

Respon Varietas Unggul Kacang Tanah terhadap Cekaman Salinitas

Responses of Groundnut Varieties to Salinity Stress

Abdullah Taufiq, Afandi Kristiono dan Didik Harnowo

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi

Jl. Raya Kendalpayak km 7, Kotak Pos 66 Malang 65101 Indonesia Telp. 0341-801468, Faks. 0341-801496

Email: ofic_rilet@yahoo.com dan andy_bioma98@yahoo.com

Naskah diterima 9 Desember 2014 dan disetujui diterbitkan 17 Juni 2015

ABSTRACT. Soil salinity has negative effect on crop growth and crop productivity. Information on the response of groundnut varieties to salinity is required for varietal selection adaptable to saline soil condition. The research was conducted at the greenhouse of Indonesian Legume and Tuber Crops Research Institute (Iletri), Malang, East Java from July to September 2013. The objective of the research was to study the effect of salinity on groundnut growth. Ten groundnut varieties, consisted of seven varieties of Spanish type and three varieties of Valencia type, were tested on six levels of soil salinity. The treatment combinations were arranged in randomized complete block design, replicated four times. The soil salinity level was obtained by treating soil media using sea water dilution. Observations were made on electrical conductivity (EC) of the soil, plant height, leaf chlorophyll content index, shoot and root dry weight, number and dry weight of pods, and number and dry weight of normal seeds. Results showed that increasing the salinity level inhibited both vegetative and generative growth and the critical age to the plants affected by salinity was 45-65 days after sowing. All variables of plant growth and yield components decreased with the increase of salinity level. The highest EC value of the soil for groundnut planting to produce pods and seeds was 1.60-1.84 dS/m. Based on the growth variables, varieties of Valencia-type seemed to be more tolerant to salinity than did Spanish-type, but there was no tolerance difference based on crop yield and yield components between the two groundnut groups. Higher tolerance of Valencia type was probably due to its ability to absorb and translocate more K in saline conditions. Among the Valencia type varieties tested, Domba variety indicated the most tolerance.

Keywords: Groundnut, Spanish, Valencia, tolerance, salinity.

ABSTRAK. Salinitas tanah berpengaruh buruk terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Informasi respon varietas unggul kacang tanah terhadap salinitas sangat diperlukan sebagai dasar pemilihan varietas adaptif lahan salin. Penelitian bertujuan mempelajari tanggap beberapa varietas kacang tanah terhadap salinitas. Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Baliitkabi Malang pada Juli-September 2013 menggunakan rancangan acak kelompok faktorial, empat ulangan. Faktor I adalah enam tingkat salinitas tanah yang diperoleh dari pengenceran air laut. Faktor II adalah sepuluh varietas kacang tanah, terdiri atas tujuh varietas tipe Spanish dan tiga varietas tipe Valencia. Pengamatan dilakukan terhadap daya hantar listrik (DHL) tanah, tinggi tanaman, indeks kandungan klorofil daun, bobot kering tajuk dan akar, jumlah dan bobot kering polong isi, jumlah dan bobot kering biji normal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan salinitas menghambat pertumbuhan pada fase vegetatif maupun generatif. Umur kritis pertumbuhan terhadap pengaruh salinitas adalah 45-65 HST. Semua peubah pertumbuhan

dan komponen hasil tanaman menurun akibat peningkatan salinitas. Batas DHL tanah tertinggi untuk menghasilkan polong dan biji adalah 1,60-1,84 dS/m. Varietas tipe Spanish dan Valencia tidak berbeda toleransinya dari aspek hasil dan komponen hasil tanaman, tetapi dari aspek peubah pertumbuhan tipe Valencia lebih toleran dibandingkan tipe Spanish. Toleransi tersebut kemungkinan berkaitan dengan kemampuan penyerapan unsur K dan translokasinya yang lebih tinggi pada kondisi salin. Di antara varietas tipe Valencia yang diuji, varietas Domba terindikasi lebih toleran.

Kata kunci: Kacang tanah, Spanish, Valencia, toleransi, salinitas.

PENDAHULUAN

Lahan pertanian yang terpengaruh salinitas di Indonesia diperkirakan 0,44 juta hektar (Alihamsyah *et al.* 2002). Meningkatnya luas lahan sawah irigasi yang mengandung salinitas di sepanjang Pantai Utara Jawa menyebabkan produksi padi menurun, seperti di Indramayu (Marwanto *et al.* 2009; Erfandi dan Rachman 2011). Hal serupa juga terjadi di lahan sawah di Aceh akibat tsunami pada tahun 2004 (Rachman *et al.* 2008).

Luas lahan salin terus bertambah, terutama di daerah pesisir pantai, karena naiknya permukaan air laut (Ismail 2007), intrusi air laut (Gama *et al.* 2007), pencemaran limbah (Dajic 2006; Suganda *et al.* 2009), dan eksploitasi air tanah yang berlebihan (Putra dan Indradewa 2011).

Sebagian besar tanaman budi daya sensitif terhadap salinitas (Dogar *et al.* 2012). Stadia kritis tanaman terhadap cekaman salinitas adalah pada saat perkecambahan dan pertumbuhan awal (Kitajima and Fenner 2000, Mudgal 2004, Cuartero *et al.* 2006), serta berbunga (Vadez *et al.* 2007; Amin 2011). Oleh karena itu, seleksi tanaman untuk toleransi terhadap salinitas dilakukan pada stadia tersebut (Bybordi and Tabatabaei 2009).

Salah satu strategi pemanfaatan lahan salin adalah penggunaan varietas toleran. Toleransi genotipe kacang tanah terhadap salinitas beragam, dari agak toleran hingga toleran (Singh *et al.* 2007, Munggal *et al.* 2008). Pada tingkat salinitas 4,1, 4,9 dan 6,5 dS/m terjadi

penurunan hasil berturut-turut 25%, 50% dan 100% (Mungala *et al.* 2008). Batas kritis salinitas untuk kacang tanah berdasarkan penurunan hasil adalah 3,2 dS/m (Yadav *et al.* 2011). Genotipe yang toleran mengandung prolin dan asam amino bebas lebih tinggi, serta penurunan kandungan klorofil yang lebih rendah (Hammad *et al.* 2010). Varietas unggul kacang tanah yang sudah dilepas di Indonesia hingga tahun 2012 tercatat 29 varietas, namun toleransinya terhadap salinitas belum banyak diketahui.

Pengujian tanaman terhadap cekaman salinitas di laboratorium dan rumah kaca umumnya menggunakan NaCl, tetapi ada juga yang menggunakan air laut, seperti pengujian pada tanaman kedelai (Nukaya *et al.* 1981), kacang hijau (Kurban *et al.* 1998, Rabie 2004), kacang tanah (Mensah *et al.* 2006, Singh *et al.* 2007), dan kacang tunggak (Hussein *et al.* 2008). Informasi ini bermanfaat untuk pemuliaan tanaman toleran salinitas.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui respon beberapa varietas kacang tanah terhadap salinitas.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi) di Malang dari bulan Juli hingga September 2013. Rancangan percobaan adalah acak kelompok faktorial, diulang empat kali. Faktor I adalah enam tingkat salinitas tanah, yang diperoleh dari pemberian air laut yang diencerkan, yaitu: (1). kontrol 100% air kran, DHL air 0,65 dS/m (L0); (2). 5% air laut, DHL larutan 3,66 dS/m (L1); (3). 10% air laut, DHL larutan 6,80 dS/m (L2); (4). 15% air laut, DHL larutan 9,39 dS/m (L3); (5). 20% air laut, DHL larutan 12,50 dS/m (L4), dan (6). 25% air laut, DHL larutan 15,22 dS/m (L5). Faktor II adalah 10 varietas kacang tanah, yaitu Hypoma 1 (V1), Hypoma 2 (V2), Takar 1 (V3), Tuban (V4), Kancil (V5), Bison (V6), Singa (V7), Talam 1 (V8), Domba (V9), dan Panther (V10). Air laut diambil dari Pantai Balekambang Kabupaten Malang, Jawa Timur (DHL 50,8 dS/m). Varietas berkode V1, V2, V3, V4, V5, V6, dan V8 termasuk dalam kelompok tipe Spanish, sedangkan V7, V9, dan V10 termasuk kelompok tipe Valencia.

Tanah yang digunakan pada penelitian adalah tanah non-salin yang diambil dari Wajak (Kabupaten Malang) pada kedalaman 0-20 cm (Tabel 1). Tekstur tanah (dengan *hand feeling*) adalah lempung berpasir (*Sandy loam*) dengan struktur remah. Tanah dikering-anginkan, bongkahan dihancurkan, dan dibersihkan dari kotoran. Sebanyak 8,5 kg tanah setara kering udara dimasukkan ke dalam ember plastik. Sebelum tanam contoh tanah dalam ember diberi pupuk dasar Phonska (15% N, 15% P₂O₅, 15% K₂O, 10% S) dengan dosis 1,8 g/pot atau setara 300 kg/ha (dihitung berdasarkan populasi tanaman).

Tabel 1. Hasil analisis tanah Inceptisol asal Wajak, Malang pada lapisan 0-20 cm yang digunakan dalam percobaan. Malang, 2013.

Peubah	Metode	Hasil analisis	Klasi-fikasi
DHL (dS/m)	Ekstrak 1:1	0,28	Rendah
pH-H ₂ O	1:5	6,90	Netral
pH-KCl	1:5	5,75	
K-dd (me/100 g) ¹⁾	1 N NH ₄ -asetat, pH 7	0,74	Tinggi
Ca-dd (me/100 g)	1 N NH ₄ -asetat, pH 7	5,07	Sedang
Mg-dd (me/100 g)	1 N NH ₄ -asetat, pH 7	1,10	Tinggi
Na-dd (me/100 g)	1 N NH ₄ -asetat, pH 7	0,80	Rendah
KTK (me/100 g)	1 N NH ₄ -asetat, pH 7	8,91	Rendah

¹⁾-dd: dapat ditukar.

Benih kacang tanah ditanam empat biji/pot, kemudian dilakukan penjarangan pada umur 14 hari setelah tanam (HST) menjadi dua tanaman/pot. Penyiraman dilakukan setiap hari dengan air kran hingga tanaman berumur 13 HST, dan selanjutnya setiap hari disiram menggunakan air dengan kandungan salinitas sesuai perlakuan hingga mencapai kondisi sekitar kapasitas lapang sampai tanaman berumur 70 HST, dengan total 13,4 liter/pot. Perawatan tanaman dilakukan secara intensif dan panen pada umur 90 hari untuk varietas tipe Spanish dan 95 hari untuk varietas tipe Valencia.

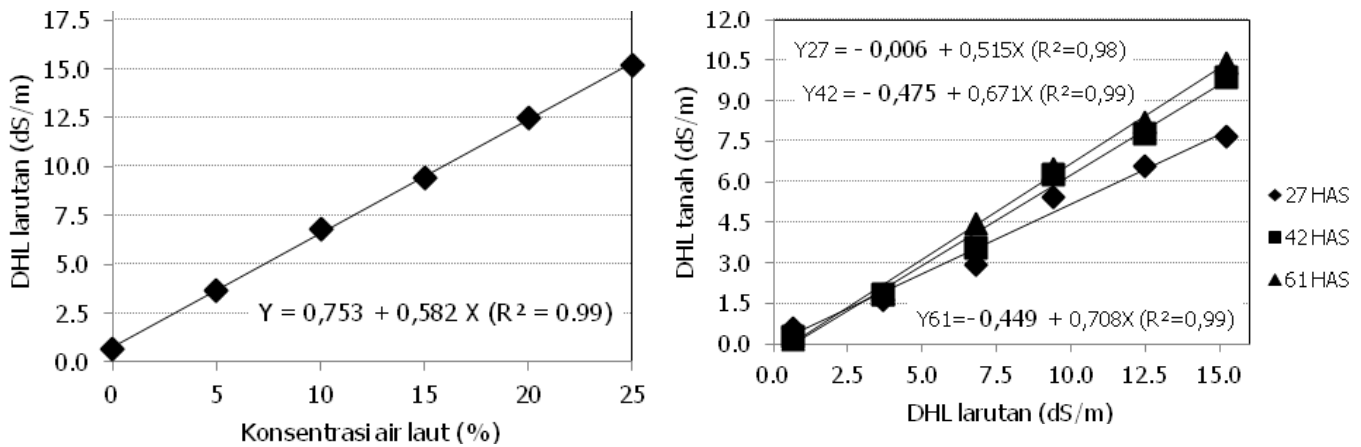
Analisis tanah dilakukan pada awal dan saat tanaman dipanen (DHL, pH, K-dd, Ca-dd, Mg-dd, Na-dd, dan KTK). Pengamatan terdiri atas daya hantar listrik (DHL) tanah (dengan portable EC meter Hanna tipe HI993310) saat tanaman berumur 40, 55 dan 74 HST, tinggi tanaman saat berumur 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85 HST, indeks kandungan klorofil daun pada saat tanaman berumur 25, 35, 45, 55, dan 75 HST (diukur dengan Chlorophyll meter SPAD-502). Pengamatan peubah saat panen terdiri atas bobot kering tajuk dan akar (doven 105°C hingga tercapai bobot konstan), jumlah dan bobot kering polong isi, jumlah dan bobot kering biji normal.

Analisis ragam digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan, dan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan. Analisis data menggunakan program MStat-C.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Salinitas terhadap Sifat Kimia Tanah

Peningkatan konsentrasi air laut dalam larutan dari 0 hingga 25% dengan interval 5% meningkatkan DHL larutan (DHLw) mengikuti persamaan DHLw =



Gambar 1. Hubungan konsentrasi air laut dengan DHL larutan (A) dan DHL tanah (B).

Tabel 2. Pengaruh perlakuan tingkat salinitas terhadap beberapa sifat kimia tanah setelah tanaman kacang tanah dipanen. Malang, 2013.

Peubah	Metode	Perlakuan salinitas					
		L0 (0,65) ¹⁾	L1 (3,66)	L2 (6,80)	L3 (9,39)	L4 (12,50)	L5 (15,22)
pH-H ₂ O	1:5	6,4	6,8	6,3	6,4	6,5	6,6
pH-KCl	1:5	6,2	6,3	6,0	6,1	6,1	6,1
K-dd (me/100 g)	1 N NH ₄ -asetat, pH 7	1,00	1,50	1,60	2,07	2,24	2,44
Ca-dd (me/100 g)	1 N NH ₄ -asetat, pH 7	3,35	5,00	4,35	4,10	5,43	4,22
Mg-dd (me/100 g)	1 N NH ₄ -asetat, pH 7	0,62	3,59	3,73	3,51	3,93	3,47
Na-dd (me/100 g)	1 N NH ₄ -asetat, pH 7	0,92	0,96	1,56	2,69	3,14	3,90
KTK (me/100 g)	1 N NH ₄ -asetat, pH 7	10,76	11,07	10,12	11,09	9,80	10,78
Kejenuhan Na (%)	Perhitungan terhadap KTK	8,6	8,7	15,4	24,3	32,0	36,2

¹⁾DHLw (dS/m)

0,753+0,582X (R²=0,99; n=6), X adalah konsentrasi air laut (Gambar 1A). Setiap peningkatan DHLw menyebabkan peningkatan DHL tanah (DHLs) pada 40, 55 dan 74 HST atau 27, 42, dan 61 hari setelah aplikasi (HSA) secara linear, berturut-turut mengikuti persamaan $Y_{27} = -0,006 + 0,515X$ (R²=0,98), $Y_{42} = -0,475 + 0,671X$ (R²=0,99), dan $Y_{61} = -0,449 + 0,708X$ (R²=0,99), X adalah DHLw (Gambar 1B). Total volume larutan dengan DHL sesuai perlakuan yang ditambahkan mulai 14 HST hingga tanaman berumur 40, 55, dan 74 HST berturut-turut adalah 5,6 liter/pot, 10,1 liter/pot, dan 13,4 liter/pot. Hal ini menunjukkan terjadi akumulasi garam dalam tanah dengan makin banyaknya volume larutan yang diberikan, sehingga DHLs meningkat. Artinya, cekaman salinitas meningkat dengan bertambahnya umur tanaman. Dengan demikian, perlakuan yang diberikan dapat memberikan keragaman salinitas pada media tanah.

Kondisi pH tanah setelah tanaman dipanen beragam antarperlakuan, dan cenderung tidak meningkat akibat perlakuan. Dengan demikian, tidak terjadi pengaruh negatif dari pH tanah akibat peningkatan salinitas.

Kandungan K-dd, Ca-dd dan Mg-dd pada tanah yang diberi perlakuan salinitas lebih tinggi dibanding kontrol, tetapi cenderung tidak meningkat dengan meningkatnya salinitas larutan (DHLw) yang diberikan (Tabel 2). Peningkatan DHLw yang ditambahkan berkorelasi positif dengan peningkatan kandungan Na-dd (r=0,97**, n=6) dan kejenuhan Na-dd (r=0,98**, n=6). Hal ini mengindikasikan pengaruh negatif dari perlakuan yang diberikan terutama akibat peningkatan DHLs, Na-dd, dan kejenuhan Na.

Pengaruh Salinitas terhadap Tinggi Tanaman

Peningkatan salinitas berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada saat berumur 25 HST hingga 85 HST. Tinggi tanaman dari 10 varietas yang diuji berbeda nyata, tetapi tidak ada interaksi nyata antara tingkat salinitas dengan varietas (Tabel 3). Hal ini menunjukkan tinggi tanaman semua varietas kacang tanah yang diuji menurun akibat peningkatan salinitas.

Tabel 3. Hasil analisis ragam pengaruh salinitas terhadap tinggi tanaman kacang tanah di rumah kaca. Malang, 2013.

Sumber keragaman	db	Tinggi tanaman (cm)						
		25 HST	35 HST	45 HST	55 HST	65 HST	75 HST	85 HST
Salinitas (L)	5	*	**	**	**	**	**	**
Varietas (V)	9	**	**	**	**	**	**	**
L*V	45	tn	tn	tn	tn	tn	tn	tn
KK (%)		13,5	13,9	12,7	12,3	20,3	16,3	16,9

* dan ** masing-masing nyata pada 5% dan 1%; tn: tidak nyata.

Tabel 4. Rata-rata tinggi tanaman kacang tanah pada berbagai tingkat salinitas di rumah kaca. Malang, 2013.

Salinitas (dS/m) ¹⁾	Tinggi tanaman (cm)						
	25 HST	35 HST	45 HST	55 HST	65 HST	75 HST	85 HST
L0	7,3 a	8,8 a	12,5 a	15,2 a	16,9 a	18,5 a	21,1 a
L1	7,3 a (0) ²⁾	8,4 ab (5)	10,1 b (27)	11,6 b (24)	12,3 b (27)	12,7 b (31)	16,2 b (23)
L2	7,1 ab (3)	8,0 bc (9)	9,1 c (39)	10,3 c (32)	10,5 c (38)	10,7 c (42)	14,0 c (34)
L3	7,1 ab (3)	8,0 bc (9)	8,5 cd(45)	9,6 d (37)	9,6 d (43)	9,8 cd (47)	11,6 d (45)
L4	6,8 b (7)	7,6 c (14)	7,9 e (52)	9,0 de (41)	9,0 de (47)	9,8 cd (47)	10,4 e (51)
L5	6,7 b (8)	7,6 c (14)	8,2 de(49)	8,5 e (44)	8,8 e (48)	9,6 d (48)	9,6 e (55)

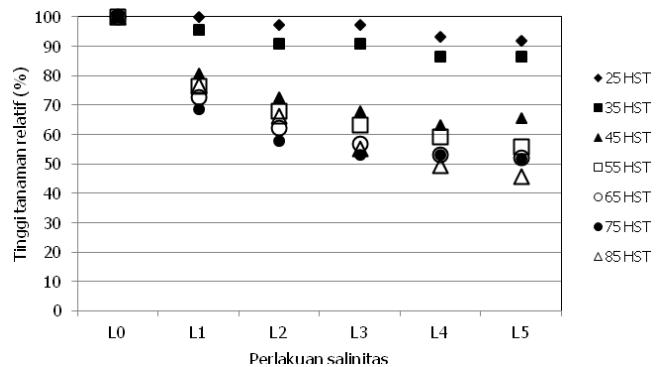
Angka sekolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda pada uji BNT 5%.

¹⁾DHL tanah L0 s/d L5 berturut-turut adalah 1,60-1,84 dS/m, 2,95-4,44 dS/m, 5,43-6,45 dS/m, 6,57-8,22 dS/m, dan 7,65-10,38 dS/m;

²⁾angka dalam tanda kurung adalah persentase penurunan terhadap kontrol (L0).

Peningkatan salinitas menghambat pertumbuhan tanaman. Dibandingkan perlakuan kontrol, penurunan tinggi tanaman pada umur <45 HST relatif rendah (<15%), dan meningkat drastis pada umur 45-85 HST, mencapai 23-55% (Tabel 4). Terdapat indikasi bahwa semakin lama tanaman mengalami cekaman, makin besar pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman. Hal ini kemungkinan karena sejak tanaman berumur 45 HST sudah memasuki stadia perkembangan dan pengisian polong, sehingga membutuhkan pasokan unsur hara yang lebih banyak, dan pasokan hara tersebut terganggu oleh salinitas.

Peningkatan salinitas menyebabkan pertumbuhan tanaman pada umur lebih dari 45 HST atau 31 HSA mengalami stagnasi, yang tercermin dari melambatnya penambahan tinggi tanaman. Pengamatan secara visual menunjukkan adanya gejala keracunan garam pada tanaman, yaitu daun menguning, mengering dan kemudian mati. Gejala keracunan mulai terjadi pada salinitas L1 (DHLs 1,60-1,84 dS/m). Berdasarkan data tinggi tanaman diketahui bahwa umur kritis tanaman kacang tanah terhadap cekaman salinitas adalah pada saat berumur 45 HST. Berdasarkan tinggi tanaman relatif, terdapat indikasi bahwa nilai kritis pertumbuhan tanaman adalah pada tingkat salinitas L1 (DHLw 3,66 dS/m atau DHLs 1,60-1,84 dS/m) (Gambar 2).



Gambar 2. Tinggi tanaman relatif tanaman kacang tanah akibat perlakuan salinitas (DHL tanah L0 s/d L5 berturut-turut adalah 1,60-1,84 dS/m, 2,95-4,44 dS/m, 5,43-6,45 dS/m, 6,57-8,22 dS/m, dan 7,65-10,38 dS/m).

Peningkatan DHLs menurunkan tinggi tanaman, yang ditunjukkan oleh korelasi negatif antara tinggi tanaman dengan DHLs pada berbagai umur tanaman. Tinggi tanaman pada umur 45 HST berkorelasi negatif dengan DHLs pada 40 HST ($r=-0,88^*$, $n=6$). Tinggi tanaman pada umur 55 dan 65 HST berkorelasi negatif dengan DHLs pada 55 HST, dengan nilai korelasi berturut-turut $r=-0,89^*$ dan $r=-0,87^*$ ($n=6$). Tinggi tanaman pada umur 75 dan 85 HST berkorelasi negatif dengan DHLs pada 74 HST, dengan nilai korelasi berturut-turut $r=-0,84^*$ dan $r=-0,96^*$ ($n=6$).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa cekaman salinitas menghambat pertumbuhan tanaman. Meskipun tinggi tanaman dikendalikan oleh faktor genetik, namun faktor lingkungan (cekaman salinitas) juga berpengaruh terhadap ekspresi gen. Hal ini terlihat dari pengaruh cekaman salinitas terhadap penurunan tinggi tanaman semua varietas yang diuji. Pengaruh negatif cekaman salinitas tersebut kemungkinan disebabkan oleh berkurangnya air yang dapat diserap tanaman karena meningkatnya tekanan osmotik air akibat meningkatnya DHL, dan pengaruh negatif dari meningkatnya kandungan Na tanah akibat terjadinya akumulasi garam.

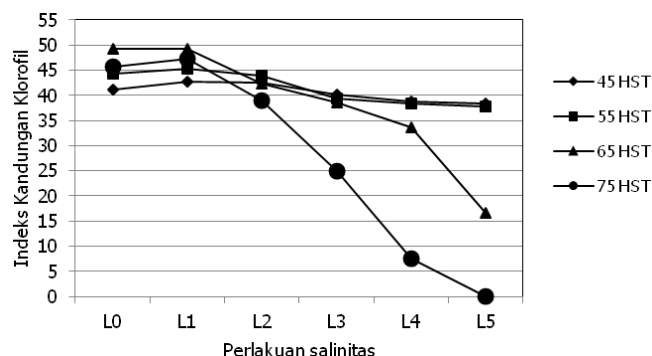
Pengaruh Salinitas terhadap Indeks Kandungan Klorofil (IKK)

Peningkatan salinitas berpengaruh nyata terhadap Indeks Kandungan Klorofil (IKK) mulai tanaman berumur 45 HST, sedangkan pengaruh varietas terhadap IKK nyata sejak tanaman berumur 25 HST. Tidak nyata pengaruh interaksi antara salinitas dengan varietas terhadap IKK, kecuali pada saat tanaman berumur 75 HST (Tabel 5).

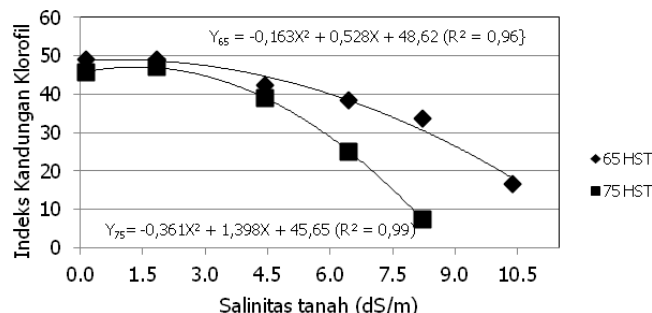
IKK tidak menurun pada salinitas L1 (DHLs 1,60-1,84 dS/m), justru meningkat 2-3% dibanding kontrol. Penurunan IKK mulai terjadi pada tingkat salinitas L2 dengan DHLs 2,95-4,44 dS/m (Gambar 3). Tingkat penurunan IKK pada umur 45 HST atau 32 HSA relatif lebih rendah (<10%) dibanding saat tanaman berumur lebih dari 45 HST. Pada tingkat salinitas L3 (DHLs 5,43-6,45 dS/m), IKK turun >20% dibandingkan dengan kontrol saat tanaman berumur 65 dan 75 HST. Dalam kaitannya dengan IKK terindikasi bahwa umur kritis tanaman akibat pengaruh salinitas berkisar antara 55-65 HST, dengan batas kritis pada tingkat salinitas L2 (DHLs 2,95-4,44 dS/m) karena terjadi penurunan IKK 14% dan semakin menurun pada tingkat salinitas yang lebih tinggi.

Nilai IKK pada umur 45 HST berkorelasi negatif dengan DHLs pada 40 HST ($r=-0,85^*$, $n=6$). Nilai IKK pada umur 55 dan 65 HST berkorelasi negatif dengan DHLs pada 55 HST dengan nilai yang sama ($r=-0,94^*$, $n=6$). Hal ini menunjukkan peningkatan DHL merusak

klorofil daun sehingga kandungannya menurun. IKK pada umur 65 dan 75 HST mempunyai pola hubungan kuadratik dengan DHLs, dengan konstanta pada peubah X^2 bernilai negatif (Gambar 4). Semakin meningkat DHLs semakin besar penurunan IKK. Pada umur 65 HST dan 75 HST IKK juga berkorelasi negatif dengan Na-dd dan kejenuhan Na dengan nilai korelasi (r) antara $-0,93^{**}$ dan $0,99^{**}$ ($n=6$). Hal ini menunjukkan penurunan IKK selain disebabkan oleh peningkatan DHL juga karena peningkatan Na-dd dan kejenuhan Na.



Gambar 3. Indeks Kandungan Klorofil daun kacang tanah akibat perlakuan salinitas (DHL tanah L0 s/d L5 berturut-turut 1,60-1,84 dS/m, 2,95-4,44 dS/m, 5,43-6,45 dS/m, 6,57-8,22 dS/m, dan 7,65-10,38 dS/m).



Gambar 4. Hubungan Indeks Kandungan Klorofil daun kacang tanah dengan tingkat salinitas.

Tabel 5. Hasil analisis ragam pengaruh salinitas terhadap indeks kandungan klorofil (IKK) daun 10 varietas kacang tanah di rumah kaca. Malang, 2013.

Sumber keragaman	db	IKK					
		25 HST	35 HST	45 HST	55 HST	65 HST	75 HST
Salinitas (L)	5	tn	tn	**	**	**	**
Varietas (V)	9	**	**	**	**	**	**
L*V	45	tn	tn	tn	tn	tn	**
KK (%)		6,3	6,5	8,2	9,1	21,5	28,1

* dan ** masing-masing nyata pada 5% dan 1%; tn: tidak nyata.

Tabel 6. Rata-rata Indeks Kandungan Klorofil daun 10 varietas tanaman kacang tanah di rumah kaca. Malang, 2013.

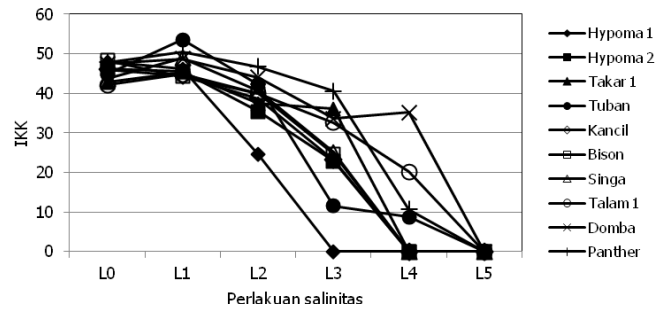
Varietas	IKK				
	25 HST	35 HST	45 HST	55 HST	65 HST
Hypoma 1	40,83 b	41,47 bcd	40,67 bcd	40,62 cde	30,30 d
Hypoma 2	38,32 cde	40,07 de	39,96 cde	40,62 cde	38,44 bc
Takar 1	38,98 cd	39,85 def	42,08 abc	40,78 cde	36,49 bc
Tuban	38,14 de	38,99 ef	39,93 cde	42,40 abcd	36,29 bc
Kancil	39,97 bc	40,98 cd	39,35 de	41,52 bcd	41,07 b
Bison	39,95 bc	41,06 cd	39,32 de	40,24 de	38,63 bc
Singa	41,31 b	42,48 abc	41,30 abcd	43,99 ab	34,88 cd
Talam 1	37,21 e	38,13 f	38,11 e	38,67 e	38,02 bc
Domba	43,89 a	43,73 a	43,24 a	42,76 abc	46,72 a
Panther	43,43 a	43,17 ab	42,18 ab	44,03 a	41,47 ab

Angka sekolom yang didampingi huruf sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Unsur Na pada konsentrasi rendah dapat mensubstitusi fungsi kalium (K) dalam mengatur tekanan osmosis (Dogar 2012), namun pada konsentrasi tinggi dapat menekan serapan K, N, dan Mg (White and Broadley 2001; Tester and Davenport 2003). Penurunan kandungan klorofil pada salinitas tinggi mungkin terkait dengan gangguan pada fungsi seluler dan kerusakan klorofil karena akumulasi ion garam, terutama natrium. Kerusakan klorofil semakin banyak dengan semakin tingginya salinitas, yang ditunjukkan oleh penurunan IKK. Kerusakan klorofil menyebabkan terganggunya proses fotosintesis, sehingga pertumbuhan tanaman tidak optimal.

Nilai IKK daun varietas kacang tanah yang diuji berbeda nyata sejak tanaman berumur 25 HST. Varietas Domba dan Panther konsisten mempunyai IKK lebih tinggi dibandingkan dengan varietas lainnya sampai tanaman berumur 65 HST. Semua varietas yang diuji, kecuali Domba, mengalami penurunan IKK pada 65 HST (Tabel 6). Hal ini menunjukkan varietas Domba lebih toleran dibandingkan dengan varietas lainnya.

Nilai IKK daun 10 varietas yang diuji pada umur 75 HST beragam pada berbagai tingkat salinitas. IKK varietas Hypoma 1 turun drastis pada perlakuan L2, artinya mengalami kerusakan klorofil yang parah, dan hanya toleran sampai tingkat salinitas L1. IKK varietas Hypoma 2, Tuban, Kancil, Bison, Singa turun drastis pada perlakuan L3, dan hanya toleran sampai tingkat salinitas L2. IKK varietas Takar 1, Talam 1, dan Panther turun drastis pada perlakuan L4, dan hanya toleran sampai tingkat salinitas L3. Daun semua varietas yang diuji, kecuali varietas Domba, mengalami klorosis sangat parah dan bahkan kering pada tingkat salinitas L4, yang diindikasikan oleh IKK yang tidak terukur (Gambar 5). Hal ini menunjukkan hanya varietas Domba yang mempunyai tingkat toleransi yang lebih tinggi terhadap salinitas.



Gambar 5. Indeks Kandungan Klorofil (IKK) 10 varietas kacang tanah pada umur 75 HST pada berbagai perlakuan salinitas (DHL tanah L0 s/d L5 berturut-turut adalah 1,60-1,84 dS/m, 2,95-4,44 dS/m, 5,43-6,45 dS/m, 6,57-8,22 dS/m, dan 7,65-10,38 dS/m).

Biomass Tajuk dan Akar

Salinitas dan varietas berpengaruh nyata terhadap biomass tajuk dan akar pada saat panen, tetapi interaksi keduanya hanya berpengaruh nyata terhadap biomass tajuk (Tabel 7). Sepuluh varietas yang diuji dipanen pada umur yang berbeda. Varietas tipe Valencia (Singa, Domba, dan Panther) dipanen pada umur 95 hari, sedangkan tujuh varietas lainnya yang termasuk tipe Spanish dipanen pada umur 90 hari.

Bobot biomass tajuk dan akar turun 28% pada kisaran DHLs 1,60-1,84 dS/m, dan penurunan semakin besar dengan semakin meningkatnya salinitas. Penurunan bobot biomass tajuk lebih besar dibanding akar, yang mengindikasikan pertumbuhan tajuk lebih sensitif terhadap salinitas. Biomass tajuk dan akar mempunyai pola hubungan kuadratik yang sangat erat dengan peningkatan DHL tanah (Gambar 6). Berdasarkan penurunan bobot biomass tajuk dan akar, terdapat indikasi bahwa nilai kritis terhadap salinitas tanah kemungkinan lebih rendah dari DHLs 1,60-1,84 dS/m.

Tabel 7. Analisis ragam pengaruh salinitas dan varietas terhadap biomasa tajuk dan akar kacang tanah pada saat panen di rumah kaca. Malang, 2013.

Sumber keragaman	db	Biomasa	
		Tajuk	Akar
Salinitas (L)	5	**	**
Varietas (V)	9	**	**
L*V	45	**	tn
KK (%)		20,2	32,2

* dan ** masing-masing nyata pada 5 dan 1%; tn: tidak nyata.

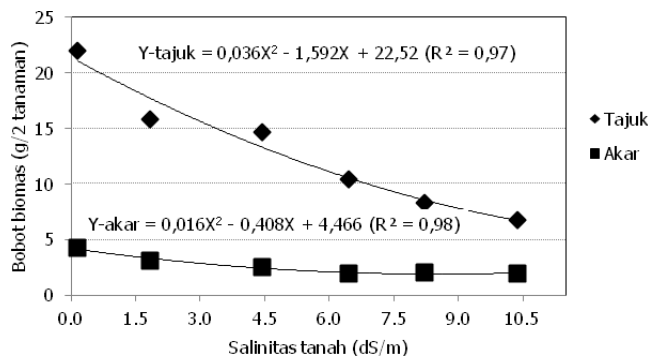
Tabel 8. Analisis ragam pengaruh salinitas terhadap hasil dan komponen hasil 10 varietas kacang tanah di rumah kaca. Malang, 2013.

Sumber keragaman	db	Jumlah polong isi	Bobot kering polong isi	Jumlah biji normal/pot	Bobot kering biji normal
Salinitas (L)	5	**	**	**	**
Varietas (V)	9	*	tn	*	tn
L*V	45	tn	tn	tn	tn
KK (%)		24,9	22,9	26,0	26,0

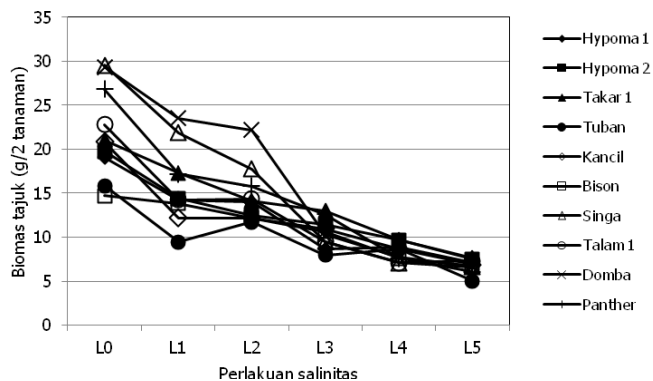
Analisis varian menggunakan data yang ditransformasi dengan $\sqrt{(X+0,5)}$; jumlah tanaman per pot adalah 2 tanaman; * dan ** masing-masing nyata pada 5% dan 1%; tn: tidak nyata.

Bobot biomasa akar berbeda nyata antarvarietas, dan mempunyai respon yang sama terhadap peningkatan salinitas. Bobot biomasa tajuk 10 varietas yang diuji beragam pada berbagai tingkat salinitas (Gambar 7). Pada tingkat salinitas L1 dan L2, bobot biomasa tajuk varietas Singa dan Domba lebih tinggi dibandingkan dengan varietas lainnya. Hal ini menunjukkan kedua varietas tersebut lebih toleran terhadap salinitas. Bobot biomasa tajuk semua varietas menurun pada tingkat salinitas L3 hingga L5.

Cekaman salinitas menghambat penyerapan air oleh akar tanaman karena potensial osmotik larutan tanah meningkat, sehingga tanaman mengalami kekeringan fisiologis, tekanan turgor turun yang menyebabkan stomata tertutup sehingga pasokan CO₂ untuk fotosintesis berkurang, dan mengakibatkan penurunan laju fotosintesis (Kabir *et al.* 2004; Ashraf and Harris 2004; Parida *et al.* 2005; Ondrasek *et al.* 2009). Cekaman salinitas juga menyebabkan kerusakan klorofil (Hamayun *et al.* 2010; Ghassemi-Golezani *et al.* 2011), sehingga menurunkan laju fotosintesis. Penurunan laju fotosintesis menyebabkan fotosintat berkurang yang mengakibatkan penurunan produksi bahan kering.



Gambar 6. Hubungan antara salinitas tanah dengan bobot kering tajuk dan akar kacang tanah.



Gambar 7. Bobot biomasa tajuk 10 varietas kacang tanah pada saat panen dengan berbagai perlakuan salinitas (DHL tanah L0 s/d L5 berturut-turut adalah 1,60-1,84 dS/m, 2,95-4,44 dS/m, 5,43-6,45 dS/m, 6,57-8,22 dS/m, dan 7,65-10,38 dS/m).

Hasil dan Komponen Hasil

Peningkatan salinitas berpengaruh nyata terhadap jumlah polong isi, jumlah biji normal, bobot kering polong isi dan dan bobot kering biji normal. Varietas berpengaruh nyata terhadap jumlah polong isi, jumlah biji normal. Tidak ada pengaruh interaksi antara salinitas dengan varietas terhadap peubah-peubah tersebut (Tabel 8).

Jumlah polong dan biji serta bobot kering polong dan biji turun akibat peningkatan salinitas. Peubah-peubah tersebut turun 40% pada tingkat salinitas L1 dan turun 80% pada tingkat salinitas L2 (Tabel 9). Pada salinitas yang lebih tinggi dari L2, tanaman tidak membentuk polong. Hal ini menunjukkan cekaman salinitas berpengaruh buruk terhadap pembentukan dan pengisian polong. Pada tanaman kedelai, pemulia menggunakan penurunan hasil 50% sebagai kriteria seleksi toleransi (Krisnawati dan Adie 2009). Sing *et al.* (2008) dalam menilai toleransi kacang tanah

Tabel 9. Pengaruh salinitas terhadap jumlah polong isi, bobot kering polong, serta jumlah dan bobot kering biji normal kacang tanah di rumah kaca. Malang, 2013.

Salinitas (dS/m) ¹⁾	Jumlah polong isi/2 tanaman	Bobot kering polong isi (g/2 tanaman)	Jumlah biji normal/2 tanaman	Bobot kering biji normal (g/2 tanaman)
L0	30 a	25,22 a	47 a	16,53 a
L1	18 b (40) ²⁾	15,57 b (38)	28 b (40)	9,06 b (45)
L2	6 c (80)	4,42 c (83)	8 c (83)	2,38 c (86)
L3	0 d (100)	0,07 d (100)	0 d (100)	0,05 d (100)
L4	0 d (100)	0,00 d (100)	0 d (100)	0,00 d (100)
L5	0 d (100)	0,00 d (100)	0 d (100)	0,00 d (100)

Angka sekolom yang didampingi huruf sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%;¹⁾DHL tanah L0 s/d L5 berturut-turut adalah 1,60-1,84 dS/m, 2,95-4,44 dS/m, 5,43-6,45 dS/m, 6,57-8,22 dS/m, dan 7,65-10,38 dS/m; ²⁾angka dalam kurung menunjukkan persentase penurunan terhadap kontrol.

berdasarkan produktivitas genotipe yang diuji pada berbagai tingkat salinitas. Terdapat indikasi bahwa nilai kritis salinitas untuk hasil dan komponen hasil kacang tanah adalah pada perlakuan L1 (DHLs 1,60-1,84 dS/m).

Bobot kering polong isi varietas yang diuji turun 30-53% pada perlakuan salinitas L1, dan turun 78-93% pada perlakuan L2 dibanding kontrol, kecuali pada varietas Domba turun 59% (Tabel 10). Pada tingkat salinitas yang lebih tinggi dari L2, tanaman tidak membentuk polong. Dengan demikian batas tertinggi tingkat salinitas semua varietas kacang tanah yang diuji untuk peubah hasil polong adalah L1 (DHLw 3,66 dS/m, DHLs 1,60-1,84 dS/m). Berdasarkan peubah hasil, maka tidak ada perbedaan toleransi varietas kacang tanah tipe Valencia dan tipe Spanish terhadap salinitas, meskipun tipe Valencia mempunyai toleransi yang lebih tinggi terhadap kerusakan klorofil.

Hasil penelitian ini menunjukkan stadia pembentukan dan pengisian polong sangat sensitif terhadap salinitas. Cekaman salinitas pada stadia tersebut berpengaruh negatif terhadap hasil polong. Pada saat memasuki stadia generatif, tanaman lebih banyak menyalurkan hasil fotosintesis dalam bentuk asimilat pada biji. Menurunnya IKK mulai dari 45-65 HST menyebabkan proses fotosintesis terganggu sehingga asimilat hasil fotosintesis yang ditranslokasikan ke polong kurang optimal.

Kebutuhan unsur hara tanaman kacang tanah pada stadia pengisian polong (55 HST) relatif lebih tinggi. Cekaman salinitas menyebabkan proses penyerapan hara terganggu sehingga kebutuhan hara pada stadia pengisian polong tidak terpenuhi.

Kandungan K, Na, Ca, dan Mg dalam Tajuk dan Akar

Kandungan K pada akar maupun tajuk pada kondisi salin lebih rendah dibandingkan pada kontrol (L0), sebaliknya kandungan Na meningkat. Pada kondisi salin,

Tabel 10. Pengaruh tingkat salinitas terhadap penurunan bobot kering polong 10 varietas kacang tanah di rumah kaca. Malang, 2013.

Varietas	Bobot kering polong isi pada L0 (g/2 tanaman)	Persentase penurunan terhadap L0 (%) ¹⁾				
		L1	L2	L3	L4	L5
Hypoma 1	24,37	32	92	100	100	100
Hypoma 2	22,73	30	78	100	100	100
Takar 1	24,57	39	93	100	100	100
Tuban	25,77	33	81	100	100	100
Kancil	27,87	39	86	100	100	100
Bison	27,57	45	82	99	100	100
Singa	28,47	42	90	100	100	100
Talam 1	21,33	30	81	100	100	100
Domba	25,83	53	59	100	100	100
Panther	23,73	36	82	99	100	100

¹⁾DHL tanah L0 s/d L5 berturut-turut adalah 1,60-1,84 dS/m, 2,95-4,44 dS/m, 5,43-6,45 dS/m, 6,57-8,22 dS/m, dan 7,65-10,38 dS/m.

kandungan Ca dan Mg pada akar turun, tetapi pada tajuk meningkat (Tabel 11). Peningkatan kandungan Na pada akar maupun tajuk mengindikasikan sel akar cukup permeabel dalam penyerapan Na dan translokasinya ke tajuk. Kandungan Na dalam tajuk berkorelasi negatif dengan kandungan K dalam tajuk ($r=-0,85^*$), berkorelasi positif dengan Mg ($r=0,85^*$), tetapi tidak berkorelasi dengan Ca. Hal ini menunjukkan peningkatan Na akibat salinitas menghambat penyerapan K, Ca, dan Mg ke akar, tetapi hanya unsur K yang translokasinya dari akar ke tajuk terhambat. Oleh karena itu, gejala kekurangan K sangat menonjol pada tanaman yang mendapat pengaruh salinitas. Kandungan Na dalam tajuk berkorelasi negatif dengan tinggi tanaman ($r=-0,96^{**}$), IKK ($r=-0,84^*$), biomas akar ($r=-0,98^{**}$), biomas tajuk ($r=-0,97^{**}$), hasil polong dan hasil biji ($r=-0,98^{**}$). Dengan demikian pengaruh buruk salinitas terhadap pertumbuhan dan hasil kacang tanah terutama karena tingginya kandungan Na.

Tabel 11. Pengaruh tingkat salinitas terhadap kandungan K, Na, Ca, dan Mg akar dan tajuk tanaman kacang tanah. Malang, 2013.

Salinitas (dS/m) ¹⁾	Kandungan unsur hara (%)							
	K		Na		Ca		Mg	
	Akar	Tajuk	Akar	Tajuk	Akar	Tajuk	Akar	Tajuk
L0	1,78	1,79	0,06	0,36	0,86	2,06	0,51	0,41
L1	1,66	1,70	0,09	0,52	0,75	3,22	0,46	1,28
L2	1,20	1,65	0,07	0,63	0,69	2,75	0,38	1,26
L3	1,20	1,72	0,07	0,66	0,54	2,24	0,37	1,21
L4	1,40	1,68	0,08	0,72	0,64	2,35	0,38	1,24
L5	1,57	1,57	0,08	0,74	0,71	2,21	0,42	1,32

¹⁾DHL tanah L0 s/d L5 berturut-turut adalah 1,60-1,84 dS/m, 2,95-4,44 dS/m, 5,43-6,45 dS/m, 6,57-8,22 dS/m, dan 7,65-10,38 dS/m.

Tabel 12. Kandungan K, Na, Ca, dan Mg akar kacang tanah tipe Spanish dan Valencia pada berbagai tingkat salinitas. Malang, 2013.

Kelompok varietas	Salinitas (dS/m) ¹⁾	Kandungan unsur hara (%)				Nisbah unsur		
		K	Na	Ca	Mg	K/Na	Ca/Na	Mg/Na
Spanish	L0	1,90	0,07	0,87	0,54	28,89	13,24	8,24
	L1	1,69	0,09	0,75	0,50	18,44	8,23	5,45
	L2	1,09	0,06	0,75	0,38	17,02	11,62	5,93
	L3	1,15	0,07	0,53	0,37	17,11	7,87	5,55
	L4	1,35	0,08	0,66	0,40	17,54	8,56	5,17
L5	1,40	0,07	0,73	0,41	18,90	9,79	5,56	
Valencia	L0	1,50	0,05	0,84	0,44	28,13	15,75	8,19
	L1	1,61	0,09	0,74	0,38	17,21	7,93	4,07
	L2	1,44	0,08	0,54	0,36	18,00	6,79	4,54
	L3	1,32	0,07	0,57	0,38	18,81	8,14	5,38
	L4	1,50	0,08	0,59	0,35	18,75	7,33	4,33
L5	1,97	0,09	0,67	0,43	21,85	7,48	4,78	

¹⁾DHL tanah L0 s/d L5 berturut-turut adalah 1,60-1,84 dS/m, 2,95-4,44 dS/m, 5,43-6,45 dS/m, 6,57-8,22 dS/m, dan 7,65-10,38 dS/m.

Terdapat indikasi antagonisme antara penyerapan Na dengan K pada tanaman. Menurut Zhu (2003), penyerapan Na^+ bersaing dengan K^+ melalui penghambatan transporter spesifik K^+ pada akar dalam kondisi salin. Penurunan konsentrasi K^+ dalam sel tanaman menurunkan kemampuan tanaman mengatur aktivitas enzim, tekanan osmotik dan turgor tanaman. Beberapa enzim yang terlibat dalam metabolisme tanaman diaktifasi oleh K dan tidak dapat digantikan oleh ion lain. Selain itu, hara K berperan penting dalam pengaturan osmotik sel. Kemampuan tanaman menjaga konsentrasi K pada tingkatan yang cukup diperlukan untuk ketahanan terhadap cekaman salin. Oleh karena itu, nisbah K/Na kemungkinan dapat dijadikan sebagai salah satu indikator ketahanan varietas terhadap salinitas karena terkait dengan mekanisme pengaturan tekanan osmotik sel.

Kandungan K, Ca, Mg, dan Na 10 varietas yang diuji pada berbagai tingkat salinitas sangat beragam dan sulit diinterpretasi. Oleh karena itu, varietas-varietas tersebut

dikelompokkan berdasar fenotipiknya, yaitu tipe Spanish (Hypoma 1, Hypoma 2, Takar 1, Tuban, Kancil, Talam 1) dan tipe Valencia (Singa, Domba, Panther). Peningkatan salinitas menurunkan kandungan K, Ca, Mg, dan Na dalam akar tanaman kelompok varietas tipe Spanish maupun Valencia, tetapi kandungan K pada varietas tipe Valencia cenderung lebih tinggi dibanding tipe Spanish pada berbagai perlakuan salinitas. Nisbah K/Na dalam akar varietas kelompok tipe Spanish pada kondisi salin cenderung lebih rendah dibanding tipe Valencia (Tabel 12). Terdapat indikasi bahwa kemampuan penyerapan K pada kondisi salin lebih tinggi pada tipe Valencia dibanding tipe Spanish.

Peningkatan salinitas meningkatkan kandungan Na, Ca, dan Mg dalam tajuk pada kelompok varietas tipe Spanish maupun Valencia. Peningkatan salinitas menurunkan kandungan K pada varietas tipe Spanish, tetapi meningkat pada varietas tipe Valencia, kecuali pada perlakuan salinitas yang tinggi (L5) (Tabel 13). Hal ini menyebabkan nisbah K/Na dalam tajuk pada kelompok

Tabel 13. Kandungan K, Na, Ca dan Mg tajuk kacang tanah tipe Spanish dan Valencia pada berbagai tingkat salinitas. Malang, 2013.

Kelompok varietas	Salinitas (dS/m) ¹⁾	Kandungan unsur hara (%)				Nisbah unsur		
		K	Na	Ca	Mg	K/Na	Ca/Na	Mg/Na
Spanish	L0	1,81	0,36	2,04	0,41	5,02	5,65	1,14
	L1	1,64	0,51	3,35	1,25	3,21	6,54	2,44
	L2	1,52	0,59	2,86	1,25	2,55	4,81	2,11
	L3	1,64	0,62	2,29	1,19	2,63	3,67	1,91
	L4	1,63	0,69	2,50	1,25	2,35	3,60	1,80
	L5	1,57	0,74	2,21	1,31	2,12	2,99	1,77
Valencia	L0	1,72	0,34	2,10	0,41	5,06	6,19	1,21
	L1	1,84	0,55	2,91	1,34	3,35	5,30	2,44
	L2	1,95	0,70	2,48	1,28	2,79	3,56	1,84
	L3	1,89	0,75	2,14	1,24	2,54	2,86	1,66
	L4	1,79	0,76	2,00	1,20	2,35	2,62	1,58
	L5	1,58	0,74	2,20	1,35	2,14	2,99	1,83

¹⁾DHL tanah L0 s/d L5 berturut-turut adalah 1,60-1,84 dS/m, 2,95-4,44 dS/m, 5,43-6,45 dS/m, 6,57-8,22 dS/m, dan 7,65-10,38 dS/m.

varietas tipe Valencia cenderung lebih tinggi dibanding tipe Spanish (Tabel 13). Akumulasi Na dalam tajuk lebih besar pengaruhnya terhadap translokasi K pada varietas kelompok tipe Spanish dibanding tipe Valencia. Perbedaan kemampuan fisiologis penyerapan K dan Na serta translokasinya dari akar ke tajuk kemungkinan menyebabkan kacang tanah tipe Valencia berpeluang mempunyai toleransi yang lebih tinggi terhadap salinitas dibandingkan dengan tipe Spanish.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa cekaman salinitas berpengaruh buruk terhadap pertumbuhan dan hasil kacang tanah, terutama akibat peningkatan kadar Na dan DHL. Dari 10 varietas yang diuji, tidak satu pun yang toleran terhadap kondisi salin, dan DHL tanah tertinggi untuk menghasilkan polong dan biji adalah 1,60-1,84 dS/m. Namun demikian, dari aspek pertumbuhan terdapat indikasi varietas kelompok tipe Valencia lebih toleran dibandingkan dengan tipe Spanish. Di antara varietas kacang tanah tipe Valencia yang diuji, varietas Domba berpeluang mempunyai toleransi tertinggi terhadap salinitas.

KESIMPULAN

1. Peningkatan salinitas tanah menghambat pertumbuhan tanaman kacang tanah pada stadia vegetatif maupun generatif. Umur kritis pertumbuhan tanaman terhadap pengaruh salinitas adalah 45-65 HST.
2. Peningkatan salinitas menghambat pertumbuhan tanaman, menurunkan indeks kandungan klorofil daun, pertumbuhan tajuk dan akar, hasil, serta komponen hasil tanaman.

3. Batas DHL tanah tertinggi pada tanaman kacang tanah untuk menghasilkan polong dan biji adalah 1,60-1,84 dS/m.
4. Berdasarkan hasil polong dan komponen hasil, tidak terdapat perbedaan toleransi terhadap salinitas antara tipe Spanish dan Valencia. Dari aspek pertumbuhan, varietas tipe Valencia berpeluang lebih toleran dibandingkan dengan tipe Spanish yang disebabkan oleh kemampuannya yang lebih tinggi dalam menyerap dan translokasi K.
5. Varietas Domba tipe Valencia berpeluang mempunyai toleransi yang lebih tinggi terhadap salinitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Alihamsyah, Trip, M. Sarwani, dan I. Ar-Riza. 2002. Lahan pasang surut sebagai sumber pertumbuhan produksi padi masa depan. Hlm. 263-287. *Dalam* B. Suprihatno, A.K. Makarim, I.W. Widiarta, Hermanto, dan A.S. Yahya (eds). Kebijakan Perberasan dan Inovasi Teknologi Padi. Buku 2. Pusat Penel. dan Pengemb. Tan. Pangan, Bogor.
- Amin, M. 2011. Adaptation of suitable crops in saline soils of noakhali district. Technical Bull. No. 02. Krishi Gobeshona Foundation, Bangladesh. 5 ps.
- Ashraf M. and P.J.C. Harris. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *J. Plant Sci.* 166:3-16.
- Bybordi, A. and S.J. Tabatabaei. 2009. Effect of salinity stress on germination and seedling properties in canola cultivars (*Brassica napus*). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 37(1):71-76.
- Cuartero, J., M. C. Bolarin, M. J. Asins, and V. Moreno. 2006. Increasing salt tolerance in the tomato. *J. Exp. Botany.* 57(5):1045-1058.
- Dajic, Z. 2006. Salt stres. p.41-99. *In*. K.V.M. Rao, A.S. Raghavendra and K.J. Reddy (Eds.). Physiology and molekuler biology stress tolerance in plants. Springer, NY. 400 pages.

- Dogar U.F., N. Naila, A. Maira, A. Iqra, I. Maryam, H. Khalid, N. Khalid, H.S. Ejaz, and H.B. Khizar. 2012. Noxious effects of NaCl salinity on plants. *Botany Res. Inter.* 5(1):20-23.
- Dogar, U.F., N. Naila, A. Maira, A. Iqra, I. Maryam, H. Khalid, N. Khalid, H.S. Ejaz, and H.B. Khizar. 2012. Noxious effects of NaCl salinity on plants. *Botany Res. Inter.* 5(1):20-23.
- Erfandi, D. and A. Rachman. 2011. Identification of soil salinity due to seawater intrusion on rice field in the Northern Coast of Indramayu, West Java. *J. Trop. Soils* 16(2):115-121.
- Gama, P.B.S., S. Inagana, K. Tanaka, and R. Nakazawa. 2007. Physiological response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings to salinity stress. *African J. of Biotech.* (2):79-88.
- Ghassemi-Golezani, K., M. Taifeh-Noori, S. Oustan, M. Moghaddam, and S.S. Rahmani. 2011. Physiological performance of soybean cultivars under salinity stress. *J. of Plant Physiol. and Breeding* 1(1):1-7.
- Hamayun, M., S.A. Khan, A.L. Khan, Z.K. Shinwari, J. Hussain, E. Sohn, S.M. Kang, Y.H. Kim, M. A. Khan, and I.J. Lee. 2010. Effect of salt stress on growth attributes and endogenous growth hormones of soybean cultivar Hwangkeumkong. *Pak. J. Bot.* 42(5):3103-3112.
- Hammad, S.A.R., Kh. A. Shaban, and M.F. Tantawy. 2010. Studies on salinity tolerance of two peanut cultivars in relation to growth, leaf water content: Some chemical aspects and yield. *J. of Applied Sci. Res.* 6(10):1517-1526.
- Hussein, M.M., M.M. Shaaban, and A.K.M. El-Saady. 2008. Response of Cowpea Plants Grown Under Salinity Stress to PK-Foliar Applications. *Amer. J. of Plant Phys.* 3(2):81-88.
- Ismail, A. 2007. Rice Tolerance to salinity and other problem soils: Physiological Aspects and Relevance breeding. IRRI Lecture in Rice Breeding Course. 19-31 Agustus 2007. PBGB, Los Banos, the Philippines.
- Kabir, M.E., M.A. Karim, and M.A.K. Azad. 2004. Effect of potassium on salinity tolerance of mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek). *J. of Biol. Sci.* 4(2):103-110.
- Kitajima, K. and M. Fenner. 2000. Ecology of seedling regeneration. pp. 331-359. *In* M. Fenner (edt). *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*, 2nd ed. CAB Inter. Pub., Wallingford, UK. 415 pages.
- Krisnawati, A. dan M.M. Adie. 2009. Kendali genetik dan karakter penentu toleransi Kedelai terhadap salinitas. *Iptek Tan. Pangan* 4(2):222-237.
- Kurban, H., H. Saneoka, K. Nehira, R. Adilla, and K. Fujita. 1998. Effect of salinity on growth and accumulation of organic and inorganic solutes in the leguminous plants *Alhagi pseudoalhagi* and *Vigna radiata*. *Soil Sci. Plant Nutr.* 44(4):589-597.
- Marwanto, S., A. Rachman, D. Erfandi, dan I.G.M. Subiksa. 2009. Tingkat salinitas tanah pada lahan sawah intensif di Kabupaten Indramayu, Jawa Barat. p. 175-190. *Dalam* U. Kurnia, F. Agus, D. Setyorini, dan A. Setiyanto (eds). *Pros. Sem. Nas. Multifungsi dan Konversi Lahan Pertanian*. Balai Penel. Tanah, Bogor. 238 p.
- Mensah, J.K., P.A. Akomeah, B. Ikhajigbe, and E.O. Ekpekurede. 2006. Effects of salinity on germination, growth and yield of five groundnut genotypes. *African J. of Biotech.* 5(20):1973-1979.
- Mudgal, V. 2004. Physiological studies on growth and nitrogen metabolism in *Cicer arietinum* L. under saline conditions. Ph.D. Thesis. Rohilkhand Univ., India.
- Mungala, A.J., T. Radhakrishnan, and J.R.D. Junagadh. 2008. In vitro screening of 123 Indian peanut cultivars for sodium chloride induced salinity tolerance. *World J. of Agric. Sci.* 4(5):574-582.
- Nukaya, A., M. Masui, and A. Ishida. 1981. Relationships between Salt Tolerance of Green Soybeans and Calcium Sulphate Applications in Sand Culture. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 50(3): 326-331.
- Ondrasek, G., D. Romic, Z. Rengel, M. Romic, and M. Zovko. 2009. Cadmium accumulation by muskmelon under salt stress in contaminated organic soil. *Sci. Tot. Environ.* 407:2175-2182.
- Parida, A.K., A.B. Das, and B. Mittra. 2004. Effects of salt on growth, ion accumulation, photosynthesis and leaf anatomy of the mangrove, *Bruguiera parviflora*. *Trees-Struct. Funct.* 18:167-174.
- Putra, E.T.S. dan D. Indradewa. 2011. Perubahan iklim dan ketahanan pangan nasional. http://www.faperta.ugm.ac.id/dies/eka_prof_didik.php
- Rabie, G.H. 2004. Influence of arbuscular mycorrhizal fungus and kinetin on the response of mungbean plants to irrigation by seawater. *Mycobiology* 32(2):79-87
- Rachman, A., I.G.M. Subiksa, D. Erfandi, and P. Slavich. 2008. Dynamics of tsunami-affected soil properties. p.51-64. *In* F. Agus and G. Tinning (eds). *Proc. of Inter. Workshop on Post Tsunami Soil Manag.* 180 pp.
- Singh R., D. Issar, P.V. Zala, and P.C. Nautiyal. 2007. Variation in sensitivity to salinity in groundnut cultivars during seed germination and early seedling growth. *SAT ejournal* 5(1):1-7.
- Singh, A.L., K. Hariprassana, and R.M Solanki. 2008. Screening and selection of groundnut genotypes for tolerance of soil salinity. *Aus. J. of Crop Sci.* 1(3):69-77.
- Suganda, H., D. Setyorini, H. Kusnadi, I. Saripin, dan U. Kurnia. 2009. Evaluasi pencemaran limbah industri tekstil untuk kelestarian lahan sawah. p.203-221. *Dalam*: U. Kurnia, F. Agus, D. Setyorini, dan A. Setiyanto (Eds.). *Pros. Sem. Nas. Multifungsi dan Konversi Lahan Pertanian*. Balai Penel. Tanah, Bogor. 238 p.
- Tester, M. and R. Davenport. 2003. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. *Annals. of Botany.* 91:503-527.
- Vadez, V., L. Krishnamurthy, R. Serraj, P.M. Gaur, H.D. Upadhyaya, D.A. Hoisington, R.K. Varshney, N.C. Turner, and K.H.M. Siddique. 2007. Large variation in salinity tolerance in chickpea is explained by differences in sensitivity at the reproductive stage. *Field Crops Res.* 104:123-129.
- White P.J. and Broadley M.R. 2001. Chloride in soils and its uptake and movement within the plant: a review. *Annals. of Botany.* 88:967-988.
- Yadav, S., M. Irfan, A. Ahmad, and S. Hayat. 2011. Causes of salinity and plant manifestations to salt stress: A review. *J. Environ. Biol.* 32(5):667-685.
- Zhu, J.K. 2003. Regulation of ion homeostasis under salt stress. *J. Plant Biol.* 6(5): 441-445.

