

**SKRINING GALUR KAPAS (*Gossypium hirsutum* L.)
TOLERAN TERHADAP KEKERINGAN DENGAN PEG-6000
PADA FASE KECAMBAAH**

***Screening of Cotton Lines (*Gossypium hirsutum* L.)
Tolerance to Drought at Germination Stage with PEG-6000***

SIWI SUMARTINI, EMY SULISTYOWATI, SRI MULYANI, dan ABDURRAKHMAN

**Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat
Jalan Raya Karangploso Kotak Pos 199 Malang. 65152**

e-mail: siwi-sumartini@gmail.com

(Diterima Tgl. 5-7-2013 - Disetujui Tgl. 13-9-2013)

ABSTRAK

Daerah pengembangan kapas di Indonesia umumnya lahan kering dengan keterbatasan air. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan galur-galur kapas toleran kekeringan menggunakan PEG-6000 pada fase kecambah. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Benih Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, mulai bulan April sampai Juni 2012. Perlakuan disusun dalam rancangan Petak Terbagi dan diulang dua kali. Petak utama adalah perlakuan PEG-6000 (-3 bar) dan tanpa PEG-6000 (air), sedangkan anak petak adalah 13 galur kapas dan varietas Kanesia 14. Setiap perlakuan terdiri dari lima pot masing-masing ditanam sepuluh biji. Benih kapas dicampur dengan fungisida *Mancozeb* 80% 2 g/kg benih sebelum ditanam. Parameter pengamatan meliputi daya berkecambah, panjang kecambah dan akar, bobot kecambah dan akar, rasio panjang akar/kecambah, serta indeks kerentanan terhadap kekeringan. Kecambah dihitung sebagai kecambah normal jika panjang lebih dari 0,5 cm. Perlakuan PEG-6000 berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan daya berkecambah, panjang kecambah dan akar, serta bobot kecambah dan akar. Sebaliknya, rasio panjang akar/kecambah lebih tinggi pada perlakuan PEG-6000 dibandingkan dengan perlakuan tanpa PEG-6000. Respon ketahanan galur kapas yang dihitung dengan indeks kerentanan kekeringan berbeda pada masing-masing parameter yang diamati. Dari nilai rata-rata indeks kerentanan kekeringan semua parameter, tidak ada galur yang tahan terhadap kekeringan ($S < 0,50$). Terdapat delapan galur yang agak tahan kekeringan ($0,50 < S < 1,0$) dan lebih tahan dibandingkan dengan Kanesia 14, yaitu 03002/12, 03006/1, 03008/7, 03008/24, 03012/17, 03014/12, 03017/13, dan 03017/15.

Kata kunci: *Gossypium hirsutum* L., tahan kekeringan, PEG-6000, perkecambahan, galur

ABSTRACT

Cotton production areas in Indonesia are arable land with lack of water availability. The aim of this study was to obtain cotton lines tolerant to drought using PEG-6000 at germination stage. The experiment was conducted at the Seed Testing Laboratory in Indonesian Sweetener and Fiber Crops Research Institute, from April to June 2012. Treatments were arranged in a Split Plots design with two replications. The main plot was PEG-6000 (-3 bar) and without PEG-6000 (water), while the subplot was 13 cotton lines and Kanesia 14 variety. Seed cotton was treated with 80% Mancozeb fungicide dose of 2g/kg seed before sowing. Parameters observed were germination percentage, shoot and root length, shoot and root weight, ratio of root/shoot length, and drought susceptibility index. Seedling was counted as normal if its length more than 0.5 cm. PEG-6000 treatment gives very significant effect on the decline on seed germination,

shoot and root length, shoot and root weight. Otherwise, ratio of root/shoot length was higher in the PEG-6000 than without PEG-6000 treatment. Response of cotton lines to drought which calculated with a drought susceptibility index were different among parameter observed. Mean drought susceptibility index of all parameters showed that none of cotton line tolerant to drought ($S < 0,50$) was achieved from the study. There were eight moderately drought-resistant lines ($0,50 < S < 1,0$) achieved namely 03002/12, 03006/1, 03008/7, 03008/24, 03012/17, 03014/12, 03017/13, and 03017/15 which more resistance than Kanesia 14.

Key words: *Gossypium hirsutum* L., drought tolerant, PEG-6000, germination, lines

PENDAHULUAN

Kendala yang dialami dalam pengusahaan kapas diantaranya adalah unsur iklim. Curah hujan yang tidak menentu merupakan salah satu kendala penanaman kapas di lahan kering yang sering menimbulkan masalah kekurangan dan kelebihan air pada suatu periode tertentu (RIAJAYA, 2002). Tujuh puluh persen areal pengembangan kapas berada di lahan tadah hujan (tanam musim penghujan/TMP) dan 30% di lahan berpengairan (tanam musim kemarau/TMK) yang tersebar di enam propinsi, yaitu Jawa Tengah, Jawa Timur, Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, dan Sulawesi Selatan. Kapas hanya diusahakan secara tumpang sari atau tumpang sisip dengan palawija sebagai tanaman pelengkap dan bukan sebagai tanaman utama. Pemeliharaan tanaman kapas secara intensif dilakukan setelah tanaman utamanya (palawija) dipanen, karena pada saat itu intensitas hujan sudah berkurang. Kondisi ini mengakibatkan diperlukannya pemberian pengairan ekstra. Produktivitas kapas di tingkat petani sekitar 480-520 kg/ha (BASUKI *et al.*, 2006), sedangkan potensi hasil kapas Kanesia 10-13 pada skala penelitian sekitar 2,457-2,506 kg/ha (SULISTYOWATI dan SUMARTINI, 2009) dan potensi hasil Kanesia 14 di lahan tadah hujan pada kondisi ketersediaan air terbatas berkisar antara 995-2.135 kg/ha. Sementara itu, pada kondisi dengan pengairan

optimal, potensi hasil kapas berkisar antara 1.381-3.933 kg/ha (MENTERI PERTANIAN, 2007).

Perbaikan sifat-sifat tanaman yang berhubungan dengan adaptasi terhadap lingkungan yang mengalami cekaman air merupakan salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mengurangi kerugian yang timbul akibat kekeringan. Simulasi cekaman kekeringan banyak dilakukan dengan menggunakan larutan osmotikum yang dapat mengontrol potensial air dalam media tanaman. Terdapat tiga jenis bahan osmotikum yang sering digunakan, yaitu *melibiose*, *mannitol*, dan *polietilena glikol (polyethylene glycol/PEG)* (EFFENDI, 2009). Menurut VERSLUES *et al.* (2006), di antara ketiga bahan osmotikum tersebut ternyata PEG merupakan bahan yang terbaik untuk mengontrol potensial air dan tidak dapat diserap tanaman. PEG menyebabkan penurunan potensial air secara homogen sehingga dapat digunakan untuk meniru besarnya potensial air tanah (MICHEL dan KAUFMANN, 1973). Besarnya penurunan potensial air sangat tergantung pada konsentrasi dan berat molekul PEG. Sifat PEG yang demikian dapat dimanfaatkan untuk melakukan simulasi penurunan potensial air (KAUFMANN dan ECKARD, 1971). RAHAYU *et al.* (2005) menyatakan bahwa PEG merupakan senyawa yang dapat menurunkan potensial osmotik larutan melalui aktivitas matriks sub-unit etilena oksida yang mampu mengikat molekul air dengan ikatan hidrogen. Tekanan osmotik tinggi menyebabkan penurunan serapan air oleh benih yang menyebabkan rendahnya persentase daya berkecambah (MENESES *et al.*, 2011; BREVEDAN *et al.*, 2012; OKCU *et al.*, 2005)

Beberapa peneliti telah menggunakan PEG-6000 dengan berbagai konsentrasi bervariasi antara -2 sampai -10 bar untuk menduga ketahanan terhadap kekeringan pada fase perkecambahan, antara lain pada tanaman kacang hijau (DUTTA dan BERA 2008), jagung (ZHARFA *et al.*, 2010), wijen (BOUREIMA *et al.*, 2011), barley (GIANCARLA *et al.*, 2012), gandum durum (MOAYEDI *et al.*, 2009), kacang tanah (ADISYAHPUTRA *et al.*, 2004), alfalfa (HAMIDI dan SAFARNEJAD, 2010), kedelai (SAVITRI, 2011), kapas (MENESES *et al.*, 2011), padi hibrida (AFA *et al.*, 2012) dan *pearl millet* (GOVINDARAJ *et al.*, 2010). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan galur-galur kapas yang

toleran terhadap keterbatasan air menggunakan PEG-6000 (-3 bar) pada fase kecambah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Pengujian Mutu Benih Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat (Balittas), pada bulan April sampai Juni 2012. Sebanyak 13 galur yang diuji (Tabel 1) merupakan hasil persilangan tahun 1997 dan 2003, yaitu persilangan antara aksesori yang diintroduksi dari Amerika Serikat yang memiliki potensi produksi tinggi, tetapi tidak tahan kekeringan, dengan aksesori hasil introduksi dari India yang toleran terhadap keterbatasan air. Sebagai varietas pembanding adalah Kanesia 14, yaitu varietas kapas yang toleran terhadap keterbatasan air dan telah dilepas pada tahun 2007 (MENTERI PERTANIAN, 2007).

Perlakuan disusun dalam rancangan Petak Terbagi dan diulang dua kali. Sebagai petak utama adalah perlakuan PEG-6000 (-3 bar) (SULISTYOWATI *et al.*, 2008) dan tanpa PEG-6000 (air), sedangkan sebagai anak petak adalah 13 galur dan varietas Kanesia 14. Setiap perlakuan terdiri dari lima pot, masing-masing pot ditanam sepuluh benih kapas. Ukuran pot adalah diameter 9 cm dan tinggi 12 cm yang diisi dengan 350 g pasir steril dan dibasahi dengan 105 ml air atau larutan PEG-6000 (-3 bar) sehingga mencapai kapasitas lapang. Benih kapas dicampur dengan fungisida *Mancozeb* 80% dosis 2 g/kg benih sebelum ditanam untuk menghindarkan serangan jamur.

Pembuatan larutan PEG-6000 (-3 bar) menggunakan rumus MICHEL dan KAUFMANN (1973) yaitu :

$$(1,18 \times 10^{-2}) C - (1,18 \times 10^{-4}) C^2 + (2,67 \times 10^{-4}) CT + (8,39 \times 10^{-7}) C^2 T$$

C = jumlah garam PEG-6000 (g/kg H₂O)

T = suhu (°C) (15-35°C)

Perkecambahan dilaksanakan di laboratorium dengan suhu berkisar 22-25°C dan kelembaban nisbi 78-87%. Pengamatan dilakukan pada umur 7, 14, dan 25. Parameter yang diamati adalah daya berkecambah, panjang kecambah dan akar, bobot kecambah dan akar, serta indeks kerentanan terhadap kekeringan. Kecambah dihitung sebagai kecambah normal jika panjangnya lebih dari 0,5 cm (MENESES *et al.*, 2011). Indeks kerentanan kekeringan dihitung dengan

Tabel 1. Galur-galur kapas yang diuji dengan PEG-6000 pada fase kecambah

Table 1. Cotton lines which were treated with PEG-6000 on germination stage

Nomor Number	Galur kapas Cotton lines	Nomor Number	Galur kapas Cotton lines
1	97001/2	8	03008/24
2	97013/6	9	03012/17
3	97023/8	10	03014/12
4	03001/9	11	03017/2
5	03002/12	12	03017/13
6	03006/1	13	03017/15
7	03008/7	14	Kanesia 14

rumus yang disusun oleh FISCHER dan MAURER (1978) dalam CLARKE *et al.* (1984) yaitu :

$$S = \frac{1 - \left(\frac{YD}{YP}\right)}{D}$$

YD = hasil pada kondisi kekeringan

YP = hasil pada kondisi pengairan

$$D = 1 - \frac{\text{rata - rata hasil YD semua galur}}{\text{rata - rata hasil YP semua galur}}$$

Kategori kerentanan kekeringan menurut CLARKE *et al.* (1984) adalah :

S < 0,50 : relatif tahan kekeringan

0,50 < S < 1,0 : agak tahan kekeringan

S ≥ 1,0 : relatif tidak tahan kekeringan

Data hasil pengamatan dianalisis dengan Analisis Sidik Ragam menggunakan F hitung dengan tingkat kepercayaan 5%, sedangkan perbandingan antar perlakuan dilakukan menggunakan Uji Duncan (*Duncan Multiple Range Test/DMRT*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan PEG-6000 (-3 bar) pada fase perkecambahan benih kapas berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan daya berkecambah, panjang kecambah dan akar, serta bobot kecambah dan akar. Sebaliknya, rasio panjang akar/kecambah pada perlakuan PEG-6000 lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan tanpa PEG-6000 (air) (Tabel 2). Tidak ada interaksi antara perlakuan PEG-6000 dengan galur pada semua parameter yang diamati.

Tabel 2. Parameter perkecambahan kapas pada perlakuan PEG-6000 dan tanpa PEG-6000 (air)
Table 2. Cotton germination parameters on PEG-6000 and without PEG-6000 (water) treatment

Parameter Parameters	PEG-6000 (-3bar)			Tanpa PEG-6000 (air) Without PEG-6000 (water)		
	Hari setelah tanam/Days after planting					
	7	14	25	7	14	25
Daya berkecambah Germination (%)	20,00b	43,00b	46,00b	75,00a	78,00a	78,00a
Panjang kecambah Shoot length (cm)	1,35b	4,88b	7,12b	6,47a	7,82a	10,13a
Panjang akar Root length (cm)	-	-	5,63b	-	-	6,18a
Bobot akar Root weight (g)	-	-	0,07b	-	-	0,14a
Bobot kecambah Shoot weight (g)	-	-	0,10b	-	-	0,20a
Ratio panjang akar/kecambah Root/shoot length ratio	-	-	0,80a	-	-	0,61b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Duncan 5%,
Note : Numbers followed by the same letter in the same row are not significantly different by Duncan Test 5%

Daya Berkecambah

Tekanan osmotik yang tinggi menyebabkan menurunkan serapan air oleh benih yang menyebabkan rendahnya persentase daya berkecambah (OKCU *et al.*, 2005; MENESES *et al.*, 2011; BREVEDAN *et al.*, 2012). Hasil pengamatan umur tujuh hari (Gambar 1) menunjukkan bahwa perlakuan PEG-6000 (-3 bar) sangat menghambat perkecambahan benih kapas. Rata-rata daya berkecambah umur 7-25 hari pada perlakuan PEG-6000 lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan tanpa PEG-6000 (air). Rata-rata daya berkecambah tersebut bervariasi antara 20-46% pada perlakuan PEG-6000 (-3 bar) dan bervariasi antara 75-78% pada perlakuan tanpa PEG-6000 (air) (Gambar 2). Dari hasil analisis, daya berkecambah pada perlakuan PEG-6000 nyata lebih rendah dibandingkan

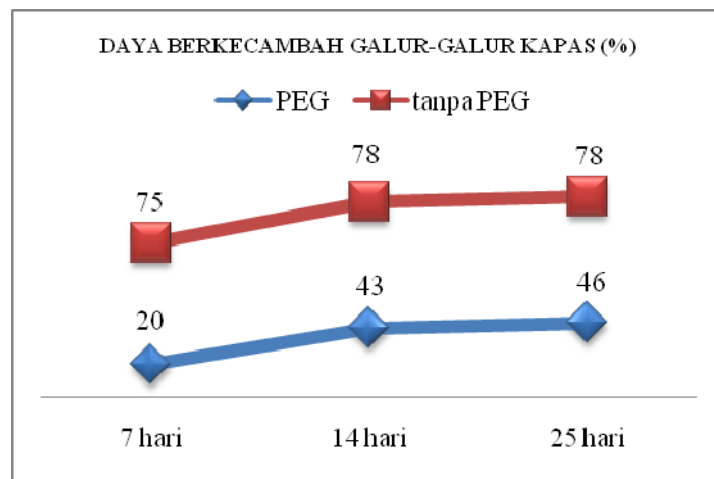
dengan yang tanpa PEG-6000 (P < 0,0001). Rendahnya daya berkecambah benih pada perlakuan PEG-6000 (-3 bar) kemungkinan disebabkan karena adanya cekaman yang disebabkan karena terbatasnya ketersediaan air untuk imbibisi benih sehingga berpengaruh pada perkecambahan yang menghasilkan kecambah yang kurang vigor.

Di antara galur-galur yang diuji dengan perlakuan PEG-6000, tidak terdapat perbedaan persentase daya berkecambah yang nyata (P = 0,06). Dilihat dari kerentanan terhadap kekeringan pada parameter daya berkecambah, tidak ada galur yang relatif tahan terhadap kekeringan (S < 0,50), tetapi terdapat delapan galur yang ketahanannya lebih baik dibandingkan Kanesia 14 dengan indeks kerentanan 0,50 < S < 1,0 (agak tahan kekeringan), yaitu galur 97023/8, 03002/12, 03006/1, 03008/7, 03008/24, 03014/12, 03017/13, dan 03017/15 (Tabel 3).



Gambar 1. Daya berkecambah galur-galur kapas dengan perlakuan PEG-6000 (-3 bar) dan tanpa PEG-6000 (air) pada umur tujuh hari setelah tanam

Figure 1. Seed germination of cotton lines with PEG-6000 (-3 bar) and without PEG-6000 (water) treatments at seven days after planting



Gambar 2. Daya berkecambah rata-rata galur kapas pada perlakuan PEG-6000 (-3 bar) dan tanpa PEG-6000 (air) pada umur 7, 14, dan 25 hari setelah tanam

Figure 2. Seed germination of cotton lines with PEG-6000 (-3 bar) and without PEG-6000 (water) treatments at 7, 14, and 25 days after planting

Panjang Kecambah

Perlakuan PEG-6000 (-3 bar) sangat nyata menghambat pertumbuhan kecambah kapas. Rata-rata panjang kecambah galur-galur yang diuji pada umur 7-25 hari, bervariasi antara 1,3-7,0 cm pada perlakuan PEG-6000 (-3 bar) dan bervariasi antara 6,5-10,1 cm pada perlakuan tanpa PEG-6000 (air) (Gambar 3). Dari hasil analisis, panjang kecambah pada perlakuan PEG-6000 nyata lebih rendah dibandingkan dengan yang tanpa PEG-6000 ($P < 0,0001$). Di antara galur-galur yang diuji dengan perlakuan

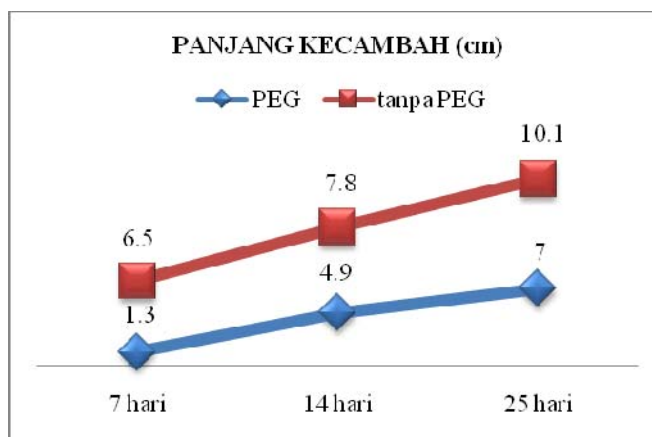
PEG-6000, tidak terdapat perbedaan persentase panjang kecambah yang nyata ($P = 0,07$).

Pada parameter panjang kecambah, tidak ada galur yang relatif tahan kekeringan ($S < 0,50$), tetapi ada tujuh galur yang ketahanannya tidak berbeda dengan Kanesia 14 dengan indeks kerentanan terhadap kekeringan $0,50 < S < 1,0$ (agak tahan kekeringan), yaitu galur 97001/2, 97013/6, 97023/8, 03001/9, 03014/12, 03017/13, dan 03017/15 (Tabel 3). SAVITRI (2011) melaporkan bahwa indeks kerentanan panjang kecambah dapat digunakan sebagai kriteria ketahanan tanaman kedelai terhadap kekeringan.

Tabel 3. Indeks kerentanan kekeringan (S) galur-galur kapas
 Table 3. Drought susceptibility index (S) of cotton lines

Nomor Number	Galur Lines	Daya berkecambah Germination	Panjang Length of		Bobot Weight of		Rasio panjang/akar kecambah Root/shoot Length ration	Rata- rata S Mean of S
			Kecambah Hypocotil	Akar Root	Kecambah Hypocotil	Akar Root		
1	97001/2	1,31 ^{ns}	0,53*	2,36 ^{ns}	0,81*	0,98*	1,10 ^{ns}	1,18 ^{ns}
2	97013/6	1,03 ^{ns}	0,94*	1,18 ^{ns}	1,05 ^{ns}	0,99*	1,30 ^{ns}	1,08 ^{ns}
3	97023/8	0,71*	0,94*	1,73 ^{ns}	1,03 ^{ns}	0,91*	1,00 ^{ns}	1,05 ^{ns}
4	03001/9	1,72 ^{ns}	0,81*	1,82 ^{ns}	0,88*	0,88*	-0,10**	1,00 ^{ns}
5	03002/12	0,95*	1,02 ^{ns}	0,16**	1,09 ^{ns}	0,97*	1,60 ^{ns}	0,97*
6	03006/1	0,99*	1,09 ^{ns}	-0,34**	1,00 ^{ns}	0,90*	1,25 ^{ns}	0,81*
7	03008/7	0,82*	1,05 ^{ns}	0,71*	1,13 ^{ns}	0,90*	1,35 ^{ns}	0,99*
8	03008/24	0,94*	1,19 ^{ns}	-1,32**	0,97*	0,88*	2,10 ^{ns}	0,79*
9	03012/17	1,01 ^{ns}	1,19 ^{ns}	-0,14**	0,97*	1,08 ^{ns}	1,35 ^{ns}	0,91*
10	03014/12	0,82*	0,93*	-0,45**	1,01 ^{ns}	0,95*	0,60*	0,64*
11	03017/2	1,44 ^{ns}	1,29 ^{ns}	1,83 ^{ns}	1,11 ^{ns}	1,18 ^{ns}	1,35 ^{ns}	1,37 ^{ns}
12	03017/13	0,78*	0,98*	0,42**	1,07 ^{ns}	1,19 ^{ns}	1,15 ^{ns}	0,93*
13	03017/15	0,98*	0,92*	-1,97**	1,06 ^{ns}	0,98*	1,65 ^{ns}	0,60*
14	Kanesia 14	1,30 ^{ns}	0,97*	5,09 ^{ns}	0,73*	1,10 ^{ns}	-0,50**	1,45 ^{ns}

Keterangan: ** (relatif tahan kekeringan, $S < 0,50$);
 * (agak tahan kekeringan, $0,50 < S < 1,0$);
^{ns} (relatif tidak tahan kekeringan, $S \geq 1,0$)
 Note : ** (relatively drought tolerant, $S < 0,50$);
 * (moderately drought tolerant, $0,50 < S < 1,0$);
^{ns} (relatively drought susceptible $S \geq 1,0$)

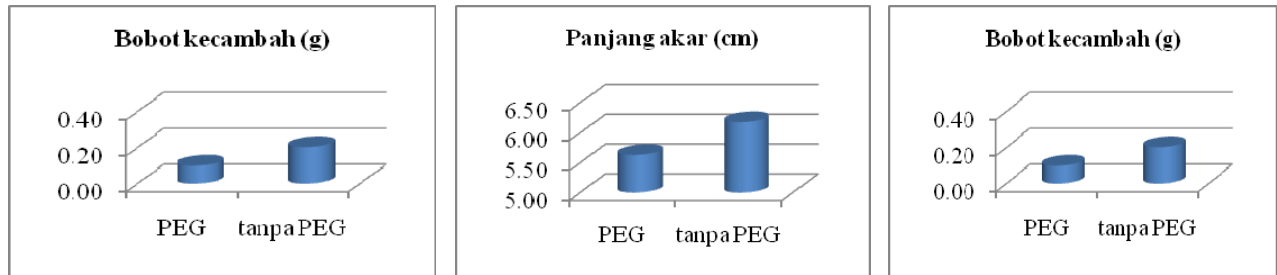


Gambar 3. Rata-rata panjang kecambah galur kapas pada umur 7, 14, dan 25 hari pada perlakuan PEG-6000 (-3 bar) dan tanpa PEG-6000(air)
 Figure 3. Mean of shoot length (cm) of cotton lines at 7, 14, and 25 days after planting with PEG-6000 (-3 bar) and without PEG-6000(water)

Bobot Kecambah

Bobot kecambah pada perlakuan PEG-6000 nyata lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan tanpa PEG-6000 (air) ($P < 0,0001$) (Gambar 4), tetapi tidak ada perbedaan di antara galur yang diuji ($P = 0,08$). Pada

parameter bobot kecambah, terdapat empat galur yang agak tahan kekeringan dan tidak berbeda dengan Kanesia 14 ($0,50 < S < 1,0$), yaitu 97001/2, 03001/9, 03008/24, dan 03012/17 (Tabel 3).



Gambar 4. Rata-rata bobot kecambah (g), panjang akar (cm), dan bobot akar (g) galur kapas pada umur 25 hari pada perlakuan PEG-6000 (-3 bar) dan tanpa PEG-6000 (air)

Figure 4. The average of shoot weight, root length, and root weight of cotton lines at 25 days with PEG-6000 (-3 bar) and without PEG-6000 (water)

Panjang Akar

Panjang akar pada perlakuan PEG-6000 nyata lebih rendah dibandingkan dengan tanpa PEG-6000 ($P = 0,009$) (Gambar 4). Hal ini juga dilaporkan oleh ANWER *et al.* (2004) bahwa panjang akar *Anthxanthun odoratum* berkurang dengan bertambahnya konsentrasi PEG-6000 pada fase kecambah. Menurut BASAL *et al.* (2005) parameter akar dapat digunakan sebagai kriteria seleksi pada kultivar kapas untuk ketahanan terhadap kekeringan pada fase kecambah, tetapi tidak dapat digunakan pada tanaman kacang tanah (*Arachis hypogea* L.) (ADISYAHPUTRA *et al.*, 2004).

Cekaman kekeringan pada fase kecambah berbeda pengaruhnya terhadap panjang akar dibandingkan dengan cekaman yang terjadi pada tanaman kapas di lapang. PACE *et al.* (1999) melaporkan bahwa pada percobaan di lapang, akar kapas lebih panjang pada perlakuan kekeringan dibandingkan dengan perlakuan tanpa kekeringan. Peningkatan panjang akar pada kondisi kekeringan merupakan respon tanaman kapas terhadap kondisi kekurangan air karena tanaman mampu mendapatkan air dari lapisan tanah yang lebih dalam. Hal ini sama dengan yang dilaporkan oleh EFENDI (2009) bahwa genotipe jagung yang toleran terhadap cekaman kekeringan memiliki akar yang lebih panjang dibandingkan dengan genotipe yang peka.

Di antara galur-galur kapas yang diuji dengan perlakuan PEG-6000, tidak terdapat perbedaan panjang akar ($P < 0,74$). Dari analisis indeks kerentanan terhadap kekeringan, pada parameter panjang akar, terdapat delapan galur yang relatif tahan kekeringan ($S < 0,50$) dibandingkan dengan Kanesia 14, yaitu galur 03002/12, 03006/1, 03008/24, 03012/17, 03014/12, 03017/13, dan 03017/15, dan galur 03008/7 agak tahan kekeringan ($0,50 < S < 1,0$) (Tabel 3). Genotipe jagung yang toleran terhadap cekaman kekeringan memiliki karakter panjang dan bobot akar yang besar dibandingkan dengan genotipe yang peka (EFENDI, 2009).

Bobot Akar

Bobot akar pada perlakuan PEG-6000 nyata lebih rendah dibandingkan dengan yang tanpa PEG-6000 ($P < 0,0001$) (Gambar 4), tidak ada perbedaan diantara galur yang diuji ($P = 0,19$). Dari parameter bobot akar, terdapat sepuluh galur yang lebih tahan kekeringan dibandingkan dengan Kanesia 14 ($0,50 < S < 1,0$), yaitu 97001/2, 97013/6, 97023/8, 03001/9, 03002/12, 03006/1, 03008/7, 03008/24, 03014/12, dan 03017/15 (Tabel 3).

Ratio Panjang Akar/Panjang Kecambah

Ratio panjang akar/panjang kecambah pada perlakuan PEG nyata lebih tinggi dibandingkan dengan yang tanpa PEG-6000 ($P < 0,0001$), tidak ada perbedaan di antara galur yang diuji ($P = 0,39$). Hal ini sama dengan yang dilaporkan oleh HAMIDI dan SAFARNEJAD (2010) bahwa dengan meningkatnya tekanan osmosis media tumbuh, nyata menurunkan persentase daya berkecambah serta panjang akar dan plumula tanaman alfalfa (*Medicago sativa* L.), tetapi ratio panjang akar/panjang plumula meningkat. Pada tanaman padi, parameter ratio panjang akar seminal/ tunas dapat digunakan sebagai kriteria seleksi toleransi cekaman kekeringan tanaman padi pada fase kecambah (AI *et al.*, 2010). Dari parameter ratio panjang akar/kecambah, galur 03001/9 memiliki ketahanan sama dengan Kanesia 14 ($S < 0,50$), sedangkan galur 03014/12 agak tahan ($0,50 < S < 1,0$) (Tabel 3).

Rata-Rata Indeks Kerentanan Kekeringan Semua Parameter

Respon ketahanan galur kapas yang dihitung dengan indeks kerentanan kekeringan (S) menunjukkan hasil yang berbeda pada masing-masing parameter yang diamati. Hasil rata-rata S semua parameter menunjukkan tidak terdapat galur yang tahan terhadap kekeringan ($S < 0,50$), terdapat delapan galur yang agak tahan kekeringan ($0,50 < S < 1,0$) yang ketahanannya lebih baik dibandingkan dengan Kanesia 14, yaitu 03002/12, 03006/1, 03008/7, 03008/24, 03012/17, 03014/12, 03017/13, dan 03017/15 (Tabel 3).

KESIMPULAN

Perlakuan PEG-6000 (-3 bar) pada fase perkecambahan benih kapas berpengaruh sangat nyata terhadap penurunan daya berkecambah, panjang kecambah dan akar, serta bobot kecambah dan akar. Sebaliknya, rasio panjang akar/panjang kecambah lebih tinggi pada perlakuan PEG-6000 dibandingkan dengan perlakuan tanpa PEG-6000 (air).

Respon ketahanan galur kapas yang dihitung dengan indeks kerentanan kekeringan berbeda pada masing-masing parameter yang diamati. Dari nilai rata-rata indeks kerentanan terhadap kekeringan, tidak diperoleh galur yang tahan terhadap kekeringan ($S < 0,50$). Terdapat delapan galur yang agak tahan kekeringan ($0,50 < S < 1,0$) yang ketahanannya lebih baik dibandingkan dengan Kanesia 14, yaitu 03002/12, 03006/1, 03008/7, 03008/24, 03012/17, 03014/12, 03017/13, dan 03017/15.

DAFTAR PUSTAKA

- ADISYAHPUTRA, R. INDRAYANTI, dan D. ELDINA. 2004. Karakterisasi sifat dan toleransi terhadap cekaman kering kacang tanah (*Arachis hypogea* L.) varietas nasional pada tahap perkecambahan. *Jurnal Matematika, Sains dan Teknologi*. 5(1):1-16. www.ut.ac.id/html/jmst/jurnal. [diunduh Tgl 25 Juni 2013].
- AFA, L.O., B.S. PURWOKO, A. JUNAEDI, O. HARIDJAJA, dan I.S. DEWI. 2012. Pendugaan toleransi padi hibrida terhadap kekeringan dengan poliethylen glikol (PEG) 6000. *J. Agrivigor*. 11(2): 292-299. <http://journal.unhas.ac.id/index.php/agriv>. [diunduh Tgl 25 Juni 2013].
- AI, N.S., S.M. TONDIA, dan R. BUTARBUTAR. 2010. Evaluation on indicator of water-deficit tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) at the germination phase. *Jurnal Biologi*. 14(1): 50-54. <http://ojs.unud.ac.id>. [diunduh Tgl 14 Juni 2013].
- ANWER, M., T. MCNEILY, and P.D. PURWAIN. 2004. Effect of polyethylene glycol on the growth of two populations of *Anthxanthum odoratum*. *International Journal of Agriculture and Biology*. <http://www.ijab.org>. [diunduh Tgl 26 Juni 2013].
- BASAL, H., C.W. SMITH, P.S. THAXTON, and J.K. HEMPHILL. 2005. Seedling drought tolerance in upland cotton. *Crop Sci*. 45: 766-771. <https://www.crops.org/publications/cs/pdfs/45/2/0766>. [diunduh Tgl 26 April 2012].
- BASUKI, T., M. SAHID, dan Y.P. WANITA. 2006. Pengembangan kapas di Indonesia dan permasalahannya. *Prosiding Lokakarya Nasional Kapas dan Rami*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Hlm. 142-146.
- BOUREIMA, S., M. EYLETTERS, M. DIOUF, T.A. DIOP, and P. VAN DAMME. 2011. Sensitivity of seed germination and seedling radical growth to drought stress in sesame (*Sesamum indicum* L.). *Research Journal of Environmental Sciences*. 8pp. ISSN 1819-3412/DOI:10.3923/rjes.2011. <http://docsdrive.com/pdfs/academicjournals/rjes>. [diunduh Tgl. 21 Juni 2013].
- BREVEDAN, R.E., M.G. KLICH, E.E. SANCHEZ, and M.N. FIORETTI. 2012. Effects of water stress on germination and seedling growth of lovegrass species. *Plant Physiology and Growth*. Session 7. ID No. 774 (7):35-36. www.international-grasslands.org/files/igc/publications. [diunduh Tgl 25 April 2012].
- CLARKE, J.M., F.T. SMITH, T.N. CRAIG, and D.G. GREEN. 1984. Growth analysis of spring wheat cultivars of varying drought resistance. *Crop Sci*. 24: 537-541. <http://www.soils.org/publications/cs/pdfs/24/3/0240030537>. [diunduh Tgl 26 April 2012].
- DUTTA, P. and A.K. BERA. 2008. Screening of mungbean genotypes for drought tolerance. *Legume Res*. 31(2): 145-148. www.indiajournals.com/ijor.aspx. [diunduh Tgl 25 April 2012].
- EFENDI, R. 2009. Tanggap genotipe jagung toleran dan peka terhadap cekaman kekeringan pada fase perkecambahan. *Prosiding Seminar Nasional Serealia*. ISBN: 978-979-8940-27-9. balitsereal.litbang.deptan.go.id/ind/images. [diunduh Tgl. 26 Juni 2013].
- GIANCARLA, V., E. MADOSA, R. SUMALAN, A. CIULCA, and C. PETOLESCU. 2012. Evaluation of some indirect indices to identify drought tolerance in barley. *Journal of Horticulture, Forestry, and Biotechnology*. 16(1): 239-241. www.journal-hfb.usab-tm.ro. [diunduh Tgl. 20 Juni 2013].
- GOVINDARAJ, M., P. SHANMUGSUNDARAM, P. SUMANTHI, and A.R. MUTHIAH. 2010. Simple, rapid, and cost effective screening method for drought resistant breeding in pearl millet. *Electric Journal of Plant Breeding*, I(4): 590-599. [diunduh Tgl 25 April 2012].
- HAMIDI, H. and A. SAFARNEJAD. 2010. Effect of drought stress on alfalfa cultivars (*Medicago sativa* L.) in germination stage. *J. Agric. and Environ. Sci*. 8(6): 705-709. [www.idosi.org/aejaes/jaes.8\(6\)/14.pdf](http://www.idosi.org/aejaes/jaes.8(6)/14.pdf). [diunduh Tgl 26 Juni 2012].
- KAUFMANN, M.R. and A.N. ECKARD. 1971. Evaluation of water stress control with polyethylene glycol. *Science* 33: 1486-1487. <http://www.plantphysiol.org/content/47/4/453.full.pdf>. [diunduh Tgl. 26 Juni 2013].
- MENESES, C.H.S.G., R.L.A. BRUNO, P.D. FERNANDES, W.E. PEREIRA, L.H.G.M. LIMA, M.M.A. LIMA, and M.S. VIDAL. 2011. Germination of cotton cultivar

- seeds under water stress induced by polyethyleneglycol-6000. *Crop Science*. 68(2):131-138.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162011000200001>.
 [diunduh Tgl 20 Januari 2012].
- MENTERI PERTANIAN. 2007. Pelepasan kapas Kanesia 14 sebagai varietas unggul. Keputusan Menteri Pertanian No. 506/Kpts/SR.120/9/2007. Jakarta, 5 September 2007.
- MICHEL, B. E. and M. R. KAUFMANN. 1973. The osmotic potential of Polyethylene Glycol 6000. *Plant Physiol*. 51: 914-916.
<http://dx.doi.org/10.1104/pp.51.5.914>. [diunduh Tgl. 20 Januari 2012].
- MOAYEDI, A.A., A.N. BOYCE, and S.S. BARAKBAH. 2009. Study on osmotic stress tolerant in promising durum wheat genotypes using drought stress indices. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 5(5): 603-607.
<http://academia.edu/3476448/study>. [diunduh Tgl. 25 Juni 2013].
- OKCU, G., M.D. KAYA, and M. ATAK. 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Turk J. Agric*. 29: 237-242.
<https://pipl.com/directory/name/okcu/gamze>. [diunduh Tgl 20 Juni 2013].
- PACE, P.F., H.T. CRALLE, S.H.L.M. EL-HALAWANY, J.T. COTHERN, and S.A.SENSAMEN. 1999. Drought-induced changes in shoot and root growth of young cotton plants. *The Journal of Cotton Science*. 3: 183-187. <http://journal.cotton.org>. [diunduh Tgl 20 Juni 2013].
- RAHAYU, E.S., E. GUHARDJA, S. ILYAS, dan SUDARSONO. 2005. Polietilena glikol (PEG) dalam media *in vitro* menyebabkan kondisi cekaman yang menghambat tunas kacang tanah (*Arachis hypogea* L). *Berk. Penel. Hayati*:11 (39-48). www.berkalahayati.org [diunduh Tgl. 14 Juni 2011].
- RIAJAYA, P.D. 2002. Kajian iklim pada tanaman kapas. Monograf. Balai Penelitian Tanaman Tembakau dan Serat Malang. 7(2): 77-87.
- SAVITRI, E.S. 2011. Seleksi toleransi kekeringan perkecambahan beberapa varietas kedelai (*Glycine max* L. Merr) menggunakan PEG (*Polyethylene glycol*) 6000. *Berk. Penel. Hayati. Edisi Khusus. 7A*: 129-131. <http://aintek.uin-malang.ac.id>. [diunduh Tgl 26 April 2013].
- SULISTYOWATI, E., S. SUMARTINI, dan S. RUSTINI. 2008. Cekaman kekeringan menggunakan simulasi PEG-6000 pada tanaman kapas muda. *Agritek*. 16(5): 756-762.
- SULISTYOWATI, E. dan S. SUMARTINI. 2009. Kanesia 10-13: Empat varietas kapas baru berproduksi tinggi. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 15(1): 24-32.
- VERSLUES, P.E., M. AGRAWAL, K.S. AGRAWAL, and J. ZHU. 2006. Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, and abiotic stresses that affect plant water status. *The Plant Journal*. 45: 523-539. www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16441347. [diunduh Tgl 26 Juni 2013].
- ZHARFA, M., A.A.M. MOUD, and V.R. SAFFARI. 2010. Relationship between seedling growth rate and yield of maize cultivars under normal and water stress conditions. *Journal of Plant Physiology and Breeding*. 1(1): 9-23. www.sid.ir. [diunduh Tgl 25 April 2012].