

ANALISIS PERTUMBUHAN JAGUNG UNGU (*Zea mays* L.) TERHADAP CEKAMAN SALINITAS PADA FASE VEGETATIF

Analysis of purple corn growth on salinity stress in the vegetative phase

Aqidatul Izzah¹⁾, Fathurrahman²⁾, Jeki²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu
Email : aqidaizzah@gmail.com

²⁾Staf Dosen Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Palu Jl. Soekarno-Hatta Km 9,
Tondo-Palu 94118, Sulawesi Tengah. Telp. 0451-429738, Email : fathurrahman.untad@gmail.com Email :
ekmir86@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this study was conducted to assess the impact on corn purple salinitas vegetative phase in different nacl with various concentration . The research commenced in august and october 2020 in the Green House, Garden Faculty of Agriculture, Tadulako University, Palu City, Central Sulawesi Province. This research was arranged using a Completely Randomized Design (CRD) .The results of research and observation shows that in high level salinity 5.500 ppm having negative impacts on salinity stress on corn purple resulted in greenish leaves. The corn plant purple salt NaCl impact good to ratio roots header but do not affect good to Net Assimilation Rate, Relative Growth Rate, leaves and Leaf Area Ratio

Key Words : Salinity, Purple Corn, NaCl.

ABSTRAK

Tujuan penelitian dilakukan untuk mengkaji dampak salinitas pada jagung ungu pada fase vegetatif dengan berbagai konsentrasi NaCl yang berbeda. Penelitian dimulai pada bulan Agustus sampai Oktober 2020 di Green House, Kebun Akademik Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Kota Palu, Sulawesi Tengah. Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Hasil penelitian dan pengamatan menunjukkan bahwa pada tingkat salinitas tinggi konsentrasi 0.55% yang memiliki dampak buruk akibat cekaman salinitas terhadap jagung ungu sehingga berdampak pada Kehijauan Daun. Pemberian perlakuan garam NaCl pada tanaman jagung ungu memberikan pengaruh nyata pada Nisbah Akar Tajuk namun tidak berpengaruh nyata pada Laju Asimilasi Bersih, Laju Pertumbuhan Nisbah, Kehijauan daun dan Nisbah luas daun.

Kata Kunci: Salinitas, Jagung Ungu, NaCl.

PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan salah satu tanaman pangan yang penting hingga saat ini, sebagian penduduk Indonesia menjadikan jagung makanan pengganti beras. Jagung merupakan salah satu komoditas pertanian yang ekonomis serta berpeluang untuk dikembangkan karena mempunyai pengaruh yang besar terhadap kestabilan ekonomi (Dachlan *et al*, 2013).

Salah satu varietas jagung yang masih belum populer di Indonesia ialah jagung ungu. Jagung ungu memiliki kandungan antosianin yang memiliki banyak manfaat bagi kesehatan manusia. Antosianin merupakan salah satu senyawa hasil metabolisme sekunder yang paling melimpah sebagai pigmen warna pada tumbuhan (Grotewold, 2006).

Import jagung pada tahun 2006 mencapai 1,6 juta ton karena kebutuhan jagung mengalami peningkatan sebesar 10-15% tiap tahunnya. Hal ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan import jagung tahun 2005 yang mencapai 400.000 ton, sehingga diperkirakan semakin besar pada tahun-tahun berikutnya walaupun produksi jagung itu meningkat. Peningkatan dalam produksi jagung memicu adanya hambatan dalam peningkatan produksi salah satunya ialah berkurangnya lahan-lahan yang subur sesuai kondisi pertanaman jagung yang mengalami alih fungsi lahan menjadi kawasan industri serta pemukiman yang menyebabkan lahan produktif pertanian semakin hari makin berkurang (Nasution, 2006).

Apabila lahan subur telah beralih fungsi untuk kebutuhan lain maka pemerintah memiliki pilihan lain yaitu menggarap lahan-lahan marginal dengan berbagai permasalahan cekaman lingkungan. Setiap tahunnya lahan irigasi pertanian ditinggalkan akibat salinitas. Sekitar 20% dari seluruh lahan pertanian dunia dan 50% lahan beririgasi yang dipengaruhi oleh salinitas (FAO, 2005).

Cekaman salinitas mempengaruhi pertumbuhan dalam lingkup fisiologis

tanaman serta biokimia seperti proses fotosintesis dan berbagai komponen klorofil. Salinitas mampu menurunkan produksi tanaman serta pada tingkat konsentrasi yang tertentu dapat mengakibatkan tanaman akan mengalami kematian. Tanaman jagung salah satunya cukup sensitif terhadap cekaman salinitas (Rossy and Triono, 2017).

Kadar NaCl dalam tanah selalu diasosiasikan dengan salinitas. Adanya kadar salinitas terlarut pada tanah menyebabkan proses fotosintesis tanaman terganggu. Secara umum, adanya garam terlarut pada tanah dapat menaikkan tekanan potensial osmotik pada akar. Sehingga tanaman jagung yang terkena cekaman salinitas akan mengakibatkan naiknya tekanan osmotik pada akar tanaman jagung. Hal tersebut nantinya dapat menurunkan jumlah air yang diambil oleh akar tanaman. Rendahnya jumlah air yang dapat digunakan oleh tumbuhan mengakibatkan tanaman jagung tidak dapat memecah molekul air menjadi O₂ untuk proses fotosintesis. O₂ diperlukan tanaman untuk melakukan proses metabolisme. Dengan sedikitnya O₂ maka proses metabolisme tanaman akan terganggu sehingga pertumbuhan tanaman terhambat (Mc Kersie and Leshem, 2005).

Dengan luasnya lahan salin di Indonesia, maka penelitian ini mengambil judul “**Analisis Pertumbuhan Jagung Ungu Terhadap Cekaman Salinitas pada Fase Vegetatif.**” Yang bertujuan untuk mengkaji dampak salinitas terhadap jagung ungu pada fase vegetatif dengan berbagai konsentrasi NaCl yang berbeda.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Kebun Akademik Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Kecamatan Mantikulore, Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah. Waktu penelitian dimulai dari bulan Agustus sampai Oktober 2020.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari gelas ukur, mistar,

meteran, alat tulis, kertas label, kamera, oven, timbangan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari benih jagung ungu srikandi 1 dan Larutan NaCl.

Desain Penelitian. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor. Faktor yang diujikan adalah konsentrasi NaCl, varietas yang diuji adalah varietas Srikandi 1. Yang terdiri dari empat taraf konsentrasi NaCl yaitu : P0 = Tanpa NaCl ; P1 = 0.15 % (Salinitas Rendah) ; P2 = 0.35% (Salinitas Sedang) ; P3 = 0.55% (Salinitas Tinggi). Setiap perlakuan diulang sebanyak lima kali sehingga memperoleh 20 unit percobaan. Masing-masing memiliki 2 tanaman korban sehingga diperoleh 40 unit tanaman.

Pelaksanaan Penelitian. Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahap yaitu :

Persiapan Benih. Benih jagung ungu yang telah direndam menggunakan air terlebih dahulu selama 6 jam. Perendaman ini berfungsi untuk mengetahui benih mana yang bagus dan benih yang rusak.

Persiapan Media Tanam. Tanah yang berasal dari Kebun Akademik Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Kecamatan Mantikulore, Kota Palu. Tanah yang diperoleh sebelumnya terlebih dahulu dianalisis untuk mengetahui kandungan pH tanah. Media tanam yang akan digunakan pada penelitian menggunakan ember. Sebelum digunakan, tanah dikeringkan sampai berat stabil, kemudian diisikan tanah sebanyak 12,5 kg pada ember.

Penanaman. Benih jagung ungu yang telah diseleksi yang direndam selama 6 jam ditanam pada media yang telah disiapkan. Setiap media ditanami 2 benih jagung.

Pembuatan Larutan NaCl. Pembuatan larutan NaCl dibuat dengan melarutkan garam (NaCl) pada air dengan volume 1 liter. Untuk konsentrasi rendah dengan garam massa 0.15 %, untuk konsentrasi sedang sebanyak 0.35% dan untuk konsentrasi tinggi sebanyak 0.55%.

Penyiraman Perlakuan Cekaman Salinitas. Pemberian perlakuan cekaman

salinitas dengan 4 taraf yaitu tanpa NaCl, NaCl 0.15%, NaCl 0.35% dan NaCl 0.55% dilakukan pada saat memasuki fase vegetatif awal (23 HST) dan penyiraman dilakukan hanya 1 sekali, hal ini dikarenakan menurut Suwignyo (2011) pemberian perlakuan salinitas pada fase vegetatif bertujuan untuk meningkatkan adaptasi tanaman terhadap salinitas.

Pemeliharaan. Pemeliharaan meliputi penyiraman. Penyiraman dilakukan sesuai dengan kapasitas yang telah ditentukan dalam volume air sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Variabel Pengamatan. Variabel yang diamati pada penelitian meliputi :

Laju Asimilasi Bersih (Net Assimilation Rate). Dartius (2005) Menyatakan berat tanaman pada satuan luas daun dalam waktu tertentu. Diukur pada saat masa vegetatif jagung menggunakan rumus :

$$LAB = \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1} \times \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{A_2 - A_1} \text{ g/cm}^2 / \text{minggu}$$

Keterangan :

- W = Berat Kering
- ln = Logartima Alam
- LA = Luas Daun
- T = Waktu

Laju Pertumbuhan Nisbih (Relative Growth Rate). Dartius (2005) Kemampuan tanaman menghasilkan bahan kering hasil asimilasi tiap satuan bobot kering awal tiap satuan waktu (g/g/minggu). Dengan rumus :

$$LPN = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{T_2 - T_1} \text{ g/g/ minggu}$$

Keterangan :

- W₂ = Berat kering tanaman T₂
- W₁ = Berat kering tanaman waktu T₁
- T₂ - T₁ = Interval waktu (Dartius, 2005)

Kehijauan daun. Dilihat pada daun mana yang paling banyak mengandung klorofil yang dilakukan pada lima daun tanaman yang diuji. Pengukuran dilakukan pada saat berumur 57 HST. Pengukuran kadar klorofil menggunakan klorofil meter.

Nisbah luas daun (*Leaf Area Ratio*). Suatu perubahan pertumbuhan yang dapat digunakan untuk mencerminkan morfologi tanaman. Yaitu hasil bagi dari luas daun dengan berat kering total tanaman.

$$LAR = \frac{La}{W} \text{ dm}^2 / \text{g}$$

Keterangan :

L_A = Luas Daun

W = Berat kering

Nisbah Akar Tajuk. Dihitung pada saat tanaman jagung telah dioven pada suhu 80° dan diukur pada saat tanaman berumur 60 HST dengan menggunakan rumus:

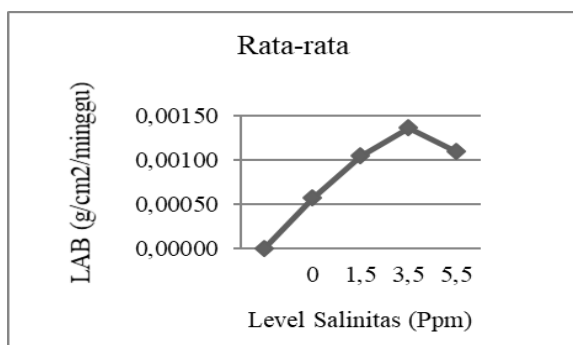
$$\text{Nisbah Akar Tajuk} = \frac{\text{Berat kering akar}}{\text{Berat kering tajuk}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

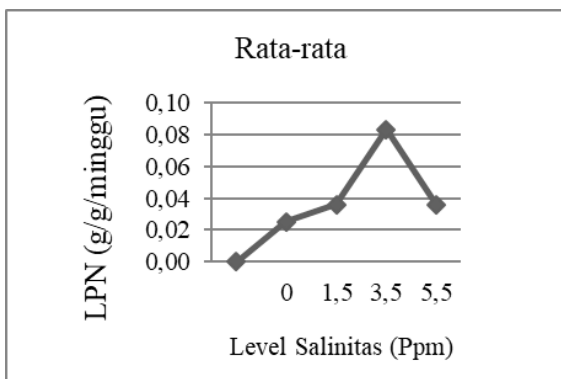
Laju Pertumbuhan Nisbah. Hasil data sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi NaCl tidak berpengaruh nyata pada pengamatan laju asimilasi bersih, disajikan grafik pada Gambar 1.

Menunjukkan bahwa rata-rata laju asimilasi bersih jagung ungu relatif lebih tinggi pada konsentrasi 0.35% sebesar 0.00136g/cm²/minggu sedangkan rata-rata laju asimilasi terendah terdapat pada kontrol (salinitas rendah) sebesar 0.00057 g/cm²/minggu.

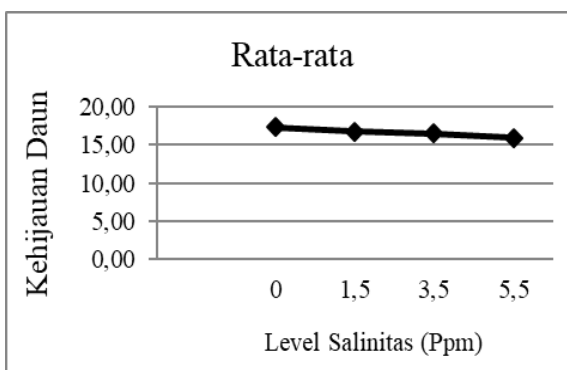
Laju Perumbuhan Nisbah. Hasil data sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi NaCl tidak berpengaruh nyata pada pengamatan laju pertumbuhan nisbah. Disajikan grafik pada Gambar 2.



Gambar 1. Rata-rata Laju Asimilasi Bersih Jagung Ungu pada Berbagai Konsentrasi NaCl



Gambar 2. Rata-rata Laju Pertumbuhan Nisbah Jagung Ungu pada Berbagai Konsentrasi NaCl.



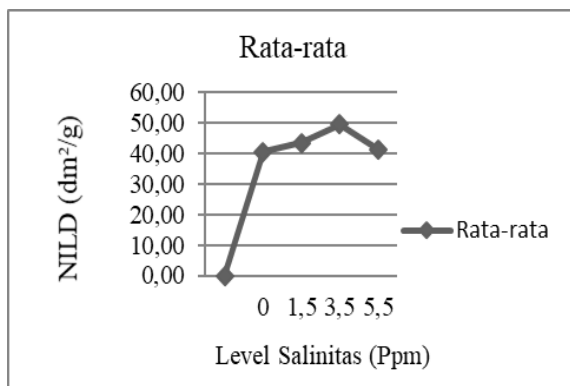
Gambar 3. Rata-rata Kehijauan Jagung Ungu pada Berbagai Konsentrasi NaCl

Menunjukkan bahwa rata-rata laju pertumbuhan nisbah relatif lebih tinggi pada konsentrasi 0.35% ppm sebesar 0.08 g/g/minggu sedangkan rata-rata laju pertumbuhan nisbah terendah terdapat pada perlakuan kontrol sebesar 0.03 g/g/minggu.

Kehijauan Daun. Hasil data sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemberian konsentrasi NaCl tidak berpengaruh nyata terhadap klorofil daun, disajikan grafik pada Gambar 3.

Menunjukkan bahwa rata-rata kehijauan daun relatif tinggi pada perlakuan tanpa NaCl sebesar 17.37 sedangkan rata-rata kehijauan daun terendah pada konsentrasi 0.55% yaitu 15.97.

Nisbah Luas Daun. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemberian konsentrasi NaCl tidak memberikan pengaruh nyata terhadap nisbah luas daun, disajikan pada grafik Gambar 4.



Gambar 4. Rata-rata Nisbah Luas Daun Jagung Ungu pada Berbagai Konsentrasi NaCl

Tabel 1. Rata-rata Nisbah Akar Tajuk pada Berbagai Konsentrasi NaCl

Perlakuan	Rata-rata	BNJ5%
Kontrol	7.25 ^{ab}	0.80%
Konsentrasi Rendah	9.88 ^b	
Konsentrasi Sedang	3.60 ^a	
Konsentrasi Tinggi	5.70 ^{ab}	

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda pada uji BNJ taraf 5%.

Menunjukkan bahwa hasil rata-rata nisbah luas daun relatif lebih tinggi pada konsentrasi 0.35% sebesar 49.62 dm²/g sedangkan rata-rata laju pertumbuhan nisbah terendah terdapat pada perlakuan kontrol yaitu 40.58 dm²/g.

Nisbah Akar Tajuk. Sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian konsentrasi NaCl berpengaruh nyata pada pengamatan nisbah akar tajuk. Rata-rata nisbah akar tajuk disajikan pada Tabel 1.

Menunjukkan bahwa level salinitas yang berbeda menghasilkan dampak yang berbeda pada parameter nisbah akar tajuk. Perlakuan konsentrasi 0.15% menunjukkan nilai nisbah akar tajuk tertinggi yaitu sebesar 3.20, tetapi tidak berbeda nyata dengan kontrol dan konsentrasi 0.55%, namun berbeda nyata dengan konsentrasi 0.35% yang menunjukkan nilai nisbah akar tajuk paling rendah yaitu sebesar 1.99.

Pembahasan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian berbagai tingkat salinitas berpengaruh nyata terhadap pengamatan nisbah akar tajuk. Tanaman jagung ungu mendistribusikan bobot kering yang paling sedikit pada perakaran salinitas rendah dan mendistribusikan bobot kering paling banyak pada perakaran ketika tercekam salinitas sedang (Tabel 1). Hal tersebut diduga tanaman jagung mengalami penghambatan proses pembentukan akar yang terjadi akibat akumulasi garam NaCl pada perakaran, sehingga pH menurun akibatnya mempengaruhi penyerapan unsur hara di dalam tanah dan menyebabkan pertumbuhan vegetatif tanaman menjadi terganggu. Sesuai dengan pendapat Suriadikarta (2005), yang menyatakan bahwa meningkatnya kadar garam dalam tanah menyebabkan bertambahnya kelarutan Na, Ca, Mg dan Mn sedangkan kelarutan K dan pH tanah cenderung menurun.

Amira (2015) juga menuturkan ketersediaan garam NaCl dalam jumlah banyak di dalam tanah akan mengakibatkan menurunnya pengambilan air oleh tanaman serta mengganggu proses metabolisme. Penurunan berat rata-rata terjadi pada konsentrasi yang mengindikasikan tajuk dan akar tanaman jagung ungu lebih sensitif pada salinitas sedang 0.35%. Penurunan berat tajuk akar terjadi disebabkan adanya pengaruh cekaman osmotik.

Cekaman salinitas menghambat penyerapan air oleh akar tanaman karena potensial osmotik larutan tanah meningkat, sehingga tanaman akan mengalami kekeringan fisiologis, tekanan turgor menurun yang menyebabkan stomata tertutup sehingga pasokan CO₂ untuk proses fotosintesis berkurang dan mengakibatkan penurunan laju fotosintesis (Ondrasek *et al.* 2009). Cekaman salinitas juga menyebabkan kerusakan klorofil (Hamayun *et al.* 2010), Sehingga menurunkan laju fotosintesis. Penurunan laju fotosintesis

menyebabkan fotosintat berkurang yang mengakibatkan penurunan berat bahan akar tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi NaCl yaitu tanpa kontrol, 0.15% (konsentrasi rendah), 0.35% (konsentrasi sedang) dan 0.55% (konsentrasi tinggi) tidak berpengaruh nyata terhadap pengamatan laju asimilasi bersih, laju pertumbuhan nisbih, kehijauan daun dan nisbah luas daun. Tetapi pada konsentrasi tinggi 0.55% pada pengamatan kehijauan daun mengalami penurunan rata-rata yaitu 15.97 (Gambar 3). Hal tersebut diduga mengalami kekurangan unsur hara N yang sangat dibutuhkan pada tanaman jagung.

Konsentrasi garam yang meningkat pada tanah akan menyebabkan ketidakseimbangan hara, toksisitas ion dan cekaman oksidatif, selain itu akan menurunkan kemampuan tanaman untuk menyerap air dan mengurangi kemampuan fotosintesis sehingga mempengaruhi proses metabolisme (Kristiono, *et al*, 2013). Penyerapan unsur Na yang berlebih menyebabkan penurunan penyerapan air dan kalium (K). Unsur Kalium (K) yang berkurang akan menyebabkan aktivitas enzim seperti nitrat reduktase yang mengubah NO₃ menjadi NH₃ akan menurun (Hu and Schmidhalter, 2005). Mazher *et al*. (2007) juga menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman dibatasi oleh penurunan laju fotosintesis secara berlebihan akibat serapan garam.

Penurunan kadar kehijauan daun cekaman salinitas tinggi 5.500 ppm diduga karena kerusakan fungsi seluler klorofil akibat akumulasi garam yang tinggi sehingga kadar kehijauan daun mengalami penurunan. Gangguan pembentukan klorofil juga terjadi pada tanaman yang mengalami penurunan serapan Nitrogen total sebagai unsure utama dalam pembentukan klorofil seiring dengan peningkatan kadar salinitas (Pessaraki, 1994).

Pada perlakuan cekaman salinitas konsentrasi tinggi 0.55% ppm diduga belum

mempengaruhi bobot kering tanaman pada rata-rata laju asimilasi bersih, laju pertumbuhan nisbih, nisbah luas daun (Gambar 1, Gambar 2, Gambar 4) hal tersebut diduga karena tanaman jagung belum merespons pemberian konsentrasi NaCl. Tanaman mempunyai ketahanan yang berbeda terhadap keberadaan garam dalam tanah (Hayuningtyas, 2010). Salinitas juga menekan proses pertumbuhan tanaman dengan efek yang menghambat pembesaran dan pembelahan sel, produksi protein serta penambahan biomassa tanaman. Tanaman yang mengalami stress garam umumnya tidak menunjukkan respon dalam bentuk kerusakan langsung tetapi pertumbuhan yang tertekan dan perubahan secara perlahan (Simbolon *et al*, 2013).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan.

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah : Pemberian perlakuan garam NaCl pada tanaman jagung ungu memberikan pengaruh nyata pada Nisbah Akar Tajuk namun tidak berpengaruh nyata pada Laju Asimilasi Bersih, Laju Pertumbuhan Nisbih, Kehijauan daun dan Nisbah luas daun Pada tingkat salinitas tinggi 0.55% yang memiliki dampak buruk akibat cekaman salinitas terhadap jagung ungu sehingga berdampak pada Kehijauan Daun.

Saran.

Dibutuhkan penelitian yang lebih lanjut guna mengetahui perbandingan daya tahan jagung ungu dengan jenis jagung lain terhadap cekaman salinitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Amira, M.S. 2015. Effects Of Salicylic Acid On Growth, Yield and Chemical Contents Of pepper (*Capsicum Annuum* L.) Plants Grown Under Salt Stress Conditionos. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 8 (2): 107-113.
- Dachlan. A., N. Kasim., dan A. Kurnia Sari. 2013. *Uji Ketahanan Salinitas Beberapa Varietas*

- Jagung (Zea mays L.) Dengan Menggunakan Agen Seleksi NaCl*. Vol 1, No. 1. ISSN 2302-1616.
- Dartius, 2005. "Analisis Pertumbuhan Tanaman". Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Medan.
- FAO, 2005. *The State of World Fisheries and Agriculture* (SOFIA).
- Grotewold, E. 2006. *The Science of Flavonoids*, Springer Science and Business Media Inc. United States of America.
- Hamayun, M, Khan, SA, Khan, AL, Shinwari, ZK, Hussain, J, Sohn, E, Kang, SM, Kim, YH, Khan, MA, & Lee, IJ, 2010, Effect of salt stress on growth attributes and endogenous growth hormones of soybean cultivar Hwangkeumkong, Pakistan J. Bot. 42(5) : 3103 – 3112.
- Hu, Y and U, Schmidhalter, 2005, *Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants*, J. Plant Nutr. Soil Sci. Vol 168 : 541 – 549.
- Hayuningtyas, R. D. 2010. Metode uji toleransi padi (*Oryza sativa* L.) terhadap salinitas pada stadia perkecambahan. Skripsi fakultas pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kristiono, A, Purwaningrahyu, RD, & Taufiq, A, 2013, *Respons Tanaman Kedelai, Kacang Tanah, dan Kacang Hijau Terhadap Cekaman Salinitas*, Buletin Palawija, vol. 20. 45 – 60.
- Mazher, A.A., E.F. El-Quesni, M.M. Farahat. 2007. *Responses of ornamental and woody trees to salinity*. World J. Agric. Sci. 3: 386-395.
- Mc Kersie and Leshem, 2005. *Stress and Stress Coping in Cultivated Plants*. Dordrecht: Kluwer Academic.
- Nastution M, 2006. *Deversifikasi Titik Kritis Pembangunan Pertanian Indonesia Pertanian Mandiri*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Ondrasek, G., D. Romic, Z. Rengel, M. Romic, and M. Zovko. 2009. *Cadmium accumulation by muskmelon under salt stress in contaminated organic soil*. Sci. Tot. Enviro. 407: 2175-2182
- Pessarakli, M. 1994. *Physiological Responses of Cotton (Gossypium hirsutum L.) to Salt Stress*. In: Handbook of Plant and Crop Physiology, pp. 679-693.
- Rosy and Triono, 2017. *Respon Morfologi Tanaman Jagung (Zea mays) Varietas Bisma dan Srikandi Kuning pada Kondisi Cekaman Salinitas Tinggi*. Jurnal Sains dan Seni ITS Vol. 6, No. 2 : 2337-3520.
- Simbolon, R., Kardhinata, E. H. Dan Y. Husni 2013. Evaluasi toleransi tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) generasi M3 hasil radiasi sinar gamma terhadap salinitas. Jurnal online Agroteknologi. 1 (3): 590-602.
- Suriadikarta, D., 2005. Pengelolaan Lahan Sulfat Masam untuk Usaha Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Jurnal Litbang Pertanian 24(1) : 36-45.