

ANALISA PERTUMBUHAN VEGETATIF KEDELAI HIBRIDISASI GENOTIPA TAHAN SALIN DENGAN VARIETAS ANJASMORO UNTUK MENDUKUNG PERLUASAN AREAL TANAM DI LAHAN SALIN

ANALYSIS OF THE VEGETATIVE GROWTH OF HIBRIDIZATION SOYBEAN RESISTEN SALIN WITH VARIETIES ANJASMORO TO SUPPORT EXPENSION OF PLANTING AREA IN SALIN LAND

Rosmayati*, Nini Rahmawati, Retno P. Astari dan Fachrina Wibowo

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian USU, Medan- 20155

*Corresponding author : tanjungrosmayati.co.id

ABSTRAK

Peningkatan produksi kedelai perlu terus diupayakan, salahsatunya dengan memanfaatkan lahan marginal seperti tanah salin. Pemuliaan tanaman sangat diperlukan untuk menghasilkan varietas unggul, salah satunya dengan hibridisasi dan seleksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon pertumbuhan vegetatif hasil hibridisasi genotipa kedelai tahan salinitas dengan varietas anjasmoro untuk mendukung perluasan areal tanam di lahan salin. Penelitian ini dilaksanakan di Lahan percobaan Fakultas Pertanian dengan menggunakan media tanam tanah salin dengantingkat salinitas 5-6 mmhos/cm yang dilakukan pada bulan September 2014 sampai dengan Mei 2015. Hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan pertumbuhan vegetatif mulai F1 sampai F2. Penurunan pada F2 sangat berbeda nyata dengan tinggi tanaman, jumlah cabang masing-masing sekitar 33% dan 46%, sedangkan umur berbunga pada 31 hari, lebih cepat 4 hari dibandingkan dengan kondisi optimum. Penurunan kandungan klorofil a, b dan total sebesar masing-masing 26%, 12% dan 7,1%. Namun hanya kandungan klorofil a yang penurunannya berbeda nyata dengan kondisi optimum. Dengan nilai heritabilitas tinggi tanaman, jumlah cabang dan umur berbunga masing-masing 0,2; 0,9; 0,3; menunjukkan adanya potensi genetik tanaman untuk dikembangkan di lahan salin untuk mendukung perluasan areal tanam kedelai di lahan salin.

Kata Kunci: Kedelai, Pertumbuhan Vegetatif, Hasil Hibridisasi, Tahan Salin.

PENDAHULUAN

Kedelai merupakan salah satu bahan pangan potensial yang menjadi salah satu komoditas primadona dan mempunyai nilai gizi cukup tinggi. Produksi kedelai beberapa tahun terakhir mengalami fruktuasi, dimana pada tahun 2012 penurunan produksi kembali terjadi menjadi 843.150 ton dan tahun 2013 produksi kedelai semakin menurun menjadi 780.160 ton yang tidak memenuhi kebutuhan dalam negeri, import kedelai sekitar 1.000.000 ton (Produksi kedelai

dalam hanya dapat memenuhi 35% dari kebutuhan total) (BPS, 2014).

Usaha peningkatan produksi kedelai saat ini menghadapi kendala penurunan areal tanam dan penyusutan lahan subur akibat alih fungsi lahan ke sektor nonpertanian. Optimalisasi penyediaan kedelai dalam negeri berpeluang diarahkan ke lahan suboptimal. Hasil penelitian Akbar (2010), lahan marginal yang dapat dimanfaatkan untuk penanaman kedelai salah satunya adalah lahan salin. Berdasarkan data FAO (2000), total luas lahan salin di dunia 397 juta ha.

Di Indonesia, total luas lahan salin 440.300 ha yang terbagi menjadi lahan agak salin (304.000 ha) dan lahan salin (140.300 ha) (Rachman *et al.* 2007). Namun salinitas menjadi faktor pembatas pertumbuhan kedelai, yang menghambat pertumbuhan melalui penurunan biomassa (Essa and Al-Ani 2001), sehingga menurunkan hasil (Pathan *et al.* 2007). Secara agronomi, strategi untuk menanggulangi permasalahan lahan marginal tersebut dengan memanfaatkan tanaman yang toleran terhadap cekaman salinitas (Utama dkk, 2009). Tetapi upaya penggunaan varietas toleran salinitas hingga saat ini masih terkendala oleh terbatasnya ketersediaan varietas kedelai unggul hasil tinggi dan toleran salinitas.

Pemanfaatan tanah salin menjadi areal pertanian banyak mengalami hambatan. Salinitas adalah konsentrasi garam-garam terlarut dalam jumlah besar yang dapat mempengaruhi pertumbuhan kebanyakan tanaman. Pengaruh salinitas pada tanaman sangat kompleks. Salinitas akan menyebabkan stres ion, stres osmotik dan stres oksidatif (Kusmiyati *et al.*, 2009; Munns *et al.*, 2006). Cekaman salinitas juga menginduksi kerusakan oksidatif pada sel-sel tumbuhan dikatalisis oleh reaktif oksigen spesies (ROS). Berbagai antioksidan non-enzimatik, seperti asam askorbat terjadi pada tanaman telah dilaporkan berperan penting dalam mengurangi efek negatif salinitas terhadap pertumbuhan dan metabolisme tanaman. Secara umum, pengaruh asam askorbat dalam memitigasi dampak buruk dari stres salinitas berasal dari aktivasi beberapa reaksi enzimatik. Selanjutnya, efek positif asam askorbat dalam mengatasi dampak buruk dari stres garam dikaitkan dengan stabilisasi dan perlindungan terhadap pigmen fotosintetik dan organ fotosintesis dari kerusakan oksidatif (Khan *et al.*, 2006).

Dalam hal ini bidang pemuliaan tanaman sangat diperlukan untuk menghasilkan varietas unggul yang toleran salinitas dan berdaya hasil tinggi. Salah

satu strategi pemuliaan tanaman untuk menghasilkan varietas unggul yang toleran salinitas adalah dengan cara persilangan buatan. Persilangan antar tetua yang memiliki perbedaan sifat merupakan salah satu langkah untuk perbaikan karakter suatu tanaman (Barmawi, dkk, 2013).

Dalam persilangan pemilihan tetua merupakan faktor penentu keberhasilan tujuan pemulia. Perbaikan varietas yang dilakukan dipilih tetua jantan dari nomor-individu kedelai turunan varietas grobogan yang telah terdapat gen toleran salinitas (telah di uji secara molekuler) disilangkan tetua betina varietas anjasmoro yang dianggap mempunyai sifat produksi tinggi yaitu sekitar 2,5-3 ton/ha.

Persilangan dilakukan antara nomor-nomor individu kedelai yang terdapat gen toleran salinitas turunan dari varietas grobogan sebagai tetua jantan dengan varietas anjasmoro sebagai tetua betina diharapkan dapat memperbaiki varietas kedelai dengan menggabungkan sifat-sifat genetik unggul yang berasal dari kumpulan induk-induk yang disilangkan, sehingga produktivitas kedelai pada tanah salin meningkat dan memperluas areal penanaman ke lahan marginal.

Salinitas merupakan faktor pembatas produksi tanaman pangan karena dapat menyebabkan penurunan hasil tanaman. Cekaman salinitas dapat menyebabkan penyerapan hara dan pengambilan air terhalang sehingga menyebabkan pertumbuhan abnormal dan terjadi penurunan hasil. Salinitas tanah atau air semakin mendapat perhatian dalam pertanian (Kuruseng dan Farid, 2009).

Cekaman salinitas merupakan cekaman abiotik yang dapat mempengaruhi produktivitas dan kualitas tanaman. Pertumbuhan akar, batang dan luas daun berkurang karena ketidakseimbangan metabolik yang disebabkan keracunan ion Na, Cl, cekaman osmotik, kekurangan hara dan cekaman oksidatif (Munns, *et al.* 2006; Sembiring dan Gani, 2005). Cekaman salinitas meningkat

dengan semakin meningkatnya konsentrasi garam hingga tingkat konsentrasi tertentu yang dapat mengakibatkan kematian tanaman.

Walaupun demikian, menurut Sunarto (2001) upaya untuk mengatasi kondisi tanah salin dapat ditempuh melalui perakitan varietas yang toleran terhadap salinitas atau mengadaptasikan varietas-varietas unggul pada kondisi salin.

Beberapa tanaman mengembangkan mekanisme untuk mengatasi cekaman tersebut seperti perubahan morfologi, fisiologis dan disamping ada pula yang menjadi teradaptasi. Kedelai diklasifikasikan sebagai tanaman yang agak toleran salinitas tergantung dari perbedaan varietas (Katerji, *et.al*, 2000). didukung penelitian Jumberi dan Yufdy (2009) bahwa kedelai salah satu sereal yang semi toleran.

Perkembangan program pemuliaan dalam meningkatkan toleransi terhadap salinitas juga didukung dengan beberapa cara seperti teknik penyaringan (*screening*) yang efisien, identifikasi variabilitas genetik, pewarisan sifat tahan, serta strategi pemuliaan yang tepat untuk memindahkan sifat yang diinginkan (Ashraf dan Akram, 2009; Uddin *et al.*, 2011).

Tingginya konsentrasi garam menyebabkan gangguan pada seluruh siklus hidup kedelai. Tingkat toleransi kedelai pada berbagai varietas kedelai bervariasi menurut tingkat pertumbuhan. Perkecambahan biji kedelai akan terhambat pada konsentrasi garam rendah. Konsentrasi garam yang lebih tinggi secara nyata akan menurunkan persentase perkecambahan. Pengaruh garam pada tahap awal dan penurunan persentase perkecambahan lebih menonjol pada varietas yang sensitif dibandingkan varietas toleran. Sifat-sifat agronomi kedelai sangat dipengaruhi oleh salinitas yang tinggi, diantaranya :

1. Pengurangan tinggi tanaman, ukuran daun, biomassa, jumlah ruas, jumlah

- cabang, jumlah polong, bobot tanaman dan bobot 100 biji

2. Penurunan kualitas biji
3. Penurunan kandungan protein biji
4. Menurunkan kandungan minyak pada biji kedelai
5. Nodulasi kedelai
6. Mengurangi efisiensi fiksasi nitrogen
7. Menurunkan jumlah dan bobot bintil akar (Phang, *et al*, 2008)

Selain menunjukkan gangguan pertumbuhan, respon genotipe kedelai sensitif pada kondisi salin juga terjadi pengurangan laju fotosintesis. Penurunan laju fotosintesis mungkin diakibatkan penutupan stomata yang disebabkan cekaman osmotik atau gangguan induksi garam pada organ-organ fotosintesis (Kao, *et al.* 2006).

Produktivitas kedelai pada umumnya paralel dengan kualitas lingkungan tumbuhnya dan daya hasil kedelai ditentukan oleh beberapa sifat kuantitatif yang saling dinamik. Karakter tanaman yang paling menentukan hasil biji perlu diidentifikasi untuk digunakan sebagai penciri karakter seleksi (Susanto dan Adie, 2004).

Secara umum, varietas kedelai yang toleran garam menunjukkan kemampuan untuk tumbuh dan berproduksi lebih baik dibandingkan dengan varietas yang sensitif (Phang, *et al*, 2008).

Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang analisa pertumbuhan vegetatif yang dapat digunakan sebagai kemampuan tanaman untuk toleran terhadap salinitas dengan konsentrasi NaCl tinggi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Lahan percobaan Fakultas Pertanian USU menggunakan media tanam tanah salin dengan tingkat salinitas 5-6 mmhos/cm yang dilakukan pada bulan September 2014 sampai dengan Mei 2015. Dengan menggunakan metode persilangan kedelai

genotipa tahan salin dengan varietas berdaya hasil tinggi (Anjasmoro).

Penelitian dimulai dari hibridisasi kedelai genotipa tahan salin dengan varietas anjasmoro. Sumber tetua betina diperoleh dari Rahmawati (2013) yang berhasil menyeleksi genotipa tahan salin yang telah di uji secara molekuler. Hasil hibridisasi (F1) ditanam untuk menghasilkan benih F2. Penelitian ini masih sampai generasi kedua yang di tanam pada tanah salin dengan tingkat salinitas 5-6 mmhos/cm.

Pelaksanaan penelitian dimulai dari penentuan lokasi, pengolahan lahan, penanaman, persilangan, pemupukan, pemeliharaan tanaman dan panen.

Analisa pertumbuhan vegetatif dilakukan sampai turunan kedua (F2). Peubah amatan yang diamati yaitu tinggi tanaman (cm), jumlah cabang

Tabel 1. Rataan pertumbuhan vegetatif pada tetua dan hasil hibridisasi kedelai.

Peubah Amatan	Tetua		F1	F2	Opt
	B	J			
Tinggi tanaman (cm)	56,7	60,6	40,2*	58,8*	61,1
Jumlah cabang (cabang)	3,6	3,3	2,9*	2,3**	4,3
Umur berbunga (hari)	35	34,7	32,3*	31**	35,3

Ket: (**) berbeda nyata pada α 0,01; (*) berbeda nyata pada α 0,05 menggunakan analisis uji t.

Pengamatan menunjukkan terjadi penurunan pertumbuhan vegetatif mulai F1 sampai F2. Pertumbuhan pada F1 terlihat berbeda nyata dibandingkan dengan kondisi optimum pada semua peubah amatan. Begitu pula pada F2 terjadi penurunan yang sangat berbeda nyata dengan penurunan, tinggi tanaman, jumlah cabang sekitar dan umur berbunga secara berurut sekitar 33%, 46% dan 2% dibandingkan dengan kondisi optimum.

Pada F2 yang ditanam di lahan salin menunjukkan perubahan umur berbunga yaitu 31 hari, lebih cepat sekitar 4 hari dibandingkan dengan kondisi optimum. Hal ini menunjukkan respon tanaman yang mempercepat siklus

(cabang), umur berbunga (hari), klorofil a, klorofil b dan total klorofil dengan menggunakan metode Henry dan Grime (1993). Data dianalisa menggunakan uji T dan menghitung dugaan nilai heritabilitas hasil persilangan tersebut pada turunan kedua (F2).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Vegetatif Kedelai Hasil Hibridisasi

Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan pertumbuhan vegetatif padaturunan hibridisasi kedelai genotipa tahan salin dengan varietas Anjasmoro untuk setiap peubah amatan mulai dari turunan pertama sampai turunan kedua (Tabel 1).

Penurunan lebih tinggi terlihat pada rata-rata pertumbuhan vegetatif F2.

hidupnya untuk dapat bertahan hidup pada lahan salin tersebut.

Pertumbuhan vegetatif kedelai di lahan salin menunjukkan tinggi tanaman dan jumlah cabang yang lebih rendah dibanding optimum masing-masing sebesar 58,8 cm dan 2,3 cabang. Phang *et al.* (2008) juga menjelaskan sifat-sifat agronomi kedelai sangat dipengaruhi oleh salinitas yang tinggi, di antaranya pengurangan tinggi tanaman, ukuran daun, biomassa, jumlah ruas, jumlah cabang, dan bobot 100 biji.

Hasil persilangan yang ditanam di lahan salin diketahui lebih cepat berbunga dibandingkan kondisi optimum, berbunga pada umur 31 hari. Hal ini menunjukkan bahwa adanya mekanisme *escape* pada

kedelai yang ditanam pada tanah salin. Mekanisme *escape* adalah kemampuan tumbuhan untuk menyelesaikan siklus hidupnya sebelum mengalami cekaman yang sangat ekstrim. Mekanisme yang biasa dilakukan adalah dengan berbunga

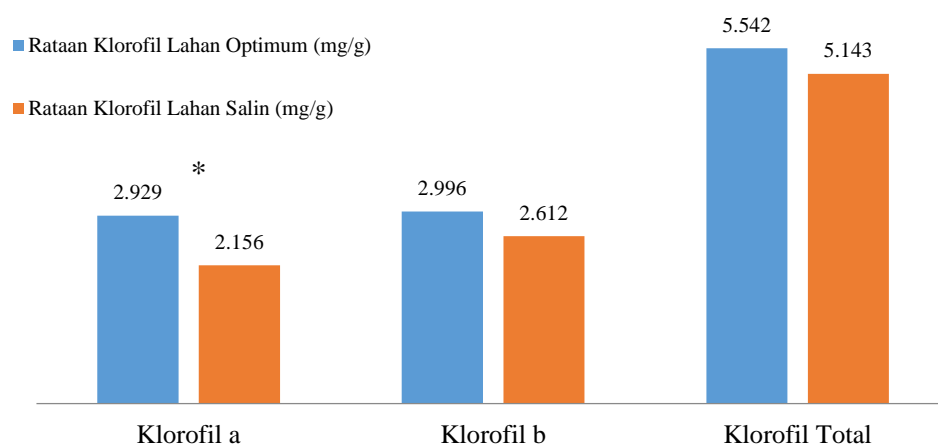
Kandungan Klorofil Daun (mg/g)

Pengukuran kandungan klorofil daun kedelai pada kondisi penanaman di lahan salin (F2) dibandingkan dengan kondisi optimum. Hasil rata-rata

dan berbuah lebih awal (Mooney *et al.*, 1997). Semakin cepat tanaman kedelai berbunga dan panen menunjukkan kedelai tersebut tidak mampu mengatasi cekaman salinitas yang dialaminya.

menunjukkan adanya penurunan kandungan klorofil a, b dan total klorofil, namun pada penanaman di kondisi salin hanya penurunan klorofil a yang berbeda nyata dengan penanaman di kondisi optimum (Gambar 1.).

Analisa Klorofil Daun



Ket: (*) berbeda nyata pada α 0,05 menggunakan analisis uji t.

Gambar 1. Perbandingan rata-rata klorofil daun kedelai F2 di lahan salin dengan kondisi optimum

Kandungan klorofil a, b dan total pada daun kedelai mengalami penurunan saat penanaman di lahan salin. Penurunan klorofil a, b dan total secara berurutan masing-masing 26%, 12% dan 7,1% dibandingkan dengan kondisi penanaman di lahan optimum. Essa dan Al-Ani (2001) menjelaskan bahwa genotipe kedelai memiliki respon yang beragam terhadap peningkatan salinitas. Penurunan kandungan klorofil a dan b telah diteliti sejalan dengan kondisi salinitas. Menurut (Zhang *et al.*, 2003) Pada tumbuhan, stres oksidatif dan tanda-tanda penuaan termasuk degradasi klorofil dan protein serta penurunan permeabilitas membran akan mengakibatkan penurunan kapasitas fotosintesis.

Penurunan kandungan klorofil daun pada kondisi salin juga dapat menjadi salah satu mekanisme tanaman untuk bertahan pada kondisi salin. Reddy dan Vora (1986) menyatakan penurunankandungan pigmen tanaman diduga disebabkan ketidakstabilan protein dan degradasi klorofil yang disebabkan klorofilase dan enzim degradasi klorofil.

Namun pada penelitian penanaman di lahan salin bahwa penurunan kandungan klorofil hanyaterdapat pada kandungan klorofil a sebesar 2,156 mg/g berbeda nyata dengan kandungan klorofil a pada kondisi optimum yaitu sebesar 2,929 mg/g. Hasil persilangan ini menunjukkan adanya kemampuan tanaman untuk melindungi degradasi klorofil akibat cekaman salin. Sevengor *et al.* (2011) juga

menjelaskan bahwa pada genotipe toleran salinitas, kandungan klorofil dilindungi oleh tingginya aktivitas enzim antioksidan yang mencegah degradasi klorofil.

Dugaan Nilai Heritabilitas

Heritabilitas merupakan salah satu pertimbangan paling penting dalam kegiatan pemuliaan tanaman. Heritabilitas Tabel 2. Nilai ragam setiap turunan dan nilai heritabilitas F2.

Peubah amatan	σ^2_P	σ^2_{F1}	σ^2_{F2}	H	Kriteria
Tinggi tanaman (cm)	0,3	0,1	0,3	0,2	Sedang
Jumlah cabang (cabang)	15,3	3,7	7,1	0,9	Tinggi
Umur berbunga(hari)	0,3	1,3	1	0,3	Sedang

Ket: H = heritabilitas, kriteria; tinggi= $H > 0,5$; sedang= $0,2 \leq H \leq 0,5$; rendah= $H < 0,2$.

Nilai heritabilitas jumlah cabang dalam kriteria tinggi, sedangkan untuk karakter tinggi tanaman dan umur berbunga dengan nilai heritabilitas sedang. Hal ini menunjukkan faktor genetik lebih dominan mengendalikan karakter-karakter tersebut. Roy (2000) menyatakan bahwa keberhasilan seleksi sangat ditentukan oleh adanya keragaman yang dikendalikan faktor genetik.

Hasil menunjukkan pada F2 dengan nilai dugaan heritabilitas tinggi pada jumlah cabang sebesar 0,9. Hal ini menunjukkan bahwa karakter tinggi tanaman lebih dipengaruhi oleh faktor genetik dibandingkan dengan pengaruh lingkungan. Marquez-Ortiz *et al.*, (1999) menyatakan nilai heritabilitas tinggi berarti bahwa faktor genetik lebih besar pengaruhnya daripada faktor lingkungan.

Jumlah cabang merupakan karakter yang sangat mempengaruhi produksi kedelai. Semakin banyak jumlah cabang diketahui semakin tinggi pula produksi. Pada penelitian ini diketahui nilai heritabilitas jumlah cabang dalam kriteria tinggi, menunjukkan adanya potensi tanaman untuk dikembangkan untuk penanaman di lahan salin. Hal ini karena jumlah cabang yang pada F2 dari hibridisasi genotipa tahan salin dengan varietas anjasmoro ini lebih dipengaruhi

merupakan perbandingan antara ragam genetik terhadap ragam fenotipik. Ragam fenotipik dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan.

Nilai heritabilitas menunjukkan proporsi genetik dan lingkungan terhadap fenotip tanaman. Pada penelitian ini diketahui nilai heritabilitas tanaman yang beragam (Tabel 2.).

oleh faktor genetik dibandingkan faktor lingkungan. Ceccarelli *et al.* (2007) menyarankan agar seleksi pada lingkungan bercekaman dilakukan di lingkungan target sehingga dapat memaksimalkan ekspresi gen-gen yang mengendalikannya hasil maupun daya adaptasi tanaman.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan masih terjadi penurunan pertumbuhan vegetatif mulai F1 sampai F2 yang disebabkan perubahan tingkat salinitas tanah. Kandungan klorofil a, b dan total pada kedelai F2 yang ditanam pada tanah salin dengan DHL 5 – 6 mmhos/cm lebih rendah dibandingkan kondisi optimum, walaupun tidak berbeda nyata pada kandungan klorofil b dan total.

Nilai heritabilitas pada peubah amatan pertumbuhan vegetatif termasuk tinggikan sedang yang menunjukkan adanya potensi genetik tanaman untuk dikembangkan di lahan salin untuk mendukung perluasan areal tanam kedelai di lahan salin.

DAFTAR PUSTAKA

- Acquaah, G. 2007. Principles of Plant Genetics and Breeding. Blackwell Publishing. United Kingdom.
- Aghaleh, M and V. Niknam. 2006. Effect of salinity of some physiological and biochemical parameters in explants of two cultivars of soybean (*Glycine max* L.). Journal of Phytology 1 (2) : 86 – 94
- Akbar, Rizki . 2010. *Penapisan Beberapa Varietas Kedelai (Glycine max L.Merril.) Terhadap Beberapa Konsentrasi Garam NaCl Secara Kultur In-Vitro* (On-line). <http://repository.usu.ac.id/bitstream/diakses> tanggal 13 Maret 2014.
- Ashraf, M and M.R. Foolad. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany 59: 207–216.
- Badan Pusat Statistik. 2014. *Produksi Kedelai* (On-line). http://www.bps.go.id/tnmn.pg_n.php diakses tanggal 2 Maret 2014.
- Barmawi, M., Yushardi, A. dan Sa'diyah, N., 2013. Daya Waris dan Harapan Kemajuan Seleksi Karakter Agronomi Kedelai Generasi F2 Hasil Persilangan Antara *Yellow Bean* Dan *Taichun.J.* Agrotek Tropika 1 (1): 20-24.
- Ceccarelli, S., Erskine, W., Humblin, J. and Brando, S. 2007. Genotype by environment interaction and international breeding program. <http://www.icrisat.com>.
- Essa, T.A. and D.H. Al-Ani. 2001. Effect of salt stress on the performance of six soybean genotypes. Pakistan J. of Biological Sci. 4 (2):175-177.
- FAO. 2000. Extent and causes of salt-affected soils in participating countries. 193.43.36.103/ag/AGL/agll/spush/topic2.htm (akses 13 Maret 2014).
- Jumberi, A dan Yufdy, M.P. 2009. Potensi Penanaman Tanaman Serealia Dan Sayuran Pada Tanah Terkena Dampak Tsunami. www.adaptability-of-rice-on-tsunami-affected-soil. Diakses tanggal 08 Maret 2009).
- Kao, W.Y., T.T. Tsai, H.C. Tsai, and C. N. Shih. 2006. Response of three Glycine species to salt stress. Environmental and Experimental Botany 56 (2006) : 120 – 125.
- Khan, A., Ahmad, M.S.A., Athar, H.U. and Ashraf, M. 2006. Interactive Effect of foliarly applied ascorbic acid and salt stress on wheat (*Triticum aestivum* L.) at the seedling stage. *Pakistan Journal of Botany*, 38 (5) : 1407 - 1414.
- Kusmiyati, F., Purbajanti, E.D. dan Kristanto, B.A. 2009. Karakter Fisiologis, Pertumbuhan dan Produksi Legum Pakan pada Kondisi Salin. Seminar Nasional Kebangkitan Peternakan. Semarang
- Katerji, N. J.W. van Hoorn, A. Hamdy, and M. Mastorilia. 2000. Salt tolerance classification of crops according to salinity and to water stress day index. Agricultural Water Management 43 (2000) : 99-109
- Kuruseng, M.A. dan M. Farid. 2009. Analisis Heritabilitas Tanaman Jagung Tahan Salinitas dan Kekeringan Hasil Induksi Mutasi dengan Sinar Gamma. Jurnal Agrisistem. Vol 5.No.1.
- Marquez-Ortiz, J.J., Lamb, J.F.S., Johnson, L.D., Barnes, D.K. and Stucker, R.E. 1999. Heritability of crown traits in alfalfa. *Crops Science*, 39: 38-43.
- Mooney, H.A., Percy, R.W. and Ehleringer, J. 1997. Plant physiological ecology today. *Bioscience*, 37 : 18–20.
- Munns, R., R.A. James, and A. Lauchli. 2006. Approaches to Increasing the salt tolerance of wheat and other

- cereals. J. Exp.Bot 57 (5) : 1025 – 1043.
- Phang, T.H., G. Shao and H.M. Lam. 2008. Salt tolerance in Soybean. Journal of Integrative Plant Biology 50 (10) : 1196-1212.
- Rachman, A., IGM. Subiksa, dan Wahyunto. 2007. Perluasan areal tanaman kedelai ke lahan suboptimal. Kedelai: Teknik produksi dan pengembangan, p.185-226. Puslitbangtan, Bogor.
- Rahmawati, N, dan Rosmayati. 2010. Penapisan varietas kedelai (*Glycine max* L. Merrill) toleran cekaman salinitas. Program Doktor Ilmu Pertanian. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Reddy, M.P. and Vora, A.B. 1986. Changes in pigment composition. Hill reaction activity and saccharides metabolism in bajra (*Penisetum typhoides* S & H) leaves under NaCl salinity. Photosynthetica 20: 50-55.
- Roy, D. 2000. Plant breeding: Analysis and exploitation of variation. Narosa Publishing House Calcutta.
- Sevengor, S., Yasar, F., Kusvuran, S. dan Ellialtioglu, S. 2011. The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, lipid peroxidation and antioxidative enzymes of pumpkin seedling. African Journal of Agricultural Research 6(21) : 4920-4924
- Steel, R.G.D. dan J.H. Torrie. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistika Suatu Pendekatan Biometrik. Terjemahan Ir. Bambang Sumantri. IPB Press. Bogor.
- Turan, S., Cornish, K. and Kumar, S. 2012. Salinity tolerance in plants: Breeding and genetic engineering. Australian Journal of Crop Science 6 (9) : 1337-1348
- Yuniati, R. 2004. Penapisan Galur Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Toleran terhadap NaCl untuk Penanaman di Lahan Salin. Makara Sains Vol. 8 No. 1 : 21 – 24.
- Zhang, S., Weng, J., Pan, J., Tu, T., Yao, S. and Xu, C. 2003. Study on the photogeneration of superoxide radicals in photosystem II with EPR spin trapping techniques. Photosynth Research 75 : 41–48.