

KARAKTERISTIK FISILOGI TOLERANSI TANAMAN BAWANG MERAH TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN DI TANAH PASIR PANTAI

F. Didiet Heru Swasono, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Agroindustri
Universitas Mercu Buana Yogyakarta

ABSTRACT

Drought stress in crop is affected by imbalance between water supply and demand that its in natural condition tightly controlled by the crop. Crop responses to drought stress are influenced by the varieties differently. This research was aimed to investigate the threshold of available soil moisture capacity that affected on drought stress and also known several varieties of shallot that it was tolerance and sensitive varieties on drought stress in coastal sandy soil, as well as its was investigate the physiological characters . This research was conducted in Green House of BTPH DIY and its arranged in two experiments, i.e : (1) The study about threshold of available soil moisture capacity that affected in drought stress on shallot, (2) Study about the character of physiological tolerance in drought stress on several varieties of shallot grown in coastal sandy soil. Completely randomize design was used in factorial experiment with three replications. The result showed that : (1) Drought stress on shallot in coastal sandy soil is caused by decrease at 60% of available soil moisture capacity, (2) These several varieties of shallot that its limited investigate have found tolerance varieties on drought stress, i.e : Ampenan variety, Biru variety, Kuning variety, Timor variety and Kuning Tablet variety; moderate varieties, i.e.: Bima NTB variety, Probolinggo variety and Siam variety; sensitive varieties, i.e. : Bima Brebes variety, Bima Juna variety and Tiron variety, (3) Drought stress pressed the growth of root that its decreased the water and nutrient uptake, (4) Drought stress was affected significantly different on several physiological characters between tolerance and sensitive varieties of shallot, i.e.: leaf relative water content, stomatal conductance and content of proline in shoot.

Key Words : Shallot, physiological tolerance, drought stress, coastal sandy soil

PENDAHULUAN

Sebagai negara kepulauan, Indonesia memiliki ribuan pulau; sehingga masuk akal jika dijumpai tanah pasir pantai dengan luasan yang besar. Namun demikian hingga sekarang tanah pasir pantai tersebut belum digarap secara maksimal, utamanya yang berkaitan dengan pemanfaatannya untuk usaha pertanian. Keadaan ini tidak dapat dipungkiri karena sebagian besar kawasan pantai merupakan tanah kritis. Salah satu penyebab kekritisannya tanah di kawasan pantai didominasi oleh faktor tingginya kandungan pasir (Kertonegoro, 2000). Kondisi tersebut akan

menyebabkan persoalan ikutan lainnya di antaranya kurang tersedianya air bagi tanaman. Oleh karena itu pemanfaatan tanah tersebut untuk kepentingan budidaya tanaman tidak akan terlepas dari persoalan cekaman kekeringan. Untuk itu teknologi yang terkait dengan mekanisme toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan akan membantu upaya budidaya tanaman di tanah pasir pantai.

Kandungan tanah pasir yang tinggi di lahan pantai merupakan kendala utama pengembangan budidaya tanaman di kawasan tersebut. Kondisi tersebut akan menyebabkan munculnya persoalan cekaman kekeringan pada tanaman akibat

terbatasnya kemampuan tanah menahan air. Oleh karena itu upaya budidaya tanaman di tanah pasir pantai akan berhasil jika didukung usaha pemunculan varietas yang toleran terhadap cekaman kekeringan selain usaha perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Pemunculan varietas toleran terhadap cekaman kekeringan akan mempan jika didukung oleh informasi karakter fisiologi toleransi tanaman.

Secara alami, sebenarnya tanaman sudah memiliki mekanisme toleransi terhadap cekaman kekeringan terutama berkaitan dengan pengendalian transpirasi. Levvit (1980) mengungkapkan bahwa tanaman dapat dibedakan menjadi dua tipe berkaitan dengan pengaturan transpirasi, yaitu : (1) tanaman yang mampu menghindari dehidrasi dengan penurunan transpirasi melalui pengaturan kecepatan penutupan stomata, (2) tanaman memanfaatkan pengendali osmotik untuk menekan laju transpirasi. Perubahan konsentrasi protein dan prolina bebas dapat digunakan sebagai penanda toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan. Dilaporkan oleh Passioura (1996) perubahan protein terjadi ketika tanaman mengalami cekaman kekeringan. Didukung pendapat Shinozaki dan Yamaguchi-Shinokazi (1997) yang menyatakan bahwa jika tanaman kekurangan air akan menyebabkan perubahan ekspresi gen yang berpengaruh pada sintesis dan aktivitas protein spesifik. Lebih lanjut Maestri *et al.* (1995) mengungkapkan bahwa prolina merupakan senyawa

pengendali osmotik, terbukti pada saat tanaman tercekam kekeringan prolina akan terakumulasi di daun dan konsentrasinya berkorelasi dengan potensial osmotik. Ditegaskan oleh Cristine *et al.* (1996) bahwa akan terjadi peningkatan konsentrasi asam amino pada tanaman sejalan dengan penurunan potensial air, dan prolina merupakan asam amino yang paling berflutuasi oleh karena adanya perbedaan potensial air. Berdasar fakta tersebut diduga ada hubungan yang erat antara perubahan konsentrasi protein dengan kandungan prolina bebas pada saat tanaman mengalami cekaman kekeringan.

Pengungkapan karakter fisiologi toleransi tanaman bawang merah pada kondisi tercekam kekeringan akan bermanfaat sebagai dasar pemunculan varietas toleran, selain sebagai pertimbangan perbaikan teknologi pengairan yang hingga saat ini masih membebani petani ditinjau dari segi tenaga kerja maupun biaya yang dikeluarkan. Seperti dilaporkan oleh Djauhari *et al.* (1985) bahwa tenaga yang diperlukan untuk penyiraman tanaman bawang merah masih membebani petani dan bahkan menjadi pekerjaan utama petani di atas kegiatan sehari-hari. Berdasarkan pada paparan permasalahan tersebut di atas tampaknya karakteristik fisiologi toleransi tanaman bawang merah terhadap cekaman kekeringan di tanah pasir pantai menarik untuk diteliti.

METODE PENELITIAN

Penelitian merupakan rangkaian dua tahapan percobaan yaitu : 1) Kajian batas ambang (*threshold*) kadar air tanah yang menyebabkan cekaman kekeringan pada bawang merah, dan 2) Studi tentang karakter fisiologi toleransi terhadap cekaman kekeringan beberapa varietas bawang merah di tanah pasir pantai.

Percobaan Pertama. Percobaan pot menggunakan rancangan perlakuan faktorial dengan rancangan lingkungan rancangan acak lengkap (RAL). Ada dua faktor yang diteliti yakni varietas bawang merah dan kadar air tanah dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah varietas bawang merah yang terdiri atas enam macam varietas yakni : V_1 = varietas Bima Brebes, V_2 = varietas Timor, V_3 = varietas Tiron, V_4 = varietas Biru, V_5 = varietas Filipina dan V_6 = varietas Kuning. Faktor ke dua adalah kadar air tanah terdiri atas empat aras : K_1 = 100% air tersedia; K_2 = 80% air tersedia; K_3 = 60% air tersedia; dan K_4 = 40% air tersedia. Dengan demikian percobaan terdiri atas duapuluh empat kombinasi perlakuan dengan tiga ulangan sehingga terdapat 72 unit percobaan. Setiap unit terdiri atas dua pot, sehingga seluruhnya berjumlah 144 pot percobaan.

Percobaan Kedua. Percobaan pot menggunakan rancangan perlakuan faktorial dengan rancangan lingkungan rancangan acak lengkap (RAL). Ada dua faktor yang diteliti yakni varietas bawang

merah dan kadar air tanah dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah varietas bawang merah yang terdiri atas duabelas macam varietas yakni : V_1 = varietas Bima Juna, V_2 = varietas Biru, V_3 = varietas Tiron, V_4 = varietas Siam, V_5 = varietas Kuning, V_6 = varietas Ampenan, V_7 = varietas Bima Brebes-I, V_8 = varietas Timor, V_9 = varietas Bima Brebes-II, V_{10} = varietas Probolinggo, V_{11} = varietas Bima NTB dan V_{12} = varietas Kuning Tablet. Faktor ke dua adalah cekaman kekeringan tanah terdiri atas dua taraf meliputi : K_0 = 100% air tersedia (kontrol) dan K_1 = kadar air tanah (% air tersedia) yang menyebabkan cekaman kekeringan (berdasarkan hasil percobaan pertama). Dengan demikian percobaan terdiri atas 24 kombinasi perlakuan dengan tiga ulangan sehingga terdapat 72 unit percobaan. Setiap unit terdiri atas dua pot, sehingga seluruhnya berjumlah 144 pot percobaan.

Parameter yang diamati antara lain : (1) peubah tumbuh tanaman, yakni : tinggi tanaman, jumlah daun, bobot basah dan bobot kering brangkas, panjang dan bobot kering akar; (2) analisis tanaman, yakni : kandungan relatif daun, kerapatan stomata, kandungan protein total, kandungan prolina daun, kandungan N, P, dan K daun; (3) sifat fisik tanah, yakni : berat volume (bv), tekstur dan struktur tanah, kandungan bahan organik; (4) sifat kimia tanah, yakni : pH, KTK (kapasitas tukar kation), kandungan unsur N, P (total), P (tersedia), K, Ca, Na, S, Cl, dan Mg; (5) peubah hasil, yakni : bobot umbi

basah dan kering simpan; (6) efisiensi penggunaan air. Sebagai data penunjang diamati unsur iklim yaitu suhu, kelembaban udara dan radiasi surya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kajian Batas Ambang (*Threshold*) Penyebab Cekaman kekeringan pada Tanaman Bawang Merah di Tanah Pasir Pantai

Kajian batas ambang (*threshold*) kadar air tanah yang menyebabkan cekaman kekeringan pada bawang merah di tanah pasir pantai berdasarkan respon peubah tumbuh tanaman, yakni bobot kering brangkas (BKB) pada berbagai tingkatan kadar air tanah tersedia. Kajian tersebut diterapkan pada enam macam varietas yang berasal dari daerah yang berbeda yakni varietas Bima Brebes, Timor, Tiron, Biru, Bima Juna, Kuning. Tabel 1 menunjukkan bahwa penurunan kadar air sampai 80% AT (air tersedia) dari keenam varietas menunjukkan respon yang sama. Namun demikian pada kondisi kadar air yang diturunkan sampai 60% AT dan 40% AT ke enam varietas mulai menunjukkan respon yang berbeda. Kenyataan tersebut menggambarkan bahwa penurunan kadar air sampai 60% AT sudah menyebabkan cekaman kekeringan pada bawang merah yang ditanam di tanah pasir pantai. Kondisi tersebut berbeda dari percobaan sebelumnya, diungkapkan bahwa kadar air tersedia 85% AT sudah menimbulkan efek cekaman kekeringan pada tanaman bawang merah di tanah regosol yang

berasal dari Sindangbarang, Kabupaten Bogor (Sufyati, 1999). Perbedaan tersebut diduga oleh karena perbedaan media tanam saat pengujian, yakni pada percobaan kali ini menggunakan tanah pasir pantai yang didominasi oleh fraksi pasir yang berbeda dengan tanah regosol dari Sindangbarang. Fenomena tersebut memberikan gambaran bahwa perbedaan jenis dan sifat tanah memberikan pengaruh pada perbedaan respon tanaman bawang merah terhadap perubahan kadar air tanah. Kejadian tersebut sesuai dengan pendapat Blum (1996) yang menyatakan bahwa pada saat tanaman mengalami cekaman air akan memberikan respon secara progresif terhadap perbedaan kondisi tanah dan atmosfer.

Seleksi beberapa varietas bawang merah berdasarkan toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan menggunakan peubah bobot kering brangkas (BKB). Penggunaan BKB sebagai penentu seleksi didukung oleh pendapat Blum (1996) bahwa pada saat pasokan air tidak mencukupi kebutuhan evapotranspirasi (tanaman mengalami cekaman air), transpirasi dan asimilasi cenderung mulai menurun. Lebih lanjut Havaux (1992) menyatakan bahwa kapasitas fotosintesis dapat digunakan sebagai penanda respon tanaman terhadap cekaman kekeringan, dan BKB merupakan peubah yang dapat menggambarkan kapasitas fotosintesis tanaman. Dikuatkan oleh pendapat Levitt (1980) yang menyatakan bahwa penurunan taraf

biomasa tanaman merupakan salah satu bentuk tanggapan tanaman terhadap cekaman kekeringan.

Tabel 1. Pengaruh perlakuan kombinasi varietas bawang merah dan kadar air tanah terhadap bobot kering brangkasan (BKB) tanaman (gram)

Perlakuan	Kadar air tanah :			
	100% AT	80% AT	60% AT	40% AT
Varietas :				
Bima Brebes	2,08 bcde	1,80 abcde	1,57 abc	1,35 a
Timor	2,40 def	1,95 abcde	1,77 abcd	1,44 ab
Tiron	2,41 def	2,21 bcde		1,83 abcd
Biru	2,78 f	2,63 ef	1,96 abcde	2,25 cdef
Bima Juna	2,60 ef	2,30 cdef	2,33 cdef	1,77 abcd
Kuning	2,96 f	2,61 ef	1,98 abcd	1,97 abcd
			2,49 ef	

Keterangan : Angka rerata pada baris dan kolom yang diikuti huruf sama menunjukkan perbedaan menurut uji Tukey taraf 5%.

Perbedaan respon BKB pada kondisi kondisi cukup air (100% AT) dan kondisi tercekam kekeringan (60% AT), digunakan untuk kepentingan seleksi toleransi tanaman bawang merah terhadap cekaman kekeringan. Seleksi dilakukan terhadap 12 varietas yang berasal dari daerah yang berbeda. Tabel 2 menunjukkan bahwa dari 12 varietas yang diseleksi ternyata dijumpai lima varietas yang tidak mengalami penurunan BKB secara nyata yakni varietas Ampenan (BKB turun 8,11%), varietas Biru (BKB turun 10,26%), varietas Kuning (BKB turun 16,56%), varietas Timor (BKB turun

18,92%) dan varietas Kuning Tablet (BKB turun 24,45%). Dengan demikian kelima varietas tersebut dapat digolongkan varietas toleran terhadap cekaman kekeringan. Sedangkan varietas Bima Brebes II (BKB turun 69,36%), varietas Bima Juna (BKB turun 61,90%), varietas Bima Brebes I (BKB turun 54,72%), dan varietas Tiron (BKB turun 53,39%) dapat digolongkan varietas peka terhadap cekaman kekeringan karena terjadi penurunan BKB lebih dari 50%. Namun demikian untuk varietas Bima NTB (BKB turun 36,92%), varietas Probolinggo (BKB turun 40,38%), dan varietas varietas Siam

(45,21%), digolongkan varietas moderat oleh karena walaupun BKB berbeda nyata tetapi penurunannya kurang dari 50%.

Tabel 2. Pengaruh kadar air tanah terhadap bobot kering brangkasian (BKB) berbagai varietas bawang merah

Varietas	Kadar air tanah :		Penurunan BKB (%)	Klasifikasi
	100% AT	60% AT		
	----- gram -----			
Bima Juna	1,26	0,48	61,90 *)	Peka
Biru	1,17	1,05	10,26 ns	Toleran
Tiron	1,18	0,55	53,39 *)	Peka
Siam	1,88	1,03	45,21 *)	Moderat
Kuning	1,63	1,36	16,56 ns	Toleran
Ampenan	1,48	1,36	8,11 ns	Toleran
Bima Brebes-I	0,53	0,24	54,72 *)	Peka
Timor	0,74	0,60	18,92 ns	Toleran
Bima Brebes-II	2,48	0,76	69,36 **)	Peka
Probolinggo	2,13	1,27	40,38 *)	Moderat
Bima NTB	1,30	0,82	36,92 *)	Moderat
Kuning Tablet	1,35	1,02	24,45 ns	Toleran

Keterangan : ns = tidak ada perbedaan BKB antara perlakuan 60% AT dengan 100% AT

*) = terdapat perbedaan BKB antara perlakuan 60% AT dengan 100% AT berdasarkan uji BNT taraf 5%

***) = terdapat perbedaan BKB antara perlakuan 60% AT dengan 100% AT berdasarkan uji BNT taraf 1%



K1= 100% AT, K2 = 80% AT, K3 = 60% AT, K4 = 40% AT; (AT = air tersedia)

Gambar 2. Keragaan pertumbuhan tanaman bawang merah varietas peka pada berbagai perlakuan kadar air tersedia



K1= 100% AT, K2 = 80% AT, K3 = 60% AT, K4 = 40% AT; (AT = air tersedia)

Gambar 3. Keragaan pertumbuhan tanaman bawang merah varietas toleran pada berbagai perlakuan kadar air tersedia

Karakter Morfofisiologi Varietas Bawang Merah pada Kondisi Cukup Air dan Tercekam Kekeringan di Tanah Pasir Pantai

Cekaman kekeringan menimbulkan efek penurunan pertumbuhan tanaman bawang merah di tanah pasir pantai.

Hampir semua peubah tumbuh tanaman yang teramati baik pada varietas toleran (varietas Biru) maupun peka (varietas Bima Brebes) menurun akibat cekaman kekeringan. Pertumbuhan akar merupakan peubah yang paling tanggap terhadap cekaman kekeringan. Tabel 3 menunjukkan bahwa penurunan panjang akar dan bobot

kering akar yang tampak dominan terjadi pada varietas peka. Pada varietas toleran (varietas Biru) terjadi penurunan panjang akar (PA) sebesar 27,67% (dari 15,90 cm pada kondisi cukup air turun menjadi 11,50 cm pada kondisi tercekam kekeringan) dan bobot kering akar (BKA) turun sebesar

8,33% (dari 0,24 g turun menjadi 0,22 g). Sedangkan varietas peka (varietas Bima Brebes) terjadi penurunan PA sebesar 45,42% (dari 16,73 cm turun menjadi 9,13 cm) dan BKA turun 46,15% (dari 0,13 g turun menjadi 0,07 g).

Tabel 3. Kinerja peubah tumbuh tanaman bawang merah pada kondisi cukup air dan tercekam kekeringan.

Peubah	Cukup air	Tercekam kekeringan
<u>Panjang akar</u> ----- cm -----		
Varietas toleran	15,90	11,50 *)
Varietas peka	16,73	9,13 *)
<u>Bobot kering akar</u> ----- gram -----		
Varietas toleran	0,24	0,22 ns
Varietas peka	0,13	0,07 *)
<u>Bobot segar brangkasan</u> ----- gram -----		
Varietas toleran	22,97	13,85 *)
Varietas peka	13,70	9,40 *)
<u>Bobot kering brangkasan</u> ----- gram -----		
Varietas toleran	7,62	5,25 ns
Varietas peka	8,51	1,39 *)

Keterangan : ns = angka pada baris yang sama pada setiap peubah menunjukkan tidak ada perbedaan berdasarkan uji BNT

*) = angka pada baris yang sama pada setiap peubah menunjukkan perbedaan berdasarkan uji BNT taraf 5%

Tekanan pada akar berakibat pada penurunan pertumbuhan tanaman yang ditandai dengan penurunan bobot kering brangkasan (Tabel 3) dan bobot umbi (Tabel 4). Terbukti pada varietas toleran, bobot kering brangkasan (BKB) mengalami penurunan akibat cekaman kekeringan yakni dari 7,62 g menjadi 5,25 (turun

31,10%). Pada varietas peka, BKB turun lebih tajam sebesar 83,67 % (dari 8,51g menjadi 1,39g). Penurunan bobot umbi akibat cekaman kekeringan pada varietas toleran terjadi sebesar 38,35% (bobot umbi segar) dan 42,34% (bobot umbi kering). Pada varietas peka, bobot umbi turun lebih tajam yakni 92,78% (bobot umbi segar) dan

91,73% (bobot umbi kering). Tekanan pertumbuhan akibat cekaman kekeringan berkaitan erat dengan kandungan air relatif (KAR) daun. Cekaman kekeringan menyebabkan penurunan KAR daun secara nyata terutama pada varietas peka (Tabel 5). Penurunan KAR daun disebabkan oleh terhambatnya pertumbuhan akar. Korelasi antara bobot kering akar dengan KAR relatif tinggi masing-masing $r = 0,63$ pada varietas toleran dan $r = 0,82$ pada varietas peka. Penurunan KAR daun diikuti penurunan bobot kering brangkasan (BKB) dan korelasi antara KAR daun dengan BKB juga cukup tinggi yakni ditunjukkan oleh nilai $r = 0,60$ pada varietas toleran lebih rendah daripada varietas peka dengan nilai

$r = 0,71$. Peristiwa tersebut sejalan dengan temuan Cornic dan Briantais (1998) yang mengungkapkan bahwa pada kondisi KAR daun tanaman lebih rendah dari kondisi normal akan mengakibatkan penurunan fotosintesis sampai sebesar 30%. Lebih lanjut Tardieu (1996) menyatakan salah satu respon tanaman yang mengalami cekaman kekeringan ditandai terjadinya hambatan pada pertumbuhan akar. Hambatan pertumbuhan akar akan menyebabkan perubahan EPA (efisiensi penggunaan air). Tampak pada Tabel 5, bahwa pada kondisi tercekam kekeringan untuk varietas toleran mampu mempertahankan EPA. Berbeda dengan varietas peka, EPA menurun tajam pada saat mengalami cekaman kekeringan.

Tabel 4. Bobot umbi bawang merah pada kondisi cukup air dan tercekam kekeringan

Peubah	Cukup air	Tercekam kekeringan
<u>Bobot umbi segar</u>	----- gram -----	-----
Varietas toleran	12,36	7,62 ns
Varietas peka	9,84	0,71 *)
<u>Bobot umbi kering</u>	----- gram -----	-----
Varietas toleran	9,92	5,72 *)
Varietas peka	7,98	0,66 *)

Keterangan : ns = angka pada baris yang sama pada setiap peubah menunjukkan tidak ada perbedaan berdasarkan uji BNT
 *) = angka pada baris yang sama pada setiap peubah menunjukkan perbedaan berdasarkan uji BNT taraf 5%

Berkaitan dengan kerapatan stomata tampak bahwa varietas toleran cenderung lebih rendah dibandingkan varietas peka (Tabel 5). Cekaman kekeringan menyebabkan menurunnya

kerapatan stomata, pada varietas toleran menurun sebesar 17,01% dan varietas peka menurun sebesar 24,45%. Dengan demikian kerapatan stomata merupakan peubah yang menentukan kemampuan

adaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan. Hal yang sama diungkap juga oleh Sufyati (1999). Peristiwa tersebut sesuai juga dengan pernyataan Sopandie et

al (1996) bahwa jumlah stomata merupakan ciri penting dalam menentukan kemampuan adaptasi kedelai terhadap stres kekeringan.

Tabel 5. Kandungan air relatif (KAR) daun , efisiensi penggunaan air (EPA) dan kerapatan stomata tanaman bawang merah pada kondisi cukup air dan tercekam kekeringan.

Peubah	Cukup air	Tercekam kekeringan
<u>Kandungan air relatif (KAR) daun</u>		
	----- % -----	
Varietas toleran	25,11	13,27 *)
Varietas peka	20,41	10,48 *)
<u>Efisiensi penggunaan air (EPA)</u>		
	----- gram/l -----	
Varietas toleran	83,05	118,11 ns
Varietas peka	105,89	42,00 *)
<u>Kerapatan stomata</u>		
	----- (unit/0,79 □ m ²) -----	
Varietas toleran	111,67	92,67 *)
Varietas peka	133,00	100,33 *)

Keterangan : ns = angka pada baris yang sama pada setiap peubah menunjukkan tidak ada perbedaan berdasarkan uji BNT

*) = angka pada baris yang sama pada setiap peubah menunjukkan perbedaan berdasarkan uji BNT taraf 5%

Cekaman kekeringan (pada kadar air tanah 60% air tersedia) menyebabkan peningkatan kandungan prolina tajuk tanaman bawang merah, baik pada bawang merah yang peka terhadap cekaman kekeringan maupun varietas toleran (Tabel 6). Pada kondisi cukup air (100% air tersedia), kandungan prolina tajuk bawang merah varietas peka sebesar 0,0445 □ g/g sedangkan pada kondisi tercekam kekeringan sebesar 0,2352 □ g/g

(meningkat 428,54%). Kejadian yang sama terjadi pada varietas toleran, yakni sebesar 0,0457 □ g/g pada kondisi cukup air meningkat menjadi 0,1486 □ g/g pada kondisi tercekam kekeringan (meningkat 225,16%). Jika kandungan prolina di tajuk dihubungkan dengan peubah KAR, nilai korelasi pada varietas peka (r = - 0,60) lebih tinggi dari varietas toleran (r = - 0,25). Keadaan tersebut menggambarkan bahwa prolina merupakan senyawa indikator yang

menandai tanaman mengalami cekaman kekeringan dan tampak nyata peningkatannya pada varietas peka terhadap cekaman kekeringan. Sejalan dengan pendapat Maestri *et al.* (1991) yang mengungkapkan bahwa prolina merupakan

pengendali osmotik yang akan meningkat konsentrasinya jika tanaman mengalami cekaman kekeringan. Cristine *et al.* (1996) menyatakan bahwa kandungan prolina meningkat tajam pada saat potensial daun berkisar antara -0,1 – -2,0 Mpa.

Tabel 6. Kandungan prolina dan protein total tajuk tanaman bawang merah pada kondisi cukup air dan tercekam kekeringan

Peubah	Cukup air	Tercekam kekeringan
<u>Kandungan prolina</u>		
	-----	-----
	µg/g	-----
Varietas toleran	0,0457	0,1486
Varietas peka	0,0445	0,2352
<u>Kandungan protein total</u>		
	-----	-----
	mg/g	-----
Varietas toleran	11,21	7,25
Varietas peka	13,72	13,19

Berkaitan dengan kandungan protein di tajuk bawang merah, menarik untuk dicermati pada kondisi tercekam kekeringan (60% air tersedia) aplikasi CMA pada varietas toleran terjadi peningkatan tetapi tidak pada varietas peka. Kondisi tersebut memberikan indikasi bahwa protein total tajuk tidak dipengaruhi cekaman kekeringan. Diduga hanya protein spesifik saja (bukan protein total) yang aktif mempengaruhi toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan di tanah pasir pantai. Seperti ditegaskan oleh Pattanagul dan Madore (1999) yang mengungkapkan bahwa tanaman berusaha menyesuaikan terhadap cekaman kekeringan melalui peningkatan sintesis dan aktivasi protein tertentu. Menurut pendapat Holmberg dan Bulow (1998) protein spesifik tersebut

disebut protein LEA (*the late-embryogenesis-abundant proteins*) yang akan aktif sebagai protektan pada saat tanaman mengalami stres abiotik termasuk cekaman kekeringan. Lebih lanjut diungkapkan bahwa protein LEA tersusun oleh 11 asam amino tersusun dalam bentuk amfifilik- α -helik, dan terdapat di dalam daun dengan jumlah berkisar antara 0,5-2,5% dari protein total. Protein LEA berfungsi dalam sistem proteksi terhadap senyawa superoksida yang seringkali terbentuk pada kondisi tanaman tercekam kekeringan. Sejalan dengan pendapat Cornic dan Briantais (1991) yang menyatakan bahwa superoksida yang terbentuk pada saat stres tersebut akan sangat merusak lipida dan protein.

Kinerja Serapan Hara Tanaman Bawang Merah pada Kondisi Tercekam kekeringan di Tanah Pasir pantai

Cekaman kekeringan menyebabkan penurunan total serapan hara (Tabel 7). Jika dicermati perbandingan antara rata-rata total serapan hara dengan bobot kering brangkasan pada semua unsur (N, P, K, Ca dan Mg) saat tercekam kekeringan tanpa perlakuan CMA baik untuk varietas toleran maupun peka dapat dikatagorikan rendah

(defisien). Untuk varietas toleran, berturut-turut N (0,82%), P (0,28%), K (0,35%), Ca (0,88%) dan Mg(0,24%). Sedangkan untuk varietas peka, berturut-turut N (0,85%), P (0,19%), K (0,33%), Ca (0,79%) dan Mg (0,21%). Menurut Jones *et al.* (1991), tanaman kelompok bawang-bawangan termasuk bawang merah dikatakan kecukupan hara jika perbandingan total serapan hara dengan BKB tajuk berturut-turut N(5,0-6,0%), P (0,35-0,5%), K (4,0-5,5%), Ca (1,0-2,0%) dan Mg (0,25-0,4%).

Tabel 7. Serapan hara N, P, K, Ca dan Mg tanaman bawang merah pada kondisi cukup air dan tercekam kekeringan

Peubah	Cukup air	Tercekam kekeringan
<u>Serapan N</u> ----- mg/tnm -----		
Varietas toleran	8,23	4,31 ns
Varietas peka	8,35	1,18 *)
<u>Serapan P</u> ----- mg/tnm -----		
Varietas toleran	2,74	1,47 ns
Varietas peka	2,56	0,37 **)
<u>Serapan K</u> ----- mg/tnm -----		
Varietas toleran	3,51	1,84 ns
Varietas peka	3,49	0,47 **)
<u>Serapan Ca</u> ----- mg/tnm -----		
Varietas toleran	7,92	4,63 ns
Varietas peka	7,83	1,10 **)
<u>Serapan Mg</u> ----- mg/tnm -----		
Varietas toleran	2,59	1,26 ns
Varietas peka	2,56	0,30 *)

Keterangan : ns = angka pada baris yang sama pada setiap peubah menunjukkan tidak ada perbedaan berdasarkan uji BNT

*) = angka pada baris yang sama pada setiap peubah menunjukkan perbedaan berdasarkan uji BNT taraf 5%

**) = angka pada baris yang sama pada setiap peubah menunjukkan perbedaan berdasarkan uji BNT taraf 1%

Cekaman kekeringan berkaitan dengan keberadaan unsur K, diungkapkan oleh Jones *et al.* (1991) bahwa kalium merupakan hara yang berfungsi mengatur kandungan air di dalam jaringan tanaman, tekanan turgor serta membuka menutupnya stomata. Keterkaitan antara KAR dengan kandungan unsur Ca tampak cukup tinggi, yakni $r = 0,73$ pada varietas toleran dan $r = 0,78$ pada varietas peka. Keterkaitan Ca dengan cekaman kekeringan, diungkapkan bahwa selain efektivitas kerja fitokrom (Dennis dan Turpin, 1990; Wilkins, 1984), kalsium juga terlibat pada pengaturan stomata. Diungkapkan oleh Gilroy *et al.* (1991) bahwa konsentrasi kalsium di dalam sitoplasma sel penjaga berperan pada proses penutupan stomata, dan mekanisme kerjanya berhubungan dengan keberadaan hormon ABA. Keterkaitan antara KAR dengan Mg tampak juga cukup tinggi yakni $R = 0,76$ pada varietas toleran dan $r = 0,78$ pada varietas peka. Peningkatan kandungan Mg dalam tanaman bawang merah akan berpengaruh pada kemampuan tanaman beradaptasi dengan cekaman kekeringan. Kejadian tersebut diduga tidak terlepas dari fungsi Mg pada tanaman yakni berkaitan pengaturan klorofil, sintesis enzim, aktivasi enzim dan tranfer energi (Marschner, 1986).

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat dikemukakan berdasarkan hasil analisis dan uraian sebelumnya adalah sebagai berikut :

(1) Penurunan kadar air tanah sampai dengan 60% air tersedia telah menimbulkan efek cekaman kekeringan pada tanaman bawang merah; (2) Terbatas pada varietas-varietas yang diuji, dijumpai beberapa varietas yang dikategorikan toleran terhadap cekaman kekeringan di tanah pasir pantai, yakni : varietas Ampenan, varietas Biru, varietas Kuning, varietas Timor dan varietas Kuning Tablet; varietas moderat yakni : varietas Bima NTB, varietas Probolinggo dan varietas Siam ; varietas yang dikategorikan peka terhadap cekaman kekeringan adalah varietas Bima Brebes, varietas Bima Juna dan varietas Tiron.; (3) Cekaman kekeringan menekan pertumbuhan akar yang berpengaruh pada penurunan serapan air dan hara; (4) Terdapat perbedaan karakter fisiologi toleransi varietas toleran dan peka terhadap cekaman kekeringan, yakni : kandungan air relatif daun, kerapatan stomata dan kandungan prolina tajuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Blum, A. 1996. Crop respon to drought and the interpretation of adaptation. *Plant Growth Regulation* 20 : 135-148.
- Christine, G.,B.Rene` and B. Jean-Louis. 1996. Water deficit-induced changes in Proline

- and some other amino acid in the phloem sap of alfalfa. *Plant Physiol.* 111 : 109-113.
- Cornic, G. and J.M. Briantais. 1991. Partitioning of photosynthetic electron flow between CO₂ and O₂ reduction in a C₃ leaf (*Phaseolus vulgaris* L.) at different CO₂ concentrations and during drought stress. *Planta* 183 : 178-184.
- Dennis, D.T. and D.H. Turpin. 1990. *Plant Physiology, Biochemistry and Molecular Biology.* Longman Scientific & Technical. New York.
- Djauhari, A., Kresnaningsih dan Supadi. 1985. Potensi dan kendala usahatani dan pemasaran bawang merah : Kasus Brebes, Jawa Tengah, 331-351 hal. In Hardjosumadi, S., U.G. Kartasasmita, A. Kurnia dan Yuswadi (eds.). *Padi Palawija.* Badan Penelitian Tanaman Pangan, Bogor.
- Gilroy, S., M. D. Fricker, N. D. Read and A.J. Trewavas. 1991. Role of calcium in signal transduction of *Commelina* guard cells. *Plant Cell* 3 : 333-344.
- Havaux, M. 1992. Stress tolerance of photosystem-II in vivo-antagonistic effects of water, heat, and photoinhibition stresses. *Plant Physiol* 100 : 424-432.
- Holmberg, N. and L. Bulow. 1998. Improving stress tolerance in plants by gene transfer. *Plant Sci.* 3 (2) : 61-66
- Jones, B. J., B. Wolf and H.A. Mills. 1991. *Plant Analysis Handbook.* Micro-Macro Publishing, Inc. Georgia.
- Kertonegoro, B. D. 2000. Gumuk pasir pantai di D.I.Yogyakarta : Potensi dan pemanfaatannya untuk pertanian berkelanjutan. Makalah Seminar Nasional Pemanfaatan sumberdaya lokal untuk pembangunan pertanian berkelanjutan. Universitas Wangsa Manggala. Yogyakarta. 13 hal.
- Levitt, J. 1980. *Response of Plants to Environmental Stresses.* Volume I. Academic Press. New York.
- Maestri, M., F.M. Damatta, A.J. Regazzi and R.S. Barros. 1995. Accumulation of proline and quaternary ammonium compounds in mature leaves of water stressed coffee plant. *Journal of Hortic. Sci.* 70 (2) : 229-233.
- Marschner, H. 1986. *Mineral Nutrition of Higher Plants.* Academic Press. London.

- Passioura, J.B.1996.
Drought and drought tolerance.
Plant Growth Regulation 20 : 79-83.
- Pattanagul, W.and M. A. Madore. 1999.
Water deficit effects on raffinose
family oligosaccharide metabolism in
coleus. Plant Physiol. 121 : 987-993.
- Shinozaki, K.and K.Yamaguchi-
Shinozaki.1997. Gene expression
and signal transduction in water-
stress response. Plant Physiol. 115 :
327-334.
- Sopandie, D., M. Yusuf, Supijatna dan
Hamim. 1996. Fisiologi dan genetik
daya adaptasi kedelai terhadap
cekaman kekeringan dan pH
rendah dengan AI tinggi. Laporan
Penelitian. Dewan Riset Nasional.
PAU Bioteknologi IPB. Bogor 107 p.
- Tardieu, F. 1996. Draught perseption by
plants do cells of droughted plants
experiences water stress? The
diversity of adaptation in the wide.
Plant Growth Regulation 20: 93-104
- Sufyati,Y. 1999. Karakter Morfofisiologi
Varietas Bawang Merah (*Allium
ascalonicum* L.) pada Kondisi
Stres Air. Tesis Program
- Pascasarjana IPB (Tidak
dipublikasi).
- Wilkins, M. B. 1984.
Advanced Plant Physiology. Pitman
Publishing Limited. London.

PEDOMAN PENULISAN NASKAH

Naskah yang diterima merupakan hasil penelitian, naskah ditulis dalam bahasa Indonesia, diketik dengan computer program MS. Word, front Arial size 11. Jarak antar baris 2 spasi maksimal 15 halaman termasuk garfik, gambar dan tabel. Naskah diserahkan dalam bentuk print-out dan CD; dibuat dengan jarak tepi cukup untuk koreksi.

Gambar (gambar garis maupun foto) dan tabel diberi nomor urut sesuai dengan letaknya. Masing-masing diberi keterangan singkat dengan nomor urut dan dituliskan diluar bidang gambar yang akan dicetak.

Nama ilmiah dicetak miring atau diberi garis bawah. Rumus persamaan ilmu pasti, simbol dan lambang semiotik ditulis dengan jelas.

Susunan urutan naskah ditulis sebagai berikut :

1. Judul dalam bahasa Indonesia.
2. Nama penulis tanpa gelar diikuti alamat instansi.
3. Abstract dalam bahasa Inggris, tidak lebih 250 kata.
4. Materi dan Metode.
5. Hasil dan Pembahasan.
6. Kesimpulan.
7. Ucapan terima kasih kalau ada.
8. Daftar pustaka ditulis menggunakan sistem nama, tahun dan disusun secara abjad

Beberapa contoh :

Buku :

Mayer, A.M. and A.P. Mayber. 1989. *The Germination of Seeds*. Pergamon Press. 270 p.

Artikel dalam buku :

Abdulbaki, A.A. And J.D. Anderson. 1972. Physiological and Biochemical Deteration of Seeds. P. 283-309. In. T.T.Kozlowski (Ed) *Seed Biology* Vol. 3. Acad. Press. New York.

Artikel dalam majalah atau jurnal :

Harrison, S.K., C.S. Williams, and L.M. Wax. 1985. *Interference and Control of Giant Foxtail (Setaria faberi, Herrm) in Soybean (Glicine max)*. Weed Science 33: 203-208.

Prosiding :

Kobayasshi, J. Genetic engineering of Insect Viruses: Recobinant baculoviruses. P. 37-39. in: Triharso, S. Somowiyarjo, K.H. Nitimulyo, and B. Sarjono (eds.), *Biotechnology for Agricultural Viruses*. Mada University Press. Yogyakarta.

Redaksi berhak menyusun naskah agar sesuai dengan peraturan pemuatan naskah atau mengembalikannya untuk diperbaiki, atau menolak naskah yang bersangkutan. Naskah yang dimuat dikenakan biaya percetakan sebesar Rp 100.000,- dan penulis menerima 1 eks hasil cetakan.