

Stabilitas Karakter Pembungaan, Pertunasan, dan Potensi Jumlah Buah pada 21 Klon Kakao Harapan Koleksi Puslitkoka

Stability in Flowering, Flushing, and Fruiting Characters of 21 Potential Cacao Clones in ICCRI Collection

Indah Anita-Sari^{1*)} dan Agung Wahyu Susilo¹⁾

¹⁾Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. PB. Sudirman No. 90 Jember, Indonesia

^{*)}Alamat penulis (*corresponding author*): indah.sari83@yahoo.com

Naskah diterima (*received*) 07 Mei 2013, disetujui (*accepted*) 21 Juli 2013

Abstrak

Informasi sifat pembungaan dan intensitas pembungaan dapat digunakan untuk memprediksi keberhasilan produksi serta diperlukan dalam kegiatan pemuliaan tanaman terutama dalam kegiatan persilangan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi tentang stabilitas karakter pertunasan, pembungaan, dan pembuahan pada jenis klon (genetik) kakao yang berbeda. Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Kaliwining, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Perlakuan terdiri 21 jenis klon kakao yaitu KW 422, KW 426, KW 427, KW 425, KW 523, KW 062, KW 084, KW 094, KW 162, KW 163, KW 165, KW 219, KW 235, KW 236, KW 265, KW 005, KW 292, KW 570, KW 514, KW 516, dan KW 617. Parameter yang diamati meliputi intensitas pembungaan, jumlah buah (jumlah buah kecil), dan intensitas pertunasan. Hasil penelitian menunjukkan klon KW 084 merupakan genotipe paling stabil terhadap karakter jumlah buah. Klon KW 235 memiliki jumlah buah paling tinggi pada bulan April, sedangkan KW 426, KW 427, KW 523, dan KW 163 memiliki jumlah buah tinggi pada bulan Maret dan Juni. KW 219 dan KW 516 memiliki jumlah buah paling rendah. Jumlah buah rendah tidak terjadi pada bulan Maret sampai Juni. Karakter pembungaan dan pertunasan pada semua genotipe menunjukkan nilai yang stabil ditunjukkan dengan nilai IPCA mendekati titik nol. Klon KW 094 menunjukkan intensitas pembungaan paling tinggi pada bulan Oktober. Intensitas pertunasan paling tinggi terjadi pada bulan Januari dan Juli dan paling rendah terjadi pada bulan April dan Agustus.

Kata kunci: Dinamika, pertunasan, pembungaan, pembuahan, klon kakao

Abstract

Flowering character and flowering intensity can be used to estimate productivity and it is important for supporting breeding activity especially for pollination program. This research was aimed to study the stability of character of flushing, flowering and fruiting on different cocoa clones (genetic). The research was done at Kaliwining Research Station, Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute, Jember. There were 21 clones; KW 422, KW 426, KW 427, KW 425, KW 523, KW 062, KW 084, KW 094, KW 162, KW 163, KW 165, KW 219, KW 235, KW 236, KW 265, KW 005, KW 292, KW 570, KW 514, KW 516, and KW 617. Flowering intensity, fruiting, and flushing were observed. The result of the study showed that KW 084 was the most stable clone for fruiting. KW 235 had high pod number in April. KW 426, KW 427, KW 523,

and Sulawesi 2 had high pod number in March and June. KW 219 and KW 516 had the lowest pod number. Low pod number did not occur in March until June. Flowering and flushing on all genotypes showed the stability value with IPCA value nearly zero. KW 094 showed high flowering intensity in October. High flushing intensity occurred in January and July, the lower one in April and August.

Key words: *Stability analysis, flushing, flowering, fruiting, cocoa clones*

PENDAHULUAN

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan tanaman yang sebagian besar bersifat menyerbuk silang, sehingga dalam budidaya tanaman kakao diperlukan informasi periode pembungaan antarjenis klon kakao. Proses penyerbukan yang berlanjut dengan proses pembuahan ini berpengaruh terhadap produksi buah yang dihasilkan. Menurut Santoso *et al.* (2009), periode pembungaan seperti musim, waktu, periode dan intensitas pembungaan dapat digunakan untuk memprediksi keberhasilan produksi dan berperan dalam menentukan produktivitas tanaman. House (1997) dan Baskorowati *et al.* (2008) menyebutkan bahwa selain diduga sebagai faktor penentu sifat produksi, sifat pembungaan juga diperlukan dalam kegiatan pemuliaan tanaman terutama dalam kegiatan persilangan.

Variasi pembungaan dipengaruhi oleh faktor genetik, faktor biotik dan abiotik (Baskorowati *et al.*, 2008; Omolaja *et al.*, 2009). Faktor genetik berpengaruh pada potensi dari suatu genetik pada tempat tumbuhnya (Freidel *et al.*, 1993). Periode pembungaan tanaman kakao tertinggi terjadi pada bulan Mei (Omojala *et al.*, 2009). Musim pembungaan, pembuahan, dan perkembangan buah paling rendah selama bulan Juni sampai September (Almeida *et al.*, 2007). Musim pertunasan (*flush*) dan pembungaan menurunkan pembuahan (Leite & Valle, 2000). Pola pertumbuhan *flush*, pembungaan, dan pembuahan antarklon pada

tanaman kakao diduga memiliki sifat yang berbeda dan dipengaruhi oleh faktor internal (genetik) dan faktor lingkungan. Faktor-faktor internal yang mempengaruhi antara lain umur tanaman, status hara, aktivitas kambium dan status hormon, sedangkan faktor-faktor eksternal antara lain naungan, suhu, dan distribusi hujan serta kelembaban udara (Prawoto *et al.*, 2008). Hasil penelitian pada komoditas lain menunjukkan bahwa terdapat variasi panjang waktu antara inisiasi bunga sampai dengan saat mekarnya bunga yang dipengaruhi oleh pola pertumbuhan pohon dan kisaran iklim tempat tumbuh suatu jenis (Baskorowati *et al.*, 2008). Pomper *et al.* (2008) melaporkan bahwa terdapat variasi sifat pembungaan dan kemasakan antar-kultivar *Asimina triloba* L. Hasil penelitian tersebut menyebutkan bahwa periode pembungaan dan jumlah bunga tidak berkaitan dengan peningkatan jumlah buah.

Menurut Nusifera & Karuniawan (2008), genotipe-genotipe bengkuang yang berada pada kondisi berbeda akan menunjukkan perbedaan hasil terutama pada karakter kuantitatif yang dikendalikan oleh gen poligenik. Dalam hal pengembangan suatu kultivar, pemulia berkepentingan dengan genotipe-genotipe yang stabil dibandingkan dengan genotipe yang berdaya hasil tinggi namun tidak stabil. Stabilitas hasil merupakan salah satu faktor penting (Baihaki, 2000). Untuk mengetahui pemahaman penyebab terjadinya interaksi perlu digunakan metode yang tepat. *Additif main effect and multiplicative interaction* (AMMI) merupakan alternatif utama untuk

pendekatan multivariat dalam program pemuliaan tanaman (Adugna & Labuschagne, 2002). Informasi sifat kestabilan karakter pertunasan, pembungaan dan potensi jumlah buah pada setiap jenis klon (genetik) diperlukan dalam kegiatan pemuliaan tanaman. Sampai saat ini informasi karakter-karakter tersebut belum banyak dikaji, sehingga studi sifat kestabilan antargenetik diperlukan untuk mendukung kegiatan pemuliaan tanaman kakao khususnya program persilangan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Kaliwining, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Perlakuan terdiri dari jenis klon sebagai faktor genetik dan bulan pengamatan sebagai faktor lingkungan (musim). Klon harapan yang digunakan sejumlah 21 jenis dan setiap klon terdiri dari 10 tanaman sebagai ulangan (Tabel 1) yang terdapat dalam kebun koleksi Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.

Tabel 1. Asal usul 21 klon kakao yang digunakan dalam penelitian dan karakternya

Table 1. Pedigree of 21 cocoa clones used in this research and their characters

Nomor aksesori <i>Accession number</i>	Klon <i>Clones</i>	Asal-usul <i>History</i>	Keterangan <i>Notes</i>
KW 422	KKM 22	Introduksi <i>Introduction</i>	Produksi tinggi <i>High yielding</i>
KW 426	KC 1	Eksplorasi di Jatirono <i>Exploration in Jatirono</i>	Diduga tahan busuk buah <i>Potentially resistant to black pod</i>
KW 427	KC 2	Eksplorasi di Jatirono <i>Exploration in Jatirono</i>	Diduga tahan busuk buah <i>Potentially resistant to black pod</i>
KW 425	KJ 1	Eksplorasi di Jatirono <i>Exploration in Jatirono</i>	Diduga tahan busuk buah <i>Potentially resistant to black pod</i>
KW 523	KJ 2	Eksplorasi di Jatirono <i>Exploration in Jatirono</i>	Diduga tahan busuk buah <i>Potentially resistant to black pod</i>
KW 062	GS 29	Introduksi (<i>Introduction</i>)	Produksi tinggi (<i>High yielding</i>)
KW 084	KW 84	Seleksi di Jawa Timur (<i>Selection in East Java</i>)	Produksi tinggi (<i>High yielding</i>)
KW 094	KEE 2	Introduksi (<i>Introduction</i>)	Toleran VSD (<i>Tolerant to VSD</i>)
KW 162	Sulawesi 01	Seleksi di Hasfarm (<i>Selection in Hasfarm</i>)	Toleran VSD (<i>Tolerant to VSD</i>)
KW 163	Sulawesi 02	Seleksi di Hasfarm (<i>Selection in Hasfarm</i>)	Toleran VSD (<i>Tolerant to VSD</i>)
KW 165	Bal 209	Introduksi (<i>Introduction</i>)	Produksi tinggi (<i>High yielding</i>)
KW 219	DR Negro	Eksplorasi di Jatirono (<i>Exploration in Jatirono</i>)	Produksi tinggi (<i>High yielding</i>)
KW 235	JTC 5A	Eksplorasi di Jatirono <i>Exploration in Jatirono</i>	Diduga tahan busuk buah <i>Potentially resistant to black pod</i>
KW 236	JTC 5B	Eksplorasi di Jatirono <i>Exploration in Jatirono</i>	Diduga tahan busuk buah <i>Potentially resistant to black pod</i>
KW 265	KPC 2	Eksplorasi di Kalikempit (<i>Exploration in Kalikempit</i>)	Produksi tinggi <i>High yielding</i>
KW 005	TSH 858	Introduksi (<i>Introduction</i>)	Produksi tinggi (<i>High yielding</i>)
KW 292	UF 667	Introduksi (<i>Introduction</i>)	Produksi tinggi (<i>High yielding</i>)
KW 570	Sulawesi 3	Eksplorasi di Sulawesi Selatan <i>Exploration in South Sulawesi</i>	Toleran PBK <i>Tolerant to CPB</i>
KW 514	ICCRI 07	Eksplorasi di Sumatra Utara <i>Exploration in North Sumatra</i>	Toleran PBK <i>Tolerant to CPB</i>
KW 516	KW 516	Eksplorasi di Sumatra Utara <i>Exploration in North Sumatra</i>	Harapan tahan VSD <i>Potentially resistant to VSD</i>
KW 617	KW 617	Seleksi di Kaliwining <i>Selection in Kaliwining</i>	Harapan tahan VSD <i>Potentially resistant to VSD</i>

Populasi tanaman merupakan tanaman dewasa tahun tanam 2005 dengan jarak tanam 3 m x 3 m. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan secara intensif. Pemangkasan dan pemeliharaan tanaman dilakukan sesuai standar budidaya tanaman kakao. Pengamatan dilakukan setiap bulan dalam kurun waktu satu tahun (Januari - Desember 2012). Adapun karakteristik iklim berupa rerata curah hujan bulanan dan suhu seperti tercantum dalam Tabel 2.

Parameter yang diamati meliputi intensitas pembungaan, intensitas pembuahan (jumlah buah kecil), intensitas *flush*, curah hujan dan suhu. Parameter sifat pembungaan dikategorikan menjadi empat yaitu: absen (0), kurang atau sedikit (1), sedang (2) dan tinggi atau lebat (3). Parameter pembuahan yang diamati adalah jumlah buah kecil (ukuran kurang dari 10 cm) karena ukuran buah tersebut mencerminkan potensi jumlah buah dari masing-masing klon. Parameter pertunasan dikategorikan menjadi empat yaitu absen (0), jika tidak ada tunas yang muncul; kurang (1), jika tunas yang muncul antara 25 - 50% terhadap total jumlah ranting; sedang (2), jika tunas yang muncul 50 - 75% dari total ranting; tinggi (3), jika

tunas yang muncul lebih dari 75% dari total ranting.

Analisis kestabilan menggunakan analisis AMMI dengan menggunakan program SAS 9.1 (Hernandez & Crossa, 2000). Analisis AMMI efektif untuk menjelaskan interaksi genetik dengan lingkungan (Sa'diyah & Mattjik, 2011). Model analisis ini menggabungkan ragam aditif bagi pengaruh utama perlakuan dan analisis komponen utama ganda dengan pemodelan bilinear bagi pengaruh interaksi (Gauch, 2006), sehingga menjelaskan interaksi genotipe dengan lingkungan secara akurat (Sumertajaya, 2007). Sementara itu analisis korelasi dan regresi menggunakan program Excell.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis varian data gabungan 21 klon terhadap karakter pembungaan, jumlah buah dan pertunasan menunjukkan bahwa faktor genotipe memiliki pengaruh nyata terhadap pembungaan, jumlah buah dan pertunasan pada masing-masing genotipe yang diamati. Di lain pihak, faktor lingkungan (bulan pengamatan) hanya memiliki pengaruh nyata terhadap karakter pembungaan dan pertunasan. Interaksi genotipe dan lingkungan berpengaruh nyata terhadap ketiga karakter yang diamati (Tabel 3).

Terdapat perbedaan karakter pembungaan pada jenis atau spesies baik dalam hal waktu, frekuensi maupun intensitas. Variasi pembungaan dipengaruhi oleh genetik antarinduk, faktor biotik dan abiotik (Baskorowati *et al.*, 2008). Faktor genetik berpengaruh terhadap perbedaan kemampuan berbunga pada suatu jenis pada tempat tumbuhnya (Freidel *et al.*, 1993). Sifat tersebut sangat tergantung pada lingkungan dan variasi dari kultivar (Pamper *et al.*, 2008; Omolaja *et al.*, 2009). Hasil penelitian

Tabel 2. Data curah hujan dan suhu tahun 2012 di Kebun Percobaan Kaliwining, Jember

Table 2. Data of temperature and rainfall in 2012 at Kaliwining Research Station, Jember

Bulan Month	Curah hujan, mm Rainfall, mm	Suhu, °C Temperature, °C
Januari (January)	13.70	27.55
Februari (February)	14.60	32.60
Maret (March)	15.00	22.30
April (April)	12.10	22.40
Juni (June)	10.00	20.50
Juli (July)	54.50	19.00
Agustus (August)	0.00	18.10
September (September)	0.00	20.10
Oktober (October)	6.00	21.15
November (November)	12.30	22.90
Desember (December)	12.30	23.00

Tabel 3. Analisis ragam gabungan pengaruh lingkungan, genotipe, dan interaksi lingkungan x genotipe karakter pembungaan, pertunasan, dan pemuahan

Table 3. Variance analysis of influence of environment, genotype, and interaction between environment x genotype on flowering, flushing, and fruiting

Sumber keragaman <i>Source of variation</i>	DB <i>Df</i>	KT-bunga <i>MS-flower</i>	KT-buah <i>MS-fruit</i>	KT-flush <i>MS-flush</i>
Ulangan, bulan (<i>Replication, month</i>)	22	0.32 *	68.40 *	0.377
Genotipe (<i>Genotype</i>)	20	1.59 *	710.63 *	1.11 *
Bulan (<i>Month</i>)	10	0.38	658.24 *	18.27 *
Bulan x Genotipe (<i>Month x genotype</i>)	200	0.25 *	92.33 *	0.69 *
Galat (<i>Error</i>)	440	0.11	24.43	0.18

Keterangan (*note*): * = nyata pada taraf uji 1% (*significant at 1% test level*).

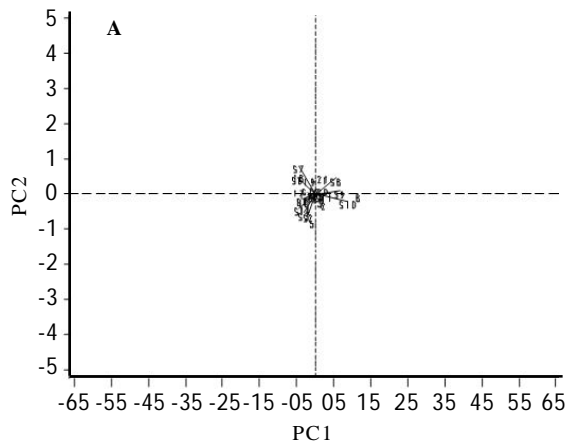
sebelumnya menyebutkan terdapat perbedaan pembungaan pada delapan genotipe pada populasi Upper Amazon (Omolaja *et al.*, 2009).

Terdapat perbedaan skor pembungaan dan tingkat stabilitas karakter pembungaan (Tabel 4), jumlah buah (Tabel 5) dan pertunasan (*flush*) (Tabel 6) pada 21 klon yang diuji. Grafik biplot (Gambar 1) dibagi menjadi empat kuadran, dua kuadran mewakili area dengan tingkat hasil rendah (I dan IV), dan dua kuadran mewakili area dengan tingkat hasil tinggi (II dan III). Selain itu biplot juga dapat menunjukkan efek utama dan interaksi, baik lingkungan maupun genotipe (Hassanpanah, 2011).

Berdasarkan biplot AMMI karakter jumlah buah (Gambar 1-A), klon KW 163, KW 219, KW 235, KW 516, dan KW 617 menunjukkan posisi menjauhi titik nol. Menurut Nusifera & Karuniawan (2008), genotipe dengan posisi yang menjauhi titik nol berkontribusi sangat besar terhadap munculnya fenomena interaksi. Menurut Tarakanovas & Ruzgas (2006), jarak genotipe dengan sumbu nol merupakan cerminan besaran interaksi untuk genotipe tersebut. Samonte *et al.* (2005) menjelaskan bahwa genotipe dengan skor IPCA > 0 memperlihatkan respons positif dengan lingkungan yang memiliki skor IPCA < 0 dan menunjukkan respons negatif pada lingkungan dengan skor IPCA > 0. Genotipe

KW 084 berada paling dekat dengan titik nol menunjukkan bahwa genotipe tersebut bersifat paling stabil. Menurut Nusifera & Karuniawan (2008), genotipe yang berada di dekat titik nol merupakan genotipe yang kurang responsif dibandingkan dengan genotipe yang lebih jauh. Biplot AMMI, menunjukkan bahwa klon KW 235 memiliki jumlah buah paling tinggi pada bulan April, sedangkan empat klon lainnya yaitu klon KW 426, KW 427, KW 523, dan KW 163 juga berpotensi jumlah buah tinggi pada bulan Maret dan Juni. Klon KW 219 dan KW 516 memiliki jumlah buah paling rendah. Jumlah buah rendah terjadi pada bulan Januari, Februari, Juli, Agustus, September, Oktober, November, dan Desember, sedangkan klon-klon yang lain memiliki posisi IPCA mendekati titik nol yang menunjukkan bahwa klon-klon tersebut memiliki potensi jumlah buah stabil antar-bulan pengamatan. Almeida *et al.* (2007) melaporkan bahwa musim pemuahan dan perkembangan buah di Brazil paling rendah selama bulan Juni sampai September.

Biplot AMMI karakter pembungaan (Gambar 1-A) menunjukkan bahwa karakter pembungaan pada seluruh klon memiliki nilai mendekati titik nol. Artinya setiap genotipe memunculkan bunga yang stabil dan terus-menerus setiap bulan pengamatan. Klon KW 094 menunjukkan intensitas pembungaan paling tinggi pada bulan



Gambar 1. Biplot AMMI untuk karakter (A) pembungaan, (B) jumlah buah, dan (C) pertunasan

Figures 1. AMMI Biplot of (A) flowering, (B) pod number, and (C) flushing

Keterangan (Notes):

- 1 = KW 422; 2 = KW 426; 3 = KW 427;
- 4 = KW 425; 5 = KW 523; 6 = KW 062;
- 7 = KW 084; 8 = KW 094; 9 = KW 162;
- 10 = KW 163; 11 = KW 165; 12 = KW 219;
- 13 = KW 235; 14 = KW 236; 15 = KW 265;
- 16 = KW 005; 17 = KW 292; 18 = KW 570;
- 19 = KW 514; 20 = KW 516; 21 = KW 617.

S1 = Januari (January);

S2 = Februari (February);

S3 = Maret (March);

S4 = April (April);

S6 = Juni (June);

S7 = Juli (July);

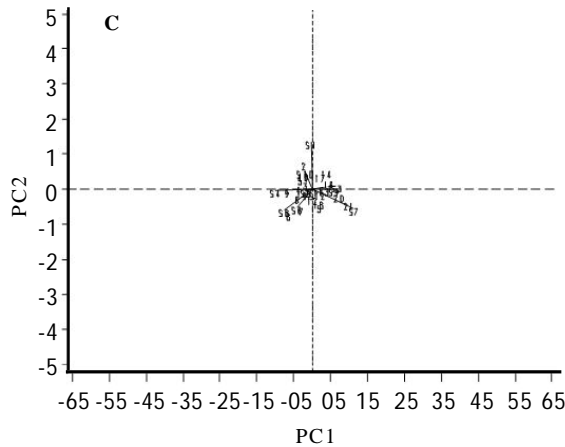
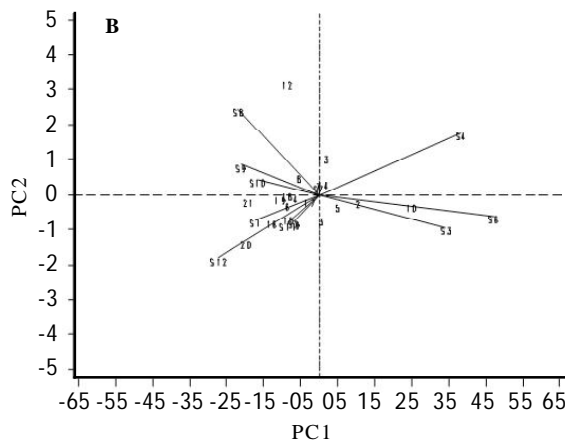
S8 = Agustus (August);

S9 = September (September);

S10 = Oktober (October);

S11 = November (November);

S12 = Desember (December).



Tabel 4. Skor pembungaan dan nilai stabilitas pembungaan 21 klon kakao

Table 4. Flowering score and flowering stability of 21 cocoa clones

Klon Clones	Bulan Month											Rerata Average	IPCA	Peringkat stabilitas Stability level	Inter- pretasi Inter- pretation
	Jan	Feb	Mar	Apr	Jun	Jul	Agst	Sep	Oct	Nov	Dec				
KW 422	1.10	1.00	0.30	1.10	1.70	1.20	1.20	1.30	1.30	1.40	1.00	1.15	1.16	21	S
KW 426	1.30	1.30	0.90	1.20	1.00	0.70	1.00	1.10	1.10	1.40	1.00	1.09	-0.074	3	S
KW 427	1.10	1.00	1.50	1.40	1.50	0.70	1.00	1.10	1.10	1.30	1.10	1.16	0.028	1	S
KW 425	1.00	0.70	1.20	1.00	1.00	0.80	1.00	0.90	0.90	1.10	0.80	0.95	-0.452	20	S
KW 523	2.00	2.70	1.80	1.40	1.20	1.10	1.30	1.20	1.20	1.40	1.30	1.51	0.224	13	S
KW 062	1.30	1.10	1.00	1.10	1.10	0.90	1.50	1.00	1.00	1.10	1.20	1.12	-0.322	17	S
KW 084	0.90	1.00	1.00	0.90	0.80	0.60	0.80	1.00	1.00	1.20	0.80	0.91	-0.154	8	S
KW 094	1.30	1.30	1.90	1.20	1.20	1.10	2.50	2.50	2.50	1.90	1.20	1.69	0.25	14	S
KW 162	1.30	1.00	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.05	-0.283	16	S
KW 163	1.50	1.00	1.70	1.60	1.30	1.20	0.90	1.00	1.00	0.90	1.00	1.19	0.193	10	S
KW 165	1.00	0.80	1.70	1.40	1.40	0.80	0.70	0.90	0.90	1.00	0.90	1.05	-0.259	15	S
KW 219	1.40	0.80	1.50	1.00	1.70	1.30	1.10	1.10	1.10	1.50	1.40	1.26	-0.082	5	S
KW 235	1.10	1.00	1.30	1.20	1.10	1.20	1.00	0.80	0.80	1.10	0.80	1.04	0.066	2	S
KW 236	2.30	1.50	1.50	1.30	1.70	1.10	1.10	1.20	1.20	1.60	1.00	1.41	0.117	7	S
KW 265	1.20	0.80	1.10	1.00	1.10	1.11	1.00	1.11	1.11	1.44	1.22	1.11	-0.077	4	S
KW 005	1.00	1.50	0.90	0.90	0.90	0.90	1.00	0.90	0.90	0.90	0.80	0.96	-0.444	19	S
KW 292	1.50	1.00	1.60	1.40	1.70	1.30	1.00	0.90	0.90	1.30	1.40	1.27	0.173	9	S
KW 570	1.20	1.20	1.30	1.20	2.00	2.00	1.30	0.90	0.90	1.00	0.90	1.26	-0.102	6	S
KW 514	1.00	1.00	1.00	0.90	1.10	1.60	1.40	0.80	0.80	0.90	1.00	1.05	-0.376	18	S
KW 516	0.70	0.70	0.70	0.70	0.90	0.60	1.20	0.90	0.90	0.90	0.80	0.82	0.211	12	S
KW 617	0.70	0.70	0.30	0.50	0.90	1.10	1.20	0.90	0.90	0.90	1.00	0.83	0.202	11	S

Keterangan (Notes): Skor pembungaan (*Flowering score*): 0 (tidak ada/*none*); 1 (kurang/*low*); 2 (sedang/*moderate*); 3 (lebat/*high*); S = stabil (*stable*).

Oktober. Begitu juga dengan karakter pertunasan (Gambar 1-C) yang menunjukkan bahwa karakter pertunasan semua genotipe memiliki nilai mendekati titik nol yang berarti bersifat stabil. Intensitas pertunasan paling tinggi terjadi pada bulan Januari dan Juli dan paling rendah terjadi pada bulan April dan Agustus. Menurut Hanke *et al.* (2007), jumlah dan kualitas bunga menentukan produksi atau hasil. Produksi bunga kakao tertinggi pada *Upper Amazon* terjadi pada bulan Januari dan Mei (Omolaja *et al.*, 2009), tergantung pada lingkungan dan diatur secara genetik serta berbeda antarkultivar. Produksi jumlah bunga dan buah tergantung pada spesies dan kondisi lingkungan (Omolaja *et al.*, 2009;

Silva & PinheiroII, 2009), hujan dan temperatur (Omolaja *et al.*, 2009). Pembungaan merupakan akibat dari hormon yang menginduksi terjadinya pembungaan yang disebut dengan florigen (Hanke *et al.*, 2007). Menurut Tu (2000), auxin juga mempengaruhi proses terjadinya pembungaan baik bersifat pemacu maupun penghambat. Pembungaan juga dipengaruhi oleh faktor endogen dan lingkungan antara lain umur tanaman, kandungan hormon, dan sukrosa. Puncak pembungaan tanaman kakao terjadi pada bulan April - Mei sebagai akibat dari pengaruh hujan dan temperatur. Iklim hangat dan tingginya curah hujan dapat merangsang pertumbuhan tunas dan pembungaan serta jenis klon yang digunakan.

Tabel 5. Jumlah buah dan nilai stabilitas jumlah buah 21 klon kakao

Table 5. Pod number and stability of pod number of 21 cocoa clones

Klon Clones	Bulan Month												Rerata Average	IPCA	Peringkat stabilitas Stability level	Inter- pretasi Inter- pretation
	Jan	Feb	Mar	Apr	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Dec					
KW 422	3.70	6.30	6.40	8.70	14.70	8.70	4.20	4.20	1.70	0.70	1.90	5.56	0.18	5	S	
KW 426	6.00	11.50	13.50	15.30	21.80	8.40	3.60	4.70	3.70	2.40	3.20	8.55	1.07	16	TS	
KW 427	1.20	9.80	8.10	5.70	13.40	5.40	2.20	2.70	2.00	1.30	3.30	5.01	0.07	2	S	
KW 425	2.50	4.10	4.40	2.90	7.90	5.70	2.80	1.90	2.70	2.20	1.60	3.52	-0.64	10	TS	
KW 523	4.80	17.50	14.20	13.60	17.70	7.50	7.50	5.20	4.10	3.00	6.10	9.20	0.48	7	S	
KW 062	2.70	4.10	1.90	3.40	4.50	2.00	0.90	0.40	0.50	0.40	2.20	2.09	-0.84	12	TS	
KW 084	5.20	6.10	1.50	9.00	14.70	7.70	3.40	0.80	1.80	1.40	1.30	4.81	0.00	1	S	
KW 094	1.90	3.60	5.00	6.30	9.10	2.40	5.00	4.40	3.10	2.20	3.40	4.22	-0.53	8	S	
KW 162	9.00	7.88	12.50	7.50	15.10	5.40	8.60	5.70	11.40	8.20	9.80	9.19	-0.58	9	S	
KW 163	5.40	9.40	24.10	21.50	32.70	11.50	6.40	3.80	5.80	3.30	5.20	11.74	2.50	20	TS	
KW 165	7.70	15.20	47.90	52.60	58.70	20.60	3.90	4.90	9.60	16.40	1.90	21.76	7.08	21	TS	
KW 219	3.50	6.00	21.40	12.30	7.70	7.20	16.40	8.60	8.30	1.40	2.50	8.66	-0.85	14	TS	
KW 235	1.60	3.30	2.70	13.10	11.10	7.50	3.60	1.30	1.90	2.20	1.10	4.49	0.12	4	S	
KW 236	3.80	3.80	7.60	8.80	17.20	6.40	6.80	4.00	4.30	3.40	3.80	6.35	0.11	3	S	
KW 265	1.00	5.20	6.00	1.20	3.50	2.44	1.11	2.00	1.22	3.11	3.11	2.72	-0.84	11	TS	
KW 005	4.90	8.50	2.00	1.80	1.50	1.10	1.00	1.20	0.90	1.40	3.50	2.53	-1.28	17	TS	
KW 292	6.40	5.30	6.20	7.20	15.80	8.10	6.60	3.90	4.30	2.80	7.00	6.69	-0.26	6	S	
KW 570	1.20	2.90	3.40	1.80	6.60	6.40	3.20	3.50	1.70	1.90	2.20	3.16	-0.85	13	TS	
KW 514	0.30	0.20	0.30	1.00	1.60	2.00	0.20	0.60	0.30	1.30	1.60	0.85	-1.06	15	TS	
KW 516	6.40	3.20	2.60	0.10	2.30	3.40	4.20	4.50	5.00	3.50	14.90	4.55	-1.97	19	TS	
KW 617	1.80	2.60	0.20	0.40	0.70	3.30	4.80	6.20	5.00	4.70	8.60	3.48	-1.92	18	TS	

Keterangan (notes): Jumlah buah = jumlah buah kecil (*pod number = small pod number*); IPCA = sumbu interaksi komponen utama (*interaction principal component axis*); S = stabil (*stable*); TS = tidak stabil (*not stable*).

Hasil analisis korelasi menunjukkan terdapat hubungan tidak nyata antara pertunasan yang pembungaan dan jumlah buah yang terbentuk. Korelasi positif terjadi pada karakter pertunasan dan pembungaan terhadap jumlah buah yang terbentuk. Korelasi negatif terjadi pada hubungan antara karakter pertunasan terhadap karakter pembungaan (Tabel 7). Semakin tinggi intensitas *flush* yang muncul berpengaruh terhadap rendahnya jumlah bunga dan semakin banyak *flush* yang terbentuk akan meningkatkan jumlah buah.

Pembentukan klorofil akan semakin tinggi seiring dengan perkembangan *flush* menjadi daun dewasa. Pada daun yang masih

muda (*flush*), kandungan auksin dan sitokinin tinggi sehingga daun tersebut masih berfungsi sebagai *sink* (bagian yang memanfaatkan hasil asimilasi). Rerata laju fotosintesis pada daun tua yang memiliki kandungan klorofil 90% hanya lebih tinggi sebesar 10 - 20% dibandingkan dengan daun yang berkembang setelah *flush* (Almeida *et al.*, 2007). Persaingan *flush* dengan bunga yang keduanya berfungsi sebagai *sink* menyebabkan rendahnya jumlah bunga pada saat puncak *flush*. Hanke *et al.* (2007), peningkatan pertumbuhan bagian vegetatif akan menurunkan jumlah bunga. Menurut Leite & Valle (2000), musim *flush* dan pembungaan menurunkan pemuahan.

Tabel 6. Skor pertunasan dan nilai stabilitas pertunasan 21 klon kakao

Table 6. *Flushing score and flushing stability of 21 cocoa clones*

Klon Clones	Bulan Month												Rerata Average	IPCA	Peringkat stabilitas Stability level	Inter- pretasi Inter- pretation
	Jan	Feb	Mar	Apr	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nov	Dec					
KW 422	1.80	2.10	1.30	0.90	1.70	1.00	1.40	1.50	1.50	0.60	1.50	1.39	0.479	17	S	
KW 426	2.60	1.70	0.10	1.40	2.70	0.00	0.60	0.80	0.80	1.40	2.10	1.29	-0.213	5	S	
KW 427	1.50	2.30	0.70	1.90	2.10	0.20	1.00	0.80	0.80	1.00	1.40	1.25	-0.193	4	S	
KW 425	1.90	1.90	1.00	2.70	2.70	0.70	1.40	0.60	0.60	0.90	1.40	1.44	-0.352	13	S	
KW 523	2.10	2.00	0.60	2.50	2.00	0.80	1.50	0.50	0.50	0.70	1.70	1.35	-0.318	11	S	
KW 062	1.20	2.00	0.80	2.50	2.60	0.60	1.60	0.90	0.90	1.20	1.60	1.45	-0.388	15	S	
KW 084	0.50	2.30	0.40	2.00	2.60	0.50	1.30	0.60	0.60	0.70	1.70	1.20	-0.296	10	S	
KW 094	0.70	2.20	0.00	1.40	2.80	0.30	2.60	0.10	0.10	0.60	1.60	1.13	-0.632	18	S	
KW 162	1.90	2.00	0.40	2.50	2.20	0.50	2.70	0.60	0.60	1.30	1.80	1.50	-0.695	19	S	
KW 163	2.10	2.30	1.00	2.80	1.50	0.70	1.20	0.70	0.70	1.30	1.90	1.47	-0.226	7	S	
KW 165	1.70	1.60	0.60	2.00	1.60	0.10	1.20	0.80	0.80	1.20	1.70	1.21	-0.243	8	S	
KW 219	1.10	2.30	1.50	3.00	2.80	1.20	1.40	1.50	1.50	2.30	2.00	1.87	0.002	1	S	
KW 235	1.10	2.10	2.20	1.70	2.00	0.90	1.10	1.00	1.00	1.50	1.70	1.48	0.321	12	S	
KW 236	2.00	2.10	0.90	1.10	1.50	0.90	0.70	0.90	0.90	1.40	2.10	1.32	0.380	14	S	
KW 265	0.20	1.40	0.40	2.10	1.90	0.89	0.40	0.60	0.60	0.56	2.00	1.00	0.091	2	S	
KW 005	2.40	1.40	1.20	1.70	2.90	1.90	1.10	1.30	1.30	1.30	2.10	1.69	0.443	16	S	
KW 292	2.00	1.70	1.40	1.60	1.40	0.90	1.50	1.10	1.10	1.50	1.60	1.44	0.221	6	S	
KW 570	0.80	2.00	0.50	1.70	1.90	1.30	1.30	0.70	0.70	0.80	1.60	1.21	0.189	3	S	
KW 514	1.20	1.30	0.40	2.30	1.80	0.30	1.30	0.60	0.60	0.60	1.50	1.08	-0.278	9	S	
KW 516	1.00	1.30	1.60	1.10	1.90	1.70	0.60	0.50	0.50	0.50	1.60	1.12	0.714	20	S	
KW 617	1.30	1.80	0.60	0.70	1.90	2.50	1.10	1.80	1.80	0.50	1.80	1.44	0.995	21	S	

Keterangan (notes): Skor pertunasan (*Flushing score*): 0 (tidak ada/*none*); 1 (kurang/*low*); 2 (sedang/*moderate*); 3 (lebat/*high*);
IPCA = sumbu interaksi komponen utama (*interaction principal component axis*); S = stabil (*stable*).

Tabel 7. Persamaan regresi dan nilai korelasi faktor curah hujan, suhu, karakter flush, bunga dan buah

Table 7. *Regression and correlation of rainfall, temperature, flushing, flowering and fruiting characters*

	Persamaan regresi <i>Regression</i>	Nilai korelasi <i>Correlation</i> (r)	T Hit <i>t-test</i>	T tabel <i>t-table</i>	Keterangan <i>Notes</i>
Curah hujan vs pertunasan (<i>Rainfall vs flush</i>)	$y = -0.01x + 1.39$	-0.17	-0.59	2.09	Ns
Curah hujan vs bunga (<i>Rainfall vs flower</i>)	$y = -0.001x + 1.17$	-0.29	-1.08	2.09	Ns
Curah hujan vs buah (<i>Rainfall vs pod</i>)	$y = 0.03x + 5.74$	0.14	0.47	2.09	Ns
Suhu vs pertunasan (<i>Temperature vs flush</i>)	$y = 0.05x + 0.23$	0.36	1.33	2.09	Ns
Suhu vs bunga (<i>Temperature vs flower</i>)	$y = -0.06x + 7.43$	-0.002	-0.01	2.09	Ns
Suhu vs buah (<i>Temperature vs pod</i>)	$y = -0.06x + 7.43$	-0.07	-0.25	2.09	Ns
Pertunasan dengan bunga (<i>Flush + flower</i>)	$y = -0.05x + 1.20$	-0.04	-0.19	2.09	Ns
Pertunasan dengan buah (<i>Flush + pod</i>)	$y = 25.78x + 32.37$	0.16	0.46	2.09	Ns
Bunga dengan buah (<i>Flower + pod</i>)	$y = 25.81x + 38.31$	0.11	0.49	2.09	Ns

Keterangan (note): Ns (*non significant*).

KESIMPULAN

1. KW 084 merupakan genotipe paling stabil terhadap karakter jumlah buah. KW 235 memiliki jumlah buah paling tinggi pada bulan April. KW 426, KW 427, KW 523 dan KW 163 memiliki jumlah buah tinggi pada bulan Maret dan Juni, sedangkan KW 219 dan KW 516 memiliki jumlah buah paling rendah. Jumlah buah rendah terjadi pada bulan Januari, Februari, Juli, Agustus, September, Oktober, November, dan Desember.
2. Karakter pembungaan dan pertunasan pada semua genotipe menunjukkan nilai yang stabil ditunjukkan dengan nilai IPCA mendekati titik nol. Klon KW 094 menunjukkan intensitas pembungaan paling tinggi pada bulan Oktober. Intensitas pertunasan paling tinggi terjadi pada bulan Januari dan Juli dan paling rendah terjadi pada bulan April dan Agustus.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada Direktur Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia yang telah memberikan izin untuk publikasi tulisan ini; Dr. Nasrullah yang telah membimbing dalam analisis AMMI; Rudi Hartoyo, Amd., Sukarmin, dan Buniman yang telah membantu pelaksanaan penelitian di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adugna, W. & M.T. Labuschagne (2002). Genotype-environment interactions and phenotypic stability analysis of seed in Ethiopia. *Plant Breeding*, 121, 66 - 71.
- Almeida, A.F. & R.R. Valle (2007). Ecophysiology of the cacao tree. *Brazilian Journal Plant Physiology*, 19, 425 - 448.
- Baihaki, A. (2000). Teknik analisis rancangan pemuliaan. *Kumpulan Materi Latihan Teknik Pemuliaan Hibrida*. Universitas Padjajaran Bandung.
- Baskorowati, L.; R. Umiyati; N. Kartikawati; A. Rimbawanto & M. Susanto (2008). Pembungaan dan pembuahan *Melaleuca cajuputi* sp. *cajuputi* Powell di Kebun Benih Semai Paliyan, Gunung Kidul, Yogyakarta. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 2, 1 - 13.
- Freidel, M.H.; D.J. Nelson; A.D. Sparrow; J.E. Kinloch & J.R. Maconochie (1993). What induces central Australian arid zone trees and shrubs to flower and fruit? *Australian Journal of Botany*, 41, 307 - 319.
- Gauch, H.G. (2006). Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE. *Crop Science*, 46, 1488-1500.
- Hanke, M.V.; H. Flachowsky; A. Peil & C. Hattasch (2007). No flower no fruit-genetic potentials to trigger flowering in fruiting trees. *Genes, Genomes and Genomics*, 2, 1 - 16.
- Hassanpanah, D. (2011). Analysis of G x E interaction using the additive main effect and multiplicative interaction (AMMI) in potato cultivars. *African Journal Biotechnology*, 10, 154 - 158.
- Hernandez, M.V. & J. Crossa (2000). *The Ammi Analysis and Graphing The Biplot*. CYMMIT. Mexico.
- House, S.M. (1997). Reproductive biology of eucalypts. p. 30 - 50. *In*: J.E. Williams & J.C.Z. Woinarski (Eds.). *Eucalypt Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Leite, J.O. & R.R. Valle (2000) Relações entre a precipitação, o lençol freático e a produção de cacau na Bahia. *Agrotrópica*, 12, 67 - 74.
- Nusifera, S. & A. Kurniawan (2008). Analisis stabilitas hasil 27 genotipe bengkuang (*Pachyrhizus erosus* L. Urban) di Jatinangor Jawa Barat berdasarkan model AMMI. *Buletin Plasma Nutfah*, 14, 19 - 23.

- Omolaja, S.S.; P. Aikpokpodion; S. Adedeji & D.E. Vwioko (2009). Rainfall and temperature effects on flowering and pollen productions in cocoa. *African Crop Science Society*, 17, 41 - 48.
- Pomper, K.W.; S.B. Crabtree; D.R. Layne & R.N. Peterson (2008). Flowering and fruiting characteristics of eight pawpaw (*Asimina triloba* (L.) Dunal) selections in Kentucky. *Jurnal of the American Pomological Society*, 62, 89 - 97.
- Prawoto, A.A. (2008). Botani dan Fisiologi dalam: *Kakao Manajemen Hulu hingga Hilir*. Penebar Swadaya.
- Sa'diyah, H. & A.A. Mattjik (2011). Indeks stabilitas AMMI untuk penentuan stabilitas genotipe pada percobaan multilokasi dalam: *Pemodelan Additive Main-effect and Multiplicative Interaction (AMMI)*. IPB Press, Bogor. 20 - 33.
- Samonte, S.O.P.; L.T. Wilson; A.M. Mc Clung & J.C. Medley (2005). Targeting cultivars onto rice growing environments using AMMI and SREG GGE Biplot analysis. *Crop Science*, 45, 2.414 - 2.424.
- Santoso, D.; Samanhudi & T. Chaidamsari (2009). Kemungkinan peningkatan produktivitas kelapa sawit melalui induksi perkembangan reproduktif: homologi molekuler dari tanaman kakao. *Menara Perkebunan*, 77, 125 - 137.
- Silva, A.L.G.D. & M.C.B. Pinheiro (2009). Sucesso reproductivo de quatro especies de Eugenia L. (*Myrtaceae*). *Acta Botanica Brasiliensis*, 23, 526 - 534.
- Sumertajaya, I.M. (2007). *Analisis Statistik Interaksi Genetik dan Lingkungan*. IPB. Bogor.
- Tarakanovas, P. & V. Ruzgas (2006). Additive main effect and multiplicative interaction analysis of grain yield of wheat varieties in Lithuania. *Agronomy Research*, 4, 91 - 98.
- *****.