

Evaluasi Beberapa Ekotipe Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) untuk Toleransi Cekaman Kekeringan

*The Evaluation of Several Ecotypes of Physic Nut (*Jatropha curcas* L.) to Drought Stress Tolerance*

Iskandar Lapanjang^{1*}, Bambang Sapta Purwoko², Hariyadi², Sri Wilarso Budi R³ dan Maya Melati²

Diterima 4 Agustus 2008/Disetujui 19 November 2008

ABSTRACT

Drought stress in crop occurs due to imbalance between water supply and demand. Crop responses to drought stress depend on their ecotypes. This study was aimed at examining the tolerance of the physic nut ecotype to drought stress in inceptisol. This study was conducted at Silviculture greenhouse, Forestry Faculty IPB, from September to December 2007. A Completely Randomized Design with two factors was used in the experiment, i.e. water content (80, 60, and 40 % of field capacity) and physic nut ecotypes (Palu, NTB, IP-A, and IP-P) The results showed that (1) drought reduced stem diameter (31.4%), root length (65.49%) and leaf area (72.73%), and decreased plant dry weight (74.83%),(2) tolerance level of the evaluated physic nuts on the drought stress were moderate tolerance (IP-1A, NTB, Palu) and sensitive (IP- Pakuwon).

Key words: physic nut, drought stress, tolerance

PENDAHULUAN

Tanaman jarak pagar selama ini hanya ditanam sebagai pagar dan tidak diusahakan secara khusus. Secara agronomis, tanaman jarak pagar dapat beradaptasi dengan lahan maupun agroklimat di Indonesia bahkan tanaman ini dapat tumbuh pada kisaran curah hujan 200 mm hingga kondisi basah tertinggi 2000 mm per tahun (Foidl *et al.*, 1996; Heller, 1996; Gubitz *et al.*, 1999; Openshaw, 2000), namun tidak dapat bertahan hidup pada kondisi tanah jenuh air. Pada kondisi kekeringan yang berkepanjangan akan menyebabkan penurunan pertumbuhan dan selanjutnya akan terjadi stagnasi pertumbuhannya (Jones dan Miller, 1992). Penurunan pertumbuhan tanaman yang tumbuh pada kondisi kekeringan merupakan respon tanaman terhadap cekaman kekeringan. Hal ini dikuatkan oleh pendapat Levitt (1980) yang menyatakan bahwa penurunan taraf biomasa tanaman merupakan salah satu bentuk tanggapan tanaman terhadap cekaman kekeringan. Menurut Fukai dan Coeper (1995) respon tanaman terhadap cekaman kekeringan dapat dilihat secara morfologi yaitu: memperbaiki serapan air dengan cara meningkatkan kedalaman akar, mengurangi hilangnya air dengan mengurangi jerapan panas melalui permukaan daun yang semakin kecil, mengurangi hilangnya air dengan mengurangi jerapan panas melalui penggulungan atau pelipatan daun atau menggugurkan daun. Mitra (2001) menjelaskan tanaman dapat menggunakan lebih dari satu mekanisme untuk tahan cekaman kekeringan. Cekaman kekeringan bagi

tanaman dapat disebabkan oleh dua faktor, yakni: (1) kekurangan suplai air di daerah perakaran, dan (2) permintaan air yang berlebihan oleh daun yang disebabkan oleh laju evapotranspirasi melebihi laju absorpsi air oleh akar tanaman, walaupun keadaan air tanah cukup (Haryadi dan Yahya, 1988; Tardieu, 1997).

Cekaman kekeringan bagi tanaman jarak pagar merupakan permasalahan yang dihadapi dalam upaya pengembangannya di lahan kering. Oleh karena itu diperlukan usaha untuk mencari jenis tanaman jarak yang toleran dan cocok dibudidayakan di lahan kering. Penelitian ini dilakukan terhadap 4 ekotipe yang berasal dari daerah yang berbeda yaitu; ekotipe Palu dan NTB (daerah pengembangan jarak pagar), dan ekotipe IP-Asebagus dan IP-Pakuwon (ekotipe unggul seleksi Puslitbangun). Kemampuan tumbuh dan berkembang suatu tanaman sangat tergantung pada interaksi antara genotipe tanaman dengan lingkungan, termasuk tanaman jarak pagar (Hasnam dan Hartati, 2006). Secara alami, sebenarnya tanaman sudah memiliki kemampuan beradaptasi terhadap cekaman kekeringan terutama berkaitan dengan pengendalian transpirasi. Namun demikian informasi mengenai adaptasi morfologi tanaman jarak pagar terhadap cekaman kekeringan belum banyak dipublikasikan. Penelitian bertujuan untuk 1). mengevaluasi pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan beberapa ekotipe tanaman jarak, dan 2). mencari jenis tanaman jarak pagar yang toleran dan cocok dibudidayakan di lahan kering berdasarkan adaptasi morfologinya.

¹ Staf Pengajar Fakultas Pertanian UNTAD, Palu Sulawesi Tengah, Kampus Bumi Taklulako, Tando Palu, Jl. Soekarno Hatta

(* Penulis untuk korespondensi)

² Staf Pengajar Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta IPB, Bogor

³ Staf Pengajar Departemen Silvikultur, Fahutan IPB, Bogor

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di rumah plastik Fakultas Kehutanan IPB, pada September - Desember 2007 dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial. Faktor pertama adalah ekotipe jarak pagar yaitu; Palu, Lombok Barat – Nusa Tenggara Barat (NTB), IP-A (Asembagus), dan IP-P (Pakuwon), sedangkan faktor kedua adalah kadar air tanah terdiri dari 80, 60, dan 40 % KL (kapasitas lapang). Perlakuan terdiri atas tiga ulangan. Satuan percobaan terdiri atas 2 tanaman yang masing-masing ditanam pada pot plastik ukuran volume 7 l (5.5 kg bobot tanah kering mutlak), sehingga jumlah tanaman keseluruhan adalah 112 tanaman (72 tanaman percobaan ditambah 40 tanaman yang didestruksi).

Dalam percobaan ini digunakan media tanah inceptisol dari lokasi pengembangan jarak pagar di Desa Poboya, Kota Madya Palu, Sulawesi Tengah. Tanah lapisan atas (top soil) diambil secara komposit, dan selanjutnya dikeringanginkan selama satu minggu, kemudian diayak dengan ayakan berdiameter 2 mm sehingga diperoleh tanah yang homogen. Masing-masing pot plastik diisi tanah kering udara sebanyak 5.5 kg.

Penetapan kadar air kapasitas lapang (pF 2.54) menggunakan alat *pressure plate apparatus*. Penetapan kadar air kapasitas lapang (KL) menggunakan contoh tanah utuh (*undisturbed soil sample*), yang diambil dengan menggunakan *ring sample* kemudian tanah tersebut dijenuhi dengan air sampai berlebihan dan dibiarkan selama 48 jam. Kemudian alat ditutup rapat, dan diberi tekanan pF yang dikehendaki yakni 3/4 bar untuk pF 2.54. Jika telah tercapai keseimbangan (setelah diberi tekanan selama 48 jam), contoh tanah dikeluarkan dan ditetapkan kadar airnya dengan metode gravimetri.

Penentuan kadar air tanah kering udara, menggunakan perhitungan dengan rumus :

$$KA = \frac{BKU - BK}{BK} \times 100\%$$

Keterangan : KA = kadar air tanah kering udara
BKU = bobot tanah kering udara
BK = bobot tanah kering mutlak (oven)

Perkecambahan biji dilakukan dengan cara merendam biji-biji yang telah terpilih terlebih dahulu di dalam air dan Dithane 45 selama 12 jam. Setelah itu biji-biji ditanam pada tempat persemaian sampai pada periode pancing (\pm 7- 10 hari), kecambah tersebut ditanam 1 biji dalam setiap pot yang sudah berisi tanah dengan kondisi 80% kapasitas lapang. Kegiatan pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, pengendalian hama dan penyakit, serta penyiangan.

Penyiraman dilakukan sampai akhir penelitian (3 bulan setelah tanam) dan dilakukan setiap hari sekali pada waktu pagi hari dengan menyiram langsung secara merata pada permukaan pot sesuai dengan perlakuan persentase dari air kapasitas lapang. Pembibitan atau persiapan bibit tanaman jarak pagar sebagai bahan tanam dilakukan hingga berumur 2 – 3 bulan (Heller, 1996; Henning, 1998).

Perlakuan cekaman kekeringan berdasarkan kapasitas lapang dapat ditentukan tingkat kadar air masing-masing sebagai berikut : 80, 60, dan 40 % KL.

Untuk menentukan volume air yang diberikan, maka perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Tingkat kadar air tiap perlakuan (\%)} = \frac{BB - BK}{BK} \times 100\%$$

Keterangan: BB = bobot basah tanah,

BK = bobot kering mutlak (kering oven)

Bobot total tiap pot plastik harus dipertahankan, ditetapkan dengan menambahkan bobot basah tanah (BB) dengan bobot pot plastik, bobot pupuk dan bobot biji. Penyesuaian kadar air tanah untuk masing-masing perlakuan dilakukan setiap hari sekali yaitu dimulai pukul 07.00 WIB, dan dilakukan koreksi menggunakan pertambahan bobot tanaman setiap dua minggu sekali. Untuk keperluan tersebut maka dari setiap unit percobaan diambil 1 tanaman untuk destruksi. Total tanaman untuk destruksi adalah 40 tanaman untuk 4 kali koreksi (3, 5, 7, dan 9 minggu setelah tanam). Sehingga total jumlah tanaman (72 tanaman ditambah 40 tanaman), adalah 112 tanaman jarak pagar.

Sampai umur 3 minggu setelah tanam (HST), semua ember dipertahankan kadar airnya pada kondisi 80% air tersedia. Mulai 3 minggu HST, jumlah air yang diberikan setiap hari disesuaikan dengan perlakuan kadar air, yaitu sebanyak air yang hilang melalui evapotranspirasi, dengan tetap mempertahankan bobot setiap ember sesuai dengan perlakuan.

Peubah yang diamati pada akhir percobaan (12 MST) adalah panjang akar, bobot kering akar, jumlah daun, luas daun, bobot kering daun, diameter batang, bobot kering batang, bobot kering tajuk, bobot kering total tanaman, rasio tajuk-akar. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis varian. Untuk menguji perbedaan nilai tengah antara perlakuan cekaman kekeringan digunakan uji Jarak Berganda Duncan. Untuk menunjukkan ekotipe toleran, agak toleran dan peka terhadap cekaman kekeringan dilakukan pengamatan terhadap indeks sensitivitas (IS). Indeks sensitivitas yang dihitung berdasarkan rumus Fischer dan Maurer (1978) yaitu: $S = (1-Y/Yp) / (1-X/Xp)$, dengan (Y) = nilai rata-rata peubah tertentu pada suatu ekotipe yang mengalami cekaman kekeringan, (Yp) = nilai rata-rata peubah tersebut pada satu ekotipe lingkungan optimum, (X) = nilai rata-rata peubah tersebut

pada semua ekotipe yang mengalami cekaman kekeringan, dan $(Xp) =$ nilai rata-rata perubahan tersebut pada semua ekotipe lingkungan optimum. Ekotipe dikatakan toleran terhadap cekaman kekeringan jika mempunyai nilai $IS < 0.5$, agak toleran jika $0.5 < IS < 1.00$, dan peka jika $IS > 1.00$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Tabel 1 memperlihatkan bahwa interaksi kadar air dan ekotipe nyata mempengaruhi panjang akar.

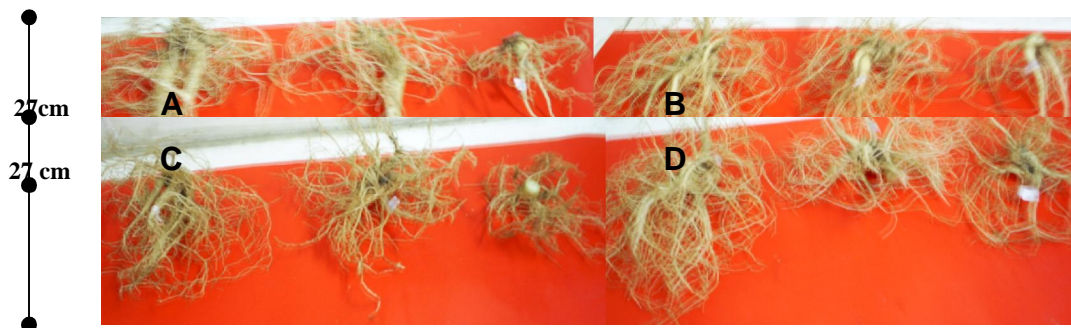
Tabel 1. Panjang akar beberapa ekotipe tanaman jarak pagar pada berbagai tingkat cekaman kekeringan

Ekotipe	Kadar air (% KL)		
	80	60	40
	(cm)		
Palu (P ₁)	27.88 ^a	23.35 ^b	17.53 ^c
NTB/Lombar (P ₂)	27.25 ^a	23.65 ^b	18.35 ^c
IP-Asembagus (P ₃)	27.78 ^a	23.05 ^b	19.28 ^c
IP- Pakuwon (P ₄)	25.75 ^{ab}	24.32 ^b	13.43 ^d

Keterangan: Angka pada masing-masing kolom dan baris yang diikuti huruf sama tidak berbeda nyata.

Tabel 1 menunjukkan bahwa peningkatan cekaman kekeringan (kadar air 40%KL) akan menurunkan panjang akar, dan penurunan lebih besar pada ekotipe IP- Pakuwon yaitu sebesar 65.49%, sedangkan pada ekotipe Palu, NTB, dan IP-Asembagus terjadi

penurunan panjang akar berturut-turut sebesar 56.46%, 58.07% dan 54.44%. Gambar 1 menunjukkan pengurangan panjang akar sebagai akibat cekaman kekeringan.



Gambar 1. Panjang akar Ekotipe Palu (A), NTB (B), IP-Pakuwon (C), dan IP-Asembagus (D) pada perlakuan K₁, K₂ dan K₃ (80 % KL, 60 % KL, dan 40% KL)

Tabel 2 menunjukkan bahwa bobot kering akar semakin turun dengan meningkatnya cekaman kekeringan. Penurunan cekaman kekeringan dari 80% menjadi 60% menunjukkan perbedaan yang nyata, namun ketika diturunkan menjadi 40% KL menunjukkan perbedaan semakin nyata. Faktor ekotipe juga berpengaruh terhadap bobot kering akar dimana ekotipe IP-Asembagus tidak berbeda nyata dengan ekotipe NTB dan Palu, namun berbeda nyata dengan ekotipe IP-Pakuwon.

Gangguan pada akar berakibat penurunan pertumbuhan tanaman ditandai dengan penurunan ukuran maupun bobot bagian tajuk tanaman (Tabel 3- 5 dan Gambar 2). Tabel 3 menjelaskan bahwa semakin berat tingkat cekaman kekeringan maka semakin kecil luas daun tanaman jarak, dan penurunan yang paling besar terjadi pada ekotipe IP- P sebesar 72.73% (40% KL).

Tabel 2. Bobot kering akar tanaman jarak pada berbagai perlakuan

Perlakuan	Bobot kering akar (g)
Kadar Air (% KL):	
80	10.32 ^a
60	8.45 ^b
40	4.27 ^c
Ekotipe:	
Palu (P ₁)	7.60 ^{ab}
NTB/Lombar(P ₂)	8.24 ^a
IP-Asembagus (P ₃)	7.97 ^{ab}
IP- Pakuwon(P ₄)	6.92 ^b

Keterangan: Angka-angka pada masing-masing kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata.

Tabel 3. Luas daun beberapa ekotipe tanaman jarak pagar pada berbagai tingkat cekaman kekeringan dan ekotipe

Ekotipe	Kadar air (% KL)		
	80	60	40
	(cm ²)		
Palu (P ₁)	2489.2 ^{ab}	1586.0 ^d	744.5 ^e
NTB/Lombar(P ₂)	2322.3 ^b	1837.2 ^{cd}	801.2 ^e
IP-Asembagus (P ₃)	2634.7 ^a	1773.2 ^{cd}	803.2 ^e
IP- Pakuwon(P ₄)	2333.8 ^b	1996.5 ^c	636.5 ^e

Keterangan: Angka-angka pada masing-masing kolom dan baris yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata.

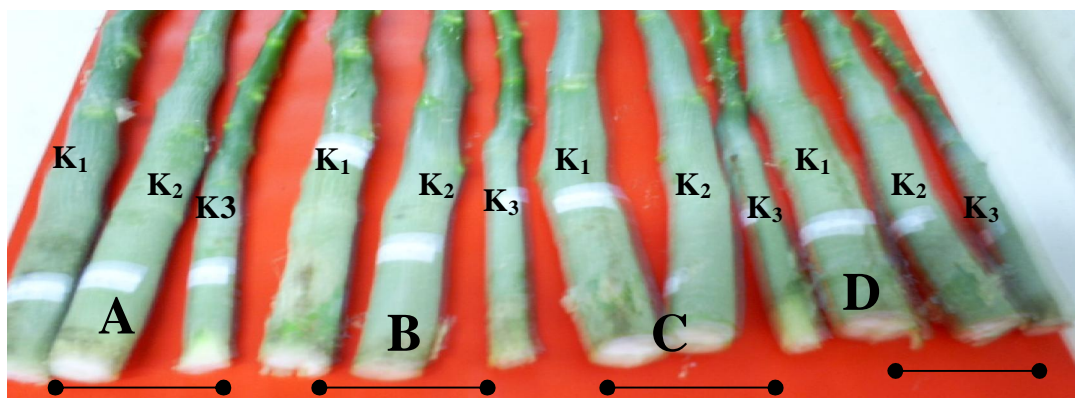
Tabel 4 dan Gambar 2 menjelaskan bahwa diameter batang tanaman jarak pagar semakin kecil dengan semakin beratnya cekaman kekeringan. Cekaman kekeringan 80% KL dan 60% KL belum menunjukkan perbedaan yang nyata (5.1%), akan tetapi ketika diperberat 40% KL sudah menunjukkan perbedaan yang nyata (31.40%). Faktor ekotipe berpengaruh terhadap diameter batang dimana ekotipe IP-Asembagus tidak berbeda dengan ekotipe NTB dan Palu, namun berbeda nyata dengan ekotipe IP-Pakuwon.

Tabel 4. Diameter batang dan jumlah daun tanaman jarak pagar pada berbagai perlakuan.

Perlakuan	Diameter batang	Jumlah daun
	(mm)	
Kadar Air (% KL):		
80	25.8 ^a	30.0 ^a
60	24.3 ^a	28.0 ^b
40	17.7 ^b	10.7 ^c
Ekotipe:		
Palu	23.0 ^{ab}	23.4 ^a
NTB (Lombar)	23.8 ^a	22.3 ^a
IP- Asembagus	22.5 ^{ab}	22.2 ^a
IP- Pakuwon	21.1 ^b	23.7 ^a

Keterangan: Angka-angka pada masing-masing kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata.

Penurunan jumlah daun menunjukkan masih 6.7% ketika cekaman kekeringan menjadi 60% KL, namun bila ditingkatkan menjadi 40% jumlah daun sudah mengalami penurunan yang lebih tajam, yaitu 64.33%. Faktor ekotipe belum menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap jumlah daun (Tabel 4).



Gambar 2. Tanggapan diameter batang tanaman jarak pagar Ekotipe Palu (A), IP- Asembagus (B), IP-Pakuwon (C) dan NTB (D) terhadap perlakuan K₁, K₂ dan K₃ (80% KL, 60% KL, dan 40% KL)

Tabel 2 dan 5 menunjukkan bahwa bobot kering tanaman (batang, daun, akar) semakin berkurang dengan semakin meningkatnya cekaman. Bobot kering batang, daun, tajuk, dan tanaman (total) sudah menunjukkan penurunan berturut-turut 33.99%, 23.19%, 28.0% dan 27.08% ketika cekaman menjadi 60% KL. Bila cekaman ditingkatkan menjadi 40% KL maka bobot kering menurun lebih tajam berturut-turut sebesar 74.96%, 76.56%, 75.85%, dan 74.87%. Faktor ekotipe belum menunjukkan perbedaan yang nyata pada semua peubah bobot kering tanaman.

Tabel 5 menunjukkan bahwa ratio tajuk-akar pada cekaman 80% dan 60% KL belum berbeda nyata, akan tetapi ketika ditingkatkan menjadi 40% KL sudah menunjukkan perbedaan yang nyata. Faktor ekotipe juga berpengaruh terhadap ratio tajuk-akar dimana ekotipe IP-Asembagus tidak berbeda nyata dengan ekotipe NTB dan Palu, namun berbeda nyata dengan ekotipe IP-Pakuwon. Rasio tajuk-akar menggambarkan perimbangan pertumbuhan antara tajuk dan akar.

Tabel 5. Bobot kering tanaman jarak pagar pada berbagai perlakuan

Perlakuan	Bobot kering (g/tanaman)				Rasio T/A
	Batang	Daun	Tajuk	Tanaman	
Kadar Air (% KL):					
80	32.251 ^a	38.520 ^a	70.771 ^a	81.095 ^a	6.9 ^a
60	21.290 ^b	29.588 ^b	50.954 ^b	59.131 ^b	6.8 ^a
40	8.076 ^c	9.030 ^c	17.090 ^c	20.383 ^c	4.1 ^b
Ekotipe:					
Palu	20.656 ^a	25.057 ^a	45.713 ^a	52.993 ^a	5.8 ^b
NTB (Lombar)	21.169 ^a	24.993 ^a	46.162 ^a	53.691 ^a	5.6 ^b
IP- Asembagus	21.053 ^a	26.368 ^a	47.399 ^a	55.038 ^a	5.8 ^b
IP- Pakuwon	19.278 ^a	26.433 ^a	45.713 ^a	52.397 ^a	6.6 ^a

Keterangan: Angka-angka pada masing-masing kolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata.

Tabel 1-5 menunjukkan bahwa dari 10 peubah yang diamati ada 2 peubah yang tidak berbeda nyata dengan berubahnya tingkat cekaman kekeringan 80% KL menjadi 60% KL, dan penurunan bobot kering tanaman berkisar 5.1-33.9% (< 50%). Ketika tingkat cekaman ditingkatkan menjadi 40% semua peubah yang diamati menunjukkan perbedaan yang nyata, dan penurunannya sudah mencapai sekitar 31.9-76.56% (rata-rata > 50%). Fakta tersebut menjelaskan bahwa pada peningkatan cekaman sampai 40% KL tanaman jarak pagar yang ditanam di pembibitan sudah mengalami cekaman kekeringan, sehingga ditetapkan cekaman kekeringan 80% dan 40% yang digunakan untuk menghitung indeks sensitivitas.

Pengukuran toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan dihitung berdasarkan nilai indeks sensitivitas (IS). Nilai indeks sensitivitas dari masing-masing ekotipe tanaman jarak pagar disajikan pada Tabel 6.

Berdasarkan perhitungan nilai IS pada peubah panjang akar, bobot kering akar, diameter batang, jumlah daun, luas daun, dan bobot kering total tanaman ternyata tanaman jarak pagar ekotipe Palu, NTB, dan IP-Asembagus pada umumnya mempunyai nilai IS < 1, sedangkan tanaman jarak ekotipe IP- Pakuwon mempunyai nilai IS > 1.00.

Tabel 6. Indeks sensitivitas kekeringan (IS) berdasarkan sejumlah karakter morfologi beberapa ekotipe tanaman jarak pagar

Ekotipe	Indeks sensitivitas kekeringan (S)							Status tanaman
	Panjang akar	Bobot kering akar	Diameter batang	Bobot kering daun	Jumlah daun	Luas daun	Bobot kering total	
PALU	0.9794	0.8801	0.9398	0.9957	0.9890	0.9792	0.9805	AT
NTB	0.8639	0.8776	0.9045	0.9764	0.9717	0.9658	0.9764	AT
IP-A	0.8331	0.8549	0.9231	0.9693	0.9572	0.9725	0.9786	AT
IP-P	0.1502	1.0091	1.2374	1.0543	1.0732	1.0921	1.0550	P

Keterangan: Fenotipe tanaman terhadap nilai sensitivitas kekeringan (S) berdasarkan hasil fenotipe yang terbanyak dari semua karakter morfologi. T = toleran, A = agak toleran, dan P = peka.

Pembahasan

Uji ekotipe tanaman jarak pagar berdasarkan toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan menggunakan peubah : panjang akar, bobot kering akar, bobot kering daun, luas daun, jumlah daun, bobot kering batang, diameter batang, rasio pucuk-akar. Penggunaan bobot kering tanaman, sebagai penentu uji toleransi tanaman sejalan dengan pendapat Blum (1996) bahwa pada saat pasokan air tidak mencukupi kebutuhan evapotranspirasi (tanaman mengalami stres air), transpirasi dan asimilasi cenderung mulai menurun. Lebih lanjut Havaux (1992) menyatakan bahwa

kapasitas fotosintesis dapat digunakan sebagai penanda respon tanaman terhadap cekaman kekeringan. Bobot kering tanaman, merupakan peubah yang dapat menggambarkan kapasitas fotosintesis tanaman. Ini diperkuat oleh pendapat Levitt (1980) yang menyatakan bahwa penurunan taraf biomasa tanaman merupakan salah satu bentuk tanggapan tanaman terhadap cekaman kekeringan. Perbedaan respon bobot kering tanaman, pada kondisi cukup air (80% KL) dan kondisi tercekam kekeringan (40% KL), digunakan untuk kepentingan uji toleransi jarak pagar terhadap cekaman kekeringan. Uji dilakukan terhadap 4 ekotipe yang berasal dari daerah yang berbeda.

Pada jarak pagar (*Jatropha curcas* L) cekaman kekeringan menimbulkan pengaruh penurunan pertumbuhan tanaman sejak di pembibitan. Seiring dengan semakin bertambah umur tanaman, cekaman kekeringan semakin nyata menekan pertumbuhan yang diindikasikan semakin rendah hasilnya (Tabel 1-5). Hal ini ditunjukkan bahwa ketika diberi cekaman 60- % KL tanaman jarak pagar sudah mulai tercekam dengan memberikan respon memperlambat pertumbuhan dan perkembangan semua organ tanaman. Perlambatan terus terjadi seiring dengan semakin berat tingkat cekaman kekeringan (40% KL). Memperlambat pertumbuhan dan perkembangan organ tanaman merupakan suatu mekanisme tanaman jarak pagar menghadapi cekaman kekeringan. Oleh karena ketika tanaman jarak tercekam kekeringan, ia berupaya mempertahankan pertumbuhan dengan mengurangi penggunaan air dengan memperkecil semua permukaan tanaman yang berhubungan dengan evapotranspirasi (Tabel 1-5).

Penurunan hasil pada semua peubah ketika diberikan cekaman kekeringan menunjukkan bahwa tanaman jarak berusaha untuk menghindari cekaman kekeringan agar dapat bertahan hidup dan melangsungkan metabolisme, sehingga dapat tumbuh. Fukai dan Coeper (1995) dan Mitra (2001) menjelaskan bahwa *dehydration avoidance* merupakan kemampuan tanaman untuk memelihara potensial air jaringan tetap tinggi meskipun pada kondisi kurang air, dengan cara memperbaiki serapan air dengan meningkatkan kedalaman akar, menyimpannya dalam sel tanaman, dan mengurangi hilangnya air dengan mengurangi jerapan panas melalui pengurangan luas daun. Oleh karena tanaman hanya dapat bertahan hidup pada kondisi tercekam kekeringan bila tanaman tersebut dapat mengurangi kehilangan air dan menjaga sel tetap turgor. Dikatakan oleh Taiz dan Zeiger (2002) bahwa cekaman kekeringan menyebabkan penurunan turgor sel yang berakibat pada menurunnya luas daun karena daun tua cepat mengalami senesen dan akhirnya gugur sedangkan daun yang baru terbentuk akan berukuran lebih kecil.

Untuk mendapatkan tingkat toleransi ekotipe tanaman jarak pagar terhadap cekaman kekeringan dilakukan perhitungan terhadap indeks sensitivitas (Tabel 6). Indeks sensitivitas memperlihatkan bahwa ekotipe IP-Asembagus, NTB, dan Palu memiliki nilai sensitivitas rata-rata $IS < 1$ kriteria agak toleran terhadap cekaman kekeringan, sedangkan ekotipe IP-Pakuwon memiliki nilai sensitivitas rata-rata $IS > 1$ kriteria peka terhadap cekaman kekeringan. Kepekaan IP-Pakuwon lebih dikarenakan ekotipe tersebut berasal dari daerah dengan curah hujan tinggi, sehingga telah beradaptasi dengan kadar air tanah yang relatif tinggi. Berdasarkan nilai indeks sensitivitas, maka tidak terdapat ekotipe tanaman jarak yang toleran terhadap cekaman kekeringan pada saat di pembibitan (juvenil). Hal ini diduga disebabkan tanaman jarak pagar pada masa pembibitan semua organ tanaman masih muda,

sehingga masih sangat peka terhadap cekaman kekeringan. Menurut Netting (2000), pada umumnya perpanjangan sel pada organ tanaman muda memiliki kepekaan yang tinggi terhadap perubahan kelembaban, misalnya pada perpanjangan sel daun muda tanaman barley pada kondisi normal mencapai 15-20 $\mu\text{m}/\text{menit}$ namun ketika kelembaban berubah kering laju perpanjangan sel daun dapat mencapai 0 (terhenti).

KESIMPULAN

Cekaman kekeringan dengan cara pengurangan persentase kadar air tanah kapasitas lapang sampai pada 40% kapasitas lapang akan menghambat pertumbuhan vegetatif tanaman jarak pagar, dengan penurunan ukuran dan bobot kering tanaman rata-rata lebih besar 50%.

Respon tanaman jarak pagar terhadap cekaman kekeringan pada masa pembibitan adalah dengan cara memperkecil ukuran diameter batang dan luas daun, penurunan bobot kering tanaman, dan panjang akar. Ekotipe IP-Asembagus, NTB dan Palu termasuk agak tahan kekeringan dengan panjang akar yang lebih panjang dibanding ekotipe IP-P yang peka kekeringan.

Dari empat ekotipe yang diuji, tiga ekotipe dikategorikan cocok ditanam pada lahan beriklim agak kering sampai kering yakni; ekotipe IP-Asembagus, NTB, dan Palu; satu ekotipe dikategorikan cocok ditanam pada lahan beriklim basah yakni; ekotipe IP-Pakuwon.

DAFTAR PUSTAKA

- Blum, A. 1996. Crop response to drought and the interpretation of adaptation. *Plant Growth Regulation* 20: 135-148.
- Foidl, N., G. Foidl, M. Sanchez, M. Mittelbach, S. Hackel. 1996. *Jatropha curcas* as a source for production of biofuel in Nicaragua. *Bioresource Technology* 58:77-82.
- Fukai, S., M. Coeper. 1995. Development of drought resistant cultivars using physio- morphological traits in rice. *Field Crops Res.* 40: 67-86.
- Gubitz, G. M., M. Mittelbach, M. Trabi. 1999. Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. *Bioresource Technology* 67:73-82.
- Haryadi, S.S., Yahya. S. 1988. Fisiologi Cekaman Lingkungan. PAU- Bioteknologi Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hasnam, Hartati. 2006. Penyediaan Benih Unggul Harapan Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L). Lokakarya Status Teknologi Budidaya Jarak

- Pagar, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Jakarta.
- Havaux, M. 1992. Stress tolerance of photosystem-II in vivo-antagonistic effects of water, heat, and photoinhibition stresses. *Plant Physiol.* 100: 424-432.
- Heller, J. 1996. *Physic Nut- Jatropha curcas* L. International Plant Genetic Resources Institute.
- Henning, R. 1996. Combating Desertification: The Jatropha Project of Mali, West Africa. *Aridland* No.40, Fall/Winter 1996. The CCD, Part I : Africa and The Mediterranean. <http://ag.arizona.edu/OALS/ALN/aln40/jatropha.html> [Januari 2006].
- Jones, N., J.H. Miller. 1992. *Jatropha curcas*. A Multipurpose Species for Problematic Sites. The World Bank Report. Asia Technical Department. Agriculture Division.
- Levitt, J. 1980. Response of plants to environmental stresses. Volume I. Academic Press. New York.
- Mitra, J. 2001. Genetics and improvement of drought resistance in crop plants. *Current Sci.* 80: 758-762.
- Netting, A.G. 2000. pH, abscisic acid and the integration of metabolism in plants under stressed and non-stressed conditions: Cellular responses to stress and their implication for plant water relation. *J. Experimental Botany* 51(343) : 147-158.
- Openshaw, K. 2000. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. *Biomass and Bioenergy* 19:1-15.
- Taiz, L., E. Zeiger. 2002. *Plant Physiology*. 3rd Edition. Sinauer Associates, Inc., Publishers. Sunderland, Massachusetts. 690p.
- Tardieu F. 1997. Drought perception by plants. Do cells of droughted plants experience water stress. *In: Belhassen (ed.). Drought Tolerance in Higher Plants. Genetical, Physiological and Molecular Biology Analysis.* Kluwer Academic Publisher. Dordrecht.