

HUBUNGAN ANTARA KERAGAMAN BIOFISIK DAN FISILOGIS BENIH DENGAN VIGOR BENIH DAN BIBIT KAKAO HIBRIDA

Relationship Between Biophysical and Physiological Seed Diversity with Seed and Hybrid Vigor of Cocoa Seedling

BAHARUDIN

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tenggara
Jalan Prof. Muh. Yamin No. 89, Kendari 93114

e-mail: bptp-sultra@litbang.deptan.go.id

(Diterima: 4-2-2014 ; Direvisi: 12-8-2014 ; Disetujui: 9-9-2014)

ABSTRAK

Penentuan karakteristik biofisik dan fisiologis benih sangat penting guna menghasilkan benih dan bibit berkualitas. Penelitian bertujuan untuk mengetahui keragaman hubungan mutu biofisik dan fisiologis benih terhadap vigor benih dan bibit kakao hibrida. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai November 2010, di Kebun Benih, Puslitkoka, Jember dan Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih IPB serta di rumah kaca Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Bogor. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok, lima jenis kakao hibrida dan empat ukuran benih, dengan empat ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keragaman karakteristik biofisik benih kakao GC 7, ICS 13 dan 60, TSH 858 dan UIT 1 pada jumlah dan bobot benih sangat bervariasi. Keragaman hubungan karakteristik biofisik untuk panjang, diameter, tebal dan bobot per 100 benih optimal pada benih kakao ukuran besar GC 7, ICS 60, dan TSH 858, sangat besar ICS 13 dan UIT 1. Ukuran benih berkaitan dengan mutu fisiologis perkecambahan benih, nilai, periode, daya, dan laju kecambah optimal ukuran benih sedang dan besar pada kakao GC 7, ICS 60, dan TSH 858, ICS 13 dan UIT 1 pada ukuran benih sedang, besar dan sangat besar. Ukuran benih berhubungan dengan daya hidup benih terbaik kakao GC 7, ICS 60, dan TSH 858 untuk ukuran sedang dan besar, ICS 13 dan UIT 1 ukuran benih besar dan sangat besar. Pertumbuhan bibit berkaitan dengan panjang tunas, panjang akar, diameter batang, dan tunas, rasio bobot kering akar dan tunas terbaik kakao GC 7 dan TSH 858 pada ukuran sedang dan besar, ICS 60 benih besar serta ICS 13 dan UIT 1 ukuran besar dan sangat besar. Perkembangan hasil total bobot kering tunas, daun dan bibit, bobot kering akar, total bobot kering bibit, dan rasio bobot kering akar dan tunas (A:T) optimal pada benih ukuran sedang, besar dan sangat besar.

Kata kunci: *Theobroma cacao*, benih hibrida, *matricconditioning*, seleksi benih, vigor benih

ABSTRACT

Determination of biophysical and physiological characteristics of seeds is essential in order to produce quality seeds and seedlings. The study aims to determine the diversity of biophysical and physiological relationship quality seed from the seed vigor and hybrid cacao seedlings. The experiment was conducted in May and November 2010. The study was conducted at Seed Gardens, Puslitkoka, Jember and Seed Laboratory Science and Technology IPB and in greenhouse Indonesian Biotechnology Research for Estate Crops, Bogor. The study used a randomized block design, five and four types of hybrid cocoa seed size, with four replications. The results showed the diversity of biophysical characteristics of cacao seeds GC 7, ICS 13 and 60, TSH 858 and UIT 1 on number and weight of seeds. The diversity of the biophysical characteristics of the relationship to length, diameter, thickness and weight per 100 seeds on the

optimal size of a large cocoa seeds GC 7, ICS 60, and TSH 858, a very large ICS 13 and UIT 1. Size physiological seed quality associated with the germination of seeds, value, period, the power, and the optimal rate of germination medium and large seed size in cocoa GC 7, ICS 60, and TSH 858, ICS 13 and UIT 1 seed sizes medium, large and very large. Seed size associated with the best seed vitality of cacao GC 7, ICS 60, and TSH 858 for medium and large size, ICS 13 and UIT 1 large seed size and very large. Seedling growth related to the length of shoots, root length, stem diameter, and shoots, root dry weight ratio and best buds of cacao GC 7 and TSH 858 on medium and large size, large seed ICS 60 and ICS 13 and UIT 1 large and very large size. The development of the dry weight of the total yield of shoots, leaves and seeds, root dry weight, total dry weight of the seeds, and the ratio of dry weight of roots and shoots (A:T) on the optimal size of the seed medium, large and very large.

Key words: *Theobroma cacao*, hybrid seeds, *matricconditioning*, seed selection, seed vigor

PENDAHULUAN

Panen dan pengolahan hasil benih merupakan hal yang sangat penting karena sangat menentukan mutu benih yang akan dihasilkan. Produksi benih yang tinggi perlu didukung dengan pengelolaan yang baik dan benar. Sertifikasi dan pengujian mutu hasil harus dilakukan sebelum benih dipasarkan. *International Seed Testing Association* (ISTA, 2007) sehingga diperoleh metode yang standar. Menurut SETIAWAN (2007) tanpa keseragaman pengujian benih, termasuk di dalamnya metode dan peraturan pengujian, maka hasil suatu laboratorium benih akan selalu menimbulkan tanda tanya. Mutu benih diperoleh setelah proses panen, pengolahan, seleksi, dan sortasi yang berhubungan dengan viabilitas dan vigor benih.

Selain faktor-faktor di atas, keragaman mutu benih juga dipengaruhi oleh faktor genetik, lingkungan, dan kompetisi antar tanaman dalam mendapatkan cahaya, air, dan hara. Proses seleksi dapat menghasilkan benih bermutu, baik secara fisik maupun fisiologis. Benih bermutu baik diperoleh dari persilangan antara dua jenis tetua dengan sifat-sifat genetik yang berbeda dan dipanen pada umur yang tepat. Umur panen benih kakao hibrida terbaik

diperoleh dari hasil persilangan kakao GC 7 × Sca 6, ICS 13 × Sca 6, dan ICS 60 × Sca 6 pada umur 165 hari setelah anthesis (HSA), TSH 858 × Sca 6 pada 150 HSA, dan 155 HSA untuk UIT 1 × Sca 6 (BAHARUDIN *et al.*, 2011). Benih yang dipanen dengan tangan maupun mesin sering terdapat bahan ikutan lain, seperti batang, daun, limbah tanaman, dan gulma. Disamping itu, ukuran benih yang diperoleh juga beragam (LOREN, 2005). Hal ini dapat mengganggu saat pemisahan benih karena pemurnian mutu fisik benih merupakan bagian penting dan tak terpisahkan dalam sistem perbenihan (WEIDEMANN, 2005).

Pengujian mutu benih memberikan informasi kepada produsen, pedagang, pengguna, dan lembaga perbenihan dalam menetapkan langkah atau kebijakan selanjutnya (SETIAWAN, 2007). Mutu benih meliputi mutu fisik, genetik, fisiologis, dan patologis (kesehatan benih). Pengujian mutu fisik, genetik, dan fisiologis benih adalah untuk menetapkan komposisi, nilai kemurnian varietas dan daya tumbuh dalam suatu lot benih. Kriteria pengujian telah ditetapkan oleh suatu lembaga yang merupakan panduan umum dalam pengujian viabilitas dan vigor benih. Evaluasi mutu benih meliputi penetapan kadar air, persentase daya berkecambah, dan kemurnian fisik (AOSA, 2008; ISTA, 2008; ANON, 2003). Pemilihan benih penting dilakukan guna mendapatkan benih yang seragam ukurannya dan murni. Benih dikatakan sehat apabila tidak terkontaminasi cendawan seperti *Aspergillus* spp., *Colletotrichum* sp., *Fusarium* spp., *Macrophoma* sp., dan *Phoma glomerata* (BAHARUDIN *et al.*, 2012).

Mutu benih dipengaruhi oleh faktor lingkungan biotik dan abiotik. Penurunan viabilitas dan vigor benih kakao secara fisik disebabkan benih yang dipanen belum masak fisiologis, penyimpanan yang lama, dan sel telah rusak. Menurut BAHARUDIN *et al.* (2010), setelah benih mengalami penyimpanan, secara fisik terjadi penurunan mutu. WIDAJATI (2007) menjelaskan bahwa setelah mendapat perlakuan *matriconditioning* (perlakuan hidrasi benih terkontrol dengan media padat lembab yang didominasi oleh kekuatan matriks untuk memperbaiki pertumbuhan bibit) dan agen hayati, benih maupun bibit kakao hibrida mampu meningkatkan viabilitas dan vigor. Lebih lanjut, secara fisik, mutu benih dipengaruhi faktor lingkungan dan saat pengolahan. Menurut KHERA *et al.* (2004), mutu fisik secara genetik, seperti ukuran benih, sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan serta viabilitas dan vigor benih dan bibit. Pengaruh lingkungan terhadap keragaman benih secara genetik sangat bervariasi dalam suatu lot benih (ARIEF *et al.*, 2004; KHERA *et al.*, 2004). Menurut KHERA *et al.* (2004), benih berukuran besar kaya akan cadangan makanan sehingga mampu berkompetisi pada saat terjadi perkecambahan benih.

Viabilitas benih secara langsung dapat diketahui melalui pertumbuhan benih dan tidak langsung melalui deteksi biokemis dan respirasi atau enzimatik. Sementara itu, secara sitologis, viabilitas benih dapat diketahui melalui kerusakan sel, aberasi kromosom, dan kerusakan organel dalam sitoplasma (SADJAD, 2008). Pertumbuhan benih yang

diawali dengan perkecambahan dipengaruhi oleh rendahnya aktivitas enzim sebagai indikasi kemunduran dari laju perkecambahan benih. Menurut ILYAS *et al.* (2001) dan ILYAS (2006), hilangnya aktivitas enzim berhubungan dengan perombakan cadangan makanan dan respirasi sebagai ekspresi penurunan mutu fisiologis benih. Keragaman biofisik benih berhubungan erat dengan mutu fisiologis benih. Mutu benih yang baik secara fisik, genetik, dan fisiologis sangat beragam pada setiap jenis klon kakao. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman hubungan mutu biofisik dan fisiologis terhadap vigor benih dan bibit kakao hibrida.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai November 2010. Benih dan buah kakao dipanen dari tanaman hasil persilangan GC 7 × Sca 6, ICS 60 × Sca 6, ICS 13 × Sca 6, TSH 858 × Sca 6, dan UIT 1 × Sca 6. Penanaman dilakukan di Kebun Benih Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Jember.

Penelitian disusun menurut Rancangan Acak Kelompok yang disusun secara faktorial dengan empat ulangan. Faktor pertama adalah jenis kakao hibrida terdiri atas lima macam, yaitu (1) GC 7, (2) ICS 60, (3) ICS 13, (4) TSH 858, dan (5) UIT 1. Faktor kedua adalah ukuran benih dengan *matriconditioning* + agens hayati, terdiri atas empat perlakuan, yaitu (1) benih kecil dengan *matriconditioning* + agens hayati, (2) benih sedang dengan *matriconditioning* + agens hayati, (3) benih besar dengan *matriconditioning* + agens hayati, dan (4) benih sangat besar dengan *matriconditioning* + agens hayati. Setiap ulangan terdiri atas 20 unit dan setiap unit terdiri atas 4 benih dan bibit, masing-masing untuk perkecambahan benih dan pertumbuhan bibit kakao hibrida.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode KHERA *et al.* (2004). Tahapan penelitian meliputi seleksi benih, klasifikasi, sortasi, pengeringan, pengukuran, dan sterilisasi benih, serta perlakuan *matriconditioning* + agens hayati. Benih kakao terlebih dahulu diberi perlakuan *matriconditioning* dengan menggunakan arang abu sekam padi yang ditambahkan dengan *Trichoderma harzianum* DT/38 dan *T. pseudokoningii* DT/39. Hal ini untuk mengendalikan patogen terbawa benih dan tertular tanah serta memacu pertumbuhan benih dan bibit kakao hibrida. Benih kakao hibrida dengan kadar air 50% dimasukkan ke dalam media *matriconditioning* kemudian diaduk secara merata hingga tercampur sempurna dan melekat sampai menyelubungi permukaan benih dan diinkubasi pada suhu ruang 24°C dan RH 86% selama 5 jam. Selama inkubasi, benih diaduk setiap jam. Inkubasi dihentikan saat terlihat radikula mulai muncul dan hanya benih yang belum memunculkan radikula yang ditanam. Benih yang telah mengalami *conditioning* langsung ditanam pada media pasir sebanyak 25 butir setiap unit percobaan dalam delapan boks plastik ukuran 30 cm × 30 cm. Pengamatan

dilakukan terhadap karakteristik fisiologi, viabilitas, dan vigor benih dan bibit kakao hibrida. Karakteristik mutu fisiologi benih yang diamati, terdiri atas persentase kecambah normal sampai 21 hari setelah tanam (HST), dan nilai, periode, daya, dan laju perkecambahan, serta daya hidup benih. Pengamatan karakteristik mutu fisiologis bibit kakao hibrida meliputi panjang tunas, panjang akar, diameter batang, diameter tunas, bobot kering tunas, bobot kering daun, total bobot kering tunas, bobot kering akar, total bobot kering bibit, dan rasio berat kering akar dan tunas. Jumlah sampel pada setiap unit percobaan sebanyak dua tanaman yang diamati per setiap perlakuan.

Pengamatan karakteristik mutu biofisik benih dilakukan berdasarkan urutan seleksi, klasifikasi, dan sortasi benih agar benih bebas dari hama dan penyakit, benda asing yang tidak diinginkan, dan benih yang rusak. Pemilahan benih dilakukan secara manual, menggunakan alat seleksi dan sortasi benih berdasarkan ukuran, berat, jenis, dan bentuk. Kadar air awal benih kakao hibrida antara 60-70 yang diturunkan hingga mencapai 50%. Karakteristik mutu biofisik benih yang digunakan sebagai bahan penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik biofisik berbagai ukuran benih kakao hibrida GC 7, ICS 60, ICS 13, TSH 858, dan UIT 1
Table 1. Biophysical characteristics on different sizes of hybrid cocoa seeds GC 7, ICS 60, ICS 13, TSH 858, and UIT 1

Benih kakao hibrida <i>Hybrid cacao seeds</i>	Ukuran benih/ <i>Seed size</i>			
	Panjang benih <i>Seed length (cm)</i>	Diameter benih <i>Diameter of seed (cm)</i>	Tebal benih <i>Thick seed (cm)</i>	Bobot 100 benih <i>Weight of 100 seeds (g)</i>
Ukuran kecil/ <i>Small size</i>				
GC 7	1,0-1,5	0,6-0,9	0,8-1,0	95-100
ICS 60	1,8-2,0	0,8-1,0	0,8-1,0	95-100
ICS 13	2,0-2,4	0,8-0,9	0,8-1,0	95-100
TSH 858	2,0-2,5	0,8-1,1	0,9-1,1	95-100
UIT 1	2,0-2,3	0,8-1,2	0,8-1,1	110-120
Ukuran sedang/ <i>Moderate size</i>				
GC 7	1,6-2,2	1,0-1,1	1,1	100-109
ICS 60	2,1-2,4	1,1-1,3	1,1-1,2	101-110
ICS 13	2,5-3,0	1,0-1,2	1,1	101-110
TSH 858	2,6-3,2	1,2	1,2	101-110
UIT 1	2,4-3,0	1,2	1,2	121-125
Ukuran besar/ <i>Large size</i>				
GC 7	2,3-2,5	1,2	1,1	110-120
ICS 60	2,5-3,4	1,3	1,3	111-130
ICS 13	3,1-3,4	1,4	1,3	111-130
TSH 858	3,3-3,6	1,4	1,3	111-130
UIT 1	3,1-3,5	1,3-1,4	1,3	126-130
Ukuran sangat besar/ <i>Very large size</i>				
ICS 13	3,1-3,7	1,4	1,4	121-133
UIT 1	3,1-3,8	1,4-1,5	1,4	131-135

Keterangan: Karakteristik berbagai ukuran benih terhadap panjang benih, diameter benih, tebal benih, dan bobot 100 benih kakao hibrida.
Note: *Karakteristic of various size of seeds on the seed length, diameter of seed, thick seed, and weight of 100 seeds.*

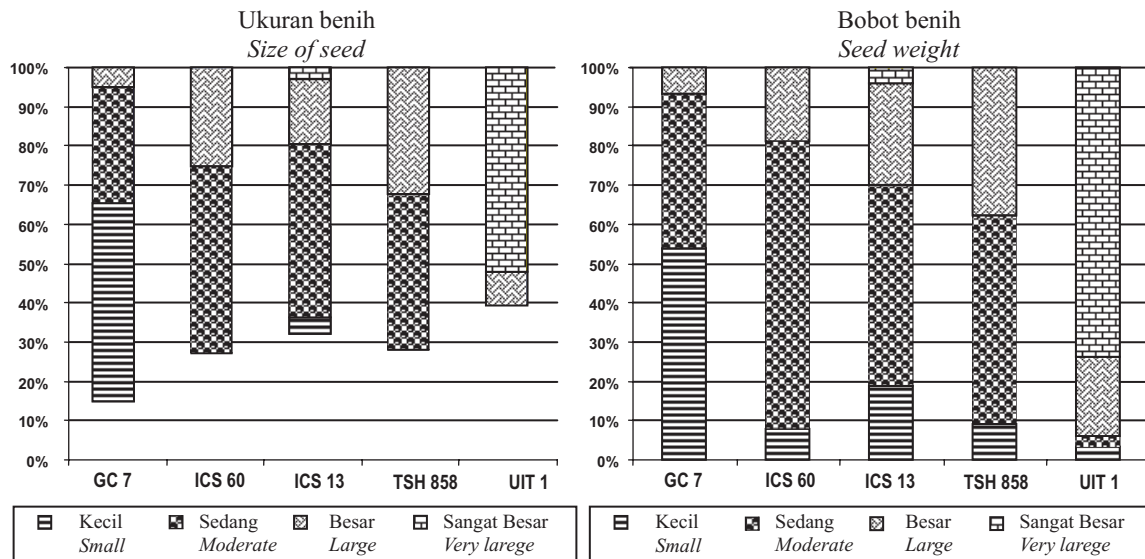
Benih kakao dipanen pada saat masak fisiologis. Umur panen benih kakao hibrida untuk persilangan adalah 165 hari setelah antesis (HSA), kecuali untuk TSH 858 × Sca 6 pada 150 HSA, dan 155 HSA untuk UIT 1 × Sca 6 (BAHARUDIN *et al.*, 2011).

Data yang diperoleh dianalisis dengan program SAS for Windows v. 9.1. Apabila hasil sidik ragam menunjukkan pengaruh nyata pada taraf 0,05 maka dilanjutkan dengan uji SEM (*Structural Equation Modeling*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penampilan Biofisik Benih

Keragaman hubungan biofisik benih berdasarkan ukuran dan bobot benih kakao hibrida GC 7, ICS 60, ICS 13, TSH 858, dan UIT 1 sangat bervariasi (Gambar 1).



Gambar 1. Keragaman hubungan biofisik benih berdasarkan ukuran dan bobot benih kakao hibrida
 Figure 1. Biophysical diversity relationships based on the size and weight of seeds of hybrid cocoa seeds

Persentase jumlah benih ukuran kecil yang dicapai GC 7 sebesar 62%, ukuran sedang 57% pada ICS 60 dan benih ukuran besar 31% pada TSH 858 hampir sama dengan UIT 1. UIT 1 memiliki persentase ukuran benih sangat besar tertinggi. Keragaman hubungan karakteristik biofisik benih berdasarkan bobot dalam lot benih untuk GC 7 benih ukuran kecil sebanyak 54% dan ukuran sedang ICS 60, ICS 13 dan TSH 858 (73%, 51% dan 55%). Bobot benih pada ukuran benih besar untuk ICS 13, TSH 858 dan UIT 1 (26%, 38% dan 20%) dan ukuran benih sangat besar ICS 13 (4%) dan UIT 1 (74%).

Secara genetik, setiap jenis kakao yang diuji menunjukkan ukuran dan bobot benih yang beragam. Selain faktor genetik, ukuran dan bobot benih juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan, terutama iklim dan kesuburan tanah. Seleksi benih yang dilakukan harus memperhitungkan implikasi mutu genetik benih, seperti hilangnya komposisi benih lainnya, yang kemungkinan secara genetik lebih baik (SCHMIDT, 2000). Hal ini dijelaskan juga oleh KAUSHIK *et al.* (2007), yang menyatakan bahwa berbagai

ekologi dan iklim dapat menyebabkan perbedaan morfologi, yaitu ukuran benih jarak. Bahkan, dua aksesori *Jatropha* sp. yang tumbuh pada lingkungan yang sama dapat menunjukkan perbedaan morfologi. Menurut POPLUCHAI *et al.* (2008), karakteristik fenotipik benih jarak, berupa panjang dan lebar, dari Thailand masing-masing berbeda nyata. Selanjutnya, WINAYANUWATTIKUN *et al.* (2008) menyatakan bahwa ukuran dan bobot benih *J. curcas* berbeda nyata pada pada setiap tanaman yang berbeda, dan bahkan berbeda antar kultivar. Sementara itu, HADI (2010) menyatakan bahwa ketebalan biji antar dua aksesori jarak kepyar berbeda nyata. Contoh lain, benih kecapai, yang berbentuk bulat telur, memiliki ukuran yang sangat berbeda-beda (APRILIANTI dan PUTRI, 2009).

Karakteristik Biofisik pada Berbagai Ukuran Benih

Keragaman hubungan karakteristik biofisik benih dengan berbagai ukuran benih kakao hibrida menunjukkan perbedaan sangat nyata (Tabel 2).

Tabel 2. Keragaman hubungan karakteristik ukuran benih dengan biofisik benih kakao hibrida
 Table 2. Diversity of seed size relationships with biophysical characteristics of hybrid cocoa seeds

Benih kakao hibrida <i>Seed of hybrid cacao</i>	Ukuran benih <i>Seed size (cm)</i>	Biofisik benih/ <i>Biophysical of seed</i>			
		Panjang benih <i>Seed length (cm)</i>	Diameter benih <i>Seed diameter (cm)</i>	Tebal benih <i>Thick of seed (cm)</i>	Bobot 100 benih <i>Weight of 100 seeds (g)</i>
GC 7	Kecil/ <i>Small</i> (1,0-1,5)	1,3	0,8	1,0	100
	Sedang/ <i>Moderate</i> (1,6-2,2)	2,2	1,0	1,1	100
	Besar/ <i>Large</i> (2,3-2,5)	2,5	1,2	1,1	120
	Pada taraf/ <i>Level of</i> 0,1-5%	0,2**	0,2**	TN	0,2**
	SEM	0,1	0,1	-	0,1
ICS 60	Kecil/ <i>Small</i> (1,5-2,0)	2,0	1,0	1,0	100
	Sedang/ <i>Moderate</i> (2,1-2,4)	2,4	1,3	1,2	110
	Besar/ <i>Large</i> (2,5-3,4)	3,4	1,4	1,3	130
	Pada taraf/ <i>Level of</i> 0,1-5%	0,2**	0,2**	0,22**	1,8**
	SEM	0,1	0,1	0,60	0,5
ICS 13	Kecil/ <i>small</i> (2,0-2,4)	2,1	0,9	1,0	100
	Sedang/ <i>Moderate</i> (2,5-3,0)	3,0	1,2	1,1	110
	Besar/ <i>Large</i> (3,0-3,2)	3,2	1,3	1,3	120
	Sangat besar/ <i>Very large</i> (3,2<)	3,7	1,4	1,4	133
	Pada taraf/ <i>Level of</i> 0,1-5%	0,2**	0,2**	0,19**	0,2**
TSH 858	Kecil/ <i>Small</i> (2,0-2,5)	2,4	1,1	1,1	100
	Sedang/ <i>Moderate</i> (2,6-3,2)	3,2	1,2	1,2	110
	Besar/ <i>Large</i> (3,3-3,6)	3,6	1,4	1,3	130
	Pada taraf/ <i>Level of</i> 0,1-5%	0,2**	0,2**	TN	0,2**
	SEM	0,1	0,1	-	0,1
UIT 1	Kecil <i>Small</i> (2,0-2,3)	2,3	1,1	1,0	120
	Sedang <i>Moderate</i> (2,4-3,0)	3,0	1,2	1,2	125
	Besar <i>Large</i> (3,1-3,5)	3,5	1,35	1,3	130
	Sangat besar <i>Very large</i> (3,5<)	3,8	1,5	1,4	135
	Pada taraf/ <i>Level of</i> 0,1-5%	0,9**	0,2**	0,18**	1,6**
UIT 1	SEM	0,1	0,1	0,20	0,5

Keterangan: $p < 0,05$ = nyata; $p < 0,01$ = sangat nyata dan TN = tidak nyata; panjang benih; diameter benih; tebal benih dan bobot 100 benih.

Note: $p < 0,05$ = significant; $p < 0,01$ = high significant and NS = not significant; seed length; seed diameter; thick of seed and weight of 100 seeds.

Keragaman hubungan biofisik pada berbagai ukuran benih sangat bervariasi. Benih GC 7 dan TSH 858 memperlihatkan panjang, diameter, dan bobot 100 benih tertinggi. Sementara itu, ICS 60 ukuran benih besar menunjukkan nilai tebal benih yang besar. Pada benih ICS 13 dan UIT 1 ukuran benih sangat besar menunjukkan panjang, diameter, tebal, dan bobot 100 benih tertinggi. Keragaman hubungan karakteristik biofisik benih kakao optimal ditunjukkan pada GC 7, ICS 60, dan TSH 858 ukuran benih besar, serta ICS 13 dan UIT 1 pada ukuran benih sangat besar. Karakteristik biofisik benih di atas memperlihatkan keragaman yang berbeda-beda. Ukuran

benih merupakan suatu ciri yang rumit, yang dapat mempengaruhi viabilitas benih dan pertumbuhan bibit untuk kelangsungan generasi berikutnya. Perbedaan ukuran benih ini akan memberikan potensi vigor benih dan bibit yang berbeda-beda.

Keragaman Hubungan Benih Kakao terhadap Perkecambahan dan Daya Hidup Bibit

Keragaman hubungan berbagai ukuran benih kakao hibrida dengan perkecambahan dan daya hidup bibit disajikan pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Keragaman hubungan ukuran benih kakao hibrida dengan perkecambahan dan benih segar

Table 3. Diversity of seed size hybrid cocoa relationship with germination and seed fresh

Benih kakao hibrida <i>Seed of cacao hybrid</i>	Ukuran benih <i>Seed size (cm)</i>	Perkecambahan benih/ <i>Seed germination</i>					Benih segar <i>Fresh seed</i>
		P/SG (%)	NP <i>SGV</i>	PP (hari) <i>SGP (day)</i>	EP <i>SG (%)</i>	LP <i>SGR</i>	
GC 7	Kecil/ <i>Small</i> (1,0-1,5)	52	49	5	71	0,33	28
	Sedang/ <i>Moderate</i> (1,5-2,2)	80	53	4	79	0,33	11
	Besar/ <i>Large</i> (2,2-2,5)	92	75	3	93	0,33	7
	Pada taraf/ <i>Level of</i> 0,1-5%	1,2**	11,8**	0,2**	0,2**	TN	4,1**
	SEM	0,3	2,8	0,7	0,7	-	1,2
ICS 60	Kecil/ <i>Small</i> (2,0<)	56	51	6	26	0,11	23
	Sedang/ <i>Moderate</i> (2,0-2,4)	96	67	5	66	0,33	9
	Besar/ <i>Large</i> (2,5-3,4)	98	72	3	81	0,33	4
	Pada taraf/ <i>Level of</i> 0,1-5%	0,2**	0,2**	TN	0,21**	NS	4,1**
	SEM	0,6	0,6	-	0,6	-	1,2
ICS 13	Kecil/ <i>Small</i> (2,0-2,4)	41	22	7	17	0,16	24
	Sedang/ <i>Moderate</i> (2,4-2,5)	83	59	5	27	0,16	19
	Besar/ <i>Large</i> (2,5-2,9)	96	63	4	28	0,16	6
	Sangat besar/ <i>Very large</i> (2,9<)	98	91	4	84	0,34	5
	Pada taraf/ <i>Level of</i> 0,1-5%	3,9**	0,2**	1,9**	1,9**	TN	1,9**
TSH 858	Kecil/ <i>Small</i> (2,0-2,5)	61	43	6	61	0,33	22
	Sedang/ <i>Moderate</i> (2,5-3,2)	95	69	4	92	0,33	14
	Besar/ <i>Large</i> (3,2-3,8)	100	91	3	100	0,33	2
	Pada taraf/ <i>Level of</i> 0,1-5%	0,2**	16,8**	0,2**	2,6**	TN	1,4**
	SEM	0,6	4,9	0,1	0,8	-	0,8
UIT 1	Kecil/ <i>Small</i> (2,3<)	53	42	8	58	0,22	18
	Sedang/ <i>Moderate</i> (2,3-3,5)	84	70	6	60	0,44	12
	Besar/ <i>Large</i> (3,0-3,5 cm)	95	85	5	82	0,46	5
	Sangat besar/ <i>Very large</i> (3,5<)	100	92	3	100	0,62	4
	Pada taraf/ <i>Level of</i> 0,1-5%	0,2**	1,9**	0,2**	1,6**	0,2**	0,6**
UIT 1	SEM	0,8	0,1	0,1	0,9	1,4	0,1

Keterangan: $p < 0,05$ dan $p < 0,01$; PP = periode perkecambahan benih; P = perkecambahan benih; EP = daya kecambah benih; NP = nilai perkecambahan; LP = laju perkecambahan benih.

Note: $p < 0,05$ and $p < 0,01$; SGP = seed germination period; SG = seed germination; SG = seed germination; SGV = seed germination values; SGR = seed germination rate.

Keragaman hubungan ukuran lot benih kakao hibrida dengan perkecambahan dan benih segar menunjukkan perbedaan yang sangat nyata, kecuali laju perkecambahan benih tidak nyata pada GC 7, ICS 60, ICS 13, dan TSH 858. Benih kakao hibrida GC 7, ICS 60, dan TSH 858 menunjukkan perkecambahan, nilai perkecambahan, periode perkecambahan, dan daya kecambah masing-masing pada benih ukuran sedang dan besar tertinggi. Hasil terbaik ditunjukkan benih ICS 13 terhadap perkecambahan, nilai perkecambahan, periode perkecambahan dan daya kecambah, kecuali UIT 1 dengan laju perkecambahan benih masing-masing pada benih ukuran sedang, besar, dan sangat besar. Rata-rata nilai persentase tertinggi untuk benih segar baik adalah GC 7, ICS 60, ICS 13, TSH 858, dan UIT 1, pada ukuran benih kecil. Keragaman hubungan ukuran benih optimal dengan mutu fisiologis benih, baik pada perkecambahan, nilai, periode, daya, maupun laju perkecambahan benih, ditunjukkan oleh GC 7, ICS 60, dan TSH 858 pada benih ukuran sedang dan besar, sedangkan

ICS 13 dan UIT 1 pada benih ukuran sedang, besar, dan sangat besar.

Benih pada kelima kakao hibrida yang berukuran kecil memiliki daya kecambah yang rendah. Hal ini disebabkan oleh kemampuan benih untuk berkecambah normal pada kondisi optimum dipengaruhi kestabilan sifat-sifat alami, mutu genetik, dan cepat mengalami kemunduran (deteriorasi). Selain itu, dipengaruhi juga oleh kadar air benih dan kondisi lingkungan, seperti ketersediaan air, suhu, kelembaban, dan struktur anatomi benih yang memungkinkan daya berkecambah yang rendah. Secara fisik, daya kecambah benih dipengaruhi oleh ukuran besar atau kecil dan bobot maksimum benih. Mutu benih suatu tanaman dapat ditentukan dengan struktur, biokimia, dan ukuran benih. Saat benih mengalami pertumbuhan, terjadi imbibisi memperbaiki membran sel serta merangsang kegiatan metabolisme dan periode perkecambahan benih (MOHANTY dan SAHOO, 2000; ILYAS *et al.*, 2002; BEWLEY and BLACK, 2009).

Kecepatan berkecambah merupakan salah satu ukuran vigor benih. Vigor benih merupakan kemampuan potensi benih untuk cepat berkecambah, tumbuh serempak, dan berkecambah normal pada kondisi lapangan serta berpenampilan seragam. Benih berukuran besar dan sedang lebih vigor dan cepat berkecambah dibandingkan dengan yang berukuran kecil. Menurut SCHMIDT (2000), benih yang berukuran besar cenderung berkecambah lebih cepat dan menghasilkan semai yang lebih besar dan vigor daripada benih yang berukuran lebih kecil karena ukuran embrio dan cadangan makanan yang lebih besar. Menurut SUITA dan NURHASYBI (2008), benih berukuran besar dapat dipergunakan sebagai salah satu kriteria seleksi karena berkorelasi dengan kecepatan berkecambah benih tanjung. Sementara itu, SCHMIDT (2000) menyatakan bahwa ukuran dan bobot berkorelasi dengan viabilitas dan vigor benih dan lebih. Benih yang berukuran besar lebih baik dibandingkan dengan yang kecil. Benih dengan ukuran dan bobot lebih besar lebih banyak dipilih karena umumnya berhubungan dengan kecepatan berkecambah dan perkembangan semai yang lebih baik. Benih ukuran besar mempunyai kualitas yang lebih baik daripada benih kecil, namun kondisi tersebut tidak berlaku umum. Namun, ukuran benih tertentu tidak berpengaruh nyata terhadap viabilitas dan vigor bibit. Benih berukuran besar menghasilkan bibit dengan pertumbuhan lebih cepat daripada benih kecil karena benih

besar mempunyai embrio dan cadangan makanan yang lebih besar. Perkecambahan dan vigor benih dipengaruhi oleh tingkat kemasakan fisiologis, ukuran, dan bobot biji.

Pada Tabel 4, keragaman ukuran lot benih terhadap perkecambahan dan daya hidup benih memberikan hasil yang sangat nyata berbeda, sedangkan laju perkecambahan benih tidak berbeda nyata. Keragaman hubungan berbagai ukuran benih dengan daya hidup benih optimal pada GC 7 ditunjukkan pada benih besar, ICS 60 dan TSH 858 benih sedang dan besar, serta ICS 13 dan UIT 1 pada ukuran benih sedang, besar, dan sangat besar. Dari semua benih kakao hibrida yang diteliti, perkecambahan benih di rumah kaca untuk benih ukuran kecil memberikan hasil yang rendah. Hal ini memberikan pengaruh yang merugikan jika memilih benih ukuran kecil. Diduga, benih dengan ukuran sedang, besar, dan sangat besar memiliki ketersediaan cadangan makanan yang cukup, sehingga mendukung proses fisiologis dan biokimia benih dalam proses perkecambahan benih. Pada ukuran benih tersebut, dapat memberikan perkecambahan benih yang optimal. Menurut ELLISON (2001), benih berukuran sedang dan besar memberikan nilai dan daya perkecambahan terbaik dibandingkan dengan kecil dan sangat kecil. Namun, ditemui juga pada benih ukuran sedang belum tentu memberikan perkecambahan dan daya hidup benih yang maksimal pada benih kakao GC 7 dan UIT 1 (Tabel 3 dan 4).

Tabel 4. Keragaman hubungan ukuran benih kakao hibrida dengan perkecambahan dan daya hidup bibit

Table 4. Diversity of seed size hybrid cocoa relationship with germination and seedling survival

Benih kakao hibrida <i>Seeds of hybrid cocoa</i>	Ukuran benih <i>Seed size (cm)</i>	Nurseri (Pembibitan)/Seedling					Daya hidup <i>Vitality</i>
		P (%) SG	NP SGV	PP (hari) PP (day)	EP (%) LP		
GC 7	Kecil/Small (1,0-1,5)	17	1,18	8	3	0,11	14
	Sedang/Moderate (1,5-2,2)	69	29,3	6	24	0,11	43
	Besar/Large (2,2-2,5)	86	47,5	4	29	0,11	56
	Pada taraf/Level of 0,1-5%	1,9**	1,8**	4,1**	2,0**	TN	2,0**
	SEM	0,6	0,5	1,2	0,6	-	0,6
ICS 60	Kecil/Small (2,0<)	36	2,9	7	5	0,11	23
	Sedang/Moderate (2,0-2,4)	85	35,7	5	38	0,11	57
	Besar/Large (2,5-3,4)	95	51,4	3	41	0,11	75
	Pada taraf/Level of 0,1-5%	2,0**	1,2**	2,9**	1,9**	TN	2,0**
	SEM	0,6	0,3	0,8	0,6	-	0,6
ICS 13	Kecil/Small (2,0-2,4)	31	2,6	7	3	0,11	21
	Sedang/Moderate (2,4-2,5)	83	33,8	6	30	0,11	52
	Besar/Large (2,5-2,9 cm)	93	44,9	3	35	0,11	72
	Sangat besar/Very large (2,9<)	96	54,5	4	42	0,11	78
	Pada taraf/Level of 0,1-5%	1,9**	0,19**	1,9**	1,9**	TN	1,9**
TSH 858	Kecil/Small (2,0-2,5)	38	3,2	6	6	0,11	24
	Sedang/Moderate (2,5-3,2)	87	41,1	5	32	0,11	59
	Besar/Large (3,2-3,8)	97	54,3	3	42	0,11	79
	Pada taraf/Level of 0,1-5%	3,4**	1,2**	2,0**	2,0**	TN	2,8*
	SEM	0,9	0,3	0,6	0,6	-	0,8
UIT 1	Kecil/Small (2,3<)	26	2,4	7	4	0,33	12
	Sedang/Moderate (2,3-3,5)	79	24,5	6	23	0,33	10
	Besar/Large (3,0-3,5 cm)	86	44,5	4	30	0,33	60
	Sangat besar/Very large (3,5<)	99	58,5	3	48	0,33	83
	Pada taraf/Level of 0,1-5%	1,9**	2,8**	2,0**	2,0**	TN	1,8**
	SEM	0,6	0,6	0,7	0,6	-	0,6

Keterangan : $p < 0,05$ dan $p < 0,01$; PP = periode perkecambahan benih; P = perkecambahan benih; EP = daya kecambah benih; NP = nilai perkecambahan; LP = laju perkecambahan.

Note: $p < 0,05$ and $p < 0,01$; SGP = seed germination period; SG = seed germination; SGV = seed germination values; SGRV = seed germination rate.

Secara fisik, benih berukuran besar dan sedang menunjukkan persentase kecepatan kemunculan kecambah lebih tinggi dibandingkan dengan benih ukuran kecil. Menurut PERRYMAN (2003) dan KHERA *et al.* (2004), ukuran benih tidak mempengaruhi perkecambahan, tetapi bobot benih yang lebih tinggi menghasilkan bibit yang vigor. Penentuan mutu fisik dan fisiologi benih dipengaruhi oleh lingkungan, namun benih tersebut memiliki vigor yang tinggi (COPELAND dan MCDONALD, 2001). Menurut IREMIREN *et al.* (2007) bobot benih kakao yang berasal dari bagian tengah buah kakao mempunyai daya kecambah yang lebih tinggi dan berkorelasi nyata terhadap kecepatan tumbuh dan daya hidup benih dibanding dengan bagian ujung dan pangkal buah kakao. Selanjutnya, hasil pengujian RIYANTO *et al.* (2013) dengan menggunakan klon tanaman

karet GT 1, PB 260, PR 303, BPM 24, dan LCB 1320 yang menunjukkan bobot benih berkorelasi nyata positif dengan berat segar akar, panjang akar, dan diameter batang. Pada spesies tanaman tertentu, ukuran benih tidak mempengaruhi perkecambahan, pertumbuhan, dan berat kering bibit (KHERA *et al.*, 2004). Benih memiliki kemampuan untuk mengembangkan sel untuk melakukan metabolisme maupun proses perkecambahan (MCDONALD, 2004).

Keragaman Hubungan Ukuran Benih dengan Pertumbuhan Bibit Kakao

Keragaman hubungan ukuran benih dengan pertumbuhan bibit kakao hibrida pada umur 21 HST menunjukkan hasil berbeda nyata sampai sangat nyata (Tabel 5 dan 6).

Tabel 5. Keragaman hubungan ukuran benih kakao hibrida dengan pertumbuhan bibit pada umur 21 HST
Table 5. Diversity of seed size relationships of hybrid cocoa seed with seedling growing at 21 DAP

Benih kakao hibrida <i>Seed of hybrid cocoa</i>	Ukuran benih <i>Seed size (cm)</i>	Parameter pertumbuhan/ <i>Growth parameters</i>				
		Panjang tunas <i>Shoots length (cm)</i>	Panjang akar <i>Root length (cm)</i>	Diameter batang <i>Stem diameter (mm)</i>	Diameter tunas <i>Shoots diameter (mm)</i>	Bobot kering bibit <i>Dry weight of seedlings (g)</i>
GC 7	Kecil/ <i>Small</i> (1,0-1,5)	35,8	5,3	0,36	0,20	0,90
	Sedang/ <i>Moderate</i> (1,5-2,2)	40,7	6,3	0,38	0,26	1,48
	Besar/ <i>Large</i> (2,2-2,5)	33,1	5,1	0,29	0,24	0,99
	Pada taraf/ <i>Level of</i> 0,1-5%	3,9**	3,9**	1,9**	0,4**	0,4**
	SEM	1,1	1,2	0,6	0,1	0,1
ICS 60	Kecil/ <i>Small</i> (2,0<)	56,2	5,8	0,36	0,22	0,92
	Sedang/ <i>Moderate</i> (2,0-2,4)	66,1	6,4	0,41	0,28	1,19
	Besar/ <i>Large</i> (2,5-3,4)	68,4	6,9	0,44	0,31	1,43
	Pada taraf/ <i>Level of</i> 0,1-5%	4,1**	0,2**	1,8*	0,4**	0,4**
	SEM	1,2	0,1	0,6	0,1	0,1
ICS 13	Kecil/ <i>Small</i> (2,0-2,4)	56,1	5,2	0,33	0,20	0,96
	Sedang/ <i>Moderate</i> (2,4-2,5)	64,8	5,8	0,40	0,27	1,24
	Besar/ <i>Large</i> (2,5-2,9)	65,2	6,8	0,43	0,30	1,38
	Sangat besar/ <i>Very large</i> (2,9<)	69,4	7,2	0,42	0,32	1,48
	Pada taraf/ <i>Level of</i> 0,1-5%	3,8**	0,2**	0,4*	0,4*	0,4**
	SEM	1,2	0,1	0,1	0,1	0,1
TSH 858	Kecil/ <i>Small</i> (2,0-2,5)	56,8	6,0	0,37	0,23	0,94
	Sedang/ <i>Moderate</i> (2,5-3,2)	67,8	6,8	0,45	0,31	1,38
	Besar/ <i>Large</i> (3,2-3,8)	69,5	7,0	0,47	0,35	1,45
	Pada taraf/ <i>Level of</i> 0,1-5%	4,0**	1,8**	1,9**	1,8**	1,8**
	SEM	1,2	0,5	0,6	0,5	0,6

Keterangan: $p < 0,05$ = nyata; $p < 0,01$ = sangat nyata dan TN = tidak nyata.

Note: $p < 0,05$ = significant; $p < 0,01$ = hight significant and NS = not significant.

Pertumbuhan bibit kakao tertinggi, yang ditunjukkan oleh panjang tunas, panjang akar, diameter batang, dan tunas dan bobot kering bibit tertinggi, ditunjukkan oleh GC 7 pada ukuran benih sedang, ICS 60 dan TSH 858 ukuran benih besar, serta ICS 13 dan UIT 1 pada ukuran benih sangat besar. Keragaman hubungan pertumbuhan bibit kakao tersebut yang optimal untuk GC 7 dan TSH 858 pada ukuran benih sedang dan besar, ICS 60 benih besar, serta

ICS 13 dan UIT 1 pada ukuran benih besar dan sangat besar (Tabel 5). Ukuran benih yang beragam memiliki potensi yang besar untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan bibit ke arah siap tanam. Benih berukuran besar dan sedang dengan parameter panjang tunas, panjang akar, diameter batang, dan bobot kering bibit kakao hibrida dapat digunakan sebagai kriteria morfologi bibit, selain bobot kering tunas, daun dan akar, total bobot kering bibit, serta

rasio bobot kering akar dan tunas. Menurut SUITA dan NURHASYBI (2008), ukuran benih dapat dipergunakan sebagai salah satu kriteria untuk pengumpulan benih tanjung dan penampilan benih berukuran besar dan sedang

sangat nyata berkorelasi dengan kecepatan berkecambah. Hal ini sebagai gambaran kemampuan benih untuk tumbuh berkecambah dan vigor pada pertumbuhan tinggi bibit benih tanjung.

Tabel 6. Keragaman hubungan ukuran benih kakao hibrida dengan pertumbuhan bibit pada umur 21 HST

Table 6. Diversity of relationships between seed size of hybrid cocoa and growing seedlings at 21 DAP

Benih kakao hibrida <i>Hybrid cacao seeds</i>	Ukuran benih <i>Seed size (cm)</i>	Perkembangan bibit kakao hibrida/ <i>Development of hybrid cacao seedlings</i>				
		Bobot kering tunas <i>Dry weight of shoots (g)</i>	Bobot kering daun <i>Leaf dry weight (g)</i>	Bobot kering akar <i>Root dry weight (g)</i>	Total bobot kering bibit <i>Total dry weight of seedlings (g)</i>	Rasio bobot kering akar dan tunas <i>Dry weight of root and shoots ratio (g) (A:T)</i>
GC 7	Kecil/ <i>Small</i> (1,0-1,5)	1,71	0,81	0,93	2,64	0,79
	Sedang/ <i>Moderate</i> (1,5-2,2)	2,42	0,94	1,09	3,51	0,90
	Besar/ <i>Large</i> (2,2-2,5)	1,82	0,83	0,95	2,77	0,69
	Pada taraf/ <i>Level of</i> 0,1-5%	0,22*	0,2**	0,22**	0,20**	0,2*
	SEM	0,6	0,1	0,6	0,6	0,1
ICS 60	Kecil/ <i>Small</i> (2,0<)	1,72	0,80	0,89	2,61	0,80
	Sedang/ <i>Moderate</i> (2,0-2,4)	2,15	0,96	1,11	3,26	0,87
	Besar/ <i>Large</i> (2,5-3,4)	2,56	1,13	1,30	3,86	0,92
	Pada taraf/ <i>Level of</i> 0,1-5%	0,40**	1,8**	3,40**	3,99**	0,4*
	SEM	0,12	0,6	0,12	1,16	0,1
ICS 13	Kecil/ <i>Small</i> (2,0-2,4)	1,77	0,81	0,91	2,68	0,74
	Sedang/ <i>Moderate</i> (2,4-2,5)	2,26	1,02	1,12	3,38	0,83
	Besar/ <i>Large</i> (2,5-2,9)	2,44	1,06	1,18	3,62	0,91
	Sangat/besar <i>Very large</i> (2,9<)	2,56	1,16	1,20	3,70	0,94
	Pada taraf/ <i>Level of</i> 0,1-5%	0,37 **	0,4**	0,4**	0,38 **	0,4 *
	SEM	0,11	0,1	0,1	0,11	0,1
TSH 858	Kecil/ <i>Small</i> (2,0-2,5)	1,83	0,89	0,92	2,75	0,76
	Sedang/ <i>Moderate</i> (2,5-3,2)	2,46	1,08	1,10	3,56	0,88
	Besar/ <i>Large</i> (3,2-3,8)	2,57	1,12	1,16	3,73	0,94
	Pada taraf/ <i>Level of</i> 0,1-5%	0,42**	0,4**	0,39**	0,42**	0,4*
	SEM	0,12	0,1	0,12	0,12	0,1
UIT 1	Kecil/ <i>Small</i> (2,3<)	1,68	0,80	0,98	2,66	0,79
	Sedang/ <i>Moderate</i> (2,3-3,5)	2,31	1,06	1,09	3,40	0,86
	Besar/ <i>Large</i> (3,0-3,5)	2,64	1,13	1,19	3,83	0,97
	Sangat besar/ <i>Very large</i> (3,5<)	2,71	1,19	1,21	3,92	0,98
	Pada taraf/ <i>Level of</i> 0,1-5%	0,39**	1,8**	0,39**	1,8**	0,4*
	SEM	0,12	0,6	0,12	0,6	0,1

Keterangan: $p < 0,05$ = nyata; $p < 0,01$ = sangat nyata dan TN = tidak nyata

Note: $p < 0,05$ = significant; $p < 0,01$ = hight significant and NS = not significant

Pada Tabel 6 memperlihatkan keragaman hubungan pertumbuhan bibit kakao hibrida nyata hingga sangat nyata dengan hasil tertinggi diperoleh pada bobot kering tunas, bobot kering daun, bobot kering akar, total bobot kering bibit dan rasio bobot kering akar dan tunas (A : T). Perkembangan hasil total bobot kering tunas, total bobot kering bibit, bobot kering daun, bobot kering akar, dan rasio bobot kering akar dan tunas (A:T) optimal untuk ukuran benih sedang, besar dan sangat besar. Semua variabel tersebut dapat digunakan sebagai tolok ukur dalam menentukan mutu benih melalui beberapa ukuran benih kakao hibrida. Menurut STYLES (2003) dan SUKARMAN dan

HASANA (2003), pengujian mutu benih suatu tanaman dapat dilakukan dengan uji dormansi benih, daya kecambah, perkembangan vigor bibit, dan bobot kering bibit yang digunakan dalam suatu lot benih. Dari kelima benih kakao hibrida yang diteliti, tidak semua benih yang berukuran besar dan sangat besar menghasilkan pertumbuhan bibit tertinggi, namun benih berukuran sedang juga menggambarkan kemampuan tumbuh secara optimal misalnya pada GC 7. Artinya, benih ukuran sedang masih memiliki kemampuan untuk tumbuh secara optimal.

KESIMPULAN

Benih kakao hibrida GC 7, ICS 60, ICS 13, TSH 858, dan UIT 1 sangat beragam dalam ukuran dan bobot benih. Panjang, diameter, tebal, dan bobot per 100 benih kakao GC 7, ICS 60, dan TSH 858 dan ukuran benih sangat besar ICS 13 dan UIT 1 adalah yang terbaik. Keragaman hubungan ukuran benih dengan mutu fisiologis pada perkecambahan benih, nilai, periode, daya dan laju kecambah optimal untuk benih ukuran sedang dan besar pada kakao hibrida GC 7, ICS 60, dan TSH 858, sedangkan ICS 13 dan UIT 1 pada ukuran benih sedang, besar dan sangat besar. Keragaman hubungan ukuran benih dengan daya hidup benih optimal untuk kakao hibrida GC 7, ICS 60, dan TSH 858 pada benih ukuran sedang dan besar serta ICS 13 dan UIT 1 pada ukuran benih besar dan sangat besar. Keragaman hubungan pertumbuhan bibit dengan panjang tunas, panjang akar, diameter batang dan tunas serta rasio berat kering akar dan tunas optimal untuk kakao hibrida GC 7 dan TSH 858 pada benih ukuran sedang dan besar, ICS 60 benih besar serta ICS 13 dan UIT 1 benih ukuran besar dan sangat besar. Perkembangan hasil dari total bobot kering tunas, daun dan bibit, bobot kering akar, total bobot kering bibit dan rasio bobot kering akar dan tunas optimal pada ukuran benih sedang, besar, dan sangat besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan disampaikan kepada Direktur dan Kepala Kebun Benih Puslitkoka, Jember dan staf, Kepala Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih IPB, Prof. Dr. Ir. Satriyas Ilyas, M.Si. dan Kepala Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Bogor Dr. Ir. H. Darmono Taniwiryono, M.Sc. dan Dr. Ir. A. Purwantara yang telah mengizinkan dalam menggunakan fasilitas Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih IPB dan rumah kaca Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, atas segala bantuan dalam pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- ANONYMOUS. 2003. Program Perbenihan Tanaman Pangan. Balai Penelitian Tanaman Pangan. 23 hlm.
- [AOSA]. 2008. Rules for testing seeds. Association of Official Seed Analysts. Revised ed. Journal of Seed Technology. 63(3): 95-105.
- APRILIANTI, P. dan W.U. PUTRI. 2009. Physical study of santol seeds (*Sandoricum koetjape* Buem. F. Merr) and its storage at room temperature. Buletin Kebun Raya Bogor. 12(2): 61-68.
- ARIEF, R., E. SYAM'UN, dan S. SAENONG. 2004. Evaluasi mutu fisik dan fisiologis benih jagung dari ukuran biji dan umur penyimpanan yang berbeda. Jurnal Sains and Teknologi. 4(2): 54-64.
- BAHARUDIN, S. ILYAS, M.R. SUHARTANTO, dan A. PURWANTARA. 2010. Pengaruh lama penyimpanan dan perlakuan benih terhadap peningkatan vigor benih kakao hibrida. Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. 13(1): 73-84.
- BAHARUDIN, M.R. SUHARTANTO, S. ILYAS, dan A. PURWANTARA. 2011. Perubahan biologis dan fisiologis sebagai indikator masak benih kakao hibrida. Jurnal Penelitian Tanaman Industri. 17(2): 41-50.
- BAHARUDIN, A. PURWANTARA, S. ILYAS, dan M.R. SUHARTANTO. 2012. Patogenisitas beberapa isolat cendawan terbawa benih kakao hibrida. Jurnal Penelitian Tanaman Industri. 19(1): 1-7.
- BEWLEY, J.D. and M. BLACK. 2009. Seed Physiology of Development and Germination. Plenum Press New York and London. Plant Physiology Research. 349 p.
- COPELAND, L.O. and M.B. MCDONALD. 2001. Principles of Seed Science and Technology. Fourth edition. Kluwer Academic Publishers. London. 425 p.
- ELLISON, A.M. 2001. Interspecific and interspecific variation in seed size and germination requirements of sarracenia (*Sarraceniaceae*). American Journal of Botany. 8: 429-437.
- HADI, S. 2010. Physical characteristics, oil content, and fatty acid from seed of jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). and jarak kepyar (*Ricinus communis* L.). Jurnal Teknologi Pertanian. 6(2): 65-70.
- ILYAS, S., A. HASAN, U.J. SIREGAR, and SUDARSONO, 2001. Matricconditioning improve yardlong bean seed quality. Third International Crop Science Congress, Hamburg. 25-26 Januari 2001. p. 35-45.
- ILYAS, S., G.A.K. SUTARIATI, F.C. SUWARNO, and SUDARSONO. 2002. Matricconditioning improves the quality and protein level of medium vigor hot pepper seed. Journal Seed Technology. 24: 66-75.
- ILYAS, S. 2006. Seed treatment using matricconditioning to improve vegetable seed quality. Buletin Agronomi. 34(2): 124-132.
- IREMIREN, G.O., A.O. FAMAYE, and A.A. OLOYEDE. 2007. Effects of pod sizes and bean positions in pod on the germination and seedling growth of cocoa (*Theobroma cacao*). African Crop Science Conference Proceedings 2007. African Crop Science Society. 8: 1979-1982.
- ISTA. 2007. List of Stabilized Plant Names. 5th edition. Zurich. International Seed Testing Association. 28 th. 5-11 Mey 2007. 60 pp.
- ISTA. 2008. International Rules for Seed Testing Edition 2006. The International Seed Testing Association and Biotech/GM Crops in International Seed Testing Association News Bulletin. No.136, 16-19 Juni 2008: 3-5.

- KAUSHIK, N., K. KUMAR, and S. KUMAR. 2007. Potential of *Jatropha curcas* for biodiesel production in India. *Geophysical Research*. 9(2): 2-11.
- KHERA, N., A.K. SAXENA, and R.P. SINGH. 2004. Seed size variability and its influence on germination and seedling growth of five multipurpose tree species. *Seed Sci. and Technology*. 3(2): 319-330.
- LOREN, J.St. 2005. Information on seed processing equipment at the aberdeen plant material center. Plant Materials Center, NRCS Aberdeen, Idaho. The address is in the Sources section, Montana State Univ., Bozeman, 10 p.
- MCDONALD, M.B. 2004. Orthodox Seed Deterioration and Its Repair. *In: Arnold, R.B.L. and R.A. Sanchez (Eds.). Handbook of Seed Physiology*. p. 273-304.
- MOHANTY, S.K. and N.C. SAHOO. 2000. Effect of soaking period, seed size, and growth regulators on imbibition and germination of seeds of some field crops. *Orissa Journal of Agricultural Research*. 19(1): 172-177.
- PERRYMAN, C.A.B.B.L. 2003. Seed weight variation of wyoming sagebrush in Northern Nevada. *Biocell*. 29(3): 1-7.
- POPLUCHAI, S., M. RAORANE, K. EMAMI, J. SYERS, A. O'DONELL, and A. OHLI. 2008. Future research needs to make *jatropha* a viable alternate oil seed crop. *Proceeding of the International Technical Workshop on Feasibility of Non-Edible Oil Seed Crops for Biofuel Production*. Chiang Rai, Thailand. p. 136-145.
- RIYANTO, Y.E., TOEKIDJO, dan S. PURWANTI. 2013. Korelasi bobot benih dengan kemampuan bibit batang bawah karet (*Hevea brasiliensis* Muell.-Arg.). *Vegetalika*. 2: 31-39.
- SADJAD, S. 2008. *The Philosophy of Seed*. IPB Press. Bogor. 350 p.
- SCHIMIDT, L. 2000. *Pedoman Penanaman Benih Hutan Tropis dan Sub Tropis*. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Indonesia. Forest Seed Project. PT. Gramedia. Jakarta 186 p.
- SETIAWAN, A. 2007. *Produksi Benih*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 620 hlm.
- STYLES, B. 2003. Effect of seed processing methods on germination and early seedling development of cotton. Emergent Genetics Inc. University of Tennessee Agricultural at Martin. Published in the united States of America, 20 p.
- SUITA, E. dan NURHASYBI. 2008. The effect of seed size on seed germination and growth of *tanjung (Mimosa elengi L.)* seedling. *Journal Materials Science and Engineering*. XIV(2): 41-46.
- SUKARMAN dan M. HASANAH. 2003. Perbaikan Mutu Benih Aneka Tanaman Perkebunan Melalui Cara Panen dan Penanganan Benih. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, Vol 22 (1): 16-21.
- WIDAJATI, E. 2007. *Biofisik Benih*. Materi Kuliah. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 52 hlm.
- WIEDEMANN, H.J.M.H. 2005. *Seed Processing*. Southern Plains Range Research Station. Woodward, Oklahoma. Woodward Chaffy Seed Conditioner. SDA-ARS. 9 p.
- WINAYANUWATTIKUN, P., C. KAEWPIBOON, K. PIRIYAKANANON, S. TANTONG, W. THAKERNKARNKIT, W. CHULALAKSANANUKUL, and T. YONGVANICH. 2008. Potential plant oil feedstock for lipase-catalyzed biodiesel production in Thailand. *Biomass and Bioenergy*. 32: 1279-1286.