

## Uji Galur Harapan Kedelai (*Glycine max* L. Merr) terhadap Cekaman Kekeringan

### Test of Some Soybean (*Glycine max* L. Merr) Lines Towards Drought Stress

Sri Fatmi Kurniasari<sup>\*)</sup> dan Ariffin

Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Brawijaya University  
 Jl. Veteran, Malang 65145 Jawa Timur, Indonesia  
<sup>\*)</sup>E-mail: srifatmikurniasari@gmail.com

#### ABSTRAK

Produksi kedelai pada tahun 2016 diperkirakan mencapai 885.000 ton biji kering, mengalami penurunan 8.06% dibandingkan tahun 2015 yang mencapai angka 963.183 ton biji kering dengan luas panen 614.095 ha dan produktivitas 1.57 t.ha<sup>-1</sup> (BPS, 2016). Untuk meningkatkan produksi kedelai dalam negeri dilakukan strategi peningkatan produktivitas dan perluasan areal tanam dengan pemanfaatan lahan-lahan marginal pada lahan kering, diperlukan upaya untuk menguji varietas yang adaptif dan memiliki produksi hasil yang optimal, terutama toleran terhadap cekaman kekeringan air. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh serta menguji ketahanan galur kedelai (*Glycine max* L. Merr) terhadap cekaman kekeringan air. Bahan yang digunakan adalah empat galur kedelai (G1, G2, G3, G15a) dan varietas Dering 1. Penelitian dilaksanakan pada November 2017 sampai dengan Februari 2018 di Green House Balai Penelitian Tanaman Kacang dan Umbi, Kabupaten Malang. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi tanaman, luas daun, panjang akar dan berat kering akar, jumlah bunga, bobot kering total tanaman, jumlah polong, jumlah polong bernas, jumlah polong hampa, bobot biji per tanaman, bobot 100 biji dan indeks panen varietas Dering 1 tidak berbeda nyata dengan keempat galur pada kondisi cekaman kekeringan 75% kapasitas lapang. Galur G1, G3 dan G15a tanaman kedelai

memiliki keseragaman yang tinggi dengan varietas Dering 1.

Kata kunci : Cekaman Kekeringan, Galur, Kedelai, Kapasitas Lapang.

#### ABSTRACT

The production of soybeans in 2016 is estimated at 885.000 tons of dry seeds, decreased by 8.06% compared to 2015 which reached 963.183 tons of dry seeds with 614.095 hectare of harvested area and 1.57 tons per hectare of productivity (BPS, 2016). To increase the domestic production of soybean, a productivity improvement strategy is carried out and the expansion of planting areas by using marginal lands such as on dry land, efforts are required to test the adaptive varieties and which has optimal yield of production, especially that has tolerant of water drought stress. The purpose of the research was to determine the effect and test the resistance of soybean (*Glycine max* L. Merr) strains of water drought stress. The materials that used were 4 lines of soybean (G1, G2, G3 and G15a) and Dering 1 variety. The research were conducted on November 2017 to February 2018 at the green house operated by Balai Penelitian Tanaman dan Umbi, Malang District. The research were conducted in Randomized Block Design Factorial. The result has showed that plant height, leaf area, root length, root dry weight, number of flowers, total dry weight, number of pods, number of non empty pods, number of empty pods, weight of seeds per plants, weight of 100 seeds and harvest index of Dering 1 variety had no significantly

difference from the four lines of soybean in conditions of drought stress 75% of field capacity. The G1, G3, G15a lines have high uniformity such as Dering 1 variety.

Keywords : Drought Stress, Lines, Soybean, Field Capacity.

## PENDAHULUAN

Konsumsi kedelai yang semakin banyak menyebabkan permintaan kedelai dari tahun ke tahun semakin meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk dan meningkatnya kesadaran pentingnya nilai gizi bagi kesehatan, namun produksi kedelai dalam negeri belum mencukupi kebutuhan tersebut. Produksi kedelai pada tahun 2016 diperkirakan mencapai 885.000 ton biji kering atau mengalami penurunan 8.06% dibandingkan tahun 2015 yang mencapai angka 963.183 ton biji kering dengan luas panen 614.095 ha dan produktivitas 1.57 t/ha (BPS, 2016). Hal ini berarti terdapat kesenjangan antara produksi dengan kebutuhan. Kondisi tersebut mendorong pemerintah untuk meningkatkan produksi kedelai dalam negeri melalui strategi peningkatan produktivitas dan perluasan areal tanam terutama melalui pemanfaatan lahan-lahan marginal antara lain pada lahan kering.

Perluasan areal produksi kedelai terbesar adalah pada lahan kering di luar pulau Jawa. Namun, usaha perluasan areal pertanaman sering menghadapi keadaan dimana akar kedelai yang kurang mampu mengambil air yang mengakibatkan terjadi cekaman kekeringan, sementara tanaman kedelai memerlukan air dalam jumlah cukup untuk pertumbuhan dan hasil yang optimal.

Upaya mengurangi resiko penurunan hasil akibat cekaman kekeringan dapat dilakukan menggunakan genotipe yang toleran terhadap kekeringan dengan beberapa tingkat toleransi. Tingkat toleransi tanaman terhadap cekaman dapat diduga berdasarkan besarnya penurunan relatif berbagai peubah pertumbuhan dan hasil yang dipanen dari tanaman dalam kondisi tanpa cekaman dan dalam kondisi tercekam. Pendekatan ini telah digunakan oleh peneliti lain untuk mengidentifikasi

tanaman yang toleran cekaman kekeringan, seperti pada kedelai (Sunaryo, 2002).

Penggunaan varietas Dering 1 toleran terhadap kekeringan sebagai upaya mengurangi resiko penurunan hasil dikarenakan varietas tersebut memiliki potensi hasil tinggi hingga 2.8 t.ha<sup>-1</sup> dan toleran kekeringan hingga kandungan air 30% dari air tersedia. Potensi hasil tinggi dan toleran kekeringan berkaitan dengan: (1) postur tanaman yang tinggi, (2) jumlah daun banyak dan luas, (3) perakaran banyak dan kemampuan menyerap air tinggi, dering mampu beradaptasi dan tumbuh baik dalam kondisi tercekam kekeringan selama fase reproduktif (Suhartina *et al.*, 2013).

## BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada November 2017 sampai dengan Februari 2018 di Green House Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi di Desa Kendalpayak, Kecamatan Pakisaji, Kabupaten Malang yang terletak pada ketinggian 445 mdpl dengan suhu udara minimum 17,5 °C dan suhu udara maksimum berada pada 30 °C dengan kelembaban udara relative 90.5%. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: ember kapasitas 7 kg, kertas label, penggaris, timbangan digital, timbangan manual, kamera, alat tulis, cangkul, oven, roll meter, plastik zip. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: 4 galur kedelai dan varietas Dering-1. Varietas Dering-1 merupakan varietas pembandingan, pupuk kandang petroganik (5 ton ha<sup>-1</sup>), pupuk SP-36 (150 kg ha<sup>-1</sup>), Phonska (200 kg ha<sup>-1</sup>), serta pestisida Curacron 500 EC (profenos 500g/L).

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF) terdiri dari dua faktor. Faktor pertama yaitu galur (G1, G2, G3, G15a dan varietas Dering 1) dan faktor kedua yaitu cekaman kekeringan yang terdiri dari 3 taraf cekaman kekeringan (100% KL, 75% KL dan 50% KL). Sehingga terdapat 15 kombinasi perlakuan dengan menggunakan 3 ulangan. Total petak penelitian yaitu 45 satuan percobaan

dengan masing-masing petak terdiri dari 8 ember, sehingga jumlah tanaman keseluruhan yaitu 360 tanaman.

Periode cekaman dilakukan dengan interval pengamatan 15 hari sejak umur 22 HST. Pengamatan dilakukan secara destruktif dan non destruktif. Pengamatan destruktif dilakukan sebanyak empat kali, dimulai saat 28 HST dengan interval 14 hari (28, 42, 56, dan 70) HST. Setiap plot terdiri dari 8 tanaman sampel dan diambil secara acak. Variabel pengamatan terdiri dari tiga jenis pengamatan, destruktif, non-destruktif dan panen. Data pengamatan yang telah diperoleh ditabulasikan dan dianalisis menggunakan analisis ragam (Uji F) pada taraf 5% untuk mengetahui pengaruh masing-masing perlakuan yang diamati. Apabila terdapat beda nyata ( $F_{hitung} > F_{tabel}$  5%), maka dilanjutkan dengan uji lanjutan Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan terhadap tinggi tanaman kedelai ditunjukkan pada Tabel 1. Pada Tabel 1 terlihat bahwa tidak terdapat interaksi terhadap tinggi tanaman. Varietas Dering 1 tidak berbeda nyata dengan

keempat galur pada umur 28 HST. Pada umur 42 HST varietas Dering 1 tidak berbeda nyata dengan galur G1, G2 dan G15a. Pada umur 56 - 70 HST varietas Dering 1 memperlihatkan hasil yang berbeda nyata dengan keempat galur. Cekam kekeringan 75% kapasitas lapang memperlihatkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan tanpa cekaman kekeringan.

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi pada perlakuan galur dan cekaman kekeringan air. Tabel 2 menunjukkan luas daun umur 28-42 HST tidak berbeda nyata pada penggunaan galur. Pada umur 56 - 70 HST varietas Dering 1 tidak berbeda nyata dengan galur G15a. Cekaman kekeringan umur 42 - 56 HST pada 75% kapasitas lapang menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan tanpa cekaman kekeringan. Tabel 3 menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi terhadap penggunaan galur dan cekaman kekeringan. Panjang akar tanaman kedelai umur 28 - 70 HST menunjukkan hasil tidak berbeda nyata antara varietas Dering 1 dengan keempat galur lainnya. Cekaman kekeringan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antara ketiga tingkat cekaman kekeringan air.

**Tabel 1** Rerata Tinggi Tanaman Lima Galur Pada Pemberian Cekaman Kekeringan Air

Perlakuan	Rerata Tinggi Tanaman (cm) Pada Umur Pengamatan			
	28 HST	42 HST	56 HST	70 HST
Penggunaan Galur				
D1	28,21 ab	54,19 b	72,30 c	76,67 c
G1	27,36 ab	46,12 b	50,09 b	56,93 ab
G2	30,54 b	49,27 b	55,13 b	60,69 b
G3	24,61 a	35,22 a	36,93 a	44,63 a
G15a	26,49 ab	50,81 b	54,13 b	56,90 ab
BNJ 5%	5,26	10,6	11,94	13,34
Tingkat Cekaman				
K0 (100% Kapasitas Lapang air)	27,30	49,58 b	54,89 b	62,20 b
K1 (75% Kapasitas Lapang air)	27,82	51,65 b	60,04 b	62,27 b
K2 (50% Kapasitas Lapang air)	27,21	40,14 a	46,23 a	53,02 a
BNJ 5%	tn	6,97	7,85	8,78
KK%	13,93	16,36	16,17	16,41

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata, berdasarkan uji BNJ 5%, HST: Hari Setelah Tanam. tn: tidak berbeda nyata.

**Tabel 2** Rerata Luas Daun Lima Galur Pada Pemberian Cekaman Kekeringan Air

Perlakuan	Rerata Luas Daun (cm <sup>2</sup> ) Pada Umur Pengamatan			
	28 HST	42 HST	56 HST	70 HST
Penggunaan Galur				
D1	163,57	457,76	664,11 c	766,68 b
G1	132,81	383,91	483,08 ab	368,43 a
G2	134,32	359,05	380,42 a	320,77 a
G3	129,92	391,93	394,60 a	337,17 a
G15a	163,66	439,18	623,57 bc	731,28 b
BNJ 5%	tn	tn	169,84	157,57
Tingkat Cekaman				
K0 (100% Kapasitas Lapang air)	141,1	408,30ab	548,63 b	503,40
K1 (75% Kapasitas Lapang air)	144,1	447,56 b	563,49 b	546,15
K2 (50% Kapasitas Lapang air)	149,5	363,24 a	415,30 a	465,04
BNJ 5%	tn	157,00	111,71	tn
KK%	24,30	24,75	24,27	22,71

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata, berdasarkan uji BNJ 5%, HST: Hari Setelah Tanam. tn: tidak berbeda nyata.

**Tabel 3** Rerata Panjang Akar Lima Galur pada Pemberian Cekaman Kekeringan Air

Perlakuan	Rerata Panjang Akar (cm) Pada Umur Pengamatan			
	28 HST	42 HST	56 HST	70 HST
Penggunaan Galur				
D1	18,02	24,85	27,21	29,28
G1	16,14	23,75	25,80	27,24
G2	17,03	25,87	26,08	27,23
G3	15,73	29,45	30,58	30,82
G15a	18,14	31,52	31,84	33,41
BNJ 5%	tn	tn	tn	tn
Tingkat Cekaman				
K0 (100% Kapasitas Lapang air)	17,65	25,36	26,83	28,21
K1 (75% Kapasitas Lapang air)	16,39	26,53	27,55	28,85
K2 (50% Kapasitas Lapang air)	17,00	29,37	30,53	31,73
BNJ 5%	tn	tn	tn	tn
KK%	16,90	28,21	24,31	23,35

Keterangan: HST: Hari Setelah Tanam. tn: tidak berbeda nyata.

Tabel 4 menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara galur dan cekaman kekeringan pada variabel jumlah biji per tanaman kedelai. Varietas Dering 1 berbeda nyata dengan keempat galur. Cekaman kekeringan 75% kapasitas lapang yang diberikan tidak berbeda nyata pada cekaman kekeringan 50% kapasitas lapang. Namun, berbeda nyata dengan tanpa pemberian cekaman kekeringan. Tabel 5 menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara galur dan cekaman kekeringan air terhadap bobot 100 biji tanaman kedelai. Varietas Dering 1 menunjukkan hasil tidak

berbeda nyata dengan galur G1, G2, G3 dan G15a. Sedangkan, cekaman kekeringan tidak memberikan hasil yang berbeda nyata pada ketiga tingkat cekaman kekeringan terhadap bobot 100 biji tanaman kedelai.

Berdasarkan hasil analisis data secara statistic diketahui bahwa perlakuan interval waktu dan tingkat cekaman kekeringan air pada tanaman kedelai tidak memberikan pengaruh adanya interaksi terhadap tinggi tanaman, luas daun, panjang akar, jumlah biji per tanaman dan bobot 100 biji.

**Tabel 4** Rerata Jumlah Biji Per Tanaman Lima Galur Terhadap Pemberian Cekaman Kekeringan Air

Perlakuan	Rerata Jumlah Biji Per Tanaman (butir)
Pergunaan Galur	
D1	67,22 c
G1	43,67 b
G2	24,89 a
G3	38,67 ab
G15a	41,56 b
BNJ 5%	15,54
Tingkat Cekaman	
K0 (100% Kapasitas Lapang air)	51,73 b
K1 (75% Kapasitas Lapang air)	40,67 a
K2 (50% Kapasitas Lapang air)	37,20 a
BNJ 5%	10,22
KK %	26,16

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata, berdasarkan uji BNJ 5%, HST: Hari Setelah Tanam.

**Tabel 5** Rerata Bobot 100 Biji Tanaman Lima Galur Terhadap Pemberian Cekaman Kekeringan Air

Perlakuan	Rerata Bobot 100 Biji Tanaman (gram)
Pergunaan Galur	
D1	4,37 ab
G1	4,60 b
G2	2,65 a
G3	3,44 ab
G15a	5,10 b
BNJ 5%	1,78
Tingkat Cekaman	
K0 (100% Kapasitas Lapang air)	4,42
K1 (75% Kapasitas Lapang air)	3,94
K2 (50% Kapasitas Lapang air)	3,74
BNJ 5%	tn
KK %	32,04

Keterangan: Bilangan yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata, berdasarkan uji BNJ 5%, HST: Hari Setelah Tanam. tn: tidak berbeda nyata.

Pengamatan tinggi tanaman kedelai umur 56-70 HST dapat dilihat bahwa pada keempat galur menunjukkan perbedaan nyata dengan varietas Dering 1. Sedangkan cekaman kekeringan 75% kapasitas lapang umur 42-70 HST tidak berbeda nyata dengan tanpa pemberian cekaman kekeringan. Faktor galur diduga lebih banyak disebabkan oleh faktor genetik atau keturunan tanaman dari beberapa galur itu sendiri, dimana varietas Dering 1 yang berperan sebagai varietas pembandingan tahan cekaman kekeringan memiliki keseragaman terhadap tinggi tanaman. Menurut Sutedjo dan

Kartasapoetra (2010), pada kondisi lingkungan yang hampir sama, maka tinggi tanaman ditentukan oleh faktor genetik. Namun, berkurangnya tinggi tanaman akibat cekaman air dipengaruhi oleh proses fisiologi tanaman yang terhambat. Pada variabel pengamatan luas daun umur 56-70 HST menunjukkan bahwa galur G15a berbeda nyata dengan varietas Dering 1. Sedangkan, galur G1, G2 dan G3 memiliki luas daun yang tidak berbeda nyata. Cekaman kekeringan memberikan pengaruh nyata terhadap luas daun tanaman pada umur 42-56 HST. Sedangkan, pada umur 28 dan 70 HST cekaman kekeringan tidak memberikan

pengaruh yang nyata terhadap luas daun. Namun, cekaman kekeringan 50% kapasitas lapang menurunkan luas daun tanaman pada umur 42-70 HST. Penurunan ini diduga bertujuan untuk mengurangi transpirasi dan menjaga potensial air pada tanaman. Kekurangan air dapat mengganggu proses fisiologis tanaman yang mengakibatkan berkurangnya laju fotosintesis karena dehidrasi protoplas akan menurunkan fotosintesis dan menurunkan pertumbuhan serta perkembangannya (Agung dan Rahayu, 2004). Cekaman kekeringan ditanah mengakibatkan berkurangnya ketersediaan air bagi tanaman. Semakin meningkatnya cekaman kekeringan maka jumlah air dalam akan semakin sedikit. Sehingga kadar air dalam persentase kapasitas lapang akan semakin kecil pula. Ketersediaan air yang tidak tercukupi akan berpengaruh terhadap proses fisiologi tanaman seperti fotosintesis dan respirasi. Adanya penurunan laju fotosintesis dan transpirasi selama masa pertumbuhan akan mengakibatkan terhambatnya pembentukan organ-organ vegetatif dan generatif mempengaruhi hasil panen tanaman kedelai (Taufiq dan Muhammad, 2013). Lebih lanjut, Farooq *et al.*, (2016) menyatakan bahwa dalam menghadapi cekaman kekeringan salah satu bentuk adaptasi tanaman adalah dengan memperkecil ukuran daun. Ahmed *et al.*, (2010) menyatakan bahwa penurunan kadar air daun memicu tanaman untuk memperkecil luas daun sehingga mengakibatkan suplai CO<sub>2</sub> ke dalam berkurang sehingga terjadi penurunan laju fotosintesis yang menyebabkan berkurangnya hasil fotosintat.

Panjang akar merupakan karakter yang penting untuk melihat respon tanaman terhadap cekaman kekeringan, yang berfungsi untuk menyerap air dan unsur hara yang terlarut di dalamnya. Galur dan cekaman kekeringan air tidak memberikan pengaruh nyata terhadap panjang akar tanaman umur 28-70 HST. Diduga panjang akar yang tidak berbeda nyata disebabkan oleh faktor genetik yang ada. Panjang akar varietas Dering 1 dengan keempat galur memiliki keseragaman sistem perakaran yang tinggi. Ditambahkan dengan

pernyataan Widiatmoko *et al.*, (2012) bahwa perlakuan cekaman kekeringan air yang diberikan sebelum fase pengisian polong tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata dengan perlakuan tanpa cekaman. Diduga bahwa setelah tanaman berbunga, tidak ada pertumbuhan vegetatif tanaman, antara lain jumlah daun, total panjang akar dan jumlah cabang produktif. Seperti pernyataan Egli dan Leggett (1973), bahwa kedelai tipe *determinate* akan mengalami penghentian pertumbuhan secara tiba-tiba ketika mulai berbunga. Jumlah biji per tanaman merupakan salah satu parameter yang cukup penting karena berpengaruh nyata terhadap hasil panen kedelai. Selain memiliki pertumbuhan yang baik, penting bagi tanaman yang tahan kekeringan untuk mempertahankan bobot biji meskipun terjadi cekaman kekeringan hingga 50% kapasitas lapang. Varietas Dering 1 memiliki hasil yang berbeda nyata dengan keempat galur yang diuji. Kondisi cekaman kekeringan 75% kapasitas lapang memiliki hasil tidak berbeda nyata dengan kondisi cekaman kekeringan 50% kapasitas lapang. Namun, pada kondisi tercekam kekeringan, jumlah biji per tanaman mengalami penurunan. Menurut Hapsoh *et al.*, (2005) kekurangan air yang terjadi pada periode pembungaan akan mengakibatkan banyak bunga dan polong yang gugur serta biji yang dihasilkan lebih kecil. Bobot 100 biji tanaman kedelai varietas Dering 1 tidak menunjukkan hasil berbeda nyata dengan keempat galur yang diuji. Namun, galur G1 dan G15a menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada ketiga tingkat cekaman kekeringan air. Kondisi cekaman kekeringan air menurunkan hasil bobot 100 biji tanaman. Cekaman kekeringan yang terjadi menjadikan proses pengisian polong menjadi tidak optimal, sehingga tidak banyak hasil fotosintat yang berhasil disimpan dalam organ penyimpanan. Hasil bobot 100 biji yang tidak berbeda nyata diduga disebabkan oleh adanya perbedaan sifat atau keunggulan dari masing-masing genotipe. Sutedjo dan Kartasapoetra dalam Hapsari (2010) menyatakan bahwa, sifat 100 biji merupakan sifat yang lebih banyak dipengaruhi oleh gen-gen yang sederhana (*gen mayor*) sehingga cenderung memiliki

kemampuan beradaptasi pada lingkungan tumbuh dan memiliki keragaman genetik yang tinggi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agung, T dan A. Y. Rahayu. 2004.** Analisis efisiensi serapan N, pertumbuhan, dan hasil beberapa kultivar kedelai unggul baru dengan cekaman kekeringan dan pemberian pupuk Hayati. *Jurnal Agrosains*. 6(2) : 70-74
- Ahmed, Z., E. A. Waraich., R. Ahmad and M. Shahbaz. 2017.** Morphophysiological and biochemical response of camelina (*Camelina sativa crantz*) genotypes under drought stress. *Int. Journal Agriculture Biology*. 19(1): 1-7.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2016.** Produksi Padi, Jagung, dan Kedelai. Badan Pusat Statistik. Diakses dari (<https://www.bps.go.id/pressrelease/2016/07/01/1272/produksi-padi-tahun-2015-naik-6-42-persen.html>) pada tanggal 03 Agustus 2017.
- Egli, D. B. and J. E. Leggett. 1973.** Dry matter accumulation patterns in determinate and indeterminate soybeans. *JournalCrop Science*.13(2): 220-222.
- Farooq, M., N. Gogoi., S. Bartkhhur., B. Baroowa., N. Bharadwaj., S. S. Alghamdi and K. H. M. Siddique.2017.** Drought stress in grain legumes during reproduction and grain filling. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 203(2): 81-102.
- Hapsari, R. T. 2010.** Pendugaan parameter genetik dan hubungan antar komponen hasil kedelai. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 29 (1): 18-23.
- Hapsoh, S. Y., B. S. Purwoko dan A. S. Hanafiah. 2005.** Hasil beberapa genotip kedelai yang diinokulasi MVA pada berbagai tingkat cekaman kekeringan tanah ultisol. *Jurnal Ilmiah Pertanian KULTURA* 40(2): 77-83.
- Jaleel, C. A., P. Manivannan., B. Sankar., A. Kishorekumar., R. Gopi., R. Somasundaram and R. Panneer selvam. 2007.** *Pseudomonas fluorescens* Enhances Biomass Yield and Ajmalicine Production in *Catharanthus roseus* under Water Deficit. *Colloids Surf. B:Biointerfaces*. 60(1): 7–11.
- Suhartina., Purwantoro., N. Nugrahaeni dan A. Taufiq. 2013.** Dering 1: Varietas unggul baru kedelai toleran kekeringan dengan potensi hasil tinggi. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-umbian Malang.
- Sunaryo, W. 2002.** Regenerasi dan evaluasi variasi somaklonal kedelai (*Glycine max L. Merrill*) hasil kultur jaringan serta seleksi terhadap cekaman kekeringan menggunakan simulasi Poly Ethylene Glycol (PEG) [tesis]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Taufiq, A. dan M. M. Adie. 2013.** Pengaruh Kekurangan Air Terhadap Karakter Agronomis dan Fisiologis Gebotipe Kedelai Hitam. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 32(1) : 25-35
- Widiatmoko, T., T. Agustono dan M. Imania. 2012.** Pertumbuhan dan hasil beberapa genotipe kedelai berbiji besar pada cekaman kekeringan di berbagai stadia pertumbuhan. *J. Agrin*. 16(1): 66-79.