

# PENGARUH CEKAMAN KEKERINGAN TERHADAP PERTUMBUHAN, HASIL DAN KANDUNGAN PROLINA DAUN CABAI

## Drought Stress Effect on Growth, Yield and Leaf Proline Accumulation of Hot Pepper

Yusniwati, Sudarsono, Hajrial Aswidinnoor, Sri Hendrastuti, Djoko Santoso  
Labotarium Biologi Molekuler Tanaman, Departemen Agronomi dan Hortikultura (AGRO-HORT)  
Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor

### ABSTRACT

The objectives of this experiments were to evaluate effects of drought stress at vegetative stage on growth, yield and leaf proline content of hot pepper. Drought stress was conditioned by reduction watering of crop show wilt symptom 70% during the period of 21 – 54 days after planting (DAP). Results of the experiment indicated that drought stress reduced plant height, branch numbers, stem diameter, root length, shoot, root and biomass dry weight and fruit yield. Sensivity index calculated based on biomass of five hot pepper cultivars showed that Prabu was the only tolerance cultivar while those based on proline concentration showed that Prabu, Laris dan Jati Laba were the medium tolerance to drought stress. There was no drought tolerance cultivar if the sensitivity index was calculated based on fruit yield.

**Keywords:** Dehydration stress, hot pepper, drought sensitivity index, direct shoot regeneration

### PENDAHULUAN

Cabai merah di Indonesia merupakan tanaman sayuran penting. Namun demikian produktivitas cabai yang ditanam petani relatif masih rendah akibat gangguan hama dan penyakit serta kondisi cekaman lingkungan seperti kekeringan.

Cekaman kekeringan merupakan satu kendala budidaya cabai merah yang sering dihadapi petani. Cekaman kekeringan akan mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman. Kramer (1993) menyatakan cekaman kekeringan yang terjadi pada fase pertumbuhan vegetatif juga berpengaruh negatif terhadap indeks luas daun, perkembangan tunas baru, dan nisbah tajuk-akar. Pada kedelai, cekaman kekeringan yang terjadi pada fase pertumbuhan vegetatif dilaporkan menurunkan tinggi tanaman, jumlah nodus, panjang akar, bobot kering akar dan tajuk (Sunaryo 2002). Ridwan & Sudarsono (2004) melaporkan cekaman kekeringan pada kacang tanah menurunkan tinggi tanaman, bobot kering tajuk dan hasil.

Salah satu mekanisme adaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan dilakukan dengan mengatur potensial osmotik sel tanaman, terutama jika

cekaman kekeringan terjadi secara bertahap (Levitt 1980, Blum 1996). Potensial osmotik sel dapat diatur dengan peningkatan konsentrasi prolina daun. Senyawa organik prolina tersebut dapat menurunkan potensial osmotik sel tanpa menghambat fungsi enzim dan tidak mengurangi turgor sel. Prolina dilaporkan berperan penting dalam menjaga turgor sel dan pertumbuhan akar pada kondisi potensial air yang rendah (Ober & Sharp 1994, Mullet & Whilsitt 1996). Sudarsono *et al.* (2004) melaporkan enam kultivar kacang tanah di Indonesia yang diuji juga menunjukkan peningkatan akumulasi senyawa prolina sebagai respon terhadap cekaman kekeringan.

Intensitas pengaruh cekaman kekeringan terhadap tanaman ditentukan oleh tingkat cekaman dan fase pertumbuhan tanaman saat mengalami cekaman. Cekaman kekeringan dapat mempengaruhi berbagai mekanisme seluler, biokimia dan fisiologi. Pada tingkat seluler kekeringan mengakibatkan kehilangan air protoplasmik sehingga konsentrasi ion meningkat, menghambat fungsi-fungsi metabolik, dan meningkatkan kemungkinan terjadinya interaksi antar molekul yang dapat



menyebabkan denaturasi protein dan fusi membran (Mundree 2002).

Menurut Mitra (2001) mekanisme respon terhadap kekeringan dapat dibedakan menjadi tiga yaitu mekanisme *escape* (pelarian), *avoidance* (penghindaran) dan *tolerance* (toleransi). Pelarian merupakan kemampuan tanaman untuk menyelesaikan siklus hidupnya sebelum terjadi cekaman kekeringan sehingga tidak mengalami cekaman. Ketahanan adalah kemampuan tanaman untuk mempertahankan potensial air jaringan yang relatif tinggi pada saat mengalami kekeringan, sedangkan toleransi adalah kemampuan tanaman untuk bertahan hidup dengan potensial air jaringan yang rendah.

Informasi tentang pengaruh perlakuan cekaman kekeringan pada fase pertumbuhan vegetatif dan generatif, serta hasil cabai, dan kandungan prolina daun dapat berguna untuk menapis sifat toleransi varietas cabai terhadap cekaman kekeringan. Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh cekaman kekeringan yang terjadi sejak fase pertumbuhan vegetatif sampai generatif terhadap pertumbuhan, jumlah dan bobot buah per tanaman, serta mengevaluasi toleransi dan kandungan prolina dari lima varietas cabai dalam kondisi cekaman kekeringan.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Biologi Molekuler Tanaman, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta IPB, Bogor dari bulan Maret hingga September 2007. Benih cabai dikecambahkan dalam bak pengecambahan dan, setelah umur satu bulan dipindahkan ke dalam pot plastik ( $\Phi$  45 cm) berisi media tanam campuran tanah:kompos (1:1) sebanyak 10 kg. Tanaman dipelihara sesuai dengan metode baku pemeliharaan cabai di rumah kaca.

Percobaan dilakukan untuk mengetahui pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan vegetatif dan awal pertumbuhan generatif. Percobaan disusun dengan rancangan lingkungan acak kelompok dan rancangan perlakuan faktorial yang terdiri atas kondisi

lingkungan (optimal dan cekaman kekeringan) dan varietas cabai cv. Tit Super, Hot Chili, Laris, Prabu, dan Jati Laba. Unit percobaan terdiri dari atas satu pot plastik yang ditanami satu tanaman. Setiap kombinasi perlakuan diulang 5 kali.

Tanaman dalam kondisi lingkungan optimum diberi air sampai dengan kapasitas lapang hingga umur 110 hari sesudah tanam (HST). Tanaman dalam kondisi cekaman kekeringan dipelihara dalam kondisi optimal hingga 21 HST, perlakuan cekaman kekeringan diberikan setelah muncul gejala layu pada 70% daun dari masing-masing tanaman pada umur 21 HST hingga 54 HST, dan dipelihara dalam kondisi optimal hingga berumur 110 HST.

Pengamatan dilakukan terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang primer, diameter batang, panjang dan bobot kering akar, bobot kering tajuk, biomasa, kandungan prolina, jumlah buah dan bobot buah.

Toleransi cabai terhadap cekaman kekeringan dinilai dengan indeks kepekaan terhadap cekaman (S) (Fischer & Maurer 1978) dengan rumus:  $S = (1 - Y/Y_p) / (1 - X/X_p)$ , Y = nilai pengamatan untuk satu varietas pada kondisi cekaman kekeringan,  $Y_p$  = nilai pengamatan untuk satu varietas pada kondisi optimal, X = nilai pengamatan untuk semua varietas dalam kondisi cekaman kekeringan,  $X_p$  = nilai pengamatan untuk semua varietas dalam kondisi optimal. Cabai dikelompokkan menjadi toleran jika  $S \leq 0,5$ ; medium jika  $0,5 < S \leq 1,00$ , dan peka terhadap cekaman kekeringan jika  $S > 1,00$ .

Kadar prolina daun dianalisis berdasarkan metode Bates *et al.* (1973). Daun (0,2g) digerus dan dihomogenasi dengan 10 ml asam sulfosalisilat (3% b/v). Setelah disentrifugasi dengan kecepatan 5000xg selama 15 menit menggunakan *Eppendorf table top centrifuge*, 2 ml supernatan yang didapat direaksikan dengan 2 ml larutan asam ninhidrin 0,14 M (dengan komposisi ninhidrin 1,25 g, asam asetat glacial serta dipanaskan di atas penangas air hingga suhu 100°C selama 60 menit. Reaksi diakhiri dengan mendinginkan larutan dalam es selama 5 menit. Hasil reaksi diekstraksi dengan 4 ml toluene (99,5%) sehingga terbentuk



kromofom dan absorbansi kromofomnya diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 520 nm. Sebagai standar digunakan *DL-Proline* (Sigma) yang dilarutkan dalam asam sulfosalisilat (3% b/v).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

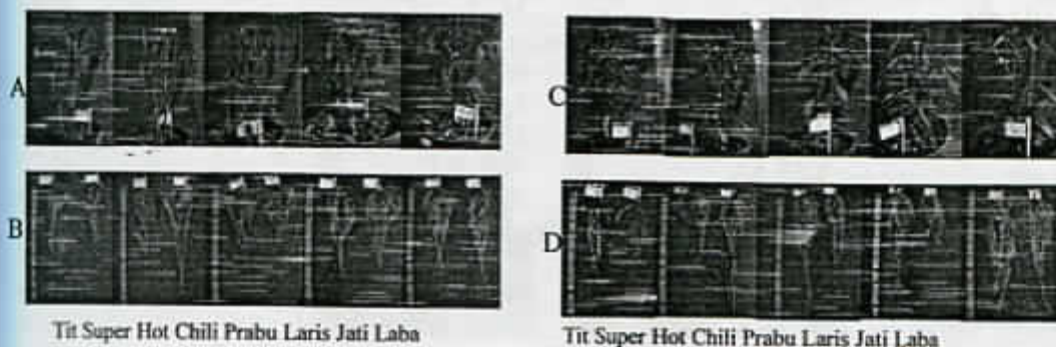
### Cekaman Kekeringan dan Pertumbuhan Beberapa Varietas Cabai

Cekaman kekeringan secara umum berdampak negatif terhadap pertumbuhan cabai. Akibat pengurangan pemberian air menyebabkan komponen pertumbuhan vegetatif seperti tinggi tanaman, panjang akar, bobot kering akar, bobot kering tanaman, dan pertumbuhan generatif cabai menurun dibandingkan pertumbuhan tanaman pada kondisi yang optimum (Gambar 1).

Masing-masing varietas cabai memberikan tanggapan yang berbeda-beda terhadap kondisi cekaman kekeringan. Penurunan tinggi tanaman yang terbesar akibat cekaman kekeringan terjadi pada cabai cv. Laris 25,47%, tetapi untuk tinggi tanaman terjadi pengecualian dimana cabai cv. Tit Super dan Jati Laba terjadi peningkatan tinggi tanaman masing-masing 1,31% dan 18,49%, untuk jumlah cabang penurunan yang terbesar terjadi pada cabai cv. Tit Super 23,33%, pengecualian terjadi pada cabai cv. Laris terjadi peningkatan jumlah cabang 5,50%, panjang akar terjadi penurunan yang terbesar akibat

cekaman kekeringan pada cabai cv. Jati Laba yakni 28,63%, sebaliknya pada cabai cv. Tit Super terjadi peningkatan panjang akar sebesar 36,99%. Sedangkan untuk bobot kering akar dan batang, penurunan yang terbesar akibat cekaman kekeringan berturut-turut cabai cv. Laris 41,79% dan cabai cv. Tit Super 42,57% (Tabel 1).

Cekaman kekeringan yang dialami beberapa varietas cabai menyebabkan komponen pertumbuhan vegetatif seperti tinggi tanaman, panjang akar, bobot kering akar, dan bobot kering tanaman menurun dibandingkan pertumbuhan tanaman pada kondisi optimum, kecuali cabai cv. Tit Super dan Jati Laba panjang akar akibat cekaman kekeringan mengalami pertambahan. Penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa peningkatan volume dan panjang akar merupakan salah satu mekanisme tanaman untuk mengatasi cekaman kekeringan (Jones *et al.* 1981). Luasnya respons tanaman terhadap cekaman kekeringan, memperlihatkan bahwa toleransi terhadap cekaman kekeringan dikendalikan secara poligenik (Gupta 1997). Bolotin (dalam Gupta 1997) melaporkan bahwa toleransi terhadap cekaman kekeringan dikontrol secara poligenik dan terkspresi secara fenotipik melalui adaptasi morfologi dan fisik. Berbagai aspek yang merupakan respon tanaman terhadap cekaman kekeringan seringkali kontradiksi, sulit diintegrasikan, dan tidak praktis untuk program pemuliaan (Schmidt 1983).



Tit Super Hot Chili Prabu Laris Jati Laba

Tit Super Hot Chili Prabu Laris Jati Laba

Gambar 1. Keragaan pertumbuhan beberapa varietas tanaman cabai (A) representasi pertumbuhan tajuk cabai cv. Tit Super, Hot Chili, Prabu, Laris dan Jati Laba dalam kondisi cekaman kekeringan, (B) representasi akar beberapa varietas cabai dalam kondisi cekaman kekeringan, (C) representasi pertumbuhan tajuk cabai cv. Tit Super, Hot Chili, Prabu, Laris dan Jati Laba dalam kondisi optimum, (D) representasi akar beberapa varietas cabai dalam kondisi lingkungan optimum

Hal tersebut disebabkan karena respon tanaman terhadap cekaman kekeringan merupakan fenomena kompleks. Cekaman

kekeringan yang dimulai dari fase vegetatif juga berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan generatif cabai. Cekaman

Tabel 1. Pengaruh cekaman kekeringan pada periode 21 – 54 hari setelah tanam terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang, diameter batang, panjang akar, bobot kering akar dan batang beberapa varietas cabai

Peubah dan Varietas Cabai	Lingkungan		Persentase Penurunan (%)**
	Optimum	Cekaman	
		Tinggi Tanaman (cm)	
Tit Super	32,00 aA*	32,42 aA	-1,31
Hot Chili	30,64 aAB	28,66 aABC	6,46
Prabu	29,60 aABC	25,55 a CD	13,68
Laris	28,77 aABC	21,44 a D	25,47
Jati Laba	26,33 aAB	31,20 aAB	-18,49
		Jumlah Cabang (buah)	
Tit Super	2,70 aA	2,07 aB	23,33
Hot Chili	2,21 aB	2,20 aB	0,45
Prabu	2,00 aB	2,00 aB	0,00
Laris	2,00 aB	2,11 aB	-5,50
Jati Laba	2,13 aB	2,00 aB	6,10
		Diameter Batang (cm)	
Tit Super	6,68 a C	8,23 aABC	-23,20
Hot Chili	9,06 aA	8,77 aAB	3,20
Prabu	6,59 a C	7,46 aABC	-13,20
Laris	7,04 a BC	6,95 a BC	1,27
Jati Laba	7,83 aABC	6,49 a C	17,11
		Panjang Akar (cm)	
Tit Super	26,38 a D	36,14 aABCD	-36,99
Hot Chili	45,89 aAB	42,76 aAB	6,82
Prabu	40,61 aABC	32,41 a BCD	20,19
Laris	39,58 aABCD	28,71 a CD	27,46
Jati Laba	48,50 aA	34,61 a BCD	28,63
		Bobot Kering Akar (g)	
Tit Super	2,14 a D	2,75 b D	-28,03
Hot Chili	5,58 aA	4,48 bB	19,71
Prabu	4,63 aB	3,56 b C	23,11
Laris	6,03 aA	3,51 b C	41,79
Jati Laba	4,77 aB	4,08 bBC	14,46
		Bobot Kering Batang (g)	
Tit Super	20,93 a DE	12,02 b G	42,57
Hot Chili	34,17 aA	29,20 bBC	14,54
Prabu	25,25 a CD	22,32 b DE	11,60
Laris	32,35 aAB	28,26 bBC	12,64
Jati Laba	19,56 a EF	15,50 b FG	20,75

\* Untuk masing-masing peubah, huruf yang sama pada baris data yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada  $\alpha = 0,05$

\*\* Penurunan =  $\left[ \frac{(OPT-CEKAMAN)}{OPT} \right] \times 100\%$ . OPT=tanaman dalam kondisi optimum, dan CEKAMAN=tanaman dalam kondisi cekaman kekeringan



kekeringan yang dimulai sejak fase vegetatif menghasilkan jumlah dan bobot buah yang lebih sedikit dibandingkan dengan tanaman cabai yang ditanam dalam kondisi normal.

#### Cekaman Kekeringan dan Hasil Cabai

Perlakuan cekaman kekeringan juga berpengaruh negatif terhadap bobot

biomasa, jumlah dan bobot buah cabai. Penurunan bobot biomasa masing-masing varietas cabai berkisar antara 3,71% hingga 44,59%. Untuk jumlah buah dan bobot buah per tanaman, penurunannya berkisar antara 27,02% hingga 51,38% dan 25,33% hingga 52,63% (Tabel 2).

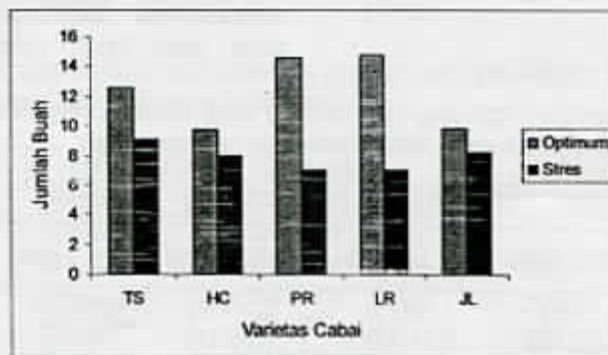
Air merupakan komponen vital bagi pertumbuhan tanaman karena berperan

Tabel 2. Pengaruh cekaman kekeringan pada periode 21 – 54 hari sesudah tanam terhadap bobot biomassa total, jumlah dan bobot buah per tanaman beberapa varietas cabai

Peubah dan Varietas Cabai	Lingkungan		Persentase Penurunan (%)**
	Optimum	Cekaman	
<b>Bobot Biomassa Total (g)</b>			
Tit Super	15,34 a EF*	14,77 b EF	3,71
Hot Chili	39,75 aA	33,68 bAB	15,27
Prabu	22,35 a DE	21,06 b DEF	5,77
Laris	31,55 a BC	25,06 b CD	20,57
Jati Laba	24,33 a CD	13,48 b F	44,59
<b>Jumlah Buah per Tanaman (Butir)</b>			
Tit Super	12,50 aA	8,85 bBC	29,20
Hot Chili	10,14 a B	7,40 b C	27,02
Prabu	14,40 aA	7,00 b C	51,38
Laris	14,33 aA	7,00 b C	51,15
Jati Laba	10,13 a B	8,60 bBC	15,10
<b>Bobot Buah per Tanaman (g)</b>			
Tit Super	83,90 aAB	62,64 bBCDE	25,33
Hot Chili	79,28 aABC	58,87 b CDE	25,74
Prabu	83,57 aAB	41,09 b EF	50,83
Laris	66,55 aABCD	31,52 b F	52,63
Jati Laba	90,36 aA	47,24 b DEF	47,72

\* Untuk masing-masing peubah, huruf yang sama pada baris data yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada  $\alpha = 0,05$

\*\*Penurunan =  $[(OPT - CEKAMAN) / OPT] \times 100\%$ . OPT=tanaman dalam kondisi optimum, dan CEKAMAN=tanaman dalam kondisi cekaman kekeringan



Gambar 2. Jumlah buah beberapa varietas cabai yang ditanam dalam kondisi optimum dan cekaman

langsung dalam proses fisiologi seperti serapan hara, transportasi, fotosintesis, reaksi biokimia dan tekanan turgor (Mundree 2002), sehingga penurunan jumlah masukan air mengakibatkan hambatan pertumbuhan dan produksi.

Cekaman kekeringan yang terjadi pada fase vegetatif menghambat pertumbuhan tanaman dan menurunkan pembelahan dan perpanjangan sel. Cekaman kekeringan juga menyebabkan terhambatnya aktifitas fotosintesis dan translokasi fotosintat (Yakushiji *et al.* 1998; Savin & Nicolas 1996).

Kramer (1983) menjelaskan lebih lanjut bahwa pengaruh cekaman kekeringan pada pertumbuhan vegetatif terutama pada perluasan area daun dan pertumbuhan tunas baru dan nisbah akar-tajuk. Sedangkan pada pertumbuhan reproduktif mengakibatkan ketidaknormalan pembungaan, aborsi embrio, ketidaknormalan perkembangan biji dan buah. Ditambahkan oleh Sloane *et al.* (1990) bahwa tanaman pada fase perkembangan reproduktif sangat peka terhadap cekaman kekeringan. Kondisi cekaman kekeringan dapat menyebabkan gugurnya bunga, polong dan biji yang telah terbentuk. Hal ini berhubungan dengan penurunan kecepatan fotosintesis akibat keterbatasan ketersediaan air. Pada kedelai, cekaman kekeringan menyebabkan gugurnya bunga dan polong dan menurunkan hasil biji (Sloane *et al.* 1990). Pada tanaman cabai kondisi ini juga terjadi sehingga cekaman kekeringan menurunkan jumlah buah pertanaman sampai 51,38% dan 51,15% masing-masing untuk cabai cv. Prabu dan Laris.

### Indeks Sensitivitas Cabai terhadap Cekaman Kekeringan

Indeks kepekaan terhadap cekaman (S) yang dihitung berdasarkan biomassa total mengindikasikan di antara lima varietas cabai yang telah diuji bahwa cabai cv. Prabu tergolong toleran terhadap cekaman kekeringan, sedangkan cabai cv. Tit Super dan Jati Laba tergolong peka, sebaliknya cabai cv. Hot Chili dan Laris tergolong ke dalam kelompok medium. Jika indeks kepekaan terhadap cekaman (S) didasarkan pada jumlah dan bobot buah cabai maka lima varietas cabai yang diuji tidak ada yang termasuk ke dalam kelompok toleran terhadap cekaman kekeringan hanya termasuk ke dalam kelompok peka dan medium (Tabel 3).

Berdasarkan indeks kepekaan terhadap cekaman menggunakan jumlah buah pertanaman disimpulkan toleransi cabai varietas Tit Super, Jati Laba dan Hot Chili tergolong Medium, sedangkan Prabu dan Laris tergolong peka terhadap cekaman kekeringan pada fase vegetatif sampai generatif. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa nilai S berdasarkan bobot kering biji memberikan hasil yang lebih akurat untuk menduga toleransi tanaman kacang tanah terhadap cekaman kekeringan (Ridwan *et al.* 2005).

### Akumulasi Prolina pada Daun Tanaman Cabai

Pada kondisi penyiraman hingga kapasitas lapang (kondisi non-cekaman) selama penyiraman di rumah kaca menunjukkan kandungan prolina daun cabai yang lebih rendah dibandingkan

Tabel 3. Indeks kepekaan terhadap cekaman (S) yang dihitung berdasarkan biomassa total, jumlah dan bobot buah per tanaman beberapa varietas cabai

Peubah untuk menghitung nilai S	Cabai				
	Tit Super	Jati Laba	Hot Chili	Laris	Prabu
Biomassa Total	1,17(P)*	1,76(P)	0,88(M)	0,82(M)	0,46 (T)
Jumlah Buah	0,82(M)	0,51(M)	0,69(M)	1,44(P)	1,42 (P)
Bobot Buah	0,70(M)	1,26(P)	0,61(M)	1,27(P)	1,38 (P)

S=nilai indeks kepekaan terhadap cekaman kekeringan.\*Huruf dalam kurung menunjukkan pengelompokan toleransi ke dalam toleran (T) jika  $S \leq 0,5$ , medium (M) jika  $0,5 < S \leq 1$ , atau peka (P) terhadap cekaman kekeringan jika  $S > 1$



kandungan prolina pada kondisi cekaman. Presentase peningkatan kandungan prolina daun setelah 6 periode cekaman kekeringan nyata lebih tinggi dibandingkan daun tanaman dalam kondisi lingkungan optimum (Tabel 4). Cabai cv. Tit Super dalam kondisi lingkungan cekaman kekeringan mempunyai presentase peningkatan kandungan prolina daun paling tinggi 646,31%, kemudian diikuti oleh cabai cv. Hot Chili dan Prabu, masing-masing 436,28% dan 305,06%, sedangkan presentase peningkatan kandungan prolina daun cabai yang terkecil adalah cabai cv. Laris dan Jati Laba masing-masing yaitu 53,89% dan 12,62% (Tabel 4).

Titik kritis pengaruh cekaman kekeringan adalah kelayuan, yaitu suatu gejala defisit yang terjadi jika besarnya transpirasi melampaui laju penyerapan air yang dilakukan akar, sehingga dapat mengganggu berbagai proses fisiologi tanaman. Menurut Bray (1997), tanaman akan mengalami kelayuan sebagai respons terhadap defisit air dan seberapa besar pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman tergantung pada jumlah air yang hilang, laju dan lamanya kondisi cekaman.

Salah satu mekanisme adaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan dilakukan dengan mengatur potensial osmotik sel tanamannya (Levitt, 1980), yaitu dengan peningkatan dan akumulasi senyawa organik yang dapat menurunkan potensial air sel (Sharp, 1994). Toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan juga melibatkan akumulasi senyawa yang dapat melindungi sel dari kerusakan yang terjadi pada saat potensial air rendah (Jensen *et al.*

1996). Prolin memegang peranan penting untuk toleransi terhadap cekaman kekeringan (Kim & Janick 1991; Pruvot *et al.* 1996; Nambara *et al.* 1998; Hanson *et al.* 1979).

Kandungan prolina daun pada berbagai tanaman tidak berbeda nyata dalam keadaan optimum. Hal yang sama juga didapatkan pada tanaman cabai. Hasil analisis kandungan prolina daun cabai cv. Laris dan Jati Laba menunjukkan bahwa kandungan prolina saat cekaman dan kondisi optimum tidak jauh berbeda. Parameter kandungan prolina daun cabai ini membuktikan bahwa prolina merupakan senyawa yang dihasilkan tanaman untuk bisa bertahan dalam kondisi cekaman kekeringan. Tanaman yang toleran terhadap cekaman kekeringan telah dilaporkan lebih mampu meningkatkan kandungan prolina daun sebagai salah satu respons terhadap cekaman kekeringan dibandingkan dengan tanaman yang peka (Jones *et al.* 1981; Yoshida *et al.* 1997). Sudarsono *et al.* (2004) melaporkan enam kultivar kacang tanah di Indonesia yang diuji juga menunjukkan peningkatan akumulasi senyawa prolina sebagai respon terhadap cekaman kekeringan.

Pada fase pertumbuhan vegetatif, ketersediaan air berpengaruh pada beberapa aspek fisiologi serta morfologi, antara lain : menurunnya kecepatan fotosintesis dan luas daun. Jika tanaman terkena cekaman kekeringan, potensial air daun akan menurun, pembentukan klorofil daun akan terganggu dan struktur kloroplas akan mengalami disintegrasi (Alberte *et al.*, 1977).

Tabel 4. Kandungan Prolina daun beberapa genotip cabai pada umur 37 HST pada kondisi tanam optimum dan cekaman kekeringan

Genotipe	Prolina (ug/g daun)		Persentase Peningkatan Prolina (%)
	Optimum	Cekaman Kekeringan	
Tit Super	116,43 b*	868,92 a	646,31
Hot Chili	138,57 b	743,12 a	436,28
Prabu	198,06 b	802,28 a	305,06
Laris	180,42 b	277,67 a	53,89
Jati Laba	122,67 b	138,14 a	12,62

\* Data rata-rata pada baris dengan huruf kecil yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada  $\alpha = 0,05$

## SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: Perlakuan cekaman kekeringan pada fase vegetatif dan generatif beberapa varietas cabai dapat menurunkan hasil cabai (Tit Super 29,2%, Jati laba 47,72%, Hot Chili 25,74%, Laris 52,63%, dan Prabu 50,83%).

Dari kelima varietas cabai yang diuji berdasarkan kandungan prolina daun dan tanggap tanaman di rumah kaca didapatkan tiga varietas yang toleran yaitu Prabu, Jati Laba dan Laris, dan dua varietas cabai yang tergolong peka terhadap kekeringan yaitu Tit Super dan Hot Chili.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Sebagian penelitian ini dibiayai oleh Laboratorium Biologi Molekuler Tanaman, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor yang diketuai oleh Bapak Prof. Dr. Ir. Sudarsono, M.Sc. Yusniwati mendapatkan beasiswa BPPS, Departemen Pendidikan Nasional, Republik Indonesia, untuk program S3 di Sekolah Pasca Sarjana, IPB, Bogor.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alberte, R.S., J.P. Thornber, & E.L. Fiscus. 1977. Water stress effects on the content and organization of chlorophyll and bundle sheath chloroplast of maize. *Plant Physiol.* 59: 351-352.
- Bates, L.S., R.P. Waldren, & I.D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water cekamans studies. *Plant and Soil* 39: 205-207.
- Blum, A. 2004. Drought stress and its impact. [www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/services/pbn/pbn](http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/services/pbn/pbn). (Diakses 14 Maret 2005).
- Bray, E.A. 1997. Plant responses to water deficit. *Trend in Plant Science* 2: 48-54.
- Fischer, R.A. & R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars: I. Grain yield responses. *Aust J Agric Res* 29: 897-912.
- Gupta, S. 1997. Crop improvement stress tolerance. Vol. 2. Science Publisher, Inc. USA.
- Hanson, A.D., C.E. Nelsen, A.R. Pedersen, & Everson. 1979. Capacity for proline accumulation during water cekamans in burley and its implications for breeding for drought resistance. *Crop Sci.* 19: 489-493.
- Jensen, A.B., P.K. Busk, M. Figueras, M.M. Alba, G. Peraccia, R. Messeguer, A. Goday, & M. Pages. 1996. Drought signal transduction in plant. *Plant Growth Reg.* 20: 05-110.
- Jones, M.M., N.C. Turner, & C.B. Osmond. 1981. Mechanism of drought resistance. Dalam: L.G. Paleg, & D. Aspinall (ed). *The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plant*. New York: Academic Press. New York.
- Kim, Y.H. & J. Janick. 1991. Absisic acid and proline improve desiccation tolerance and increase fatty acid content of cerealy somatic embryos. *Plant Cell Tiss Org Cult* 24: 83-89.
- Kramer, P.J. 1983. Water relations of plants. Academic Press, Inc. New York.
- Levitt, J. 1980. Responses of plants to environmental stress: Water, radiation, salt, and other stress. Vol. II. Academic Press. New York.
- Mitra, J. 2001. Genetics and genetic improvement of drought resistance in crop plants. *Current Sci.* 80: 758-763.
- Mullet, J.E. & M.S. Whitsitt. 1996. Plant cellular responses to water deficit. *Plant Growth Reg.* 20: 119-124.
- Mundree, S.G. 2002. Physiological and molecular insight into drought tolerance. *African J Biotechnol* 1: 28-38.
- Nambara, E., H. Kawaide, Y. Kamiya, & S. Naito. 1998. Characterization of *Arabidopsis thaliana* mutans has a defect in ABA accumulation: ABA-dependent and ABA-independent accumulation of free amino acid during dehydration. *Plant Cell Physiol.* 39: 853-958.
- Ober, E.S. & R.E. Sharp. 1994. Proline accumulation in mazie (*Zea mays* L.)



- primary roots at low water potentials. *Plant Physiol* 105: 981-987.
- Pruvot, G., J Massimino, G. Peltier, & P. Rey. 1996. Effect of low temperatur, high salinity and exogenous ABA on the synthesis of two chloroplastic drought-induced protein in *Solanum tuberosum L.* *Physiol. Plantarum* 97: 123-131.
- Ridwan, A., Sudarsono. 2005. Toleransi kultivar kacang tanah terhadap cekaman kekeringan pada fase vegetatif serta kandungan prolin dan gula total daun. Hal: 190-191. Dalam: Sudarsono, H. Aswidinnoor, & Widodo (ed) *Rekayasa genetika dan seleksi in vitro untuk mendapatkan plasma nutfah kacang tanah dengan novel characters – toleran cekaman kekeringan dan resisten penyakit busuk batang Sclerotium.*
- Savin, R. & M.E. Nocolas. 1996. Effect o short periods of drought and hight temperature on grain growth and starch accumulation of two malting barley cultivars. *Aust J Plant Physiol* 23: 201-210.
- Schmidt, J.W. 1983. Drought Resistance and Wheat Breeding. *Agric. Water Management.* 7: 181-194.
- Sharp, RE. 1994. Comparative sensitivity of root and shoot growth and physiology to low water potentials. *Monograph British Soc. Plant Growth Reg.* 21: 13-27.
- Sloane, R.J., R.P. Patterson, & T.E. Carter. 1990. Field drought tolerance of a soybean plant introduction. *Crop Sci.* 30: 118-123.
- Sudarsono, H. Aswidinnoor, & Widodo. 2004. *Rekayasa genetika dan seleksi in vitro untuk mendapatkan plasma nutfah kacang tanah dengan novel characters-toleran cekaman kekeringan dan resisten penyakit busuk batang Sclerotium.* Laporan Hibah Pasca Angkatan I. Direktorat Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat. Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
- Sunaryo, W. 2002. Regenerasi dan evaluasi variasi somaklonal kedelai (*Glycine max (L) Merr.*) hasil kultur jaringan serta seleksi terhadap cekaman kekeringan menggunakan simulasi polyethylene glycol (PEG). (Tesis). Tidak dipublikasikan: Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Yakushiji, H., K. Morinaga, & H. Nonami. 1998. Sugar accumulation and patritioning in Satsuma Mandarin tree tissue and fruit in response to drought cekamans. *J Amer Soc Hort Sci* 123: 719-726.
- Yoshiba, Y., T. Kiyoue, K. Nakashima, K. Yamaguchi-Shinozaki, & K. Shinozaki. 1997. Regulation of levels of proline as an osmolyte in plants under water stress. *Plant Cell Physiol* 38: 1095-1102.