



AGROPROSS
National Conference
Proceedings of Agriculture

Proceedings:
Peningkatan Produktivitas Pertanian Era Society 5.0 Pasca Pandemi

Tempat : Politeknik Negeri Jember
Tanggal : 22 Juli 2021

Publisher :
Agropross, National Conference Proceedings of Agriculture
ISBN : 978-623-94036-6-9
DOI : 10.25047/agropross.2021.207

Karakter Morfologi Akar dan Fisiologi *Echinacea purpurea* pada Berbagai Cekaman Salinitas

Author(s): Jessyca Putri Choirunnisa^{(1)*}; Yuli Widiyastuti⁽²⁾; Amalia Tetran Sakya⁽³⁾; Ahmad Yunus⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Program Pascasarjana, Program Studi Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

⁽²⁾ Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional (B2P2TOOT), Tawangmangu

⁽³⁾ Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

⁽⁴⁾ Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Keanekaragaman Hayati, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

* Corresponding author: jessycaputri6@gmail.com

ABSTRACT

Purple coneflower (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) is an introduced medicinal plant from North America that has not been much cultivated in Indonesia. Cultivation of *E. purpurea* can be developed on saline land considering the increasing land degradation. Plants under salinity stress change morphology of root and physiology as an adaptation. This study aims to determine response morphology of root and physiology *E. purpurea* under different CaCl₂ salinity stress. This study used a Completely Randomized Design (CRD) with 2 factors and 5 replications. The first factor is three accessions *E. purpurea* (accession 1; 2; and 3). The two factor is four concentrations CaCl₂ (0; 2.500; 5.000; and 10.000 ppm). The observations are two divided that is morphology and physiology, morphology includes root length, root volume and root crown ratio, physiology includes total chlorophyll content and nitrate reductase activity. Data were analyzed by analysis of variance, simple correlation analysis and DMRT test at 5% level. The results showed that highest concentration of CaCl₂ can decreased root length, root volume, total chlorophyll content and nitrate reductase activity but increased root crown ratio. Accession 2 was tolerant to salinity stress by showing the best results on all observation.

Keywords:

Chlorophyll;

Echinacea purpurea;

Nitrate Reductase Activity;

Morphology of Root;

Salinity Stress;

Kata Kunci: ABSTRAK

Aktivitas Nitrat Reduktase;

Cekaman Salinitas;

Echinacea purpurea;

Klorofil;

Morfologi Akar;

Bunga kerucut ungu (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) merupakan tanaman obat introduksi dari Amerika Utara yang belum banyak dibudidayakan di Indonesia. Budidaya *E. purpurea* dapat dikembangkan pada lahan salin mengingat semakin tingginya degradasi lahan. Tanaman pada cekaman salinitas melakukan perubahan morfologi akar dan fisiologi sebagai bentuk adaptasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon morfologi akar dan fisiologi *E. purpurea* pada cekaman salinitas CaCl₂ yang berbeda. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial terdiri dari dua faktor dengan lima kali ulangan. Faktor pertama yaitu 3 aksesori *E. purpurea* (aksesori 1; aksesori 2; dan aksesori 3). Faktor kedua yaitu 4 level konsentrasi CaCl₂ (0 ppm; 2.500 ppm; 5.000 ppm; dan 10.000 ppm). Parameter terbagi menjadi 2 yaitu morfologi dan fisiologi, morfologi meliputi panjang akar, volume akar dan rasio tajuk akar, fisiologi meliputi kandungan klorofil total dan aktivitas nitrat reduktase. Data dianalisis dengan analisis sidik ragam, analisis korelasi sederhana dan uji DMRT taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi CaCl₂ terjadi penurunan panjang akar, volume akar, kandungan klorofil total dan aktivitas nitrat reduktase tetapi meningkatkan rasio tajuk akar. Aksesori 2 merupakan aksesori yang toleran terhadap cekaman salinitas dengan menunjukkan hasil terbaik pada semua parameter.



PENDAHULUAN

Bunga kerucut ungu (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) adalah tanaman obat yang diintroduksi dari Amerika Utara. *E. purpurea* mempunyai manfaat sebagai antioksidan, anti-inflamasi dan meningkatkan daya tahan tubuh (immunomodulator), serta *E. purpurea* dalam uji klinis tidak mempunyai efek samping berlebihan atau hipersensitivitas (Sidhiq *et al.*, 2020). Produksi obat tradisional pada tahun 2018 hingga 2019 meningkat sebesar 18,58% (BPS, 2020). Penggunaan tanaman obat sebagai bahan baku obat tradisional mengalami peningkatan akibat biaya kesehatan yang semakin tinggi dan banyaknya wabah penyakit yang menyerang tubuh manusia (Awaluddin dan Purwanto, 2019). Pengembangan *E. Purpurea* sebagai tanaman obat di Indonesia cukup menjanjikan mengingat *E. Purpurea* sebagai tanaman introduksi yang belum banyak diteliti di Indonesia, namun pengembangan *E. Purpurea* memiliki kendala pada lahan pertanian yang semakin berkurang akibat degradasi lahan pertanian. Degradasi lahan disebabkan oleh meningkatnya pencemaran bahan kimia dari penggunaan pupuk dan pestisida kimia (Dahlianah, 2014), serta pencemaran air irigasi akibat limbah industri (Wahyunto dan Dariah, 2014). Degradasi lahan mengakibatkan peningkatan luas lahan salin, Indonesia memiliki luas lahan salin 0,44 juta ha (Alwi, 2014). Pengembangan *E. Purpurea* dengan memanfaatkan lahan salin dapat meningkatkan adaptasi *E. Purpurea* di Indonesia.

Kadar garam pada lahan salin terakumulasi secara berlebih dalam tanah mengakibatkan tanaman mengalami cekaman salinitas. Tanaman dapat melakukan mekanisme toleransi pada keadaan tercekam dengan perubahan morfologi, fisiologi dan biokimia tanaman (Prayoga *et al.*, 2018). Perubahan

morfologi dan fisiologi pada tanaman terjadi akibat tekanan osmotik pada cekaman salinitas menyebabkan penyerapan air dan unsur hara terhambat (Junandi *et al.*, 2019), terhambatnya penyerapan air menyebabkan stomata tertutup sehingga suplai CO₂ pada daun menurun (Pranasari *et al.*, 2012), serta dapat menghambat proses perluasan sel (Purwaningrahayu dan Taufiq, 2017). Cekaman salinitas menghambat penyerapan unsur hara Ca, Mg dan K (Hendri dan Saidi, 2020), sehingga terjadi defisit unsur hara dan mempengaruhi proses fisiologi dan biokimia tanaman. Cekaman salinitas 8-10 mS cm⁻¹ menurunkan semua karakter morfologi dan fisiologis terung seperti tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang, bobot basah akar, laju fotosintesis, konduktansi stomata dan inter selular CO₂ (Sobir *et al.*, 2018), sesuai hasil penelitian Hadiani dan Damanhuri (2019) bahwa NaCl 12.000 ppm menurunkan pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah, penelitian Fakhri *et al.*, (2020) menyatakan peningkatan salinitas 35 ppt pada *Dunaliella* sp. menurunkan kandungan klorofil sebesar 32,65% dibandingkan tanpa salinitas. Karakter morfologi dan fisiologi dapat digunakan sebagai indikator dalam seleksi tanaman yang toleran terhadap cekaman salinitas.

Penelitian mengenai cekaman salinitas dengan penambahan konsentrasi CaCl₂ pada berbagai aksesori *E. purpurea* belum banyak dikembangkan di negara tropis seperti Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon morfologi akar dan fisiologi beberapa tanaman *E. purpurea* pada cekaman salinitas CaCl₂ yang berbeda sehingga didapatkan aksesori *E. purpurea* yang toleran terhadap cekaman salinitas.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Screen House Jumantono Universitas Sebelas

Maret, Karanganyar, Jawa Tengah, Indonesia pada bulan Desember 2020 sampai dengan Juni 2021. Bahan yang digunakan adalah tiga aksesi *E. purpurea* yang diperoleh dari Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional (B2P2TOOT) Tawangmangu dan garam CaCl_2 .

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial terdiri dari dua faktor dan lima kali ulangan. Faktor pertama yaitu tiga aksesi *E. purpurea* dengan perbedaan bentuk dan warna bunga terdiri dari Aksesi 1 (E1), Aksesi 2 (E2) dan Aksesi 3 (E3). Faktor kedua yaitu empat level konsentrasi CaCl_2 terdiri dari 0 ppm atau tanpa CaCl_2 (C1), 2.500 ppm (C2), 5.000 ppm (C3) dan 10.000 ppm (C4).

Biji *E. purpurea* disemai pada tray sampai umur 5 minggu kemudian pindah tanam ke media tanam berupa tanah, pupuk kandang dan sekam padi dengan perbandingan 2:1:1. Volume penyiraman garam ditentukan dengan mengetahui kapasitas lapang. Perlakuan larutan CaCl_2 diaplikasikan sebanyak 4 kali dengan interval penyiraman 1 minggu sekali pada fase vegetatif yaitu pada umur tanaman 4 MST (Minggu Setelah Tanam), 5 MST, 6 MST dan 7 MST. Pemeliharaan tanaman dilakukan dengan penyiraman, penyiangan gulma dan pengendalian hama penyakit

secara manual. Panen dilakukan pada umur tanaman 16 MST (berbunga 80%).

Pengamatan meliputi parameter morfologi akar dan fisiologi, parameter morfologi akar dilakukan diakhir penelitian dengan mengukur panjang akar, menghitung volume akar dan rasio tajuk akar. Parameter fisiologi yaitu menghitung kandungan klorofil total dan aktivitas nitrat reduktase. Prosedur penetapan kandungan klorofil total dilakukan dengan metode Arnon (1949) dan aktivitas nitrat reduktase dihitung dengan metode Hartiko (1979) yang dilakukan pada umur tanaman 9 MST. Data hasil penelitian dianalisis dengan analisis sidik ragam, analisis korelasi sederhana dan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) taraf 5% menggunakan SPSS (*Statistical Product and Service Solution*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Beberapa *E. purpurea* mengalami perubahan morfologi akar dan fisiologi akibat cekaman salinitas dengan menurunkan variabel panjang akar, volume akar, kandungan klorofil dan aktivitas nitrat reduktase, tetapi meningkatkan rasio tajuk akar. Hasil penelitian pengaruh konsentrasi CaCl_2 terhadap karakter morfologi akar pada tiga aksesi *E. purpurea* disajikan pada Tabel 1 dan pengaruh pada karakter fisiologis tiga aksesi *E. purpurea* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Pengaruh Tiga Aksesi *E. purpurea* dan Konsentrasi CaCl_2 terhadap Karakter Morfologi Akar

Parameter	Perlakuan						
	Aksesi			Konsentrasi CaCl_2			
	1	2	3	0 ppm	2500 ppm	5000 Ppm	10000 ppm
Panjang akar (cm)	18,880 c	22,210 a	20,310 b	23,400 a	21,573 b	19,240 c	17,653 d
Volume akar (ml)	46,380 c	74,860 a	59,540 b	89,827 a	66,620 b	47,960 c	36,633 d
Rasio tajuk akar	3,213 c	5,131 a	4,008 b	3,578 c	3,900 bc	4,304 ab	4,686 a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil yang berbeda pada setiap kolom menunjukkan berbeda nyata dalam uji DMRT taraf 5%.

Tabel 2. Pengaruh Konsentrasi CaCl₂ terhadap Kandungan Klorofil Total dan Aktivitas Nitrat Reduktase pada Tiga Aksesori *E.purpurea*

Perlakuan Konsentrasi CaCl ₂	Parameter					
	Kandungan Klorofil Total (mg/g)			Aktivitas Nitrat Reduktase ($\mu\text{mol NO}_2/\text{g/jam}$)		
	Aksesori			Aksesori		
	1	2	3	1	2	3
0 ppm	3,293 b	4,727 a	3,987 a	29,673 a	39,770 a	34,637 a
2500 ppm	2,776 c	4,133 a	3,510 b	21,250 b	30,710 a	25,650 b
5000 ppm	1,987 d	3,303 b	2,610 c	14,217 c	25,803 b	20,460 b
10000 ppm	1,206 d	2,447 c	1,773 d	8,343 d	20,017 b	14,643 c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil yang berbeda pada setiap kolom menunjukkan berbeda nyata dalam uji DMRT taraf 5%.

Panjang Akar

Berdasarkan Tabel 1. dapat diketahui bahwa konsentrasi CaCl₂ dan tiga aksesori *E.purpurea* menunjukkan hasil yang signifikan terhadap panjang akar. Konsentrasi CaCl₂ yang semakin tinggi menghasilkan panjang akar yang semakin menurun, hal tersebut disebabkan oleh defisit air akibat potensial larutan pada media tumbuh lebih rendah dibandingkan potensial dari dalam sel yang mengakibatkan air dalam sel keluar dan turgiditas sel menurun sehingga menghambat pembelahan dan pembentangan sel pada ujung-ujung akar.

Hal tersebut sesuai pernyataan Dachlan *et al.*, (2013) bahwa konsentrasi garam yang larut dalam tanah dapat meningkatkan tekanan osmotik larutan dalam tanah menyebabkan penurunan turgiditas sel dan kemampuan tanaman dalam menyerap air sehingga terjadi defisit air dalam tanaman. Defisit air menyebabkan turgor sel tanaman menurun yang mengakibatkan penurunan proses fisiologi sehingga pembelahan sel terhambat (Subantoro, 2014). Hasil penelitian Cahyaty *et al.*, (2017) pada tanaman tomat dengan perlakuan salinitas 8,83 dS m⁻¹ dapat menurunkan panjang akar hingga 68%.



Gambar 1. Morfologi Akar *E. purpurea* Akibat Cekaman Garam. a) Tanpa CaCl₂. b) Konsentrasi CaCl₂ 2500 ppm. c) Konsentrasi CaCl₂ 5000 ppm. d) Konsentrasi CaCl₂ 10000 ppm.

Volume Akar

Berdasarkan Tabel 1. menunjukkan bahwa konsentrasi CaCl₂ dan tiga aksesori

E.purpurea terhadap volume akar menunjukkan hasil perbedaan yang sangat nyata. Konsentrasi CaCl₂ yang semakin

tinggi maka semakin sedikit volume akar yang dihasilkan, seperti pada Gambar 1. yang menunjukkan bahwa jumlah akar menurun pada konsentrasi garam CaCl_2 yang semakin tinggi, jumlah akar yang menurun berakibat pada menurunnya berat dan volume akar. Konsentrasi garam yang tinggi dalam tanah menyebabkan potensial air tanah menurun akibat cekaman osmotik serta agregat tanah mengalami dispersi yang dapat menghambat infiltrasi dalam tanah dan menyebabkan tanaman kesulitan menyerap unsur hara serta air sehingga mempengaruhi perkembangan akar yang mengakibatkan penurunan pada volume akar. Hal tersebut sesuai pernyataan Wibowo *et al.*, (2016) bahwa salinitas tinggi menurunkan potensial larutan tanah menyebabkan tanaman sulit menyerap airdan hara sehingga tanaman mengalami defisit air dan unsur hara, dan didukung pernyataan Muliawan *et al.*, (2016) bahwa salinitas menyebabkan struktur tanah rusak berakibat pada rendahnya permeabilitas dan aerasi tanah, sehingga menghambat infiltrasi dalam tanah dan menyebabkan defisit air serta unsur hara yang berakibat pada terhambatnya perkembangan akar. Hasil penelitian Daeli *et al.*, (2013) menunjukkan volume akar tanaman kacang hijau menurun 76,78% pada kondisi salin yang tinggi 6 g/l NaCl.

Rasio Tajuk Akar

Berdasarkan Tabel 1. rerata rasio tajuk akar pada konsentrasi CaCl_2 menunjukkan berbeda tidak nyata sedangkan pada tiga aksesi *E.purpurea* menunjukkan hasil berbeda nyata. Rasio tajuk akar yang semakin tinggi pada konsentrasi CaCl_2 yang tinggi disebabkan oleh ketidakseimbangan pertumbuhan tajuk dan pertumbuhan akar. Salinitas menyebabkan defisit air, ketidakseimbangan unsur hara, toksisitas ion dan cekaman oksidatif (Kristiono *et al.*, 2013). Pertumbuhan akar lebih difokuskan apabila air terbatas pada cekaman NaCl

dan distribusi hasil fotosintat akan lebih banyak diarahkan dalam akar (Prabowo dan Rachmawati, 2020), hal tersebut sebagai bentuk mekanisme penghindaran tanaman dalam keadaan tercekam serta untuk memaksimalkan penyerapan unsur hara dalam akar. Hasil penelitian Ikhsanti *et al.*, (2018) menunjukkan rasio tajuk akar tanaman padi meningkat 32,51% pada cekaman 8 dS/m NaCl dibandingkan pada cekaman <0,4 dS/m NaCl. Menurut Diaz-Lopez *et al.*, (2012) bahwa pada kondisi tercekam, pertumbuhan tajuk tanaman terhambat dan pertumbuhan akar lebih cepat untuk mendapatkan air dan unsur hara.

Kandungan Klorofil

Berdasarkan Tabel 2. dapat diketahui bahwa interaksi konsentrasi CaCl_2 dan aksesi *E. purpurea* menunjukkan hasil yang signifikan terhadap kandungan klorofil total. Semakin tinggi konsentrasi CaCl_2 menghasilkan kandungan klorofil paling rendah, hal tersebut berkaitan dengan defisit unsur hara. Kelebihan cekaman CaCl_2 menyebabkan terganggunya penyerapan unsur hara Mg, N dan Ca karena unsur hara tersebut merupakan kation basa yang saling berhubungan erat, sesuai pernyataan Purba (2018) bahwa ketersediaan kation basa menurun jika salah satu unsur hara yang termasuk kation basa memiliki jumlah yang tinggi dalam tanah, sehingga jika Ca yang berlimpah dapat mengganggu penyerapan unsur hara Mg karena ketersediaan kation basa saling berhubungan erat yang mengakibatkan kompetisi penyerapan antar unsur hara kation basa menyebabkan ketersediaan unsur hara lain menurun. Penyerapan unsur hara Mg terganggu menghambat pembentukan klorofil, karena Mg berfungsi sebagai aktivator penyusun klorofil (Andriani, 2017), sesuai pernyataan Utaminingsih *et al.*, (2019) bahwa kandungan Mg yang rendah

menyebabkan terganggunya pembentukan klorofil daun sehingga struktur kloroplas mengalami disintegrasi. Hasil penelitian Yiu *et al.*, (2012) menunjukkan penurunan kandungan Mg akibat cekaman garam menyebabkan kandungan klorofil menurun 40,59 % pada daun *Capsicum annum* L.

Aktivitas Nitrat Reduktase

Berdasarkan Tabel 2. menunjukkan bahwa interaksi konsentrasi CaCl_2 dan aksesori *E. purpurea* terhadap aktivitas nitrat reduktase berpengaruh signifikan. Aktivitas nitrat reduktase yang semakin menurun pada konsentrasi CaCl_2 yang tinggi, hal tersebut diduga pada cekaman salinitas tanaman melakukan mekanisme untuk mengurangi kehilangan air dengan menutup stomata berakibat pada menurunnya aktivitas nitrat reduktase. Mekanisme tanaman dalam meminimalkan kehilangan air yaitu dengan penutupan stomata (Sobir *et al.*, 2018), penutupan stomata menghambat suplai CO_2 ke dalam sel-sel mesofil sehingga konsentrasi CO_2 dalam daun menurun (Fitriana *et al.*, 2012). Kadar CO_2 yang rendah pada daun dapat

mempengaruhi laju fotosintesis, karena CO_2 merupakan bahan baku dalam proses fotosintesis untuk menghasilkan energi dan merombaknya dalam bentuk gula dan O_2 (Sukmawati *et al.*, 2015), sesuai pernyataan Pertamawati (2010) bahwa laju fotosintesis dalam sel tanaman akan menurun akibat sedikitnya suplai CO_2 dalam daun. Laju fotosintesis yang rendah mempengaruhi jumlah *reducing power* (NADPH), karena NADPH merupakan energi yang terbentuk pada fotosintesis dalam reaksi terang (Suyatman, 2020). Apabila pasokan NADPH_2 di sitosol tidak cukup menyebabkan aktivitas enzim nitrat reduktase menurun, karena NADPH_2 merupakan precursor yaitu donor elektron pada reaksi reduksi nitrat menjadi nitrit (Qomariah, 2019). Hasil penelitian Baroowa dan Gogoi (2014) menunjukkan aktivitas nitrat reduktase menurun 48 % pada tanaman blackgram (*Vigna mungo* L.) genotipe KU 301 dan 19 % pada tanaman greengram (*Vigna radiate* L.) genotipe SG 21-5 dengan kondisi defisit air dalam fase vegetatif.

Tabel 3. Analisis Korelasi Karakter Morfologi Akar dan Fisiologi pada *E. purpurea*

Parameter	Panjang Akar	Volume Akar	Rasio Tajuk Akar
Kandungan Klorofil	0,992**	0,977**	0,094
Aktivitas Nitrat Reduktase	0,990**	0,992**	0,036

Keterangan: Tanda ** menunjukkan berbeda sangat nyata dalam analisis korelasi sederhana taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 3. menunjukkan bahwa kandungan klorofil total dan aktivitas nitrat reduktase berkorelasi dengan panjang akar dan volume akar tanaman *E. purpurea*, sedangkan kandungan klorofil total dan aktivitas nitrat reduktase tidak berkorelasi dengan rasio tajuk akar. Hal tersebut diduga salinitas menyebabkan cekaman osmotik yang mengakibatkan akar tanaman sulit menyerap air dan unsur hara sehingga terjadi defisit air dan unsur hara pada tanaman. Defisit air dan unsur hara mempengaruhi proses fisiologi seperti

kandungan klorofil, aktivitas nitrat reduktase dan laju fotosintesis menurun sehingga hasil asimilat untuk pertumbuhan dan perkembangan organ tanaman seperti akar dapat terhambat, sesuai pernyataan Anugrahtama *et al.*, (2020) bahwa kandungan garam yang berlebih meningkatkan tekanan osmotik mengakibatkan penyerapan air dan unsur hara terhambat sehingga mempengaruhi aktivitas fisiologi dalam tanaman yang berakibat pada terhambatnya pembelahan dan perkembangan sel. Rasio tajuk akar tidak berkorelasi dengan kandungan

klorofil dan aktivitas nitrat reduktase disebabkan oleh rasio tajuk akar mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman tidak pada aktivitas fisiologis, sesuai pernyataan Rachmawati *et al.*, (2010) bahwa rasio tajuk akar berkorelasi dengan efektivitas pertumbuhan tanaman akibat air dan unsur hara dalam tanah.

KESIMPULAN

Konsentrasi CaCl_2 yang semakin tinggi pada tiga aksesori *E. purpurea* menunjukkan perubahan karakter morfologi akar dan fisiologi yaitu menghambat panjang akar, menurunkan volume akar, kandungan klorofil total dan aktivitas nitrat reduktase, sebaliknya peningkatan konsentrasi CaCl_2 dapat meningkatkan rasio tajuk akar pada tiga aksesori *E. purpurea*. Aksesori 2 tanaman *E. purpurea* menunjukkan hasil yang terbaik pada semua parameter dibandingkan aksesori 1 dan aksesori 3, sehingga aksesori 2 dapat dikategorikan sebagai aksesori yang toleran terhadap cekaman salinitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwi, M. 2014. Prospek Lahan Rawa Pasang Surut untuk Tanaman Padi. *Prosiding Seminar Nasional "Inovasi Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi" Bau.* (pp. 45-59). Banjarbaru, Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Retrieved from http://kalsel.litbang.pertanian.go.id/ind/images/pdf/semnas2014/6_alwi.pdf
- Andriani, V. (2017). Pertumbuhan dan Kadar Klorofil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Terhadap Cekaman NaCl . *Stigma*, 10(2), 58-67. Retrieved from <https://doi.org/10.36456/stigma.voll0.no2.a1032>
- Anugrahtama, P. J., Supriyanta., & Taryono. (2020). Pembentukan Bintil Akar dan Ketahanan Beberapa Aksesori Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) pada Kondisi Salin. *Agrinova, Journal of Agriculture Innovation*, 3(1), 001-005. Retrieved from <https://doi.org/10.22146/a.58353>
- Arnon, D. I. (1949). Copper Enzymes in Isolated Chloroplast, Poliphenol Oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol*, 24(1), 1-15. Retrieved from doi: 10.1104/pp.24.1.1
- Awaluddin., & Purwanto. (2019). Pengetahuan dan Sikap Lansia tentang Penggunaan Obat Tradisional Hipertensi. *Jurnal Keperawatan Raflesia*, 1(1), 45-54. Retrieved from <https://jurnal.poltekkes-kemenkes-bengkulu.ac.id/index.php/jkr/article/view/397/232>
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2020). Pertumbuhan Produksi IBS Tahun 2019 Naik 4,01 Persen dibandingkan Tahun 2018. Jakarta. Retrieved from <https://www.bps.go.id/pressrelease/2020/02/03/1739/pertumbuhan-produksi-ibs-tahun-2019-naik-4-01-persen-dibandingkan-tahun-2018.html>
- Baroowa, B., & Gogoi, N. (2014). Biochemical Changes in Black Gram and Green Gram Genotypes after Imposition of Drought Stress. *Journal of Food Legumes*, 27(4), 350-353. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/273765711_Biochemical_changes_in_black_gram_and_green_gram_genotypes_after_imposition_of_drought_stress
- Cahyaty, R. A. A., Hariyono, D., & Aini, N. (2017). Respon Perkecambah Beberapa Varietas Tomat (*Lycopersicon esculentum*) Terhadap Tingkat Salinitas. *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(2), 349-354.

- Retrieved from doi:10.21176/PROTAN.V5I2.385
- Dachlan, A., Kasim, N., & Sari, A. K. (2013). Uji Ketahanan Salinitas Beberapa Varietas Jagung (*Zea mays* L.) dengan Menggunakan Agen Seleksi NaCl. *Biogenesis*, 1(1). Retrieved from <https://doi.org/10.24252/bio.v1i1.442>
- Daeli, N. D. S., Putri, L. A. P., & Nuriadi, I. (2013). Pengaruh Radiasi Sinar Gamma Terhadap Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) pada Kondisi Salin. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 1(2), 227-237. Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/94538-ID-pengaruh-radiasi-sinar-gamma-terhadaptan.pdf>
- Dahlianah, I. (2014). Pupuk Hijau Salah Satu Pupuk Organik Berbasis Ekologi dan Berkelanjutan. *Klorofil*, 9(2), 54-56. Retrieved from <https://doi.org/10.32502/jk.v9i2.111>
- Diaz-Lopez, L., Gimeno, V., Simon, L., Martinez, V., Rodriquez-Ortega, W. M., & Garcia-Sanchez, F. (2012). *Jatropha curcas* Seedlings Show a Water Conservation Strategy Under Drought Conditions Based on Decreasing Leaf Growth and Stomatal Conductance. *Agric. Water Manag.*, 105, 48-56. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2012.01.001>
- Fakhri, M., Wisnu, L., & Ekawati, A. W. (2020). Pengaruh Salinitas Terhadap Pertumbuhan, Biomassa dan Klorofil-a *Dunaliella* sp. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(3), 395-398. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.21776/ub.jfmr.2020.004.03.12>
- Fitriana, J., Pukan, K. K., & Herlina, L. (2012). Aktivitas Enzim Nitrat Reduktase Kedelai Akibat Variasi Kadar Air Tanah pada Awal Pengisian Polong. *Unnes Journal of Life Science*, 1(1), 13-21. Retrieved from <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/UnnesJLifeSci/article/view/891>
- Hadianti, F. N., & Damanhuri. (2019). Toleransi Enam Varietas Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) pada Cekaman Salinitas. *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(12), 2306-2314. Retrieved from doi: 10.21176/PROTAN.V7I12.1303
- Hartiko, H. (1979). *In Vivo Leaf Nitrate Reductase Activity of Coconut (Cocos nucifera L.) Cultivars and Hybrids* (Thesis). Submitted to the Graduate School Universitas of the Philippines at Los Banos. Pp 88. Retrieved from <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XB8006501>
- Hendri, J., & Saidi, B. B. (2020). Pengaruh Ameliorasi Lahan yang Terkena Intrusi Air Laut terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal ke-8 "Komoditas Sumber Pangan untuk Meningkatkan Kualitas Kesehatan di Era Pandemi Covid-19"*. Palembang, Universitas Sriwijaya. 605-615 Retrieved from <http://www.conference.unsri.ac.id/index.php/lahansuboptimal/article/viewFile/1900/1130>
- Ikhsanti, A., Kurniasih, B., & Indradewa, D. (2018). Pengaruh Aplikasi Silika terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) pada Kondisi Salin. *Vegetalika*, 7(4), 1-11. Retrieved from <https://doi.org/10.22146/veg.37176>
- Junandi., Mukarlina., & Linda, R. (2019). Pengaruh Cekaman Salinitas Garam NaCl Terhadap Pertumbuhan Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata* L. Walp) pada Tanah Gambut. *Protobiont*, 8(3), 101-105. Retrieved

- from
<http://dx.doi.org/10.26418/protobiont.v8i3.36869>
- Kristiono, A., Purwaningrahayu, R. D., & Taufiq, A. (2013). Respons Tanaman Kedelai, Kacang Tanah, dan Kacang Hijau Terhadap Cekaman Salinitas. *Buletin Palawija*, 26, 45-60. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.21082/bulpa.v0n26.2013.p45-60>
- Muliawan, N. R. E., Sampurno, J., & Jumarang, M. I. (2016). Identifikasi Nilai Salinitas pada Lahan Pertanian di Daerah Jungkat Berdasarkan Metode Daya Hantar Listrik (DHL). *Prisma Fisika*, 4(2), 69-72. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.26418/pf.v4i2.15849>
- Pertamawati. (2010). Pengaruh Fotosintesis Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) dalam Lingkungan Fotoautotrof Secara *In Vitro*. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, 12(1), 31-37. Retrieved from doi: 10.29122/jsti.v12i1.848
- Prabowo, I., & Rachmawati, D. (2020). Respons Fisiologis dan Anatomi Akar Tanaman Bayam (*Amaranthus tricolor* L.) Terhadap Cekaman NaCl. *Jurnal Penelitian Saintek*, 25(1), 36-43. Retrieved from <https://doi.org/10.21831/jps.v25i1.27357>
- Pranasari, R. A., Nurhidayati, T., & Purwani, K. I. (2012). Persaingan Tanaman Jagung (*Zea mays*) dan Rumput Teki (*Cyperus rotundus*) pada Pengaruh Cekaman Garam (NaCl). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 1(1), 54-57. Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/15849-ID-persaingan-tanaman-jagung-zea-mays-dan-rumput-teki-cyperus-rotundus-pada-pengaru.pdf>
- Prayoga, G. I., Mustikarini, E. D., & Wandra, N. (2018). Seleksi Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.) Lokal Bangka Toleran Cekaman Salinitas. *Jurnal Agro*, 5(2), 103-113. Retrieved from <https://doi.org/10.15575/3366>
- Purba, A. P. (2018). Hubungan Konsentrasi Unsur Hara K, Ca dan Mg Daun dengan Produksi Kopi Arabika (Skripsi). Retrieved from <http://repositori.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/12768/130301201.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Purwaningrahayu, R. D., & Taufiq, A. (2017). Respon Morfologi Empat Genotip Kedelai Terhadap Cekaman Salinitas. *Jurnal Biologi Indonesia*, 13(2), 175-188. Retrieved from <https://doi.org/10.14203/jbi.v13i2.3392>
- Rachmawati, D., Maryani., & Setyaningsih, T. (2010). Pengaruh Pupuk Nitrogen dan Ethephon Terhadap Pertumbuhan, Pembungaan dan Hasil Padi Lokal (*Oryzasativa* L. cv. *Rojolele*). *Biota*, 15(3), 448-458. Retrieved from <https://doi.org/10.24002/biota.v15i3.2603>
- Qomariah, U. K. N. (2019). Aktivitas Nitrat Reduktase *Capsicum annum* L. Secara *In Vitro* dengan Spektrofotometri. *Exact Papers in Compilation*, 1(2), 95-100. Retrieved from <https://ojs.unwaha.ac.id/index.php/epic/article/view/128/72>
- Sidhiq, D. F., Widiyastuti, Y., Subositi, D., Pujiasmanto, B., & Yunus, A. (2020). Morphological Diversity, Total Phenolic and Flavonoid Content of *Echinacea purpurea* Cultivated in Karangpandan, Central Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(3), 1265-1271. Retrieved from doi: 10.13057/biodiv/d210355
- Sobir., Miftahudin., & Helmi, S. (2018). Respon Morfologi dan Fisiologi

- Genotipe Terung (*Solanum melongena* L.) Terhadap Cekaman Salinitas. *J. Hort. Indonesia*, 9(2), 131-138. Retrieved from <https://doi.org/10.29244/jhi.9.2.131-138>
- Subantoro, R. (2014). Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Respon Fisiologis Perkecambahan Benih Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L.). *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 10(2), 32-44. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.31942/md.v10i2.1587>
- Sukmawati, T., Fitrihidajati, H., & Indah, N. K. (2015). Penyerapan Karbon Dioksida pada Tanaman Hutan Kota di Surabaya. *Lentera Bio*, 4(1), 108-111. Retrieved from <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/article/view/10900/10432>
- Suyatman. (2020). Menyelidiki Energi pada Fotosintesis Tumbuhan. *INKUIRI*, 9(2), 134-140. Retrieved from <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v9i2.50085>
- Utaminingsih., Suharyanto., & Sumardi, I. (2019). Mikrosporogenesis Cabai Merah Besar (*Capsicum annuum* L.) Akibat Cekaman Kekeringan. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera : A Scientific Journal*, 36(2), 79-84. Retrieved from doi: 10.20884/1.mib.2019.36.2.866
- Wahyunto., & Dariah, A. (2014). Degradasi Lahan di Indonesia: Kondisi Existing, Karakteristik, dan Penyeragaman Definisi Mendukung Gerakan Menuju Satu Peta. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 8(2), 81-93. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.21082/jsdl.v8n2.2014.%25p>
- Wibowo, F., Rosmayati., & Damanik, R. I. M. (2016). Pendugaan Pewarisan Genetik Karakter Morfologi Hasil Persilangan F₂ Tanaman Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) pada Cekaman Salinitas. *Jurnal Pertanian Tropik*, 3(1), 70-81. Retrieved from <https://doi.org/10.32734/jpt.v3i1.2959>
- Yiu, J. C., Tseng, M. J., Liu, C. W., & Kuo, C. T. (2012). Modulation of NaCl Stress in *Capsicum annum* L. Seedlings by Catechin. *Scientia Horticulturae*, 134, 200-209. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.11.025>