

RESPON PERKECAMBAHAN BENIH SORGUM *{Sorghum bicolor (L.) Moench}* TERHADAP PERLAKUAN OSMOCONDITIONING DALAM MENGATASI CEKAMAN S ALINITAS

[Response of Sorghum *{Sorghum bicolor (L.) Moench}* Seeds Germination
by Osmoconditioning Treatments to Overcome Salinity]

Dwi Setyo Rini^{1K1}, Mustikoweni² dan Surtiningsih T³

¹ Laboratorium Fisiologi Stres - Laboratorium Treub, Bidang Botani, Puslit Biologi-LIPI, Bogor

² Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga, Surabaya

³Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Airlangga, Surabaya

ABSTRACT

The research was undertaken in two experiments. The first experiment was carried out to find out the germination capacity and vigor of sorghum seeds that consisted of four varieties namely Rio, Mandau, Sangkur and Keris. The second experiment was to determine the response of two sorghum varieties which had good germination capacities and so vigorous from the first experiment by osmoconditioning treatments. The growth media is saline soil with NaCl content 8.61% and pH 8.2. The osmoconditioning treatments were soaking seeds in each Na₂SO₄ 0.2 M, NH₄Cl 0.2 M, KNO₃ 0.2 M solution for 48 hours and untreated sorghum seeds served as the control. The results showed that there was no interaction between varieties of sorghum seeds and osmoconditioning treatments on germination percentage but osmoconditioning treatments with Na₂SO₄ 0.2 M and NH₄Cl 0.2 M could promote germination percentage of sorghum seeds on saline condition.

Kata kunci: salinitas, Sorgum, *Sorghum bicolor* (L) Moench, osmoconditioning, perkecambahan.

PENDAHULUAN

Proses perkecambahan benih merupakan suatu gejala pertumbuhan akibat proses fisiologis dan biokimia yang terjadi di dalam benih dan merupakan suatu awal yang penting untuk kehidupan tumbuhan tersebut. Proses fisiologis dan biokimia yang terjadi pada benih dipengaruhi oleh kualitas benih itu sendiri dan kondisi lingkungan perkecambahan (Ashari, 1995).

Untuk mengetahui kemampuan tumbuh benih guna menghindari kegagalan pertumbuhannya di lapang, karena kondisi di lapang begitu heterogen tidak seperti kondisi di laboratorium yang terkontrol, perlu dilakukan pengujian benih sebelum ditanam di lapang (Sadjadefal., 1999). Benih bermutu merupakan salah satu faktor yang memegang peranan penting dalam budidaya tanaman (Kuswanto, 1997). Pengujian benih dimaksudkan agar benih yang ditanam dapat menghasilkan tanaman yang seragam dengan hasil panen yang maksimal serta mempunyai kualitas yang baik.

Pengujian viabilitas benih sebelum di tanam di lapang mencakup pengujian daya kecambah dan

kekuatan tumbuh (vigor) benih. Pengujian daya kecambah akan memberikan informasi tentang kemampuan tanaman untuk tumbuh dan berproduksi normal pada kondisi lingkungan yang optimum. Pengujian vigor atau kekuatan tumbuh bertujuan untuk menduga kemampuan tanaman tumbuh dan berproduksi dengan normal pada kondisi suboptimum (Sadjad, 1994).

Salah satu cara perlakuan benih sebelum ditanam adalah osmoconditioning yang dimaksudkan untuk mengaktifkan kegiatan metabolisme benih sehingga benih tersebut siap memasuki fase perkecambahan (Ilyas, 1994). Menurut Kerns *et al.* (1999), osmoconditioning merupakan proses penambahan air secara terkontrol dengan cara merendam benih pada larutan osmotik sebelum ditanam untuk merangsang kegiatan metabolisme dalam benih sehingga benih siap untuk berkecambah. Perlakuan benih dengan osmoconditioning dapat meningkatkan kecepatan dan keserempakan perkecambahan serta mengurangi tekanan lingkungan yang kurang menguntungkan (Khan, 1992).

Foti *et al.* (2002) melaporkan bahwa perlakuan osmoconditioning pada tanaman sorgum dengan menggunakan PEG selama 2 hari dapat meningkatkan persentase perkecambahan tanaman sorgum yang ditumbuhkan dalam kondisi stress suhu berupa temperatur yang rendah. Perlakuan osmoconditioning pada benih tomat dengan menggunakan larutan campuran antara KNO₃ dan K₂HPO₄ dapat meningkatkan kecepatan perkecambahan tomat (Cavallaro *et al.*, 1990).

Ilyas (1994) dalam Sutariati (2002) menyatakan bahwa selama perlakuan benih dengan menggunakan agen osmoconditioning terjadi peningkatan aktivitas dari ACC oksidase atau ethylene forming enzyme (EFE) serta enzim ATPase. ACC oksidase atau ethylene forming enzyme (EFE) berfungsi untuk mengoksidasi ACC (1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid) menjadi etilen yang berperan dalam proses perkecambahan (Vidyapeeth *et al.*, 2000). Sementara itu, enzim ATPase akan berpengaruh pada pertumbuhan sel sehingga akan memacu proses perkecambahan.

Saupe (2002) menyatakan bahwa prekursor dari etilen adalah asam amino methionin yang bersama dengan ATP akan membentuk S-adenosyl-methionine (SAM), selanjutnya S-adenosyl-methionine (SAM) akan dirubah menjadi amino cyclopropane carboxylic acid (ACC) dengan dikatalisis oleh enzim ACC

synthase. Perubahan amino cyclopropane carboxylic acid (ACC) menjadi etilen dikatalisis oleh enzim ACC oksidase atau Ethylene Forming Enzyme (EFE).

Proses sintesis etilen dari amino cyclopropane carboxylic acid (ACC) dapat dilihat pada bagan di bawah ini (gambar 1).

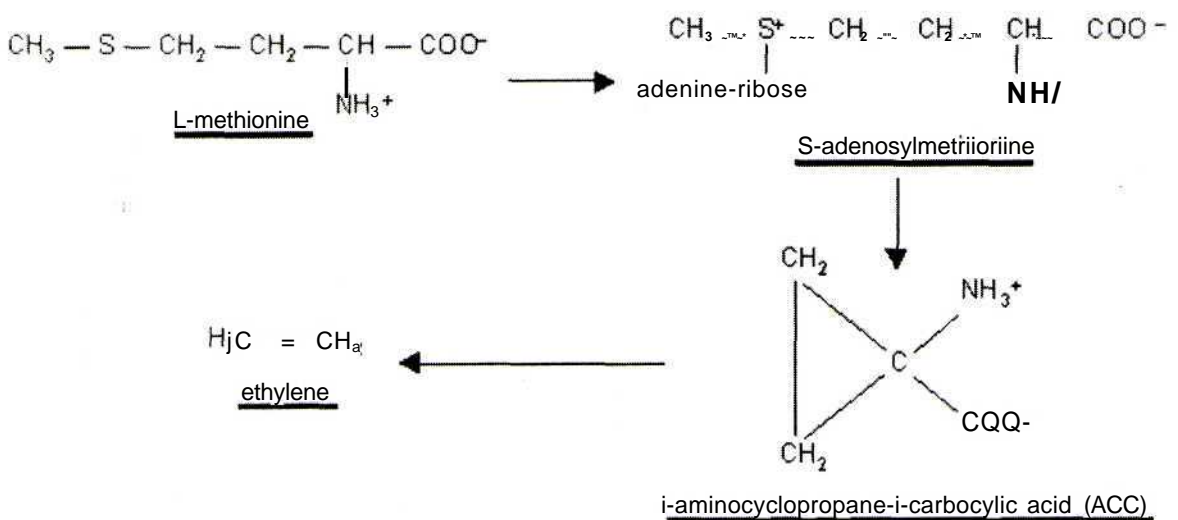
Penelitian ini terdiri dari dua tahap. Penelitian tahap I bertujuan untuk mengetahui perbedaan daya kecambah dan kekuatan tumbuh benih sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) dari empat varietas yang digunakan. Dari penelitian tahap I dipilih dua varietas yang mempunyai daya kecambah dan kekuatan tumbuh terbaik guna menghindari kegagalan pertumbuhannya pada penelitian tahap II. Sedangkan penelitian tahap II bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan osmoconditioning terhadap perkecambahan benih sorgum pada tanah salin.

BAHATAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Biologi Reproduksi, FMIPA-Biologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

Penelitian Tahap I. Uji Daya Kecambah dan Kekuatan Tumbuh

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan 6 ulangan. Faktor perlakuan yang digunakan yaitu 4



Gambar 1. Sintesis etilen dari amino cyclopropane carboxylic acid (ACC) (Vidyapeeth *et al.*, 2000)

varietas benih sorgum yang terdiri dari varietas Rio, Mandau, Sangkur dan Keris.

Keempat varietas benih sorgum tersebut dikecambahkan dengan menggunakan metode Uji Kertas Digulung didirikan dalam plastik (UKDdp) menggunakan kertas merang di laboratorium. Setiap benih yang dibutuhkan untuk UKDdp adalah sebanyak 25 benih sehingga diperlukan sebanyak $25 \times 6 = 150$ benih untuk masing-masing varietas.

Uji Kertas Digulung didirikan dalam plastik (UKDdp) dilakukan untuk menguji daya kecambah serta kekuatan tumbuh benih. Pada uji daya kecambah, peubah yang diamati adalah persentase perkecambahan benih, pengamatan dilakukan pada hari ke-3 dan hari ke-5. Persentase perkecambahan benih dihitung dengan menggunakan rumus:

Pada uji kekuatan tumbuh benih, peubah yang diamati adalah kecepatan tumbuh benih dan keserempakan

$$\% \text{ perkecambahan} = \frac{\text{jumlah kecambah normal yang dihasilkan}}{\text{jumlah contoh benih yang diuji}} \times 100\%$$

tumbuh benih. Pengamatan untuk mengetahui kecepatan tumbuh benih dilakukan setiap hari sampai dengan hari ke-5 dengan menggunakan rumus:

Pengamatan untuk mengetahui keserempakan tumbuh benih dilakukan pada hari ke-5 dengan menggunakan

$$A = \frac{B_1}{T_1} + \frac{B_2}{T_2} + \dots + \frac{B_n}{T_n}$$

- dimana : A = Kecepatan tumbuh (%/ etmal)
 B = Persentase kecambah normal
 T = Waktu perkecambahan (24 jam = 1 etmal)
 n = Akhir perkecambahan (hari ke-5)

rumus:

$$\text{Keserempakan tumbuh} = \frac{\text{jumlah kecambah normal yang tumbuh kuat}}{\text{jumlah benih yang diuji}} \times 100\%$$

Penelitian Tahap II. Pengaruh Perlakuan Osmoconditioning Terhadap Perkecambahan Benih

Sorgum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) Pada Tanah Salin.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang disusun secara faktorial dengan 2 faktor perlakuan dan 5 ulangan. Faktor perlakuan yang pertama adalah berupa dua varietas terbaik dari benih sorgum hasil dari penelitian tahap pertama yaitu Rio dan Mandau. Faktor perlakuan yang kedua adalah perlakuan osmoconditioning yang terdiri dari masing-masing kontrol, Na_2SO_4 0,2 M, NH_4Cl 0,2 M dan KNO_3 0,2 M.

Perlakuan Osmoconditioning

Benih sorgum direndam dalam masing-masing perlakuan osmoconditioning yaitu Na_2SO_4 0,2 M, NH_4Cl 0,2 M, KNO_3 0,2 M dan aquades sebagai kontrol selama 48 jam. Volume larutan yang digunakan untuk masing-masing perlakuan adalah 1000 ml. Selama proses perendaman, suplai oksigen pada benih diberikan dengan menggunakan aerator (water pump).

Perkecambahan Benih

Benih sorgum yang telah diberi perlakuan osmoconditioning dikecambahkan di laboratorium. Perkecambahan benih dilakukan pada media tanah salin di baki plastik dengan 25 benih untuk setiap perlakuan dan ditanam pada kedalaman ± 1 cm. Tanah salin yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari tanah salin di sekitar pantai Kenjeran, Kecamatan Bulak, Surabaya. Tanah salin ini mempunyai kadar salinitas 8,61% dan pH tanah sebesar 8,2.

Pengamatan dilakukan pada hari ke-3 dan ke-5 terhadap persentase perkecambahan kedua varietas sorgum tersebut.

Data yang diperoleh untuk peubah dengan satuan % pada penelitian tahap I dan II apabila didapat data antara 0% - 30% atau 70% -100%, tetapi tidak keduanya maka dilakukan transformasi data (Gomez dan Gomez, 1995) untuk dianalisis dengan menggunakan Sidik Ragam dan kemudian dilanjutkan dengan uji F. Bila didapat bahwa $F_{\text{hit}} > F_{\text{tab}}$, maka dilanjutkan dengan uji beda pengaruh perlakuan terhadap data percobaan menggunakan uji Duncan.

HASIL

PeneUtianTahapI. UjiDayaKecambahdanKsknatan Tumbuh Benih

Hasil pengamatan uji daya kecambah ke empat varietas benih sorgum yang digunakan menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata terhadap persentase perkecambahan benih sorgum antar varietas yang digunakan (Tabel 1).

Hasil analisis statistik pada uji kekuatan tumbuh benih menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada peubah kecepatan tumbuh benih dan keserempakan tumbuh benih (Tabel 2 dan Tabel 3).

Tabel 2 menunjukkan bahwa benih sorgum varietas Mandau mempunyai kecepatan tumbuh benih yang tidak berbeda nyata dengan varietas Rio namun

berbeda nyata dengan varietas Sangkur dan varietas Keris.

Sementara itu, hasil pengamatan pada peubah keserempakan tumbuh benih menunjukkan bahwa varietas Mandau tampak berbeda nyata dengan varietas Rio, Sangkur dan Keris (Tabel 3).

Keseluruhan hasil penelitian tahap I menunjukkan bahwa varietas Rio dan Mandau mempunyai rata-rata yang lebih baik pada seluruh peubah yang diamati walaupun tidak berbeda nyata pada persentase perkecambahan benih. Oleh karena itu, varietas Rio dan Mandau digunakan sebagai varietas yang diuji dalam penelitian tahap berikutnya pada media tanah salin.

Tabel 1. Rata-Rata Persentase Perkecambahan Benih (%) Pada Empat Varietas Tanaman Sorgum (\pm Standar Deviasi).

Hasil	Persentase Perkecambahan (%)			
	Rio	Mandau	Sangkur	Keris
Rata-Rata A	95,3 \pm 2,73	98,0 \pm 2,0	94,0 \pm 5,03	92,6 \pm 6,29
B	78,75a \pm 5,58	84,23a \pm 5,77	77,56a \pm 7,04	76,25a \pm 7,93

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata pada uji Duncan taraf 5%

A : Data Asli

B : Data Hasil Transformasi

Tabel 2. Rata-Rata Kecepatan Tumbuh Benih (%/etmal) Pada Empat Varietas Tanaman Sorgum (\pm Standar Deviasi).

Hasil	Kecepatan Tumbuh Benih (% / etmal)			
	Rio	Mandau	Sangkur	Keris
Rata-rata	82,67ab \pm 1,49	86,11a \pm 6,04	78,3b \pm 7,27	65,17c \pm 9,52

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata pada uji Duncan taraf 5%

Tabel 3. Rata-Rata Keserempakan Tumbuh Benih (%) Pada Empat Varietas Tanaman Sorgum (\pm Standar Deviasi)

Hasil	Keserempakan Tumbuh Benih (%)			
	Rio	Mandau	Sangkur	Keris
Rata-rata A	89,33 \pm 4,42	94,67 \pm 6,4	78,0 \pm 7,09	83,33 \pm 7,57
B	71,36b \pm 4,31	80,77a \pm 9,91	62,37b \pm 5,33	66,56b \pm 6,2

Keterangan : Nilai rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata pada uji Duncan taraf 5%

A : Data Asli

B : Data Hasil Transformasi

Penelitian Tahap II. Perlakuan Osmoconditioning Terhadap Perkecambahan Benih Sorgum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) Pada Tanah Salin.

Hasil penelitian tahap II menunjukkan bahwa perlakuan osmoconditioning berpengaruh nyata terhadap persentase perkecambahan pada media tanah salin serta tidak berpengaruh nyata pada perlakuan varietas maupun interaksi antara varietas dan osmoconditioning (Tabel 4).

PEMBAHASAN

Penelitian Tahap I. Uji Daya Kecambah dan Kekuatan Tumbuh Benih

Hasil pengamatan terhadap daya kecambah benih sorgum yang meliputi varietas Rio, Mandau, Sangkur dan Keris menunjukkan bahwa tidak terdapat

perbedaan yang nyata antar varietas terhadap rata-rata persentase perkecambahan. Keempat varietas benih sorgum yang diuji mempunyai rata-rata persentase perkecambahan yang baik yaitu lebih dari 80%. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Rukmana dan Yuniarsih (2001) bahwa suatu benih dikatakan mempunyai daya kecambah yang baik apabila persentase perkecambahannya lebih dari 80%. Dua varietas yang mempunyai rata-rata persentase perkecambahan yang terbaik dibandingkan dengan varietas yang lainnya adalah varietas Rio dan Mandau dengan rata-rata 95,3±2,73% dan 98,0±2,0% untuk data asli serta 78,75±5,58% dan 77,56±7,04% untuk data hasil transformasi.

Pada uji daya kecambah, benih dikatakan berkecambah bila dapat menghasilkan kecambah dengan bagian-bagian yang normal (Justice dan Bass,

Tabel 4. Pengaruh macam varietas dan osmoconditioning terhadap rata-rata persentase perkecambahan (%) benih sorgum pada tanah salin (\pm Standar Deviasi).

Perlakuan	Persentase Perkecambahan (%)	
	A	B
Interaksi varietas vs osmoconditioning		
Rio kontrol	51,2 \pm 17,78	45,69 a \pm 10,7
Rio vs Na ₂ SO ₄	78,4 \pm 7,84	62,72 a \pm 6,77
Rio vs NH ₄ Cl	77,6 \pm 7,42	62,08 a \pm 5,21
Rio vs KNO ₃	52,0 \pm 14,75	46,42 a \pm 8,91
Mandau kontrol	52,8 \pm 15,89	46,75 a \pm 9,39
Mandau vs Na ₂ SO ₄	78,4 \pm 6,97	62,57 a \pm 4,78
Mandau vs NH ₄ Cl	72,0 \pm 14,97	58,93 a \pm 9,99
Mandau vs KNO ₃	31,2 \pm 3,92	33,9 a \pm 2,47
Varietas		
Rio	64,8 \pm 13,21	54,23 a \pm 7,03
Mandau	58,6 \pm 18,41	50,54 a \pm 7,84
Osmoconditioning		
Kontrol	52,0 \pm 0,8	46,22 c \pm 0,53
Na ₂ SO ₄	78,4 \pm 0	62,65 b \pm 0,08
NH ₄ Cl	74,8 \pm 2,8	60,51 b \pm 1,57
KNO ₃	41,6 \pm 10,4	40,16 c \pm 6,26

Keterangan: Nilai rata-rata yang diikuti huruf yang berbeda pada lajur yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada uji Duncan taraf 5%

A : Data Asli

B : Data Hasil Transformasi

1990). Kecambah yang normal adalah kecambah yang diduga mampu menghasilkan tanaman normal dan berproduksi normal pada kondisi yang optimum (Sutopo, 1998). Hasil pengamatan terhadap kekuatan tumbuh benih yang meliputi kecepatan tumbuh dan keserempakan tumbuh keempat varietas benih sorgum menunjukkan bahwa dua varietas yang mempunyai rata-rata kecepatan tumbuh terbaik adalah varietas Rio dan Mandau dengan rata-rata $82,67 \pm 1,49$ %/etmal dan $86,1 \pm 6,04$ %/etmal. Pada keserempakan tumbuh benih, dua varietas yang mempunyai rata-rata kecepatan tumbuh terbaik adalah varietas Rio dan Mandau dengan rata-rata $89,33 \pm 4,42$ % dan $94,67 \pm 6,4$ % untuk data asli serta $71,36 \pm 4,31$ % dan $80,77 \pm 9,91$ % untuk data hasil transformasi. Ini berarti bahwa varietas Rio dan Mandau mempunyai vigor yang lebih baik dibandingkan dengan varietas Sangkur dan Keris. Benih yang mempunyai kekuatan tumbuh (vigor) yang baik akan menjadi cepat proses reaktivasinya apabila kondisi lingkungan tumbuh benih optimum dan proses metabolisme benih tidak terhambat. Benih yang mempunyai vigor baik akan mempunyai nilai kecepatan tumbuh yang tinggi sehingga benih akan cepat berkecambah dalam waktu yang singkat. Sebaliknya, benih yang mempunyai vigor buruk akan berpengaruh terhadap fisiologi maupun morfologi tanaman yang dihasilkan di lapang (Camargo dan Vaughan, 1973).

Penelitian Tahap II. Pengaruh Perlakuan Osmoconditioning Terhadap Perkecambahan Benih Sorgum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) Pada Tanah Salin.

Faktor salinitas pada media tanam dapat mempengaruhi proses perkecambahan benih. Hal ini disebabkan karena faktor salinitas dapat menurunkan potensial air pada media tanam sehingga menghambat penyerapan air oleh benih yang berkecambah. Pengamatan terhadap persentase perkecambahan benih sorgum pada tanah salin menunjukkan bahwa perlakuan osmoconditioning dengan menggunakan masing-masing Na_2SO_4 0,2 M dan NH_4Cl 0,2 M berpengaruh nyata dibandingkan dengan perlakuan kontrol dan KNO_3 0,2 M. Perlakuan osmoconditioning pada benih dengan menggunakan larutan osmotik yang berpotensi air rendah memungkinkan benih untuk

dapat mengabsorpsi air secara terkontrol. Jumlah air yang diabsorpsi oleh benih selama proses osmoconditioning berlangsung adalah bervariasi tergantung pada larutan osmotik yang digunakan. Apabila keseimbangan air telah tercapai, maka kandungan air di dalam benih akan dipertahankan. Perlakuan osmoconditioning dengan menggunakan masing-masing Na_2SO_4 0,2 M dan NH_4Cl 0,2 M pada benih sorgum selain berfungsi untuk menghidrasi benih di dalam larutan osmotik sehingga benih siap untuk berkecambah tanpa diikuti dengan keluarnya radikula, juga berfungsi sebagai simulasi ekologi pada benih sorgum sebelum ditanam pada tanah salin. Sadjad *et al* (1999) menyatakan bahwa untuk dapat mensimulasi vigor kekuatan tumbuh benih di lapang terhadap cekaman eksternal maka perlu metode uji laboratorium yang spesifik bagi masing-masing cekaman. Salah satu cara untuk mensimulasi vigor benih terhadap cekaman salinitas tinggi adalah dengan menumbuhkan benih pada media yang dilembabkan dengan larutan garam NaCl. Hal ini sebagaimana dilaporkan pada penelitian tentang pengaruh osmoconditioning dengan menggunakan larutan NaCl pada benih melon yang menunjukkan bahwa perlakuan osmoconditioning mampu meningkatkan daya kecambah benih melon yang ditumbuhkan pada tanah salin (Sivritepe *et al.*, tth).

Sementara itu, walaupun interaksi antara varietas dengan perlakuan osmoconditioning menunjukkan tidak adanya pengaruh yang nyata dibandingkan dengan kontrol terhadap persentase perkecambahan benih sorgum pada tanah salin, namun perlakuan osmoconditioning dengan menggunakan Na_2SO_4 0,2 M baik pada varietas Rio maupun Mandau mempunyai kecenderungan hasil yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan interaksi lainnya. Hal ini sesuai dengan penelitian pada jagung yang menunjukkan bahwa perlakuan osmoconditioning dengan menggunakan K_2SCD 1,5 % dapat meningkatkan persentase perkecambahan jagung pada tanah salin sedangkan perlakuan dengan menggunakan konsentrasi yang lebih tinggi yaitu 4,5 % dapat menghambat perkecambahan jagung (Boroujeni, tth). Dalam hal ini, keberhasilan osmoconditioning sangatlah ditentukan oleh jenis larutan osmotik yang

digunakan, potensial osmotik, suhu, serta lamanya inkubasi dan akan berbeda pengaruhnya antar spesies, antar varietas bahkan diantara lot benih dari varietas yang sama.

KESIMPULAN

1. Pada penelitian ini, sorgum varietas Rio dan Mandau mempunyai daya kecambah dan kekuatan tumbuh yang lebih baik dibandingkan dengan varietas Sangkur dan Keris.
2. Tidak terdapat perbedaan yang nyata pada interaksi antara varietas dengan perlakuan osmoconditioning terhadap perkecambahan benih sorgum dalam mengatasi cekaman salinitas.
3. Osmoconditioning dengan menggunakan Na_2SO_4 0,2 M dan NH_4Cl 0,2 M berpengaruh nyata terhadap persentase perkecambahan benih sorgum pada tanah salin.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashari S. 1995. *Hortikultura Aspek Budidaya*. Universitas Indonesia Press, Jakarta, 19-27.
- Ashraf M and Iram A. 2002. Optimization and Influence of Seed Priming With Salts of Potassium or Calcium In Two Spring Wheat Cultivars Differing In Salt Tolerance, At The Initial Growth Stages. *Agrochimica* 46,47-55.
- Boroujeni MRS. tth. Investigation of Potassium Priming And Fertilizer on Different Growth Stages in Corn Under Salinity Stress. <http://www.ispmb2003.com/abst/obtimpres.php?idAbst=3629> (diakses: 11 - 12-2003)
- Camargo CP and Vaughan CE, 1973, Effect of Seed Vigor On Field Performance and Yield of Grain Sorghum {*Sorghum bicolor*- (L.) Moench}. *Proc. Assoc. Official Seed Analysts* 63,135-147.
- Cavallaro V, Mauromicale G and Vincenzo GD. 1990. Effect of seed Osmoconditioning on Emergence Characteristics The Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill)., <http://www.vvi.actahort.org/> (diakses: 9-6-2003).
- Foti S, Cosentino SL, Patane C and Agosta GD. 2002. Effect of Osmoconditioning Upon Seed Germination of Sorghum {*Sorghum bicolor* (L.) Moench}. *Seed Science and Technology* 30, 43-51.
- Gomez KA dan Gomez AA. 1995. *Prosedur Statistik Untuk Penelitian Pertanian*. Universitas Indonesia Press, 302-305.
- Ilyas S. 1994. Matricconditioning Benih Cabai {*Capsicum annum* L.) Untuk Memperbaiki Performasi Benih. *Keluarga Benih* 5, 59-67.
- Justice OL dan Bass LN. 1990. *Prinsip dan Praktek Penyimpanan Benih*. CV Rajawali, Jakarta, 141-146.
- Kerns DL, Matheron ME, Palumba JC, Sanchez CA, Still DW, Tickes BR, Umeda K and Wilcox MA. 1999. Guidelines for Head Lettuce Production in Arizona. http://ae.arizona.edu/crops/vegetables/cropmst/az_1099.html. (diakses: 9-6-2003)
- Khan AA. 1992. *The Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination*. North Holland, New York, 29-45.
- Kuswanto H. 1997. *Analisis Benih*. Rajawali, Jakarta, 109-188.
- Rukmana R dan Yuniarsih Y. 2001. *Usaha Tani Sorghum*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta, 8-19.
- Sadjad S. 1994. *Kuantifikasi Metabolisme Benih*. Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta, 6-8.
- Sadjad S, Murniati E, Ilyas S. 1999. *Parameter Pengujian Vigor Benih Dari Komparatif ke Simulatif*. Grasindo, Jakarta, 1-14.
- Sivritepe HO, Eris A and Sivritepe %, tth. The Effects of Priming Treatments On Salt Tolerance In Melon Seeds. <http://www.actahort.org/> (diakses: 26-3-2003)
- Sutariati GAK. 2002. Peningkatan Performasi Benih Cabai {*Capsicum annum* L) Dengan Perlakuan Invigorasi Benih. http://rudvct.tripod.com/seiHf023/zustiavu_ks.htm (diakses: Mei 2003).
- Sutopo L. 1998. *Teknologi Benih*. Raja Grafindo Persada, Jakarta, 25-162.
- Vidyapeeth MPK, Rahuri and Maharashtra. 2000. About Me. <http://www.nananta.com/imaees/ethylenepathwav.JPG>. (diakses: 6-11 -2003).