

Evaluasi Toleransi Sumber Daya Genetik Kedelai terhadap Cekaman Salinitas

Evaluation of Soybean Germplasm Tolerance to Salinity Stress

Abdullah Taufiq*, Novita Nugrahaeni, Gatut Wahyu Anggoro Susanto

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

Jalan Raya Kendalpayak Km. 8 Malang

*e-mail: taufiq.malang@gmail.com

NASKAH DITERIMA 2 FEBRUARI 2019; DISETUJUI UNTUK DITERBITKAN 22 MEI 2019

ABSTRAK

Varietas kedelai toleran cekaman salinitas merupakan komponen utama budi daya kedelai pada tanah salin. Tujuan penelitian untuk mengidentifikasi toleransi sumber daya genetik kedelai terhadap cekaman salinitas. Sebanyak 202 aksesori kedelai koleksi plasma nutfah Balitkabi dievaluasi pada lahan salin di Desa Lohgung, Kecamatan Brondong, Kabupaten Lamongan pada Juli-Oktober 2017. Evaluasi dilakukan pada dua lingkungan salinitas tanah, yaitu DHL (daya hantar listrik) 4,7-8,4 dS/m (L1) dan 8,8-15,4 dS/m (L2). Setiap aksesori ditanam dalam baris tunggal sepanjang 4 m dan jarak antarbaris 30 cm. Pengamatan terdiri atas DHL tanah, populasi dan tinggi tanaman akhir, komponen hasil dan hasil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah aksesori yang mengalami penurunan tinggi tanaman, populasi tanaman, dan bobot 100 biji $\geq 50\%$ akibat peningkatan salinitas dari L1 menjadi L2 hanya 2-4 aksesori, sedangkan untuk peubah jumlah polong isi dan hasil biji masing-masing 76 dan 64 aksesori. Berdasarkan jumlah aksesori pada tingkat penurunan peubah $\geq 50\%$, terindikasi bahwa peubah jumlah polong isi dan hasil biji lebih sesuai digunakan sebagai indikator penilaian toleransi terhadap cekaman salinitas. Toleransi terhadap salinitas dari aksesori yang diuji beragam. Teridentifikasi 52% aksesori tidak toleran dan 36% aksesori toleran salinitas L1 dengan hasil 1,5-3,0 t/ha, sedangkan 13% aksesori toleran salinitas L2 dengan hasil 1,5-1,8 t/ha kecuali satu aksesori dengan hasil 2,3 t/ha. Berdasarkan kenampakan gejala keracunan salin, sebagian besar aksesori yang tidak toleran termasuk inkluder dan hanya sebagian kecil yang ekskluder.

Kata kunci: kedelai, plasma nutfah, salinitas, toleransi

ABSTRACT

Soybean cultivar tolerant to salinity stress is a primary component in cultivating soybean on saline soil. The research to identify the tolerance of 202 soybean germplasm collections to salinity stress was conducted on saline soil at Lohgung village, Brondong Sub District, Lamongan District in July to October 2017. All accessions originated from ILETRI germplasm bank. The accessions evaluated at two salinity conditions *i.e* 4.7-8.4 dS/m (L1) and 8.8-15.4 dS/m (L2). Each accession was planted in a single row plot with 4 m long and 30 cm interrow wide. Collected data consisted of soil electrical conductivity, final plant population and plant height,

yield and yield attributes. Results showed that only 2-4 accessions with reduction of plant height, plant population, and 100 seeds weight of $\geq 50\%$ due to increasing salinity from L1 to L2, 76 accessions for number of filled pod, and 64 accessions for seed yield. Based on number accession affected and variable reduction $\geq 50\%$ indicates that number of filled pods and yields are more suitable as indicators of tolerance to salinity stress. The tolerance to salinity stress varied among accessions. Among 202 accessions evaluated, 52% was identified as intolerant and 36% tolerant at salinity L1 with the yield 1.5-3.0 t/ha, while 13% tolerant at salinity L2 with the yield 1.5-1.8 t/ha except one accession with the yield 2.3 t/ha. Based on salt injury symptoms, majority of the intolerant accessions were classified as includer and only some as excluder.

Keywords: soybean, germplasm, salinity, tolerance

PENDAHULUAN

Salinitas merupakan cekaman abiotik yang berpengaruh buruk bagi tanaman kedelai pada fase perkecambahan (Cokkizgin 2012; Agarwal *et al.* 2015; Kandil *et al.* 2015) dan fase generatif (Dolatabadian *et al.* 2011; Farhoudi dan Tafti 2011; Taufiq dan Purwaningrahayu 2013). Tanaman yang mengalami cekaman mengalokasikan energi lebih besar untuk menghadapi cekaman dibandingkan untuk pertumbuhannya (Munns dan Gilliam 2015).

Cekaman salinitas menurunkan respirasi aerob, merusak rambut akar, dan menghambat perkembangan bintil akar (Duzan *et al.* 2004), menurunkan fiksasi N (Mudgal 2004), dan serapan N (Van Hoorn *et al.* 2001). Penurunan fiksasi N terjadi karena penurunan leghaemoglobin dalam bintil akar dan aktivitas nitrat reduktase (Abd-El Baki *et al.* 2000; Flores *et al.* 2000; Duzan *et al.* 2004), serta aktivitas nitrogenase (Amirjani 2010). Cekaman salinitas menurunkan klorofil daun (Wang *et al.* 2001; Ghassemi-Golezani *et al.* 2011), biomas tanaman dan hasil biji (Van Hoorn *et al.* 2001; Mindari *et al.* 2009; Bustingorri dan Lavado 2011), kandungan gibberelin dan asam salisilat (Hamayun *et al.* 2010),

aktivitas enzim antioksidan katalase dan peroksidase, kandungan K^+ , Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Cekaman salinitas meningkatkan asam absisat dan asam jasmonat (Hamayun *et al.* 2010), diamine oksidase, prolin, dan Na^+ (Amirjani 2010).

Toleransi varietas kedelai terhadap cekaman salinitas beragam. Varietas Wilis, Tanggamus, dan Gema toleran hingga DHL 5,8 dS/m (Purwaningrahyu *et al.* 2015), varietas Tidar, Lokon, Ringgit, Kipas Putih, dan Anjasmoro toleran pada DHL 2,88 dS/m sejak fase generatif (Susanto *et al.* 2016). Varietas Lokon, Wilis, Kipas Putih, Ringgit, dan Tidar tidak mampu bertahan hidup hingga panen, tetapi Anjasmoro mampu bertahan pada DHL 15,3-15,8 dS/m (Putri *et al.* 2017). Beberapa galur kedelai toleran hingga DHL 12,2 dS/m (Purwaningrahyu *et al.* 2015), toleran pada DHL 11,7-14,4 dS/m (Putri *et al.* 2017). Varietas toleran mampu memanfaatkan energi secara efisien pada kondisi tercekam, sehingga menghasilkan biomas lebih banyak (Munns dan Gilliam 2015). Varietas kedelai yang toleran salin mampu menghambat penyerapan Na, tetapi penyerapan K tetap tinggi (Essa 2002). Toleransi Varietas Anjasmoro berkaitan dengan kemampuannya menyerap K lebih banyak, sedangkan Galur Karat 13 mempunyai kemampuan menghambat penyerapan Na (Taufiq *et al.* 2016).

Penilaian toleransi terhadap cekaman salinitas dapat dilakukan berdasarkan perbedaan karakter antara kondisi cekaman dengan tanpa cekaman (Rosielle dan Hamblin 1981), kemampuan bertahan hidup dan parameter pertumbuhan (Munns dan James 2003), indeks toleransi cekaman (Naghavi *et al.* 2013), dan skor keracunan garam (Ledesma *et al.* 2016). Toleransi juga dapat dinilai berdasarkan produksi osmolit dan senyawa antioksidan, perubahan konsentrasi asam absisat dan giberelin, rasio K^+/Na^+ , konsentrasi ion Na, Cl dan K (Xu *et*

al. 2011; Anitha dan Usha 2012; Kondetti *et al.* 2012; Wu *et al.* 2014; Kandil *et al.* 2015).

Pengembangan kedelai di Indonesia akan dihadapkan pada masalah salinitas, mengingat salah satu target pengembangannya berada di lahan pasang surut (LPS) melalui program SERASI (Selamatkan rawa sejahteraan petani), yaitu di Jambi, Sumsel, Lampung, Kalsel, Kalbar, dan Kalteng. Lahan pasang surut di Indonesia sekitar 20,1 juta ha, dan 39% diantaranya tergolong agak salin hingga salin (Suwanda dan Noor 2014). Kedelai tergolong peka salinitas, meskipun kepekaannya beragam antargenotip (Ghassemi-Golezani *et al.* 2011). Varietas toleran salin menjadi kunci utama keberhasilan budi daya kedelai pada tanah salin. Oleh karena itu, pencarian sumber gen ketahanan sangat diperlukan. Tujuan penelitian adalah untuk mengidentifikasi sumber daya genetik kedelai toleran cekaman salinitas.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada lahan salin di Desa Lohgung, Kecamatan Berondong, Kabupaten Lamongan pada Juli-Oktober 2017. Penelitian ini merupakan identifikasi awal untuk mengetahui respons aksesori terhadap salinitas. Sebanyak 202 aksesori kedelai dievaluasi pada dua lingkungan cekaman salinitas ($L1=4,7-8,4$ dS/m dan $L2=8,8-15,4$ dS/m). Semua aksesori berasal dari koleksi plasma nutfah Balitkabi, terdiri dari 39 aksesori introduksi (dari USA, Taiwan, Australia, Philippina, Meksiko, Jepang, dan Madagaskar), 114 aksesori varietas lokal (dari Jawa Timur, Jawa Tengah, Bali, NTB, DIY dan Lampung), dan 49 aksesori hasil persilangan (dari Balittan Bogor/BB Biogen, Balittan Sukamandi/BB Padi, dan Balittan Malang/Balitkabi) (Tabel 1). Setiap aksesori ditanam pada plot baris tunggal sepanjang 4 m, jarak antarbaris 30 cm, dan jarak dalam baris 15

Tabel 1. Aksesori plasma nutfah kedelai yang digunakan dalam penelitian. Lamongan, MK II 2017

No.	Asal aksesori	No. aksesori (MLGG #) ¹⁾
1	Lokal	3, 5, 6, 9, 10, 12, 14, 15, 19, 20, 22-24, 26, 27, 105, 120, 121, 123, 124, 127, 128, 133, 135, 158, 159, 162, 164-167, 169, 170, 172-177, 179, 183, 185, 187, 189, 193, 237-239, 240, 273-276, 285, 286, 290, 292-302, 316, 321, 322, 325, 327, 329, 336, 372, 376, 377, 379, 381, 382, 387, 388, 393-395, 465, 466, 476, 478, 479, 484, 486, 490-492, 500, 502, 507, 519, 522-523, 525, 529, 530, 587, 592, 593, 610, 611, 617, 655, 656, 752, 753
2	Introduksi	103, 110, 112, 113, 115, 137, 195, 198, 207, 213, 225, 228-230, 233-234, 236, 242, 244, 250, 254, 257-258, 260, 306, 349, 357, 439, 552-553, 590-591, 597, 614, 615, 625, 638, 657, 1115, 1117
3	Persilangan	35, 40-42, 47, 50, 52, 54-56, 59, 61-63, 66, 69-71, 75-78, 83-84, 88-90, 99, 132, 147, 148, 417, 535-537, 570, 580, 582, 583, 612, 639, 645, 649, 650, 658, 696, 706, 709, 710, 712

¹⁾Nomor aksesori mempunyai awalan MLGG diikuti nomor urut sesuai nomor dalam katalog plasma nutfah kedelai; tanda hubung “-” berarti sampai dengan.

cm, 2-3 biji/lubang. Penempatan aksesi-aksesi tersebut dalam setiap lingkungan dilakukan secara acak (berdasarkan bilangan acak).

Penanaman benih dengan cara ditugal kemudian ditutup. Pupuk dasar 250 kg Phonska + 100 kg SP36 dan 2,5 t/ha pupuk organik diaplikasikan setelah tanam dengan cara disebar. Pupuk Urea 100 kg/ha diaplikasikan pada 15 hari setelah tanam (HST) dengan cara dilarrik pada jarak sekitar 7 cm dari barisan tanaman, kemudian ditutup bersamaan dengan penyiangan ke-1. Penjarangan pada 7-10 HST dengan menyisakan 2 tanaman/rumpun. Penyiangan ke-2 pada 50 HST. Pengairan diberikan enam kali (0, 17, 38, 46, 66, dan 82 HST), menggunakan air dari sumur di sekitar lokasi penelitian dengan DHL 3,8-4,0 dS/m dan pH 6,9-7,5. Pengendalian hama pemakan daun dengan insektisida berbahan aktif fipronil, deltametrin, dan klorantraniliprol, serta hama kutu kebul (*Bemisia tabaci*) dengan insektisida piridaben. Panen dilakukan saat fase masak fisiologis, dilaksanakan tiga kali (80, 86, dan 91 HST) sesuai umur masak setiap aksesi yang diuji.

Pengamatan terdiri atas: DHL saat tanam berumur 15-20 HST dan 45-55 HST (diukur di lapang dengan *portable EC meter* pada kedalaman 0-15 cm setiap interval 10 baris tanaman, dan setiap baris diukur tiga titik), jumlah tanaman saat panen, tinggi tanaman saat panen, jumlah polong isi, bobot biji, dan bobot 100 biji. Analisis data menggunakan metode statistik deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

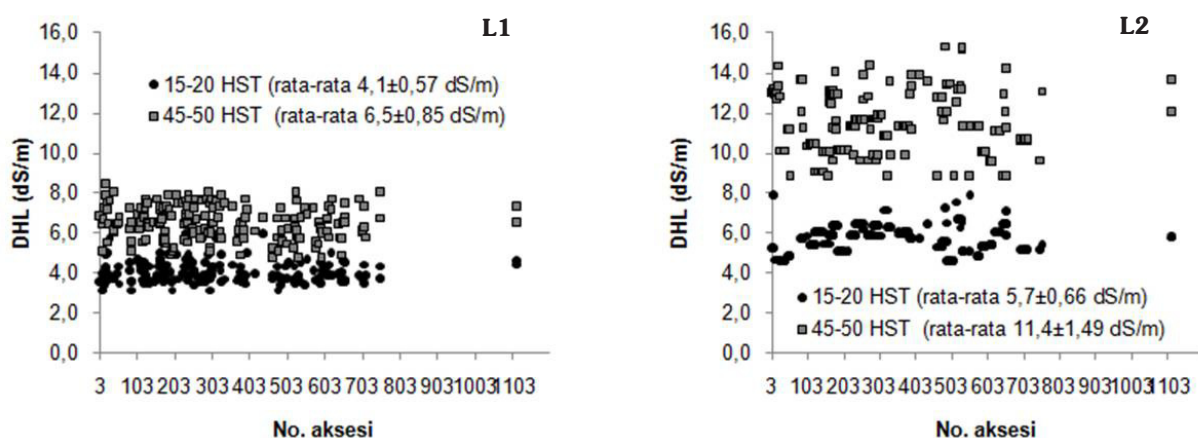
Salinitas Tanah

Salinitas tanah, diindikasikan oleh nilai Daya Hantar Listrik (DHL), pada setiap lingkungan beragam (Gambar 1), dan keragamannya meningkat pada saat 45 HST yang ditunjukkan oleh makin

besarnya nilai standar deviasi (std) (Tabel 2). DHL di lingkungan L1 pada 15 HST 3,2-5,9 dS/m (rata-rata $4,1 \pm 0,57$ dS/m) dan pada 45 HST 4,7-8,4 dS/m (rata-rata $6,5 \pm 0,85$ dS/m). DHL di lingkungan L2 pada 15 HST 4,5-7,8 dS/m (rata-rata $5,7 \pm 0,66$ dS/m) dan pada 45 HST 8,8-15,4 dS/m (rata-rata $11,4 \pm 1,49$ dS/m). Peningkatan DHL tersebut disebabkan oleh akumulasi garam yang terjadi akibat proses evaporasi. Hal ini menunjukkan terjadi peningkatan cekaman salinitas di setiap lingkungan dengan meningkatnya umur tanaman. Dengan demikian, cekaman salinitas pada fase generatif pada L1 adalah 4,7-8,4 dS/m dan pada L2 adalah 8,8-15,4 dS/m.

Jones (2002) mengelompokkan salinitas tanah menjadi non salin (DHL <1,0 dS/m), salinitas sangat rendah (DHL 1,1-2,0 dS/m), salinitas sedang (DHL 2,1-4,0 dS/m), salinitas agak tinggi (DHL 4,0-8,0 dS/m), dan salinitas tinggi (DHL 8,8-16,0 dS/m). Berdasarkan klasifikasi Jones (2002) tersebut, tingkat cekaman salinitas pada L1 tergolong agak tinggi, dan pada L2 tergolong tinggi.

Salinitas berpengaruh terhadap tanaman kedelai sejak perkecambahan hingga panen. Benih kedelai gagal berkecambah pada DHL >7 dS/m (Mindari *et al.* 2009), bahkan pada DHL 5 dS/m (Amin 2011). Klorofil daun turun akibat peningkatan DHL dari 5 dS/m menjadi 10 dS/m (Wang *et al.* 2001), bahkan pada peningkatan dari 3 dS/m menjadi 6 dS/m (Ghassemi-Golezani *et al.* 2011). Bobot kering tanaman turun 50% pada DHL 4 dS/m (Bustingorri dan Lavado 2011). Hasil biji turun 12% pada DHL 4,2 dS/m dan 46% pada 7,0 dS/m (Van Hoorn *et al.* 2001), turun 50% pada DHL 7,5 dS/m dan tidak mengalami penurunan pada DHL 5 dS/m (Mindari *et al.* 2009), turun 80% pada DHL 4 dS/m (Bustingorri dan Lavado 2011). Batas kritis kedelai berdasarkan penurunan hasil 10% adalah

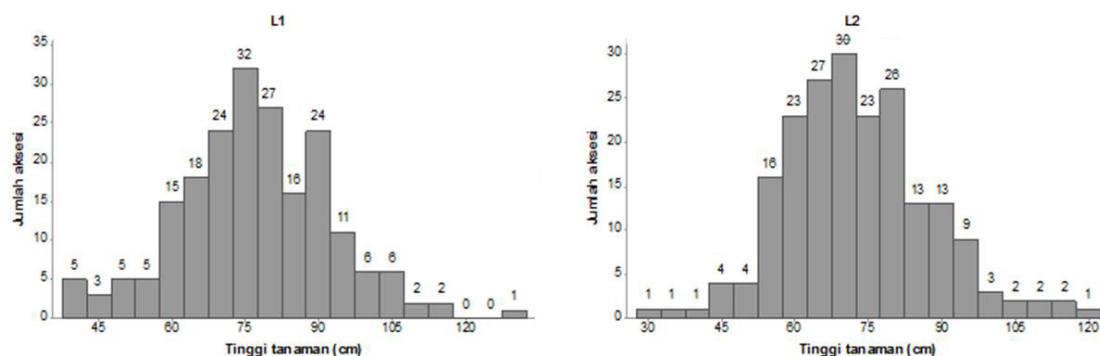
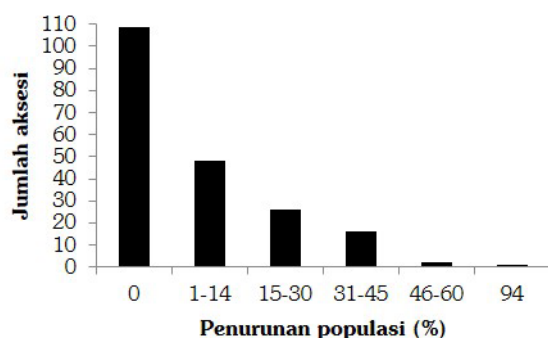


Gambar 1. DHL tanah pada lingkungan cekaman salinitas L1 (4,7-8,4 dS/m) dan L2 (8,8-15,4 dS/m). Lamongan, MK II 2017

Tabel 2. Daya hantar listrik (DHL) tanah pada dua lingkungan pada 15 HST dan 45 HST. Lamongan, MK II 2017

Lingkungan	DHL pada 15 HST (dS/m)				DHL pada 45 HST (dS/m)			
	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Std	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Std
L1	3,2	5,9	4,1	0,6	4,7	8,4	6,5	0,8
L2	4,5	7,8	5,7	0,7	8,8	15,4	11,4	1,5

Keterangan: HST: Hari setelah tanam

**Gambar 2.** Sebaran tinggi tanaman aksesi kedelai pada dua lingkungan salinitas. Lamongan, MK II 2017. (L1=4,7-8,4 dS/m; L2=8,8-15,4dS/m).**Gambar 3.** Penurunan tinggi tanaman aksesi kedelai akibat peningkatan salinitas dari L1 (4,7-8,4 dS/m) menjadi L2 (8,8-15,4 dS/m) Lamongan. MK II 2017

5 dS/m (Yadav *et al.* 2011). Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa perbedaan lingkungan cekaman salinitas pada penelitian ini berpeluang dapat digunakan untuk mengevaluasi toleransi dari aksesi yang diuji.

Pertumbuhan Tanaman

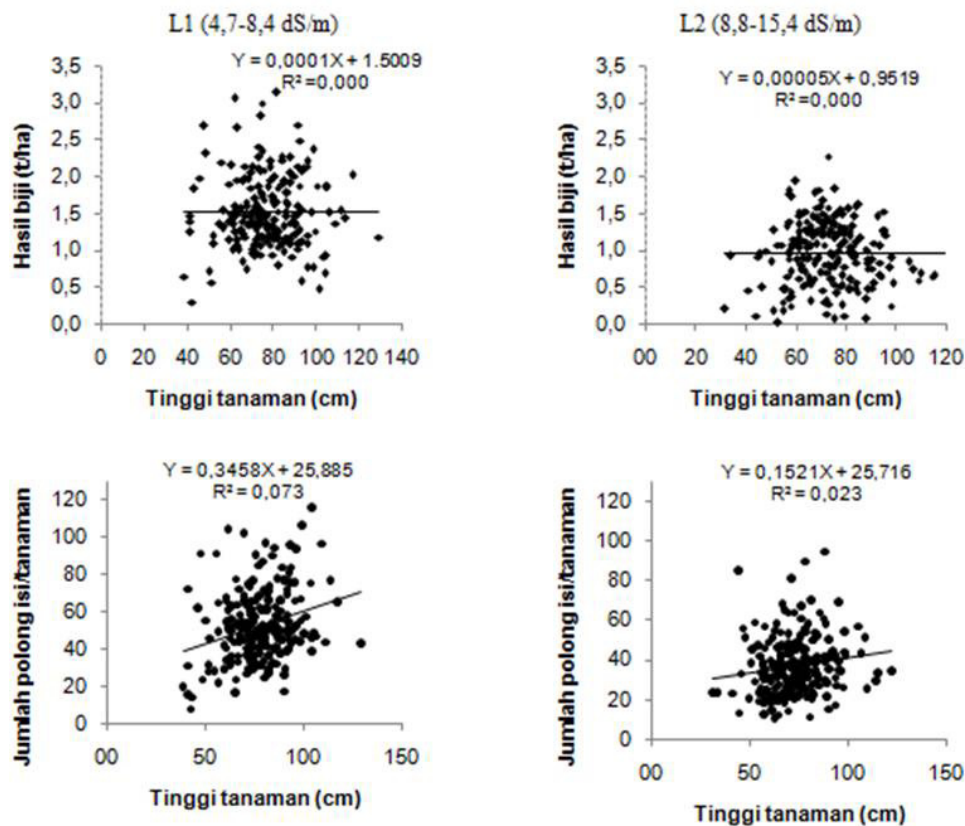
Indikator pertumbuhan tanaman menggunakan tinggi tanaman akhir (saat panen). Tinggi tanaman aksesi yang diuji beragam dari 39 cm hingga 128 cm pada L1, sedangkan pada L2 dari 31 cm hingga 122 cm, tetapi sebagian besar mempunyai tinggi tanaman 60-90 cm pada kedua lingkungan (Gambar 2).

Aksesi yang diuji memberikan respons beragam terhadap peningkatan dari salinitas L1 menjadi L2.

Sebanyak 93 aksesi tidak mengalami penurunan tinggi tanaman, 89 aksesi dengan penurunan <32%, 16 aksesi dengan penurunan 33-49%, dan 4 aksesi (aksesi 12, 185, 395 dan 530) dengan penurunan >50% (Gambar 3). Tinggi tanaman tidak menunjukkan pola hubungan yang erat dengan jumlah polong isi maupun dengan hasil biji (Gambar 4). Hal ini menunjukkan bahwa pada lingkungan salin, aksesi dengan batang yang lebih tinggi tidak selalu mempunyai jumlah polong dan hasil biji yang lebih tinggi. Pengamatan lapang menunjukkan bahwa aksesi yang tidak toleran salin dapat tumbuh tinggi, tetapi tidak membentuk polong, atau berpolong tetapi biji tidak berkembang.

Populasi Tanaman Panen

Pada kondisi cekaman salinitas, populasi tanaman saat panen dapat menjadi indikator kemampuan tanaman bertahan hidup. Populasi tanaman saat panen dari aksesi yang diuji pada salinitas L1 maupun L2 beragam, dan sebagian besar ($\geq 75\%$) dari populasi awal (Gambar 5). Pada salinitas lingkungan L1, terdapat 9 aksesi dengan populasi <50%, 8 aksesi dengan populasi 38-43% (aksesi 84, 89, 240, 242, 285, 294, 658, dan 752), dan 1 aksesi (aksesi 242) dengan populasi terendah (19%). Pada salinitas lingkungan L2, terdapat 10 aksesi dengan populasi <50% (aksesi 174, 187, 274, 293, 316, 500, 535, 658, 709, dan 1115), 6 aksesi dengan populasi 30-46%, dan 4 aksesi dengan populasi sekitar 6% (aksesi 293, 274, 316, dan 1115). Pada lingkungan L1 terdapat kecenderungan hasil biji semakin tinggi



Gambar 4. Hubungan tinggi tanaman dengan hasil biji dan jumlah polong isi aksesi kedelai pada dua lingkungan salinitas. Lamongan, MK II 2017

dengan meningkatnya populasi ($r=0,27^{**}$), tetapi tidak demikian pada L2 (Gambar 6) karena tanaman yang mampu bertahan hidup pada salinitas tinggi gagal membentuk polong, atau berpolong tetapi biji tidak berkembang. Berdasarkan populasi tanaman, terdapat peluang mendapatkan sumber gen yang mampu bertahan hidup hingga salinitas L2 (DHL 8,8-15,4 dS/m).

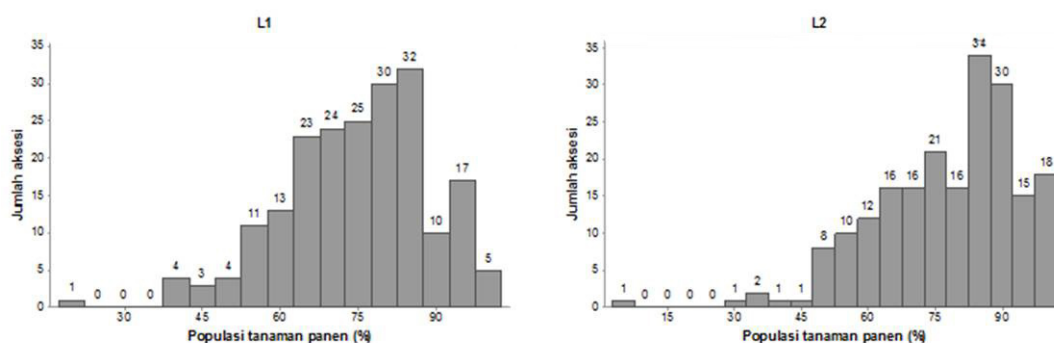
Peningkatan salinitas dari L1 menjadi L2 menurunkan populasi tanaman saat panen, yang mengindikasikan banyak tanaman mati. Hasil ini sejalan dengan laporan Ahmadvand *et al.* (2012) bahwa persentase tanaman hidup semakin turun pada peningkatan salinitas dari 0 dS/m menjadi 4 dS/m dan 8 dS/m. Merujuk pada aksesi yang diuji, terdapat 74 aksesi dengan penurunan $<30\%$, 2 aksesi dengan penurunan 46-60% (aksesi 174 dan 535), 1 aksesi dengan penurunan 94% (aksesi 293), dan 109 aksesi tidak mengalami penurunan (Gambar 7).

Komponen Hasil dan Hasil Biji

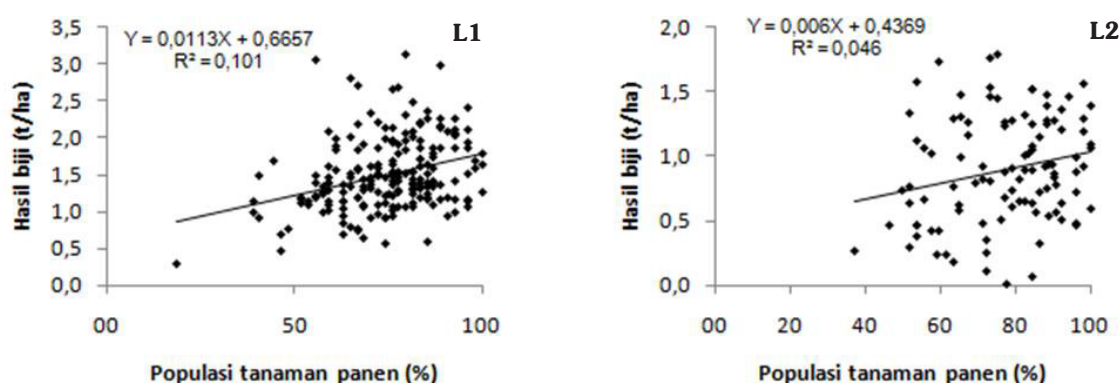
Komponen hasil yang diamati adalah jumlah polong isi/tanaman (JPI) dan ukuran biji dengan indikator bobot 100 biji (BJ). JPI, BJ, dan hasil biji aksesi-aksesi yang diuji beragam pada L1 maupun L2. JPI pada L1 sebagian besar 30-67 polong dan

22-45 polong pada L2. BJ pada L1 dan L2 sebagian besar <10 g atau berbiji kecil, tetapi terdapat dua aksesi (aksesi 379 dan 617) pada L1 dengan BJ 12-14 g dan BJ >14 g (aksesi 1115 dan 1117), serta empat aksesi pada L2 dengan BJ 12-14 g, yaitu aksesi 175, 379, 617, dan 1117 (Gambar 8). Aksesi 175 merupakan salah satu dari tiga aksesi (Aksesi 59, 99, dan 175) dengan ukuran biji pada salinitas L2 lebih besar dibandingkan pada L1, dan hal ini mungkin merupakan salah satu strategi tanaman untuk mempertahankan tingkat hasil. Peningkatan salinitas dari L1 menjadi L2 menyebabkan penurunan JPI dan BJ yang beragam. JPI 27 aksesi turun 66-87%, 49 aksesi turun 44-65%, 44 aksesi turun 22-43%, 24 aksesi turun $<20\%$, dan 58 aksesi tidak mengalami penurunan (Gambar 9A). BJ dari dua aksesi turun 46-60%, 22 aksesi turun 31-45%, 57 aksesi turun 16-30%, 73 aksesi turun $<15\%$, dan 48 aksesi tidak mengalami penurunan (Gambar 9B). Pada aksesi yang mengalami penurunan ukuran biji, terdapat kecenderungan bahwa persentase penurunan semakin besar dengan semakin besar ukuran biji ($R^2=0,24$ atau $r=49^{**}$) (Gambar 9C).

Hasil biji pada L1 maupun L2 beragam dari rendah hingga tinggi. Semakin tinggi tingkat cekaman, semakin sedikit aksesi yang memberikan hasil tinggi (Gambar 10). Peningkatan salinitas me-



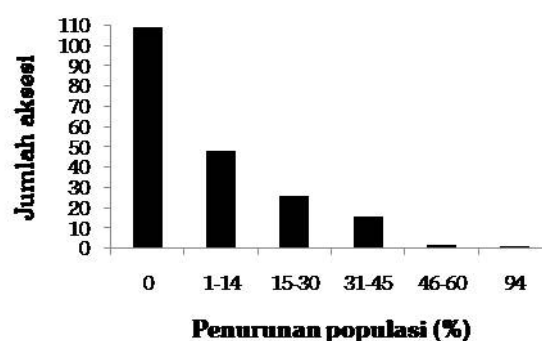
Gambar 5. Sebaran persentase populasi tanaman saat panen akses kedelai pada dua lingkungan salinitas. Lamongan, MK II 2017. (L1=4,7-8,4 dS/m; L2=8,8-15,4 dS/m).



Gambar 6. Hubungan persentase populasi tanaman saat panen dengan hasil biji akses kedelai pada dua lingkungan salinitas. Lamongan, MK II 2017. (L1=4,7-8,4 dS/m; L2=8,8-15,4 dS/m)

nyebabkan penurunan hasil yang beragam antar akses, dan akses-akses yang mempunyai hasil tinggi pada L1 cenderung hasilnya tinggi pada L2 (Gambar 11A). Dari 202 akses, hasil biji 63 akses turun $\geq 50\%$, 65 akses turun 25-49%, 48 akses turun $< 25\%$, dan 26 akses tidak mengalami penurunan. Sebagian besar akses-akses dengan penurunan hasil $< 25\%$ dan yang tidak mengalami penurunan adalah akses dengan hasil biji sangat rendah pada cekaman L1, yang berarti akses-akses tersebut sudah mengalami cekaman berat pada L1. Van Hoorn *et al.* (2001) melaporkan penurunan hasil biji 12% pada DHL 4,2 dS/m dan 46% pada DHL 7,0 dS/m. Bustingorri dan Lavado (2011) melaporkan penurunan hasil kedelai 80% pada DHL 4 dS/m. Mindari *et al.* (2009) melaporkan penurunan hasil 50% pada DHL 7,5 dS/m dan tidak terjadi penurunan pada DHL 5 dS/m. Perbedaan penurunan hasil pada tingkat DHL yang relatif sama disebabkan perbedaan genotipe yang digunakan.

Pada cekaman L1 terdapat 104 akses dengan hasil biji $< 1,5$ t/ha, 64 akses diantaranya dengan hasil biji $< 1,2$ t/ha, dan hasil akses-akses tersebut turun hingga 99% pada cekaman L2. Hal ini menunjukkan akses-akses tersebut tidak toleran pada



Gambar 7. Penurunan populasi tanaman saat panen akses kedelai akibat peningkatan salinitas dari L1 (4,7-8,4 dS/m) menjadi L2 (8,8-15,4 dS/m). Lamongan, MK II 2017

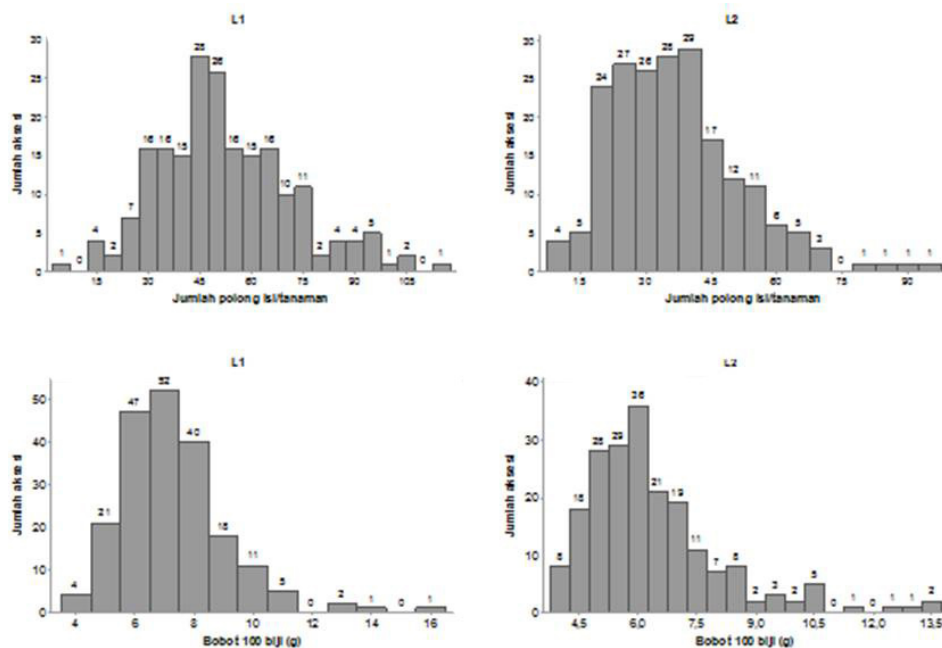
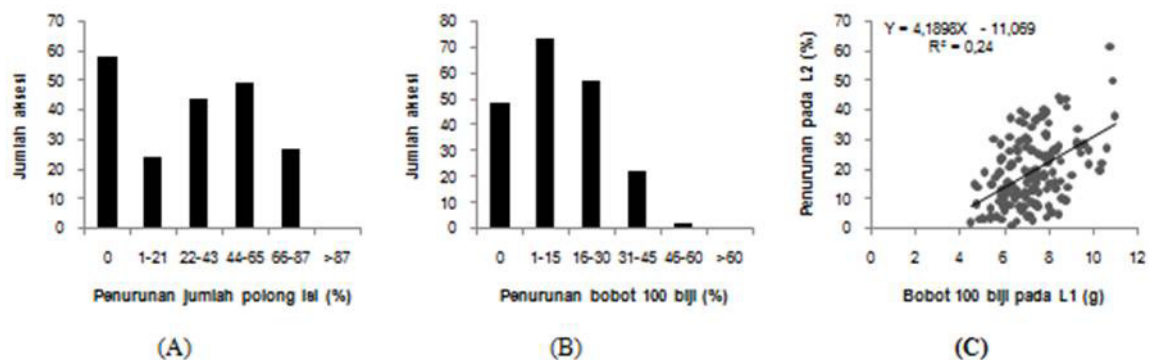
tingkat cekaman L1, dan berdasarkan sebaran salinitasnya dapat dipilah menjadi tiga kelompok. Akses-akses yang tidak toleran pada DHL yang bersangkutan, tidak semuanya menunjukkan gejala keracunan garam pada daun (Tabel 3). Gejala keracunan garam pada daun umumnya adalah nekrosis, kecuali akses 15 dimana daun tetap hijau tetapi bentuknya tidak sempurna.

Pada cekaman L1 terdapat 46 akses dengan hasil biji 1,5-1,9 t/ha dan 27 akses dengan hasil 2,0-3,0 t/ha, tetapi hasil akses-akses tersebut turun 14-95%

Tabel 3. Aksesii yang tidak toleran pada cekaman salinitas L1 (4,7-8,4 dS/m). Lamongan, MK II 2017

DHL (dS/m)	Nomor aksesii (MLGG #) ¹⁾		
	Hasil biji <1 t/ha	Hasil biji 1,0-1,2 t/ha	Hasil biji 1,3-1,4 t/ha
4,7-6,0	69, 173 , 198, 492 , 582	10 , 88, 120, 172 , 174 , 177, 230, 298 , 388 , 465, 580, 615, 638, 645, 649	90, 128, 176, 297, 376, 466, 491, 535 , 583, 712
6,1-6,9	59, 89, 115, 147, 242 , 321, 590	5, 9 , 14, 22 , 54 , 70, 71, 78, 110, 123, 124, 233, 285, 286, 295 , 306 , 322, 379 , 439	35, 52, 83, 103, 164, 238, 382, 417 , 478 , 484, 500 , 525, 530, 553, 597 , 612, 1117
7,0-8,0	26 , 84, 207, 240, 614, 658, 1115	15 , 56, 121, 127, 236, 293, 299, 486, 529, 617	66, 75, 132, 158, 167 , 187 , 225, 234 , 254 , 290, 292, 300, 523

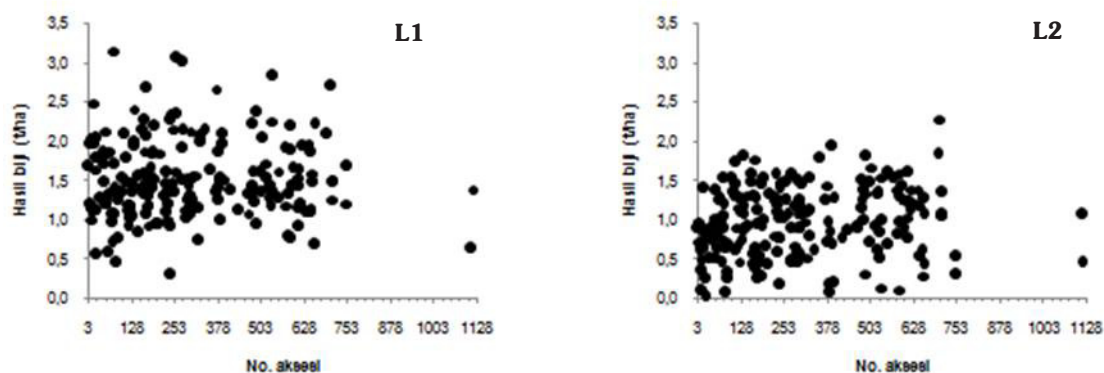
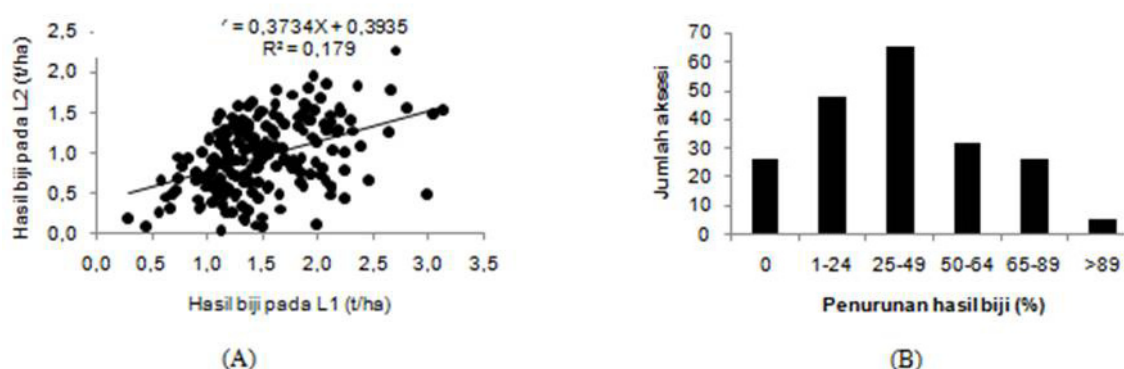
¹⁾ nomor aksesii yang **bold** dan *italic* bergejala keracunan garam pada daun sejak berumur 15 hari

**Gambar 8.** Sebaran jumlah polong isi dan bobot 100 biji aksesii kedelai pada dua lingkungan salinitas. Lamongan, MK II 2017. (L1=4,7-8,4 dS/m; L2=8,8-15,4 dS/m)**Gambar 9.** Persentase penurunan jumlah polong isi (A) dan bobot 100 biji (B), dan hubungan bobot 100 biji dengan persentase penurunannya (C) aksesii kedelai akibat peningkatan salinitas dari L1 (4,7-8,4 dS/m) menjadi L2 (8,8-15,4 dS/m). Lamongan, MK II 2017

Tabel 4. Aksesori yang toleran pada cekaman salinitas L1(4,7-8,4 dS/m). Lamongan, MK II 2017

DHL (dS/m)	No. aksesori (MLGG #) ¹⁾	
	Hasil biji 1,5-2,0 t/ha	Hasil biji 2,1-3,0 t/ha
4,7-6,0	23, 42, 47, 62, 76, 193, 381, 476, 522, 650	-
6,1-6,9	3, 40, 50, 63, 112, 148, 162, 166, 179, 228, 229, 302, 377, 387, 519, 587, 593, 610, 611, 655, 656, 710, 752	6, 12 , 105, 133, 137, 170, 237, 239, 250, 257, 273, 274, 296 , 329, 536, 592, 639, 657
7,0-8,0	27, 41, 175, 183, 185, 213, 260, 276, 301, 316, 395 , 625, 709	19, 20, 24, 55, 165, 325, 336, 372, 394

¹⁾ nomor aksesori yang *bold* dan *italic* bergejala keracunan garam pada daun sejak berumur 45 hst

**Gambar 10.** Hasil biji aksesori kedelai pada dua lingkungan salinitas. Lamongan, MK II 2017. (L1=4,7-8,4 dS/m; L2=8,8-15,4 dS/m)**Gambar 11.** Hubungan hasil biji pada L1 dengan L2 (A), persentase penurunan hasil biji aksesori kedelai (B) akibat peningkatan salinitas dari L1 menjadi L2. Lamongan, MK II 2017. (L1=4,7-8,4 dS/m; L2=8,8-15,4 dS/m)

pada cekaman L2. Hal ini menunjukkan aksesori-aksesori tersebut toleran pada cekaman L1, tetapi tidak toleran pada cekaman L2, dan berdasarkan sebaran salinitasnya dapat dipilah menjadi tiga kelompok (Tabel 4). Semua aksesori pada Tabel 4 tidak menunjukkan gejala keracunan garam pada DHL yang bersangkutan, kecuali aksesori 12, 296, 395, 650, 655, 656, dan 710 dengan gejala daun nekrosis. Menurut Ledesma *et al.* (2016) aksesori keracunan garam yang bergejala nekrosis termasuk tidak toleran dengan klasifikasi inkluder, sedangkan yang bergejala selain nekrosis termasuk ekskluder (seperti aksesori 15).

Berdasarkan hasil biji $\geq 1,5$ t/ha, terdapat 25 aksesori dengan hasil biji 1,5-3,1 t/ha pada L1 dan 1,5-2,3 t/ha pada L2 (Tabel 5). Semua aksesori pada Tabel 5 tidak menunjukkan gejala keracunan garam pada DHL yang bersangkutan, kecuali aksesori 135 dengan gejala daun tetap hijau tetapi bentuknya tidak normal, yang menurut Ledesma *et al.* (2016) termasuk toleran dengan klasifikasi ekskluder. Hal ini menunjukkan bahwa aksesori-aksesori tersebut masih toleran pada tingkat cekaman L2. Aksesori-aksesori tersebut mempunyai bobot 100 biji <10 g, kecuali aksesori 77, 490, 591, dan 706 dengan bobot 100 biji 10-11 g, dan tidak mengalami penurunan

Tabel 5. Aksesori yang toleran hingga cekaman salinitas 8,8-15,4 dS/m Lamongan, MK II 2017

DHL (dS/m)	Nomor aksesori (MLGG #) ¹⁾	Hasil biji (t/ha)
9,1-10,7	99, 113, 135 , 159, 189, 195, 591, 696 706	1,5-1,8 2,3
11,0-12,0	244, 294, 357, 479, 490, 552, 570 77, 537	1,5-1,8 1,5
13,0-14,0	275, 327, 393, 502, 507 169, 258	1,5-1,9 1,5-1,8

¹⁾ nomor aksesori yang *bold* dan *italic* bergejala keracunan garam pada daun sejak berumur 15 hst

ukuran biji pada tingkat cekaman L2 hanya aksesori 591. Kemampuan bertahan hidup aksesori-aksesori tersebut pada cekaman L2 masih tergolong baik karena tingkat kematiannya <30%, tinggi tanaman 50-80 cm kecuali aksesori 195, 189, dan 327 (>90 cm).

Berdasarkan persentase penurunan $\geq 50\%$ dari peubah-peubah yang diamati, terdapat 32% aksesori untuk peubah JPI, 32% aksesori untuk peubah hasil biji, dan 1-2% aksesori untuk peubah populasi tanaman, tinggi tanaman dan bobot 100 biji. Berdasar persentase penurunan dan jumlah aksesori yang terpengaruh, terdapat indikasi bahwa peubah hasil biji dan jumlah polong isi lebih peka terhadap pengaruh salinitas dibandingkan populasi tanaman, tinggi tanaman, dan bobot 100 biji. Parida dan Das (2005) mendefinisikan bahwa toleransi terhadap salinitas merupakan kemampuan tanaman untuk tumbuh dan menyelesaikan siklus hidupnya. Oleh karena itu, evaluasi toleransi lebih didasarkan pada peubah hasil biji. Berdasarkan hasil biji, terdapat peluang mendapatkan sumber genetik kedelai dari koleksi plasma nutfah kedelai Balitkabi dengan hasil biji >2 t/ha pada tingkat cekaman salinitas L1 maupun L2.

KESIMPULAN

Jumlah aksesori yang mengalami penurunan tinggi tanaman, populasi tanaman, dan bobot 100 biji $\geq 50\%$ akibat peningkatan cekaman salinitas dari 4,7-8,4 dS/m menjadi 8,8-15,4 dS/m sangat sedikit (2-4 aksesori), sedangkan untuk jumlah polong isi dan hasil biji masing-masing 76 dan 64 aksesori. Berdasarkan jumlah aksesori dan penurunan peubah $\geq 50\%$ terindikasi bahwa peubah jumlah polong isi dan hasil biji lebih sesuai sebagai indikator penilaian toleransi terhadap cekaman salinitas. Teridentifikasi 51,5% aksesori tidak toleran dan 36,1% aksesori toleran salinitas 4,7-8,0 dS/m. Teridentifikasi 12,5% aksesori toleran salinitas 9-14 dS/m, terdiri atas 9 aksesori (aksesori 99, 113, 135, 159, 189, 195, 591, 696, 706) toleran salinitas 9-10 dS/m, 9 aksesori (aksesori 77, 244, 294, 357, 479, 490, 537, 552, 570) toleran salinitas 11,0-12,0 dS/m, dan 7 aksesori (aksesori 169, 258, 275,

327, 393, 502, 507) toleran salinitas 13,0-14,0 dS/m. Hasil biji aksesori-aksesori yang toleran salinitas 9-14 dS/m sebagian besar 1,5-1,8 t/ha, kecuali satu aksesori (aksesori 706) dengan hasil 2,3 t/ha. Berdasarkan kenampakan gejala keracunan salin, sebagian besar aksesori yang tidak toleran termasuk inkluder dan hanya sebagian kecil yang ekskluder.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Bapak Wido Sendiko dan Sunoto yang telah membantu pelaksanaan kegiatan penelitian di lapang, serta Ibu Yatik yang membantu pengamatan dan prosesing panen.

DAFTAR PUSTAKA

- Agarwal N, Kumar A, Agarwal S, Singh A. 2015. Evaluation of soybean (*Glycine max* L.) cultivars under salinity stress during early vegetative growth. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science* 4(2): 123-134.
- Ahmadvand G, Soleimani F, Saadatian B, Pouya M. 2012. Effects of seed priming on germination and emergence traits of two soybean cultivars under salinity stress. *Journal of Basic and Applied Scientific Research* 3:234-241.
- Amin M. 2011. Adaptation of Suitable Crops in Saline Soils of Noakhali District. Technical Bulletin No. 02. Krishi Gobeshona Foundation, Bangladesh. 5 p.
- Amirjani MR. 2010. Effect of salinity stress on growth, mineral composition, proline content, antioxidant enzymes of soybean. *American Journal of Plant Physiology* 5(6): 350-360.
- Anitha T, Usha R. 2012. Effect of salinity stress on physiological, biochemical and antioxidant defense systems of high yielding cultivars of soybean. *International Journal of Pharma and Bio Science* 3(4):851-864.
- Baki GK Abd-El, Siefritz F, Man H-M, Weiner H, Kaldenhoff R, Kaiser WM. 2000. Nitrate reductase in *Zea mays* L. under salinity. *Plant, Cell & Environment* 23(5): 515-521.

- Bustingorri C, Lavado RS. 2011. Soybean growth under stable versus peak salinity. *Scientia Agricola* 68(1): 102-108.
- Cokkizgin A. 2012. Salinity stress in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed germination. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 40(1): 177-182.
- Dolatabadian A, Sanavy SAMM, Ghanati F. 2011. Effect of salinity on growth, xylem structure and anatomical characteristics of soybean. *Notulae Scientie Biologicae*. 3(1): 41-45.
- Duzan HM, Zhou X, Souleimanov A, Smith DL. 2004. Perception of *Bradyrhizobium japonicum* nod factor by soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] root hairs under abiotic stress conditions. *Journal of Experimental Botany* 55(408): 2641-2646.
- Essa TA. 2002. Effect of salinity stress on growth and nutrient composition of three soybean (*Glycine max* L. Merrill) cultivars. *Journal of Agronomy and Crop Science* 188(2): 86-93.
- Farhoudi R, Tafti MM. 2011. Effect of salt stress on seedlings growth and ions homeostasis of soybean (*Glycine max*) cultivars. *Advances in Environmental Biology* 5(8): 2522-2526.
- Flores P, Botella MA, Martinez V, Cedra A. 2000. Ionic and osmotic effects on nitrate reductase activity in tomato seedlings. *Journal of Plant Physiology* 156(4): 552-557.
- Ghassemi-Golezani K, Taifeh-Noori M, Oustan S, Moghaddam M, Rahmani SS. 2011. Physiological performance of soybean cultivars under salinity stress. *Journal of Plant Physiology and Breeding* 1(1): 1-7.
- Hamayun M, Khan SA, Khan AL, Shinwari ZK, Hussain J, Sohn E, Kang SM, Kim YH, Khan MA, Lee IJ. 2010. Effect of salt stress on growth attributes and endogenous growth hormones of soybean cultivar Hwangkeumkong. *Pakistan Journal of Botany* 42(5): 3103-3112.
- Jones Jr JB. 2002. *Agronomic Handbook: Management of Crops, Soils and Their Fertility*. CRC Press, USA. 450 hlm.
- Kandil AA, Sharief AE, Ahmed KR. 2015. Performance of some soybean *Glycine max* (L.) Merrill. cultivars under salinity stress to germination characters. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research* 6(3): 48-56.
- Kondetti P, Jawali N, Apte SK, Shitole MG. 2012. Salt tolerance in Indian soybean (*Glycine max* L. Merrill) varieties at germination and early seedling growth. *Annals of Biological Research* 3(3): 1489-1498.
- Ledesma F, Lopez C, Ortiz D, Chen P, Korth KL, Ishibashi T, Zeng A, Orazaly M, Florez-Palacios L. 2016. A simple greenhouse method for screening salt tolerance in soybean. *Crop Science* 56(2): 585-594.
- Mindari W, Maroeto, Syekhfani. 2009. Ameliorasi air salin menggunakan pupuk organik untuk meningkatkan produksi tanaman kedelai dan jagung dalam rotasi. *Penelitian Hibah Bersaing DP2M Dikti TA*. 2009. 37 hlm.
- Mudgal V. 2004. *Physiological Studies on Growth and Nitrogen Metabolism in Cicer arietinum* L. under Saline Conditions. [Ph.D. Thesis]. Rohilkhand University, India.
- Munns R, Gilliam M. 2015. Salinity tolerance of crops – what is the cost?. *New Phytologist* 208(3): 668-673.
- Munns R, James RA. 2003. Screening methods for salinity tolerance: A case study with tetraploid wheat. *Plant and Soil* 253(1): 201-218.
- Naghavi MR, Aboughadareh AP, Khalili M. 2013. Evaluation of drought tolerance indices for screening some of corn (*Zea mays* L.) cultivars under environmental conditions. *Notulae Scientie Biologicae* 5(3): 388-393.
- Parida AK, Das AB. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 60(3): 324-349.
- Purwaningrahyu RD, Sebayang HT, Syekhfani NA. 2015. Resistance level of some soybean (*Glycine max* L. Merr) genotypes toward salinity stress. *Journal of Biological Research* 20: 7-14.
- Putri PH, Susanto GWA, Taufiq A. 2017. Evaluasi ketahanan sumber daya genetik kedelai terhadap cekaman salinitas. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 1(3): 233-242.
- Rosielle AA, Hamblin J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science* 21(6): 943-946.
- Susanto GWA, Taufiq A, Putri PH. 2016. Penilaian genotipe (koleksi plasma nutfah) kedelai (*Glycine max*(L.) Merr.) pada kondisi salin. Hlm. 312-324. Dalam : Taryono, Supriyanta, Kristamtini (eds.). *Pemanfaatan Sumber Daya Genetik Lokal dalam Mendukung Keberhasilan Program Pemuliaan*. Prosiding Seminar Nasional PERIPI Komda Jateng-DIY. Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Suwanda MH, Noor M. 2014. Kebijakan pemanfaatan lahan rawa pasang surut untuk mendukung kedaulatan pangan nasional. *Jurnal Sumberdaya Lahan, Edisi Khusus, Desember 2014*: 31-40.
- Taufiq A, Purwaningrahyu RD. 2013. Pengaruh cekaman salin terhadap keragaan varietas kacang hijau pada fase perkecambahan. Hlm. 465-477. Dalam: Saleh N *et al.* (Eds) *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi Tahun 2013*. Balai Penelitian Tanaman Aneka kacang dan Umbi.

- Taufiq A, Wijanarko A, Kristiono A. 2016. Pengaruh genotipe dan ameliorasi terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai pada tanah salin. *Buletin Palawija* 14(1): 1-8.
- Van Hoorn JW, Katerji N, Hamdy A, Mastorilli M. 2001. Effect of salinity on yield and nitrogen uptake of four grain legumes and on biological nitrogen contribution from the soil. *Agricultural Water Management* 51(2): 87-98.
- Wang D, Shannon MC, Grieve CM. 2001. Salinity reduces radiation absorption and use efficiency in soybean. *Field Crops Research* 69(3): 267-277.
- Wu G, Zhou Z, Chen P, Tang X, Shao H, Wang H. 2014. Comparative ecophysiological study of salt stress for wild and cultivated soybean species from the Yellow River Delta, China. *The Scientific World Journal*: 1-13.
- Xu X, Fan R, Zheng R, Li C, Yu D. 2011. Proteomic analysis of seed germination under salt stress in soybean. *Journal of Zhejiang University Science* 12(7): 507-517.
- Yadav S, Mohammad I, Aqil A, Shamsul H. 2011. Causes of salinity and plant manifestations to salt stress: A review. *Journal of Environmental Biology* 32(5): 667-685.
-