

## SELEKSI KETAHANAN BIBIT KAKAO (*Theobroma cacao* L.) TERHADAP POLYETHYLENE GLYCOL

Mohammad Taufiq Hidayat  
Agribisnis Perikanan, Pertanian, Universitas Islam Madura  
Hidayat.ike.16@gmail.com

### ABSTRAK

*Peningkatan produksi kakao dapat dilakukan dengan perbaikan tanaman yang adaptif terhadap lahan marginal antara lain lahan kering. Salah satu upaya dapat dilakukan adalah dengan melakukan seleksi beberapa klon kakao yang memiliki potensi toleran terhadap cekaman kekeringan. Senyawa polyethylene Glycol (PEG) merupakan senyawa yang dapat digunakan untuk mensimulasi kondisi lahan yang kering. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan PEG pada berbagai klon kakao. Penelitian dilaksanakan secara Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial, diulang 3 kali. Faktor pertama adalah bahan tanam/klon, Faktor kedua adalah konsentrasi PEG. Pengamatan dilakukan terhadap tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, luas daun, bobot kering tanaman, bobot basah tanaman, panjang akar utama, jumlah cabang akar sekunder, jumlah stomata dan daya hantar listrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara bahan tanam/klon dengan konsentrasi PEG terhadap semua parameter pengamatan, Jenis bahan tanam/klon kakao ICS 60 merupakan klon yang memiliki rata-rata pertumbuhan bibit terbaik.*

*Kata Kunci : Perlakuan polyethylene Glycol (PEG), Kakao*

### ABSTRACT

*Increased cocoa production can be done with the improvement of plants adapted to marginal lands include dry land. One effort that can be done is to do a selection of some cocoa clones that have the potential tolerant of drought stress. Compound polyethylene Glycol (PEG) is a compound that can be used to simulate the conditions of dry land. This study aims to determine the effect of PEG treatment on the various clones of cocoa. Research carried out in a Random Design Group (RAK) is arranged in a factorial, repeated 3 times. The first factor is the planting material / clone. The second factor is the concentration of PEG, which consists of 5 levels, Observations were made on plant height, stem diameter, number of leaves, leaf area, plant dry weight, wet weight of plants, the main root length, number of branches of secondary roots, the number of stomata and electrical conductivity. The results showed that there was no interaction between planting materials / clones with PEG concentration of all observation parameters, types of planting materials / cacao clones ICS 60 is a clone that has an average growth of the best seeds.*

*Keyword : Treatment polyethylene Glycol (PEG), Cacao*

### PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perdagangan dan sumber pendapatan rakyat, serta penerimaan negara yang

cukup penting. Persaingan perdagangan komoditas ini cukup ketat. Peningkatan daya saing dapat diraih melalui upaya peningkatan produktivitas dan kualitas hasil, serta efisiensi. Pertumbuhan produksi kakao dunia sendiri relatif tinggi dengan rata-rata sebesar 5,8 % pertahunnya, sementara konsumsi tumbuh 4,8 % dengan kecenderungan terus meningkat. Indonesia merupakan pemasok ketiga terbesar di dunia setelah Pantai Gading dan Ghana dengan market share 13,6 % dari total produksi dunia atau sebesar 550.800 ton. Pertumbuhan produksi kakao Indonesia adalah sebesar 5,1 % per tahun (Soehargo, 2009). Upaya peningkatan produksi kakao di Indonesia pada pokoknya dapat dicapai dengan melakukan intensifikasi dan perluasan tanam. Kedua cara tersebut telah dikembangkan oleh perkebunan besar Negara maupun perkebunan swasta. Usaha peningkatan kakao ini akan lebih cepat tercapai bilamana sektor kakao rakyat dibina dan dikembangkan. Menurut John Bako Baon (1988) selama beberapa tahun terakhir, perluasan areal kakao semakin digalakkan di Indonesia. Usaha ini diharapkan dapat meningkatkan pemasukan devisa Negara di luar sektor minyak dan gas. Dalam usaha peningkatan produksi kakao melalui perluasan tanam sering dihadapkan dengan adanya pengembangan areal pertanaman ke kawasan marginal. Lahan marginal ini pada umumnya memiliki kesuburan tanah yang rendah di samping kandungan air tanah yang sedikit yang berarti kondisi tanah sering mengalami kekeringan. Lahan kering di Indonesia mencapai luas 40,7 juta ha (Direktorat Bina Rehabilitasi dan Pengembangan Lahan, 2008). Lahan kering memiliki karakteristik yang kurang menguntungkan seperti terbatasnya air, rendahnya produktivitas lahan, tingginya variabilitas kesuburan tanah, terbatasnya spesies tanaman yang dapat ditanam (Hamzah, 2003). Kekeringan merupakan salah satu kendala utama dalam produksi tanaman kakao khususnya dalam upaya perluasan tanaman kakao ke lahan marginal yang sering mengalami kekeringan.

Kondisi kekeringan pada tanaman kakao dapat mengakibatkan tanaman mengalami cekaman air atau stress air. Cekaman air mempengaruhi semua fase pertumbuhan tanaman, baik pertumbuhan vegetatif maupun pertumbuhan generatif, yang pada akhirnya akan mempengaruhi hasil tanaman. Kekurangan air pada tanaman terjadi karena ketersediaan air dalam media tidak cukup dan transpirasi yang berlebihan atau kombinasi kedua faktor tersebut. Menurut Mariska (2004) agen reaksi yang biasa digunakan untuk mendapatkan tanaman tahan kekeringan adalah PEG. *Polyethylene glycol* (PEG) adalah salah satu senyawa yang digunakan dalam *priming* dimana PEG mempunyai sifat mengontrol imbibisi dan hidrasi benih. Jenis *priming* yang sangat umum adalah *osmo priming* di mana benih direndam dalam larutan dengan tekanan osmosis tinggi biasanya *polyethylene glycol* (PEG).

Kondisi tanah yang kering dapat diuji dengan mengatur waktu penyiraman atau juga dapat mengkondisikan media menjadi kering dengan menggunakan larutan PEG yang dapat mempengaruhi tekanan osmosis dimana keadaan tersebut dapat menggambarkan kondisi kekeringan di lapang. Pengujian dengan menggunakan PEG dilakukan dalam hal seleksi terhadap beberapa klon kakao yang telah ada. Harapan klon tanaman kakao yang lolos seleksi tersebut dapat digunakan sebagai klon tanaman kakao tahan kekeringan dan memperoleh tanaman yang mampu beradaptasi dengan baik pada kondisi kekeringan yang pada akhirnya mampu ditanam, tumbuh dan berproduksi tinggi di lahan marginal dengan kondisi lahan kering.

Penelitian ini menggunakan klon kakao ICS 60, PBC 123, dan Sca 6. Ketiga klon ini diperoleh dari pusat penelitian kopi dan kakao (puslit kopi dan

kakao), karakteristik masing-masing klon yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Klon kakao ICS 60 mempunyai habitus tanaman besar dengan daya hasil 1.500 kg/ha dengan berat biji kering 1.67 g/biji. Warna flushnya merah kekuningan, bentuk daunnya panjang meruncing dengan ujung daun meruncing dan pangkal daun tumpul. Bentuk buahnya bulat memanjang dengan pangkal buah tumpul dengan leher botol, kulit buahnya kasar, alur buah tegas, ujung buah meruncing, warna buah hijau muda dan warna buah masak kuning.

Klon PBC 123 mempunyai tipe pertumbuhan yaitu: warna tangkai daunnya hijau berbentuk ellip, pangkalnya bulat dengan bentuk daunnya ujung meruncing, dan warna daun mudanya merah, bentuk buahnya *obovate* (panjang 18 cm, lebar 8 cm), pangkal ada leher botol dengan ujung runcing, permukaannya kasar, kedalaman alurnya dalam, kulit buahnya tebal, warna buah mudanya merah dan warna buah masak orange. Bentuk bijinya bulat lonjong dengan berat rata-rata 1 biji kering 1.32 g dan potensi hasilnya 2376 kg/ha/tahun. Ketahanannya: tahan terhadap hama helopeltis dan penyakit busuk buah.

Klon kakao Sca 6 mempunyai keragaan yaitu: vigorus daunnya berbentuk ellip, pangkal runcing dengan ujung agak meruncing, warna daun muda merah kekuningan, warna daun tua hijau. Bentuk buahnya elip (panjang 16 cm, lebar 6 cm), pangkal ada leher botol dengan ujung runcing, permukaan kasar, kedalaman alur dalam, kulit buahnya tebal, warna buahnya muda merah warna buahnya masak orange. Bentuk bijinya bulat lonjong dengan berat 1 biji kering 1.16 g dan potensi hasilnya 2127 kg/ha/tahun. Ketahanannya moderat terhadap helopeltis dan rentan terhadap penyakit busuk buah (Baon, 1988).

Faktor iklim dan tanah mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman kakao. Iklim sulit untuk di ubah atau di perbaiki, oleh sebab itu iklim sangat di perhatikan dalam penilaian lahan untuk tanaman kakao. Curah hujan merupakan hal yang penting bagi pertanaman kakao terutama distribusinya, karena erat kaitannya dengan pembentukan tunas muda dan produksi. Curah hujan tahunan yang ideal bagi tanaman kakao berkisar antara 1100-3000 mm, sedangkan curah hujan tahunan yang melebihi 4500 mm tidak cocok bagi pengembangan tanaman kakao. Di samping itu yang perlu menjadi pertimbangan, yaitu curah hujan yang berhubungan dengan kondisi tanah (Hardjono *et al*, 1991).

Tanaman kakao menghendaki kelembapan udara yang konstan dan relatif tinggi yaitu di atas 80%. Pada kelembapan tersebut keseimbangan metabolisme tanaman kakao terjamin dengan baik. Pada kelembapan tinggi tanaman kakao dapat menyesuaikan diri terhadap kekurangan air dalam tanah selama musin kering (Subagio, 1991).

Tanah yang gembur dan beraerasi baik serta mempunyai kadar lengas tanah yang cukup, air tidak menggenang, merupakan kondisi tanah yang baik untuk tempat tumbuh tanaman kakao. Kakao menghendaki tanah dengan tekstur geluh berpasir, karena tekstur yang demikian aerasinya cukup baik dan mampu menyimpan lengas tanah. Tanah dengan tekstur berat seperti lempung tidak baik untuk pertumbuhan tanaman kakao (Syamsulbahri, 1996).

Kakao merupakan tanaman yang tidak tahan cekaman air, secara langsung maupun tidak langsung, karena musim kemarau panjang maupun tiupan angin kering yang terus menerus. Kemarau yang panjang menyebabkan kelayuan daun serta mengeringnya ranting dan batang kakao sehingga produktivitas dapat merosot tajam. Akibat lainnya, daun dan batang kakao muda menjadi layu dan gugur, serta presentase biji pipih meningkat. Masalah cekaman air dapat diatasi dengan mengubah lingkungan agar cekaman air dapat

diminimumkan atau dengan memperbaiki genotipe tanaman agar tahan terhadap cekaman air (Winaryo *et al.*, 1997).

Kakao membutuhkan tanah yang mudah di tembus akar tunggangnya hingga kedalaman 150 cm. Tanaman kakao dengan akar tunggang yang kerdil dan bengkok akibat adanya lapisan padas atau kerikil, daya hasilnya akan rendah dan menurun terus (Baon, 1988). Penentuan nilai daya hantar listrik (DHL) merupakan suatu cara pendekatan untuk mengetahui taraf kejenuhan garam di dalam tanah. Nilai DHL 4  $\mu$ S menunjukkan kandungan garam di dalam larutan tanah cukup tinggi sehingga membahayakan kebanyakan tanaman pertanian. Hanya tanaman-tanaman yang toleran terhadap kegaraman tinggi dapat tumbuh pada kondisi tersebut. Batas ambang kritis untuk kebanyakan tanaman adalah 4  $\mu$ S. Makin tinggi DHL makin terbatas jenis tanaman yang dapat tumbuh dengan baik. Peningkatan DHL akan diikuti peningkatan potensial air. Potensial air menggambarkan tegangan air akibat adanya selisih yang tinggi antara kapasitas lapang dan titik layu permanent. Pada DHL yang tinggi juga mengakibatkan adanya perbedaan potensial air akibat tekanan osmotik (Syamsul, 2006).

Kekurangan air pada tanaman terjadi karena ketersediaan air dalam media tidak cukup dan transpirasi yang berlebihan atau kombinasi kedua faktor tersebut, sebaliknya didalam tanah air yang cukup tersedia tanaman tidak akan mengalami cekaman (kekurangan air). Cekaman air terjadi jika kecepatan absorpsi tidak dapat mengimbangi kehilangan air melalui proses transpirasi (Islami dan Utomo, 1995). Kehilangan air pada tanaman yang disebabkan oleh transpirasi merupakan suatu akibat yang tidak dapat dielakkan dari keperluan membuka dan menutupnya stomata untuk masuknya CO<sub>2</sub> dan kehilangan air melalui transpirasi lebih besar melalui stomata daripada melalui kutikula. Indeks luas daun yang merupakan ukuran perkembangan tajuk, sangat peka terhadap cekaman air, yang mengakibatkan penurunan dalam pembentukan dan perluasan daun, peningkatan penuaan dan perontokan daun, atau keduanya. Perluasan daun lebih peka terhadap cekaman air daripada penutupan stomata (Yoshida, 1981).

Peningkatan penuaan daun akibat cekaman air cenderung terjadi pada daun-daun yang lebih bawah, yang paling kurang aktif dalam fotosintesa dan dalam penyediaan asimilat, sehingga kecil pengaruhnya terhadap hasil (Goldsworthy dan Fisher, 1992). Menurut Martin *et al.*, (1994) cekaman air yang terjadi pada paruh kedua dari siklus hidup tanaman ercis mengakibatkan penurunan nilai LAI (*leaf area index*) setelah pembungaan. Penyebab rendahnya hasil biji ercis bila dibandingkan dengan hasil pada musim tanam sebelumnya disebabkan curah hujan selama paruh pertama siklus hidupnya lebih besar. Kekurangan air dapat menghambat laju fotosintesa, karena turgiditas sel penjaga stomata akan menurun. Hal ini menyebabkan stomata menutup (Lakitan, 1995).

Penutupan stomata pada kebanyakan spesies tanaman akibat berkurangnya air pada daun sehingga mengurangi laju penyerapan CO<sub>2</sub> pada waktu yang sama dan pada akhirnya akan mengurangi laju fotosintesa. Penutupan stomata merupakan faktor yang sangat penting dalam perlindungan mesophyta terhadap cekaman air yang berat (Fitter dan Hay, 1994).

Polyethylene Glycol (PEG) merupakan salah satu jenis osmotikum dengan rumus kimia HO-CH<sub>2</sub>-(CH<sub>2</sub>-O-CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-CH<sub>2</sub>-OH (Anonim, 2008). PEG biasa digunakan untuk mensimulasi kondisi kekeringan, karena sifatnya yang dapat menghambat penyerapan air oleh sel atau jaringan tanaman. Selain itu, PEG memiliki bobot molekul yang sangat besar ( $\geq 4000$ ) sehingga tidak bersifat toksik karena tidak dapat diserap oleh jaringan tanaman. PEG bersifat stabil,

polimer panjang, non ionik dan larut dalam air dan pelarut organik seperti metanol, benzena, karbon tetraklorida, kloroform, dimetilformamida (DMF), asetonitril, dan diklorometana (Dami dan Hughes, 1997). Senyawa PEG dapat menyebabkan penurunan potensial air yang homogen. Besarnya penurunan air sangat tergantung pada konsentrasi dan berat molekul PEG. Potensial air dalam media yang mengandung PEG dapat digunakan untuk meniru besarnya potensial air tanah (Michel and Kaufmann, 1973).

PEG juga dikenal sebagai poli (oxyethylene) atau poli (etilena oksida) (PEO), adalah polieteter sintetis tersedia dalam berbagai berat molekul. Pada berat molekul rendah (<1,000) PEG berupa cairan kental dan tidak berwarna, sedangkan pada berat molekul tinggi PEG (>1.000) berbentuk lilin, padatan putih dengan titik leleh berbanding lurus dengan berat molekul yaitu sekitar 67 °C. PEG telah banyak digunakan dalam berbagai eksperimen untuk mensimulasikan cekaman kekeringan. Beberapa penelitian telah banyak dilakukan dengan menggunakan PEG dalam media kultur somaklonal. Peningkatan konsentrasi PEG dalam media akan menyebabkan terhambatnya proses osmosis dalam sel sehingga menghambat masuknya air ke dalam sel (Lawyer, 1970). Beberapa jenis tanaman dilaporkan mengalami peningkatan toleransi terhadap cekaman kekeringan dengan PEG, diantaranya tanaman kedelai, bunga matahari, tomat, wortel, padi, kacang tanah, dan nilam. Pada kedelai, hampir semua kalus dengan struktur embrio somatik yang tidak diperlakukan dengan PEG (0%) dapat hidup. Biakan yang diseleksi dengan larutan PEG konsentrasi 25% dan 50% ada yang hidup dan ada yang mati, sedangkan biakan yang diperlakukan PEG konsentrasi yang lebih tinggi (75%) semuanya mengalami kematian (Husni *et. al.*, 2003). Pada tanaman nilam dilaporkan bahwa konsentrasi PEG 20% dapat menyebabkan kematian kalus 66,9 – 85,0% (Sutjahyo *et. al.*, 2007).

Penelitian ini mencoba melakukan pengamatan terhadap klon-klon kakao terhadap tahan kekeringan atau dikenal tahan pada lahan marginal dengan perlakuan PEG, sehingga peneliti dapat Menyeleksi ketahanan beberapa klon kakao terhadap kekeringan, dan Mengetahui pengaruh konsentrasi PEG terhadap pertumbuhan bibit kakao.

## METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian dilakukan di Lahan ( rumah naungan ) letaknya di Kebonsari Kecamatan Summersari Jember, Bahan dan Alat : Tiga (3) klon kakao yaitu: ICS 60, Scafina 6 dan PBC 123, Polyethylene Glycol (PEG), Tanah latosol yang diambil dari Daerah Rembangan, Kecamatan Patrang, Jember. Bahan lainnya adalah polibag volume 3 liter, isolasi kertas, cutex dan bahan pendukung lainnya. Timbangan analitis, Rollmeter, Alat siram, Mikrometer, Gelas ukur, Oven, Leaf area meter, Spektrofotometer, Porometer, dan alat pendukung lainnya. Metode Analisa dengan Rancangan Penelitian, Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial, jumlah ulangan 3 kali dengan ulangan sebagai kelompok (setiap ulangan menggunakan 5 tanaman) A.Faktor bahan tanam/klon (K), sebanyak 3 level:- K1 : ICS 60

- K2 : SCAFINA 6 - K3 : PBC 123. B. Faktor tingkat PEG (C) sebanyak 5 level, yaitu: - C0 : 0 g/L, - C1: 25 g/L,- C2: 50 g/L,- C3 : 75 g/L,- C4: 100 g/L.

Pelaksanaan penelitian terdiri dari 1). Persediaan media tanam: Tanah yang digunakan penelitian ini berasal dari daerah Rembangan, ditempatkan pada tempat terbuka di bawah naungan sampai tercapai kondisi kering angin. Sebelum tanah dimasukkan ke dalam polybag, tanah dihaluskan terlebih dahulu

kemudian di ayak dengan saringan 2 mm, setelah itu ditimbang sebanyak 2 kg untuk dimasukkan ke dalam polybag sebagai media tumbuh.2).Perlakuan pertama Penentuan perlakuan cekaman kekeringan didasarkan pada penimbangan tanah awal, setelah itu tanah dijenuhkan dengan air dan didiamkan selama 2 x 24 jam sampai tidak ada air yang menetes dari lubang polibag, kemudian dilakukan penimbangan kedua. Selisih berat antara penimbangan awal dan penimbangan kedua dijadikan sebagai dasar penentuan jumlah air yang dibutuhkan untuk mencapai kondisi kapasitas lapang. Pada penelitian ini perlakuan cekaman air diperoleh dari penimbangan media tanah awal 2400 gram tanpa penyiraman (Y), setelah penyiraman berat media 2900 gram (X) sehingga perlakuan penyiraman dilakukan dengan cara  $X - Y$  yaitu  $2900 - 2400 = 500$  g/l. Perlakuan cekaman kekeringan ditentukan dengan mengkalikan persentase tingkat cekaman dengan jumlah air yang dibutuhkan. Perlakuan cekaman kekeringan dilakukan pada bibit berumur  $\pm 2$  minggu dan diulangi secara rutin sesuai perlakuan setiap dua minggu sekali dengan cara yang sama.

Persiapan bahan tanaman Benih dari 3 klon hibrida F1 hasil persilangan terbuka diperoleh di kebun Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Penanaman Sebelum ditanam benih dikecambahkan terlebih dahulu selama  $\pm 1-2$  minggu dan langsung ditanam pada tanah yang sudah disiapkan di dalam polybag sebanyak 2 kg. Penyiraman Penyiraman pertama dilakukan pada 2 minggu setelah tanam (MST). Penyiraman berikutnya dilakukan pada 6 dan 10 MST. Volume air dan konsentrasi PEG diberikan sesuai dengan perlakuan. Pengamatan pengamatan dilakukan pada 2, 4, 6, 8, 10, dan 11 MST. Pengamatan dilakukan terhadap tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun dilakukan 2 minggu sekali setelah perlakuan, sedangkan variabel yang lain luas daun, berat basah tajuk dan akar, berat kering tajuk dan akar, panjang akar utama, jumlah cabang akar, nisbah tajuk akar, prosentase kematian dan jumlah stomata diamati pada 11 MST.

Sifat-sifat Agronomi Yang Diamati hasil penelitian meliputi 2 tahapan : 1. Pengamatan yang dilakukan setiap satu bulan sekali, dimulai pada saat tanaman berumur 2 minggu setelah tanam. Tinggi Tanaman (cm) yaitu Tinggi tanaman diukur, mulai dari leher akar dalam polibag sampai pucuk batang. Diameter batang (mm) yaitu Diameter batang diukur dengan mikrometer pada ketinggian 5 cm dari leher akar tanaman dalam polybag. Dan Jumlah Daun (helai) yaitu Menghitung banyaknya daun pada setiap tanaman.2. Pengamatan dilakukan pada akhir penelitian, pada saat tanaman berumur 5 bulan; Luas Daun ( $\text{cm}^2$ ) Diukur dengan menggunakan alat leaf area meter (LAM), Bobot Kering Tanaman (g) Tajuk dan akar tanaman dikeringkan dalam oven sampai kering pada suhu  $60^\circ\text{C}$  selama 48 jam , Bobot Basah Tanaman (g) Tajuk dan akar tanaman langsung ditimbang sebelum dikeringkan, Panjang Akar Utama (cm); Diukur dengan menggunakan alat penggaris, Jumlah Cabang Akar (akar sekunder ); Dihitung cabang akar yang terletak di akar utama, Jumlah Stomata ( $\text{mm}^2$ ); Jumlah stomata dihitung dengan cara mengambil epidermis daun yang memakai cutex dan diamati dibawah mikroskop, Daya hantar listrik dapat digunakan untuk mengestimasi kandungan garam bermuatan listrik di dalam tanah. Prosedur praktis untuk memperoleh nilai DHL dalam media tanah dapat dilakukan sebagai berikut: Sampel 5 gram tanah dicampur dengan 25 ml air aquades dan dimasukkan pada botol plastik kecil (tempat botol spirtus) lalu dikocok selama 1 menit dan di diamkan selama  $\pm 30$  menit, selanjutnya dicelupkan sebuah elektroda yang telah dikalibrasi ke dalam larutan tanah dan dibaca nilainya.

## HASIL Dan PEMBAHASAN

Perlakuan Bahan Tanam/Klon Kakao, Hasil uji jarak berganda Duncan pada perlakuan jenis klon kakao terhadap semua parameter berpengaruh nyata disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Rata-rata tinggi tanaman perlakuan jenis klon kakao pada berbagai umur tanam

Perlakuan	Rata-rata tinggi tanaman (cm)			
	2 minggu	4 minggu	6 minggu	8 minggu
K1	19,32 a	19,84	19,84	19,93
K2	16,34 b	16,51	17,19	17,49
K3	19,81 a	19,98	19,89	19,96

Keterangan : rata-rata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji jarak berganda Duncan taraf 5%

Berdasarkan hasil uji Duncan (Tabel 1) di atas tampak bahwa jenis klon kakao berpengaruh terhadap tinggi tanaman. Perlakuan jenis klon kakao PBC 123 (K3) berbeda tidak nyata dengan klon kakao ICS 60 (K1), tetapi kedua perlakuan berbeda nyata dengan klon kakao Scafina 6 (K2) terhadap tinggi tanaman. Perlakuan bahan tanam/klon terhadap tinggi tanaman, pada bahan tanam/klon jenis ICS 60 dan PBC 123 diperoleh rata-rata tinggi tanaman yang hampir sama, yaitu 19,93 cm (ICS 60) dan 19,96 cm (PBC 123), sedangkan pada klon Scafina 6 diperoleh rata-rata yang lebih rendah (17,49 cm). Klon ICS 60 dan PBC 123 lebih tahan terhadap kekeringan jika dibandingkan dengan klon Scafina 6, karena perbedaan genetik klon kakao.

Pada penelitian Taufik (2007), diameter batang dan tinggi bibit merupakan cerminan pertumbuhan cepat pada bibit kakao, semakin besar diameter batang dan tinggi bibit mencerminkan pertumbuhan bibit semakin baik. Fase pertumbuhan vegetatif merupakan bagian dari fase pertumbuhan tanaman yang dapat menentukan keberhasilan fase pertumbuhan generatif. Tanaman kakao sebagai tanaman tahunan (*perennial crop*) memiliki perilaku pertumbuhan *indeterminate*, yaitu tanaman yang dapat mengalami pertumbuhan vegetatif dan generatif secara bersamaan. Namun demikian, sebelum memasuki fase pematangan (*maturity*), tanaman terlebih dahulu akan melewati fase vegetatif, sehingga pertumbuhan vegetatif merupakan cerminan pertumbuhan generatif.

Menurut Nasaruddin (2002), tanaman kakao muda dalam pertumbuhannya memerlukan intensitas cahaya rendah, tanaman yang berumur 3-4 bulan membutuhkan sekitar 35%-40% intensitas cahaya matahari dan berangsur-angsur meningkat sejalan dengan peningkatan umur tanaman. Makin tua umur tanaman makin tinggi tingkat kebutuhan cahaya matahari dan sebaliknya makin muda tanaman kebutuhan intensitas cahaya semakin rendah. Naungan plastik putih memperlihatkan aktivitas fisiologi khususnya fotosintesis yang lebih tinggi (21,76 m m-2s-1) dibanding perlakuan lainnya. Tingginya aktivitas fotosintesis pada jenis naungan plastik putih mempengaruhi tingginya pertumbuhan tanaman.

Tabel 2. Rata-rata diameter batang tanaman perlakuan jenis klon kakao pada berbagai umur tanam

Perlakuan	Rata-rata diameter batang tanaman (cm)			
	2 minggu	4 minggu	6 minggu	8 minggu
K1	0,26 a	0,35 a	0,34 a	0,35 a
K2	0,22 b	0,30 b	0,32 b	0,30 b
K3	0,25 a	0,33 a	0,33 ab	0,34 a

Keterangan : rata-rata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji jarak berganda Duncan taraf 5%

Berdasarkan Tabel 2 di atas, menunjukkan bahwa pada pengamatan 2, 4 dan 8 minggu jenis klon kakao PBC 123 (K3) berbeda tidak nyata dengan klon kakao ICS 60 (K1), tetapi kedua perlakuan tersebut berbeda nyata dengan klon kakao Scafina 6 (K2). Sedangkan pada pengamatan 6 minggu PBC 123 (K3) berbeda tidak nyata dengan klon kakao ICS 60 (K1), tetapi berbeda nyata dengan klon kakao Scafina 6 (K2). Dan antara ICS 60 (K1) dan Scafina 6 (K2) tidak berbeda nyata diameter batang.

Bahan tanam ICS 60 menghasilkan rata-rata diameter batang tertinggi pada semua pengamatan yaitu sebesar 0,35 cm pada pengamatan 4 dan 8 minggu, kemudian diikuti berturut-turut PBC 123 (0,34 cm) dan Scafina 6 (0,30 cm). Penelitian Abdul Salam (2003) menunjukkan bahwa bahan tanam kakao ICS 60 dan PBC 123 menghasilkan rata-rata diameter batang yang berbeda tidak nyata. Sama halnya dengan tinggi tanaman, adanya perbedaan genetik pada masing-masing bahan tanam akan berpengaruh terhadap proses metabolisme dan pembesaran sel pada batang, sehingga pertumbuhan batang masing-masing bahan tanam menunjukkan perbedaan.

Diameter batang dan tinggi bibit merupakan cerminan pertumbuhan cepat pada bibit kakao, semakin besar diameter batang dan tinggi bibit mencerminkan pertumbuhan bibit semakin baik. Fase pertumbuhan vegetatif merupakan bagian dari fase pertumbuhan tanaman yang dapat menentukan keberhasilan fase pertumbuhan generatif. Tanaman kakao sebagai tanaman tahunan (*perennial crop*) memiliki perilaku pertumbuhan *indeterminate*, yaitu tanaman yang dapat mengalami pertumbuhan vegetatif dan generatif secara bersamaan. Namun demikian, sebelum memasuki fase pematangan (*maturity*), tanaman terlebih dahulu akan melewati fase vegetatif, sehingga pertumbuhan vegetatif merupakan cerminan pertumbuhan generatif (Taufik, 2007).

Tabel 3. Rata-rata jumlah daun perlakuan jenis klon kakao pada berbagai umur tanam

Perlakuan	Rata-rata jumlah daun (helai)			
	2 minggu	4 minggu	6 minggu	8 minggu
K1	6,60 a	6,37 a	6,81 a	6,68 a
K2	5,64 c	5,52 c	5,73 b	5,99 b
K3	6,11 b	6,00 b	6,03 b	6,40 ab

Keterangan : rata-rata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji jarak berganda Duncan taraf 5%

Berdasarkan Tabel 3 di atas, menunjukkan bahwa pada pengamatan 2 dan 4 minggu antara perlakuan jenis klon kakao PBC 123 (K3), ICS 60 (K1) dan Scafina 6 (K2) berbeda nyata terhadap jumlah daun. Pada pengamatan 6 minggu PBC 123 (K3) berbeda nyata dengan klon kakao ICS 60 (K1) dan Scafina 6 (K2). Sedangkan antara klon kakao ICS 60 (K1) dan Scafina 6 (K2)



berbeda tidak nyata. Sedangkan pada pengamatan 8 minggu PBC 123 (K3) berbeda tidak nyata dengan klon kakao ICS 60 (K1), tetapi berbeda nyata dengan klon kakao Scafina 6 (K2). Dan antara ICS 60 (K1) dan Scafina 6 (K2) tidak berbeda nyata jumlah daun.

Pada pengamatan 2 dan 4 antara perlakuan jenis klon kakao PBC 123 (K3), ICS 60 (K1) dan Scafina 6 (K2) berbeda nyata terhadap jumlah daun. Pada pengamatan 6 minggu PBC 123 (K3) berbeda nyata dengan klon kakao ICS 60 (K1) dan Scafina 6 (K2). Sedangkan antara klon kakao ICS 60 (K1) dan Scafina 6 (K2) berbeda tidak nyata. Pengamatan 8 minggu, bahan tanam PBC 123 (K3) berbeda tidak nyata dengan klon kakao ICS 60 (K1), tetapi berbeda nyata dengan klon kakao Scafina 6 (K2). Bahan tanam ICS 60 menghasilkan rata-rata jumlah daun tertinggi pada semua pengamatan yaitu sebesar 6,68 helai pada pengamatan 8 minggu. Terlihat bahwa bahan tanam ICS 60 menghasilkan rata-rata jumlah daun tertinggi pada semua pengamatan yaitu sebesar 6,68 helai pada pengamatan 8 minggu, kemudian diikuti berturut-turut PBC 123 (6,40 helai) dan Scafina 6 (5,99 helai).

Berdasarkan penelitian Abdul Salam (2003), perlakuan bahan tanam menghasilkan rata-rata jumlah daun yang sama antara bahan tanam ICS 60 dan PBC 123 dengan rata-rata sebesar 17,92 helai. Sedangkan pada penelitian ini bahan tanam ICS 60 menghasilkan rata-rata jumlah daun tertinggi, yaitu 6,68 helai, tetapi antara bahan tanam ICS 60 dan PBC 123 berbeda tidak nyata terhadap jumlah daun.

Menurut Subagiyo (1991), Jumlah daun pada tanaman mengindikasikan adanya peningkatan pertumbuhan pada tanaman. Tanaman yang tahan terhadap cekaman air salah satunya ditunjukkan dengan tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang yang tetap tinggi. Adanya penurunan dari komponen pertumbuhan tersebut dapat menjadi tolak ukur ketahanan tanaman terhadap kekeringan.

Tabel 4. Rata-rata luas daun, berat basah akar, panjang akar utama, jumlah cabang akar dan jumlah stomata perlakuan jenis klon kakao

Perlakuan	Rata-rata					
	Luas daun	Jumlah stomata	Berat basah akar	Panjang akar utama	Jumlah cabang akar	
K1	46,84 a	44,01 b	3,16 a	12,42 b	19,45	
K2	30,59 c	50,62 ab	2,05 b	12,12 b	16,21	
K3	38,32 b	56,90 a	2,87 a	14,09 a	19,49	

Keterangan : rata-rata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji jarak berganda Duncan taraf 5%

Berdasarkan Tabel 4 di atas, menunjukkan bahwa pada parameter luas daun antara perlakuan jenis klon kakao PBC 123 (K3), ICS 60 (K1) dan Scafina 6 (K2) berbeda nyata. Parameter panjang akar utama menunjukkan bahwa klon PBC 123 (K3) berbeda nyata dengan klon kakao ICS 60 (K1) dan Scafina 6 (K2). Sedangkan antara klon kakao ICS 60 (K1) dan Scafina 6 (K2) berbeda tidak nyata.

Menurut Soedarsono (1997), peningkatan luas daun pada tanaman terkecam dapat mengindikasikan tanaman toleran terhadap kekeringan yang berarti tanaman dapat tumbuh normal dengan mengadakan adaptasi secara morfologi. Penelitian Abdul Salam (2003) perlakuan bahan tanam kakao menghasilkan luas daun dengan rata-rata 14,26 dm<sup>2</sup> (ICS 60) dan 12,86 dm<sup>2</sup> (PBC 123), tetapi kedua bahan tanam tersebut berbeda tidak nyata terhadap

luas daun. Sedangkan pada penelitian ini antara ICS 60 dan PBC 123 berbeda nyata terhadap luas daun dengan rata-rata sebesar 46,84 cm<sup>2</sup> (ICS 60) dan 38,32 cm<sup>2</sup> (PBC 123). Pada kedua penelitian ini bahan tanam ICS 60 sama-sama memberikan hasil luas daun dengan rata-rata yang lebih tinggi.

Parameter berat basah akar dan jumlah cabang akar menunjukkan bahwa klon PBC 123 (K3) dan ICS 60 (K1) berbeda tidak nyata, tetapi kedua perlakuan tersebut berbeda nyata dengan klon Scafina 6 (K2). Sedangkan pada parameter jumlah stomata perlakuan PBC 123 (K3) berbeda tidak nyata dengan klon kakao ICS 60 (K1), tetapi berbeda nyata dengan klon kakao Scafina 6 (K2). Dan antara ICS 60 (K1) dan Scafina 6 (K2) tidak berbeda nyata.

Berdasarkan penjelasan di atas dapat dikemukakan bahwa bahan tanam PBC 123 lebih tidak tahan terhadap kekeringan jika dibandingkan dengan bahan tanam Scafina 6 dan ICS 60. Menurut Soedarsono (1997), tanaman yang mentoleransi kekeringan mencakup penundaan dehidrasi atau mentoleransi dehidrasi. Penundaan dehidrasi mencakup peningkatan sensitivitas stomata dan perbedaan jalur fotosintesis, sedangkan toleransi dehidrasi mencakup penyesuaian osmotik.

Terbatasnya jumlah daun menyebabkan karbon hasil fotosintesis tidak dapat dialokasikan untuk simbiosis di akar. Fotosintat lebih diutamakan untuk menjamin agar tanaman mampu bertahan hidup. Seiring dengan bertambahnya waktu, jumlah daun semakin bertambah banyak sehingga sebagian fotosintat ditranslokasikan ke tajuk dan akar (Husni *et. al.*, 2003). Keadaan kurang air juga dapat berpengaruh terhadap keseimbangan hormonal di dalam tanaman. Terdapat dua macam hormon yang bertanggung jawab terhadap ritme pertumbuhan vegetatif tanaman kakao, yaitu hormon asam absisat (ABA) yang peranannya menghambat pertumbuhan tunas-tunas baru dan hormon sitokinin yang berperan sebaliknya, yaitu memacu pembentukan tunas dan daun baru. Nisbah kedua hormon itulah yang menentukan tanaman kakao dalam keadaan istirahat (dorman) atau sebaliknya aktif membentuk tunas dan daun baru (Alvim *et.al.*, 1974 dalam Soedarsono, 1997).

Indeks luas daun dan umur daun juga dipengaruhi oleh terjadinya cekaman air. Dalam keadaan kekurangan air, maka indeks luas daun mengecil dan cepat rontok, kering, serta gugur. Saleh (1970) juga melaporkan bahwa cekaman air memaksa tanaman kakao membentuk lebih banyak ranting, tetapi memiliki kualitas yang rendah : antara lain ranting memendek dan mengecil diameternya, ruas memendek dan daunnya mengecil.

Perlakuan konsentrasi PEG berpengaruh sangat nyata terhadap berat basah akar, berat basah tajuk, panjang akar utama dan jumlah stomata, serta berpengaruh nyata terhadap berat kering akar, berat kering tajuk, daya hantar listrik dan jumlah cabang akar.

Tabel 5. Rata-rata berat basah tajuk, berat basah akar, berat kering tajuk dan berat kering akar perlakuan konsentrasi PEG

Perlakuan	Berat basah		Berat kering	
	Tajuk	Akar	Tajuk	Akar
C0	9,90 Bc	2,44 b	3,91 b	1,12 ab
C1	7,43 c	2,30 b	4,58 ab	1,04 b
C2	9,28 Bc	2,32 b	4,85 ab	0,97 b
C3	12,49 Ab	2,83 ab	5,06 ab	1,14 ab
C4	12,97 a	3,56 a	5,73 a	1,47 a

Keterangan : rata-rata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada uji jarak berganda Duncan taraf 5%

Berdasarkan Tabel 5 di atas, pada parameter berat basah tajuk menunjukkan perlakuan PEG konsentrasi 100 g/L (C4) berbeda tidak nyata dengan konsentrasi 75 g/L (C3), tetapi berbeda nyata dengan ketiga perlakuan lainnya. Perlakuan PEG konsentrasi 75 g/L (C3) berbeda tidak nyata dengan konsentrasi 0 g/L (C0) dan 50 g/L (C2), tetapi berbeda nyata dengan konsentrasi 25 g/L (C1). Sedangkan antara perlakuan PEG konsentrasi 0 g/L (C0), 50 g/L (C2) dan 25 g/L (C1) berbeda tidak nyata.

Berat basah menurun antara kontrol sampai konsentrasi PEG 25 g/L dan selanjutnya meningkat sampai pada perlakuan PEG konsentrasi 100 g/L. Perlakuan PEG konsentrasi 100 g/L menghasilkan rata-rata berat basah tajuk tertinggi jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya, dengan rata-rata sebesar 12,97 g, karena pada faktor penyiraman yang dilakukan 1 bulan sekali, konsentrasi PEG tinggi (100 g/L) memiliki kemampuan dalam mengikat air lebih banyak jika dibandingkan dengan konsentrasi PEG yang rendah (25 – 75%) dan pada saat tanah mengering, kandungan air yang diikat oleh PEG akan menetes sedikit demi sedikit sampai tanah tersedia cukup air sehingga tanaman akan tumbuh normal dengan konsentrasi PEG tinggi. Secara teori konsentrasi PEG yang tinggi akan menyebabkan kekeringan atau kematian, sehingga secara penelitian ini pada parameter berat basah, berat kering, panjang akar utama dan jumlah cabang akar ini konsentrasi PEG tinggi tanaman dapat meningkatkan perkembangan atau pertumbuhannya.

Parameter berat basah akar menunjukkan perlakuan PEG konsentrasi 100 g/L (C4) berbeda tidak nyata dengan konsentrasi 75 g/L (C3), tetapi berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi PEG lainnya. Sedangkan antara perlakuan PEG konsentrasi 75 g/L (C3), 0 g/L (C0), 50 g/L (C2) dan 25 g/L (C1) berbeda tidak nyata terhadap berat basah akar dan perlakuan PEG konsentrasi 100 g/L menghasilkan rata-rata berat basah akar tertinggi jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya, dengan rata-rata sebesar 3,56 g. Berat basah akar untuk PEG dengan konsentrasi yang tinggi mempunyai nilai rata-rata berat basah yang tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

## PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa Klon ICS 60 dan PBC 123 lebih tahan terhadap kekeringan dibandingkan dengan klon Scafina 6 dan Konsentrasi PEG berpengaruh nyata pada pertumbuhan bibit kakao, semakin meningkat konsentrasi PEG pertumbuhan bibit kakao semakin baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baon, J. B. 1988. *Lahan-Lahan Yang Cocok Untuk Tanaman Kakao dan Kopi*. Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Jember. 7: 17-20.
- \_\_\_\_\_. 1998. *Konservasi Lugas Tanah Melalui Pemberian Bahan Organik an Mulsa*. Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Pebruari. Jember. 14(1) : 61-68.
- Fitter, A.H. dan R.K.M. Hay. 1994. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Diterjemahkan oleh Sri Andani dan E.D.Purbayanti. Gadjah Mada University Press. 421 Hal.
- Hardjono, A., T. Warsito dan H. Widiastuti. 1991. *Respon Bibit Kakao Mulia dan Lindak Pada Tanah Masam Terhadap Pengapuran*. Menara Perkebunan. 59 (1): 7-11.

- Lakitan, Benyamin. 1995. Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta. Hal. 155 – 168.
- Mariska I. 2006. Perbaikan sifat genotipe melalui fusi Protoplas pada tanaman lada, Nilam, dan terung. *Jurnal Litbang Pertanian*, 25(2), 2006. Bogor.
- Michel, B.E and M.R. Kaufmann. 1973. *The osmotic potential of polyethylene glycol 6000*. Plant Physiol. 57:914-916.
- Nasaruddin (2006). Some process physiological activity of juvenil cocoa Crop in field at various of shading. *Jurnal Agrisistem*.(2):1
- Soedarsono. 1997. *Respon Fisiologi Tanaman Kakao Terhadap Cekaman Air*. Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Juni. Jember. 13 (2) : 96-109.
- Sutjahjo S. H., A. Kadir, I. Mariska. 2007. *Efektifitas Polietilena Glikol Sebagai Bahan Penyeleksi Kalus Nilam Yang Diiradiasi Sinar Gamma Untuk Toleransi Terhadap Cekaman Kekeringan*. Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia. 9(1): 48-57.
- Syamsul A. Siradz. 2006. Degradasi lahan persawahan akibat Produksi biomassa Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan 6(1) : 47-51.
- Syamsulbahri. 1996. Bercocok tanam Tanaman Perkebunan Tahunan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Taufik M. 2007. Characterization of High Yielding Cacao Seedlings. Jurnal Akta Agrosia Edisi Khusus. (1) : 67 - 70, 2007.
- Yoshida, S. 1981. Fundamentals of rice crop science. TRRT, Manila, Philippines.