

EVALUASI TINGKAT TOLERANSI 35 GENOTIPE KAKAO TERHADAP PERIODE KERING

EVALUATION OF THE TOLERANCE LEVELS OF 35 CACAO GENOTYPES TO DRY PERIODS

* Juniaty Towaha dan Edi Wardiana

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia

* juniaty_tmunir@yahoo.com

(Tanggal diterima: 2 November 2015, direvisi: 7 November 2015, disetujui terbit: 20 November 2015)

ABSTRAK

Periode kering yang panjang akan berdampak negatif terhadap pertumbuhan dan hasil kakao. Penelitian bertujuan mengetahui tingkat toleransi 35 genotipe kakao terhadap periode kering. Penelitian dilakukan di KP. Pakuwon, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Sukabumi, Jawa Barat; ketinggian tempat 450 m dpl; jenis tanah Latosol; dan tipe iklim B; mulai Agustus 2014 sampai Oktober 2015. Tiga puluh lima genotipe kakao, terdiri atas dua genotipe unggul Sulawesi 1 dan SCA 6 serta 33 genotipe lokal digunakan dalam penelitian. Tanaman kakao berumur 3 tahun, ditanam pada jarak tanam 3 m x 3 m di bawah pohon penayang kelapa Genjah Salak umur 26 tahun. Sepuluh pohon contoh dipilih secara acak; buah dipanen pada bulan Februari 2015 untuk periode basah dan Oktober 2015 untuk periode kering, berdasarkan data curah hujan dan hari hujan. Sebanyak 10–30 contoh buah per genotipe dipilih secara acak dari populasi komposit untuk masing-masing periode panen. Peubah yang diamati adalah bobot segar/buah, jumlah biji/buah, bobot segar dan kering biji/buah, serta bobot segar kulit buah + pulp/buah. Tingkat toleransi tanaman kakao terhadap periode kering didasarkan pada peubah bobot kering biji/buah. Hasil penelitian menunjukkan periode kering selama enam bulan sebelum panen berdampak nyata terhadap penurunan komponen buah kakao sebesar 4,92%–42,54%. Berdasarkan karakter bobot kering biji/buah, tiga genotipe kakao, yaitu KW 163, KW 165, dan KW 215, dapat dikelompokkan ke dalam genotipe toleran kekeringan, sedangkan genotipe lain termasuk ke dalam kelompok yang cukup toleran dan rentan. Hasil penelitian menunjukkan perlunya penelitian berikutnya untuk merakit varietas unggul kakao tahan kekeringan.

Kata kunci: Kakao, periode kering, toleransi

ABSTRACT

A prolong dry periods could have a negative impact on growth and yield of cacao. The objectives of this study were to evaluate the tolerance levels of 35 cacao genotypes to dry periods. The study was conducted at the Pakuwon Experimental Station, Indonesian Industrial and Beverages Crops Research Institute, Sukabumi, West Java; 450 m above sea level; Latosol soil type; and B type of climate; started from August 2014 until October 2015. Thirty five cacao genotypes consisted of two released variety (i.e Sulawesi 1 and SCA 6) and 33 other genotypes were used in this research. The cacao plants were three-years old, cultivated at a 3 x 3 m spacing distance under the 26 years old Salak Dwarf coconut trees. Ten plant samples were determined randomly and the fruits were harvested in February 2015 (wet period) and October 2015 (dry period). A bulk of 10–30 pods per genotype were randomly selected for each harvest periods. The variable observed were fresh weight per pod, number of beans per pod, fresh and dry weight of beans per pod, and fresh weight of pod husks + pulps per pod. The tolerance level to dry periods was determined base on the dry weight of bean/pod. The result showed that a continuous six months dry periods prior to harvesting significantly reduced yield components from 4.92%–42.54%. Based on the dry weight of beans per pod, three genotypes, namely KW 162, KW 165, and KW 215, were classified as tolerant, while the other were moderately tolerant and susceptible to drought. The result implies the important of further research to obtain superior cacao clones resistance to drought.

Keywords: Cacao, dry period, tolerance

PENDAHULUAN

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan tanaman yang umumnya dibudidayakan di lahan kering sehingga pertumbuhan dan hasilnya sangat tergantung pada karakter dan kondisi iklim di daerah setempat. Unsur-unsur iklim yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif, pembungaan, dan pembuahan kakao di antaranya ialah curah hujan, intensitas radiasi matahari, dan suhu (Zuiderma, Gerritsma, Mommer, & Anten, 2005; Almeida & Valle, 2007; Omolaja, Aikpokpodion, Adedeji, & Vwioko, 2009; Adjaloo, Oduro, & Banful, 2010; Ojo & Sadiq, 2010). Tanaman kakao termasuk ke dalam jenis tanaman yang menyukai kondisi ternaungi (*shade loving tree*) serta sensitif terhadap kondisi kekurangan air atau kekeringan (Oyekale, Bolaji, & Olowa, 2009; Carr & Lockwood, 2011).

Unsur iklim yang berhubungan erat dengan masalah kekeringan di antaranya adalah curah hujan dan hari hujan. Berdasarkan kriteria kesesuaian lahan dan iklim untuk tanaman kakao diketahui bahwa adanya periode bulan kering dengan curah hujan (CH) < 60 mm selama 5 bulan berturut-turut termasuk ke dalam kriteria "marginal", sedangkan apabila lebih dari 5 bulan secara berturut-turut termasuk ke dalam kriteria "tidak sesuai" (Direktorat Jenderal Perkebunan [Ditjenbun], 2011). Periode waktu tersebut merupakan periode kritis terhadap perkembangan buah kakao sehingga akan berakibat terhadap menurunnya produksi dan kualitas biji yang akan diperoleh. Hasil penelitian menunjukkan pada tanaman kakao terdapat dua periode kritis selama berlangsungnya proses perkembangan "buah kecil/muda" (*cherelles*), yaitu 40 hari setelah pembuahan, dan 75 hari berikutnya pada saat terjadinya peningkatan proses metabolisme lemak dan karbohidrat yang ditandai oleh cepatnya perkembangan buah (McKelvie, 1956 cited in Carr & Lockwood, 2011). Perkembangan berikutnya adalah menuju kepada proses pendewasaan dan pematangan buah yang ditandai oleh cepat meningkatnya bobot kering biji (Carr & Lockwood, 2011).

Setiap genotipe kakao diduga akan memiliki respons yang berbeda-beda terhadap kondisi kekeringan karena masing-masing genotipe di samping berbeda dalam karakter genetiknya juga berbeda dalam karakter morfologi dan fisiologinya. Hal ini telah dibuktikan oleh beberapa hasil penelitian tentang pengaruh jumlah curah hujan dan radiasi matahari, serta efisiensi penggunaan air pada beberapa genotipe kakao yang telah dilakukan oleh Daymond & Hadley (2008); Guo, Zhang, & Huang (2010); Araque *et al.* (2012); Atayese, Olaiya, Adedeji, & Hammed (2012); Carr & Lockwood (2012); dan Santos *et al.* (2014). Berdasarkan hal tersebut, maka

peluang untuk memperoleh genotipe kakao toleran terhadap kekeringan menjadi terbuka lebar melalui penelitian-penelitian yang dilakukan.

Sampai saat ini penelitian yang mengkaji dampak kekeringan terhadap pertumbuhan dan hasil kakao di tingkat lapangan masih relatif terbatas. Penelitian yang umum dilakukan hanya merupakan karakterisasi respons metabolik terhadap beragam kombinasi cekaman lingkungan, termasuk di dalamnya cekaman kekeringan, serta terhadap pertumbuhan tanaman kakao muda (belum menghasilkan) di tingkat rumah kaca sehingga dampaknya terhadap hasil dan komponen hasil belum dapat diketahui dengan jelas (Mittler, 2006; Bae *et al.*, 2008; Moser *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2014). Bagi Indonesia, informasi hasil penelitian dampak kekeringan terhadap hasil dan komponen hasil di tingkat lapangan sangat diperlukan, mengingat Indonesia beriklim tropis. Penelitian bertujuan mengetahui tingkat toleransi 35 genotipe kakao terhadap periode kering.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan (KP) Pakuwon, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, Sukabumi, Jawa Barat, pada ketinggian tempat 450 m dpl dengan jenis tanah Latosol dan tipe iklim B (Schmidt & Fergusson), mulai bulan Agustus 2014 sampai Oktober 2015.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah observasi terhadap populasi kakao yang terdiri atas 35 genotipe (2 genotipe merupakan klon unggul kakao, yaitu Sulawesi 1 dan SCA 6, dan 33 genotipe lainnya diperoleh dari KP. Kaliwining Jawa Timur). Seluruh genotipe kakao tersebut ditanam pada tahun 2012 dengan jarak tanam 3 x 3 m di bawah tanaman penaung kelapa Genjah Salak yang telah berumur sekitar 26 tahun. Pemeliharaan tanaman yang meliputi pemupukan, pengendalian hama, penyakit, dan gulma, serta pemangkasan tanaman mengikuti standar operasional yang dikeluarkan oleh Ditjenbun (2011).

Penetapan pohon contoh pengamatan sebanyak 10 pohon per genotipe dilakukan secara acak. Terhadap ke-10 pohon contoh tersebut kemudian dilakukan panen buah yang telah matang sebanyak dua kali yaitu Februari dan Oktober 2015. Penetapan contoh buah untuk diamati komponennya dilakukan secara acak, yaitu sebanyak 10-30 contoh buah per genotipe sesuai dengan ketersediaan buah yang telah memasuki kriteria matang fisiologis. Contoh-contoh buah tersebut diperoleh dari populasi komposit yang berasal dari 10 pohon contoh

sehingga seluruhnya berjumlah 1.441 contoh buah. Pengukuran komponen buah dilakukan terhadap: (1) bobot segar per buah, (2) jumlah biji per buah, (3) bobot segar biji per buah, (4) bobot kering biji per buah, dan (5) bobot segar kulit buah + pulp per buah.

Penentuan Periode Basah dan Kering

Penentuan periode musim hujan dan kemarau didasarkan pada data rata-rata curah hujan dan hari hujan bulanan maupun kumulatifnya selama 1 sampai 6 bulan sebelum panen buah. Data tersebut diperoleh dari Stasiun Klimatologi KP. Pakuwon. Kriteria periode kering (musim kemarau) ditetapkan apabila terjadi bulan kering ($CH < 60$ mm) selama lebih dari 5 bulan berturut-turut, dan termasuk ke dalam kategori “tidak sesuai” menurut kriteria teknis kesesuaian lahan dan iklim untuk kakao yang telah dikeluarkan oleh Ditjenbun (2011). Penentuan kedua periode musim ini selanjutnya diperkuat oleh pendapat yang menyatakan buah kakao mencapai matang fisiologis dalam periode waktu 150–180 hari (sekitar 5–6 bulan) setelah terjadinya proses pembuahan (Niemenak *et al.*, 2009; Colombo, Pinorini-Godly, & Conti, 2012). Pendapat lainnya yang hampir sama, yaitu sekitar 6–7 bulan setelah pembuahan (Almeida & Valle, 1995 *cited in* Almeida & Valle, 2007), dan distribusi hujan selama periode 6 bulan sebelum panen dapat berpengaruh terhadap produksi yang akan dicapai. Perbedaan periode kematangan buah kakao pada beberapa hasil penelitian dikarenakan hal itu sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan setempat (Alvim, 1978 *cited in* Almeida & Valle, 2007).

Pengklasifikasian Tingkat Toleransi Genotipe Kakao terhadap Periode Kering

Pengklasifikasian tingkat toleransi terhadap kekeringan didasarkan hanya pada peubah bobot kering biji per buah (Tabel 1) karena peubah tersebut merupakan salah satu bagian dari karakter komponen buah yang memiliki nilai ekonomi lebih penting dibandingkan dengan komponen buah lainnya. Bobot kering biji (kadar air 7,5%), juga termasuk salah satu persyaratan menurut SNI 2323:2008/Amd1:2010 (Badan Standardisasi Nasional [BSN], 2010). Di samping itu, peubah bobot kering ini merupakan peubah prediktor yang cukup akurat dalam menilai tingkat pertumbuhan dan hasil kakao karena mencerminkan tinggi-rendahnya akumulasi fotosintat. Almeida, Vencovsky, Cruz, & Bartley (1994) menyatakan karakter bobot kering biji per buah merupakan indikator utama dalam menilai produksi tanaman kakao. Keterkaitan antara bobot kering biji dengan konsep toleransi tanaman kakao terhadap kekeringan didasarkan pada pendapat Carr & Lockwood (2011), peningkatan

bobot kering biji kakao dinilai lambat pada 60 hari (2 bulan) pertama setelah pembuahan, dan mencapai puncaknya pada 100 hari (sekitar 3 bulan) berikutnya. Periode waktu tersebut merupakan periode sensitif terhadap kondisi cekaman air (kekeringan).

Tabel 1. Pengklasifikasian tingkat toleransi tanaman kakao terhadap periode kering didasarkan pada respons karakter bobot kering biji/buah

Table 1. Classification of cacao tolerance to dry periods based on the responses of dry weight of beans/pod character

Klasifikasi tingkat Toleransi	Respons karakter bobot kering biji/buah terhadap periode kering	Keterangan
Toleran	Komponen bobot kering biji per buah nyata lebih tinggi pada periode kering dibanding periode basah	PK > PB
Cukup toleran	Komponen bobot kering biji per buah tidak berbeda nyata antara periode kering dengan periode basah	PK = PB
Rentan	Komponen bobot kering biji per buah nyata lebih rendah pada periode kering dibanding periode basah	PK < PB

Keterangan: PK = periode kering; PB = periode basah
Notes : PK = dry periods; PB = wet periods

Analisis Data

Data bobot kering biji kakao yang dipanen pada periode kering dan basah, baik secara keseluruhan maupun untuk masing-masing genotipe kakao yang diuji dianalisis menggunakan uji t-student pada taraf 5% dan 1%, dengan kriteria analisisnya adalah uji yang tidak berpasangan dengan jumlah contoh ($= N$) yang tidak sama. Pengujian secara kumulatif untuk seluruh genotipe ditujukan untuk mengetahui dampak umum periode kering terhadap komponen buah, sedangkan pengujian terhadap masing-masing genotipe ditujukan untuk menilai tingkat toleransinya terhadap periode kering. Analisis data ini menggunakan bantuan perangkat lunak IBM SPSS Statistics versi 21.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Periode Basah dan Kering

Penentuan periode basah dan kering pada penelitian ini dihitung mundur mulai dari 1 sampai 6 bulan sebelum dilakukannya dua kali periode panen buah, yaitu masing-masing pada Februari dan Oktober 2015 (Tabel 2). Berdasarkan data pada Tabel 2 dapat diketahui buah kakao yang dipanen pada periode pertama (Februari 2015) merupakan hasil dari genotipe kakao yang dalam perkembangannya dipengaruhi oleh kondisi periode basah dengan curah hujan per bulan 7,30–334,30 mm dan distribusi hariannya 1–23 hari per

bulan; sedangkan buah yang dipanen pada periode kedua dipengaruhi oleh periode kering dengan curah hujan per bulan 1,20–63,60 mm dan distribusinya 1–16 hari per bulan.

Walaupun curah hujan pada September dan Oktober 2014 cukup rendah, yaitu masing-masing 55,50 dan 7,30 mm, tetapi rata-rata kumulatifnya selama 5 dan 6 bulan tetap tinggi dan masih jauh di atas 60 mm (masing-masing 214,75 dan 173,26 mm). Sebaliknya, dengan curah hujan pada April 2015 yang sedikit lebih besar dari 60 mm, dan rata-rata kumulatifnya selama 6 bulan sebesar 21,76 mm, masih jauh di bawah optimal (60 mm). Oleh karena itu, buah kakao yang dipanen pada periode pertama (Februari

2015) dan kedua (Oktober 2015) masing-masing dinilai masih layak sebagai akibat dari adanya periode basah dan kering.

Pengaruh Periode Kering terhadap Komponen Buah

Berdasarkan pada hasil analisis statistik ternyata perubahan periode basah ke kering berpengaruh sangat nyata terhadap bobot segar/buah, jumlah biji/buah, bobot segar dan kering biji/buah, serta bobot kulit buah + pulp/buah. Periode kering berdampak negatif terhadap kelima komponen buah kakao sehingga terjadi penurunan yang sangat nyata, yaitu 4,92%–42,54% dibandingkan musim hujan (Tabel 3).

Tabel 2. Penentuan periode basah dan kering berdasarkan rata-rata curah hujan dan hari hujan pada 1–6 bulan sebelum dua periode panen kakao

Table 2. Determination of wet and dry periods based on average of rainfall and rainy days in 1–6 months before the two harvest periods of cacao

Kriteria penetapan musim	1–6 bulan sebelum panen						Penetapan periode
	Agus '14	Sept '14	Okt '14	Nop '14	Des '14	Jan '15	
..... Periode panen ke-1 (Pebruari 2015)							
- CH/bln (mm)	76,20	7,30	55,50	334,30	264,00	255,20	Basah
- CH rata-rata kumulatif/bln (mm)	157,08	173,26	214,75	284,50	259,60	255,20	
- HH/bln (hari)	10,00	1,00	16,00	22,00	23,00	22,00	
- HH rata-rata kumulatif/bln (hari)	15,67	16,80	20,75	22,33	22,50	22,00	
	Apr '15	Mei '15	Jun '15	Jul '15	Agus '15	Sept '15	
..... Periode panen ke-2 (Oktober 2015)							
- CH/bln (mm)	63,60	32,00	20,00	1,30	2,00	1,20	Kering
- CH rata-rata kumulatif/bln (mm)	21,76	11,30	6,13	1,50	1,60	1,20	
- HH/bln (hari)	16,00	10,00	7,00	1,00	1,00	1,00	
- HH rata-rata kumulatif/bln (hari)	6,00	4,00	2,50	1,00	1,00	1,00	

Keterangan: CH = curah hujan; HH = hari hujan; Sumber: Stasiun Klimatologi KP. Pakuwon

Notes : CH = rainfall; HH = rainy days; Source: Climatological Station of KP. Pakuwon

Tabel 3. Pengaruh periode kering terhadap komponen buah kakao*

Table 3. Effect of dry periods on the cacao pod components

Periode	Bobot segar/buah (g)	Jumlah biji/buah	Bobot segar biji/buah (g)	Bobot kering biji/buah (g)	Bobot segar kulit buah + pulp/buah (g)
Basah	449,28 **	39,84 **	152,01 **	12,39 **	297,26 **
Kering	284,56	37,88	113,76	11,39	170,80
Penurunan (%)	36,63	4,92	25,16	8,07	42,54

Keterangan:

*data kumulatif 35 genotipe kakao (cumulative data of 35 genotypes of cacao)

** nyata pada taraf 1% (significant at 1% levels)

Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan dalam kondisi keterbatasan air serta suhu udara yang terlalu tinggi berpengaruh negatif terhadap produksi dan kualitas biji kakao (Zuiderma *et al.*, 2005; Almeida & Valle, 2007; Bae *et al.*, 2008; Oyekale *et al.*, 2009; Moser *et al.*, 2010; Schwendenmann *et al.*, 2010), serta terhadap kecepatan pematangan buah, keguguran buah muda, ukuran buah dan biji, serta kandungan lemak (Daymond & Hadley, 2008). Hal yang sama juga dapat terjadi apabila jumlah curah hujan terlalu berlebihan (Almeida & Valle, 2007; Almeida, Chaves, & Da Silva, 2014; Lawal & Omonona, 2014). Terjadinya cekaman air selama berlangsungnya proses perkembangan buah kakao akan berakibat menurunnya ukuran dan bobot buah. Terhadap fenomena keguguran buah kecil/muda (*cherelle wilt*), kondisi kekeringan berpengaruh secara tidak langsung melalui terbatasnya pasokan dan akumulasi karbohidrat sebagai fotosintat pada buah kakao yang sedang mengalami perkembangan (Carr & Lockwood, 2011). Selanjutnya dikemukakan produksi biji kakao sangat dipengaruhi oleh jumlah curah hujan dan radiasi matahari. Curah hujan dan radiasi matahari tahunan selama musim kering dapat berpengaruh sekitar 70% terhadap keragaman total produksi pada 30 perkebunan kakao yang tersebar di daerah tropik (Zuiderma *et al.*, 2005).

Penurunan komponen buah kakao dikarenakan kekurangan air (kekeringan) merupakan akibat dari penurunan laju fotosintesis sehingga pasokan dan akumulasi fotosintat pada organ buah menjadi terhambat. Pada musim kemarau, laju evapotranspirasi akan meningkat, sementara itu absorpsi air oleh akar tanaman akan mengalami hambatan. Walaupun kandungan air tanah masih cukup tersedia, tetapi apabila laju kehilangan air melalui proses evapotranspirasi lebih besar dari pada laju absorpsi air oleh akar tanaman maka tanaman akan mengalami gejala kekeringan (Bray, 1997). Pada musim kemarau, walaupun energi matahari cukup melimpah tetapi karena keterbatasan air yang dapat diabsorpsi oleh akar tanaman maka akan dapat menurunkan laju fotosintesis sehingga fotosintat yang dihasilkan menjadi berkurang (Almeida & Valle, 2007). Selanjutnya dikemukakan juga bahwa menurunnya bobot kering biomassa serta laju pertumbuhan relatif

tanaman kakao sebagai akibat dari menurunnya laju fotosintesis merupakan karakter penting dalam menilai tingkat toleransi kakao terhadap kekurangan air (Santos *et al.*, 2014).

Tingkat Toleransi 35 Genotipe Kakao terhadap Periode Kering

Tingkat toleransi 35 genotipe kakao selama periode basah-kering menunjukkan variasi dari rentan sampai toleran (Tabel 4). Genotipe KW 163, KW 165, dan KW 215 termasuk kelompok toleran terhadap periode kering (8,57%), sedangkan genotipe lainnya, termasuk klon unggul Sulawesi 1 dan SCA 6, cukup toleran (68,57%), dan sisanya tergolong rentan (22,86%). Hasil penelitian ini sejalan dengan Baon (2011), yang menyatakan SCA 6 merupakan klon kakao yang stabil antar musim dan toleran terhadap cekaman kekeringan. Hasil penelitian Regazzoni, Sugito, Suryanto, & Prawoto (2015) menunjukkan klon KW 165 dan Sulawesi 1 yang ditanam di bawah naungan lamtoro memiliki nilai efisiensi konversi energi matahari lebih tinggi sehingga dinilai cukup efisien dalam melakukan fotosintesis. Efisiensi dalam penggunaan energi cahaya matahari ini diduga akan identik dengan efisiensinya dalam penggunaan air. Berdasarkan hasil penelitian, klon KW 165 dan Sulawesi 1 masing-masing termasuk ke dalam kelompok toleran dan cukup toleran terhadap kekeringan. Namun demikian, dugaan ini masih perlu dibuktikan melalui penelitian lanjutan mengenai efisiensi penggunaan air oleh beberapa genotipe tanaman kakao.

Hasil penelitian tingkat toleransi kakao terhadap kekeringan ini baru didasarkan pada salah satu indikator produksi, yaitu bobot kering biji per buah. Oleh karena itu, untuk memperoleh informasi yang lebih komprehensif tentang tingkat toleransi, perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menambah indikator produksi kakao lainnya, yaitu jumlah buah per pohon sehingga perkalian dari kedua indikator yang digunakan akan mampu merefleksikan tingkat produktivitas suatu genotipe yang diuji. Hal ini sejalan dengan pendapat Almeida *et al.* (1994) yang menyatakan di samping karakter bobot kering biji, karakter jumlah buah merupakan indikator penting dalam menilai produktivitas tanaman kakao.

Tabel 4. Tingkat toleransi 35 genotipe kakao terhadap periode kering didasarkan pada karakter bobot kering biji/buah
Table 4. The tolerance level of 35 cacao genotypes to dry periods based on dry weight of beans/pod character

No.	Genotipe	Periode	Bobot kering biji/buah (g)	Tingkat toleransi terhadap periode kering
1.	Sulawesi 1	Basah	13,98	Cukup toleran
		Kering	11,31	
2.	SCA 6	Basah	11,69	Cukup toleran
		Kering	11,08	
3.	KW 30	Basah	11,70	Cukup toleran
		Kering	12,50	
4.	KW 48	Basah	16,13 **	Rentan
		Kering	10,97	
5.	KW 162	Basah	18,50 **	Rentan
		Kering	12,90	
6.	KW 163	Basah	8,50	Toleran
		Kering	12,84 **	
7.	KW 165	Basah	10,42	Toleran
		Kering	12,98 *	
8.	KW 215	Basah	7,44	Toleran
		Kering	11,79 **	
9.	KW 264	Basah	16,92 **	Rentan
		Kering	10,16	
10.	KW 265	Basah	18,49 **	Rentan
		Kering	11,13	
11.	KW 396	Basah	11,08	Cukup toleran
		Kering	13,78	
12.	KW 400	Basah	15,03 *	Rentan
		Kering	12,49	
13.	KW 422	Basah	15,09 **	Rentan
		Kering	11,90	
14.	KW 514	Basah	14,67 *	Rentan
		Kering	12,70	
15.	KW 516	Basah	14,55 *	Rentan
		Kering	11,47	
16.	KW 524	Basah	11,15	Cukup toleran
		Kering	11,67	
17.	KW 527	Basah	12,46	Cukup toleran
		Kering	10,33	
18.	KW 528	Basah	10,32	Cukup toleran
		Kering	11,76	

Tabel 4. (Lanjutan)
Table 4. (Continued)

No.	Genotipe	Periode	Bobot kering biji/buah (g)	Tingkat toleransi terhadap periode kering
19.	KW 570	Basah	12,84	Cukup toleran
		Kering	12,11	
20.	KW 571	Basah	12,53	Cukup toleran
		Kering	11,74	
21.	KW 572	Basah	11,83	Cukup toleran
		Kering	10,32	
22.	KW 515	Basah	10,89	Cukup toleran
		Kering	11,70	
23.	KW 716	Basah	11,68	Cukup toleran
		Kering	11,40	
24.	KW 717	Basah	11,70	Cukup toleran
		Kering	11,03	
25.	KW 718	Basah	12,45	Cukup toleran
		Kering	11,21	
26.	KW 719	Basah	13,67 *	Rentan
		Kering	10,64	
27.	KW 720	Basah	13,02	Cukup toleran
		Kering	11,34	
28.	KW 721	Basah	11,63	Cukup toleran
		Kering	11,85	
29.	KW 722	Basah	11,51	Cukup toleran
		Kering	10,38	
30.	KW 723	Basah	11,24	Cukup toleran
		Kering	11,27	
31.	KW 724	Basah	10,41	Cukup toleran
		Kering	9,06	
32.	KW 725	Basah	10,31	Cukup toleran
		Kering	11,88	
33.	KW 726	Basah	11,24	Cukup toleran
		Kering	10,47	
34.	KW 727	Basah	10,70	Cukup toleran
		Kering	9,62	
35.	KW 728	Basah	11,22 *	Rentan
		Kering	8,85	

Keterangan: * dan ** masing-masing nyata pada taraf 5 dan 1%
Notes : * and ** significant at 5 and 1% levels respectively

KESIMPULAN

Periode kering selama enam bulan sebelum panen berdampak nyata terhadap penurunan bobot segar per buah, jumlah biji/buah, bobot segar dan kering biji/biji, serta bobot segar kulit + pulp per buah sebesar 4,92%–42,54%. Tiga dari 35 genotipe kakao, yaitu KW 163, KW 165, dan KW 215, dapat dikelompokkan ke dalam genotipe yang toleran terhadap periode kering. Untuk melengkapi karakter ketahanan genotipe kakao terhadap kekeringan maka untuk penelitian berikutnya perlu menambah indikator produksi lainnya, yaitu jumlah buah per pohon sehingga dapat diketahui dengan jelas kemampuan produksinya pada periode kering yang panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Moh. Saefudin, Agus, dan Maman, staf Agro Widyawisata Ilmiah dan KP. Pakuwon yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian dan pengumpulan data di lapangan, serta pengumpulan data curah hujan dan hari hujan di Stasiun Klimatologi, KP. Pakuwon

DAFTAR PUSTAKA

- Adjaloo, M.K., Oduro, W., & Banful, B. K. (2010). Floral phenology of Upper Amazon cocoa trees: Implications for reproduction and productivity of cocoa. *Research Article. International Scholarly Research Network, ISRN Agronomy, Volume 2012, Article ID 461674, 8 p.* doi:10.5402/2012/461674.
- Almeida, C.M.V.C., Vencovsky, R., Cruz, C.D., & Bartley, B.G.D. (1994). Path analysis of yield components of cacao hybrids (*Theobroma cacao* L.). *Rev. Bras. Genet.*, 17(2), 181–186.
- Almeida, A.-A.F., & Valle, B.R. (2007). Ecophysiology of the cacao tree. *Braz. Plant. Physiol.*, 19(4), 425–448.
- Almeida, R.L.D.S., Chaves, L.H.G., & Da Silva, E.F. (2014). Growth of cocoa as function of fertigation with nitrogen. DOI: 10.5829/idosi.jee.2012.03.04.14. *Iranica Journal of Energy & Environment*, 3(4), 385–389.
- Araque, O., Jaimez, R.E., Tezara, W., Coronel, I., Ulrich, R., & Espinoza, W. (2012). Comparative photosynthesis, water relations, growth and survival rates in juvenile Criollo cacao cultivars (*Theobroma cacao*) during dry and wet seasons. *Expl. Agric.*, 48(4), 513–522.
- Atayese, M.O., Olaiya, A.O., Adedeji, A.R., & Hamed, L.A. (2012). Evaluation of the three cocoa varieties for drought tolerance in Nigeria. *Niger. J. Hort. Sci.*, 17, 177–187.
- Badan Standardisasi Nasional. (2010). *Standard nasional biji kakao: amandemen I. SNI 2323:2008/Amd1:2010* (p. 3). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- Bae, H., Kim, S.-H., Kim, M.S., Sicher, R.C., Lary, D., Strem, M.D., Natarajan, S., & Bailey, B.A. (2008). The drought response of *Theobroma cacao* (cacao) and the regulation of genes involved in polyamine biosynthesis by drought and other stress. *Plant Physiol. & Biochem.*, 46, 171–188.
- Baon, J.B. (2011). *100 Tahun Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia 1911–2011* (p. 373). Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Bray, E.A. (1997). Plant responses to water deficit. *Plant Physiol.*, 103, 1035–1040.
- Carr, M.K.V., & Lockwood, G. (2011). The water relation and irrigation requirements of cacao (*Theobroma cacao* L.): A review. *Exp. Agric.*, 47, 653–676.
- Colombo, M.L., Pinorini-Goldy, M.T., & Conti, A. (2012). Botany and pharmacognosy of the cacao tree. In Paoletti *et al.*, (Eds.). *Chocolate and Health*. Italia: Springer-Verlag.
- Daymond, A.J., & Hadley, P. (2008). The effect of temperature and light integral on early vegetative growth and chlorophyll fluorescence of four contrasting genotypes of cacao (*Theobroma cacao*). *Ann. Appl. Biol.*, 145, 257–262.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2011). *Pedoman teknis praktek budidaya kakao yang baik*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian RI.
- Guo, X.Y., Zhang, X.S., & Huang, Z.Y. (2010). Drought tolerance in three hybrid poplar clones submitted to different watering regimes. *J. Plant Ecol.*, 3, 79–87.
- Lawal, J.O., & Omonona, B.T. (2014). The effects of rainfall and other weather parameters on cocoa production in Nigeria. *Comm. Sci.*, 5(4), 518–523.
- Mittler, R. (2006). Abiotic stress, the field environment and stress combination. *Trends in Plant Science*, 11, 15–19.
- Moser, G., Leuschner, C., Hertel, D., Hölscher, D., Köhler, M., Leitner, D., ... Schwendenmann, I. (2010). Response of cacao trees (*Theobroma cacao*) to a 13-month desiccation period in Sulawesi, Indonesia. *Agrofor. Syst.*, 79, 171–187.
- Niemenak, N., Cilas, C., Rohsius, C., Bleiholder, H., Meier, U., & Lieberei, R. (2009). Phenological growth stages of cacao plants (*Theobroma* sp.): Codification and description according to the BBHC scale. *Ann. Appl. Biol.*, 156, 13–24.
- Ojo, A.D., & Sadiq, I. (2010). Effect of climate change on cocoa yield : A case of cocoa research institute (CRIN) farm, Oluyole Local Government Ibadan Oyo State. *J. of Sustain. Develop. in Afr.*, 12(1), 350–358.
- Omolaja, S.S., Aikpokpodion, P., Adedeji, S., & Vwioko, D.E. (2009). Rainfall and temperature effects on flowering and pollen productions in cocoa. *Afr. Crop. Sci. J.*, 17(1), 41–48.
- Oyekale, A.S., Bolaji, M.B., & Olawa, O.W. (2009). The effects of climate change on cocoa production and vulnerability assesment in Nigeria. *Agric. J.*, 4(2), 77–85.

- Regazzoni, O., Sugito, Y., Suryanto, A., & Prawoto, A.A. (2015). Efisiensi penggunaan energi matahari klon-klon tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) yang diusahakan di bawah tiga spesies tanaman penayang. *Pelita Perkebunan*, 31(1), 21–29.
- Santos, I.C.D, Almeida, A-A.F., Anhert, D., Conceição, A. S., Pirovani, C.P., Pires, J.L., ...Baligar, V.C. (2014). Molecular, physiological and biochemical responses of *Theobroma cacao* L. genotypes to soil water deficit. *Plos One*, 9(12), 31 p. doi: 10.1371/journal.pone.0115746.
- Schwendenmann, L., Veldkamp, E., Moser, G., Hölscher, D., Köhler, M., Clough, Y., ...van Straaten, O. (2010). Effects of an experimental drought on the functioning of a cacao agroforestry system, Sulawesi, Indonesia. *Global Change Biology*, 16, 1515–1530.
- Zuiderma, P.A., Gerritsma, W., Mommer, L., & Anten, N.P.R. (2005). A physiological production model for cocoa (*Theobroma cacao*): Model presentation, validation and application. *Agric. Syst.*, 84, 195–225.

