

**Pengaruh Perlakuan Salinitas Awal Rendah terhadap Pertumbuhan
dan Toleransi Salinitas Tanaman Jagung**
**Effect of of Low Salinity Pretreatment on the Growth and Salinity Tolerance
of Corn Plants**

Rujito Agus Suwignyo, Renih Hayati dan Mardiyanto

email: rujito@unsri.ac.id, rujito62@yahoo.com.

Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Kampus Unsri Inderalaya, Jalan Palembang-Prabumulih Km 32, Ogan Ilir 30662
Sumatera Selatan.

ABSTRAK

Jagung merupakan sumber pangan yang permintaannya selalu meningkat dan memerlukan peningkatan produksi melalui pertambahan luas tanam. Pengembangan tanaman jagung di lahan pasang surut mengalami kendala salinitas yang dapat menyebabkan keracunan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan salinitas awal rendah terhadap pertumbuhan dan toleransi salinitas tanaman jagung. Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Penelitian menggunakan rancangan Petak terbagi, menggunakan 3 varietas yaitu Arjuna, Bisma, dan Sukmaraga; dan perlakuan salinitas yang terdiri dari kontrol, salinitas awal 15 mM + salinitas lanjutan 45 mM, salinitas awal 30 mM + salinitas lanjutan 45 mM, salinitas 45 mM, salinitas awal 15 mM + salinitas lanjutan 60 mM, salinitas awal 30 mM + salinitas lanjutan 60 mM, salinitas awal 45 mM + salinitas lanjutan 60 mM, dan salinitas 60 mM. Penelitian dilaksanakan menggunakan larutan Kimura B standar dan pH larutan dijaga pada level 5,5 – 5,8 dengan menggunakan 0,1 N HCl atau NaOH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan salinitas awal yang lebih rendah dapat meningkatkan toleransi tanaman jagung pada fase vegetatif bila kemudian menemui kondisi salinitas yang lebih tinggi. Bila terjadi salinitas pada tingkat 45 mM, perlakuan salinitas awal 15 mM dapat meningkatkan toleransi ketiga varietas yang diuji; sedangkan bila terjadi salinitas 60 mM, varietas Arjuna dan Bisma lebih baik diberi perlakuan salinitas awal 30 mM, sedangkan varietas Sukmaraga pada perlakuan salinitas awal 15 mM. Varietas Arjuna menunjukkan toleransi terhadap salinitas yang lebih baik dibandingkan Sukmaraga dan Bisma.

Kata Kunci: Jagung, Perlakuan salinitas awal, Toleransi salinitas.

ABSTRACT

Corn is one of staple food with increasing demand and requires to increase its production. Cultivation of corn plants in tidal land has salinity problems causing crop toxicity. This study aims to determine the effect of low salinity pretreatment on the growth and salinity tolerance of corn plants, carried out at green house of Crop Cultivation Department, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. The experimental design was arranged in a split plot with three replications, salinity as the main plot and corn variety as the sub plot. Three varieties used were Arjuna, Bisma, and Sukmaraga. Salinity treatments were control, 15 mM pretreatment for 45 mM salinity treatment, 30 mM pretreatment for 45 mM salinity treatment, without pretreatment for 45 mM salinity treatment, 15 mM pretreatment for 60

mM salinity treatment, 30 mM pretreatment for 60 mM salinity treatment, 45 mM pretreatment for 60 mM salinity treatment, and without pretreatment for 60 mM salinity treatment. The experiment was conducted using a standard Kimura B solution and the pH level was maintained at 5.5 to 5.8 using 0.1 N of HCl or NaOH. The result showed that salinity treatment significantly decreased growth parameters of all corn varieties tested. When the salinity in the field is at the level of 45 mM, salinity pretreatment of 15 mM will increase salinity tolerance of those of three varieties; but when the salinity level is 60 mM, Arjuna and Bisma would rather give their good response at 30 mM pretreatment and those of Sukmaraga was at 15 mM pretreatment. Based on the parameters measured, Arjuna showed better tolerance to salinity compare with Bisma and Sukmaraga.

Key words: Corn, Salinity pretreatment, Salinity tolerance.

PENDAHULUAN

Jagung merupakan salah satu tanaman penting di Indonesia karena peranannya sebagai bahan pangan dan pakan. Sejalan dengan permintaan yang selalu meningkat, Indonesia terpaksa melakukan impor yang jumlahnya cenderung selalu meningkat (Susanto dan Sirappa, 2005). Permintaan yang selalu meningkat tersebut perlu dibarengi dengan upaya-upaya meningkatkan produksi jagung nasional melalui perluasan areal tanam. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, pemanfaatan lahan marjinal seperti daerah rawa pasang surut merupakan salah satu pilihan (Widjaya-Adhi et al, 1993, Hidayat, 2008). Namun demikian, pengembangan dan pengelolaan lahan pasang surut menjadi lahan yang produktif mempunyai kendala, diantaranya adalah salinitas akibat adanya intrusi air laut sehingga terjadi peningkatan kadar garam yang dapat menyebabkan keracunan tanaman (Notohadiprawiro, 1986).

Perubahan iklim global disebabkan antara lain karena terjadinya peningkatan emisi gas rumah kaca akibat berbagai aktivitas manusia yang kemudian mendorong terjadinya peningkatan suhu bumi (Praven, 2007). Perubahan iklim yang terjadi tersebut akan sangat mempengaruhi sistem pertanian karena iklim merupakan unsur utama dalam sistem metabolisme dan fisiologi tanaman. Dalam

upaya mengantisipasi terjadinya perubahan tersebut, adaptasi sistem usahatani, pola tanam, pergeseran jenis dan varietas merupakan hal-hal yang perlu dilakukan (Suwignyo, 2010). Posisi Indonesia yang berada di daerah tropis dan sebagai negara kepulauan sangat rawan terhadap perubahan iklim. Dampak pemanasan global terhadap wilayah pesisir akan menyebabkan terjadinya peningkatan muka air laut sehingga akan memberikan pengaruh yang sangat besar (Wieczorek-Zeul, 2008).

Lahan rawa pasang surut yang merupakan lahan yang terletak di daerah pesisir merupakan daerah yang sangat rentan dengan berbagai kondisi yang marginal (Suwignyo, 2003a, Suwignyo, 2003b). Peningkatan muka air laut akan menyebabkan terjadinya peningkatan salinitas air yang kemudian berpengaruh terhadap sistem pola tanam di daerah itu. Akumulasi garam dapat terjadi karena adanya pergerakan dan penguapan air dari muka air tanah sehingga garam tertinggal di tanah karena leaching yang rendah (Grattan, 2005). Beberapa perlakuan dan pengelolaan praktis dapat dilakukan untuk mengurangi tingkat garam di tanah. Perlakuan yang diberikan terhadap tanaman dapat meningkatkan daya toleransi tanaman terhadap salinitas (Suwignyo et al., 2011). Adaptasi toleransi terhadap garam terjadi pada tanaman sorgum (Amzallag, 1999). Pada tanaman tomat, perlakuan awal garam pada fase pertumbuhan tertentu dapat meningkatkan kapasitas tanaman untuk beradaptasi terhadap salinitas sehingga menjadi lebih toleran (Cuartero et al, 2006). Perlakuan konsentrasi rendah NaCl diketahui dapat meningkatkan toleransi tanaman padi bila kemudian mendapat perlakuan NaCl yang tinggi (Bonilla et al., 1995). Penelitian ini dilakukan untuk

mencari metode budidaya tanaman jagung di lahan pasang surut melalui peningkatan toleransi tanaman terhadap kondisi stres salin.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Kampus Inderalaya pada bulan Oktober - Desember 2008. Penelitian menggunakan rancangan Petak terbagi, menggunakan 3 varietas yaitu Arjuna, Bisma, dan Sukmaraga; dan perlakuan salinitas yang terdiri dari kontrol (S0), salinitas awal 15 mM + salinitas lanjutan 45 mM (S1), salinitas awal 30 mM + salinitas lanjutan 45 mM (S2), salinitas 45 mM (S3), salinitas awal 15 mM + salinitas lanjutan 60 mM (S4), salinitas awal 30 mM + salinitas lanjutan 60 mM (S5), salinitas awal 45 mM + salinitas lanjutan 60 mM (S6), dan salinitas 60 mM (S7). Penelitian dilaksanakan menggunakan larutan Kimura B standar dan pH larutan dijaga pada level 5,5 – 5,8 dengan menambahkan HCl 0,1 N atau NaOH 0,1 N setiap dua hari. Benih jagung disemaikan pada persemaian pasir steril yang dijaga kelembabannya. Bibit jagung berumur 10 hari dipindahkan ke dalam bak yang berisi larutan standar, dan dipelihara selama 10 hari. Tanaman ditempatkan pada lubang panel styrofoam dengan jarak 15x13 cm yang diletakkan pada bak plastik berisi larutan hara sehingga terapung dan perakaran tanaman terendam dalam larutan hara. Perlakuan stress awal dan stress lanjutan NaCl sesuai perlakuan dilakukan masing-masing selama 12 hari. Larutan hara dan perlakuan salinitas diganti setiap empat hari sekali. Peubah yang diamati dalam penelitian ini adalah tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, panjang akar, kandungan klorofil, dan berat kering tanaman.

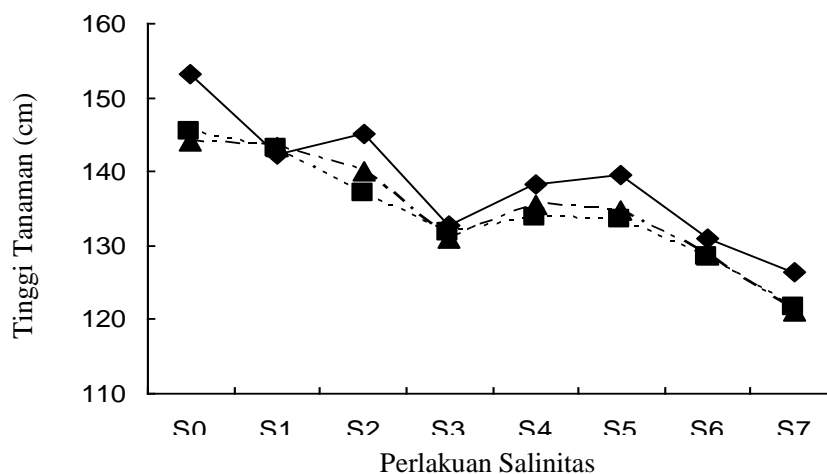
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan salinitas berpengaruh nyata terhadap semua peubah yang diamati, kecuali untuk peubah panjang akar. Pemberian perlakuan salinitas menyebabkan penurunan nilai peubah yang diamati (Tabel 1). Namun demikian, bila diberi perlakuan salinitas awal yang lebih rendah yaitu pada perlakuan S1 dan S2 terhadap S3 dan perlakuan S4, S5, S6 terhadap S7 ternyata dapat memperbaiki kemampuan tanaman untuk lebih tahan terhadap perlakuan salinitas.

Tabel 1. Pengaruh perlakuan salinitas terhadap berbagai peubah yang diamati

Peubah	Perlakuan Salinitas							
	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Tinggi Tanaman (cm)	147e	143d	141d	132bc	136c	136c	129b	123a
Jumlah daun (helai)	7d	6c	6c	6bc	6bc	6bc	5ab	5a
Luas Daun (dm ²)	17,1d	15,4c	14,6bc	13,7b	13,8b	13,9b	12,4a	11,6a
Kand. Klorofil	33,4d	30,5c	29,8c	28,2ab	29,2bc	30,4c	27,3a	26,6a
Panjang Akar (cm)	93,8	96,2	97,5	91,7	91,1	91,1	93,7	88,5
Berat Kering Total (g)	10,9e	9,8d	9,5cd	8,5abc	9,1bcd	9,0bcd	8,2ab	7,8a

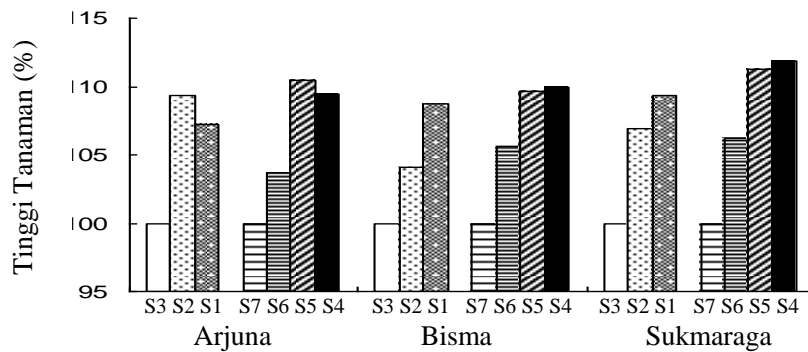
Ket.: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama berarti tidak berbeda nyata pada BNT 5 %.



Gambar 1. Pengaruh perlakuan salinitas terhadap tinggi tanaman (cm) pada berbagai varietas yang diuji (Arjuna (◆), Bisma (■), Sukmaraga (▲)).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga varietas jagung yang diujikan menunjukkan peningkatan kapasitas toleransi terhadap salinitas. Perlakuan

salinitas menyebabkan penurunan tinggi tanaman pada semua varietas yang diuji dengan pola penurunan yang hampir sama (Gambar 1). Perlakuan salinitas 60 mM tanpa perlakuan awal menunjukkan penurunan yang paling besar.



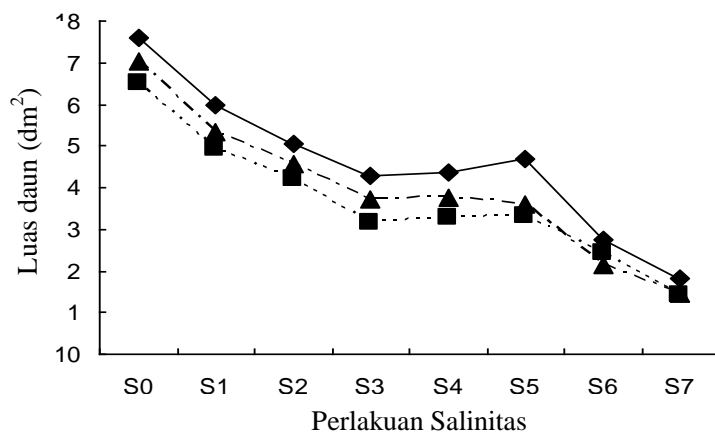
Gambar 2. Pengaruh perlakuan salinitas awal rendah terhadap nilai relatif tinggi tanaman (%) pada berbagai varietas yang diuji. (Nilai relatif perlakuan S1 dan S2 terhadap S3, dan nilai relatif perlakuan S4, S5, dan S6 terhadap S7).

Pemberian perlakuan stres awal salinitas yang lebih rendah menyebabkan tanaman menjadi lebih toleran terhadap salinitas (Gambar 2). Makin rendah perlakuan stres awal, respon tinggi tanaman pada ketiga varietas yang diuji menjadi lebih baik. Perlakuan salinitas awal 15 mM dengan salinitas lanjutan 45 mM (S1) dapat meningkatkan tinggi tanaman sebesar 8,42 %; dan perlakuan salinitas awal 30 mM dengan salinitas lanjutan 60 mM (S5) dapat meningkatkan tinggi tanaman 10,44 % dibandingkan dengan tanpa perlakuan salinitas awal. Pada tingkat salinitas 60 mM, perlakuan salinitas awal 15 mM (S4) meningkatkan tinggi tanaman varietas Bisma 9,93 % dan varietas Sukmaraga 11,85 %. Terhadap parameter tinggi tanaman, pada tingkat salinitas 45 mM dan 6 mM, varietas Bisma dan Sukmaraga memberikan respon terbaik untuk salinitas awal 15 mM, sedangkan pada varietas Arjuna lebih menunjukkan respon terbaik dengan salinitas awal 30 mM. Bintoro (1989) menyatakan bahwa perlakuan NaCl dengan konsentrasi yang lebih tinggi pada awal pertumbuhan tanaman akan memberikan

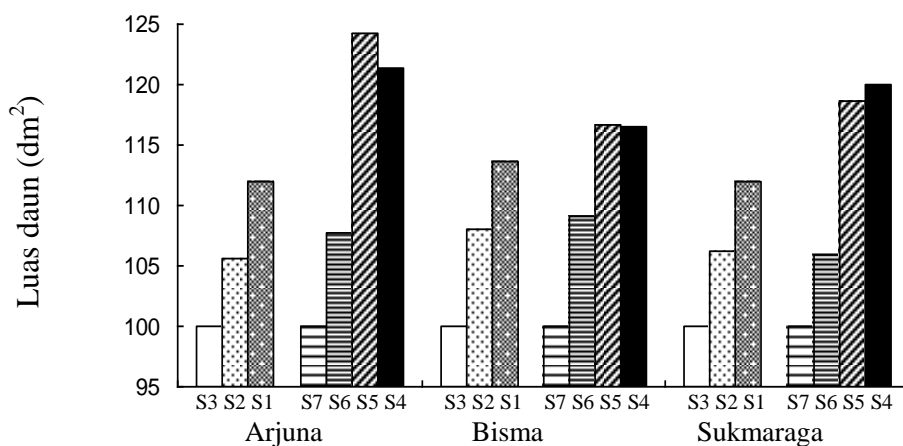
pengaruh yang lebih besar karena pesatnya pertumbuhan tanaman jagung pada awal pertumbuhan. Pada saat tanaman memerlukan hara dalam jumlah yang besar, didalam media terdapat ion-ion Na^+ dan Cl^- yang menghambat penyerapan hara dan air.

Respon yang sama juga terlihat pada parameter luas daun. Luas daun pada perlakuan S3 dan S7 mengalami penurunan yang drastis dibandingkan dengan perlakuan yang menggunakan salinitas awal (Gambar 3). Hal ini disebabkan oleh adanya gejala keracunan NaCl pada tanaman setelah tujuh hari ditumbuhkan pada perlakuan salinitas, khususnya pada perlakuan diatas 30 mM. Gejala tersebut adalah pucuk daun menggulung dan sulit membuka, ujung daun berwarna coklat dan kering lalu gugur. Levitt (1980) menyebutkan bahwa penurunan jumlah dan luas daun disebabkan juga oleh persediaan hara dan air yang rendah serta adanya akumulasi ion Na^+ dan Cl^- yang tinggi dalam jaringan tanaman sehingga menghambat proses diferensiasi sel pada titik tumbuh. Bai et al. (2011) melaporkan bahwa total luas daun merupakan peubah yang paling terpengaruh dibandingkan dengan parameter pertumbuhan lainnya, yang dapat dilihat dari penurunan yang drastis dari luas daun yang menunjukkan bahwa sensitivitas yang tinggi pertumbuhan daun terhadap salinitas. Metabolik toksisitas Na^+ sebagian besar menyebabkan penurunan fungsi kation dalam proses penyerapan hara melalui membran sel karena terjadinya peningkatan rasio $\text{Na}^+:\text{K}^+$ (Bhandal dan Malik, 1988), dan juga menyebabkan pengrusakan proses sintesis protein di dalam sel (Blaha et al., 2000). Selanjutnya, untuk semua varietas terlihat bahwa perlakuan salinitas lanjutan 45 mM, perlakuan salinitas awal 15 mM (S1) dapat meningkatkan luas daun tanaman sebesar 12,57 %; sedangkan untuk perlakuan

salinitas lanjutan 60 mM, perlakuan salinitas awal 30 mM meningkatkan luas daun hingga 19,92 % (Gambar 4). Dibandingkan dengan perlakuan salinitas 60 mM tanpa diberi salinitas awal, luas daun varietas Arjuna, Bisma dan Sukmaraga pada perlakuan S4 (salinitas awal 15 mM dan salinitas lanjutan 60 mM) menunjukkan peningkatan masing-masing sebesar 21,30 %, 16,47 %, dan 19,98 %.

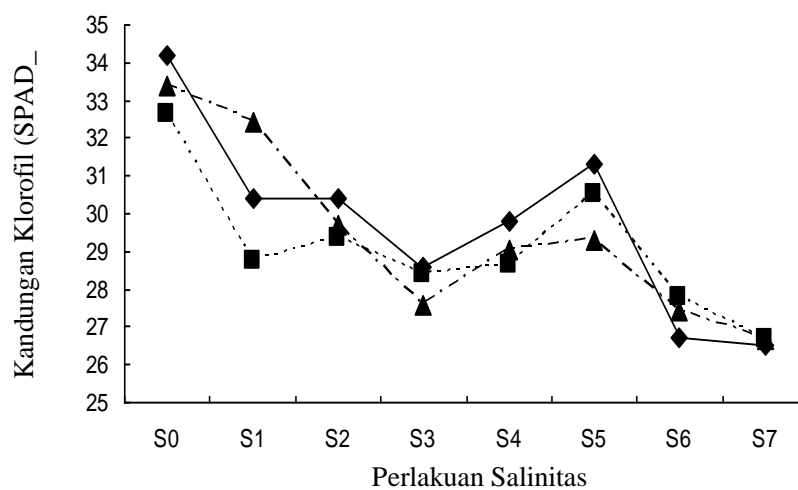


Gambar 3. Pengaruh perlakuan salinitas terhadap luas daun (cm²) pada berbagai varietas yang diuji (Arjuna (◆), Bisma (■), Sukmaraga (▲)).



Gambar 4. Pengaruh perlakuan salinitas awal rendah terhadap nilai relatif luas daun (%) pada berbagai varietas yang diuji. (Nilai relatif perlakuan S1 dan S2 terhadap S3, dan nilai relatif perlakuan S4, S5, dan S6 terhadap S7).

Pengaruh perlakuan salinitas terhadap kandungan klorofil daun pada berbagai varietas yang diuji dapat dilihat pada Gambar 5. Klorofil daun menunjukkan penurunan akibat adanya perlakuan salinitas. Penurunan kandungan klorofil pada perlakuan S3 dan S7 dapat ditekan dengan pemberian perlakuan salinitas awal. Hal ini terlihat pada perlakuan S1 dan S5 yang mampu meningkatkan kandungan klorofil masing-masing 8 dan 14 %. Penurunan kandungan klorofil tersebut terjadi karena tingginya kandungan NaCl pada media yang diterima tanaman secara mendadak sehingga menyulitkan penyerapan hara Mg, P, N dan Ca^{++} , khususnya pada awal pertumbuhan tanaman. Pengukuran nilai SPAD klorofil merupakan peubah fisiologi yang penting untuk mengevaluasi toleransi salinitas pada tanaman gandum (El-Hendawy et al., 2005). Agastian et al., (2000) menyebutkan bahwa kandungan klorofil menurun dengan adanya stres salin pada tanaman mulberi, sementara Bai et al., (2011) melaporkan hal yang berlawanan pada tanaman gandum. Silberbush dan Ben-asher (2001) menyebutkan bahwa stres Na^+ menyebabkan terjadinya defisiensi unsur hara lainnya.

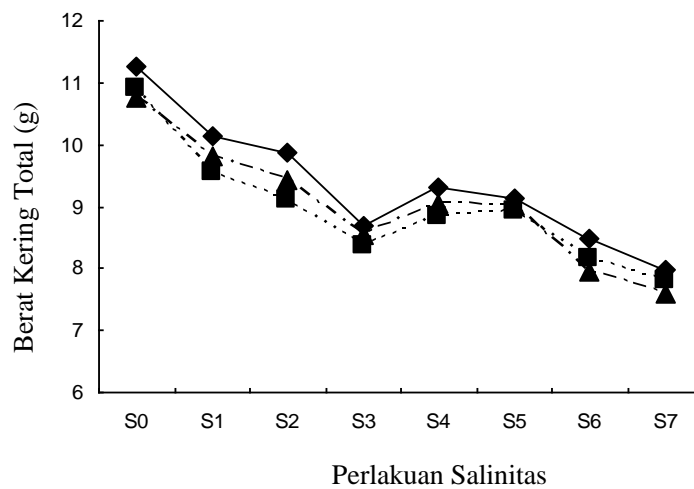


Gambar 5. Pengaruh perlakuan salinitas terhadap kandungan klorofil daun pada berbagai varietas yang diuji (Arjuna (◆), Bisma (■), Sukmaraga (▲)).

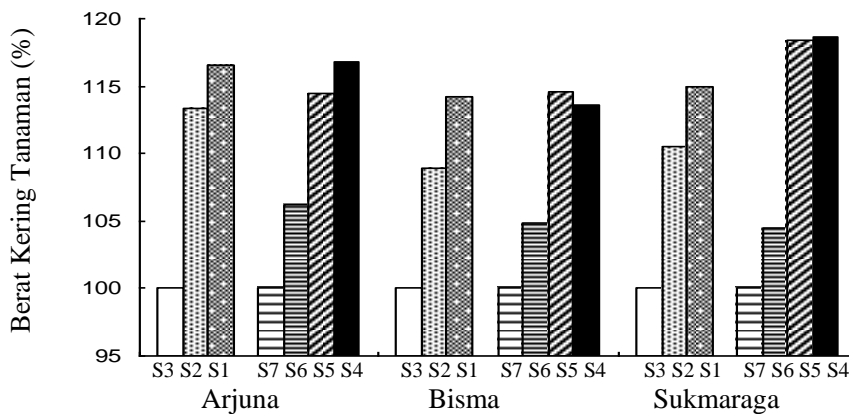
Berdasarkan persentase relatif, berat kering tajuk pada perlakuan S3 berkisar antara 74,80 % (var Bisma) sampai 78,05 % (var Sukmaraga) dibandingkan kontrol. Perlakuan S3 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan perlakuan S2, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan S1. Perlakuan S7 mengalami penurunan berat kering tajuk antara 30,99 % (var Sukmaraga) sampai 32,12 % (var Arjuna) dibandingkan kontrol. Penurunan berat kering tajuk tanaman pada perlakuan yang tidak menggunakan salinitas awal sangat terkait dengan penurunan jumlah daun, luas daun, dan klorofil. Penurunan parameter daun menyebabkan intensitas cahaya yang mampu diterima tanaman berkurang sehingga mengganggu proses fotosintesis. Follet et al., (1981) menyebutkan bahwa dalam kondisi salin, ketersediaan air juga berkurang tetapi laju respirasi tanaman cenderung meningkat. Hal ini yang kemudian mendorong terjadinya penurunan berat kering tanaman. Tester dan Davenport (2003) menyebutkan bahwa pengaruh NaCl terhadap pertumbuhan tanaman terjadi akibat penghambatan baik oleh Na^+ maupun Cl^- . Pada tanaman gramineae, Na^+ merupakan ion penyebab utama yang merusak pertumbuhan tanaman. Robinson et al. (1997) menyebutkan perlunya perhatian kita terhadap kontribusi stomata dalam toleransi tanaman terhadap salinitas. Pada tanaman non-halophita, fungsi stomata dirusak oleh ion natrium sehingga terjadi kerusakan proses transpirasi dan hal ini memberikan kontribusi yang besar terhadap ketidakmampuannya untuk tumbuh normal dalam kondisi salin.

Berat kering tanaman total tanaman mengalami penurunan dengan adanya perlakuan salinitas, dan pemberian perlakuan salinitas awal akan mengurangi pengaruh negatif salinitas tersebut (Gambar 6). Penurunan berat kering tanaman

akibat stres salin juga telah dilaporkan untuk tanaman padi dan gandum (Zeng et al., 2002; Hu et al., 2006). Ketika terjadi stres salin, pada awalnya tanaman akan mengalami fase stres osmotik yang akan menyebabkan terjadinya perlambatan kemunculan daun, menghambat perluasan daun, dan merangsang percepatan senesen daun akibat akumulasi ion-ion toksik yang berlebihan (Rajendran et al., 2009; Tavakkoli et al., 2010).



Gambar 6. Pengaruh perlakuan salinitas terhadap berat kering tanaman (g) pada berbagai varietas yang diuji (Arjuna (♦), Bisma (■), Sukmaraga (▲)).



Gambar 7. Pengaruh perlakuan salinitas awal rendah terhadap nilai relatif berat kering tanaman (%) pada berbagai varietas yang diuji. (Nilai relatif perlakuan S1 dan S2 terhadap S3, dan nilai relatif perlakuan S4, S5, dan S6 terhadap S7).

Perlakuan salinitas awal 15 mM (S1 dan S4) memberikan pengaruh yang terbaik dengan peningkatan 15,29 % dan 16,36 % dibandingkan dengan tingkat salinitas lanjutan 45 mM dan 60 mM. Perlakuan salinitas awal 15 mM (S1) memberikan respon yang terbaik untuk ketiga varietas dengan peningkatan masing-masing sebesar 16,60 % (var Arjuna), 14,28 % (var Bisma), dan 14,95 % (var Sukmaraga) dibandingkan dengan perlakuan S3. Sedangkan pada perlakuan salinitas 60 mM dengan perlakuan salinitas awal 30 mM (S5) memberikan peningkatan berat kering total tertinggi untuk var Bisma (14,61 %), dan perlakuan salinitas awal 15 mM (S4) untuk var Arjuna (16,86 %) dan Sukmaraga (18,66 %) (Gambar 7). Tavakkoli et al., (2011) menyebutkan bahwa stres salin menyebabkan berbagai pengaruh lanjutan terhadap pertumbuhan tanaman, karena dapat mengurangi potensial air tanah yang selanjutnya menyebabkan terjadinya stres osmotik, berpengaruh terhadap ketidak seimbangan ion di sel khususnya menurunkan konsentrasi ion K^+ , Ca^{2+} , dan NO_3^- , serta menyebabkan keracunan ion Na^+ dan Cl^- . Munns dan Tester (2008) menyebutkan bahwa pengaruh stres salin terhadap biokimia dan fisiologis tanaman tersebut yang kemudian menyebabkan efek akumulasi pada tingkat keseluruhan tanaman sehingga tanaman menjadi mati atau terjadi penurunan produktivitas.

Penentuan perlakuan terbaik dilakukan dengan metode perbandingan nilai relatif. Dari metode ini kemudian diketahui bahwa untuk tingkat salinitas 45 mM, pemberian perlakuan salinitas awal 15 mM merupakan yang terbaik untuk semua varietas. Pada tingkat salinitas 60 mM, perlakuan salinitas awal yang baik adalah 15 mM untuk varietas Sukmaraga, dan 30 mM untuk varietas Arjuna dan Bisma. Ketiga varietas yang diujikan pada penelitian ini menunjukkan varietas yang

relatif toleran terhadap salinitas, yang ditunjukkan pada rerata pertumbuhan pada perlakuan S3 (salinitas awal 45 mM dan salinitas lanjutan 45 mM) masih di atas 80 %, dan pada perlakuan S7 (salinitas awal 60 mM dan salinitas lanjutan 60 mM) masih di atas 70 %. Berdasarkan nilai rekapitulasi ranking nilai relatif didapatkan bahwa varietas Arjuna relatif lebih toleran terhadap salinitas dan diikuti varietas Sukmaraga dan Bisma. Ashraf dan Harris (2004) menyebutkan bahwa untuk melakukan seleksi tanaman terhadap salinitas, perlu dicari karakteristik biokimia tanaman yang spesifik. Namun demikian, dengan adanya karakter fisiologi yang kompleks dan adanya variasi tingkat toleransi antar spesies, maka sangat sulit untuk mengidentifikasi dengan hanya berdasarkan kriteria karakter tunggal.

KESIMPULAN

1. Perlakuan salinitas awal yang lebih rendah dapat meningkatkan toleransi tanaman jagung pada fase vegetatif bila kemudian mengalami kondisi salinitas yang lebih tinggi.
2. Bila terjadi salinitas pada tingkat 45 mM, perlakuan salinitas awal 15 mM dapat meningkatkan toleransi ketiga varietas yang diuji; sedangkan bila terjadi salinitas 60 mM, varietas Arjuna dan Bisma lebih baik diberi perlakuan salinitas awal 30 mM, sedangkan varietas Sukmaraga pada perlakuan salinitas awal 15 mM.
3. Dari ketiga varietas yang diuji, varietas Arjuna menunjukkan toleransi terhadap salinitas yang lebih baik dibandingkan Sukmaraga dan Bisma.

DAFTAR PUSTAKA

Agastian, P, S.J. Kingsley, and M. Vivekanandan. 2000. Effect of salinity on photosynthesis and biochemical characteristics in mulberry genotypes. *Photosynthetica* 38: 287-290.

- Amzallag, G.N. 1999. Individuation in *Sorghum bicolor*: a self-organized process involved in physiological adaptation to salinity. *Plant, Cell and Environment* 22:1389-1399.
- Ashraf, M., and P.J.C. Harris. 2004. Review: Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science* 166: 3–16.
- Bai, R., Z. Zhang, Y. Hu, M. Fan, U. Schmidhalter. 2011. Improving the salt tolerance of Chinese spring wheat through an evaluation of genotype genetic variation. *Australian J. of Crop Sci.* 5(10):1173-1178.
- Bintoro, M.H. 1989. Toleransi tanaman jagung terhadap salinitas. Program Pascasarjana IPB Bogor.
- Bhandal, I.S., C.P. Malik. 1988. Potassium estimation, uptake, and its role in the physiology of flowering plants. *International Review of Cytology* 110:205-254.
- Blaha, G., U. Stelzl, C.M.T. Spahn, R.K. Agrawal, J. Frank, K.H. Nierhaus. 2000. Preparation of ribosome complexes and effect of buffer conditions on tRNA positions observed by cryoelectron microscopy. *Methods in Enzymology* 317:292-309.
- Bonilla, P., T. Hirai, H. Naito and M. Tsuchiya. 1995. Physiological response to salinity in rice plant. Induced salt-tolerance by low NaCl pretreatment. *Japan J. Crop Sci.* 64:266-272.
- Cuartero, J., M.C. Bolarin, M.J. Asins and V. Moreno. 2006. Increasing salt tolerance in the tomato. *J. Ex. Bot.* 57(5):1045-1058.
- El-Hendawy S, Y.C. Hu, G.M. Yakout, A.M. Awad, S.E. Hafiz, and U. Schmidhalter. 2005. Evaluating salt tolerance of wheat genotypes using multiple parameters. *Eur J Agron* 22: 243-253.
- Follet, R.H., L.S. Murphy and R.L. Donahue. 1981. Fertilizer and soil amendments. Prentice Hall Inc. Englewood. New Jersey.
- Grattan, S.R. 2005. Irrigation water salinity and crop production. ANR Publication 8066. University of California Agriculture and Natural Resources in partnership with Natural Resources Conservation Service.
- Hidayat, J. 2009. Pengembangan pertanian lahan rawa di Kalimantan Selatan mendukung peningkatan produksi beras nasional. Hal.46-55. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Lahan Rawa, Banjarbaru 5 Agustus 2008. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Hu, YC, Z. Burucs, and U. Schmidhalter. 2006. Short-term effect of drought and salinity on growth and mineral elements in wheat seedlings. *J Plant Nutr* 29: 2227-2243.
- Levitt, J. 1980. Response of plant to environmental stresses. Academic Press. New York.
- Munns, R. and M. Tester. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Bio.* 59: 651–681.
- Notohadiprawiro, T. 1986. Tanah estuarian. Watak, sifat, kelakuan dan kesuburannya. Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Praven, J. 2007. Climate change and its implications: which way now. Commonwealth Foundation.
- Rajendran K, M. Tester, and S.J. Roy. 2009. Quantifying the three main components of salinity tolerance in cereals. *Plant, Cell and Environment* 32:237-249.

- Robinson, M.F., Anne-Alienor Very, D. Sanders and T.A. Mansfield. 1997. How can stomata contribute to salt tolerance. *Annals of Bot.* 80:387-393.
- Silberbush, M., and J. Ben-asher. 2001. Simulation study of nutrient uptake by plants from soiless cultures as affected by salinity buildup and transpiration. *Plant and Soil* 233:59-69.
- Susanto, A.N. dan M. P. Sirappa. 2005. Prospek dan strategi pengembangan jagung untuk mendukung ketahanan pangan di Maluku. *Jurnal Litbang Pertanian* 24(2):70-79.
- Suwignyo, R.A. 2003a. Tidal and fresh water swamps development in South Sumatera. Paper presented at “*AIEJ Follow-up Research Fellowship Program*”, Faculty of Bioresources, Mie University Japan. February 11 – March 23, 2003.
- Suwignyo, R.A. 2003b. Ekologi dan tanaman rawa: Kajian fisiologis dan mekanisme toleransi tanaman. Makalah disampaikan pada Pelatihan Nasional “Manajemen Daerah Rawa untuk Pembangunan yang Berkelanjutan, Angkatan ke-II. Palembang 27 April – 6 Mei 2003.
- Suwignyo, R.A. 2010. Effect of submergence stress at early vegetative stage on the agronomic characteristics of some rice genotypes. *Proceedings of an International Seminar–Workshop on: “Integrated Lowland Development and Management”*, pp C4.1-C4.10. Palembang, March 18-20, 2010.
- Suwignyo, R.A., Hiroshi Ehara, and Ahmad Junaedi. 2011. Current research status on crop tolerance against swampy condition and crop cultivation in swampy areas of Indonesia. *Invited Speaker* at Crop Science Society of Japan (CSSJ) Special Session in the 7th Asia Crop Science Conference: “*Improving food, energy and environment with better crops*”. Conducted by Bogor Agricultural University, IPB Convention Center, Bogor 27-30 September 2011.
- Tavakkoli E, P. Rengasamy and G.K. McDonald. 2010. The response of barley to salinity stress differs between hydroponics and soil systems. *Func. Plant Biol.* 37:621-633.
- Tavakkoli, E., F. Fatehi, S. Coventry, P. Rengasamy and G. K. McDonald. 2011. Additive effects of Na⁺ and Cl⁻ ions on barley growth under salinity stress. *J. Ex. Bot.* 62(6):2189–2203.
- Tester, M. and R. Davenport. 2003. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. *Annals of Bot.* 91:503-527.
- Wieczorek-Zeul, H. 2008. Ways out of the silent tsunami. *International J. of Dev. and Coop.* 35 (6):250-252.
- Widjaya-Adhi, I.P.G., I.G. Ismail, T. Alihamsyah, Suwarno, T. Herawati, R. Thahir dan D.E. Sianturi. 1993. Sewindu Penelitian di lahan rawa. Kontribusi dan prospek pengembangan. Proyek penelitian pertanian lahan pasang surut dan rawa SWAMPS II. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Bogor.
- Zeng L, M.C. Shannon and C.M. Grieve. 2002. Evaluation of salt tolerance in rice genotypes by multiple agronomic parameters. *Euphytica* 127: 235-245.