

**PEMANFAATAN ANTIOKSIDAN DARI EKSTRAK KULIT MANGGIS
UNTUK MENGATASI DAMPAK CEKAMAN SALINITAS PADA KEDELAI
YANG DIINOKULASI FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA**

(Utilization of Antioxidants of Mangosteen Peels Extract to Overcome the Impact of Salinity Stress of Soybean Inoculated with Arbuscular Mycorrhizal Fungi)

Maman Suryaman*¹, Darul Zumani¹

¹Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi

Jl. Siliwangi No. 24 Tasikmalaya 46115 Jawa Barat

***Penulis Korespondensi : mamansuryaman@unsil.ac.id**

ABSTRACT

Soybean production can be increased through extensification and marginal land becomes inevitable to be used due to the decrease of productive land. Plants grown on marginal soil, especially saline soils, show abnormal growth due to oxidative damages causes yield decrease even death of the plants. The objectives was to study invigoration technique using natural antioxidant and mycorrhizal fungi to increase soybeans tolerance under salinity stress. The research used factorial randomized block design. The first factor was salinity stress (0 and 1 % (w/v) NaCl concentration), the second factor was natural antioxidant (0, 1, 1.5, and 2% mangosteen peel extracts), and the third factor was arbuscular mycorrhizal fungi, 0 and 1g/polybag. The research was replicated three times. The variables were plant height, number of leaves, leave area, chlorophyl content, yield components and yield of soybean. The data was analyzed with Anova and Duncan's multiple range test at 5% significant level. The conclusion was that salinity stress inhibited plant growth, yield components and yield of soybean. The application of arbuscular mycorrhizal fungi decreased the negative impact of salinity on vegetative growth, yield components and yield of soybean. The application of 2% mangosteen peel extract gave good effect on vegetative growth, yield components and yield of soybean under salinity stress.

Keywords: Antioxidant, Arbuscular mycorrhizal fungi, Soybean, Salinity stress.

PENDAHULUAN

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap gizi serta berkembangnya industri pangan dan pakan ternak mengakibatkan

kebutuhan kedelai meningkat pula. Ironisnya, produksi kedelai dalam negeri terus menurun, tahun 2015 mencapai 963.183 ton biji kering, tahun 2016 mencapai 859.653 ton, dan tahun 2017 mencapai 538.728 ton

(Kementerian Pertanian, 2018). Seiring dengan itu, rasio ketergantungan terhadap impor semakin besar, yaitu berturut turut dari tahun 2015 sebesar 87,11 %, tahun 2016 sebesar 88,22 % dan tahun 2017 mencapai 93,61 % (Kementerian Pertanian, 2018).

Kondisi tersebut tentu harus segera diatasi, oleh karena itu usaha-usaha untuk meningkatkan produksi baik dengan ekstensifikasi maupun intensifikasi harus terus dilakukan. Tahun 2015 luas panen kedelai mencapai 614 ribu hektar, tahun 2016 turun menjadi 577 ribu hektar, bahkan pada tahun 2017 hanya mencapai 357 ribu hektar (Kementerian Pertanian 2017). Selain terus terjadi proses penyusutan, lahan kedelai yang tersedia pun tidak seluruhnya berada dalam kondisi yang ideal, dengan demikian upaya peningkatan produksi kedelai dapat dilakukan dengan memanfaatkan lahan marjinal, salah satunya berupa lahan salin. Lahan salin yang terdapat di sepanjang pantai di Indonesia mencapai lebih dari 400.000 hektar (Sopandie, 2014). Selain karena intrusi air laut, lahan salin terjadi karena bahan induk tanahnya mengandung garam juga akibat faktor iklim karena tingginya tingkat evapotranspirasi

(Rachman et al., 2018). Tanaman yang tumbuh pada lahan yang mengalami cekaman salinitas akan mengalami cekaman osmotik, ketidakseimbangan hara, toksisitas ion, dan cekaman oksidatif (Kristiono et al., 2013; Sopandie, 2014). Cekaman oksidatif terjadi karena ketidakseimbangan antara produksi *reactive oxygen species* (ROS) dengan antioksidan. Cekaman salinitas akan memicu akumulasi ROS yang berlebihan di dalam sel (Meloni et al., 2003). ROS termasuk kelompok radikal bebas, bersifat destruktif dan sangat reaktif (Sayuti dan Yenrina 2015), sehingga dapat merusak biomolekul komponen pembentuk sel seperti lemak, protein dan DNA (Irianti et al. 2017). Tanaman mempunyai potensi perlindungan dari kerusakan akibat radikal bebas (ROS) dengan sistem pertahanan antioksidan (Kleio et al., 2020). Namun demikian, antioksidan endogen yang dihasilkan tanaman sering tidak cukup untuk mengatasi kerusakan akibat ROS (Soundararajan et al. 2019), oleh karena itu perlu ditambahkan antioksidan secara eksogen.

Kulit buah manggis mengandung beberapa fitokimia yang bersifat antioksidan (Jaisupa et al.,

2018; Gondokesumo et al., 2019), ekstrak kulit manggis sebagai antioksidan yang efektif memproteksi DNA dari kerusakan akibat radikal bebas (Silva et al., 2016). Dengan demikian penggunaan antioksidan dari ekstrak kulit manggis berpotensi dapat mengurangi dampak kerusakan akibat cekaman salinitas.

Simbiosis fungi mikoriza arbuskular (FMA) mampu mereduksi dampak buruk akibat cekaman salinitas melalui beberapa mekanisme, diantaranya melalui perbaikan kondisi tanah dan rhizofir, peningkatan aktivitas antioksidan enzim, pemeliharaan integritas membran, dan peningkatan serapan unsur hara (Talaat dan Shawky, 2014; Talaat dan Shawsy, 2011; Parihar et al., 2020). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh antioksidan ekstrak kulit manggis dan mikoriza terhadap tanaman kedelai yang mengalami cekaman salinitas.

METODE PENELITIAN

Percobaan dilakukan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi Tasikmalaya, dari bulan Juli sampai dengan Desember 2019.

Percobaan dirancang dalam Rancangan Acak Kelompok dengan

pola faktorial. Faktor 1 = tingkat cekaman salinitas dalam bentuk konsentrasi NaCl (C), terdiri dari 2 level ($c_0 = 0\%$, $c_1 = 1\%$), Faktor 2 = perlakuan invigorasi menggunakan antioksidan (ekstrak kulit manggis) terdiri dari 4 level konsentrasi : $i_0 = 0\%$, $i_1 = 1\%$, $i_2 = 1,5\%$, dan $i_3 = 2\%$. Faktor 3 = Perlakuan fungi mikoriza arbuskular terdiri dari 2 level : $m_0 = 0$ dan $m_1 = 10$ g/polybag . Percobaan tersebut diulang sebanyak tiga kali. Ekstrak kulit buah manggis dibuat dengan metode maserasi dengan menggunakan pelarut etanol 90%, hingga diperoleh konsentrasi sesuai dengan perlakuan (0%, 1%, 1,5%, 2%).

Tanah sebagai media tumbuh masing2 sebanyak 5 kg dimasukkan ke dalam polybag sejumlah yang dibutuhkan. Pada saat tanam, FMA (0, dan 1 g/polybag) diinokulasikan ke dalam tanah selanjutnya disemprot dengan larutan NaCl 0%, dan 1% hingga tanah menjadi lembap sesuai dengan perlakuan cekaman salinitas. Sementara itu, benih kedelai direndam dalam larutan ekstrak kulit buah manggis (0%, 1%, 1,5%, 2%) sesuai dengan perlakuan selama 12 jam, lalu dibilas dengan air, ditiriskan selanjutnya ditanam. Kondisi kelembaban media

tumbuh terus dipelihara dengan cara menambahkan larutan NaCl (0%, dan 1%) hingga lembap sampai percobaan berakhir. Parameter yang diamati adalah : (1) Tinggi tanaman ; (2) Jumlah daun ; (3) Luas daun; (4) Kadar klorofil; dan (5) Komponen hasil. Analisis data dilakukan dengan sidik ragam univariat dan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf probabilitas 95% (Steel dan Torrie,1993).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinggi Tanaman

Berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan tidak terjadi interaksi

secara nyata antara cekaman salinitas, fungi mikoriza arbuskula dengan antioksidan (ekstrak kulit manggis) terhadap tinggi tanaman, akan tetapi secara mandiri cekaman salinitas menunjukkan pengaruh secara signifikan (Tabel 1). Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa salinitas berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, tetapi untuk perlakuan FMA dan ekstrak kulit manggis tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Salinitas terbukti mampu menghambat pertumbuhan tinggi tanaman dibandingkan kontrol.

Tabel 1. Pengaruh Cekaman Salinitas, Fungi Mikoriza Arbuskular dan Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis terhadap Tinggi Tanaman (cm).

Cekaman Salinitas (%)	Fungi Mikoriza Arbuskular (g)	Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis (%)				
		0	1	1,5	2	Rata-rata
Umur 28 HST						
0	0	29,65	27,05	26,08	28,75	26,73 b
	10	28,48	22,55	23,88	27,43	
1	0	27,15	26,03	23,03	24,25	23,84 a
	10	16,48	24,08	23,43	26,23	

Keterangan : Berdasarkan analisis sidik ragam S teruji nyata. Angka-angka yang ditandai dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

Terhambatnya pertambahan tinggi tanaman diduga karena tanaman mengalami cekaman osmotik yang berdampak terhadap rendahnya tingkat serapan air dan hara oleh akar, yang selanjutnya dapat mengurangi laju

pertumbuhan. Kondisi ini sejalan dengan pendapat Sopandie (2014) bahwa meningkatnya kadar garam bisa menyebabkan cekaman osmotik.

Antioksidan dari ekstrak kulit manggis belum mampu menetralkan

efek dari salinitas karena kondisi lingkungan yang kurang baik. Kondisi lingkungan tempat percobaan ini berlangsung berada pada suhu 34-35⁰C. Menurut Sayuti dan Yenrina (2015) antioksidan sangat sensitif terhadap kondisi lingkungan luar seperti suhu, pH, oksigen dan garam serta mudah rusak oleh suhu yang tinggi. Sementara itu FMA juga perannya belum tampak, mungkin karena keterbatasan ruang tumbuh yang dapat menghambat perluasan areal serapan dari akar.

Jumlah daun

Berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan adanya interaksi antara cekaman salinitas, FMA dengan ekstrak kulit manggis terhadap jumlah daun (Tabel 2). Tanaman yang diberi FMA dan ekstrak kulit manggis 1,5% dan 2% berpengaruh baik terhadap peningkatan jumlah daun pada kondisi cekaman salinitas, sedangkan pada tanaman yang tidak mengalami cekaman salinitas tidak memberikan dampak yang signifikan. Hal ini disebabkan pada kondisi tanpa cekaman salinitas, serapan air dan tingkat ketersediaan hara berada dalam kondisi

normal, sehingga peranan antioksidan dan FMA menjadi kurang signifikan terhadap pertumbuhan vegetatif. Sebaliknya, dalam kondisi cekaman salinitas dapat terbentuk lingkungan yang mengalami cekaman osmotik dan cekaman oksidatif. Cekaman osmotik menyebabkan tanaman kesulitan untuk menyerap air dan hara, yang berpotensi menghambat pertumbuhan. Dilain pihak pemberian FMA dapat meningkatkan ketersediaan dan serapan hara oleh tanaman inang. Hal ini sejalan dengan penelitian Parihar et al. (2020) bahwa inokulasi FMA secara efektif mampu mereduksi dampak negatif dari cekaman salinitas melalui peningkatan serapan hara dan perbaikan sistem antioksidan enzim.

Sementara itu, cekaman oksidatif berpotensi merusak sel akibat produksi radikal bebas yang berlebih. Namun, pemberian ekstrak kulit manggis dengan kandungan antioksidannya dapat mencegah pembentukan senyawa radikal bebas sehingga kerusakan akibat cekaman salinitas tidak mengganggu proses pembentukan daun.

Tabel 2. Pengaruh Cekaman Salinitas, Fungi Mikoriza Arbuskular dan Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis terhadap Jumlah Daun Kedelai (helai)

Cekaman Salinitas (%)	Fungi Mikoriza Arbuskular (g)	Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis (%)			
		0	1	1,5	2
0	0	8,50 a A	9,25 a A	9,50 a A	10,25 b A
	10	9,50 a A	8,50 a A	9,50 a A	7,75 a A
1	0	9,50 b A	8,00 a A	8,75 a A	8,00 a A
	10	4,25 a A	7,75 a B	11,00 b C	11,75 b C

Keterangan : Angka-angka yang ditandai huruf kecil yang sama arah vertikal dan huruf besar yang sama arah horizontal tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

Luas daun

Berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan tidak adanya interaksi antara cekaman salinitas, antioksidan dengan ekstrak kulit manggis terhadap luas daun, akan tetapi secara mandiri cekaman salinitas memberikan pengaruh nyata terhadap

luas daun (Tabel 3). Perlakuan cekaman salinitas memberikan pengaruh yang nyata menurunkan luas daun dibandingkan dengan yang tidak mengalami cekaman, sedangkan perlakuan FMA dan ekstrak kulit manggis pengaruhnya tidak nyata.

Tabel 3. Pengaruh Cekaman Salinitas, Fungi Mikoriza Arbuskular dan Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis terhadap Luas Daun (cm²)

Cekaman Salinitas (%)	Fungi Mikoriza Arbuskular (g)	Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis (%)				Rata-rata
		0	1	1,5	2	
0	0	161,49	203,95	101,91	201,69	128,00 b
	10	115,74	76,80	86,22	76,23	
1	0	78,65	58,93	47,18	69,13	65,79 a
	10	34,07	39,73	119,66	78,99	

Keterangan : Berdasarkan analisis sidik ragam S teruji nyata. Angka-angka yang ditandai dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

Peningkatan cekaman salinitas menurunkan laju pertumbuhan daun melalui pengurangan laju biosintesis sel yang akan menghambat laju fotosintesis

yang pada akhirnya akan menghambat pertumbuhan. Penelitian ini sejalan dengan pendapat Asghari dan Ahmadvand (2018) bahwa cekaman salinitas menimbulkan efek negatif terhadap karakteristik morfologis tanaman termasuk luas daun. Secara kuantitatif, pemberian ekstrak kulit manggis cenderung mempengaruhi luas daun walau tidak signifikan. Hal ini menggambarkan bahwa antioksidan dari ekstrak kulit manggis berpotensi untuk menekan efek buruk dari cekaman salinitas, sejalan dengan pendapat Mohammad et al. (2019) bahwa xanthon yang terkandung dalam kulit manggis bersifat antioksidan dan dapat menangkap radikal bebas. Sementara itu, pengaruh FMA tidak tampak terhadap luas daun, mungkin karena kondisi keterbatasan lingkungan tumbuh dalam polybag yang mempersulit akar dan hifa FMA untuk memperbesar volume jelajah yang mengakibatkan penyerapan air dan hara menjadi kurang optimal.

Total klorofil daun

Berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan tidak adanya interaksi secara signifikan antara cekaman salinitas, FMA dengan perlakuan ekstrak kulit manggis terhadap total klorofil daun (Tabel 4). Secara mandiri, cekaman salinitas, FMA dan ekstrak kulit manggis tidak berpengaruh nyata terhadap kadar klorofil daun, namun terdapat kecenderungan bahwa tanaman yang mengalami cekaman salinitas jumlah klorofilnya lebih rendah dibandingkan dengan tanaman yang tidak tercekam. Cekaman salinitas akan memacu produksi ROS secara berlebihan (Meloni et al. 2003), dapat merusak biomolekul komponen pembentuk sel (Irianti et al. 2017) sehingga biosintesis klorofil juga akan mengalami gangguan.

Tabel 4. Pengaruh Cekaman Salinitas, Fungi Mikoriza Arbuskular dan Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis terhadap Total Klorofil Daun (mg/l)

Cekaman Salinitas (%)	Fungi Mikoriza Arbuskular (g)	Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis (%)			
		0	1	1,5	2
0	0	23,90	27,96	18,83	20,59
	10	21,18	24,78	21,91	19,83
1	0	24,84	16,47	17,15	21,13
	10	21,42	18,37	21,52	23,65

Keterangan : Berdasarkan analisis sidik ragam tidak ada pengaruh nyata.

Jumlah polong per tanaman

Berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan tidak adanya interaksi secara nyata antara cekaman salinitas, FMA dengan perlakuan ekstrak kulit manggis terhadap jumlah polong per tanaman (Tabel 5). Cekaman salinitas, FMA dan ekstrak kulit manggis secara mandiri tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah polong per tanaman, namun terdapat kecenderungan tanaman yang

mengalami cekaman salinitas jumlah polongnya lebih rendah dibandingkan dengan tanaman yang tidak tercekam. Cekaman salinitas menyebabkan penuaan daun lebih cepat terjadi sehingga menurunkan hasil biji (Cabot et al, 2014). Cekaman salinitas menyebabkan hambatan dan gangguan terhadap fase vegetatif maupun fase generatif (Purwaningrahyu dan Taufiq, 2017) sehingga jumlah polong dan jumlah bijipun mengalami penurunan.

Tabel 5. Pengaruh Cekaman Salinitas, Fungi Mikoriza Arbuskular dan Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis terhadap Jumlah Polong per Tanaman.

Cekaman Salinitas (%)	Fungi Mikoriza Arbuskular (g)	Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis (%)			
		0	1	1,5	2
0	0	14,63	18,13	14,17	24,42
	10	26,13	17,88	22,25	17,75
1	0	11,00	16,00	6,94	14,96
	10	17,50	18,84	7,05	9,38

Keterangan : Berdasarkan analisis sidik ragam tidak ada pengaruh nyata.

Jumlah biji per tanaman

Berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan tidak adanya interaksi antara cekaman salinitas, FMA dengan perlakuan ekstrak kulit manggis terhadap jumlah biji per tanaman (Tabel 6). Cekaman salinitas, FMA dan ekstrak kulit manggis secara mandiri tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah biji per tanaman, namun terdapat kecenderungan tanaman yang

mengalami cekaman salinitas jumlah bijinya lebih rendah dibandingkan dengan tanaman yang tidak tercekam. Peningkatan kadar NaCl di zona perakaran dapat menimbulkan cekaman osmotik, serta akumulasi ion Na⁺ dan Cl⁻ dan dapat menimbulkan keracunan bagi sel tanaman (Sopandie 2014), yang akan menghambat proses pertumbuhan sehingga berdampak terhadap pembentukan biji.

Tabel 6. Pengaruh Cekaman Salinitas, Fungi Mikoriza Arbuskular dan Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis terhadap Jumlah Biji per Tanaman.

Cekaman Salinitas (%)	Fungi Mikoriza Arbuskular (g)	Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis (%)			
		0	1	1,5	2
0	0	18,00	31,50	25,13	43,13
	10	36,00	28,75	38,13	30,50
1	0	15,50	26,34	14,28	23,71
	10	28,50	27,00	12,27	18,13

Keterangan : Berdasarkan analisis sidik ragam tidak ada pengaruh nyata.

Hasil panen biji per tanaman

Berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan tidak adanya interaksi antara cekaman salinitas, FMA

dengan perlakuan ekstrak kulit manggis terhadap hasil panen biji per tanaman (Tabel. 7).

Tabel 7. Pengaruh Cekaman Salinitas, Fungi Mikoriza Arbuskular dan Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis terhadap Hasil Biji per Tanaman (g).

Cekaman Salinitas (%)	Fungi Mikoriza Arbuskular (g)	Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis (%)			
		0	1	1,5	2
0	0	1,63	2,89	2,28	3,96
	10	3,35	2,73	3,23	2,78
1	0	1,25	2,27	1,33	2,32
	10	2,50	3,20	1,07	1,98

Keterangan : Berdasarkan analisis sidik ragam tidak ada pengaruh nyata.

Perlakuan salinitas, FMA dan ekstrak kulit manggis secara mandiri tidak berpengaruh nyata terhadap hasil biji per tanaman, namun dari angka rata-rata menunjukkan bahwa perlakuan cekaman salinitas cenderung menyebabkan hasil panen biji yang lebih rendah. Cekaman salinitas menyebabkan penuaan daun lebih cepat

sehingga akan berdampak mereduksi hasil biji (Cabot *et al.*, 2014).

Bobot 25 butir biji

Berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan tidak terjadi interaksi antara cekaman salinitas, FMA dengan ekstrak kulit manggis terhadap bobot 25 butir, akan tetapi terjadi interaksi secara nyata antara cekaman

salinitas dengan ekstrak kulit manggis (Tabel 8).

Tabel 8. Pengaruh Cekaman Salinitas, Fungi Mikoriza Arbuskular dan Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis terhadap Bobot 25 butir (g).

Cekaman Salinitas (%)	Fungi Mikoriza Arbuskular (g)	Antioksidan Ekstrak Kulit Manggis (%)			
		0	1	1,5	2
0	0	1,70	1,53	2,27	1,66
	10	1,64	2,07	2,27	1,07
Rata-rata		1,67 a	1,80 a	2,27 b	1,37 a
		B	C	D	A
1	0	2,99	2,28	0,80	3,15
	10	1,35	1,84	1,05	1,85
Rata-rata		2,17 b	2,06 b	0,93 a	2,50 b
		C	B	A	D

Keterangan : Angka-angka yang ditandai huruf kecil yang sama arah vertikal dan huruf besar yang sama arah horizontal tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%.

Perlakuan ekstrak kulit manggis pada semua taraf konsentrasi memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap bobot 25 butir biji, baik pada tingkat salinitas 0% maupun 1%. Pada kondisi tanpa cekaman, ekstrak kulit manggis 1,5% menghasilkan ukuran biji tertinggi, sedangkan pada kondisi cekaman salinitas, ukuran biji terbesar diperoleh dari ekstrak kulit manggis 2%. Kondisi ini menggambarkan bahwa antioksidan dari ekstrak kulit manggis memberikan efek positif mampu mengatasi dampak negatif akibat cekaman salinitas. Hal ini sejalan dengan pendapat Silva et al. (2016) bahwa ekstrak kulit manggis efektif sebagai antioksidan dan mampu

memproteksi dari kerusakan akibat radikal bebas.

KESIMPULAN

1. Cekaman salinitas dapat menghambat pertumbuhan tanaman serta mereduksi komponen hasil dan hasil kedelai.
2. Fungi mikoriza arbuskular berpotensi dapat mengurangi dampak negatif dari cekaman salinitas terhadap pertumbuhan vegetatif, komponen hasil dan hasil kedelai.
3. Antiosidan ekstrak kulit manggis pada konsentrasi 2%, dapat memberikan pengaruh yang baik terhadap pertumbuhan vegetatif, komponen hasil dan hasil kedelai pada kondisi cekaman salinitas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Siliwangi atas biaya penelitian melalui skema Penelitian Unggulan, serta kepada Sdr. Tiara Dian Damayanti yang membantu secara penuh kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Asghari, R., dan R. Ahmadvand. 2018. Salinity Stress and its Impact on Morpho-physiological Characteristics of Aloe vera. *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.* 41 (1): 411-422.
- Cabot, C., J.V. Sibole, J. Barcelo, and C. Poschenrieder. 2014. Lessons from crop plants struggling with salinity. *Plant Sci.* 226:2-13
- Gondokesumo, M.E., B.Pardjianto, S.B.Sumitro, W.Widowati, dan K.Handono. 2019. Xanthon Analysis and Antioxidant Activity Analysis (Applying ESR) of Six Different Maturity Levels of Mangosteen Rind Extract (*Garcinia mangostana* Linn). *Pharmacogn J.* 11(2); 369-373.
- Irianti, T.T., Sugiyanto, S. Nuranto, dan M. Kuswandi. 2017. *Antioksidant.* UGM, Yogyakarta
- Jaisupa,N., P. Moongkarndi, P. Lomarat, J. Samer, V. Tunrungtavee, W. Muangpaisan, and S. Mangmool. 2018. Mangosteen peel extract exhibits cellular antioxidant activity by induction of catalase and heme oxygenase-1 mRNA expression *J. Food Biochem.* 42(3) e12511. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12511>
- Kementerian Pertanian. 2018. Outlook Kedelai. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Kementerian Pertanian. 2017. Statistik Pertanian. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Kementerian Pertanian
- Kleio, D.N., D. Theodoros, and P.A. Roussos. 2020. Antioxidant Defense System in Young Olive Plants Against Drought Stress and Mitigation of Adverse Effects through External Application of Alleviating Products. *Scientia Horticulturae* 259: 1-11
- Kristiono,A., R.D.Purwaningrahayu, dan A.Taufik. 2013. Respons Tanaman Kedelai, Kacang Tanah, dan Kacang Hijau terhadap Cekaman Salinitas. *Buletin Palawija* No.26:45-60.

- Meloni, D.A., M.A. Oliva, C.A. Martinez, and J. Cambraia. 2003. Photosynthesis and Activity of Superoxide Dismutase, Peroxidase, and Glutathione Reductase in Cotton under Salt Stress. *Environ. Exp. Bot.* 49:69-76.
- Mohammad, N.A., D.N.A. Zaidel, I.I. Muhamad, M.A. Hamid, H. Yaakob, and Y.M.M. Jusoh. 2019. Optimization of the Antioxidant-Rich Xanthone Extract from Mangosteen (*Garciana mangostana* L.) Pericarp via Microwave-Assisted Extraction. *Heliyon* 5. Doi.org/10.1016/J.Heliyon.2019.E02571.
- Parihal, M., A. Rakshit, K. Rana, R.P. Meena, and D.C. Joshi. 2020. A Consortium of Arbuscula Mycorrhizal Fungi Improves Nutrient Uptake, Biochemical Response, Nodulation and Growth of the Pea (*Pisum sativum* L) Under Salt Stress. *Rhizosphere* 15. Doi.org/10.1016/J.Rhisph.2020.100235.
- Purwaningrahyu, D. Runik, dan A. Taufiq. 2017. Respon Morfologi Empat Genotip Kedelai Terhadap Cekaman Salinitas. *Jurnal Biologi Indonesia*. 13(2) :175-188.
- Rachman A, A. Dariah, dan S. Sutono. 2018. *Pengelolaan Sawah Salin Berkadar Garam Tinggi*. Supriadi, Widiarta IN, editors. Jakarta: IAARD Press: Jakarta.
- Sayuti, K., dan R. Yenrina. 2015. *Antioksidan Alami dan Sintetik*. Andalas University Press. Padang.
- Silva, R.C., A.C.F. Pereira, R.P.D.S. Alves, T.N. Guecheva, J.A.P. Henriques, M. Brendel, C. Pungartnik, and F.R. Santos. 2016. DNA Protection Against Oxidative Damage Using the Hydroalcoholic Extract of *Garcinia mangostana* and Alpha-mangostin. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* vol 2016 article ID 3430405. Doi: 10.1155/2016/3430405.
- Soundararajan, P., A. Manivannan, and B.R. Jeong. 2019. Different Antioxidant Defense Systems in Halophytes and Glycophytes to Overcome Salinity Stress. In: *Sabkha Ecosystems*. Springer, Cham. p. 335–347

- Sopandie, D. 2014. Fisiologi Adaptasi Tanaman terhadap Cekaman Abiotik pada Agroekosistem Tropika. IPB Press. Bogor.
- Steel, R.G.D., dan J.H. Torrie. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistika. PT.Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Talaat, N.B., and B.T. Shawky. 2014. Protective Effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Wheat (*Triticum aestivum* L) Plant Exposed to Salinity. *Environmental and Experimental Botany* 98:20-31.
- Talaat, N.B., and B.T. Shawky. 2011. Influence of Arbuscular Mycorrhizae on Yield, Nutrients, Organic Solutes, and Antioxidant Enzymes of Two Wheat Cultivars Under Salt Stress. *J. Plant Nutrition and Soil Sci.* 174: 283-291.