E.guineensis*) Populations Using EST-SSR. Journal of Oil Palm Research 24: 1368-1377.