

Seleksi Toleransi Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Terhadap Cekaman Kekeringan Dengan Poly Etilene Glicol (PEG-6000) In Vitro

Selection On Drought Tolerance of Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) Using Poly Etylene Glycol (PEG-6000) With In Vitro Conditions

Dyah Ayu Nourma Paramitha, Anna Satyana Karyawati*

Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145 Jawa Timur

*Email : anna.fp@ub.ac.id

ABSTRAK

Produksi kedelai nasional setiap tahunnya diketahui tidak mampu memenuhi pasokan kebutuhan nasional. Fakta ini mendorong pemerintah untuk melakukan kegiatan impor yang berujung pada ketergantungan harga pada skala internasional. Beberapa faktor rendahnya produksi kedelai nasional dapat diatasi dengan intensifikasi melalui perbaikan benih dengan seleksi benih pada beberapa konsentrasi Poly Etilene Glicol. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dan menentukan genotipe kedelai yang diduga toleran terhadap kondisi cekaman kekeringan. Penelitian dilakukan pada Juli-Oktober 2020 di Laboratorium Kultur Jaringan, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Bahan penelitian terdiri dari benih F6 hasil pengembangan galur populasi bersegregasi dari 6 tetua kedelai yang meliputi Varietas Anjasmoro, Varietas Tanggamus, Varietas Argopuro, Varietas Grobogan, UB1, UB2 dan Poly Etilene Glicol-6000 dalam 3 konsentrasi yaitu 0%, 5% dan 10%. Metode penelitian yang digunakan adalah RALF dan pengujian lanjut Scott-Knott. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa terjadi perbedaan respon pada setiap genotipe di konsentrasi yang berbeda dengan hasil pertumbuhan terlambat pada konsentrasi 10%.

Kata Kunci: Cekaman, Kedelai, Poly Etilene Glycol-6000, Toleransi.

ABSTRACT

The annual national soybean production is known to be unable to meet the national demand. This fact encourages the government to carry out import activities which result in dependence on prices on an international scales. Several factors of low national soybean production can be overcome by intensification through seed improvement by selecting seeds at several concentrations of Poly Ethylene Glycol. The purpose of this study was to evaluate and determine the genotypes of soybeans that are thought to be tolerant of drought stress conditions. The research was conduct in July-October 2020 at the Laboratory of Tissue Culture, Department of Agricultural Cultivation, Faculty of Agriculture, Brawijaya University. The research material consisted of F6 seeds developed by a population strain with 6 soybean parents including Anjasmoro Variety, Tanggamus Variety, Argopuro Variety, Grobogan Variety, UB1, UB2 and Poly Ethylene Glycol-6000 in 3 concentrations, namely 0%, 5% and 10%. The research method used was RALF and futher tested by Scott-Knott. The results indicated that there was a difference in response to each genotype ar different concentrations with late growth at a concentration of 10%.

Keywords: Drought, Soybean, Poly Ethylene Glycol-6000, Tolerance.

PENDAHULUAN

Perubahan iklim yang terjadi dapat mengakibatkan banyak perubahan pada kondisi di bumi, seperti kenaikan suhu dan rendahnya curah hujan. Indonesia merupakan negara tropis dengan kondisi tanah yang mudah mengalami degradasi didukung dengan manajemen lahan yang kurang maksimal mengakibatkan lahan menjadi kritis atau disebut dengan lahan marginal. Lahan marginal dicirikan sebagai lahan dengan tingkat kesuburan yang rendah karena tidak bekerja dengan baik dalam penyaluran tata air serta memiliki lapisan olah yang dangkal sehingga akar tidak mampu tumbuh dengan baik jika tidak dilakukan perawatan secara intensif (Ernawanto, 2016). Ciri dari tanah lahan marginal adalah tahan yang mudah hancur dengan tekstur yang kasar dikarenakan proporsi tanah yang tidak seimbang, pori tanah cenderung besar sehingga tidak mampu menahan air yang mengakibatkan infiltrasi tinggi. Keadaan lahan yang tidak maksimal didukung oleh belum adanya benih yang berkualitas sehingga produksi kedelai nasional terus mengalami penurunan setiap tahunnya (BPS, 2018). Pemenuhan akan kedelai nasional pun harus disokong dari kegiatan impor kedelai yang mampu mencapai 67,99% (Kementan, 2016).

Perlu adanya perbaikan kualitas benih melalui seleksi benih kedelai yang toleran terhadap cekaman kekeringan. Seleksi benih dilakukan secara *in vitro* dengan menggunakan larutan Poly Etilene Glicol-6000 sebagai katalisnya. Larutan osmotik ini akan digunakan sebagai simulasi awal untuk menduga benih yang memiliki kemampuan toleran terhadap cekaman kekeringan. Pemberian larutan PEG-6000 pada tanaman diketahui mampu mensimulasikan tekanan air rendah yang mencerminkan tekanan rendah yang ditimbulkan oleh lahan kering. PEG-6000 dengan sifatnya yang hidrofilik mampu membantu menurunkan potensial air secara homogen dengan cara mengikat air dalam tanaman (Khairani, 2016). Pemberian PEG-6000 sebelumnya sudah banyak digunakan dalam penelitian induksi cekaman

kekeringan pada kedelai guna mengetahui perubahan fiso-hormonal tanaman dalam menghadapi cekaman kekeringan atau respon tanaman dalam pertumbuhannya (Hamayun, 2010). Setiap genotipe tanaman memiliki tingkat toleransi dan respon yang berbeda terhadap kondisi cekaman kekeringan. Dalam usaha mempertahankan hidup, masing-masing genotipe akan melakukan respon pertumbuhan yang beragam. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan menentukan genotipe yang diduga memiliki toleran terhadap cekaman kekeringan berdasarkan tanggap atau respon yang berbeda dari beberapa konsentrasi PEG-6000 yang diberikan.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu

Penelitian dilakukan pada tanggal 22 Juli sampai dengan 23 Oktober 2020 di Laboratorium Kultur Jaringan, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah benih F6 hasil persilangan dari 6 tetua dengan totalnya adalah 36 genotipe, yaitu Varietas Anjasmoro, Tanggamus, Argopuro, Grobogan, UB1, UB2, (UB2 / Anjasmoro), (Argopuro / Anjasmoro), (Grobogan / Anjasmoro), (Tanggamus / Anjasmoro), UB1 / Anjasmoro), (Anjasmoro / UB2), (Argopuro / UB2), (Grobogan / UB2), (Tanggamus / UB2), (UB1 / UB2), (Anjasmoro / Argopuro), (UB2 / Argopuro), (Grobogan / Argopuro), (Tanggamus / Argopuro), (UB1 / Argopuro), (Anjasmoro / Grobogan), (UB2 / Grobogan), (Argopuro / Grobogan), (Tanggamus / Grobogan), (UB1 / Grobogan), (Anjasmoro / Tanggamus), (UB2 / Tanggamus), (Argopuro / Tanggamus), (Grobogan / Tanggamus), (UB1 / Tanggamus), (Anjasmoro / UB1), (UB2 / UB1), (Argopuro / UB1), (Grobogan / UB1), (Tanggamus / UB1). Bahan lain yang digunakan dalam penelitian ini adalah alkohol 70%, aduades steril, PEG-6000, larutan sabun cair 2,5%, larutan fungisida 2-5 g/l dan larutan hipoklorik 10%.

Alat yang digunakan adalah gelas beaker, gelas ukur, erlenmeyer, petridisk, magnetic stirer, botol kultur, scalpel, pinset, Laminar Air Flow Cabinet, autoklaf, oven, bunsen, penyemprot alkohol, timbangan analitik, pipet tetes, pH meter, timer, lemari pendingin, rak kultur, kamera, kertas label, kapas, tissue steril, korek api, kertas, plastik penutup, karet gelang, penggaris, pisau dan alat tulis.

Rancangan Penelitian

Penelitian disusun dengan dua faktor dengan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali. Faktor yang digunakan adalah (1) genotipe kedelai, yang terdiri dari 36 genotipe; (2) konsentrasi PEG-6000, yang terdiri dari 0%, 5% dan 10%. Pada setiap perlakuan konsentrasi terdapat 36 botol sehingga pada setiap ulangannya terdapat 108 botol dengan 3 kali ulangan yang dilakukan. Jumlah total botol yang digunakan adalah 324 botol pengamatan dengan setiap botol terdiri atas 3 benih.

Analisis Data

Pengamatan dilakukan selama fase vegetatif yaitu 21 hari dimulai dari hari pertama tanam dengan interval pengamatan tiga hari sekali. Data hasil pengamatan selanjutnya dianalisis dengan menggunakan analisis sidik ragam (Anova) yaitu Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan rumus :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_{ijk}$$

(Gaspersz, 1995)

Keterangan :

Y_{ijk} = nilai pengamatan pada satuan percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij (taraf ke-i dari faktor A dan taraf ke-j dari faktor B)

μ = nilai tengah populasi

α_i = pengaruh aditif taraf ke-i dari faktor A

β_j = pengaruh aditif taraf ke-j dari faktor B

$(\alpha\beta)_{ij}$ = pengaruh interaksi taraf ke-i faktor A dan taraf ke-j faktor B

γ_{ijk} = pengaruh galat dari satuan percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij

Apabila didapat pengaruh yang nyata pada interaksi atau masing-masing perlakuan maka pengujian dilakukan dengan uji perbandingan rerata Skott-Knott dengan rumus :

$$\lambda = \frac{\pi B_0}{2(\pi-2) s_0^2}$$

$$S_0^2 = \left(\sum_{i=1}^k (\gamma_i - \gamma)^2 + v s^{2/\gamma} \right) : (k + v)$$

(Gaspersz, 1995)

Keterangan :

B_0 = jumlah kuadrat nilai rata-rata perlakuan yang terbesar dari semua kemungkinan pengelompokan nilai.

k = banyaknya nilai rata-rata perlakuan yang diuji

v = derajat bebas galat

$s^{2/\gamma}$ = ragam galat dari nilai rerata dirumuskan dengan: KTG/r

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan pada jumlah hari perkecambahan menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara genotipe dan konsentrasi PEG. Rata-rata genotipe pada konsentrasi 0% (kontrol) mampu mengalami perkecambahan pada 4 hari setelah tanam (77,78%) dengan keseluruhan genotipe yang mampu tumbuh. Pada konsentrasi 5%, rata-rata genotipe memulai berkecambah setelah 5 hari setelah tanam dengan keseluruhan genotipe yang mampu tumbuh meskipun memakan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan konsentrasi kontrol. Sedangkan pada konsentrasi 10%, terdapat tiga genotipe yang tidak mampu tumbuh hingga pengamatan hari terakhir, yaitu AGP/GBG; GBG/TGM; AJM/UB1 (Tabel 1).

Genotipe pada perlakuan konsentrasi PEG 5% dan 10% diketahui mengalami keterlambatan dalam perkecambahannya. Serapan air yang kurang memenuhi kebutuhan ini nantinya akan mendorong tanaman mengalami peningkatan pada stress kelembaban sehingga akan memakan waktu yang cenderung lebih lama bahkan beberapa genotipe tidak mampu untuk berkecambah. Kekurangan air dalam kegiatan penanaman akan menurunkan

presentase perkecambahan, penurunan air juga menyebabkan serapan air oleh biji

Tabel 1. Rata-rata Jumlah Hari Perkecambahan dan Bobot Segar Kecambah dari 36 Genotipe Kedelai pada Konsentrasi PEG yang Berbeda.

No	Genotipe	Rata-rata jumlah (hari) perkecambahan pada Konsentrasi PEG			Rata-rata Bobot Segar Kecambah (g) pada Konsentrasi PEG		
		0%	5%	10%	0%	5%	10%
1	UB2/AJM	3,00 a A	3,00 a A	3,00 a A	2,04 a A	1,25 a A	1,19 a A
2	AGP/AJM	3,00 a A	3,00 a A	3,00 a A	4,00 b C	2,94 b B	1,64 a A
3	GBG/AJM	3,00 a A	3,00 a A	3,00 a A	4,18 b B	1,66 a A	1,77 b A
4	TGM/AJM	3,00 a A	3,00 a A	3,00 a A	6,50 c B	3,63 b A	2,82 b A
5	UB1/AJM	3,00 a A	3,00 a A	3,00 a A	1,20 a A	3,90 b B	1,34 a A
6	AJM/UB2	3,00 a A	3,00 a A	3,00 a A	6,64 c C	3,27 b B	1,61 a A
7	AGP/UB2	3,00 a A	3,00 a A	7,00 b B	8,10 d C	3,76 b B	2,50 b A
8	GBG/UB2	4,00 a A	3,00 a A	3,00 a A	4,75 b B	4,05 b B	1,61 a A
9	TGM/UB2	3,00 a A	4,00 a A	3,00 a A	7,68 d C	6,34 c B	1,91 b A
10	UB1/UB2	3,00 a A	3,00 a A	3,00 a A	6,94 d C	3,40 b B	1,52 a A
11	AJM/AGP	3,00 a A	3,00 a A	3,00 a A	7,60 d B	3,21 b A	2,53 B A
12	UB2/AGP	3,00 a A	3,00 a A	3,00 a A	5,51 c C	3,16 b B	1,77 b A
13	GBG/AGP	3,00 a A	3,00 a A	15,00 c B	4,46 b C	2,85 b B	0,24 a A
14	TGM/AGP	4,00 a A	3,00 a A	3,00 a A	5,38 c C	3,82 b B	1,57 a A
15	UB1/AGP	3,00 a A	3,00 a A	3,00 a A	5,89 c C	3,29 b B	1,45 a A
16	AJM/GBG	3,00 a A	3,00 a A	9,00 b B	5,26 c C	2,97 b B	0,71 a A
17	UB2/GBG	3,00 a A	3,00 a A	13,50 c B	6,27 c C	3,33 b B	0,54 a A
18	AGP/GBG	12,00 c A	21,00 c B	Tidak berkecambah	1,62 a B	1,48 a B	0,00 a A
19	TGM/GBG	3,00 a A	3,00 a A	3,00 a A	6,05 c B	2,50 a A	1,85 b A
20	UB1/GBG	3,00 a A	3,00 a A	3,00 a A	6,48 c B	3,95 b A	2,96 b A
21	AJM/TGM	3,00 a A	3,00 a A	3,00 a A	7,02 d B	2,76 b A	3,09 b A
22	UB2/TGM	3,00 a A	3,00 a A	3,00 a A	7,73 d C	2,87 b B	1,00 a A
23	AGP/TGM	3,00 a A	3,00 a A	3,00 a A	8,25 d B	2,45 a A	1,96 b A
24	GBG/TGM	5,00 a A	7,00 a A	Tidak berkecambah	1,64 a B	1,18 a B	0,00 a A
25	UB1/TGM	3,00 a A	3,00 a A	3,00 a A	10,00 a A	15,00 a B	17,00 a B

No	Genotipe	Rata-rata jumlah (hari) perkecambahan pada Konsentrasi PEG			Rata-rata Bobot Segar Kecambah (g) pada Konsentrasi PEG		
		0%	5%	10%	0%	5%	10%
		26	AJM/UB1	3,00 a A	15,00 b B	Tidak berkecambah	3,73 b C
27	UB2/UB1	3,00 a A	3,00 a A	5,00 a A	4,64 b B	3,34 b A	3,19 b A
28	AGP/UB1	3,00 a A	3,00 a A	9,00 b B	7,22 d B	3,54 b A	3,04 b A
29	GBG/UB1	3,00 a A	3,00 a A	5,00 a A	5,45 c B	2,99 b A	2,81 b A
30	TGM/UB1	3,00 a A	6,00 a B	9,00 b C	3,82 b B	4,31 b B	2,20 b A
31	AJM	3,00 a A	3,00 a A	3,00 a A	4,96 b C	3,59 b B	2,12 b A
32	AGP	7,00 b B	3,00 a A	3,00 a A	7,96 d C	6,01 c B	2,45 b A
33	GBG	9,00 b A	9,00 a A	9,00 b A	4,13 b B	1,99 a A	1,28 a A
34	TGM	3,00 a A	8,00 a B	7,00 b B	5,03 b B	2,69 a A	2,40 b A
35	UB1	7,00 b B	3,00 a A	3,00 a A	6,56 c B	3,47 b A	3,31 b A
36	UB2	6,00 b A	12,00 b B	16,00 a C	4,78 b B	1,51 a A	1,01 a A
	Min	3,00	3,00	3,00	1,20	1,18	0,00
	Max	12,00	21,00	16,00	8,25	6,34	3,31
	Rata-Rata	3,83	4,61	4,74	5,44	3,12	1,76

Keterangan : (1) AJM = Varietas Anjasmoro, AGP = Varietas Argopuro, GBG = Varietas Grobogan, TGM = Varietas Tanggamus, UB 1 = Galur UB 1 dan UB 2 = Galur UB 2. (2) huruf abjad kapital (*uppercase*) = notasi faktor PEG, huruf abjad kecil (*lowercase*) = notasi faktor genotipe.

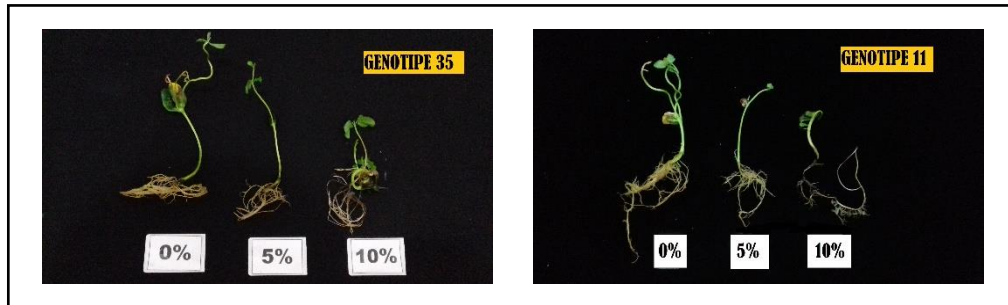
menjadi terbatas sehingga benih tinggi mampu tumbuh dengan baik (Bakthavatchalam, 2016). Fase vegetatif merupakan tahap yang penting untuk pembentukan tanaman sehingga akan cenderung lebih sensitif terhadap cekaman kekeringan. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara genotipe dan konsentrasi PEG terhadap bobot segar kecambah. Pada perlakuan masing-masing konsentrasi PEG dapat dilihat perbedaan yang signifikan pada hasilnya. Konsentrasi kontrol cenderung memiliki rerata bobot segar kecambah yang lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi 5% dan 10%. Konsentrasi 10% memiliki rerata bobot segar paling rendah diantara yang lainnya yaitu hanya mencapai 1,76 gram (Tabel 1).

Pada karakter bobot segar kecambah diketahui sangat menentukan ketahanan suatu genotipe dalam kondisi cekaman kekeringan karena semakin besar nilai yang dihasilkan mengindikasikan bahwa tanaman mampu menyerap air dan makanan dengan baik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Bolat (2014) bahwa semakin besar nilai bobot segar kecambah menunjukkan keadaan tanaman yang mampu menyerap air dan melakukan proses imbibisi dengan baik sehingga tanaman tumbuh dengan baik berbeda dengan tanaman dengan tingkat ketahanan yang rendah. Semakin tinggi cekaman kekeringan makan semakin terbatas pula kemampuan tanaman untuk melakukan penyerapan makanan yang nantinya akan menghambat pertumbuhan tanaman itu sendiri (Gambar 1). Peningkatan dalam cekaman air

mengakibatkan penurunan dalam bobot segar dan bobot kering yang disebabkan oleh penurunan pertumbuhan serta kuantitas karena cekaman air memiliki

dampak yang besar terhadap proses fisiologi dan biokimia tanaman (Bolat, 2014).

Konsentrasi PEG yang semakin tinggi juga mempengaruhi pertumbuhan pada daun. Konsentrasi 10% cenderung memiliki



Gambar 1. Genotipe UB 1 (Gen 35) dan Genotipe Anjasmoro/Argopuro (Gen 11)

waktu yang lama untuk menumbuhkan satu helai daun jika dibandingkan dengan konsentrasi kontrol dan 5%. Cekaman kekeringan diketahui mempengaruhi aktifitas fotosintesis dari suatu tanaman hidup dengan mengganggu keseimbangan energi antara kapasitas menyerap dan menggunakan energi cahaya selama fotosintesis berlangsung. Suplai air yang berkurang juga mempengaruhi sel-sel tanaman sehingga mengakibatkan penyusutan pada sel yang kemudian mengganggu kegiatan pembesaran sel yang berdampak pada perubahan hormon yang dibutuhkan pada proses fisiologi dan biokimia termasuk fotosintesis, respirasi dan translokasi (Hendrati, 2016).

Kondisi cekaman kekeringan pada tanaman juga mempengaruhi proses pemanjangan pada hipokotil dan akar. Tanaman pada kondisi rendahnya suplai air akan menghasilkan pertumbuhan yang cenderung kerdil. Pada kondisi cekaman kekeringan, tanaman akan mengalami penurunan dalam metabolisme giberellin yang mengakibatkan tanaman menjadi kerdil karena respon dari sel ekspansi dan pemanjangan ruas (Litvin, 2016). Beberapa genotipe memiliki cara yang berbeda dalam pengoptimalan penyerapan air, genotipe UB2/Anjasmoro melakukan pemanjangan akar untuk mempertahankan hidup. Diketahui bahwa kondisi kekurangan air akan mempengaruhi peningkatan sintesis hormon Asam absisat (ABA) yang nantinya

akan menghambat kerja hormon auksin dan sitokinin sehingga proses pembelahan sel akan terganggu.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dari 36 genotipe kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) yang diamati, dapat disimpulkan bahwa terjadi variasi respon antar genotipe terhadap konsentrasi PEG yang diberikan. Genotipe yang diduga memiliki kemampuan yang baik dalam menghadapi cekaman kekeringan pada perlakuan 5% adalah genotipe Argopuro / Anjasmoro; UB1 / Anjasmoro; Anjasmoro /UB2; Grobogan / Argopuro; Tanggamus / Argopuro; UB1/ Argopuro; Anjasmoro / Grobogan; UB2 / Grobogan; UB2 / Tanggamus dan UB2. Genotipe yang diduga memiliki kemampuan yang bagus pada perlakuan konsentrasi 10% adalah genotipe UB2 / Anjasmoro; Grobogan / Anjasmoro; Tanggamus / Anjasmoro; Argopuro / UB2; Tanggamus / UB2; UB1 / UB2; Anjasmoro / Argopuro; UB2 / Argopuro; Tanggamus / Grobogan; UB1 / Grobogan; Anjasmoro / Tanggamus; Argopuro / Tanggamus; UB1 / Tanggamus; UB2 / UB1; Argopuro / UB1; Grobogan / UB1; Tanggamus / UB1; Anjasmoro; Argopuro; Grobogan; Tanggamus dan UB1.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahan Pusat Statistik. 2018.** Luas Panen, Produksi dan Produktivitas Kedelai Menurut Provinsi di Indonesia Tahun 2014 – 2018.
- Bakthavatchalam, S. K., P. Muthikrishnan., J. Gokulakrishnan. 2016.** Impact of Osmotic Stress on Seed Germination and Seedling Growth of Thin Mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek) National Academy of Agricultural Science (NAAS). *International Journal of Tropical Agriculture*: 34 (3).
- Bolat, I., M. Dikilitas., S. Ercisli., A. İkinci and T. Tonkaz. 2014.** The Effect of Water Stress on Some Morphological, Physiological, and Biochemical Characteristics and Bud Success on Apple and Quince Rootstocks. *The Scientific World Journal*.
- Ernawanto, Q. D dan T. Sudaryono. 2016.** Rehabilitasi Lahan Marginal dalam Rangka Meningkatkan Produktivitas dan Konservasi Air. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian. Banjarbaru.
- Gaspersz, V. 1995.** Teknik Analisis Dalam Penelitian Percobaan, Jilid 1. Perpustakaan Nasional. Katalog Dalam Terbitan. Bnadung; Tarsito.
- Hamayun, M., S. A. Khan, Z. K. Shinwari, A. L. Khan, N. Ahmad dan I,J, Lee. 2010.** Effect of Polyethylene Glycol Induced Drought Stress On Physio-Hormonal Attributes of Soybean. *Journal of Botany*. 42(2): 977-986.
- Hendrati, R.L., D. Rachmawati., A. C. Pamuji. 2016.** Respon Kekeringan Terhadap Pertumbuhan, Kadar Prolin dan Anatomi Akar *Accacia auriculiformis* Cunn., *Tectona grandis* L., *Alstonia spectabilis* Br., dan *Cedrela odorata* L. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*: 5(2): 123-133.
- Kementrian Pertanian. 2016.** Outlook Komoditas Kedelai 2016. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian; Kementerian Pertanian.
- Khairani, Z., Syamsuddin dan C.T. Ichsan. 2016.** Penggunaan Polyethilen Glycol (PEG-6000) untuk Mengetahui Vigor Kekuatan Tumbuh Benih Kedelai Hitam (*Glycine max*(L). Merrill) pada Kondisi Kekeringan. *Jurnal Ilmial Mahasiswa Pertanian Unsyiah*: 1(1)
- Litvin, A. G., M. W. V. Iersel., A. Malladi. 2016.** Drought Stress Reduces Stem Elongation and Alters Gibberellin-related Gene Expression During Vegetative Growth of Tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 141(6): 591-597.