

Stabilitas Hasil Galur Kedelai Toleran Cekaman Kekeringan

Suhartina, Purwantoro, Novita Nugrahaeni, dan Abdullah Taufiq

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi
Jl. Raya Kendalpayak km 8, Kotak Pos 66 Malang 65101
Email: t_ina_suhartina@yahoo.com

Naskah diterima 26 Desember 2012 dan disetujui diterbitkan 18 Februari 2014

ABSTRACT. Yield Stability of Drought Stress Tolerance Soybean Lines. Soybean in Indonesia mostly is planted on the lowland during dry season. During the season, soybean crops face drought stress at generative phase, that reduces grain yield. Planting of drought tolerance variety is an alternative means to overcome this problem. The objective of this research was to evaluate the adaptability and yield stability of soybean lines tolerant to drought stress. Twelve soybean lines and two check varieties (Wilis and Tidar) were evaluated at eight locations during dry season of 2009 and 2010, planted two times in each location. The treatments were laid out in a randomized complete block design with four replications. These sites were Mojokerto, Banyuwangi, Pasuruan, and Jombang (East Java), Bantul and Sleman (Yogyakarta), Mataram and Lombok Barat (NTB). No irrigation was added during reproductive phase of the crop. Soil moisture content at 0-20 cm soil layer during the generative phase was equivalent to pF value of 3.0-4.2. Analysis of variance over locations and planting seasons showed that there was significant interaction between genotypes and environments. Among the tested-lines, DV/2984-330 was the only line that showed average stability with high grain yield, averaging of 1.95 t/ha out of its yield potential of 2.83 t/ha. This line showed good adaptability over locations with water shortage (20-30% field capacity) during generative phase. Grain yield of this promising line was 14% higher compared to that of Tidar and 16% higher to that of Wilis. This line is prospective to be released as new variety, possessing drought stress during generative phase.

Keywords: Soybean, drought stress, stability, promising line.

ABSTRAK. Kedelai umumnya ditanam di lahan sawah pada musim kemarau dalam pola tanam padi-padi-kedelai atau padi-kedelai-kedelai. Dengan pola tanam tersebut, tanaman kedelai tercekam kekeringan pada sebagian atau selama fase generatif yang menyebabkan rendahnya hasil. Salah satu alternatif untuk mengatasi masalah tersebut adalah menanam varietas toleran kekeringan. Tujuan penelitian adalah menilai keragaan dan stabilitas hasil galur harapan kedelai toleran cekaman kekeringan selama fase reproduktif. Dua belas galur harapan kedelai toleran kekeringan selama fase reproduktif dan dua varietas pembanding toleran kekeringan (Wilis dan Tidar) diuji di delapan lokasi selama dua musim tanam pada MK 2009-2010. Rancangan percobaan adalah acak kelompok, diulang empat kali. Lokasi pengujian adalah Mojokerto, Banyuwangi, Pasuruan, dan Jombang (Jawa Timur), Bantul dan Sleman (DI Yogyakarta), Mataram dan Lombok Barat (NTB). Selama fase reproduktif (fase pembentukan polong hingga masak fisiologis), tanaman tidak diairi. Kandungan lengas tanah pada lapisan 0-20 cm pada fase reproduktif setara dengan pF 3,0-4,2. Hasil analisis gabungan menunjukkan interaksi genotipe dengan lingkungan. Di antara galur yang diuji hanya DV/2984-330 yang stabil dan sekaligus berdaya hasil tinggi (rata-rata 1,95 t/ha dan potensi hasil 2,83 t/ha). Hal ini menunjukkan galur tersebut mampu beradaptasi dengan baik pada semua lingkungan pada kondisi kekeringan selama fase reproduktif dengan kisaran air tersedia 20-30% dari kapasitas

lapang. Galur tersebut mempunyai rata-rata hasil 14% lebih tinggi dibanding varietas Tidar dan 16% lebih tinggi dibanding varietas Wilis. Galur DV/2984-330 prospektif sebagai varietas unggul kedelai toleran kekeringan selama fase reproduktif.

Kata kunci: Kedelai, toleran kekeringan, stabilitas, galur harapan.

Di Indonesia, sekitar 60% areal kedelai diusahakan pada lahan sawah pada musim kemarau (MK) II mengikuti rotasi tanam padi-padi-kedelai, atau pada MK I dalam pola padi-kedelai-kedelai (Subandi *et al.* 2007). Tanaman kedelai pada MK I sering tercekam kekeringan pada fase reproduktif, sedangkan pada MK II seluruh fase pertumbuhan kedelai tercekam kekeringan. Pada kondisi demikian, kedelai menghadapi risiko gagal panen. Cekaman kekeringan pada tanaman kedelai akan semakin meningkat pada kondisi perubahan iklim.

Fase reproduktif, terutama stadia pengisian polong, merupakan periode kritis tanaman kedelai terhadap cekaman kekeringan yang dapat menyebabkan penurunan hasil lebih dari 40% (Suhartina *et al.* 2002). Kebutuhan air tanaman kedelai, dengan umur panen 80-90 hari berkisar antara 360-405 mm, setara dengan curah hujan 120-135 mm per bulan (Sumarno dan Ghozi 2007). Jumlah air yang dibutuhkan dipengaruhi oleh kemampuan tanah menyimpan air, besar penguapan, dan kedalaman lapisan olah tanah. Penyerapan air terbanyak oleh tanaman kedelai terjadi pada fase reproduktif (R1 hingga R6, atau dari sejak timbul bunga pertama hingga polong mengisi penuh), bersamaan dengan tanaman telah berkembang penuh (Van Doren and Reicosky 1987 dalam Sumarno dan Ghozi 2007). Apabila kelembaban tanah tidak mencukupi kebutuhan tanaman untuk evapotranspirasi, air dalam sel-sel tanaman akan terpakai untuk evapotranspirasi, yang akan berdampak negatif terhadap pengisian biji dan produktivitas. Fase tanaman kedelai yang kritis terhadap kekurangan air berturut-turut adalah pada fase R3 sampai R5 (pembentukan dan pengisian polong)-fase R1-R2 (mulai berbunga sampai selesai pembungaan)-fase V1-V6 (vegetatif), dengan indeks kepekaan berturut-turut 0,35; 0,24; 0,13; dan 0,12 (Van Doren and Reicosky 1987 dalam Sumarno dan Ghozi 2007).

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% (Dogan *et al.* 2007). Risiko penurunan hasil tersebut dapat dikurangi melalui pendekatan manipulasi lingkungan dan menanam varietas toleran kekeringan.

Hasil biji dan stabilitas hasil sebagai dasar penilaian toleransi terhadap kekeringan. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa seleksi toleransi tanaman terhadap kekeringan lebih efisien apabila dilakukan pada periode reproduksi (Hura *et al.* 2007). Penurunan hasil akibat kekeringan pada stadia generatif beragam, bergantung pada varietas dan tingkat cekaman. Cekaman kekeringan pada kondisi 50% air tersedia menurunkan hasil varietas Cikuray, Panderman, Burangrang, Tidar, dan Wilis masing-masing sebesar 62,6%, 52,8%, 41,7%, 64,0%, dan 47,6% (Suhartina 2007). Cekaman kekeringan dengan cara pengairan tanaman setiap 14 hari sekali menurunkan hasil varietas Tidar, Pangrango, Krakatau, Burangrang, dan Panderman masing-masing 28,8%, 33,9%, 28,9%, 13,9%, dan 50,7% dibandingkan dengan pengairan optimal (Hamim *et al.* 2008).

Stabilitas diartikan sebagai ragam hasil di suatu lokasi sepanjang waktu, sedangkan adaptasi merupakan ragam hasil lintas lokasi sepanjang waktu (Evenson *et al.* 1978). Mekanisme stabilitas dikelompokkan ke dalam empat hal, yaitu heterogenitas genetik, kompensasi komponen hasil, toleransi terhadap deraan (*stress tolerance*), dan daya pemulihan yang cepat terhadap penderaan. Dalam

kaitan ini stabilitas diartikan sebagai kemampuan galur untuk menghindari perubahan hasil yang besar di berbagai lingkungan. Dengan demikian, hasil pengujian di banyak lokasi dapat digunakan sebagai patokan untuk menilai kestabilan dan produktivitas genotipe kedelai toleran kekeringan, sehingga varietas unggul yang dilepas dapat diperuntukkan bagi lingkungan produksi yang terwakili oleh lokasi uji adaptasi.

Fenomena interaksi genotipe x lingkungan (G x L) umum terjadi pada tanaman semusim, termasuk kedelai. Fenomena tersebut dapat digunakan untuk menilai daya adaptasi suatu galur, beradaptasi luas atau spesifik lokasi/ekologi (Baihaki dan Wicaksono 2007). Interaksi G x L yang nyata mengisyaratkan perlunya penilaian stabilitas hasil galur-galur yang diuji dan menilai tanggap galur terhadap lingkungan (adaptabilitas).

Kasno dan Jusuf (1994) melaporkan bahwa beberapa aksesi plasma nutfah kedelai (di antaranya MLG 2984) di Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi) diketahui toleran terhadap kekeringan dapat digunakan sebagai sumber gen dalam pengembangan varietas kedelai toleran kekeringan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi stabilitas hasil galur harapan kedelai toleran kekeringan selama fase reproduktif.

BAHAN DAN METODE

Uji adaptasi 12 galur kedelai dilakukan di delapan sentra produksi kedelai (Tabel 1). Pada setiap lokasi dilakukan penanaman pada MK I dan MK II tahun 2009-2010. Galur yang diuji adalah DV/2984-330, ARG/GCP-335, ARG/GCP-

Tabel 1. Deskripsi lokasi uji adaptasi galur kedelai toleran kekeringan, tahun 2009-2010.

Kode	Lokasi	Musim tanam	Tinggi tempat (m dpl)	Jenis tanah	Tipe iklim ¹⁾	Tanggal tanam
L 1	Peterongan, Bangsal, Mojokerto, Jatim	MK I 2009	72	Vertisol Kelabu Tua	C3	22-3-2009
L 2	Sidomulyo, Bangsal, Mojokerto, Jatim	MK II 2009	72	Vertisol Kelabu Tua	C3	26-8-2009
L 3	Blambangan, Muncar, Banyuwangi, Jatim	MK I 2009	168	Ultisol	D2	31-3-2009
L 4	Tapanrejo, Muncar, Banyuwangi, Jatim	MK II 2009	168	Ultisol	D2	17-7-2009
L 5	Mulyodadi, Bambanglipuro, Bantul, DIY	MK I 2009	76	Inceptisol	B	03-4-2009
L 6	Mulyodadi, Bambanglipuro, Bantul, DIY	MK II 2009	76	Inceptisol	B	13-7-2009
L 7	Jogotirto, Brebah, Sleman, DIY	MK II 2009	127	Inceptisol Kelabu	B	20-6-2009
L 8	Sumberharjo, Prambanan, Sleman, DIY	MK II 2009	127	Ultisol	B	20-6-2009
L 9	Sesela, Gunungsari, Lombok Barat, NTB	MK I 2009	93	Inceptisol Coklat-kuning	C	29-3-2009
L 10	Sesela, Gunungsari, Lombok Barat, NTB	MK II 2009	93	Inceptisol Coklat-kuning	C	18-7-2009
L 11	Pejarakan karya, Ampenan, Mataram, NTB	MK II 2009	18	Inceptisol	C	29-6-2009
L 12	Rembiga, Selaparang, Mataram, NTB	MK II 2009	18	Inceptisol	C	19-7-2009
L 13	Kademungan, Wonorejo, Pasuruan, Jatim	MK II 2009	124	Alfisol Coklat	E	09-7-2009
L 14	Kademungan, Wonorejo, Pasuruan, Jatim	MK II 2010	124	Alfisol Coklat	E	13-7-2010
L 15	Kedunglho, Mojowarno, Jombang, Jatim	MK II 2009	44	Alfisol Coklat	D	26-7-2009
L 16	Kedunglho, Mojowarno, Jombang, Jatim	MK II 2010	44	Alfisol Coklat	D	29-7-2010

¹⁾ Klasifikasi Iklim Oldeman (1975); MK I = musim kemarau I, MK II = musim kemarau II.

334, SU-17-1011, LK/3474-407, LK/3474-403, LK/3474-404, SU-17-1014, SU-17-1012, MLG 3072-994, MLG 2805-962, MLG 3474-991, dan dua varietas pembanding toleran kekeringan (Tidar dan Wilis). Rancangan percobaan adalah acak kelompok, dengan empat ulangan. Setiap genotipe ditanam pada petak berukuran 3,2 m x 4,5 m dengan jarak tanam 40 cm x 15 cm, dua benih per lubang. Tanaman dipupuk setara dengan 100 kg urea + 75 kg SP36 + 75 kg KCl/ha, diberikan secara sebar merata pada saat tanam. Kondisi kelembaban tanah sejak tanam hingga 50% berbunga diupayakan optimal dengan cara pengairan dan selama fase reproduktif tanaman tidak diairi.

Pengamatan meliputi (1) kadar lengas tanah pada pF 0, 2, 2,5, 3, dan 4,2 dengan metode *suction and pressure plate*, 2) kadar lengas tanah lapisan 0-20 cm mulai saat tanaman berbunga hingga umur 70 hari dengan interval 10 hari dengan metode gravimetri; (3) tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah buku subur, jumlah polong isi, umur berbunga, umur masak, bobot 100 biji, dan hasil biji. Pengendalian gulma dilakukan pada umur 2 dan 4 minggu setelah tanam (MST). Pengendalian hama dilakukan secara intensif dengan insektisida berbahan aktif prenofos, lamda sihalotrin, deltametrin, imidalkloprid, atau metomil secara bergantian setiap 7-10 hari, disesuaikan dengan kondisi hama di lapang. Pengendalian penyakit dilakukan pada umur 50 dan 60 hari menggunakan fungisida berbahan aktif dikofol dan benomil.

Analisis ragam gabungan dilakukan untuk mengetahui pengaruh interaksi genotipe x lingkungan. Uji homogenitas ragam menggunakan uji *Barlett* dilakukan sebelum analisis gabungan. Analisis stabilitas dan adaptabilitas hasil mengikuti metode Eberhart dan Russel (1966). Model linear yang digunakan dalam analisis stabilitas adalah:

$$Y_{ij} = \mu_i + b_i I_j + d_{ij}, i = 1,2,\dots,14; j = 1,2,\dots,16$$

Y_{ij} = rata-rata hasil galur ke-i pada lokasi uji ke-j

μ_i = rata-rata galur ke-i untuk semua lokasi

b_i = koefisien regresi sebagai respon hasil galur ke-i terhadap indeks lingkungan

I_j = indeks lokasi ke-j dengan besaran sebagai berikut:

$$I_j = \frac{\sum Y_{ij}}{g} - \frac{\sum \sum Y_{ij}}{gl}$$

d_{ij} = simpangan dari regresi galur ke-i pada lokasi ke-j

Menurut Eberhart dan Russell (1966), suatu genotipe dinyatakan stabil apabila koefisien regresinya tidak berbeda dengan satu ($b_i = 1$) dan simpangan regresi tidak berbeda dengan nol ($s^2_d = 0$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Lengas Tanah

Kandungan lengas tanah pada pF yang sama di berbagai lokasi beragam (Tabel 2). Hal ini kemungkinan

Tabel 2. Kandungan lengas tanah pada berbagai nilai pF, air tersedia, dan kandungan lengas tanah pada berbagai umur tanaman pada lapisan 0-20 cm di 14 lokasi pengujian pada tahun 2009-2010.

Lokasi	Musim tanam	Kadar lengas tanah (%) pada pF					Potensi air tersedia (%) ¹⁾	Kadar lengas tanah aktual (%) pada saat tanaman berumur (hari)				Air tersedia aktual (%) ²⁾ pada umur (hari)				Persentase air tersedia aktual terhadap air tersedia potensial (%) pada umur (hari)				
		0,0	2,0	2,5	3,0	4,2		40	50	60	70	40	50	60	70	40	50	60	70	
L1	Mojokerto-1	MKI	48	42	39	26	19	20	43	27	26	24	24	8	7	5	121	41	35	24
L2	Mojokerto-2	MKII	55	51	38	27	16	22	35	25	24	19	19	9	8	3	95	46	40	14
L3	Banyuwangi-1	MKI	58	56	55	34	27	28	42	41	40	35	15	14	13	8	73	68	63	41
L4	Banyuwangi-2	MKII	55	54	44	32	25	19	24	29	29	33	-1	4	4	8	-3	18	22	41
L5	Bantul-1	MKI	45	41	37	20	10	27	21	19	17	16	11	9	7	6	57	47	36	30
L6	Bantul-2	MKII	39	35	35	23	16	19	19	16	13	12	3	0	-3	-4	17	-2	-13	-21
L7	Sleman-1	MKII	44	40	34	26	16	18	23	20	19	15	7	4	3	-2	34	21	13	-8
L8	Sleman-2	MKII	40	33	28	14	11	17	19	20	22	13	8	9	11	2	40	46	54	8
L9	Lombok Barat-1	MKI	55	46	40	19	14	26	28	28	21	16	14	14	7	2	71	68	37	9
L10	Lombok Barat-2	MKII	55	50	50	29	21	29	32	23	17	23	11	2	-4	2	55	11	-21	9
L11	Mataram-1	MKII	59	51	46	23	19	27	32	32	31	31	13	13	12	12	64	64	62	60
L12	Mataram-2	MKII	55	52	49	26	21	28	28	28	28	31	7	7	7	10	35	35	35	48
L13	Pasuruan-1	MKII	54	52	50	38	30	20	40	34	30	21	10	4	0	-9	50	18	0	-47
L15	Jombang-1	MKII	47	43	37	31	24	13	24	21	15	15	0	-3	-9	-9	0	-16	-44	-44

¹⁾dihitung dari Kadar lengas tanah pada pF 2,5 dikurangi Kadar lengas tanah pada pF 4,2

²⁾dihitung dari Kadar lengas tanah aktual dikurangi Kadar lengas tanah pada pF 4,2

berhubungan dengan keragaman tekstur, struktur, dan bahan organik tanah.

Kadar lengas tanah mulai fase berbunga hingga panen menunjukkan penurunan, kecuali di Banyuwangi-2 dan Mataram-2 pada MK II karena terjadi rembesan air dari lahan di sekitarnya (Tabel 2). Kadar lengas tanah aktual sejak tanaman berumur 50 hari (mulai pengisian polong) hingga umur 70 hari setara dengan pF 3,0 dan bahkan mendekati pF 4,2 (Tabel 2). Air tersedia aktual selama periode tersebut adalah <50% dari air tersedia potensial dan bahkan 0% (ditunjukkan oleh angka negatif pada Tabel 2), kecuali di Banyuwangi-2 dan Mataram-2 akibat rembesan air dari lahan sekitarnya. Hal ini menunjukkan bahwa sejak fase pengisian polong hingga menjelang pemasakan polong, tanaman mengalami cekaman kekeringan. Kandungan lengas tanah aktual pada umur 40 hari hingga 70 hari berkorelasi positif dengan hasil biji (Tabel 3). Artinya, hasil biji kedelai meningkat dengan meningkatnya kandungan lengas tanah atau penurunan kandungan lengas tanah akan diikuti oleh penurunan hasil biji kedelai.

Hasil Biji dan Analisis Stabilitas

Sidik ragam untuk karakter hasil biji kering pada masing-masing lokasi menunjukkan adanya keragaman produktivitas galur-galur yang diuji di semua lokasi

Tabel 3. Kadar lengas tanah aktual lapisan 0-20 cm pada umur tanaman kedelai 40 hari hingga 70 hari dan rata-rata hasil biji di 14 lokasi pengujian pada tahun 2009-2010.

Lokasi	Kadar lengas tanah aktual (%) pada saat tanaman berumur (hari)				Rata-rata hasil biji (t/ha)
	40	50	60	70	
Mojokerto-1	43	27	26	24	1,48
Mojokerto-2	35	25	24	19	0,99
Banyuwangi-1	42	41	40	35	1,86
Banyuwangi-2	24	29	29	33	2,24
Bantul-1	21	19	17	16	1,50
Bantul-2	19	16	13	12	1,56
Sleman-1	23	20	19	15	1,33
Sleman-2	19	20	22	13	1,17
Lombok Barat-1	28	28	21	16	1,51
Lombok Barat-2	32	23	17	23	1,34
Mataram-1	32	32	31	31	1,98
Mataram-2	28	28	28	31	2,03
Pasuruan-1	40	34	30	21	1,48
Jombang-1	24	21	15	15	0,93
Korelasi rata-rata hasil dengan Kadar lengas tanah aktual	0,10	0,52	0,59	0,78	

pengujian, kecuali di Pasuruan-2 (Tabel 4). Hasil biji galur DV/2984-330 lebih tinggi dari Tidar dan Wilis di enam lokasi dan setara dengan Tidar dan Wilis di 10 lokasi. Galur DV/2984-330 memberikan hasil biji tertinggi di sembilan lokasi pengujian (Tabel 5).

Rata-rata hasil biji dari masing-masing galur di 16 lokasi pengujian berkisar antara 1,38-1,95 t/ha. Galur DV/2984-330 memberikan hasil biji tertinggi (1,95 t/ha), yang tidak berbeda nyata dibanding varietas Tidar (1,71 t/ha) dan berbeda nyata dibanding varietas Wilis (1,68 t/ha). Terdapat empat galur yang memberikan hasil biji setara dengan varietas Tidar dan Wilis, yaitu ARG/GCP-335 (1,66 t/ha), SU-17-1011 (1,76 t/ha), SU-17-1014 (1,75 t/ha), dan SU-17-1012 (1,66 t/ha). Galur DV/2984-330 memberikan hasil biji 14% dan 16% lebih tinggi dibandingkan dengan varietas Tidar dan Wilis (Tabel 7).

Sidik ragam gabungan dari 14 genotipe pada 16 lokasi menunjukkan interaksi nyata antara genotipe dengan lingkungan untuk peubah hasil biji (Tabel 6). Hal tersebut mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan tanggap antargenotipe yang diuji terhadap lingkungan. Meskipun lingkungan yang digunakan diberi perlakuan cekaman yang sama (cekaman kekeringan selama fase reproduktif), tetapi mempunyai keragaman jenis tanah, ketinggian tempat, dan tipe iklim.

Nilai koefisien regresi berkisar antara 0,71-1,29 dengan rentang simpangan regresi 0,000-0,012 (Tabel 7). Sebelas dari 14 genotipe yang diuji menunjukkan stabilitas rata-rata, yaitu genotipe dengan koefisien

Tabel 4. Sidik ragam karakter hasil biji genotipe kedelai di lokasi pengujian pada MK I dan MK II tahun 2009-2010.

Lokasi ¹⁾	Musim	Kuadrat tengah hasil biji ²⁾
Mojokerto-1	MK I 2009	0,175 **
Mojokerto-2	MK II 2009	0,043 **
Banyuwangi-1	MK I 2009	0,125 **
Banyuwangi-2	MK II 2009	0,657 **
Bantul-1	MK I 2009	0,186 **
Bantul-2	MK II 2009	0,217 **
Sleman-1	MK II 2009	0,043 **
Sleman-2	MK II 2009	0,401 **
Lombok Barat-1	MK I 2009	0,053 **
Lombok Barat-2	MK II 2009	0,018 *
Mataram-1	MK II 2009	0,277 **
Mataram-2	MK II 2009	0,524 **
Pasuruan-1	MK II 2009	0,106 **
Pasuruan-2	MK II 2010	0,016 tn
Jombang-1	MK II 2009	0,133 **
Jombang-2	MK II 2010	0,211 **

¹⁾ Deskripsi lokasi lihat pada Tabel 1.

²⁾ * dan ** berturut-turut nyata pada p = 0,05 dan p=0,01; tn = tidak nyata

Tabel 5. Hasil biji 14 genotipe kedelai toleran kekeringan di delapan lokasi, MK I dan MK II tahun 2009-2010.

Genotipe	Hasil biji (t/ha)							
	L1	L2 ¹⁾	L3	L4	L5	L6	L7 ¹⁾	L8
DV/2984-330	1,78 ab	1,38 a	2,27 a	2,61 ab	1,72 a	1,82 a	1,60 ab	1,67 a
ARG/GCP-335	1,47 bcdef	1,32 ab	1,83 cde	2,13 ef	1,64 ab	1,58 bc	1,46 abc	1,41 b
ARG/GCP-334	1,18 f	0,76 f	1,92 bc	1,08 g	1,28 de	1,33 de	0,99 e	1,09 c
SU-17-1011	1,92 a	0,96 cdef	1,89 bcd	2,63 a	1,67 ab	1,78 ab	1,60 ab	1,40 b
LK/3474-407	1,31 def	1,18 abc	1,64 e	2,09 ef	1,63 ab	1,21 e	1,01 e	0,78 de
LK/3474-403	1,39 cdef	0,97 cdef	1,72 cde	1,99 f	1,38 cd	1,33 de	1,19 cde	0,75 e
LK/3474-404	1,45 cdef	0,97 cdef	1,64 e	2,12 ef	1,62 ab	1,22 e	1,09 de	0,82 de
SU-17-1014	1,62 abcd	1,08 bcde	1,91 bc	2,54 abc	1,58 abc	1,83 a	1,67 ab	1,49 ab
SU-17-1012	1,65 abcd	1,22 abc	1,92 bc	2,59 abc	1,51 bc	1,73 ab	1,39 abcd	1,44 ab
MLG 3072-994	1,36 cdef	0,81 ef	1,91 bc	2,38 cd	1,46 bcd	1,69 ab	1,42 abcd	1,10 c
MLG 2805-962	1,53 bcde	0,86 ef	1,88 bcde	2,26 de	1,15 e	1,35 de	1,34 bcd	1,02 cd
MLG 3474-991	1,30 ef	0,71 f	1,77 cde	1,99 f	1,38 cd	1,45 cd	1,26 cde	0,86 cde
Tidar	1,51 bcde	1,14 abcd	1,66 de	2,39 bcd	1,57 abc	1,72 ab	1,71 a	1,54 ab
Wilis	1,23 ef	0,87 def	2,10 ab	2,50 abc	1,61 ab	1,78 ab	1,46 abc	1,43 ab
Rata-rata	1,48	1,02	1,86	2,24	1,51	1,56	1,37	1,20
KK(%)	14,8	9,05	9,1	6,9	9,51	9,26	8,67	14,7
lj	-0,04	-0,25	0,12	0,24	-0,02	0,00	-0,06	-0,16

Genotipe	Hasil biji (t/ha)							
	L9 ¹⁾	L10 ¹⁾	L11	L12	L13	L14 ¹⁾	L15	L16
DV/2984-330	1,79 ab	1,50 ab	2,64 a	2,83 a	1,65 a	1,26 a	2,32 a	2,39 a
ARG/GCP-335	1,61 abcd	1,28 abcd	2,13 b	2,06 bcd	1,26 d	1,18 ab	1,99 ab	2,22 ab
ARG/GCP-334	1,24 de	1,35 abcd	1,74 cd	2,03 bcd	1,28 cd	1,13 ab	1,71 b	1,89 bcd
SU-17-1011	1,69 abc	1,55 a	2,02 bc	2,58 a	1,64 a	1,05 bc	1,83 ab	1,99 bc
LK/3474-407	1,25 de	1,08 d	1,71 cd	1,77 cde	1,38 bcd	0,90 cde	1,99 ab	1,76 cd
LK/3474-403	1,29 cde	1,27 bcd	1,60 d	1,65 ef	1,27 d	0,88 de	2,12 ab	1,54 d
LK/3474-404	1,36 cde	1,17 d	1,72 cd	1,39 f	1,26 d	0,77 e	1,94 ab	2,00 bc
SU-17-1014	1,96 a	1,53 ab	2,02 bc	2,13 bc	1,57 ab	0,89 cde	2,28 a	1,98 bc
SU-17-1012	1,66 abc	1,30 abcd	1,80 bcd	2,05 bcd	1,49 abcd	0,83 e	2,05 ab	1,89 bcd
MLG 3072-994	1,40 bcde	1,29 abcd	2,09 bc	2,05 bcd	1,54 abc	0,85 e	2,22 a	1,61 cd
MLG 2805-962	1,12 e	1,50 ab	2,01 bc	2,06 bcd	1,60 ab	0,79 e	1,97 ab	1,99 bc
MLG 3474-991	1,16 e	1,49 ab	1,93 bcd	1,73 def	1,65 a	0,60 f	2,11 ab	1,75 cd
Tidar	1,94 a	1,47 abc	2,09 bc	1,94 bcde	1,65 a	1,04 bcd	2,01 ab	1,93 bcd
Wilis	1,63 abcd	1,19 cd	2,17 b	2,18 b	1,60 ab	0,80 e	2,22 a	2,17 ab
Rata-rata	1,51	1,35	1,98	2,03	1,49	0,93	2,05	1,94
KK(%)	9,5	7,92	13,8	12,6	12,2	8,7	12,5	14,1
lj	-0,03	-0,09	0,09	0,17	0,17	-0,29	0,18	0,35

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5%; Deskripsi lokasi lihat pada Tabel 1; KK = Koefisien keragaman; lj = indeks lingkungan; ¹⁾analisis ragam dengan data ditransformasi \sqrt{x}

Tabel 6. Sidik ragam gabungan untuk hasil biji 14 genotipe kedelai di 16 lokasi pengujian tahun 2009-2010.

Sumber Keragaman	db	Kuadrat tengah	F hitung
Lokasi (L)	15	1,36604	64,07 **
Ulangan L	48	0,02529	
Genotipe (G)	13	0,30950	14,52 **
G x L	195	0,02132	2,43 **
Galat	624	0,00877	
Total	895		
Koefisien keragaman (%)		6,97	

db=derajat bebas; ** = nyata p=0,01; Data ditransformasi \sqrt{x}

regresi tidak berbeda dengan satu (b=1). Jika suatu genotipe memiliki stabilitas rata-rata dan hasil rata-ratanya tinggi, maka genotipe tersebut mempunyai adaptasi umum yang baik. Sebaliknya, genotipe yang mempunyai stabilitas rata-rata diikuti oleh rata-rata hasil biji rendah menunjukkan adaptasi buruk di semua lingkungan pengujian (Eberhart and Russell 1966). Dengan demikian hanya galur DV/2984-330 yang mempunyai adaptasi umum yang baik karena mempunyai koefisien regresi sama dengan 1,0 dan rata-rata hasil biji tinggi (Tabel 5 dan 7). Galur tersebut mampu beradaptasi pada semua lingkungan pengujian dengan

kondisi cekaman kekeringan selama fase reproduktif pada kisaran air tersedia 20-30% dari kapasitas lapang pada lapisan tanah 0-20 cm (Tabel 3). Hasil penelitian di rumah kaca menunjukkan bahwa galur DV/2984-330 toleran terhadap kekeringan hingga kadar air 30% dari kapasitas lapang, dan toleransi tersebut berkaitan dengan perakaran yang banyak dan kemampuan menyerap air yang tinggi (Taufiq *et al.* 2012).

Tabel 7. Rata-rata hasil biji, koefisien regresi, dan simpangan regresi 14 genotipe kedelai, MK 2009-2010.

Genotipe	Rata-rata hasil	Koefisien regresi ¹⁾	Simpangan regresi ¹⁾
DV/2984-330	1,95 a	1,07 tn	0,002 tn
ARG/GCP-335	1,66 bc	0,80 tn	0,001 tn
ARG/GCP-334	1,38 d	0,71 *	0,012 **
SU-17-1011	1,76 ab	1,06 tn	0,009 tn
LK/3474-407	1,42 d	0,96 tn	0,002 tn
LK/3474-403	1,40 d	0,93 tn	0,002 tn
LK/3474-404	1,41 d	0,91 tn	0,005 *
SU-17-1014	1,75 ab	1,02 tn	0,000 tn
SU-17-1012	1,66 bc	1,00 tn	0,001 tn
MLG 3072-994	1,57 bcd	1,17 tn	0,000 tn
MLG 2805-962	1,53 bcd	1,14 tn	0,001 tn
MLG 3474-991	1,45 cd	1,14 tn	0,003 tn
Tidar	1,71 ab	0,79 *	0,001 tn
Wilis	1,68 bc	1,29 *	0,002 tn

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 5%;

¹⁾ * dan ** = nyata pada $p = 0,05$ dan $p = 0,01$, tn = tidak nyata.

Varietas pembanding Tidar menunjukkan stabilitas di atas rata-rata, atau beradaptasi khusus di lingkungan marginal, sedangkan varietas Wilis menunjukkan stabilitas di bawah rata-rata yang berarti peka terhadap perubahan lingkungan dan beradaptasi khusus di lingkungan produktif (Tabel 7).

Galur-galur harapan yang diuji mempunyai habitus yang lebih rendah dibanding varietas Tidar dan Wilis. Hanya galur LK/3474-407, LK/3474-403, dan LK/3474-404 yang memiliki tinggi tanaman yang setara dengan varietas Wilis. Galur LK/3474-404 mempunyai jumlah buku subur dan polong isi tertinggi, namun berumur paling dalam (Tabel 8). Umur masak genotipe yang diuji tergolong sedang, kecuali galur ARG/GCP-334 dan varietas Tidar. Umur masak galur DV/2984-330 adalah 81 hari, lebih genjah dua hari dibanding varietas Wilis, ukuran biji lebih besar dibanding varietas Tidar. Galur DV/2984-330 memiliki warna biji kuning, sedangkan varietas pembanding toleran kekeringan (Tidar) berwarna biji kuning kehijauan.

KESIMPULAN

- Galur DV/2984-330 mempunyai daya adaptasi umum baik atau mampu beradaptasi pada semua lingkungan pengujian.
- Galur DV/2984-330 prospektif dilepas sebagai varietas unggul baru toleran kekeringan selama fase

Tabel 8. Keragaan agronomis dan warna biji 14 genotipe kedelai di 16 lokasi pengujian pada tahun 2009-2010.

Genotipe	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah cabang/tanaman	Jumlah buku/tanaman	Jumlah polong isi/tanaman	Umur berbunga (hari)	Umur masak (hari)	Bobot 100 biji (g)	Warna biji ¹⁾
DV/2984-330	57 de	3 bc	19 bc	38 cd	35 h	81 ef	10,7 de	K
ARG/GCP-335	58 cde	4 a	19 ab	36 de	34 i	81 fg	11,7 b	K
ARG/GCP-334	48 i	3 e	16 de	33 e	34 j	79 h	12,2 a	K
SU-17-1011	56 efg	2 fg	15 e	40 bc	37 d	81 fg	8,6 h	K
LK/3474-407	62 a	3 bc	19 ab	43 b	39 b	85 a	9,9 fg	K
LK/3474-403	62 ab	3 cd	19 ab	41 bc	39 a	85 a	10,1 fg	K
LK/3474-404	60 bcd	3 abc	21 a	44 b	39 a	84 b	9,9 g	K
SU-17-1014	55 efgh	2 fg	15 e	41 bc	38 c	80 g	8,4 h	K
SU-17-1012	53 h	2 fg	15 e	43 b	38 b	81 ef	8,4 h	K
MLG 3072-994	53 gh	3 de	17 cd	38 cd	36 f	82 d	10,7 de	K
MLG 2805-962	54 fgh	2 f	15 e	34 e	36 g	82 de	11,0 cd	KH
MLG 3474-991	57 ef	2 g	14 e	29 f	37 e	81 ef	11,2 bc	KH
Tidar	58 cde	3 ab	20 a	50 a	36 gh	78 i	6,8 i	KH
Wilis	60 abc	3 cd	18 bc	42 b	36 f	83 c	10,4 ef	K
Rata-rata	57	3	17	40	37	82	10,0	
BNT	2,7	0,3	1,6	3,5	0,3	0,8	0,5	

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata dengan uji BNT pada taraf 1%.

¹⁾ K = kuning, KH = kuning kehijauan

reproduktif pada kisaran air tersedia 20-30% dari kapasitas lapang, stabil, dan produktivitas tinggi.

3. Toleransi terhadap kekeringan berkaitan dengan perakaran yang banyak dan kemampuan tanaman menyerap air yang tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Kebun Percobaan dan teknisi KP Jambegede, KP Kendalpayak, dan KP Genteng serta Arifin, SP, Ir. Ali Sadikin, dan Ir. Johariah yang telah membantu pelaksanaan percobaan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Baihaki dan Wicaksono. 2007. Interaksi genotipe x lingkungan, adaptabilitas, dan stabilitas, hasil dalam pengembangan tanaman varietas unggul di Indonesia. *Zuriat* 16(1) : 1-8.
- 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, O. Copur. 2007. Deficit irrigations during reproductive stages and CROPGRO-soybean simulations under semi-arid climatic conditions. *Field Crop Research* 103:154-159.
- Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6 : 36-40.
- Evenson, R.E., J.C. O'Tole, R.W. Herdt, W.R. Coffman, and H.E. Kauffman. 1978. Risk and uncertainty as factors in crop improvement research. IRRI 15, Manila, Philippines.
- 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.
- Hura, T., S. Grzesiak, K. Hura, E. Thiemt, K. Tokarz, and M. Wedzony. 2007. Physiological and biochemical tools useful in drought tolerance detection in genotypes of winter Triticale: Accumulation of ferulic acid correlates with drought tolerance. *Annals of Botany.* 100(4):767-775.
- Kasno, A. dan M. Jusuf. 1994. Evaluasi plasma nutfah kedelai untuk daya adaptasi terhadap kekeringan. *J. Ilmu Pertanian Indonesia* 4:12-15.
- 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.
- Oldeman, L.R. 1975. An Agro-climatic map of Java. *Cent. Res. Inst. Agric. No. 17.* Bogor. 22 p.
- Subandi, A. Harsono, dan H. Kuntiyastuti. 2007. Areal pertanian dan sistem produksi kedelai di Indonesia. Hlm.104-129. *Dalam Sumarno et al.* (penyunting). *Kedelai: Teknik Produksi dan pengembangan.* Puslitbangtan, Bogor.
- Suhartina. 2007. Evaluasi galur harapan kedelai hitam toleran kekeringan dan berdaya hasil tinggi. p.153-161. *Dalam D. Harnowo et al.* (penyunting). *Prosiding Seminar Peningkatan Produksi Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Kemandirian Pangan.* Puslitbangtan, Bogor. 628 p.
- Suhartina, Sri Kuntijati H., dan Tohari. 2002. Toleransi beberapa galur F7 kedelai terhadap cekaman kekeringan pada fase generatif. *Prosiding Seminar Nasional: Teknologi Inovatif Tanaman kacang-kacangan dan Umbi-umbian.* Puslitbang Tanaman Pangan. p. 335-438.
- Sumarno dan A.G. Manshuri. 2007. Persyaratan tumbuh dan wilayah produksi kedelai di Indonesia. *In. Kedelai. Teknik Produksi dan Pengembangan.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman pangan. Bogor. p.74-103.
- Taufiq, Abdullah, Suhartina, dan N. Nugrahaeni. 2012. Evaluation of promising drought tolerant soybean lines to induced soil moisture stress in green house. *In. Variety development and improvement of production technologies of the tropical soybean.* Progress Report of AFACI Project. Indonesian Agency for Agricultural Research and Development, Ministry of Agriculture Republik of Indonesia. *Belum dipublikasi.*