

**AGROSAINSTEK****Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian**Website jurnal : <http://agrosainstek.ubb.ac.id>**Research Article****Mitigasi Cekaman Salinitas pada Fase Perkecambahan Kedelai melalui Invigorasi dengan Ekstrak Kulit Manggis dan Ekstrak Kunyit*****Mitigation of Salinity Stress of Soybean Germination through Invigoration with Mangosteen Peels and Turmeric Extracts*****Maman Suryaman^{1*}, Ida Hadiyah¹, and Yeni Nuraeni¹**¹Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Siliwangi
Jl. Siliwangi No. 24 Tasikmalaya 46115 Jawa Barat

Received: July 20, 2020 /Received in revised : March 31, 2021/ Accepted: April 12, 2021

ABSTRACT

The germination period is a critical phase of abiotic stress, including salinity stress. Invigoration can be done to reduce the effect of salinity stress and speed up the germination process. This research was aimed to find out the effect of invigoration to mitigate salinity stress of soybean seed germination. This research was conducted in the Greenhouse of Faculty of Agriculture, Siliwangi University. The experiment was arranged in a randomized block design with factorial patterns and three replications. First factor was the level of salinity of seawater, consisted of 3 levels (0% = EC= 0,6 mS cm⁻¹; 10% = EC = 7,69 mS cm⁻¹ ;and 20% = EC =11,4 mS cm⁻¹). The second factor was invigoration, which consisted of 4 levels (water as control, mangosteen peel extract, turmeric extract, and mixture of mangosteen peel extract + turmeric extract with a ratio of 1:1). Results showed that there was no interaction effect between the invigoration and salinity stress on all parameters observed, but there was an independent effect of invigoration on soybean vigor and salinity stress. The salinity stress had a significant negative effect on seed germination. The invigoration of mangosteen peel extract or turmeric extract was able to maintain soybean seed vigor under salinity stress conditions. Therefore the invigoration could mitigate the effect of salinity stress of soybean seed germination.

Keywords: Germination; Invigoration; Mitigate; Salinity stress; Soybean.**ABSTRAK**

Fase perkecambahan merupakan fase yang peka terhadap cekaman abiotik, termasuk cekaman salinitas. Invigorasi dapat mengurangi efek negatif cekaman salinitas dan mempercepat proses perkecambahan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perlakuan invigorasi dalam memitigasi cekaman salinitas pada fase perkecambahan. Penelitian dilaksanakan di rumah plastik Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok dengan pola faktorial yang diulang 3 kali. Faktor 1 = cekaman salinitas air laut, terdiri dari 3 level (0% = DHL = 0,6 mS cm⁻¹; 10% = 7,69 mS cm⁻¹; dan 20% = 11,4 mS cm⁻¹), Faktor 2 = invigorasi, terdiri dari 4 level (air sebagai kontrol, ekstrak kulit manggis, ekstrak kunyit, dan campuran ekstrak kulit manggis dan ekstrak kunyit). Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak terjadi efek interaksi secara nyata antara cekaman salinitas dengan invigorasi terhadap semua parameter pengamatan, tetapi masing masing perlakuan secara mandiri memberikan pengaruh yang signifikan. Cekaman salinitas menimbulkan efek negatif pada fase perkecambahan. Invigorasi dengan menggunakan ekstrak kulit manggis atau ekstrak kunyit dapat mempertahankan vigor kedelai pada kondisi cekaman salinitas, sehingga dapat digunakan untuk memitigasi cekaman salinitas pada fase perkecambahan.

Kata kunci: Cekaman salinitas; Invigorasi; Kedelai; Mitigasi; Perkecambahan.

*Korespondensi Penulis.

E-mail : mamansuryaman@unsil.ac.id (M Suryaman)DOI: <https://doi.org/10.33019/agrosainstek.v5i1.172>

1. Pendahuluan

Kedelai merupakan tanaman pangan terpenting ketiga di Indonesia setelah padi dan jagung. Kedelai termasuk sumber protein yang murah (Khojely *et al.*, 2018), dan sangat baik untuk pemenuhan kebutuhan gizi masyarakat, sehingga konsumsinya meningkat terus dari waktu ke waktu. Tercatat konsumsi kedelai pada tahun 2017 sebesar 8,78 kg kapita⁻¹ tahun⁻¹, sementara pada tahun 2020 diproyeksikan mencapai 9,52 kg kapita⁻¹ tahun⁻¹ (Kementerian Pertanian, 2018). Kebutuhan kedelai di Indonesia tiap tahun terus meningkat serta tidak dapat dipenuhi oleh produksi dalam negeri, sehingga tiap tahun terus mengimpor. Pada tahun 2019 mengimpor sebanyak 2,67 juta ton kedelai yang setara dengan 1,06 milyar US\$ (Badan Pusat Statistik, 2020). Oleh karena itu guna menghemat devisa diperlukan upaya untuk meningkatkan produksi dalam negeri sekaligus untuk mengurangi impor. Peningkatan produksi kedelai nasional dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu : 1) peningkatan produktivitas, 2) peningkatan intensitas tanam, dan 3) perluasan areal tanam (Rachman *et al.*, 2013). Peningkatan produktivitas dilakukan dengan cara intensifikasi teknis budidaya, termasuk penggunaan varietas unggul. Peningkatan intensitas tanam terutama dilakukan pada lahan sawah, dengan memanfaatkan sisa kelembaban tanah setelah padi dipanen. Perluasan areal tanam dilakukan dengan menanam berbagai lahan yang tersedia. Dengan semakin terbatasnya lahan yang produktif, maka perluasan areal tanam dapat dilakukan dengan memanfaatkan lahan marginal seperti lahan yang mempunyai kadar garam tinggi (salin).

Salinitas termasuk salah satu faktor lingkungan paling menentukan yang membatasi produktivitas tanaman (Zorb *et al.*, 2019). Salinitas mempengaruhi tanaman dengan beberapa cara: cekaman osmotik, toksisitas ion, gangguan nutrisi, cekaman oksidatif, perubahan proses metabolisme, disorganisasi membran, pengurangan laju pembelahan dan pembesaran sel (Rasool *et al.*, 2013; Farooq *et al.*, 2015; Zorb *et al.*, 2019). Cekaman osmotik terjadi karena meningkatnya kadar NaCl di luar sel, yang akan menghambat proses serapan air sehingga dapat mengakibatkan dehidrasi sel dan penurunan tingkat turgor sel (Sopandie, 2014), yang selanjutnya akan menghambat pertumbuhan. Dilain pihak tanaman merespons cekaman osmotik dengan cara mengakumulasi senyawa organik sebagai osmoregulator atau osmo-protektan yang berguna untuk memelihara turgor sel (Kordrostami & Rabiei, 2019) agar proses metabolisme tidak terganggu. Dengan meningkatnya kadar NaCl, serapan

terhadap ion Na⁺ dan Cl⁻ juga meningkat, lalu diakumulasi di dalam sel, yang pada akhirnya dapat menimbulkan keracunan (Parihar *et al.*, 2015). Dalam kondisi cekaman oksidatif, terjadi perubahan proses metabolisme sel yang menyebabkan produksi reaktif oksigen spesies (ROS) meningkat secara berlebihan sehingga merusak protein, lemak, asam nukleat, dan dapat menyebabkan kematian sel tanaman (Soundararajan *et al.*, 2019; Ahmad *et al.*, 2019). ROS sendiri termasuk radikal bebas, bersifat destruktif dan sangat reaktif karena memiliki elektron yang tidak berpasangan (Sayuti & Yenrina, 2015). Untuk melindungi dari kerusakan sel akibat ROS (radikal bebas), tanaman merespons melalui sistem pertahanan antioksidan (Kleio *et al.*, 2020), baik antioksidan enzim maupun antioksidan non enzim (Mandi *et al.*, 2018; Kleio *et al.*, 2020). Namun demikian, antioksidan endogen yang dihasilkan tanaman sering tidak memadai untuk mengatasi kerusakan akibat ROS (Soundararajan *et al.*, 2019), oleh karena itu perlu ditambahkan antioksidan secara eksogen.

Ekstrak kulit manggis mengandung beberapa fitokimia diantaranya senyawa fenolik dan flavonoid yang bersifat antioksidan (Jaisupa, *et al.*, 2018). Kulit buah manggis kaya akan xanthone, metabolit sekunder yang mempunyai bioaktivitas sebagai antioksidan (Gondokesumo *et al.*, 2019; Ibrahim *et al.*, 2016), selain itu kulit buah manggis juga mengandung procyanidin, yang juga bersifat antioksidan (Qin *et al.*, 2017). Sementara itu kunyit termasuk salah satu tanaman yang potensial sebagai sumber antioksidan yang dapat menangkal radikal bebas (Borra *et al.*, 2013; Asouri *et al.*, 2013). Sifat antioksidan dari kunyit tersebut dipengaruhi oleh senyawa fenolik yang dikandungnya (Zheng *et al.*, 2017).

Tanaman legum termasuk katagori tanaman yang sensitif terhadap cekaman salinitas (Khan & Basha, 2015), dengan ambang batas salinitas untuk kedelai sebesar 5,0 mS cm⁻¹ (Chinnusamy *et al.*, 2005). Fase perkecambahan dan pertumbuhan bibit merupakan fase yang paling sensitif terhadap salinitas (Ibrahim, 2016). Cekaman salinitas menyebabkan perubahan fisiologis dan biokimia yang merugikan bagi benih yang berkecambah (Paparella *et al.*, 2015; Ibrahim, 2016). Dilain pihak invigorasi meningkatkan perkecambahan dan vigor pada kondisi cekaman abiotik (Oliviera & Filho, 2016), serta memitigasi pengaruh cekaman salinitas (Feghhenabi *et al.*, 2020). Penelitian ini bertujuan untuk menguji kemampuan invigorasi ekstrak kulit manggis dan kunyit dalam memitigasi cekaman salinitas pada fase perkecambahan benih kedelai.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai bulan Juni tahun 2019, bertempat di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi. Alat - alat yang digunakan adalah: blender, kertas saring, oven, timbangan digital, sprayer, baki perkecambahan, tabung ukur, conductivity meter, waterbath. Bahan - bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: benih kedelai varietas Detap 1 (diperoleh dari Balitkabi Malang), kulit buah manggis, kunyit, air laut, air sumur, etanol 96%, dan media tanah.

Ekstrak kulit buah manggis dibuat dengan cara sebagai berikut (Indrianingsih *et al.*, 2019 dengan modifikasi).

- Buah dicuci bersih kemudian dipisahkan antara kulit dan daging buahnya
- Kulit buah tanpa bagian luar kemudian dipotong kecil-kecil dan dikeringkan di bawah sinar matahari selama 4 hari
- Kulit buah manggis yang sudah kering kemudian diblender sampai menjadi serbuk
- Ekstrak kulit buah manggis diperoleh dengan cara maserasi menggunakan etanol 500 ml dengan serbuk kulit buah manggis sebanyak 100 gram selama 2 hari dengan beberapa kali pengadukan
- Setelah itu larutan disaring dengan menggunakan kertas saring untuk memisahkan ampas dan filtratnya
- Filtratnya kemudian diuapkan menggunakan waterbath sehingga diperoleh ekstrak kulit buah manggis.

Ekstrak kunyit diperoleh dengan cara sebagai berikut (Wahyuningtyas *et al.*, 2017 dengan modifikasi)

- Kunyit dicuci bersih, kemudian diiris dengan ketebalan $\pm$ 3-5 mm dan dikeringkan di bawah sinar matahari selama 2 hari
- Kunyit yang telah kering lalu dihaluskan dengan menggunakan blender sehingga diperoleh serbuk kunyit
- Proses pembuatan ekstrak kunyit menggunakan metode maserasi. Serbuk kunyit ditimbang sebanyak 100 g, lalu dilarutkan dengan etanol sebanyak 500 ml
- Maserasi dilakukan selama 2 hari dengan beberapa kali pengadukan
- Setelah itu larutan disaring dengan menggunakan kertas saring untuk memisahkan ampas dan filtratnya
- Filtratnya kemudian diuapkan menggunakan waterbath sehingga diperoleh ekstrak kunyit.

Sebelum benih ditanam, diberi perlakuan invigorasi terlebih dahulu dengan cara merendam benih tersebut di dalam air, larutan ekstrak kulit manggis, ekstrak kunyit, dan campuran ekstrak kulit manggis + ekstrak kunyit dengan konsentrasi yang telah ditentukan (sesuai dengan perlakuan). Masing-masing perlakuan invigorasi direndam selama 12 jam. Setelah mencapai waktu 12 jam, benih dibilas dengan menggunakan air, lalu benih dikering- anginkan, selanjutnya benih siap ditanam.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang berpola faktorial. Faktor pertama adalah cekaman salinitas (C) yang terdiri dari tiga taraf, yaitu: c_0 = Air sumur ($EC = 0,6 \text{ mS cm}^{-1}$), c_1 = Air laut 10% ($EC = 7,69 \text{ mS cm}^{-1}$), dan c_2 = Air laut 20% ($EC = 11,4 \text{ mS cm}^{-1}$). Faktor kedua adalah invigorasi yang terdiri dari empat taraf, yaitu: i_0 = Air (kontrol), i_1 = Ekstrak kulit manggis 1,5%, i_2 = Ekstrak kunyit 1,5%, i_3 = Campuran ekstrak kulit manggis 1,5% + ekstrak kunyit 1,5% ($v:v = 1:1$). Penanaman dilakukan setelah benih diberi perlakuan invigorasi. Benih ditanam pada baki perkecambahan dengan menggunakan media tanah, kemudian media tanam diberi perlakuan cekaman salinitas dengan menggunakan air sumur, air laut 10 %, dan air laut 20% (sesuai dengan perlakuan). Pemberian perlakuan cekaman salinitas dilakukan dengan cara menyiram media tanah tersebut dengan air, dan larutan air laut sesuai dengan konsentrasi perlakuan pada baki perkecambahan, hingga media tanah mencapai kondisi lembab. Pemeliharaan termasuk mempertahankan kondisi kelembaban media tanah terus dilakukan hingga percobaan berakhir. Data variabel respons yang diamati terdiri dari : daya kecambah, laju perkecambahan, panjang akar, bobot kering kecambah, daya hantar listrik benih, dan waktu perkecambahan

Daya kecambah dihitung berdasarkan banyaknya benih yang berkecambah sampai pengamatan terakhir dibandingkan dengan jumlah benih yang dikecambahkan dikalikan seratus persen. Kecepatan berkecambah didapat dengan cara menjumlahkan banyaknya benih yang berkecambah pada hari tertentu sampai hari pengamatan terakhir, dengan rumus sebagai berikut (Sutopo, 2004):

$$\text{Kecepatan berkecambah} = \frac{G_1}{D_1} + \frac{G_2}{D_2} + \dots + \frac{G_n}{D_n}$$

Keterangan : G = Jumlah benih yang berkecambah pada hari tertentu; D = Hari yang berhubungan dengan jumlah benih yang berkecambah; n = hari pengamatan.

Waktu perkecambahan merupakan total waktu yang diperlukan untuk berkecambah, dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Mavi *et al.*, 2010):

$$MGT = \frac{\sum(nT)}{\sum n}$$

Keterangan: MGT = Rata rata waktu yang dibutuhkan untuk perkecambahan; n = jumlah benih yang baru berkecambah pada waktu T; T = waktu (hari) mulai berkecambah.

Bobot kering kecambah didapat setelah kecambah dioven pada suhu 100 °C, hingga bobotnya konstan. Data daya hantar listrik diperoleh dengan cara merendam benih selama 24 jam, lalu air rendamannya diukur dengan Conductivity Meter (Ortiz *et al.*, 2018).

Berikutnya data tersebut dianalisis dengan sidik ragam univariat dan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf probabilitas 95 % (Steel & Torrie, 1993).

3. Hasil

Hasil analisis statistik uji F terhadap seluruh data perkecambahan menunjukkan bahwa efek interaksi antara perlakuan cekaman salinitas dengan invigorasi tidak nyata. Namun demikian masing-masing perlakuan cekaman salinitas dan

invigorasi memberikan pengaruh secara nyata hingga sangat nyata (Tabel 1). Perlakuan cekaman salinitas memberikan pengaruh secara sangat nyata terhadap seluruh variabel respons yang diamati. Sementara itu perlakuan invigorasi mempengaruhi secara sangat nyata terhadap kecepatan tumbuh, daya hantar listrik, dan waktu berkecambah, sedangkan terhadap daya kecambah dan panjang akar berpengaruh secara nyata. Namun demikian terhadap bobot kering kecambah, perlakuan invigorasi tidak berpengaruh.

Pada berbagai penggunaan invigorasi, peningkatan cekaman salinitas mereduksi daya kecambah secara sangat nyata dari 85% (pada perlakuan tanpa cekaman) turun menjadi 42,08% (pada perlakuan cekaman air laut 20%), serta mengurangi kecepatan perkecambahan secara sangat nyata dari 10,17% etmal⁻¹ (perlakuan kontrol) menurun menjadi 5,89% etmal⁻¹ (perlakuan cekaman air laut 20 %). Sementara itu pada semua tingkat cekaman salinitas, perlakuan invigorasi meningkatkan daya kecambah secara nyata, dengan besaran peningkatan bervariasi dari 5,4 % (invigorasi campuran) hingga 12,5 % (invigorasi ekstrak kulit manggis) serta mempengaruhi peningkatan laju perkecambahan secara nyata, dengan besaran peningkatan bervariasi dari 8,9 % (invigorasi campuran) hingga 14,7 % (invigorasi ekstrak kulit manggis) dibandingkan dengan kontrol (Tabel 2).

Tabel 1. Hasil analisis ragam perlakuan cekaman salinitas dan invigorasi pada fase perkecambahan kedelai.

Parameter	Cekaman salinitas	Invigorasi	Interaksi C x I	Koefisien Keragaman (%)
Daya kecambah	267,87 **	4,56 *	0,25	7,02
Kecepatan tumbuh	174,12 **	5,41 **	1,26	7,34
Panjang akar	139,62 **	3,43 *	1,73	3,46
Bobot kering	23,07 **	2,07	1,71	15,82
Daya hantar listrik	714,34 **	8,02 **	1,30	7,68
Waktu berkecambah	46,64 **	12,91 **	2,13	3,06

Keterangan: * = berbeda nyata, ** = berbeda sangat nyata berdasarkan uji F.

Tabel 2. Pengaruh cekaman salinitas terhadap daya kecambah dan laju perkecambahan kedelai yang diberi invigorasi

Perlakuan	Daya kecambah (%)	Laju perkecambahan (% etmal ⁻¹)
Air sumur (EC = 0,6 mS cm ⁻¹)	85,00 c	10,17 c
Air laut 10% (EC = 7,69 mS cm ⁻¹)	72,08 b	7,40 b
Air laut 20% (EC = 11,4 mS cm ⁻¹)	42,08 a	5,89 a
Kontrol (Air)	62,22 a	7,21 a
Invigorasi dg ekstrak kulit manggis	70,00 b	8,27 b
Invigorasi dg ekstrak kunyit	67,78 b	7,95 b
Campuran ekstrak kulit manggis dan kunyit (1:1)	65,56 b	7,85 b

Keterangan: Angka rata-rata yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf $\alpha = 0,05$.

Berdasarkan analisis statistik seperti disajikan pada Tabel 3, diketahui bahwa perlakuan cekaman salinitas pada berbagai penggunaan invigorasi mempengaruhi panjang akar dan bobot kering kecambah secara nyata, meningkatnya cekaman salinitas dari $EC = 0,6 \text{ mS cm}^{-1}$ (kontrol) ke $EC = 11,4 \text{ mS cm}^{-1}$ (air laut 20%) diikuti dengan pengurangan panjang akar dan penurunan bobot kering. Sementara itu perlakuan invigorasi pada berbagai tingkat cekaman salinitas mempengaruhi panjang akar secara nyata, penggunaan invigorasi ekstrak kulit manggis, ekstrak kunyit serta campurannya meningkatkan panjang akar dibandingkan dengan

kontrol (tanpa diberi invigorasi), dan cenderung meningkatkan bobot kering kecambah.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pada berbagai perlakuan invigorasi, cekaman salinitas secara bertingkat dari $EC = 0,6 \text{ mS cm}^{-1}$ (kontrol) hingga $EC = 11,4 \text{ mS cm}^{-1}$ (air laut 20%) meningkatkan daya hantar listrik benih dan memperpanjang waktu perkecambahan dengan sangat nyata. Namun sebaliknya pada berbagai cekaman salinitas, perlakuan invigorasi benih dari ekstrak kulit manggis, ekstrak kunyit serta campurannya memberikan efek pengurangan daya hantar listrik dan memperpendek waktu perkecambahan dengan sangat nyata (Tabel 4).

Tabel 3. Pengaruh cekaman salinitas terhadap panjang akar dan bobot kering kecambah normal kedelai yang diberi invigorasi

Perlakuan	Panjang akar (cm)	Bobot kering kecambah (g)
Air sumur ($EC = 0,6 \text{ mS cm}^{-1}$)	17,95 c	0,07 b
Air laut 10% ($EC = 7,69 \text{ mS cm}^{-1}$)	8,43 b	0,06 b
Air laut 20% ($EC = 11,4 \text{ mS cm}^{-1}$)	6,90 a	0,05 a
Kontrol (Air)	9,79 a	0,05 a
Invigorasi dg ekstrak kulit manggis	12,34 b	0,06 a
Invigorasi dg ekstrak kunyit	11,47 ab	0,06 a
Campuran ekstrak kulit manggis dan kunyit (1:1)	10,76 ab	0,06 a

Keterangan: Angka rata-rata yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf $\alpha = 0,05$.

Tabel 4. Pengaruh cekaman salinitas terhadap daya hantar listrik dan waktu perkecambahan kedelai yang diberi invigorasi

Perlakuan	Daya hantar listrik ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$)	Waktu perkecambahan (hari)
Air sumur ($EC = 0,6 \text{ mS cm}^{-1}$)	8,88 a	3,05 a
Air laut 10% ($EC = 7,69 \text{ mS cm}^{-1}$)	23,02 b	3,29 b
Air laut 20% ($EC = 11,4 \text{ mS cm}^{-1}$)	35,52 c	3,44 c
Kontrol (Air)	24,74 b	3,39 c
Invigorasi dg ekstrak kulit manggis	20,86 a	3,11 a
Invigorasi dg ekstrak kunyit	22,11 a	3,25 b
Campuran ekstrak kulit manggis dan kunyit (1:1)	22,18 a	3,30 bc

Keterangan: Angka rata-rata yang ditandai dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut Uji Jarak Berganda Duncan pada taraf $\alpha = 0,05$.

4. Pembahasan

Cekaman salinitas menyebabkan multi efek yang bersifat merugikan bagi pertumbuhan tanaman. Cekaman salinitas mengakibatkan cekaman osmotik, toksisitas ion, ketidakseimbangan hara, defisit air, cekaman oksidatif, gangguan proses metabolisme, kerusakan membran, dan reduksi sintesis sel (Rasool *et al.*, 2013; Farooq *et al.*, 2015;

Zorb *et al.*, 2019; Parihar *et al.*, 2015; Kordrostami & Rabiei, 2019) yang bisa berujung dengan kematian sel tanaman. Cekaman osmotik berkaitan dengan hambatan proses serapan air yang bisa mengakibatkan dehidrasi sel dan penurunan tingkat turgor sel (Sopandie, 2014), ketidakseimbangan hara mengawali toksisitas ion yang terjadi karena serapan yang berlebihan terhadap ion Cl^{-1} sehingga mengakibatkan

keracunan (Parihar *et al.*, 2015), dan cekaman oksidatif berkaitan dengan over produksi radikal bebas (ROS) (Soundararajan *et al.*, 2019; Ahmad *et al.*, 2019) yang semua proses tersebut walaupun dengan mekanisme yang berbeda, tetapi dapat mengakibatkan kerusakan dan kematian sel. Gangguan akibat cekaman oksidatif diawali dengan terjadinya kerusakan komponen sel oleh radikal bebas (ROS), kerusakan atau kebocoran membran sel, selanjutnya menimbulkan gangguan dan kerusakan pada proses sintesis sel dan aktivitas enzim, yang secara keseluruhan akan menimbulkan gangguan pada proses pertumbuhan bahkan bisa mengakibatkan kematian. Upaya untuk mengurangi dampak kerusakan akibat cekaman oksidatif dapat dilakukan dengan pemberian antioksidan, karena antioksidan dapat menangkal atau meredam daya rusak radikal bebas.

Ekstrak kulit manggis dan kunyit yang digunakan sebagai perlakuan invigorasi mengandung berbagai fitokimia yang bersifat antioksidan, karena itulah maka peranan atau fungsi ekstrak tersebut terutama lebih ke arah mitigasi akibat cekaman oksidatif, yakni berkaitan dengan kemampuan dalam menangkal radikal bebas (ROS) yang terjadi akibat cekaman oksidatif. Kemampuan mitigasi terhadap efek merugikan lainnya akibat cekaman salinitas belum jelas, karena tidak berkaitan secara langsung dengan penangkalan terhadap radikal bebas. Kondisi inilah yang diduga menjadi penyebab mengapa efek interaksi antara perlakuan invigorasi dengan cekaman salinitas tidak nyata.

Cekaman salinitas mempengaruhi perkecambahan terutama dengan menurunkan potensial osmotik larutan tanah sehingga akan menghambat penyerapan air oleh benih (Farooq *et al.*, 2015). Berkurangnya serapan air pada fase perkecambahan akan mengurangi aktivitas berbagai enzim hidrolitik yang terlibat dalam proses perkecambahan sehingga akan mengurangi kecepatan dan persentase perkecambahan. Dalam kondisi lingkungan tercekam seperti cekaman salin, maka proses metabolisme sel akan lebih banyak memproduksi radikal bebas sebagai upaya perlindungan diri. Namun jumlahnya yang berlebih, justru akan merusak selnya sendiri, sehingga akan mengganggu dan menghambat proses perkecambahan. Selain itu, ketidak seimbangan hara akibat cekaman juga berkontribusi bagi gangguan proses metabolisme sel. Oleh karenanya maka tingkat vigoritas perkecambahan akan mengalami penurunan, seperti tercermin dari daya kecambah, kecepatan perkecambahan, panjang akar, dan bobot kering mengalami penurunan, sebaliknya kerusakan membran semakin parah

serta waktu perkecambahan semakin lama (Tabel 2 sampai Tabel 4).

Pada kondisi tanpa cekaman (air sumur) maupun pada kondisi cekaman (air laut 10% atau 20%), perlakuan invigorasi meningkatkan daya kecambah secara signifikan. Invigorasi ekstrak kulit manggis meningkatkan daya kecambah hingga sebesar 12,5%, ekstrak kunyit sebesar 8,9%, dan ekstrak campuran sebesar 5,4% dari perlakuan tanpa invigorasi (kontrol). Demikian juga terhadap laju perkecambahan, perlakuan invigorasi meningkatkan kecepatan laju perkecambahan. Invigorasi dengan ekstrak kulit manggis, ekstrak kunyit, dan campuran ekstrak berturut-turut meningkatkan laju perkecambahan sebesar 14,7%, 10,3%, dan 8,8% dibandingkan dengan kontrol (Tabel 2). Ekstrak kulit manggis dan kunyit diketahui mengandung senyawa fitokimia yang bersifat antioksidan, sebagaimana diungkapkan oleh banyak peneliti. Antioksidan punya kemampuan untuk meredam atau menangkal radikal bebas (ROS), sehingga dampak negatif berupa kerusakan sel akibat peristiwa peroksidasi lemak, kerusakan DNA dan dampak negatif lainnya dapat dicegah (Sayuti & Yenrina, 2015). α -mangostin dari ekstrak kulit manggis bersifat antioksidan sehingga dapat berperan sebagai penangkap radikal bebas (Ibrahim *et al.*, 2016) sehingga sel dapat terlindungi dari kerusakan akibat cekaman salinitas. Demikian juga kunyit mengandung senyawa fitokimia yang bersifat antioksidan (Asouri *et al.*, 2013; Suprihatin *et al.*, 2020). Jenis fitokimia tersebut diketahui sebagai senyawa kurkuminoid yang sebagian besar berbentuk senyawa kurkumin dengan bioaktivitas termasuk sebagai antioksidan kuat (Priyadarsini, 2014), sehingga ekstrak kulit manggis dan kunyit dapat memitigasi dampak cekaman oksidatif akibat salinitas pada tahap perkecambahan.

Pada berbagai perlakuan invigorasi, peningkatan cekaman salinitas dari EC 0,6 mS cm⁻¹ (air sumur) ke EC 11,4 mS cm⁻¹ (air laut 20%), mengakibatkan pengurangan panjang akar secara sangat signifikan sebesar 61,5% dari 17,95 cm menjadi 6,90 cm. Sementara terhadap bobot kering kecambah juga mengalami reduksi dengan sangat signifikan sebesar 28,6% dari 0,07 g menjadi 0,05 g (Tabel 3). Cekaman salinitas akan mengurangi ketersediaan air yang dapat diserap oleh sel sehingga berdampak sel kehilangan tekanan turgor, dilain pihak juga terjadi akumulasi radikal bebas (ROS) yang dapat merusak atau mengganggu proses metabolisme pada pertumbuhan maupun perkembangan tanaman (Nxele *et al.*, 2017), termasuk proses perkecambahan juga mengalami gangguan sehingga berdampak terhadap penurunan panjang akar dan bobot akar.

Baik pada kondisi tanpa cekaman (air sumur) maupun dalam keadaan cekaman air laut (10% maupun 20%) perlakuan invigorasi meningkatkan panjang akar secara signifikan. Penggunaan ekstrak kunyit dan ekstrak kulit manggis meningkatkan panjang akar bervariasi dari 10% hingga 26% dibandingkan dengan kontrol. Demikian juga terhadap bobot kering kecambah juga mengalami peningkatan dari 0,05 g menjadi 0,06 g, akibat penggunaan ekstrak tersebut (Tabel 3). Bertambahnya panjang akar dan meningkatnya bobot kering kecambah mencerminkan bahwa proses pertumbuhan sel berlangsung tanpa gangguan, atau kondisi yang dapat menghambat proses sintesis sel dapat dicegah. Peningkatan panjang akar dan bobot kering kecambah tersebut diduga berkaitan dengan senyawa fitokimia yang bersifat antioksidan yang terkandung didalam ekstrak tersebut yang mampu mencegah potensi gangguan proses sintesis sel. Senyawa kurkumin yang terkandung dalam ekstrak kunyit termasuk kategori antioksidan yang lebih kuat dibandingkan dengan vitamin C dalam menangkap radikal bebas (Asouri *et al.*, 2013). Demikian juga senyawa fenol dan senyawa flavonoid yang terdapat dalam ekstrak kulit manggis bersifat antioksidan yang kuat (Suttirak & Manurakchinakorn, 2014) sehingga mampu memitigasi dampak kerusakan akibat cekaman salinitas melalui kemampuan mereduksi daya destruktif radikal bebas.

Peningkatan cekaman salinitas dari $EC = 0,6 \text{ mS cm}^{-1}$ (air sumur) ke $EC = 11,4 \text{ mS cm}^{-1}$ (air laut 20%) berdampak sangat nyata meningkatkan daya hantar listrik benih sebesar 300 % yakni dari $8,88 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ menjadi $35,52 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$. Perlakuan yang sama juga berdampak memperpanjang waktu perkecambahan dengan sangat nyata sebesar 12,8%, yakni dari 3,05 hari menjadi 3,44 hari (Tabel 4). Daya hantar listrik benih menggambarkan banyaknya elektrolit yang keluar dari dalam benih yang dideteksi dengan alat ukur Conductivity meter dari air rendaman benih. Semakin besar angka daya hantar listrik, berarti semakin banyak jumlah elektrolit yang keluar dari dalam benih akibat serangan radikal bebas (ROS) terhadap komponen membran sel, sehingga semakin lanjut tingkat kerusakan atau kebocoran membran sel benih tersebut. Keluarnya elektrolit dari dalam sel mengindikasikan tingkat kerusakan atau disorganisasi membran sel, sekaligus juga mencerminkan kondisi kualitas fisiologis dan tingkat vigor benih yang bersangkutan. Hal ini sejalan dengan pendapat Ortiz *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa uji daya hantar listrik berhubungan langsung dengan vigor benih dan integritas membran sel benih. Cekaman salinitas memicu produksi ROS secara berlebihan yang

melebihi sistem pertahanan antioksidan (Ahmad *et al.* 2019). Sebagai radikal bebas, ROS bersifat tidak stabil dan reaktif sehingga dengan mudah dapat merusak komponen sel seperti lemak, protein, dan asam nukleat yang mengakibatkan integritas membran sel menjadi lemah (Ahmad *et al.*, 2019). Selanjutnya terjadi kebocoran membran sel yang akan diikuti dengan keluarnya berbagai nutrisi dan cadangan makanan dari dalam sel, serta energi untuk pertumbuhan menjadi berkurang yang akan berakibat menurunnya daya kecambah dan vigor serta mempercepat proses penuaan atau deteriorasi (Mohammadi *et al.*, 2011).

Dilain pihak perlakuan invigorasi, baik pada kondisi tanpa cekaman (air sumur = $EC 0,6 \text{ mS cm}^{-1}$) maupun pada kondisi cekaman ($EC = 7,69 \text{ mS cm}^{-1}$, atau $EC = 11,4 \text{ mS cm}^{-1}$) secara sangat nyata menurunkan daya hantar listrik dan memperpendek waktu perkecambahan dibandingkan dengan kontrol (Tabel 4). Perlakuan invigorasi dengan ekstrak kulit manggis menurunkan tingkat kebocoran membran melalui pengukuran daya hantar listrik sebesar 15,7% menjadi $20,86 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ dari $24,74 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$, serta mempercepat rata-rata waktu perkecambahan sebesar 8,3% dari 3,39 hari menjadi 3,11 hari. Invigorasi dengan ekstrak kunyit juga mengurangi kebocoran membran sel sebesar 10,6% dari $24,74 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$, menjadi $22,11 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$, serta mempercepat rata-rata waktu perkecambahan selama 0,14 hari menjadi 3,25 hari dari 3,39 hari. Kulit manggis mengandung senyawa utamanya yaitu xanthon yang bersifat antioksidan kuat (Gondokesumo *et al.*, 2019; Widowati *et al.*, 2020), dengan kemampuan menangkalkan radikal bebas sebesar 83,6% hingga 93,7% (Kaur *et al.*, 2020). Sementara itu kurkumin sebagai senyawa utama yang terkandung dalam ekstrak kunyit juga bersifat sebagai antioksidan (Revathi, *et al.*, 2015), bahkan dalam ekstrak kunyit terdapat 11 senyawa lainnya yang berpotensi sebagai antioksidan (Suprihatin *et al.*, 2020), yang termasuk kategori sebagai salah satu penangkap ROS (radikal bebas) terbaik (Priyadarsini, 2014). Antioksidan dapat meredam atau menangkalkan dampak negatif dari radikal bebas (Sayuti & Yenrina, 2015), dengan demikian ekstrak kulit manggis dan ekstrak kunyit punya kemampuan untuk mengurangi tingkat kerusakan membran sehingga tingkat vigoritas perkecambahan dapat dipertahankan. Dengan demikian ekstrak kulit manggis dan ekstrak kunyit berpotensi untuk mitigasi pada kondisi cekaman salinitas.

5. Kesimpulan

Perlakuan cekaman salinitas dengan invigorasi menyebabkan pengaruh interaksi secara tidak

nyata terhadap perkecambahan benih kedelai. Perlakuan cekaman salinitas mereduksi daya kecambah, laju perkecambahan, panjang akar, bobot kering, serta meningkatkan daya hantar listrik dan memperpanjang waktu perkecambahan benih kedelai. Sebaliknya, perlakuan invigorasi dengan ekstrak kulit manggis atau ekstrak kunyit meningkatkan daya kecambah, mempercepat laju perkecambahan, memperpanjang akar, mengurangi daya hantar listrik, mempersingkat waktu perkecambahan, dan dapat meningkatkan bobot kering kecambah. Dengan demikian perlakuan invigorasi dengan ekstrak kulit manggis atau ekstrak kunyit berpotensi dapat digunakan untuk mitigasi cekaman salinitas pada fase perkecambahan.

6. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dekan Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi atas bantuan fasilitas laboratorium dalam pelaksanaan penelitian ini.

7. Pernyataan Konflik Kepentingan (*Declaration of Conflicting Interests*)

Penulis menyatakan tidak ada potensi konflik kepentingan sehubungan dengan penelitian, kepengarangan, dan/atau publikasi dari artikel ini (*The authors have declared no potential conflicts of interest concerning the study, authorship, and/or publication of this article*).

8. Daftar Pustaka

- Ahmad R, Hussain S, Anjun MA, Khalid MF, Saqib M, Zakir I, Hassan A, Fahad S, Ahmad S. 2019. Oxidative Stress and Antioxidant Defense Mechanisms in Plants Under Salt Stress. In Hasanuzaman M (Eds). *Plant Abiotic Stress Tolerance. Agronomic, Molecular and Biotechnological Approaches*, 191-205. Springer Nature Swizerland.
- Asouri M, Ataee R, Ahmadi AA, Amini A, Moshaei MR. 2013. Antioxidant and Free Radical Scavenging Activities of Curcumin. *Asian J. Chem.* 25(13):7593-7595.
- Badan Pusat Statistik. 2020. Impor Kedelai menurut Negara Asal Utama 2010-2019. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Borra SK, Gurusurthy P, Mahendra J, Jayamathi KM, Cherian CN, and Chand R. 2013. Antioxidant and Free Radical Scavenging Activity of Curcumin Determined by using Different In Vitro and Ex Vivo Models. *J. Med. Plants Res.* 7(36):2680-2690.
- Chinnusamy V, Jagendorf A, Zhu J-K. 2005. Understanding and Improving Salt Tolerance in Plants. *Crop Sci.* 45(2):437-448. doi:10.2135/cropsci2005.0437
- Farooq M, Hussain M, Wakeel A, Siddique KHM. 2015. Salt Stress in Maize : Effects, Resistance Mechanisms, and Management. A Review. *Agron. Sustain. Dev.* (35):461-481.
- Feghhenabi F, Hadi H, Khodaverdiloo H, Genuchten MT. 2020. Seed Priming Alleviated Salinity Stress During Germination and Emergence of Wheat (*Triticum aestivum* L). *Agric. Water Management* 231:1-8.
- Gondokesumo ME, Pardjianto B, Sumitro SB, Widowati W, Handono K. 2019. Xanthones 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.
- Ibrahim EA. 2016. Seed Priming to Alleviate Salinity Stress in Germinating. *J. Plant. Physiol.* 192: 38-46.
- Ibrahim MY, Hashim NM, Mariod AA, Mohan S, Abdulla MA, Abdelwahab SI, Arbab IA. 2016. α Mangostin from *Garcinia mangostana* Linn: An Update Review of its Pharmacological Properties. *Arab. J. Chem.* 9: 317-329.
- Indrianingsih AW, Rosyida VT, Ratih D, Batrisya. 2019. In Vitro Study of Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Garcinia mangostana* L. Peel Extract. *Advances in Engineering Research* 194 : 152-155.
- Kaur G, Singh A, and Dar BN. 2020. Mangosteen (*Garcinia mangostana* L). In Nayik GA and Gull A (Eds). *Antioxidants in Fruits : Properties and Health Benefits*. Springer Nature Singapore.
- Jaisupa N, Moongkarndi P, Lomarat P, Samer J, Tunrungtaevee V, Muangpaisan W. 2018. Mangosteen Peel Extract Exhibits Cellular Antioxidant Activity by Induction of Catalase and Heme Oxygenase-1 mRNA Expression. *J. Food Biochem.* 42:1-11.
- Kementerian Pertanian. 2018. Outlook Kedelai Komoditas Pertanian Subsektor Tanaman Pangan. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Kementerian Pertanian.
- Khan PSSV, and Basha PO. 2015. Salt Stress and Leguminous Crops. In: *Legumes under Environmental Stress*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. p. 21-51.
- Khojely DM, Ibrahim SE, Sapey E, Han TF. 2018. History, Current Status, and Prospects of Soybean Production and Research in Sub-Saharan Africa. *Crop J.* 6: 226-235.
- Kleio DN, Theodoros D, and Roussos PA. 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.
- Kordrostami M., and Rabiei B. 2019. Salinity Stress Tolerance in Plants: Physiological, Molecular, and Biotechnological Approaches. In Hasanuzzaman *et al.* (eds). *Plant Abiotic Stress Tolerance* p.101-127. Springer Nature Switzerland.
- Mandi S, Pal AK, Nath R, and Hembram S. 2018. ROS Scavenging and Nitrate Reductase Enzyme Activity in Mungbean (*Vigna radiata* L. Wiczek) under Drought Stress. *Int.J.Curr.Microbio.App.Sci.* 7(4):1031-1039.
- Mavi K, Demir I, and Matthews S. 2010. Mean Germination Time Estimates the Relative Emergence of Seed Lots of Three Cucurbit under Stress Condition. *Seed Sci. & Technol* 38: 14-25.
- Mohammadi H, Soltani A, Sadeghipour HR, and Zeinali E. 2011. Effect of Seed Aging on Subsequent Seed Reserve Utilization and Seedling Growth in Soybean. *Int. J. Plant Prod.* 5(1): 65-70.
- Nxele X, Klein A, Ndimba BK. 2017. Drought and Salinity Stress alters ROS Accumulation, Water Retention, and Osmolyte Content in Sorghum Plants. *South African Journal of Botany* 108: 261-166.
- Oliveira AB, Filho EG. 2016. How are Germination Performance and Seedling Establishment under Abiotic Stress Improved by Seed Priming ? A Review. *Australian J. Crop Sci.* 10 (7) : 1047-1051.
- Ortiz TA, Gomes GR, Vengrus NAD, Anschau R, Takahashi LSA. 2018. Electrical Conductivity Test for Evaluating Physiological Quality in Snap Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Seeds. *Australian J. Crop. Science* 12(10):1561-1565.
- Paparella S, Araujo SS, Rossi G, Wijayasinghe M, Carbonera D, and Balestrazzi A. 2015. Seed Priming: State of the Art and New Perspectives. *Plant Cell Reports* 34(8): 1281-1293.
- Parihar P, Singh S, Singh VP, Prasad SM. 2015. Effect of Salinity Stress on Plants and Its Tolerance Strategies: A Review. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 22: 4056-4075.
- Priyadarsini KI. 2014. The Chemistry of Curcumin: From Extraction to Therapeutic Agent. *Molecules* 19: 20091-20112.
- Qin Y, Sun Y, Li J, Xie R, Deng Z, Chen H, and Li H. 2017. Characterization and Antioxidant Activities of Procyanidins from Lotus Seedpod, Mangosteen Pericarp, and Camellia Flower. *Inter. J. Food Properties* 20 (7): 1621-1632.
- Rachman A, Subiksa IGM, Wahyunto. 2013. Perluasan Areal Tanaman Kedelai ke Lahan Suboptimal. Dalam: Sumarno, Suyanto, Widjono A, Hermanto, Kasim H (Eds). *Kedelai Teknik Produksi dan Pengembangan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. hal. 185-204.
- Rasool S, Ahmad A, Siddiqi TO, Ahmad P. 2013. Change in Growth, Lipid Peroxidation and Some Key Antioxidant Enzymes in Chickpea Genotype Under Salt Stress. *Acta Physiol Plant* 35: 1039-1050.
- Revathi S, Ananth DA, Rameshkumar A, Sivasudha T. 2015. Synthesis, Characterization and Antioxidant Studies of Curcumin Derivatives. *Asian J. Chemistry* 27(1):1-6.
- Sayuti K, Yenrina R. 2015. *Antioksidan Alami dan Sintetik*. Andalas University Press.
- Soundararajan P, Manivannan A, and Jeong BR. 2019. Different Antioxidant Defense Systems in Halophytes and Glycophytes to Overcome Salinity Stress. In Gul B. *et al.* (Eds.) *Sabkha Ecosystems, Task for Vegetation Science VI*, 335-347. Springer Nature Switzerland.
- Sopandie D. 2014. *Fisiologi Adaptasi Tanaman terhadap Cekaman Abiotik pada Agroekosistem Tropika*. IPB Press. Bogor.
- Steel RGD, Torrie JH. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. PT.Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Suttirak W, Manurakchinakorn S. 2014. In Vitro Antioxidant Properties of Mangosteen Peel Extract. *J.Food Sci.Technol.* 51:3546-3558.
- Sutopo L. 2004. *Teknologi Benih*. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Suprihatin T, Rahayu S, Rifai M, dan Widyarti S. 2020. Senyawa pada Serbuk Rimpang Kunyit (*Curcuma longa* L) yang Berpotensi sebagai Antioksidan. *Buletin Anatomi dan Fisiologi* 5(1):35-42.
- Wahyuningtyas SAP, Permana IDGM, dan Wiadnyani AAIS. 2017. Pengaruh Jenis Pelarut terhadap Kandungan Senyawa Kurkumin dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kunyit (*Curcuma domestica* Val.). *Jurnal ITEPA* 6(2): 61-70.
- Widowati W, Ginting CN, Lister INE, Girsang E, Amalia A, Wibowo SHB, Kusuma HSW, Rizal. 2020. Antiaging Effects of Mangosteen Peel Extract and Its Phytochemical Compound: Antioxidant Activity, Enzyme Inhibition and Molecular Docking Simulation. *Trop. Life Sci. Res* 31(3): 127-144.
- Zheng QT, Yang ZH, Yu LY, Ren YY, Huang QX, Liu Q, Ma XY, Chen ZK, Wang ZB, and Zheng X. 2017. Synthesis and Antioxidant Activity of Curcumin Analogs. *J. Asian. Nat. Prod. Res.* 19(5):489-503.
- Zorb C, Geilfus CM, Dietz KJ. 2019. Salinity and Crop Yield. *Plant Biology* 21 (Suppl.1):31-38.