



Upaya Peningkatan Ketahanan Tanaman Kacang Kedelai (*Glycine max L.*) Terhadap Kekeringan Melalui Rekayasa Fisiologis

AMINAH

Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muslim Indonesia
Jl. Urip Sumihardjo Km.5 Makassar 90231
email: aminahmuchdar@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kedelai merupakan salah satu bahan pangan dengan kandungan protein tinggi (39%) dibanding dengan kacang-kacangan yang lain dan mempunyai prospek pemasaran lebih baik sehingga mampu meningkatkan pendapatan petani. Daya adaptasi suatu tanaman pada kondisi kekeringan merupakan kemampuan tanaman untuk tumbuh normal pada kondisi kekeringan. Kekeringan pada tanaman kedelai menyebabkan terjadinya penurunan produksi per hektar. Salah satu upaya peningkatan daya adaptasi kedelai pada kondisi kekeringan adalah dengan memanipulasi aktivitas fisiologis tanaman yakni melakukan pengaturan osmotik pada daun.

Tujuan penelitian adalah untuk (1) Menemukan stadia pertumbuhan tanaman kedelai yang paling kritis terhadap cekaman kekurangan air. (2) Mengkaji dan menguji peranan osmolit sorbitol dalam mempertahankan pertumbuhan dan hasil kacang kedelai yang tumbuh pada kondisi kekurangan air selama stadia pertumbuhan tertentu. Dan (3). Penelitian ini diharapkan akan mendapatkan metode peningkatan ketahanan tanaman kedelai yang dibudidayakan di lahan kering beriklim kering dalam kondisi kekurangan air dan memperkecil penurunan hasil biji tanaman kedelai yang diusahakan pada kondisi kekurangan air.

Penelitian dilakukan di dalam green house dengan menggunakan rancangan acak lengkap, secara faktorial, yang terdiri dari dua faktor. Faktor pertama waktu pencekaman air dengan enam taraf dan faktor kedua adalah konsentrasi osmolit sorbitol dengan empat taraf. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman kedelai yang mengalami cekaman sepanjang hidupnya memperlihatkan penurunan pertumbuhan dan produksi secara keseluruhan, sedangkan didapatkan pula stadia tumbuh yang paling kritis/peka terhadap cekaman air adalah stadia vegetatif aktif. Selanjutnya didapatkan bahwa dengan penyemprotan osmolit sorbitol konsentrasi 20 ml/liter mampu meningkatkan ketahanan tanaman kedelai.

Kata Kunci: kedelai, kekeringan, osmolit sorbitol, rekayasa fisiologis

PENDAHULUAN

Kedelai merupakan salah satu bahan pangan dengan kandungan protein tinggi (39%) dibanding dengan kacang-kacangan yang lain dan mempunyai prospek pemasaran lebih baik sehingga mampu meningkatkan pendapatan petani. Namun produksi dalam negeri tidak mampu mengimbangi kebutuhan nasional dalam kurun waktu lima tahun ke depan (tahun 2010-2014) kebutuhan kedelai setiap tahunnya $\pm 2.300.000$ ton biji kering, akan tetapi kemampuan produksi dalam negeri saat ini baru mampu memenuhi sebanyak 851.286 ton (ATAP Tahun 2013, BPS) atau 37,01% dari kebutuhan sedangkan berdasarkan ARAM II tahun 2012 baru

mencapai 783.158 ton atau 34,05 %. Sehingga untuk memenuhi kekurangan kebutuhan tersebut harus dipenuhi dengan jalan impor (BPS, 2013).

Upaya peningkatan produksi kacang kedelai sudah diupayakan ditingkatkan melalui intensifikasi maupun ekstensifikasi. Peningkatan produksi melalui intensifikasi yaitu meningkatkan hasil biji per hektar, antara lain dengan memperbaiki sistem budidaya tanaman, misalnya penggunaan kultivar unggul yang mempunyai daya tahan terhadap kekeringan. Peningkatan produksi kedelai secara ekstensifikasi adalah melalui penambahan luasan areal tanam dengan memanfaatkan lahan kering.



Penyebab rendahnya produksi kedelai antara lain 65% luas areal tanaman kedelai di usahakan pada lahan kering dan 35% diusahakan pada lahan sawah yang beririgasi pada musim kemarau. Kendala yang dihadapi di lahan kering antara lain persediaan air terbatas sangat bergantung pada curah hujan, produktivitas lahannya relatif rendah. Akibat terbatasnya ketersediaan air dalam tanah, maka umumnya produksi tanaman relatif rendah. Agar tanaman kedelai yang dibudidayakan pada lahan kering tetap mampu memproduksi tinggi perlu dilakukan rekayasa fisiologis, yaitu dengan mengatur proses membukanya stomata. Tanaman kedelai yang mengalami kekeringan stomatanya akan menutup guna mengurangi proses transpirasi, namun penutupan stomata yang berlangsung secara terus menerus berakibat pertumbuhan terganggu sehingga produksinya akan rendah. Untuk mengupayakan agar stomata tidak selalu menutup, dapat ditempuh dengan memperkecil peranan ABA di dalam daun dengan menggunakan senyawa Osmolit Sorbitol. Tanaman yang mengalami kekeringan akan memicu terjadinya proses biosintesis ABA (Bray, 1988). Ariffin (2001) menjelaskan bahwa tanaman kacang hijau yang mengalami cekaman kekurangan air selama stadia vegetatif maupun sepanjang hidupnya kandungan asam absisat (ABA) meningkat tiga kali lipat dibandingkan tanaman yang tidak tercekam. ABA merupakan hormon yang disintesis di dalam akar dan ditranslokasikan ke daun, dan mungkin juga disintesis oleh sel penjaga itu sendiri (Assmann dan Shimasaki, 1999). ABA yang terdapat di daun khususnya pada sel penjaga mengendalikan proses penutupan stomata (Turner, 1986).

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka dilakukanlah penelitian yang mencoba mengkaji upaya peningkatan ketahanan tanaman kacang kedelai terhadap kekeringan melalui rekayasa fisiologis. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) Menemukan stadia pertumbuhan tanaman kedelai yang paling kritis terhadap cekaman kekurangan air. (2) Mengkaji dan menguji sejauh mana peranan

osmolit sorbitol dalam mempertahankan pertumbuhan dan hasil kacang kedelai yang tumbuh pada kondisi kekurangan air selama stadia pertumbuhan tertentu. (3) Penelitian ini diharapkan akan mendapatkan metode peningkatan ketahanan tanaman kedelai yang dibudidayakan di lahan kering beriklim kering dalam kondisi kekurangan air dan memperkecil penurunan hasil biji tanaman kedelai yang diusahakan pada kondisi kekurangan air. Selain itu hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai paket teknologi dalam budidaya tanaman kacang kedelai bila diusahakan pada lahan kering.

METODE

Penelitian dilaksanakan di Rumah Kaca Balai Penelitian Tanaman Jagung dan Sereal (BALITSEREAL) Kabupaten Maros. Analisa tanaman dilaksanakan di Laboratorium Tanaman, Institut Pertanian Bogor (IPB). Percobaan dirancang dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dalam pola faktorial dua faktor, dan tiga ulangan.

Faktor I adalah Waktu Pencekaman Air (W), terdiri dari enam taraf yaitu :

W1: tidak dicekam sepanjang umur tanaman.
W2: dicekam sepanjang hidupnya (0-85 hari).
W3: dicekam mulai pertumbuhan awal (0 – 15 hari).
W4: dicekam selama stadia vegetatif aktif (16 – 30hari).
W5: dicekam pada stadia pembungaan-pengisian polong (pada umur 31 – 65 hari).
W6: dicekam pada stadia kematangan biji (umur 66 – 85 hari)

Faktor II adalah Konsentrasi Osmolit Sorbitol (S) yang terdiri dari 4 taraf:

S0: tanpa disemprot Sorbitol. S1: 10 ml/liter. S2: 15 ml/liter. S3: 20 ml/liter. Dari kedua faktor tersebut diperoleh 24 kombinasi perlakuan dan masing-masing diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 72 unit percobaan. Adapun 24 kombinasi perlakuan tersebut:

W1S0	W2S0	W3S0	W4S0	W5S0	W6S0
W1S1	W2S1	W3S1	W4S1	W5S1	W6S1
W1S2	W2S2	W3S2	W4S2	W5S2	W6S2
W1S3	W2S3	W3S3	W4S3	W5S3	W6S3



Penetapan jumlah pemberian air (pencekaman) didasarkan pada 50% kebutuhan air normalnya dan distribusinya biasanya didasarkan pada kebutuhan air pada tanaman kedelai pada setiap periode tumbuhnya.

Media disiapkan berupa campuran tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 4 ; 1, yang diisi dalam polybag dengan ukuran diameter 20 cm dengan tinggi 40 cm dengan dengan berat media 8 kg. Setelah media siap, disiram dengan air hingga mencapai batas kapasitas lapang, baru kemudian benih kedelai di tanam sebanyak 4 butir per lubang, setelah tanaman berumur tujuh hari dilakukan penjarangan dengan menyisakan dua tanaman per polybag.

Pemupukan P diberikan pada saat tanam sedangkan urea diberikan 15 hst, dosisnya adalah urea dengan dosis 50 Kg/ha (0,66g Urea/polybag,) dan SP-36 dengan dosis 90 kg/ha (1,19 SP-36/polybag)

Pembagian dan jumlah air yang diberikan didasarkan pada kebutuhan air tanaman kedelai tiap periode. Menurut Fagi dan Tangkuman (1993) rata-rata jumlah kebutuhan air tanaman kedelai (varietas Wilis) selama musim tanam adalah 325 mm/musim. Pencekaman air, dilakukan dengan jalan memberikan air sebanyak 50% dari kebutuhan normalnya. Waktu pencekaman disesuaikan dengan perlakuan pada Tabel 1.

Tabel 1. Waktu Pelaksanaan Pencekaman Air dan Penyemprotan Sorbitol Pada Tanaman Kacang Kedelai

Perlakuan	Pelaksanaan pencekaman pada umur.....(hari)																Frekuensi	
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85		
W1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
W2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	16
W3	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
W4	0	0	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
W5	0	0	0	0	0	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	6
W6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	X	X	X	X	X	X	5

Keterangan: 0 = tidak dicekam air X : Dicekam Air

* = Frekuensi penyemprotan osmilit disesuaikan dengan perlakuan

Penyemprotan osmilit sorbitol dilakukan setiap lima hari sekali, konsentrasinya sesuai dengan perlakuan dengan frekuensi penyemprotan sekitar 2-16 kali. Pelaksanaan penyemprotan osmilit sorbitol dilakukan mulai umur 10 sampai dengan umur 85 hari,

dengan konsentrasi sesuai perlakuan. Penyemprotan diarahkan pada permukaan daun bagian bawah. Aplikasi osmilit sorbitol dalam penelitian ini dilakukan siang hari antara pukul 10-12.00, dengan cara menyemprotkan kebagian bawah daun.

Tabel 2. Distribusi dan Jumlah Pemberian Air pada masing-Masing Periode Pertumbuhan Tanaman di Polybag

Pemberian Air	Distribusi dan jumlah air yang diberikan pada fase (ml/hari/polybag				Jumlah air (ml/musim)
	Pertumbuhan awal (0-15 hari)	Vegetatif Aktif (16-30 hari)	Pembungaan-Pengisian Polong (31-65)	Kematangan Biji 66 – 85 hari)	
50% kebutuhan normalnya	94 ml	94 ml	94 ml	94 ml	7990 ml

Keterangan: Teknik perhitungan pada Lampiran

Pengamatan meliputi: Tinggi tanaman, bobot kering tanaman, Kandungan klorofil,

kerapatan stomata, kandungan asam absisat (ABA), Jumlah polong per tanaman, bobot



polong dan bobot biji per tanaman. Data dianalisis secara statistik dengan Rancangan Acak Kelompok Faktorial, dengan menggunakan sidik ragam taraf 5 %, bila ada beda nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan's Multiple Range Test 5 %.

HASIL

Tinggi Tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu pencekaman air dan pemberian osmolit sarbitol serta interaksi antara keduanya berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman kedelai kedelai.

Tabel 3. Pengaruh Waktu Pencekaman Air dan Konsentrasi Osmolite Sorbitol Terhadap Tinggi Tanaman Kedelai Pada Berbagai Umur Pengamatan

Pengamatan Tinggi Tanaman Umur 20 Hari Setelah Tanam (HST)					
Waktu Pencekaman Air	Konsentrasi Osmolite Sorbitol (ml/Liter air)				NP BNJ 0,05
	S ₀ (0)	S ₁ (10 ml)	S ₂ (15 ml)	S ₃ (20 ml)	
(W1) Tanpa Cekaman	21,42 cx	30,42 bx	24,50 cx	33,67 axy	4,40
(W2) Dicekam 0-85 hari	20,67 bx	22,83 by	24,50 abx	28,33 az	
(W3) Dicekam 0-15 hari	23,50 bx	22,83 by	20,50 by	34,83 ax	
(W4) Dicekam 16-30 hari	18,17 cy	25,50 by	28,33 abx	30,67 ax	
(W5) Dicekam 31-65 hari	19,50 bx	22,79 by	23,50 by	28,83 az	
(W6) Dicekam 66-85 hari	20,25 bx	20,33 by	28,10 ax	33,17 ax	
NP BNJ 0,05	4,14				
Pengamatan Tinggi Tanaman Umur 35 Hari Setelah Tanam (HST)					
(W1) Tanpa Cekaman	40,42 bx	40,97 b	45,71 abx	53,26 ax	8,89
(W2) Dicekam 0-85 hari	43,95 ax	42,65 ax	44,48 ax	49,23 ax	
(W3) Dicekam 0-15 hari	38,11 bx	42,79 bx	40,61 by	53,58 ax	
(W4) Dicekam 16-30 hari	42,33 bx	49,63 ax	43,75 bx	52,80 ax	
(W5) Dicekam 31-65 hari	38,45 bx	48,38 ax	42,92 abx	43,65 aby	
(W6) Dicekam 66-85 hari	41,15 bx	38,75 by	49,00 ax	50,10 ax	
NP NNJ 0,05	8,36				
Pengamatan Tinggi Tanaman Umur 50 Hari Setelah Tanam (HST)					
(W1) Tanpa Cekaman	75,00 by	64,75 by	80,97 ax	87,45 ax	10,28
(W2) Dicekam 0-85 hari	55,36 bx	75,33 ax	83,71 ax	83,15 axyz	
(W3) Dicekam 0-15 hari	63,90 bcy	74,28 bcxyz	70,63 byz	89,19 ax	
(W4) Dicekam 16-30 hari	76,62 ax	75,92 axy	72,65 axz	77,17 az	
(W5) Dicekam 31-65 hari	64,19 by	64,25 bz	79,93 axz	80,49 ax	
(W6) Dicekam 66-85 hari	68,75 bx	65,92 bcy	77,90 abxz	88,32 ax	
NP BNJ 0,05	9,67				
Pengamatan Tinggi Tanaman Umur 65 Hari Setelah Tanam (HST)					
(W1) Tanpa Cekaman	79,83 bcy	76,00 cz	88,00 bx	99,10 ax	10,64
(W2) Dicekam 0-85 hari	67,60 bx	92,85 axy	82,83 by	95,50 ax	
(W3) Dicekam 0-15 hari	76,67 cy	86,83 byz	86,59 bx	103,67 ax	
(W4) Dicekam 16-30 hari	87,67 ax	88,00 axyz	89,65 ax	89,67 ay	
(W5) Dicekam 31-65 hari	75,83 by	98,33 ax	77,83 by	92,50 ay	
(W6) Dicekam 66-85 hari	78,33 bx	78,67 bz	95,00 ax	89,83 ay	
NP BNJ 0,05	10,00				

Berat Kering Tanaman. Produksi bahan kering tanaman merupakan ukuran tingkat efisiensi tanaman dalam memanfaatkan masukan nutrisi, air maupun energi matahari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu

pencekaman air dan pemberian osmolite sarbitol serta interaksi antara keduanya berpengaruh sangat nyata terhadap Berat Kering Akar umur 35,50,65, dan 80 HST.



Tabel 4. Pengaruh Waktu Pencekaman Air dan Konsentrasi Osmolit Sorbitol terhadap Berat Kering Tanaman (gr) Tanaman Kedelai pada Berbagai Umur Pengamatan

Waktu Pencekaman Air	Konsentrasi Osmolit Sorbitol (ml/Liter air)				NP	BNJ
	S ₀ (0)	S ₁ (10 ml)	S ₂ (15 ml)	S ₃ (20 ml)		
Pengamatan Berat Kering Total Tanaman (gr) Umur 35 Hari Setelah Tanam (HST)						
(W1) Tanpa Cekaman	1,84 cx	1,35 dw	2,48 by	3,13 ax	0,18	
(W2) Dicekam 0-85 hari	0,81 cz	1,26 bz	1,72 av	1,63 av		
(W3) Dicekam 0-15 hari	1,94 bx	1,81 bcz	1,71 cyv	2,68 ay		
(W4) Dicekam 16-30 hari	1,40 dy	1,73 czv	2,46 ay	1,96 bz		
(W5) Dicekam 31-65 hari	1,88 cx	2,82 ax	2,90 ax	2,51 by		
(W6) Dicekam 66-85 hari	1,96 cx	2,95 abx	2,80 bx	2,99 ax		
NP BNJ 0,05	0,17					
Pengamatan Berat Kering Total Tanaman (gr) Umur 50 Hari Setelah Tanam (HST)						
(W1) Tanpa Cekaman	3,85 cy	7,43 bx	8,47 bx	11,87 ax	2,01	
(W2) Dicekam 0-85 hari	3,44 by	6,35 ay	6,13 az	6,58 az		
(W3) Dicekam 0-15 hari	7,01 bx	7,66 ax	9,08 ax	7,42 az		
(W4) Dicekam 16-30 hari	3,76 cy	8,61 bx	8,98 bx	11,48 ax		
(W5) Dicekam 31-65 hari	6,04 bx	5,16 by	6,35 bz	10,59 ay		
(W6) Dicekam 66-85 hari	6,92 bx	6,87 by	7,53 by	10,08 ay		
NP NNJ 0,05	1,14					
Pengamatan Berat Kering Total Tanaman (gr) Umur 65 Hari Setelah Tanam (HST)						
(W1) Tanpa Cekaman	10,55 cy	13,38 bx	9,98 cy	15,87 ay	1,28	
(W2) Dicekam 0-85 hari	7,85 cz	9,34 by	10,87 ay	9,60 az		
(W3) Dicekam 0-15 hari	12,18 bx	13,15 bx	13,85 bx	18,45 ax		
(W4) Dicekam 16-30 hari	8,96 dyz	12,44 bx	14,69 bx	18,11 ax		
(W5) Dicekam 31-65 hari	9,33 cy	9,53 cy	11,80 by	15,97 ay		
(W6) Dicekam 66-85 hari	9,43 cy	13,31 bx	12,40 by	15,55 ay		
NP BNJ 0,05	1,14					
Pengamatan Berat Kering Total Tanaman (gr) Umur 80 Hari Setelah Tanam (HST)						
(W1) Tanpa Cekaman	15,72 by	16,00 by	19,70 aby	24,60 ax	2,95	
(W2) Dicekam 0-85 hari	12,23 bz	13,09 byz	16,12 ayz	16,17 az		
(W3) Dicekam 0-15 hari	15,26 by	18,47 ax	17,01 by	22,12 axy		
(W4) Dicekam 16-30 hari	19,29 ax	19,56 ax	18,56 ay	19,87 ay		
(W5) Dicekam 31-65 hari	14,47 by	14,60 bz	18,47 ay	19,60 ay		
(W6) Dicekam 66-85 hari	17,25 bx	19,30 bx	27,27 ax	24,45 ax		
NP BNJ 0,05	2,64					

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf a,b,c berbeda nyata pada setiap baris dan x,y,z pada setiap kolom

Kandungan Klorofil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu pencekaman air dan pemberian osmolit sarbitol dan interaksi

antara keduanya berpengaruh sangat nyata terhadap Kandungan klorofil.

Tabel 5. Pengaruh waktu pencekaman air dan konsentrasi osmolit sorbitol terhadap kandungan klorofil (g/g)

Waktu pencekaman air pada umur	Konsentrasi Osmolit Sarbitol (ml/liter air)				NP. BNJ 0,05
	0 (S0)	10 (S1)	15 (S2)	20 (S3)	
W1 (tidak dicekam)	3,00 cxy	3,54 bx	3,66 bx	4,83 ax	0,43
W2 (dicekam 0-85 hari)	2,33 cz	3,21 bx	3,68 bx	4,36 ay	
W3 (dicekan 0-15 hari)	3,35 awx	3,40 axy	3,67 ax	3,47 az	
W4 (dicekan 16-30 hari)	2,72 cy	2,94 cyz	3,59 bxy	4,67 axy	
W5 (dicekan 31-65 hari)	2,82 ay	3,05 ay	3,06 ay	3,81 az	
W6 (dicekan 66-85 hari)	3,68 cw	2,60 cz	3,19 by	3,60 az	
NP. BNJ 0,05	0,39				

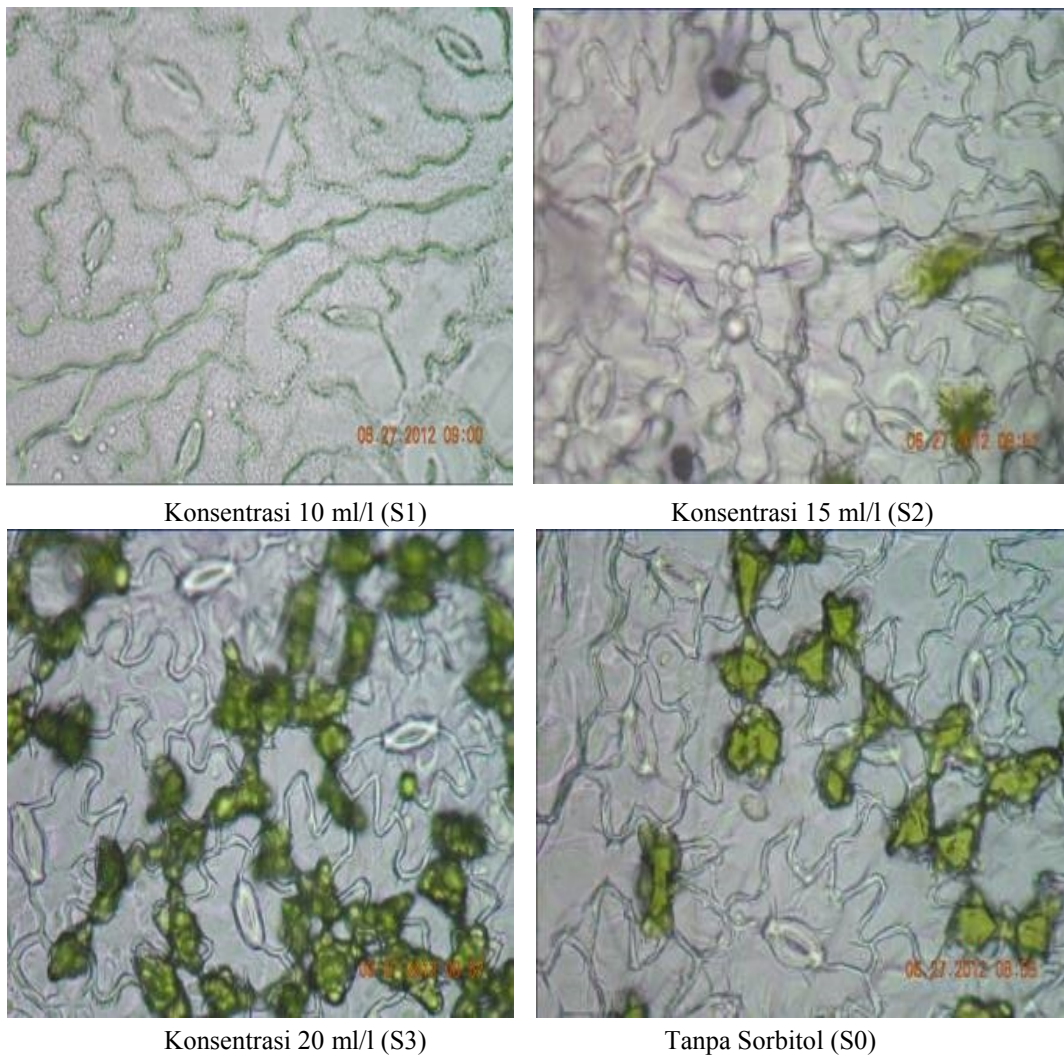
Kerapatan Stomata. Stomata merupakan organ tanaman sebagai pintu keluar masuknya air ataupun gas ke dalam jaringan tanaman. Aktivitas membuka dan menutupnya stomata sangat sangat berhubungan erat dengan situasi air di dalam

sel tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu pencekaman air dan pemberian osmolit sarbitol serta interaksi antara keduanya berpengaruh sangat nyata terhadap kerapatan stomata.

Tabel 6. Pengaruh waktu pencekaman air & konsentrasi osmolit sarbitol terhadap kerapatan stomata

Waktu pencekaman air pada umur	Konsentrasi Osmolit Sarbitol (ml/liter air)				NP. BNJ 0,05
	0 (S0)	10 (S1)	15 (S2)	20 (S3)	
W1(tidak dicekam)	42,12 ax	44,15 axy	48,10 ax	52,75 ax	8,06
W2 (dicekam 0-85 hari)	22,17 bz	27,96 aby	29,87 abz	32,75 ay	
W3 (dicekan 0-15 hari)	27,25 byz	24,15 bz	25,00 bz	38,92 ay	
W4 (dicekan 16-30 hari)	26,75 az	21,83 az	22,09 az	34,69 ay	
W5 (dicekan 31-65 hari)	31,17 bxy	33,78 aby	35,78 aby	40,42 ay	
W6 (dicekan 66-85 hari)	33,85 bxy	48,19 ax	51,00 a x	49,50 ax	
NP. BNJ 0,05	7,58				

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf a,b,c berbeda nyata pada setiap baris dan x,y,z pada setiap kolom



Gambar 1. Kondisi stomata akibat penyemprotan Osmolit Sorbitol pada Konsentrasi yang Berbeda



Kandungan Asam Absisat (ABA). Asam absisat merupakan salah satu hormon yang dibentuk oleh tanaman sendiri akibat kondisi lingkungan, utamanya air yang kurang menguntungkan. Bagi tanaman sendiri hormon itu mempunyai peranan sebagai

penghambat. Berdasarkan hasil analisis ternyata waktu pengekaman air berpengaruh terhadap kandungan ABA di dalam daun tanaman kacang hijau, sedangkan sedangkan penyemprotan osmolit sorbitol dan interaksinya tidak berpengaruh nyata.

Tabel 7. Pengaruh Waktu Pengekaman Air terhadap Kandungan ABA ($\mu\text{g/g}$) pada Berbagai Waktu Pengamatan

Waktu pengekaman air	Rata-rata kandungan ABA ($\mu\text{g/g}$)			
	35 HST	50 HST	65 HST	80 HST
W1 (tidak dicekam)	0,09 b	0,11 b	0,12 bc	0,13 c
W2 (dicekam 0-85 hari)	0,25 a	0,36 a	0,50 a	0,62 a
W3 (dicekam 0-15 hari)	0,09 b	0,10 b	0,10 c	0,12 c
W4 (dicekam 16-30 hari)	0,08 b	0,08 b	0,10 c	0,12 c
W5 (dicekam 31-65 hari)	0,21 a	0,34 a	0,48 a	0,10 c
W6 (dicekam 66-85 hari)	0,09 b	0,10 b	0,25 b	0,32 b
NP. BNJ 0,05	0,05	0,06	0,14	0,12

Jumlah Polong, Bobot Polong dan Bobot Biji per Tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu pengekaman air dan pemberian osmolit sarbitol serta interaksi

antara keduanya berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah polong, bobot polong, dan bobot biji per tanaman.

Tabel 8. Pengaruh Waktu Pengekaman Air dan Konsentrasi Osmolit Sorbitol Terhadap Komponen Hasil Jumlah Polong, Bobot polong dan Bobot biji/tanaman

Waktu Pengekaman Air	Konsentrasi Osmolit Sorbitol (ml/Liter air)				NP BNJ 0,05
	S ₀ (0)	S ₁ (10 ml)	S ₂ (15 ml)	S ₃ (20 ml)	
(W1) Tanpa Cekaman	21,17 bxy 15,50	23,32 bwx	24,50 by	37,50 ax	3,97
(W2) Dicekam 0-85 hari	bz	17,17 abz	20,84 ay	21,83 az	
(W3) Dicekam 0-15 hari	22,17 bxy	23,49 abx	22,50 by	26,50 ay	
(W4) Dicekam 16-30 hari	19,34 ayz	21,16 axy	21,67 ay	26,52 ay	
(W5) Dicekam 31-65 hari	19,00 ayz	18,51 aby	14,83 bz	18,00 abz	
(W6) Dicekam 66-85 hari	24,33 cx	26,17 cw	31,50 ax	28,82 ay	
NP BNJ 0,05	3,74				
Pengamatan Bobot Polong (gr) Tanaman Kedelai					
(W1) Tanpa Cekaman	5,64 bxy	7,82 ax	7,78 ax	11,28 ax	2,25
(W2) Dicekam 0-85 hari	3,95 by	4,15 bz	4,85 aby	5,21 az	
(W3) Dicekam 0-15 hari	6,70 ax	7,05 ax	7,00 axy	6,98 ayz	
(W4) Dicekam 16-30 hari	5,05 axy	6,68 axy	5,74 axyz	6,58 ayz	
(W5) Dicekam 31-65 hari	4,92 axy	4,60 ayz	4,46 az	6,66 ay	
(W6) Dicekam 66-85 hari	6,79 bx	7,20 bx	7,55 bx	8,26 ay	
NP NNJ 0,05	2,12				
Pengamatan Bobot Biji / Tanaman (gr) Kedelai					
(W1) Tanpa Cekaman	3,84 bxy	5,15 bx	5,45 bxy	8,19 ax	3,87 1,99
(W2) Dicekam 0-85 hari	2,28 ay	2,70 ay	2,95 az	ayz	
(W3) Dicekam 0-15 hari	4,77 ax	5,11 ax	5,00 axy	6,65 ax	
(W4) Dicekam 16-30 hari	3,30 axy	4,60 axy	3,72 ay	4,23 ay	
(W5) Dicekam 31-65 hari	3,45 axy	3,16 axy	3,22 ay	4,53 ay	
(W6) Dicekam 66-85 hari	4,74 ax	4,82 ax	5,21 axy	5,80 ay	
NP BNJ 0,05	1,87				



PEMBAHASAN

Hasil penelitian telah ditemukan bahwa tanaman yang tercekam kekurangan air selama kehidupannya mempunyai pertumbuhan yang paling rendah dibandingkan dengan yang lain. Hal ini disebabkan karena air yang diperlukan untuk aktivitas metabolisme tidak mencukupi, sehingga proses perkembangan sel terganggu dan akibatnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kekurangan air pada stadia vegetatif dan pada saat menjelang berbunga sampai pembentukan polong menunjukkan hasil yang paling rendah. Bila dibandingkan dengan tanaman yang memperoleh pengairan normal, kekurangan air pada setiap stadia pertumbuhan berakibat turunnya hasil tanaman. Sedangkan tanaman yang mengalami cekaman kekurangan air selama stadia generatif lebih baik karena tanaman yang tercekam selama stadia generatif tersebut sebenarnya pada saat tanaman berada pada stadia vegetatif memperoleh pengairan normal.

Stadia pertumbuhan yang paling peka terhadap kekeringan adalah stadia vegetatif dan stadia pembentukan bunga dan polong, terbukti dari rendahnya hasil pengukuran perkembangan organ-organ vegetatif dan hasil biji. Apabila tanaman pada saat pertumbuhan maupun pembentukan polong terjadi kekurangan air dapat mempengaruhi nanti rendahnya hasil biji yang diperoleh (Panday, et al. 1984). Boyer (1996) mengungkapkan bahwa pengaturan osmotik yang kuat dapat meningkatkan daya adaptasi tanaman sehingga mendukung keberhasilan tanaman pada kondisi persediaan air terbatas. Ternyata penyemprotan osmolit sorbitol pada tanaman yang mengalami kekurangan air mampu meningkatkan ketahanan pertumbuhan tanaman, terbukti adanya interaksi antara waktu pencekaman dengan konsentrasi penyemprotan osmolit sorbitol, baik dalam hal tinggi tanaman (untuk semua waktu pengamatan).

Rendahnya kandungan air berakibat potensial air semakin tinggi dan ini berdampak pada penurunan produksi bahan kering dan

pertumbuhan bagian tanaman turun sebesar 34% (Berry et al, 1992).

Hasil analisis terlihat bahwa penyemprotan osmolit sorbitol pada tanaman yang mengalami cekaman kekurangan air mampu meningkatkan daya tahan tanaman terhadap kekurangan air. Interaksi antara waktu pencekaman air dan konsentrasi sorbitol berpengaruh terhadap tinggi tanaman, kandungan klorofil, kandungan ABA dan produksi bahan kering tanaman. Penyemprotan osmolit sorbitol pada tanaman yang tidak tercekam tidak bermanfaat, hal ini disebabkan tanaman yang selalu kecukupan air selama hidupnya kandungan air daun relatif cukup tinggi, dan stomata dapat membuka sempurna. Disisi lain sorbitol merupakan salah satu osmolit yang mempunyai peranan sebagai pengendali kelembapan sel, sehingga turgor sel dapat dipertahankan. Tanaman yang selalu kecukupan air selama hidupnya peranan penyemprotan osmolit sorbitol untuk mempertahankan kelembapan sel tidak berfungsi karena turgor sel sudah cukup tinggi. Sorbitol juga mempunyai fungsi menurunkan aktivitas asam absisat di dalam daun. Asam absisat di dalam daun umumnya meningkat bila kandungan air di dalam daun turun. Sebaliknya pada tanaman kedelai yang berada dalam kondisi tercekam kekurangan air, maka kandungan air di dalam daun turun dan akibatnya kandungan asam absisat yang semakin meningkat.

Menurut Taiz dan Zeiger (1991) sorbitol di dalam daun sebagai osmolit yang berfungsi menjaga keseimbangan potensial air di dalam daun, serta berperan untuk menurunkan aktivitas asam absisat. Peranan sorbitol dalam menonaktifkan asam absisat adalah mengubah asam absisat menjadi ester asam absisat yang tidak berpengaruh terhadap aktivitas tanaman (Moore, 1979). Penyemprotan osmolit sorbitol yang dilakukan pada tanaman kedelai yang tercekam kekurangan air memperlihatkan terjadinya peningkatan produksi bahan kering tanaman, Hal ini disebabkan karena pada tanaman yang tercekam kekurangan air, kandungan air yang ada di dalam daun rendah



dan akibatnya di dalam daun tersebut terjadi akumulasi asam absisat. Asam absisat sendiri merupakan kelompok hormon tumbuh yang mempunyai peranan sebagai penghambat pertumbuhan tanaman. Apabila kandungan asam absisat di dalam daun tinggi berakibat turgor sel menjadi turun, sehingga stomata menutup. Jika stomata terus menutup maka proses fotosintesis terganggu dan pertumbuhan maupun hasil tanaman menjadi rendah. Oleh karenanya penyemprotan osmolit sorbitol dilakukan dalam upaya untuk membuka stomata, melalui upaya menurunkan pengaruh asam absisat terhadap turgor sel (Salisbury dan Ross, 1995). Terjadinya proses pembukaan stomata ini memberikan kesempatan untuk berlangsungnya proses difusi CO₂, sehingga proses fotosintesis dapat berlangsung.

Pada pengukuran kandungan klorofil ternyata penyemprotan sorbitol dapat meningkatkan kandungan klorofil di dalam daun. Adanya dampak positif dari sorbitol terhadap pertumbuhan tanaman kedelai disebabkan adanya sifat-sifat yang dimiliki sorbitol dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Sorbitol pada tanaman berfungsi sebagai stabilisator kelembapan di dalam sel serta turgor sel (Budimulyo dan Tjahyono, 1993; Grant dan Rees, 1981).

Penyemprotan osmolit sorbitol pada tanaman kedelai yang tercekam kekurangan air memperlihatkan pengaruhnya pada konsentrasi di atas 10 ml. Penyemprotan sebanyak 15 dan 20 ml/ltr pada stadia vegetatif utamanya tinggi tanaman, dan kandungan klorofil mampu meningkatkan bahan kering tanaman dibanding yang tidak disemprot sorbitol atau yang disemprot dengan konsentrasi hanya 10 ml/ltr. Terjadinya peningkatan ini dikarenakan sorbitol yang disemprotkan pada tanaman yang kekurangan air mampu berperan sebagai penghambat aktivitas asam absisat di dalam sel penjaga (Salisbury dan Ross, 1995). Keberadaan ABA di dalam stomata merupakan penyebab menutupnya stomata, dimana bila kandungan ABA yang tinggi stomata lebih cepat menutup

(Turner, 1998). Asam absisat menyebabkan menutupnya stomata dengan cara menghambat pompa proton. Pompa ini biasanya mengangkut proton keluar dari sel penjaga sehingga menyebabkan terjadinya aliran masuk lebih cepat dan penimbunan K⁺. Keberadaan ABA yang bekerja di ruang bebas pada permukaan luar membran plasma akan menghambat masuknya K⁺. Akibatnya K⁺ dan air di dalam sel penjaga merembes keluar dan turgor menjadi turun.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Stadia pertumbuhan tanaman kedelai yang paling kritis terhadap kekurangan air adalah vegetatif aktif (W4) terbukti dari penurunan hasil beberapa parameter yang diamati, baik itu variabel pertumbuhan, seperti tinggi tanaman, kandungan klorofil, maupun variabel produksi hampir semuanya stadia vegetatif aktif ini memperlihatkan hasil yang rendah dibanding stadia pertumbuhan lain.
2. Penyemprotan osmolit sorbitol dengan konsentrasi 20 ml/liter yang disemprotkan pada tanaman yang tercekam kekurangan air mampu meningkatkan ketahanan tanaman kacang kedelai
3. Penyemprotan osmolit sorbitol memang memperlihatkan hubungan antara kemampuan osmolit sorbitol tersebut dalam mengendalikan aktifitas fisiologis tanaman pada berbagai stadia pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariffin. 2001. Respon Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) terhadap Kekurangan Air dan Upaya Meningkatkan Ketahanan Tanaman pada Kondisi kekeringan. [Tesis]. Surabaya: Program Pasca Sarjana Unair. hal 10 – 32.
- Assmann SM, and Ken-ichiro S. 1999. The Multisensory Guard Cell. Stomatal



- Responses to Blue Light and Abscisid Acid. *Plant physiol* 119: 809 – 816.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2013. Berita Resmi Statistik. Produksi Padi, Jagung, dan Kedelai (Angka Ramalan Ii Tahun 2013). Badan Pusat Statistik. No. 73/11/Th. XVI, 1 November 2013.
- Berry WL, Goldstein G, Dreschel TW, Wheeler RM, Sager JC, Knot WM. 1992. Water Relations, Gas Exchange, and Nutrien Response to A Long Term Constant Water Deficit. *Soil Sci* 153: 442-450.
- Bohnert SJ. 1996. Advances In Drought Tolerance In Plant. *Adv. N Agron* 56 : 187-213.
- Boyer SJ. 1996. Advances In Drought Tolerance In Plants. *Adv. In Agron*. 56 : 187-213.
- Bray E. 1988. Drought and ABA-Induced Changes in Polypeptide and mRNA Accumulation in Tomato Leaves. *Plant Physiol* 88:1210-1214.
- Fagi AM dan Tangkuman F. 1995 Pengelolaan Air untuk Pertanaman Kedelai dalam Kedelai. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. hal.135-151.
- Moore TC. 1979. Biochemistry and Physiologi of Plant Hormonen. New York.: Springer-Verlag. pp181-207.
- Panday RK, Herrera WT, Villegas AN, Pendleton JW, 1984. Drought Response of Grain Legumes Under Irrigation Gradient. *Agron. J.* 76:557-560.
- Salisbury FB, and Ross C. 1969. Plant Physiology. California: WadsworthPub. Co. Inc. pp657-663.
- Turner CN. 1986. Crop Water Depict. A decade of Progress. *Adv. In Agron* 39:1 – 39.