

## Pengaruh Kekurangan Air terhadap Karakter Agronomis dan Fisiologis Genotipe Kedelai Hitam

Abdullah Taufiq dan M. Muchlish Adie

Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian  
Jl. Raya Kendalpayak km 8, Kotak Pos 66 Malang 65101  
e-mail: [ofic\\_rilet@yahoo.com](mailto:ofic_rilet@yahoo.com) dan [mm\\_adie@yahoo.com](mailto:mm_adie@yahoo.com)

Naskah diterima 13 Mei 2012 dan disetujui diterbitkan 28 Maret 2013

**ABSTRACT. Effect of Water Shortage on Agronomic and Physiologic Characteristics of Black Grain Soybean.** Drought stress during generative stage might reduce soybean yields up to 90%. This problem can be minimized by manipulating the environment or using tolerant varieties. A glasshouse research was done to evaluate the effect of drought stress on agronomic and physiologic characteristics of black grain soybean at the Indonesian Legumes and Tuber Crops Research Institute, Malang, from August to November 2010. Twenty genotypes of black grain soybean were evaluated under 100% (optimum) and 50% of field capacity (drought stress). The experiment was arranged in a randomized complete block design with four replications. The results showed that drought stress did not affect flowering dates and physiological maturity of pods, but significantly reduced plant height, shoot and root dry weight, root volume, number of branches, number of fertile nodes, and number of filled pods. The highest reduction was on shoot dry weight (70%) and number of filled pods (43%). Drought stress reduced transpiration rates and seed yield by 40% and 32-60%, respectively. Generally, soybean genotypes that had high transpiration rates under drought condition were more tolerant to drought. The highest average of soybean yields were found on genotypes AYT10-11 (6.20 g/plant) and AYT-10-16 (6.14 g/plant), and both were tolerant to drought stress with yield reductions 34.3% and 49.1%, respectively. The tolerance genotypes was mainly because roots were able to absorb more water under the drought stress conditions (3.29 l and 2.90 l, respectively) and had high water use efficiencies (2.99 and 2.85 mg seed/l, respectively). Genotype AYT10-3 showed a high tolerance to drought with 31.9% yield reduction and a lower transpiration rate under drought condition (2.60 l) than genotypes AYT10-11 and AYT-10-16, but higher in water use efficiency (3.11 mg seed/liter). However, AYT10-3 had a low yield (5 g/plant) and smaller seed size (8.9 g/100 seeds). Variety Detam 1 and Malika was each moderately sensitive to drought stress. The yields of these varieties were reduced by 46% and 51%, respectively, under drought stress condition.

**Keywords:** Black grain soybean, drought stress, agronomic characteristic, physiologic characteristic.

**ABSTRAK.** Cekaman kekeringan selama fase pertumbuhan generatif dapat menurunkan hasil kedelai 25-90%. Masalah ini dapat diatasi melalui manipulasi lingkungan atau menanam varietas yang adaptif. Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian dari bulan Agustus hingga November 2010 dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh cekaman kekeringan terhadap karakter agronomis dan fisiologis genotipe kedelai hitam. Delapan belas genotipe dan dua varietas (Detam 1 dan Malika) kedelai hitam ditanam pada kondisi pengairan 100% (optimal) dan 50% dari kapasitas lapang (cekaman kekeringan).

Percobaan menggunakan rancangan acak kelompok dengan empat ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cekaman kekeringan tidak berpengaruh terhadap umur berbunga dan umur masak fisiologis polong, tetapi menurunkan tinggi tanaman, bobot kering tajuk dan akar, volume akar, jumlah cabang, jumlah buku subur, dan jumlah polong isi. Penurunan tertinggi terjadi pada bobot kering tajuk (70%) dan jumlah polong isi (43%). Cekaman kekeringan menurunkan transpirasi 40% dan hasil biji 32-60%. Pada kondisi kekeringan, genotipe kedelai hitam yang toleran kekeringan umumnya mempunyai transpirasi tinggi. Hasil kedelai tertinggi terdapat pada galur AYT10-11 (6,20 g/tanaman) dan AYT-10-16 (6,14 g/tanaman), Kedua galur ini toleran terhadap cekaman kekeringan dengan penurunan hasil berturut-turut 34,3% dan 49,1%. Kedua galur memiliki sistem perakaran yang mampu menyerap air lebih banyak pada kondisi kekeringan, masing-masing 3,29 l dan 2,90 l, serta efisiensi penggunaan air tinggi, berturut-turut 2,99 dan 2,85 mg biji/l. Galur AYT-10-3 mempunyai tingkat toleransi lebih tinggi terhadap cekaman kekeringan dengan penurunan hasil 31,9% dan laju transpirasi pada kondisi cekaman (2,60 l) lebih rendah daripada galur AYT10-11 dan AYT-10-16, tetapi efisiensi penggunaan airnya lebih tinggi (3,11 mg biji/l). Galur ini memiliki hasil biji rendah (5 g/tanaman) dan ukuran biji kecil (8,9 g/100 biji). Varietas Detam 1 dan Malika agak peka terhadap kekeringan, masing-masing mengalami penurunan hasil 46% dan 51% pada kondisi air tersedia 50%.

Kata kunci: Kedelai hitam, kekeringan, karakter agronomi, karakter fisiologi.

Sebagian usaha produksi kedelai di Indonesia dilakukan di lahan sawah pada musim kemarau antara bulan Juli hingga Oktober. Pada musim tanam tersebut, kedelai sering mengalami kekurangan air pada stadia pertumbuhan generatif, yang merupakan fase kritis tanaman terhadap kekurangan air. Kekurangan air selama fase pembungaan berakibat pada berkurangnya jumlah polong, jumlah biji per polong, dan ukuran biji (Desclaux *et al.* 2000). Cekaman kekeringan menghambat distribusi karbohidrat dari daun ke polong sehingga jumlah dan ukuran biji menurun (Liu *et al.* 2004). Cekaman kekeringan selama fase R3, R5, dan R6 menurunkan hasil masing-masing 33%, 31%, dan 50% (Dogon *et al.* 2007). Risiko penurunan hasil dapat dikurangi melalui pendekatan manipulasi lingkungan dan membudidayakan varietas kedelai toleran kekeringan.

Penurunan hasil kedelai akibat kekeringan pada stadia generatif beragam, bergantung pada varietas dan tingkat cekaman. Cekaman kekeringan pada 50% air tersedia menurunkan hasil varietas Cikuray, Panderman, Burangrang, Tidar, dan Wilis masing-masing 63%, 53%, 42%, 64%, dan 48% (Suhartina 2007). Cekaman kekeringan dengan cara pengairan setiap 14 hari sekali menurunkan hasil varietas Tidar, Pangrango, Krakatau, Burangrang, dan Panderman masing-masing 29%, 34%, 29%, 14%, dan 51% (Hamim *et al.* 2008).

Perakitan varietas kedelai toleran kekeringan memerlukan pengetahuan tentang karakter morfologi dan fisiologi penentu ketahanan. Seleksi langsung berdasarkan indikator hasil biji sering mengalami kesulitan dalam memetakan toleransi tanaman terhadap kekeringan karena beragamnya tingkat kekeringan di lapang. Alternatif cara yang ditempuh adalah seleksi tidak langsung menggunakan indikator karakter morfologi tanaman. Perakaran diduga berperan penting dalam menentukan tingkat toleransi tanaman kedelai terhadap kekeringan karena berfungsi sebagai organ penyerap air dan unsur hara. Hasil biji merupakan fungsi dari jumlah air yang hilang akibat transpirasi, efisiensi penggunaan air, dan indeks panen (Manavalan *et al.* 2009). Tiga komponen tersebut terkait langsung dengan arsitektur perakaran tanaman. Tanaman tomat yang toleran kekurangan air mempunyai kerapatan stomata lebih rendah dan ukuran buahnya lebih kecil (Mishra *et al.* 2012).

Tanaman kedelai yang toleran kekeringan dicirikan oleh tingkat kelayuan daun relatif lamban (Sloane *et al.* 1990), laju pertumbuhan tinggi, penurunan hasil rendah, dan mampu mempertahankan luas daun (Oya *et al.* 2004). Karama *et al.* (2005) melaporkan bahwa bobot kering tajuk, indeks luas daun, jumlah polong/tanaman, jumlah biji/tanaman, dan hasil sensitif terhadap kekurangan air. Kekurangan air meningkatkan nisbah akar terhadap tajuk sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan air (Uddin *et al.* 2010), tetapi tidak berpengaruh terhadap distribusi perakaran kedelai (Benjamin and Nielson 2006). Artinya, terdapat korelasi positif antara toleransi tanaman terhadap kekeringan dengan karakter agronomis dan fisiologis tanaman. Kemampuan tanaman untuk mempertahankan laju pertumbuhan pada kondisi tercekam kekeringan kemungkinan berhubungan dengan kemampuan perakaran menyerap air sehingga mampu mengimbangi laju transpirasi.

Tujuan penelitian adalah mengevaluasi karakter agronomis dan fisiologis genotipe kedelai hitam pada lingkungan tercekam kekeringan.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi) dari Agustus sampai November 2010. Sebagai perlakuan adalah 20 genotipe kedelai hitam (Tabel 1). Genotipe-genotipe tersebut diuji pada dua tingkat ketersediaan air tanah, yaitu 100% air tersedia (kondisi optimal) dan 50% air tersedia (cekaman kekeringan). Perlakuan disusun dalam rancangan acak kelompok, diulang empat kali, dua ulangan untuk pengamatan destruktif dan dua ulangan untuk pengamatan hasil panen.

Tanah Alfisol diambil pada kedalaman 0-20 cm dari Kebun Percobaan Muneng, Probolinggo. Sebanyak 7,0 kg tanah setara kering udara (kadar air 10,7%) atau 6,3 kg/pot setara kering mutlak digunakan pada percobaan ini. Tanah tersebut mempunyai tekstur lempung berdebu (*silty loam*), kadar air pada kapasitas lapang (pF 2,5) 26% w/w, dan pada titik layu permanen (pF 4,2) 12% w/w.

Penentuan perlakuan 100% air tersedia dilakukan dengan menambah BKU (bobot tanah kering udara) dengan air sejumlah  $BKU \cdot \Delta ka1$ . BKU adalah bobot tanah kering oven dan  $ka1 = KaFC - KaU$  atau 0,26-0,11 atau 7,0 + (6,3\*0,15). KaU adalah kadar air tanah kering udara. Kadar air pada kapasitas lapang (Ka pF2.5 atau KaFC) dari tanah yang digunakan adalah 0,26, sedangkan kadar air pada titik layu permanen (Ka pF4.2 atau KaTL) adalah 0,12, maka air tersedia =  $ka\ pF\ 2.5 - ka\ pF\ 4.2$  atau 26%-12% atau 4% ( $ka2$ ) atau air sejumlah  $0,14 \cdot BKU$ . Bobot tanah pada titik layu permanen (BKTL) adalah  $(KaTL + 1) \cdot BKU$  atau  $(0,12 + 1) \cdot 6,3$  atau 7,1 kg. Agar bobot kering udara tanah (7,0 kg) menjadi setara bobot kering tanah pada titik layu permanen, maka ditambah air 7,1-7,0 kg atau 0,1 l atau 100 ml. Perlakuan 50% air tersedia diperoleh dengan cara BKTL (7,1 kg) ditambah air  $0,5 \cdot (BKU \cdot ka2)$  atau 7,1 kg + 0,44 l atau = 7,54 kg.

Tabel 1. Genotipe kedelai hitam bahan pengujian di Rumah Kaca Balitkabi, Malang, 2010.

No.	Genotipe	No.	Genotipe
1	AYT10-1	11	AYT10-11
2	AYT10-2	12	AYT10-12
3	AYT10-3	13	AYT10-13
4	AYT10-4	14	AYT10-14
5	AYT10-5	15	AYT10-15
6	AYT10-6	16	AYT10-16
7	AYT10-7	17	AYT10-17
8	AYT10-8	18	AYT10-18
9	AYT10-9	19	Detam-1
10	AYT10-10	20	Malika

Sebanyak tiga biji kedelai ditanam pada setiap pot, dan pada umur 14 hari diperjarang menjadi dua tanaman/pot. Pada saat tanam memasuki fase kotiledon (Vc), kadar air tanah dipertahankan pada kapasitas lapang, sedangkan perlakuan air tersedia diberikan setelah fase Vc. Penambahan air sesuai perlakuan, disesuaikan dengan jumlah air yang hilang akibat evapotranspirasi berdasarkan metode penimbangan. Tanaman dipupuk dengan Phonska setara 250 kg/ha atau 1,5 g/pot (dihitung atas dasar populasi tanaman 333.000 tanaman/ha). Pupuk diberikan pada saat tanaman berumur 14 hari. Pengendalian gulma, hama, dan penyakit dilakukan optimal. Panen dilakukan pada saat 90% polong telah masak (fase R8).

Pengamatan meliputi: (1) bobot kering akar, dan tajuk (batang, daun dan polong) pada fase R5 (setidaknya terdapat satu polong pada batang utama dengan ukuran biji 2 mm x 1 mm), dengan cara dioven 85°C selama 48 jam; (2) volume akar pada fase R5, dengan metode volumetrik, akar direndam ke dalam air selama 1 jam kemudian ditiriskan dan dimasukkan ke dalam gelas ukur 500 ml kosong (gelas ukur ke-1), gelas ukur ke-2 diisi air 500 ml, kemudian dimasukkan ke dalam gelas ukur ke-1 yang telah berisi akar hingga mencapai batas 500 ml, sisa volume air dalam gelas ukur ke-2, sesuai dengan hukum fisika, sama dengan volume akar; (3) umur berbunga (fase R1), umur masak fisiologis (fase R7) dan panen (fase R8); (4) tinggi tanaman pada saat tanaman fase R1 (mulai berbunga terdapat setidaknya satu bunga mekar pada batang utama), R5 dan R8; (5) jumlah buku subur (buku yang berpolong), jumlah polong isi, jumlah cabang, hasil biji, dan bobot 100 biji pada saat panen; (6) evaporasi aktual mulai saat tanam hingga fase R7, diamati dari jumlah air yang ditambahkan pada media tanam tanpa tanaman hingga bobot tanah mencapai bobot setara 100% air tersedia (7,94 kg/pot); (7) evapotranspirasi aktual mulai saat tanam hingga fase R7, diamati dari jumlah air yang ditambahkan pada media tanam yang ditanami hingga bobot tanah

mencapai setara perlakuan air tersedia 100% (7,94 kg/pot) dan 50% (7,54 kg/pot); dan (8) transpirasi aktual, dihitung dari nilai evapotranspirasi aktual dikurangi nilai evaporasi aktual.

Analisis ragam digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan, sedangkan untuk mengetahui perbedaan dalam perlakuan digunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Untuk mengetahui hubungan antar-peubah digunakan analisis korelasi dan regresi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penurunan tingkat air tersedia dari 100% menjadi 50% (selanjutnya disebut “lingkungan”) tidak berpengaruh nyata terhadap umur berbunga (R1), umur masak fisiologis (R7), dan umur panen (R8), tetapi berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman fase R1, R5, dan R8, bobot kering akar dan tajuk tanaman, serta volume akar (Tabel 2). Perbedaan genotipe nyata berpengaruh terhadap peubah-peubah tersebut, kecuali bobot kering dan volume akar (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa umur berbunga, masak fisiologis dan panen dipengaruhi oleh perbedaan genetik dari genotipe yang diuji dan tidak dipengaruhi oleh lingkungan. Tinggi tanaman dan bobot kering tajuk dipengaruhi oleh genotipe maupun lingkungan, sedangkan bobot kering dan volume akar dipengaruhi oleh lingkungan. Interaksi antara lingkungan dengan genotipe tidak berpengaruh nyata terhadap peubah-peubah tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa genotipe yang diuji mempunyai respons yang sama terhadap perubahan lingkungan.

Lingkungan dan genotipe masing-masing berpengaruh nyata terhadap jumlah cabang, jumlah buku subur, jumlah polong isi, bobot kering polong, dan bobot kering biji. Bobot 100 biji nyata dipengaruhi oleh genotipe dan tidak dipengaruhi oleh lingkungan (Tabel

Tabel 2. Analisis ragam peubah komponen vegetatif, umur masak fisiologis, dan umur panen genotipe kedelai hitam. Rumah kaca, Balitkabi, Malang, 2010.

Sumber keragaman	Umur tanaman (hari)			Tinggi tanaman (cm)			Bobot kering fase R5 (g/tanaman)		Volume akar fase R5 (cm <sup>3</sup> /tanaman)
	Fase R1	Fase R7	Fase R8	Fase R1	Fase R5	Fase R8	Akar	Tajuk	
Ulangan	tn	tn	**	tn	**	*	tn	tn	**
Lingkungan (L)	tn	tn	tn	**	**	**	**	**	**
Genotipe (G)	**	**	**	**	**	**	tn	**	tn
L x G	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
KK (%)	4,0	4,1	1,8	9,5	6,8	6,6	25,7	16,7	37,9

tn: tidak nyata

\* dan \*\*: masing-masing nyata pada taraf 5% dan 1%.

Tabel 3. Analisis ragam peubah komponen hasil dan hasil genotipe kedelai hitam. Rumah kaca, Balitkabi, Malang, 2010.

Sumber keragaman	Jumlah cabang	Jumlah buku subur	Jumlah polong isi	Bobot kering polong (g/tanaman)	Bobot biji kering (g/tanaman)	Bobot 100 biji (g)
Ulangan	tn	tn	tn	*	*	tn
Lingkungan (L)	**	**	**	**	**	tn
Genotipe (G)	*	*	*	**	**	**
L x G	**	tn	tn	tn	tn	tn
KK (%)	22,58	13,88	19,13	10,18	10,17	15,40

tn: tidak nyata

\* dan \*\*: masing-masing nyata pada taraf 5% dan 1%.

3). Hal ini menunjukkan bahwa komponen hasil dan hasil dipengaruhi oleh perbedaan genetik dari genotipe yang diuji maupun lingkungan. Interaksi antara lingkungan dan genotipe tidak berpengaruh nyata terhadap semua variabel tersebut, kecuali jumlah cabang. Hal ini menunjukkan bahwa genotipe yang diuji mempunyai respons yang sama terhadap perubahan lingkungan.

### Umur Tanaman

Penurunan air tersedia dari 100% menjadi 50% tidak menyebabkan perubahan umur berbunga (fase R1), umur masak fisiologis (fase R7), dan umur panen (fase R8). Varietas Detam 1 dan Malika berbeda nyata dalam hal umur berbunga, masak fisiologis dan masak panen. Detam 1 berbunga pada umur 33 hari, masak fisiologis pada umur 81 hari, dan masak panen pada umur 87 hari (Tabel 4). Umur berbunga Detam 1 tiga hari lebih cepat dibandingkan dengan Malika, tetapi umur masak fisiologis dan masak panennya lebih panjang berturut-turut 7 hari dan 4 hari.

Dari 18 galur yang diuji, AYT10-3, AYT10-9, AYT10-11, AYT10-12, AYT10-15, dan AYT10-16 berbunga pada umur yang relatif sama dengan Detam 1 yaitu 32-33 hari. Semua galur berbunga lebih cepat dari Malika, kecuali AYT10-1, AYT10-4, AYT10-5, AYT10-8, AYT10-10, dan AYT10-18 (sekitar 36 hari). Umur masak fisiologis dan umur panen semua galur yang diuji lebih genjah dari Detam 1, kecuali AYT10-13 berumur masak fisiologis 5 hari lebih panjang (Tabel 4).

Umur masak fisiologis merupakan standar umur yang digunakan dalam deskripsi varietas kedelai. Malika adalah varietas kedelai hitam genjah (umur masak fisiologis 73-74 hari), mempunyai periode generatif (fase R1 hingga R7) 37 hari. Galur-galur yang mempunyai umur masak fisiologis relatif sama (selisih 0-1 hari) dengan Malika adalah AYT10-1, AYT10-4, AYT10-7, AYT10-8, AYT10-15 dan AYT10-17. Galur-galur tersebut (kecuali AYT10-15) mempunyai periode generatif 37-38 hari, yang

Tabel 4. Rata-rata umur tanaman pada fase R1, R7, R8, dan periode generatif genotipe kedelai hitam. Rumah kaca, Balitkabi, Malang, 2010.

Genotipe	Umur tanaman (hari)			Lama periode generatif (R1-R7) (hari)
	Fase R1	Fase R7	Fase R8	
AYT10-1	36,5 a	74,5 cd	83,0 c	38
AYT10-2	33,6 defg	77,0 bcd	85,0 bc	43
AYT10-3	32,3 g	76,0 bcd	85,0 bc	44
AYT10-4	36,5 a	74,3 cd	83,0 c	38
AYT10-5	36,1 ab	77,3 bcd	84,0 c	41
AYT10-6	34,8 bcde	76,3 bcd	83,0 c	42
AYT10-7	35,9 abc	72,8 d	83,0 c	37
AYT10-8	36,0 ab	73,5 cd	83,0 c	38
AYT10-9	32,1 g	77,5 bcd	84,0 c	45
AYT10-10	36,3 ab	77,0 bcd	85,0 bc	41
AYT10-11	32,8 g	77,0 bcd	85,0 bc	44
AYT10-12	32,9 fg	76,8 bcd	85,0 bc	44
AYT10-13	34,4 cdef	86,0 a	88,5 a	52
AYT10-14	34,9 abcd	75,3 cd	84,0 c	40
AYT10-15	33,3 efg	73,3 cd	83,0 c	40
AYT10-16	33,4 defg	78,5 bc	85,0 bc	45
AYT10-17	35,9 abc	73,3 cd	83,0 c	37
AYT10-18	36,3 ab	77,8 bcd	84,0 c	42
Detam 1	33,0 fg	81,0 b	87,0 ab	48
Malika	36,4 a	73,5 cd	83,0 c	37

Angka sekolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

berarti lebih pendek dari periode generatif galur lainnya, tetapi setara dengan varietas Malika (Tabel 4). Galur yang berumur masak fisiologis 2-3 hari lebih panjang dari varietas Malika adalah AYT10-3, AYT10-6, AYT10-12, dan AYT10-14, sedangkan galur lainnya 3-4 hari, kecuali galur AYT10-13 berumur masak fisiologis 12 hari lebih panjang (Tabel 4).

Periode generatif dari genotipe yang diuji beragam dari 37 hingga 52 hari (Tabel 4). Lama periode vegetatif (dihitung dari saat tanam hingga berbunga) berkorelasi negatif dengan hasil biji ( $r = -0,61^{**}$ ). Sebaliknya, lama periode generatif (dihitung dari fase R1 hingga R7)

berkorelasi positif dengan hasil ( $r=0,67^{**}$ ). Hal ini mengindikasikan galur yang berbunga lebih cepat mempunyai periode generatif lebih panjang, sehingga berpeluang memberikan hasil biji lebih tinggi. Oleh karena itu, kedelai berumur genjah dan berdaya hasil tinggi harus cepat berbunga. Hingga saat ini, varietas kedelai berumur genjah dan hasil tinggi adalah Grobogan, berbunga pada umur sekitar 28 hari dan masak fisiologis 75 hari, yang berarti mempunyai periode generatif 47 hari. Sutoro *et al.* (2008) melaporkan, lama periode dari fase R3 (polong terbentuk penuh) hingga R6 (polong isi penuh) berkorelasi dengan hasil biji.

### Tinggi Tanaman

Pertumbuhan tanaman sangat cepat dari fase R1 hingga R5, kemudian melambat dan konstan dari fase R5 hingga R8. Hal ini menunjukkan genotipe yang diuji memiliki tipe tumbuh *determinate*. Tinggi tanaman pada kondisi 100% air tersedia meningkat 38,5% dari fase R1 ke R5 dan 0,9% dari fase R5 ke R8. Tinggi tanaman pada kondisi 50% air tersedia meningkat 39,1% dari fase R1 ke R5 dan 4,7% dari fase R5 ke R8. Penurunan jumlah air tersedia dari 100% menjadi 50% menyebabkan penurunan tinggi tanaman rata-rata 20,0%, 19,8%, dan 16,7% berturut-turut pada fase R1, R5, dan R8 (Tabel 5). Semua genotipe menjadi lebih pendek akibat penurunan tingkat ketersediaan air. Tinggi tanaman semua genotipe pada fase R1, R5, dan R8 berbeda nyata. Tanaman galur AYT10-10, AYT10-12, AYT10-13 dan AYT10-18 nyata lebih tinggi dari varietas Malika, tetapi sama dengan Detam 1 (Tabel 6). Keempat galur cenderung lebih tinggi dari galur lainnya pada ketiga fase pertumbuhan tersebut. Sumarno dan Zuraida (2006) melaporkan bahwa genotipe kedelai memiliki daya hasil tinggi apabila batangnya cukup tinggi dan jumlah polong per batang cukup banyak.

Hasil biji semakin meningkat dengan meningkatnya tinggi tanaman (Gambar 1). Tinggi tanaman pada fase R5 berkorelasi positif dengan hasil biji ( $r=0,61^{**}$ ), dan nilai korelasi tersebut lebih besar dibanding korelasi dengan tinggi tanaman pada fase R1 ( $r=0,40^*$ ) dan R8

Tabel 5. Pengaruh tingkat ketersediaan air terhadap tinggi tanaman kedelai hitam. Rumah kaca, Balitkabi, Malang, 2010.

Air tersedia (%)	Tinggi tanaman (cm)		
	fase R1	fase R5	fase R8
100	49,3 a	68,3 a	68,9 a
50	39,4 b	54,8 b	57,4 b

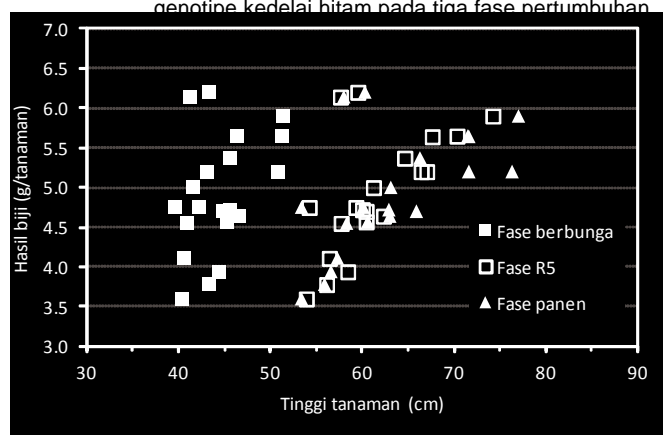
Angka sekolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

( $r=0,58^{**}$ ). Tinggi tanaman pada fase R5 juga berkorelasi positif dengan jumlah buku subur ( $r=0,31^{**}$ ). Artinya, jika tanaman hingga fase R5 pendek maka berpeluang memberikan hasil rendah.

### Bobot Kering Tajuk, Akar, dan Volume Akar pada Fase R5

Penurunan jumlah air tersedia dari 100% menjadi 50% nyata menurunkan bobot kering tajuk (*shoot*), akar, dan volume akar berturut-turut 42,8%, 22,2%, dan 23,6% (Tabel 7). Bobot kering tajuk genotipe yang diuji berbeda

Gambar 1. Hubungan rata-rata tinggi tanaman dengan hasil biji genotipe kedelai hitam pada tiga fase pertumbuhan



AYT10-8	43,3 cdef	56,1 hi	55,9 ef
AYT10-9	45,6 cd	64,6 cde	66,3 bc
AYT10-10	50,8 ab	67,0 ab	76,3 a
AYT10-11	43,3 cdef	59,5 fgh	60,3 cde
AYT10-12	51,3 a	70,3 ab	71,5 ab
AYT10-13	43,1 cdef	66,4 bcd	71,6 ab
AYT10-14	42,3 cdef	59,3 fgh	60,1 cdef
AYT10-15	39,6 f	54,2 i	53,4 f
AYT10-16	41,2 def	57,6 fg	58,0 def
AYT10-17	45,3 cde	60,4 efgh	60,6 cde
AYT10-18	46,4 bc	67,6 ab	71,6 ab
Detam 1	51,4 a	74,2 a	77,0 a
Malika	40,9 def	57,7 fghi	58,3 def

Angka sekolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Tabel 7. Pengaruh tingkat ketersediaan air terhadap bobot kering tajuk dan akar, serta volume akar genotipe kedelai hitam pada fase R5. Rumah kaca, Balitkabi, Malang, 2010.

Air tersedia (%)	Bobot kering fase R5 (g/tanaman)		Volume akar fase R5 (cm <sup>3</sup> /tanaman)
	Tajuk	Akar	
100	9,15 a	1,26 a	17,21 a
50	5,23 b	0,98 b	13,15 b

Angka sekolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

nyata. Galur AYT10-7 mempunyai bobot tajuk terendah dan tertinggi pada varietas Detam 1. Bobot kering tajuk tanaman pada fase R5 berkorelasi negatif dengan jumlah polong isi ( $r = -0,62^{**}$ ). Artinya, genotipe yang memiliki pertumbuhan vegetatif baik tidak selalu mempunyai jumlah polong isi lebih banyak.

Meskipun genotipe yang diuji berbeda nyata dalam hal bobot kering tajuk, tetapi bobot kering dan volume akarnya tidak berbeda nyata (Tabel 8). Bobot kering dan volume akar masing-masing berkisar antara 0,83-1,48 g/tanaman dan 12-18 cc/tanaman, tetapi nilai koefisien keragaman (KK) yang besar (masing-masing 25,7% dan 37,9) menyebabkan tidak berbeda nyata antargenotipe.

Tajuk dan akar mempunyai hubungan fungsional yang dinamis, tajuk menggambarkan potensi fotosintesis dan akar menggambarkan potensi penyerapan air dan hara. Bobot kering akar berkorelasi positif dengan bobot kering tajuk ( $r = 0,50$ ). Bila perkembangan perakaran baik maka pertumbuhan tajuk baik pula. Untuk menggambarkan hubungan tersebut digunakan nisbah bobot kering tajuk terhadap bobot kering akar (nisbah S/R). Nisbah S/R semua genotipe lebih tinggi pada 100% air tersedia dibandingkan dengan 50% air tersedia, kecuali galur AYT10-3 dan AYT10-13 (Gambar 2). Hal ini mengindikasikan bahwa pada kondisi kekurangan air, tanaman mengalami penurunan bobot kering tajuk lebih besar daripada akar sehingga laju transpirasi lebih rendah. Pada perlakuan 50% air tersedia, nisbah S/R galur AYT10-4, AYT10-9, AYT10-10, AYT10-11, AYT10-14, AYT10-15, dan AYT10-16 pada fase R5 lebih rendah dibandingkan dengan galur lainnya maupun varietas Detam 1 dan Malika (Gambar 2). Hal ini mengindikasikan bahwa perakaran galur-galur tersebut dapat berkembang dengan baik pada kondisi ketersediaan air rendah, sehingga tanaman mampu beradaptasi pada kondisi kekeringan.

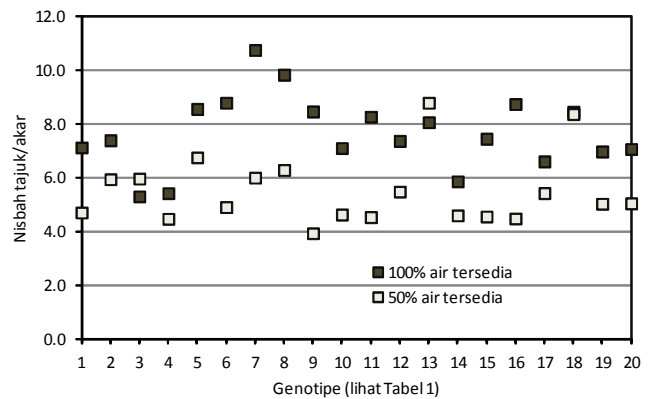
**Komponen Hasil dan Hasil**

Penurunan air tersedia dari 100% menjadi 50% nyata menurunkan jumlah cabang, jumlah buku subur, dan

Tabel 8. Bobot kering tajuk dan akar, serta volume akar genotipe kedelai hitam pada fase R5. Rumah kaca, Balitkabi, Malang, 2010.

Genotipe	Bobot kering fase R5 (g/tanaman)		Volume akar fase R5 (cm <sup>3</sup> /tanaman)
	Tajuk	Akar	
AYT10-1	6,44 bcd	1,05	13,85
AYT10-2	6,61 bc	0,97	15,28
AYT10-3	6,45 bcd	1,17	15,15
AYT10-4	7,24 abc	1,43	13,60
AYT10-5	7,35 abc	0,94	16,38
AYT10-6	7,21 abc	1,04	16,75
AYT10-7	4,65 d	0,83	13,08
AYT10-8	7,79 abc	0,99	14,80
AYT10-9	7,16 abc	1,20	13,75
AYT10-10	8,23 ab	1,36	15,63
AYT10-11	7,32 abc	1,14	12,45
AYT10-12	7,09 abc	1,07	17,33
AYT10-13	8,16 abc	0,98	15,38
AYT10-14	6,13 cd	1,15	17,45
AYT10-15	7,40 abc	1,22	13,63
AYT10-16	7,67 abc	1,18	13,68
AYT10-17	7,79 abc	1,27	17,95
AYT10-18	7,56 abc	0,90	13,43
Detam 1	8,98 a	1,48	17,20
Malika	6,54 bcd	1,07	16,93

Angka sekolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.



Gambar 2. Nisbah bobot kering tajuk terhadap akar genotipe kedelai hitam fase R5 pada 100% dan 50% air tersedia. Rumah kaca, Balitkabi, Malang, 2010.

jumlah polong isi berturut-turut 25,6%, 28,7%, dan 69,5%, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap ukuran biji semua genotipe yang diuji (Tabel 9). Liu *et al.* (2004) dan Dogan *et al.* (2007) melaporkan bahwa kekeringan menyebabkan penurunan ukuran biji karena penelitian menggunakan satu varietas.

Pada kondisi air tersedia 100%, jumlah cabang galur AYT10-3, AYT10-9, dan AYT10-10 lebih sedikit

dibandingkan galur lainnya. Penurunan air tersedia menjadi 50% nyata menurunkan jumlah cabang galur AYT10-1, AYT10-5, AYT10-13, dan AYT10-16. Jumlah buku subur terbanyak (18-19 buku/tanaman) terdapat pada galur AYT10-3, AYT10-9 dan AYT10-14. Galur AYT10-5 mempunyai jumlah polong isi terbanyak (34 polong/tanaman). Bobot 100 biji tertinggi terdapat pada AYT10-10 dan galur AYT10-11. Bobot 100 biji mempunyai korelasi positif dengan hasil biji tertinggi ( $r = 0,74^{**}$ ), diikuti oleh jumlah buku subur ( $r = 0,47^{**}$ ). Hasil biji berkorelasi negatif dengan jumlah polong isi ( $r = -0,46^{**}$ ), dan tidak berkorelasi dengan jumlah cabang ( $r = -0,07^m$ ). Hal ini mengindikasikan bahwa hasil biji ditentukan oleh kombinasi bobot 100 biji, jumlah buku subur, dan jumlah polong isi. Jumlah polong isi yang banyak tetapi ukuran bijinya kecil belum menjamin hasil tinggi.

Tabel 9. Pengaruh air tersedia terhadap komponen hasil genotipe kedelai hitam. Rumah kaca Balitkabi Malang, 2010.

Air tersedia (%)	Jumlah cabang/tanaman	Jumlah buku subur/tanaman	Jumlah polong isi/tanaman	Bobot 100 biji (g)
100	3,9 a	18,8 a	35,6 a	9,22 a
50	2,9 b	13,4 b	21,0 b	9,51 a

Angka sekolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Interaksi tingkat air tersedia dengan genotipe tidak berpengaruh nyata terhadap hasil biji. Penurunan kandungan air dari 100% menjadi 50% menurunkan hasil biji rata-rata 41,8%. Cekaman kekeringan menghambat distribusi karbohidrat dari daun ke polong sehingga menurunkan bobot polong dan hasil (Liu *et al.* 2004).

Berdasarkan penurunan hasil akibat berkurangnya air tersedia dari 100% menjadi 50% (Tabel 11), genotipe yang diuji dapat dikelompokkan menjadi empat, yaitu: (1) penurunan hasil 32-35% terdiri atas AYT10-3, AYT10-8, AYT10-11, AYT10-14, dan AYT10-17; (2) penurunan hasil 36-42% terdiri atas AYT10-2, AYT10-5, AYT10-6, AYT10-7, AYT10-9, AYT10-12, AYT10-13, dan AYT10-15; (3) penurunan hasil 46-49% (agak tahan) terdiri atas Detam 1, AYT10-16, dan AYT10-18; dan (4) penurunan hasil 51-62% terdiri atas Malika, AYT10-1, dan AYT10-4. Dogan *et al.* (2007), Suhartina (2007), dan Hamim *et al.* (2008) juga melaporkan tingkat penurunan hasil beberapa varietas kedelai akibat cekaman kekeringan selama fase generatif pada kisaran nilai tersebut.

Hasil biji tertinggi pada kelompok penurunan hasil 32-35%, 36-42%, 46-49%, dan 51-62% berturut-turut diberikan oleh galur AYT10-11, AYT10-12, AYT10-16, dan Malika. Dari keempat kelompok tersebut, hasil galur AYT10-11 menduduki urutan tertinggi, diikuti oleh galur AYT10-16. Hasil biji kedua galur tersebut berturut-turut 5,1% dan 4,1% lebih tinggi dari varietas Detam 1, serta 36,3% dan 34,9% lebih tinggi dari varietas Malika (Tabel 11).

Tabel 10. Komponen hasil genotipe kedelai hitam pada perlakuan 100% dan 50% air tersedia. Rumah kaca, Balitkabi, Malang, 2010.

Genotipe	Jumlah cabang/tanaman			Jumlah buku subur/tanaman	Jumlah polong isi/tanaman	Bobot 100 biji (g)
	100%	50%	Penurunan atau peningkatan (%)			
AYT10-1	4,8 ab	1,8 g-h	-62.5	14,9 bcde	30,1 a-e	7,38 g
AYT10-2	3,8 a-f	3,5 a-g	-7.9	16,0 a-e	28,1 a-e	9,14 c-g
AYT10-3	2,5 d-h	2,5 d-h	0.0	18,9 a	32,0 a-c	8,79 defg
AYT10-4	4,5 abc	3,5 a-g	-22.2	15,5 a-e	27,8 a-e	7,72 g
AYT10-5	5,0 a	2,5 d-h	-50.0	16,8 abcd	34,0 a	7,77 fg
AYT10-6	3,5 a-g	2,0 fgh	-42.9	13,3 de	26,3 a-e	9,30 c-g
AYT10-7	4,5 abc	3,0 b-h	-33.3	16,9 abcd	32,8 a-c	7,29 g
AYT10-8	3,8 a-f	2,5 d-h	-34.2	14,0 cde	28,8 a-e	9,19 c-g
AYT10-9	3,0 b-h	4,5 abc	50.0	18,9 a	32,6 a-c	9,72 c-g
AYT10-10	3,0 b-h	2,3 e-h	-23.3	12,6 e	21,0 e	12,82 a
AYT10-11	4,0 a-e	2,8 c-h	-30.0	16,8 abcd	23,5 c-e	12,57 a
AYT10-12	3,5 a-g	3,3 a-h	-5.7	16,9 abcd	27,1 a-e	10,17 b-f
AYT10-13	3,8 a-f	1,5 h	-60.5	15,9 a-e	27,4 a-e	10,76 a-d
AYT10-14	4,0 a-e	4,5 abc	12.5	18,4 ab	33,3 a-b	7,40 g
AYT10-15	3,5 a-g	3,8 a-f	8.6	14,8 bcde	25,3 a-e	8,210 efg
AYT10-16	3,8 a-f	1,8 gh	-52.6	17,0 abcd	24,4 b-e	11,23 abc
AYT10-17	4,8 ab	3,5 a-g	-27.1	16,3 a-e	32,4 a-c	7,50 g
AYT10-18	4,3 abcd	3,8 a-f	-11.6	16,8 abcd	26,6 a-e	10,22 b-e
Detam 1	3,5 a-g	4,0 a-e	14.3	17,4 abc	22,1 d-e	12,30 ab
Malika	4,8 ab	2,0 fgh	-58.3	15,5 a-e	30,9 a-d	7,84 efg

Angka sekolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Tabel 11. Hasil biji genotipe kedelai hitam pada 100% dan 50% air tersedia. Rumah kaca, Balitkabi, Malang, 2010.

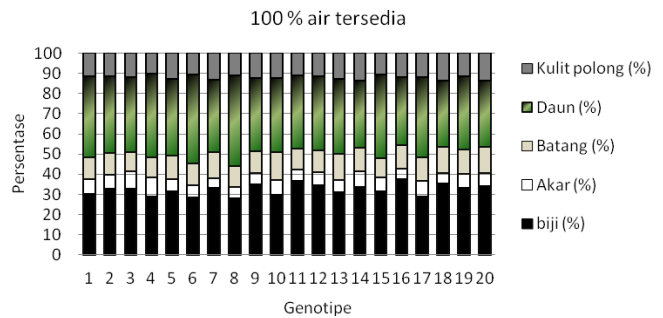
Genotipe	Hasil biji (g/ tanaman)			Penurunan hasil dari 100% ke 50% (%)	Peningkatan/ penurunan hasil rata-rata (%) terhadap varietas	
	100%	50%	Rata-rata		Detam 1	Malika
AYT10-1	5,22	1,98	3,60 h	62,1	-39,0	-20,9
AYT10-2	5,90	3,50	4,70 ef	40,7	-20,3	3,3
AYT10-3	5,95	4,05	5,00 de	31,9	-15,2	9,9
AYT10-4	5,45	2,43	3,94 fgh	55,4	-33,2	-13,4
AYT10-5	5,85	3,42	4,64 ef	41,5	-21,4	2,0
AYT10-6	5,01	3,21	4,11 fgh	35,9	-30,3	-9,7
AYT10-7	5,86	3,58	4,72 ef	38,9	-20,0	3,7
AYT10-8	4,52	3,03	3,78 gh	32,9	-35,9	-16,9
AYT10-9	6,78	3,96	5,37 bcde	41,6	-9,0	18,0
AYT10-10	6,56	3,85	5,20 cde	41,3	-11,9	14,3
AYT10-11	7,49	4,92	6,20 a	34,3	5,1	36,3
AYT10-12	7,03	4,27	5,65 abcd	39,3	-4,2	24,2
AYT10-13	6,52	3,89	5,20 cde	40,3	-11,9	14,3
AYT10-14	5,70	3,81	4,75 ef	33,3	-19,5	4,4
AYT10-15	5,85	3,65	4,75 ef	37,6	-19,5	4,4
AYT10-16	8,14	4,14	6,14 ab	49,1	4,1	34,9
AYT10-17	5,54	3,60	4,57 efg	35,0	-22,5	0,4
AYT10-18	7,30	3,97	5,64 abcd	45,6	-4,4	24,0
Detam 1	7,63	4,16	5,90 abc	45,5		
Malika	6,09	3,01	4,55 efg	50,6		
Rata-rata	6,22 a	3,62 b		41,8		

Angka sekolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

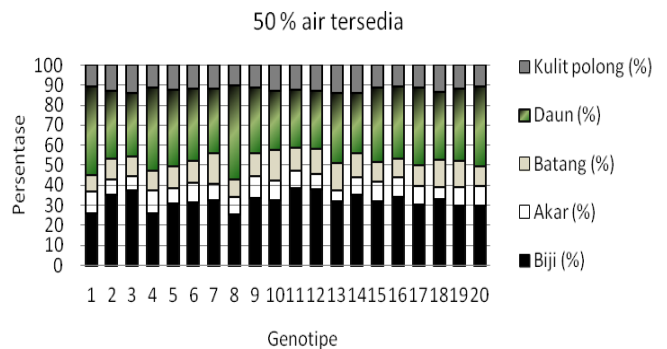
Tingkat hasil biji genotipe yang diuji nampaknya berhubungan dengan tingkat transpirasi pada perlakuan ketersediaan air 50%. Rata-rata total transpirasi dari umur 12 hari hingga 71 hari pada genotipe dengan hasil biji 3,60-4,11 g/tanaman, 4,55-4,75 g/tanaman, 5,00-5,64 g/tanaman, dan 5,65-6,20 g/tanaman berturut-turut adalah 2,04 l, 2,69 l, 2,78 l, dan 3,08 l. Makin tinggi kemampuan tanaman menyerap air pada 50% air tersedia, makin tinggi pula hasil biji.

**Biomass Tanaman**

Persentase biji, akar, batang, daun, dan kulit polong genotipe yang diuji beragam pada 100% maupun 50% air tersedia (Gambar 3 dan 4). Pada perlakuan 100% air tersedia, persentase bobot biji, akar, batang, daun, dan kulit polong masing-masing 32,4%, 6,6%, 11,5%, 37,6%, dan 12,0%, sedangkan pada perlakuan 50% air tersedia berturut-turut 32,2%, 8,9%, 11,3%, 37,5%, dan 12,1%. Data tersebut menunjukkan bahwa alokasi (partisi) fotosintat ke biji, batang, daun, dan kulit polong relatif sama antara 100% dengan 50% air tersedia. Alokasi fotosintat ke akar lebih tinggi pada 50% air tersedia dibandingkan 100% tersedia. Hal ini mengindikasikan bahwa pada kondisi kekurangan air, tanaman kedelai mengoreksi keseimbangannya dengan memperbanyak akar.



Gambar 3. Distribusi biomass genotipe kedelai hitam pada perlakuan 100% air tersedia. Rumah kaca, Balitkabi, Malang, 2010.



Gambar 4. Distribusi biomass genotipe kedelai hitam pada perlakuan 50% air tersedia. Rumah kaca, Balitkabi, Malang, 2010.



Persentase biji galur AYT10-11 dan AYT10-16 lebih banyak dibandingkan dengan galur lainnya maupun varietas Detam 1 dan Malika pada perlakuan 100% air tersedia. Pada perlakuan 50% air tersedia, persentase biji galur AYT10-3, AYT10-11, dan AYT10-12 lebih banyak dibanding galur lainnya maupun varietas Detam 1 dan Malika. Galur AYT10-1 mengalami penurunan persentase biji lebih banyak (14,9%) dari galur lainnya maupun varietas Detam 1 dan Malika, sedangkan galur AYT10-3 mengalami peningkatan persentase biji terbanyak (Tabel 12). Galur-galur yang penurunan persentase bijinya rendah atau meningkat menunjukkan alokasi fotosintat ke biji lebih efisien.

### Transpirasi

Laju evapotranspirasi harian dari perlakuan 100% air tersedia pada saat tanaman berumur 12-24 hari, 24-36 hari, 36-50 hari, 50-59 hari, dan 59-71 hari berturut-turut adalah 117,8 ml/hari, 249,8 ml/hari, 257,4 ml/hari, 131,0 ml/hari dan 187,9 ml/hari. Laju evapotranspirasi harian dari perlakuan 50% air tersedia pada saat tanaman berumur 12-24 hari, 24-36 hari, 36-50 hari, 50-59 hari, dan 59-71 hari masing-masing adalah 80,6 ml/hari, 168,1 ml/hari, 152,9 ml/hari, 78,8 ml/hari dan 130,4 ml/hari. Laju evaporasi harian dari saat tanaman berumur 12 hari hingga 71 hari (masak fisiologis) rata-rata 80,3 ml/hari. Total transpirasi selama 59 hari dari umur 12 hingga 71

hari beragam antargenotipe, baik pada perlakuan 100% maupun 50% air tersedia. Jumlah transpirasi pada perlakuan 50% air tersedia rata-rata 60% dari transpirasi pada perlakuan 100% air tersedia (Tabel 13). Transpirasi selama 59 hari pada perlakuan 100% air tersedia adalah 5,6-7,3 liter/dua tanaman, sedangkan pada perlakuan 50% air tersedia 1,7-3,3 liter/2 tanaman. Artinya, jika tanaman tumbuh pada lingkungan air terbatas akan mengurangi laju transpirasi. Inamullah dan Isoda (2005) melaporkan bahwa kedelai beradaptasi dengan baik pada kondisi cekaman kekurangan air dengan menurunkan laju transpirasi.

Total transpirasi pada perlakuan 50% air tersedia dari galur AYT10-1, AYT10-4, dan varietas Malika lebih rendah dari genotipe lainnya (Tabel 13). Hal ini menunjukkan kemampuan lebih rendah dalam menyerap air pada kondisi 50% air tersedia sehingga mengalami cekaman kekurangan air lebih berat sehingga penurunan hasil lebih tinggi.

Ditinjau dari aspek transpirasi pada umur 12 hingga 71 hari, galur AYT10-11 dan varietas Detam 1 mempunyai total transpirasi tertinggi pada perlakuan 50% air tersedia (Tabel 13). Artinya, kedua genotipe mempunyai

Tabel 12. Persentase alokasi fotosintat ke biji genotipe kedelai hitam pada perlakuan 100% dan 50% air tersedia. Rumah kaca, Balitkabi, Malang, 2010.

Genotipe	Persentase biji (%)		
	100% air tersedia		Penurunan atau peningkatan
	100%	50%	
AYT10-1	30,2	25,7	-14,9
AYT10-2	32,8	35,2	7,3
AYT10-3	32,9	37,5	14,0
AYT10-4	28,8	26,2	-9,0
AYT10-5	31,5	30,9	-1,9
AYT10-6	28,4	31,5	10,9
AYT10-7	33,3	32,7	-1,8
AYT10-8	28,1	25,1	-10,7
AYT10-9	35,0	33,5	-4,3
AYT10-10	29,8	32,6	9,4
AYT10-11	36,6	38,6	5,5
AYT10-12	34,7	38,2	10,1
AYT10-13	31,0	32,1	3,5
AYT10-14	33,5	35,0	4,5
AYT10-15	31,6	31,7	0,3
AYT10-16	37,6	34,0	-9,6
AYT10-17	28,9	30,5	5,5
AYT10-18	35,3	33,3	-5,7
Detam 1	33,2	29,6	-10,8
Malika	34,2	30,0	-12,3

Tabel 13. Total transpirasi dan efisiensi penggunaan air genotipe kedelai hitam dari umur 12 hingga 71 hari pada perlakuan 100% dan 50% air tersedia. Rumah kaca, Balitkabi, Malang, 2010.

Genotipe	Total transpirasi (liter)		Efisiensi penggunaan air (mg biji/liter air)	
	100% air tersedia		50% air tersedia	
	100%	50%	100%	50%
AYT10-1	6,43	1,69	1,62	2,33
AYT10-2	6,78	2,47	1,74	2,82
AYT10-3	6,09	2,60	1,95	3,11
AYT10-4	6,53	1,85	1,67	2,62
AYT10-5	6,77	2,35	1,73	2,91
AYT10-6	6,16	2,27	1,63	2,82
AYT10-7	6,41	2,78	1,83	2,57
AYT10-8	5,63	2,35	1,60	2,58
AYT10-9	6,77	2,75	2,00	2,88
AYT10-10	7,28	2,85	1,80	2,70
AYT10-11	7,06	3,29	2,12	2,99
AYT10-12	7,08	2,92	1,98	2,92
AYT10-13	7,24	2,90	1,80	2,68
AYT10-14	7,06	2,96	1,61	2,57
AYT10-15	6,42	2,83	1,82	2,57
AYT10-16	7,12	2,90	2,29	2,85
AYT10-17	6,67	3,10	1,66	2,32
AYT10-18	7,03	2,82	2,07	2,81
Detam 1	7,21	3,20	2,12	2,60
Malika	6,45	2,32	1,89	2,59
Rata-rata	6,71	2,66	1,85	2,71

kemampuan lebih tinggi dalam menyerap air tanah pada kondisi kekurangan air, sehingga mampu beradaptasi terhadap kondisi tersebut. Total transpirasi galur AYT10-3 lebih rendah dari galur AYT10-11 dan varietas Detam 1 pada perlakuan 50% air tersedia (Tabel 13), tetapi penurunan hasilnya terendah, yaitu 31,9% (Tabel 11). Hal ini mengindikasikan bahwa galur AYT10-3 mempunyai toleransi lebih tinggi pada kondisi air tersedia rendah dengan cara mengurangi transpirasi.

Efisiensi penggunaan air genotipe yang diuji beragam pada perlakuan 100% maupun 50% air tersedia. Efisiensi penggunaan air lebih tinggi pada perlakuan 50% air tersedia dibandingkan dengan 100% air tersedia (Tabel 13). Karama *et al.* (2005) dan Uddin *et al.* (2010) juga melaporkan bahwa efisiensi penggunaan air lebih tinggi pada kondisi kekurangan air. Pada tingkat 50% air tersedia, efisiensi penggunaan air galur AYT10-3 menduduki urutan tertinggi, diikuti oleh AYT10-11, AYT10-12, AYT10-5, AYT10-9, dan AYT10-16. Efisiensi tertinggi pada perlakuan 100% air tersedia ditunjukkan oleh galur AYT10-16, diikuti oleh AYT10-11 dan Detam 1 (Tabel 13).

Berdasarkan peubah-peubah di atas diperoleh informasi bahwa galur AYT10-11 dan AYT10-16 mempunyai rata-rata hasil tertinggi. Kedua galur mempunyai volume akar relatif kecil dari genotipe lainnya, tetapi transpirasi dan efisiensi penggunaan air relatif lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa toleransi kedua galur disebabkan oleh kemampuan perakarannya yang tinggi dalam menyerap air pada kondisi kekurangan air, sehingga dapat mempertahankan laju transpirasi tetap tinggi dan mengurangi risiko penurunan hasil akibat kekeringan. Keunggulan hasil biji dari kedua galur ini juga ditunjang oleh efisiensi penggunaan air dan partisi fotosintat ke biji yang tinggi, serta ukuran biji yang besar.

Meskipun hasil bijinya lebih rendah, galur AYT10-3 mempunyai tingkat toleransi lebih tinggi terhadap kekurangan air, yang ditunjukkan oleh penurunan hasil yang lebih rendah. Galur ini mempunyai volume akar lebih banyak dari galur AYT10-11 dan AYT10-16, tetapi transpirasinya lebih rendah, partisi fotosintat ke biji tinggi, efisiensi penggunaan air pada kondisi kekurangan air lebih tinggi. Kemampuan perakaran galur AYT10-3 tidak sebaik AYT10-11 dan AYT10-16 dalam menyerap air pada kondisi kekurangan air, tetapi efisiensi penggunaan airnya lebih tinggi. Galur ini juga mempunyai partisi fotosintat ke biji yang tinggi. Salah satu penyebab rendahnya hasil kemungkinan terkait dengan ukuran bijinya kecil. Galur AYT10-3 cocok digunakan sebagai

tetua untuk sifat toleransi terhadap kekeringan, tetapi perlu diperbaiki daya hasilnya, di antaranya dengan meningkatkan ukuran biji.

Hasil biji varietas Detam 1 lebih tinggi dari Malika, tetapi penurunan hasil kedua varietas relatif tinggi, 46-51%. Hingga saat ini belum ada standar persentase air tersedia yang dapat digunakan untuk menguji toleransi tanaman kedelai terhadap kekeringan. Jika penurunan hasil sekitar 50% pada kondisi 50% air tersedia dianggap tinggi, maka varietas Detam 1 dan Malika termasuk peka terhadap kekeringan.

## KESIMPULAN

1. Cekaman kekeringan tidak berpengaruh terhadap umur berbunga dan umur masak fisiologis, tetapi menurunkan tinggi tanaman, bobot kering tajuk dan akar, volume akar, jumlah cabang, buku subur, dan polong isi genotipe kedelai. Penurunan tertinggi terjadi pada bobot kering tajuk dan jumlah polong isi. Proporsi akar terhadap biomas tanaman lebih tinggi pada kondisi cekaman kekeringan.
2. Penurunan air tersedia menurunkan transpirasi, tetapi meningkatkan efisiensi penggunaan air oleh genotipe kedelai.
3. Cekaman kekeringan menurunkan hasil, dan terendah umumnya terjadi pada genotipe yang mempunyai transpirasi tinggi pada kondisi kekeringan.
4. Galur AYT10-11 dan AYT-10-16 memberikan hasil tertinggi dan toleran terhadap kekeringan.
5. Galur AYT-10-3 mempunyai toleransi tertinggi terhadap cekaman kekeringan, partisi fotosintat ke biji tinggi, transpirasi pada kondisi cekaman kekeringan lebih rendah dari galur AYT10-11 dan AYT-10-16, tetapi efisiensi penggunaan air juga lebih tinggi. Hasil galur AYT-10-3 rendah karena ukuran bijinya kecil.
6. Varietas Detam 1 dan Malika termasuk agak peka terhadap kekeringan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Salam SP, yang telah membantu pelaksanaan penelitian yang dibiayai oleh Program Insentif Riset Dasar 2010, Kementerian Riset dan Teknologi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Benjamin, J. G. and D.C. Nielsen. 2006. Water deficit effects on root distribution of soybean, ùeld pea and chickpea. *Field Crops Research* 97:248-253.
- Desclaux, D., T.T. Huynh, and P. Roumet. 2000. Identification of soybean plant characteristics that indicate the timing of drought stress. *Crop Sci.* 40:716-722.
- Dogan, E., H. Kirnak, and O. Copur. 2007. Deficit irrigations during reproductive stages and CROPGRO-soybean simulations under semi-arid climatic conditions. *Field Crop Research* 103:154-159.
- Hamim, Khairul Ashri, Miftahudin, dan Triadiati. 2008. Analisis status air, prolin dan aktivitas enzim antioksidan beberapa kedelai toleran dan peka kekeringan serta kedelai liar. *Agrivita* 30(3):201-210.
- Inamullah and A. Isoda. 2005. Adaptive responses of soybean and cotton to water stress. I: Transpiration changes in relation to stomatal area and stomatal conductance. *Plant Prod. Sci.* 8(1):16-26.
- Karama, F., R. Masaad, T. Sfeir, O. Mounzer, and Y. Roupael. 2005. Evapotranspiration and seed yield of field grown soybean under deficit irrigation conditions. *Agricultural Water Management* 75:226-244.
- Liu, F., C. R. Jensen, and M. N. Anderson. 2004. Drought stress effect on carbohydrate concentration in soybean leaves and pods during early reproductive development: its implication in altering pod set. *Field Crops Research* 86:1-13.
- Manavalan, L.P., S.K. Guttikonda, L.P. Tran, and H.T. Nguyen. 2009. Physiological and molecular approaches to improve drought resistance in soybean. *Plant Cell Physiol* 50:1260-1276.
- Mishra, K.B., R. Iannacone, A. Petrozza, and A. Mishra. 2012. Engineered drought tolerant in tomato plants is reflected in chlorophyll fluorescence emission. *Plant Science* 182:79-86.
- Oya, T., A.L. Nepomuceno, N. Neumaier, J.R.B. Farias, S. Tobita, and O. Ito. 2004. Drought tolerance characteristics of Brazilian soybean cultivars. *Plant Prod. Sci.* 7:129-137.
- Sloane, R.J., R.P. Patterson, and T.E. Carter Jr. 1990. Field drought tolerance of a soybean plant introduction. *Crop Sci.* 30:118-123.
- Suhartina. 2007. Evaluasi galur harapan kedelai hitam toleran kekeringan dan berdaya hasil tinggi. p.153-161. *Dalam: D. Harnowo et al. (peny.). Prosiding Seminar Peningkatan Produksi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Kemandirian Pangan. Puslitbangtan, Bogor.* 628p.
- Sumarno dan N. Zuraida. 2006. Hubungan korelatif dan kausatif antara komponen hasil dengan hasil kedelai. *Jurnal Penelitian Pertanian* 25(01):38-44.
- Sutoro, N. Dewi, dan M. Setyowati. 2008. Hubungan sifat morfofisiologis tanaman dengan hasil kedelai. *Jurnal Penelitian Pertanian* 27(03):185-190.
- Uddin, S.U., S. Masateru, I. Kengo, and A. J. Tawiah. 2010. The Effect of Deficit Irrigation on Root/shoot Ratio, Water Use Efficiency and Yield Efficiency of Soybean. *Journal of Rainwater Catchment Systems* 15(2): 39-45.