

PENGARUH BAHAN PENGEKSTRAK DAN TINGKAT KADAR AIR TERHADAP VIABILITAS DAN VIGOR BENIH KAKAO (*Theobroma cacao* L.)

Effect of Extracted Material and Water Level Rate to Viability and Vigor of Cacao Seed (Theobroma cacao L.)

Suldahna¹, Hasanuddin², Erida Nurahmi^{2*}

¹*Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala*

²*Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala, Darussalam 23111*

^{*}Email Korespondensi :

ABSTRACT

This research is intended to determine the effect of extracting materials and appropriate levels of water content on cocoa seeds, and whether or not there are any differences between the viability and the vigor of cocoa beans. The research was conducted at the Laboratory of Seed Science and Technology of the Faculty of Agriculture of Syiah Kuala University. The experimental design used was Completely Randomized Design of 3 x 3 factorial pattern with 3 x replications, so there were 9 treatment combinations and 27 experimental units. The factors studied were extracts consisting of 3 levels, namely: husk ash, sawdust and whiting and three levels of air three levels, namely: 30%, 25%, and 15%. Measurable benchmarks include Growing Potential (PT), Growing Power (DB), Vigor Index (IV), Growth Rate (KCT), Growth Unity (KST), Time Required to Achieve 50% of Total Relative Germination (T50) and Normal Dry Sprout Weight (BKKN). The results of this study showed that extracting foods are very strong on the viability and strength of the cocoa seeds, which is balanced by the growth potential benchmarks (PT), power growth (DB), growth rate (KCT), growing laveny (KST), the time required to achieve 50% germination total (T50), vigor index (IV) and normal germination weight (BKKN). Meanwhile, fertility rate grew (KST), time needed to reach 50% total relative germination (T50), spirit index (IV) and normal dried germination (BKKN). The results of this study can be concluded that there is a very real interaction between the treatment of extracting materials with cocoa beans content levels. The interaction between sawdust and 30% moisture content is the best combination. Reproduction extracting materials to the effectiveness of increasing viability and vigor of cocoa seeds. The best extraction material is found in the sawdust extracting material. The degree of air hardness to the strength of increased viability and strength of cocoa seed. The best levels of cocoa seed air are found at 30%.

Keywords: cocoa, extract, seed

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan tanaman perkebunan yang tergolong kedalam famili *Sterculiaceae* dari genus *Theobroma*. Tanaman ini berasal dari hutan hujan tropis Amerika

Tengah dan bagian tengah Amerika Selatan tepatnya pada wilayah 18⁰ LU-15⁰ LS. Usaha pengembangan kakao mulanya dirintis oleh bangsa Spanyol ke Benua Afrika dan Asia. Di Indonesia, tanaman kakao di introduksi melalui Filipina ke

Sulawesi Utara dan sudah dikenal sejak 1560. Tahun 1806, usaha perluasan kakao dimulai lagi di Jawa Timur dan Jawa Tengah (Siregar *et al.* 2010).

Perhatian pemerintah terhadap usaha tani kakao sangat besar, berbagai usaha telah dilaksanakan untuk perkebunan kakao seperti perluasan areal dan perbaikan teknik budidaya. Tanaman kakao sangat sesuai untuk dijadikan perkebunan rakyat, karena mampu berbunga dan berbuah sepanjang tahun, sehingga dapat menjadi sumber pendapatan harian atau mingguan bagi pekebun, hal ini juga didukung permintaan pasar didalam negeri yang semakin besar seiring dengan terus berkembangnya sektor agroindustri (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia 2004).

Kakao paling terkenal dengan produk turunannya, berupa coklat. Produk-produk ini dikonsumsi di seluruh dunia, diminati karena rasa yang unik dan aroma yang tidak bisa digantikan oleh produk tanaman lainnya. Kakao merupakan sumber makanan yang kaya polifenol dan memiliki aktivitas antioksidan tinggi dari pada teh dan anggur merah. Beberapa efek menguntungkan dari polifenol adalah seperti anti-karsinogenik, anti-aterogenik, anti-maag, anti-trombotik, anti-inflamasi, kekebalan modulasi, anti-mikroba, efek vasodilatasi dan analgesik (Hii *et al.* 2009).

Sehubungan dengan meningkatnya permintaan kakao dunia akibat terus meningkatnya kebutuhan, Indonesia terus berupaya meningkatkan produksi dan ekspor kakao. Upaya peningkatan produksi dilakukan dengan berbagai cara di antaranya penanaman areal baru dan peremajaan. Perluasan dan peremajaan tanaman kakao tersebut memerlukan benih berkualitas dalam jumlah besar (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia 2004).

Salah satu kendala penting dalam rangka penyediaan benih berkualitas adalah bahwa benih kakao merupakan benih yang berdaging juga berair (pulp).

Pada saat masak fisiologis maupun masak morfologis kandungan air benih masih sangat tinggi, benih diselubungi oleh pulp yang saling melekat pada ruang-ruang tempat biji tersusun yang mengandung bahan yang bersifat inhibitor.

Zat penghambat perkecambahan (inhibitor) yang menyelubungi permukaan benih harus dihilangkan lebih dahulu sebelum dikeringkan (Kuswanto 2005). Sutopo (2002) juga menyebutkan bahwa banyak zat yang diketahui dapat menghambat perkecambahan salah satunya adalah pulp, yakni cairan buah yang melapisi biji. Untuk itu perlu dicari cara untuk memisahkan benih dari daging buahnya sehingga diperoleh benih yang bermutu baik. Pemisahan daging buah ini dapat dilakukan dengan bahan pengekstrak.

Perlakuan bahan pengekstrak pada daging benih bertujuan untuk mendapatkan benih yang bermutu, selain itu juga dapat mengendalikan serangan hama dan penyakit. Daging yang menyelubungi biji merupakan media yang baik bagi perkembangbiakan mikroorganisme seperti tumbuhnya jamur dan serangan semut. Jika daging buah tidak dibersihkan akan menjadi tempat yang baik bagi perkembangan mikroorganisme dan mempercepat kerusakan serta kemunduran benih. Sukarman dan Rusmin (2002) mengemukakan bahwa ekstraksi dilakukan segera setelah buah dipanen supaya benih tidak terinfeksi cendawan maupun terserang serangga.

Benih kakao dapat rusak bila tidak segera dihilangkan cairan pulpnya. Pembuangan pulp (ekstraksi) yang menempel pada biji kakao dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain menggosok benih dengan pasir dan serbuk gergaji. Cara lain biasa juga digunakan dengan merendam biji selama 20 menit didalam air kapur (25 g / L air), kemudian digosok dengan tangan sehingga pulp akan mudah dilepas (Siregar *et al.* 2002).

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa perlakuan ekstraksi selain mampu menghindari benih dari serangan cendawan, juga mampu mempertahankan viabilitas benih dibandingkan dengan benih tanpa perlakuan ekstraksi (Supianti 2000). Hilangnya lendir dari benih menjadikan kulit benih menjadi permeabel terhadap air dan oksigen sehingga dapat meningkatkan viabilitas dan vigor benih. Air dan oksigen merupakan syarat utama untuk perkecambahan. Pranoto *et al.* (1990) menyatakan bahwa air merupakan kebutuhan dasar yang utama untuk perkecambahan, fungsi air adalah untuk melunakkan kulit benih, mengencerkan protoplasma sehingga terjadi proses-proses metabolit di dalam benih dan mentranslokasikan cadangan makanan ke titik tumbuh yang diperlukan.

Dengan demikian sebelum benih dikeringkan pulp yang ada harus dihilangkan terlebih dahulu sebelum digunakan yaitu dengan menggunakan air kapur, pasir, serta arang sekam kemudian benih dicuci dengan air hingga bersih dan bebas dari lendir (Kuswanto 2005).

Selain masalah di atas tersebut hal terpenting dalam rangka penyediaan benih berkualitas adalah bahwa benih kakao merupakan benih rekalsitran. Benih rekalsitran bersifat tidak tahan jika dikeringkan dan peka terhadap suhu dan kelembaban yang rendah. Kondisi tersebut dapat menyebabkan benih kakao mengalami kerusakan akibat kontaminasi mikrobial, benih berkecambah selama penyimpanan dan kekurangan oksigen. Selain itu, pengeringan juga dapat menyebabkan kerusakan benih (King dan Roberts 1979). Karakteristik ini menyebabkan benih kakao mengalami penurunan kualitas dengan cepat bila kadar air benih turunan melampaui batas kadar air kritisnya.

Kematian dan kemunduran benih rekalsitran dapat disebabkan karena penurunan tingkat kadar air yang relatif

rendah. Chin (1990), mengemukakan bahwa benih kakao mempunyai kadar air kritis yang relatif tinggi, apabila kadar air benih diturunkan sampai di bawah kadar air kritis (12% - 31%) dapat menyebabkan viabilitas benih kakao menurun dengan cepat, bahkan dapat menyebabkan kematian. Penurunan tingkat kadar air benih kakao dapat menyebabkan deteriorasi. Terjadinya deteriorasi benih diduga akibat adanya degradasi mekanisme pemicu perkecambahan internal di dalam benih. Penurunan aktivitas metabolisme pada benih yang mundur menyebabkan viabilitasnya menurun. Secara fisiologis, terjadinya deteriorasi akibat kadar air terindikasi melalui menurunnya daya kecambah (Robi 1996) sedangkan secara biokimia dapat terlihat dari meningkatnya kebocoran membran (Winarsih 1994).

Bewley dan Black (1994) mengemukakan bahwa penurunan kadar air benih yang cukup tinggi akan menyebabkan terjadinya pengeringan di bagian embrio sehingga menekan aktivitas ribosom dalam mensintesis protein sehingga viabilitasnya menurun. Kadar air yang terlalu rendah akan mengakibatkan kerusakan komponen sub seluler yaitu perubahan struktur enzim, struktur protein dan penurunan integritas membran sel.

Permasalahan pada benih rekalsitran bukan hanya pada kadar air rendah, kadar air yang tinggi dapat pula menimbulkan kerusakan pada benih. Kandungan air yang tinggi pada benih rekalsitran menyebabkan benih tersebut peka terhadap desikasi dan *chilling injury*. Kandungan air yang terlalu tinggi dapat menimbulkan kerusakan apabila disimpan pada suhu di bawah nol. Suhu tersebut menyebabkan terjadinya *freezing injury* dan pembentukan kristal es dalam sitoplasma sel (Copeland dan McDonald 1995).

Benih kakao memiliki kadar air serta kandungan lemak yang tinggi yaitu lemak nabati sekitar 50 % yang terdiri dari 7 macam asam lemak yaitu asam palmitat

24.8%, stearat 33.0%, oleat 33.1%, linoleat 3.2%, arakhidonat 0.8%, sehingga bila diturunkan kadar airnya maka proses respirasi akan berjalan sangat cepat sehingga cadangan makanan akan habis, yang mengakibatkan embrio mati dan juga kandungan lemak akan teroksidasi sehingga menyebabkan kematian benih (Katriani 2010).

Mengingat benih kakao merupakan salah satu jenis benih rekalsitran dan besarnya pengaruh kadar air pada benih rekalsitran maka perlu diketahui tingkat kadar air pada benih kakao. Tingkatan kadar air benih akan merupakan petunjuk dalam mengelola benih rekalsitran tersebut. Dengan mengetahui dinamika tersebut maka penanganan pada benih akan lebih mudah.

Pengujian benih ditujukan untuk mengetahui mutu atau kualitas benih. Informasi tersebut tentunya akan sangat bermanfaat bagi produsen, penjual maupun konsumen benih. Karena mereka bisa memperoleh keterangan yang dapat dipercaya tentang mutu atau kualitas dari suatu benih. Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai bahan pengekstrak yang sesuai dengan kadar air yang berbeda terhadap viabilitas benih kakao.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bahan pengekstrak dan tingkat kadar air yang sesuai pada benih kakao, serta ada tidaknya interaksi antara kedua faktor tersebut terhadap viabilitas dan vigor benih kakao.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Benih kakao varietas

UAH (*Upper Amazone Hybrid*), diperoleh dari kebun rakyat Desa Lamtamot Kecamatan Lembah Seulawah Kabupaten Aceh Besar. Kantong benih untuk membalut benih di dalam wadah stoples pada saat menurunkan kadar air benih kakao. *Silica gel* untuk menurunkan tingkat kadar air benih kakao. Pasir sebagai media perkecambahan. Arang sekam, serbuk gergaji dan kapur sirih untuk mengekstrak benih kakao. Pestisida Delsen MX-200 dengan konsentrasi 3 g/ L air.

Alat –alat yang digunakan adalah: *Grainer-11* untuk mengukur tingkat kadar air benih, timbangan analitik untuk menimbang berat kering kecambah normal, stoples sebagai wadah pada saat menurunkan kadar air benih kakao. Pisau untuk membelah buah kakao pada saat pengambilan biji, baskom plastik digunakan sebagai wadah ekstraksi benih kakao, wadah perkecambahan untuk perkecambahan benih, *hand sprayer* untuk menyiram benih setelah penanaman dan selotip sebagai perekat untuk melapisi stoples agar kedap udara serta ayakan 8 mesh.

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola Faktorial 3 x 3 dengan tiga ulangan yang terdiri atas dua faktor yaitu bahan pengekstrak benih (M) dan tingkat kadar air benih (K). Bahan pengekstrak benih terdiri atas 3 taraf yaitu : M₁ = Arang sekam, M₂ = Serbuk gergaji, M₃ = Kapur sirih sedangkan faktor tingkat kadar air benih (K) terdiri atas 3 taraf yaitu: K₁ = 30 %, K₂ = 25 %, K₃ =15 %.

Benih jenis *Forastero* varietas UAH (*Upper Amazone Hybrid*) yang sudah matang diambil dari batang utama yang ditandai dengan kulit buah yang telah berwarna kuning, jika buah diketuk akan mengeluarkan suara dan bila buahnya dibelah pulpnya belum kering karena bila pulp telah kering biasanya biji telah berkecambah didalam buah (Sunanto,

2002). Biji diambil dari bagian tengah buah, tiap-tiap buah dibagi menjadi tiga bagian yaitu pangkal, tengah dan ujung. Benih yang diambil sebagai bahan tanam yaitu sebanyak 1/3 dari buah pada bagian tengah.

Perlakuan Ekstraksi Benih

Ekstraksi benih dilakukan dengan cara membelah buah secara membujur menggunakan pisau. Pembelahan dilakukan dengan cara hati-hati agar tidak merusak benih, kemudian benih dikeluarkan dari buahnya. Bahan-bahan yang digunakan untuk mengekstrak benih kakao adalah arang sekam, serbuk gergaji dan kapur sirih. Untuk memisahkan benih dari pulpnya dilakukan cara berikut:

1. Perlakuan pertama, benih yang masih diselubungi pulp dibersihkan langsung dengan arang sekam lalu diremas-remas atau digosok dengan tangan hingga bersih selanjutnya benih dicuci dengan air dan ditiriskan selama 15 menit.
2. Perlakuan kedua, benih dibersihkan dengan menggunakan serbuk gergaji lalu diremas atau digosok dengan tangan hingga bersih selanjutnya dicuci dengan air dan ditiriskan selama 15 menit.
3. Perlakuan ketiga, benih direndam dengan air kapur 25 g / L air selama 20 menit lalu, dicuci dengan air hingga bersih dan ditiriskan selama 15 menit.

Penentuan Kadar Air Benih Kakao

Penentuan tingkat kadar air benih dilakukan dengan menurunkan kandungan air benih pada taraf 30%, 25% dan 15%. Bahan yang digunakan untuk menurunkan tingkat kadar air benih adalah *silica gel*. Benih kakao yang telah di ekstrak dimasukkan kedalam kantong benih, kantong berisikan benih tersebut dimasukkan kedalam stoples yang telah diisi *silica gel* sebanyak 200 g/stoples. Kemudian stoples ditutup rapat dan diberi perekat (selotip) sehingga kedap udara.

Pengukuran tingkat kadar air dilakukan dengan menggunakan alat ukur *Grainer-11*. Media tanam diayak dengan ayakan berukuran 8 mesh dan dimasukkan kedalam wadah perkecambahan setinggi 15 cm. Benih dikecambahkan sebanyak 25 butir per baskom perkecambahan dengan posisi tegak dan bakal radikula (bagian besar dari benih) berada pada bagian bawah. Biji ditanam dengan jarak 3 cm x 5 cm.

Parameter Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap viabilitas potensial dan vigor kekuatan tumbuh. Untuk peubah viabilitas potensial digunakan tolok ukur potensi tumbuh, daya berkecambah dan bobot kering kecambah normal sedangkan peubah vigor kekuatan tumbuh terdiri atas kecepatan tumbuh, keserempakan tumbuh, Indeks vigor dan T_{50} .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Bahan Pengekstrak terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Kakao

Bahan pengekstrak berpengaruh sangat nyata terhadap viabilitas dan vigor benih kakao yang diamati berdasarkan tolok ukur potensi tumbuh (PT), daya berkecambah (DB), kecepatan tumbuh (K_{CT}), keserempakan tumbuh (K_{ST}), waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% dari total perkecambahan relatif (T_{50}), indeks vigor (IV), dan berat kering kecambah normal (BKKN). Rata-rata tolok ukur yang dapat diamati pada perlakuan bahan pengekstrak dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. dapat dilihat bahwa perbedaan bahan pengekstrak diikuti oleh perbedaan secara signifikan nilai viabilitas dan vigor benih kakao berdasarkan tolok ukur potensi tumbuh, daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh, keserempakan tumbuh, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% dari total perkecambahan relatif dan berat kering kecambah normal. Nilai tolok ukur potensi

tumbuh, daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh, keserampakan tumbuh dan berat kering kecambah normal tertinggi diperoleh pada benih yang di ekstrak dengan serbuk gergaji (M_2) dengan nilai masing-masing potensi tumbuh 61.4 %, daya berkecambah 53.05%, kecepatan tumbuh 10.78% etmal, keserampakan tumbuh 44.24 % etmal, indeks vigor 29.20 %, dan berat kering kecambah normal 20.51 gram, apabila dibandingkan dengan benih yang di ekstrak dengan bahan sekam

(M_1) dan kapur sirih (M_3) secara statistik nilainya berbeda. Perbedaan bahan pengeksrak juga diikuti oleh penurunan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% dari total perkecambahan relatif. Benih yang diekstraksi dengan serbuk gergaji (M_2) menghasilkan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% dari total perkecambahan relatif nyata lebih singkat di banding benih yang di ekstrak dengan menggunakan arang sekam (M_1) dan kapur sirih (M_3).

Tabel 1. Rata-rata tolok ukur viabilitas dan vigor benih kakao pada masing- masing jenis bahan pengeksrak benih

Perlakuan	Tolok Ukur yang Diamati						
	PT (%)	DB (%)	KCT (% etmal)	Kst (% etmal)	T ₅₀ (hari)	IV (%)	BKKN (gram)
M_1	59.85 b (67.44)	45.39 b (52.78)	9.64 b 3.34	32.29 b 32.00	23.96 b (16.49)	20.42 b (16.00)	25.44b (18.45)
M_2	61.4 b (68.00)	53.05 c (62.22)	10.78 c 4.18	44.24 c 50.67	22.95 a (15.20)	29.20 c (26.67)	26.93c (20.51)
M_3	45.36 a (52.00)	40.12 a (44.89)	8.67 a 2.71	28.34 a 25.33	24.61 c (17.34)	14.52 a (9.33)	22.05a (14.09)
BNJ 0.05	6.88	3.06	0.52	3.35	0.50	3.53	1.36

Keterangan :

PT = Potensi Tumbuh DB = Daya Berkecambah

IV = Indeks Vigor KcT = Kecepatan Tumbuh

Kst = Keserampakan tumbuh T₅₀ = Total perkecambahan relatif 50 %

BKKN = Bobot Kering Kecambah Normal

Tingginya nilai potensi tumbuh, daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh, keserampakan tumbuh, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% dari total perkecambahan relatif dan berat kering kecambah normal erat kaitannya dengan jenis bahan pengeksrak yang digunakan sehingga mempengaruhi mutu fisik benih kakao. Hal ini diduga karena ekstraksi benih menggunakan bahan serbuk gergaji menghasilkan benih yang lebih kesat dan bersih dari lendir dibanding bahan pengeksrak sekam dan kapur sirih. Hilangnya pulp atau lendir yang menyelimuti benih menjadikan benih permeabel terhadap oksigen sehingga

dapat meningkatkan viabilitas dan vigor benih kakao (Pranoto *et al.* 1990).

Ekstraksi benih menggunakan arang sekam mampu menghilangkan pulp yang menempel pada kulit benih namun sisa pulp sebagian masih menempel dan lengket pada benih meskipun telah dibilas dengan air sehingga mutu fisik benih menjadi kurang baik, namun sudah cukup baik untuk meningkatkan viabilitas dan vigor benih kakao. Sedangkan perlakuan perendaman benih dalam air menggunakan kapur sirih belum mampu menghilangkan lendir yang menempel pada benih kakao dan warna benih kakao yang dihasilkan menjadi buram. Benih kakao yang masih diselimuti oleh lendir

diperkirakan dapat berpengaruh buruk terhadap perkecambahan sehingga menurunkan viabilitas vigor benih kakao. Hal ini diduga karena masih adanya lendir atau pulp yang menempel pada kulit benih setelah diekstrak sehingga saat penanaman dapat menghambat perkecambahan dan menjadi media mikroorganisme yang dapat menurunkan viabilitas benih. Menurut Soetisna *et al.* (1985), benih jeruk yang diselubungi oleh pulp dapat menghambat pertukaran gas dan air didalam benih ke lingkungannya, sehingga dapat menghambat perkecambahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa benih jeruk dapat berkecambah dengan cepat jika kulit benih jeruk dilepas dari benihnya.

Swarbrick (1965), menyatakan lendir yang mengelilingi benih kakao adalah penghambat perkecambahan. Perkecambahan dihambat secara osmotik karena adanya gula dalam lendir (King dan Roberts 1980). Sementara Ibanez dan Cases (1963) menyatakan bahwa perkecambahan benih tidak terjadi disebabkan oleh kerusakan embrio dan gangguan respirasi akibat adanya gula dan alkohol yang terkandung dalam lendir yang menyelimuti benih kakao. Gula dan alkohol tersebut adalah laktosa, maltose, isopropanol dan etyilene glycol.

Bahan pengekstrak berpengaruh sangat nyata terhadap tolok ukur potensi tumbuh, daya berkecambah, indeks vigor kecepatan tumbuh, keserampakan tumbuh, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% dari total perkecambahan relatif dan berat kering kecambah normal. Hal ini berarti semua tolok ukur viabilitas dan vigor benih kakao tersebut sangat peka terhadap berbagai jenis bahan pengekstrak yang digunakan untuk benih kakao.

Pengaruh Tingkat Kadar Air Benih terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Kakao

Perbedaan tingkat kadar air benih kakao berpengaruh sangat nyata terhadap viabilitas dan vigor benih kakao

berdasarkan tolok ukur potensi tumbuh (PT), daya berkecambah (DB), indeks vigor (IV), kecepatan tumbuh (KcT), keserampakan tumbuh (KsT), waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% dari total perkecambahan relatif (T_{50}) dan berat kering kecambah normal (BKKN).). Rata-rata tolok ukur yang dapat diamati pada perlakuan tingkat kadar air benih dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. menunjukkan nilai tolok ukur viabilitas dan vigor benih kakao berbeda secara statistik karena perbedaan tingkat kadar air dalam benih yang digunakan. Potensi tumbuh, daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh, keserampakan tumbuh, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% dari total perkecambahan relatif dan berat kering kecambah normal yang memiliki tingkat kadar air 30% (K_1) nilainya relatif lebih tinggi dibanding dengan nilai potensi tumbuh, daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh, keserampakan tumbuh, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% dari total perkecambahan relatif dan berat kering kecambah normal benih yang memiliki tingkat kadar air benih 25% (K_2) dan tingkat kadar air benih 15% (K_3). Nilai potensi tumbuh, daya berkecambah, indeks vigor, kecepatan tumbuh, keserampakan tumbuh, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% dari total perkecambahan relatif dan berat kering kecambah normal secara berurutan adalah 73.48%, 64.36%, 13.11% etmal, 48.37% etmal, 23.49 hari, 31.31%, dan 25.48 gram. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa perbedaan tingkat kadar air benih juga diikuti oleh penurunan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% dari total perkecambahan relatif. Benih yang memiliki kandungan air 30 % (K_1) menghasilkan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% dari total perkecambahan relatif nyata lebih singkat di banding benih dengan kadar air 25 % (K_2) maupun dengan kadar air 15 % (K_3). Nilai T_{50} pada K_1 adalah 15.90 hari, statistik nilainya berbeda dengan benih yang berasal dari K_2 dan K_3 .

Tabel 2. Rata-rata tolok ukur viabilitas dan vigor benih kakao pada masing-masing tingkat kadar air

Perlakuan	Tolok Ukur Yang Diamati						
	PT (%)	DB (%)	KcT (% etmal)	KsT (% etmal)	T ₅₀ % (hari)	IV (%)	BKKN (gram)
K ₁	73.48 b (88.89)	64.36 c (80.00)	13.11 c (5.19)	48.37 c 55.56	23.50 a (15.90)	31.31 c (27.56)	30.32 c (25.48)
K ₂	73.43 b (87.11)	58.98 b (72.78)	12.37 b (4.62)	43.33 b 47.11	23.68 a (16.13)	27.71 b (22.67)	27.27 b (20.99)
K ₃	19.70 a (11.44)	15.23 a (7.11)	3.61 a (0.41)	13.17 a 5.33	24.35 b (17.00)	5.13 a (1.78)	14.86 a (6.58)
BNJ _{0,05}	6.88	3.06	0.52	3.35	0.50	3.53	1.36

Keterangan :

PT = Potensi Tumbuh DB = Daya Berkecambah
 IV = Indeks Vigor KcT = Kecepatan Tumbuh
 Kst = Keserampakan tumbuh T₅₀ = total perkecambahan relatif 50 %
 BKKN = Bobot Kering Kecambah Normal

Semua tolok ukur yang diamati menunjukkan bahwa perbedaan tingkat kadar air benih kakao yang digunakan memberikan viabilitas dan vigor benih yang berbeda. Hasil pengamatan potensi tumbuh, daya berkecambah, indeks vigor kecepatan tumbuh, keserampakan tumbuh, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% dari total perkecambahan relatif dan berat kering kecambah normal menunjukkan bahwa benih dengan tingkat kadar air 30% memberikan nilai yang terbaik dibandingkan benih dengan tingkat kadar air 25% dan 15%. Hal ini diduga erat kaitannya dengan sifat benih kakao yang merupakan benih rekalsitran sehingga memerlukan kandungan yang tinggi untuk dapat berkecambah secara normal. Pranoto *et al.* (1990) menyatakan bahwa air merupakan kebutuhan dasar untuk perkecambahan, fungsi air adalah untuk melunakkan kulit benih sehingga embrio dan endosperma membengkak yang menyebabkan retaknya kulit benih, memungkinkan pertukaran gas sehingga suplai oksigen dalam benih terjadi, mengencerkan protoplasma sehingga terjadi proses-proses metabolisme dalam

benih dan mentranslokasikan cadangan makanan ke titik tumbuh yang diperlukan.

Penelitian ini menunjukkan bahwa penurunan tingkat kadar air pada taraf 25% yang digunakan maka viabilitas dan vigor benih kakao juga ikut menurun meskipun secara statistik nilainya tidak berbeda dengan kadar air 30%. Hal ini sejalan dengan penelitian Hor *et al.* (1984) menyatakan bahwa benih kakao sangat peka terhadap kondisi kekeringan, akan mati jika kadar airnya kurang dari 25%. Bewley dan Black (1985) mengemukakan bahwa penurunan tingkat kadar air pada benih rekalsitran kakao akan mengakibatkan pengeringan embrio, sehingga menekan aktivitas ribosom dalam mensintesis protein. Penurunan aktivitas tersebut mengakibatkan viabilitas benih menurun. Pammenter *et al.* (1998) menambahkan bahwa bila benih mengalami dehidrasi secara cepat atau lambat menyebabkan terjadinya penurunan viabilitas benih dan meningkatkan kebocoran membran. Semakin lama waktu dehidrasi menyebabkan persentase perkecambahan semakin menurun.

Penurunan tingkat kadar air pada taraf 15 % mengakibatkan penurunan yang sangat nyata terhadap viabilitas dan vigor benih kakao. Hal ini diduga karena penurunan tingkat kadar air pada taraf yang sangat rendah mengakibatkan hilangnya kemampuan benih untuk berkecambah akibat kehabisan cadangan makanan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Chin *et al.* (1981) menyatakan kadar air sampai dibawah kadar air kritis dapat menyebabkan viabilitas menurun dengan cepat, bahkan dapat menyebabkan kematian benih kakao. Bonner (1996) menambahkan bahwa benih rekalsitran selain tidak toleran pada suhu dan kelembaban rendah juga peka terhadap penurunan kadar air. Penurunan kadar air dapat mempengaruhi perubahan fisiologi dan biokimiawi benih rekalsitran. Bewley dan Black (1994) menambahkan bahwa penurunan kadar air benih yang cukup tinggi akan menyebabkan terjadinya pengeringan di bagian embrio sehingga menekan aktivitas ribosom dalam mensintesis protein sehingga viabilitasnya menurun.

Pengaruh Interaksi antara Bahan Pengekstrak Benih dengan Tingkat Kadar Air Benih terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Kakao

Interaksi antara bahan pengestrak benih terhadap tingkat kadar air benih menunjukkan pengaruh sangat nyata terhadap daya berkecambah (DB), berat kering kecambah normal (BKKN), kecepatan tumbuh ($K_C T$), keserampakan tumbuh ($K_S T$), pengaruh yang nyata terhadap potensi tumbuh (PT), berpengaruh tidak nyata terhadap waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% total perkecambahan (T_{50}) dan indeks vigor (IV). Rata-rata nilai potensi tumbuh, daya berkecambah, berat kering kecambah normal, kecepatan tumbuh dan keserampakan tumbuh pada masing-

masing pengaruh bahan pengestrak benih disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3 memperlihatkan potensi tumbuh dari masing-masing bahan pengestrak benih berbeda dengan adanya tingkat kadar air benih kakao. Interaksi antara bahan pengestrak dan kadar air benih terlihat bahwa pada perlakuan ekstraksi menggunakan sekam (M_1) menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar air sampai batas tertentu dapat menaikkan potensi tumbuh tanaman kakao dari 80% pada kadar air 25 % (K_2) dan menjadi 79.05% (K_1) pada tingkat kadar air 30 % meskipun secara statistik menunjukkan keduanya tidak berbeda nyata. Tetapi penurunan kadar air pada taraf 15 % menyebabkan potensi tumbuh turun drastis menjadi 19.83 % yang berbeda nyata dengan potensi tumbuh pada kadar air 25% (K_1) dan 30 % (K_2).

Demikian halnya pada bahan pengestrak serbuk gergaji (M_2) dimana semakin meningkatnya kadar air benih semakin meningkat nilai potensi tumbuh, dimana peningkatan tingkat kadar air pada taraf 25% sampai 30 % potensi tumbuh meningkat menjadi 83.24 % dan 80.68 %, secara statistik keduanya tidak berbeda nyata. Tetapi penurunan tingkat kadar air pada taraf 15% potensi tumbuh kakao turun drastis menjadi 20.27% yang berbeda nyata dengan potensi tumbuh dengan tingkat kadar air 25% (K_2) dan 30% (K_3) pada jenis bahan pengestrak yang sama.

Sedangkan pada bahan pengestrak kapur sirih (M_3) peningkatan tingkat kadar air benih kakao dapat meningkatkan potensi tumbuh benih kakao dari 56.38% pada kadar air 25% (K_2) menjadi 60.72% pada tingkat kadar air 30% (K_1), potensi tumbuh keduanya tidak berbeda nyata. Tetapi penurunan kadar air pada tingkat 15% (K_3) menyebabkan penurunan potensi tumbuh benih kakao menjadi 18.99 % yang berbeda nyata dengan potensi tumbuh kakao menggunakan tingkat kadar air pada taraf 25% dan 30%.

Tabel 3. Rata-rata interaksi kombinasi bahan pengekstrak dan tingkat kadar air benih terhadap viabilitas dan vigor benih kakao

Potensi Tumbuh (PT)	Bahan Pengekstrak (M)	Kadar Air (K)			BNJ 0.05
		K ₁	K ₂	K ₃	
12.95	M ₁	79.05 Bb	80.68 Bb	19.83Aa	12.95
	M ₂	80.68 Bb	83.24 Bb	20.27 Aa	
	M ₃	60.72 Ba	56.38 Ba	18.99 Aa	
Daya Berkecambah (DB)	Bahan Pengekstrak (M)	Kadar Air (K)			BNJ 0.05
		K ₁	K ₂	K ₃	
5.75	M ₁	63.51 Bb	57.87 Bb	14.80 Aa	5.75
	M ₂	73.92 Cc	67.52 Bc	17.71 Aa	
	M ₃	55.64 Ba	51.56 Ba	13.17 Aa	
Berat Kering Kecambah Normal (BKKN)	Bahan Pengekstrak (M)	Kadar Air (K)			BNJ 0.05
		K ₁	K ₂	K ₃	
2.57	M ₁	25.52 Ba	23.41 Bb	6.43 Aa	2.57
	M ₂	27.53 Bb	26.32 Bc	7.68 Aa	
	M ₃	23.38 Ca	13.24 Ba	5.64 Aa	
Kecepatan Tumbuh (KCT)	Bahan Pengekstrak (M)	Kadar Air (K)			BNJ 0.05
		K ₁	K ₂	K ₃	
0.98	M ₁	13.29 Bb	12.00 Ba	3.62 Aab	0.98
	M ₂	14.49 Bc	13.89 Bb	3.97 Aab	
	M ₃	11.56 Ba	11.21 Ba	3.24 Aa	
Keserampakan Tumbuh (KST)	Bahan Pengekstrak (M)	Kadar Air (K)			BNJ 0.05
		K ₁	K ₂	K ₃	
6.30	M ₁	47.69 Cb	37.64 Ba	11.54Aa	6.30
	M ₂	60.72 Bc	55.58 Bb	16.43 Aa	
	M ₃	36.70 Ba	36.79 Ba	11.54 Aa	

Bila melihat respon potensi tumbuh akibat interaksi berbagai bahan pengekstrak pada berbagai tingkat kadar air menunjukkan pada tingkat kadar air 30% potensi tumbuh berbeda-beda untuk masing-masing bahan pengekstraksi, dimana ekstraksi dengan sekam (M₁) nilai potensi tumbuhnya adalah 79.05, ekstraksi dengan serbuk gergaji (M₂) meningkat menjadi 80.68% secara statistik nilainya tidak berbeda nyata, tetapi potensi tumbuh berbeda nyata dengan benih yang di ekstrak dengan kapur sirih (M₃) yaitu

dengan nilai 60.72 %, meskipun tingkat kadar airnya sama-sama 30 % (K₁).

Pada tingkat kadar air 25% (K₂) nilai potensi tumbuh tertinggi terdapat pada bahan pengekstrak serbuk gergaji yaitu dengan nilai 83.24 dan potensi tumbuh mengalami penurunan pada ekstraksi menggunakan sekam yaitu dengan nilai 80.68 meskipun secara statistik tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Namun apabila diekstrak dengan menggunakan bahan pengekstrak dari bahan kapur sirih (M₃) nilai potensi tumbuh mengalami penurunan yang drastis

yaitu 56.38 yang berbeda nyata dengan ekstraksi menggunakan serbuk gergaji (M_2) dan sekam (M_1). Akan tetapi pada tingkat kadar air 15% potensi tumbuh pada berbagai bahan pengekstrak tidak berbeda nyata

Respon daya berkecambah benih kakao akibat interaksi antara bahan pengekstrak dengan tingkat kadar air benih pada bahan pengekstrak arang sekam menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar air benih, semakin tinggi daya berkecambah benih kakao. Pada benih dengan kadar air 25 % (K_2) nilai rata-rata daya berkecambah pada interaksi tersebut adalah 57.87% meningkat menjadi 63.51% pada tingkat kadar air 30% (K_1) meskipun secara statistik keduanya tidak berbeda nyata. Tetapi bila kadar airnya diturunkan pada tingkat 15% (K_3) maka daya berkecambah turun menjadi 14.80% yang berbeda nyata dengan daya berkecambah K_1 dan K_2 pada bahan pengekstrak yang sama.

Sedangkan penggunaan bahan pengekstrak yang menggunakan serbuk gergaji (M_2) menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar air benih kakao semakin tinggi daya berkecambah benih kakao. Dimana pada kadar air 15% nilai daya berkecambah adalah 13.17% meningkat menjadi 51.56% pada tingkat kadar air 25% (K_2) kemudian meningkat menjadi 55.64% pada tingkat kadar air 30%. Daya berkecambah K_1 dan K_2 tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata pada daya berkecambah dengan kadar air 15% pada bahan pengekstrak benih yang sama (M_3).

Demikian pula halnya dengan penggunaan bahan pengekstrak dari kapur sirih (M_3) dimana kadar air benih pada taraf 30% memperoleh nilai daya berkecambah yang tinggi bila dibandingkan dengan kadar air 25% (K_2) meskipun keduanya tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, namun bila tingkat kadar airnya diturunkan pada taraf 15 % (K_3) secara statistik nilai daya berkecambah menunjukkan perbedaan

yang sangat nyata bila dibandingkan dengan perlakuan K_1 dan K_2 .

Bila melihat daya berkecambah akibat interaksi berbagai bahan pengekstrak pada berbagai tingkat kadar air menunjukkan pada tingkat kadar air 30% nilai daya berkecambah paling baik terdapat pada ekstraksi serbuk gergaji, dimana perlakuan ekstraksi dengan menggunakan sekam (M_1) nilai potensi tumbuhnya adalah 79.05, pada ekstraksi dengan serbuk gergaji (M_2) meningkat menjadi 80.68% meskipun secara statistik nilainya tidak berbeda nyata, tetapi daya berkecambah berbeda nyata dengan benih yang di ekstrak dengan kapur sirih (M_3) yaitu dengan nilai 60.72 % , pada tingkat kadar airnya sama 30 % (K_1).

Pada tingkat kadar air 25% nilai daya berkecambah terbaik terdapat pada serbuk gergaji (67.52%) namun tidak berbeda nyata dengan sekam (57.87%) tetapi bila menggunakan kapur sirih (51.56%) menunjukkan penurunan nilai daya berkecambah benih kakao, yang berbeda nyata bila dibandingkan dengan perlakuan M_1 dan M_2 . Sedangkan nilai daya berkecambah pada tingkat kadar air 15% menunjukkan bahwa penggunaan bahan pengekstrak dari bahan serbuk gergaji (17.71) memperoleh nilai terbaik dibanding dengan ekstraksi sekam (14.80) dan kapur sirih (13.17) dan secara statistik semua perlakuan tersebut tidak menunjukkan perbedaan.

Pada berat kering kecambah normal (BKKN) respon interaksi antara bahan pengekstrak dengan tingkat kadar air benih terlihat semakin tinggi tingkat kadar air benih kakao, berat kering kecambah normal semakin berat. Nilai rata-rata pada K_3 adalah 6.43 g dan K_2 senilai 23.41g dan K_1 senilai 25.52 g. Pada perlakuan K_2 dan K_1 secara statistik tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan dengan kadar air K_3 . Demikian pula pada metode pengekstrak serbuk gergaji (M_2) dimana semakin tinggi kadar air, berat kering kecambah normal

semakin tinggi. Pada tingkat kadar air 15% (K₃) nilai berat kering kecambah normal adalah 7.8 g sedangkan pada tingkat kadar air benih 25% (K₂) senilai 26.32 g dan pada tingkat kadar air benih 30% senilai 27.53 g. Berat kering kecambah normal pada perlakuan K₂ dan K₁ tidak berbeda nyata pada penggunaan bahan pengekstrak serbuk gergaji (M₂), tetapi berbeda nyata dengan tingkat kadar air 15% (K₃) dengan bahan pengekstrak yang sama.

Bahan pengekstrak kapur sirih (M₃) menunjukkan dimana peningkatan kadar air juga meningkatkan nilai berat kering kecambah normal, dimana pada kadar air 15% (K₃) berat kering kecambah normal senilai 5.64 g meningkat menjadi 13.24 pada kadar air benih 25% (K₂) dan meningkat menjadi 33.38 g pada kadar air 30%. Berat kering kecambah normal pada taraf 15%, 25%, dan 30% berbeda nyata satu sama lain.

Adapun respon berat kering kecambah normal akibat interaksi antara bahan pengekstrak dengan tingkat kadar air benih tertentu terlihat bahwa pada kadar air 30% bahan pengekstrak serbuk gergaji (M₂) mempunyai berat kering kecambah normal tertinggi yang berbeda nyata dengan M₁ dan M₃ meskipun secara statistik nilainya tidak berbeda nyata. Sedangkan pada tingkat kadar air 25% (K₂) memperlihatkan berat kering kecambah normal yang berbeda pula, dimana nilai tertinggi terdapat pada ekstraksi serbuk gergaji (M₂) yang berbeda nyata dengan M₃ dan M₁, berat kering kecambah normal pada M₁ berbeda nyata dengan M₃ pada tingkat kadar air yang sama. Sedangkan pada tingkat kadar air 15% (K₃) pada berbagai bahan pengekstrak tidak memperlihatkan nilai yang berbeda nyata

Respon benih kakao akibat interaksi antara bahan pengekstrak dengan tingkat kadar air terhadap kecepatan tumbuh benih kakao terlihat bahwa kecepatan tumbuh semakin meningkat dengan meningkatnya kadar air benih. Pada tingkat kadar air benih 15% (K₃)

nilai kecepatan tumbuhnya 3.62% meningkat menjadi 12% pada kadar air 25% (K₂) dan naik menjadi 13.29% pada tingkat kadar air 30% (K₁) pada bahan pengekstrak yang sama (K₁). Sedangkan kecepatan tumbuh benih kakao dengan tingkat kadar air 15% (K₃) berbeda nyata dengan kecepatan tumbuh benih kakao dengan tingkat kadar air benih 25% (K₂) dan 30% (K₁), sedangkan pada K₁ dan K₂ secara statistik tidak berbeda nyata pada pengaruh bahan pengekstrak arang sekam (M₁).

Pada perlakuan ekstraksi menggunakan serbuk gergaji (M₂) menunjukkan kecepatan tumbuh benih kakao semakin meningkat dengan meningkatnya kadar air, dimana pada kadar air 15% nilai kecepatan tumbuh adalah 3.79% meningkat menjadi 13.98% pada kadar air 25% (K₂) dan naik menjadi 14.49% pada kadar air 30% dengan bahan pengekstrak yang sama (M₂). Demikian pula halnya pada bahan pengekstrak menggunakan kapur sirih (M₃), dimana peningkatan kadar air meningkatkan persentase kecepatan tumbuh benih kakao. Pada kadar air 15% kecepatan tumbuh senilai 3.24% /etmal menjadi 13.21%/etmal pada tingkat kadar air 25% (K₂) dan meningkat menjadi 11.56% pada tingkat kadar air 30%. Kecepatan tumbuh benih kakao tingkat kadar air 25% dan 30% tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata pada tingkat kadar air 15% pada bahan pengekstrak yang sama (M₃).

Respon masing-masing tingkat kadar air pada berbagai bahan pengekstrak terlihat tingkat bahwa kadar air 30% tertinggi terdapat pada bahan pengekstrak serbuk gergaji (M₂) yang berbeda nyata dengan bahan pengekstrak dari sekam (M₁) dan kapur sirih (M₃) pada tingkat kadar air yang sama (30%). Sedangkan pada kadar air 25% kecepatan tumbuh tertinggi terdapat pada metode ekstraksi serbuk gergaji (M₂) yang berbeda nyata dengan kecepatan tumbuh menggunakan bahan pengekstrak sekam (M₁) dan kapur sirih

(M₃), tetapi perlakuan M₁ tidak berbeda nyata dengan M₂ pada kadar air yang sama. Pada kadar air 15% kecepatan tumbuh tertinggi terdapat pada bahan pengekstrak serbuk gergaji (M₂) yang berbeda nyata dengan bahan pengekstrak dari sekam (M₁) dan kapur sirih (M₃), tetapi secara statistik perlakuan M₁, M₂, dan M₃ tidak berbeda nyata.

Respon benih kakao akibat interaksi antara bahan pengekstrak dan tingkat kadar air terhadap keserampakan tumbuh (K_{ST}) terlihat bahwa pada ekstraksi menggunakan bahan sekam (M₁) menunjukkan semakin tinggi tingkat kadar air maka nilai keserampakan tumbuh juga meningkat, dimana pada tingkat kadar air 15% (K₃) keserampakan tumbuh 15.54% menjadi 37.64% pada tingkat kadar air 25% dan naik menjadi 47.69% pada tingkat kadar air 30%, ketiganya berbeda nyata pada perlakuan bahan pengekstrak yang sama (M₁). Demikian pada bahan pengekstrak menggunakan serbuk gergaji (M₂), peningkatan tingkat kadar air benih dapat meningkatkan keserampakan tumbuh benih kakao, dimana pada tingkat kadar air 15% (K₃) rata-rata nilainya 16.43% menjadi 55.58% pada tingkat kadar air 25% (K₂) dan naik menjadi 60.72% pada tingkat kadar air 30%. Keserampakan tumbuh pada perlakuan K₁ dan K₂ tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata pada tingkat kadar air benih 15% pada bahan pengekstrak yang sama (M₂).

Hal serupa juga terlihat pada bahan pengekstrak kapur sirih (M₃), dimana peningkatan kadar air pada taraf tertentu dapat meningkatkan keserampakan tumbuh benih kakao. Pada tingkat kadar air 15% nilai keserampakan tumbuh 11.54% naik menjadi 36.79% pada K₂ dan 36.70 pada K₃. Keserampakan tumbuh pada K₁ dan K₂ tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata dengan keserampakan tumbuh K₃ pada bahan pengekstrak yang sama.

Bila dilihat pada respon keserampakan tumbuh masing-masing benih kakao pada berbagai bahan

pengekstrak terlihat pada tingkat kadar air 30% keserampakan tumbuh tertinggi terdapat pada bahan pengekstrak serbuk gergaji (M₂) yaitu 60.72% yang berbeda nyata dengan keserampakan tumbuh pada bahan pengekstrak sekam (M₁) dan kapur sirih (M₃) pada tingkat kadar air yang sama (K₁). Sedangkan pada kadar air 25% keserampakan tumbuh tertinggi terdapat pada bahan pengekstrak serbuk gergaji (M₂) yaitu 55.58% yang berbeda nyata dengan keserampakan tumbuh menggunakan bahan pengekstrak sekam (M₁) dan kapur sirih (M₃) pada tingkat kadar air yang sama (25%).

Sedang pada tingkat kadar air 15% tertinggi terdapat pada bahan pengekstrak serbuk gergaji (M₂) yaitu 16.43 %, yang tidak berbeda nyata dengan keserampakan tumbuh menggunakan bahan pengekstrak sekam (11.54) dan kapur sirih (11.54) pada tingkat kadar air yang sama (K₃).

Terdapat interaksi yang sangat nyata antara bahan ekstraksi dan tingkat kadar air terhadap viabilitas dan vigor benih kakao yaitu terhadap daya berkecambah (DB), berat kering kecambah normal (BKKN), kecepatan tumbuh (K_{CT}), keserampakan tumbuh (K_{ST}), berpengaruh tidak nyata terhadap waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 50% total perkecambahan (T 50%) dan indeks vigor (IV). Tolok ukur tersebut berbeda untuk masing-masing bahan pengekstrak dan tingkat kadar air benih yang digunakan. Berdasarkan pengaruh bahan pengekstrak benih kakao pada berbagai tolok ukur viabilitas dan vigor benih menunjukkan bahwa ekstraksi yang paling baik adalah berasal dari bahan pengekstrak serbuk gergaji (M₂), sedangkan tingkat kadar air yang menunjukkan nilai terbaik dijumpai pada 30% (K₁). Namun ekstraksi menggunakan sekam sudah cukup efektif untuk meningkatkan viabilitas dan vigor benih kakao, begitu juga dengan tingkat kadar air 25% dengan kata lain penurunan tingkat kadar air kakao sampai taraf 25% masih menunjukkan viabilitas benih yang tinggi.

Tingginya viabilitas dan vigor pada benih dengan menggunakan bahan pekecambah serbuk gergaji dengan tingkat kadar air pada taraf 30% diperkirakan karena benih yang di ekstrak menggunakan bahan serbuk gergaji mampu membersihkan benih dari penghalang perkecambahan yang disebabkan oleh lapisan pulp, selain itu ekstraksi menggunakan serbuk gergaji dapat melindungi benih dari kerusakan mekanis serta hilangnya pulp dari permukaan benih juga dapat mencegah benih dari serangan hama dan penyakit. Bewley dan Black (1985) menyatakan pulp merupakan penghalang dalam mengatur sirkulasi dan gas lainnya kedalam dan keluar benih. Selain itu lendir kakao disukai semut dan sebagai media yang baik bagi cendawan. Lendir-lendir akan mengalami fermentasi dan dapat menghambat masuknya oksigen dan air sehingga dapat menurunkan viabilitas benih.

Kandungan air benih merupakan kendala utama dalam mempertahankan mutu benih kakao yang bersifat rekalsitran. Penelitian ini menunjukkan kadar air pada taraf 30% memiliki viabilitas dan vigor paling tinggi di banding taraf tingkat kadar air lainnya. Hal ini erat kaitannya dengan sifat benih rekalsitran yang memerlukan tingkat kadar air tinggi untuk melakukan aktivitas perkecambahannya. Fungsi air bagi benih adalah mengisi semua bagian dari tiap sel, merupakan medium tempat berlangsungnya transport nutrient, reaksi-reaksi enzimatik metabolisme sel dan transfer energi kimia. Oleh karena itu semua aspek dari struktur dan fungsi sel harus beradaptasi dengan sifat-sifat fisik dan kimia air. Air dan produk ionisasinya, ion H^+ dan OH^- sangat mempengaruhi sifat dari berbagai komponen penting sel seperti enzim, protein, asam nukleat dan lipid. Sebagai contoh enzim katalitik amat tergantung pada konsentrasi ion H^+ dan OH^- (Salisbury dan Ross 1995). Air tidak hanya penting sebagai pelarut dalam reaksi-reaksi biokimia tetapi juga untuk

mengatur keseimbangan struktur sel, terutama membran (Adimargono 1997).

KESIMPULAN

Jenis benih berpengaruh terhadap viabilitas dan vigor benih kakao. Ekstraksi benih kakao yang berasal dari serbuk gergaji menghasilkan viabilitas dan vigor benih terbaik. Tingkat kadar air berpengaruh terhadap viabilitas dan vigor benih kakao. Kadar air 30% menghasilkan viabilitas dan vigor terbaik. Terdapat interaksi antara bahan pekecambah benih dan tingkat kadar air benih kakao. Benih yang diekstrak dengan menggunakan serbuk gergaji dengan tingkat kadar air 30% memiliki viabilitas dan vigor tertinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adimargono, S. 1997. Recalcitrant seeds, identification and storage [thesis]. Deventer: Larenstein International Agriculture Collage
- Bewley JD, M Black. 1985. *Seed: Physiologi of Development and Germinator*. New York and London: Plenum Press. 2nd Edition. 445 p
- Bewley JD, M Black. 1994. *Seed: Physiologi of Development and Germinator*. New York and London: Plenum Press. 3rd Edition. 367 p.
- Bonner FT. 1996. Response to drying of recalcitrant seed of *Quercus nigr* L. *Ann. Bot.* 78:181-187
- Chin HF, M Azis, BB Ang, S Hamzah. 1981. The Effect of moisture and temperature on the ultra structure and viability of seed of *Hevea brasiliensis*. *Seeds Science and Technology*. 9:411-422
- Chin HF. 1990. *Germination*. P. 38-52. In H.F. Chin and E. H. Robert

- (Eds.). *Recalcitrant Crop Seeds*. Kuala Lumpur: Trop. Press. SDN BHD
- Copeland LO, MB McDonald. 1995. *Seed Science and Technology*. New York(USA): Chapman and Hall Press. 409 p
- Hii CL, CL Law, S Suzannah, Misnawi, M Cloke. 2009. Polyphenols in cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Asian Journal of Food and Agro-Industry*
- Hor YL, HF Chin, MZ Karim. 1984. The Effect of seed moisture and storage temperature on the storability of cacao (*Theobroma cacao* L) seeds. *Seed Sci Technol*. 12:415-420
- Ibanez IM, Cases. 1963. The effect of sugars and alcohol on endogenous: respiration in cacao embryos. *Turrialba*. 13 (4) : 209-212
- Katriani. 2010. Penanganan dan Penyimpanan Benih Rekalsitran [internet]. [diunduh pada 2013 Maret 13]. Tersedia pada : http://www.unhas.ac.id/pertanian/indek2.php?option=com_docoman&task=docview&gi=147&hemid=75
- King MW, Roberts EH. 1979. The storage of Recalcitrant Seeds – Achievements and Possible Approaches. Rome: IBPGR-secretarial
- King MW, Roberts. 1980. *The Characteristic Roberts (Eds). Recalsitrant Crop Seed*. Kuala Lumpur: Trop. Press SDN BHD
- Kuswanto H. 2005. *Teknologi Pemrosesan, Pengemasan dan Penyimpanan Benih*. Yogyakarta (ID): Kanisius
- Pammenter NW, V Greggains, JL Kioko, J Wesley-Smitth, P Berjak, Finch-Savage WE. 1998. Effeck of differential drying rates on viability retention of recalcitrant seeds of *ekerbigia capensis*. *Seed Sci. and Technol*. 8(4) : 463-437p
- Pranoto H, SW Mugnisyah, E Murniati. 1990. *Biologi Benih*. Bogor(ID): IPB. 137 hal.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 2004. *Panduan Lengkap Budidaya Kakao*. Jakarta(ID): Agromania Pustaka
- Robi A. 1996. Pengaruh kadar air awal terhadap penurunan vigor dan upaya invigorasi terhadap viabilitas benih kakao (*Theobroma cacao* L.) [skripsi]. Bogor(ID): Faperta IPB.
- Salibusry FB, CW Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan*. Lukman DR, Sumaryono, penerjemah. Bandung(ID): ITB. 343 hal
- Siregar THS, Riyadi, L Nuraeni. 2000. *Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Cokelat*. Jakarta(ID): Penebar Swadaya
- Soetisna U, King MW, Roberts EH. 1985. Germinator tests recomandation for estimating the viability of moist or dri seeds of lemon (*Citrus limon*) and Lime (*C. aurantifolia*). *Seed Sci. and Tecno*. 13:87-110
- Sukarman, D Rusmin. 2002. Penanganan benih rekalsitran. *Buletin Plasma Nutfah*. 6 : 7-15
- Sunanto H. 2002. *Budidaya, Pengolahan dan Aspek Ekonominya*. Yogyakarta(ID): Kanisius. 130 hlm.
- Supianti P. 2000. Studi cara ekstraksi benih terhadap viabilitas benih jeruk besar dan serangan cendawan selama periode simpan [skripsi]. Bogor(ID): IPB
- Sutopo L. 2002. *Teknologi Benih*. Jakarta(ID): PT. Raja Grafindo Persada
- Swarbrick JT. 1965. Storage of cacao seeds. *Exp. Agric*. 10:201-207

Winarsih. 1994. Pengaruh kadar air benih, lama goncangan / transportasi serta GA3 dan NAA terhadap viabilitas benih damar (*Agathis loranthifolia* Salisv) [skripsi]. Bogor(ID): Faperta IPB.