

**PENGARUH SALINITAS TERHADAP KOMPONEN HASIL EMPAT BELAS
KULTIVAR SORGUM (*Sorghum bicolor* (L) Moench)**

**THE INFLUENCE OF SALINITY ON YIELD COMPONENTS OF FOURTEEN
SORGHUM CULTIVARS (*Sorghum bicolor* (L) Moench)**

Unaiyatin Hasanah¹, Taryono², Prpto Yudono²

INTISARI

Sorgum merupakan salah satu tanaman penghasil karbohidrat yang dapat dijadikan bahan baku bioetanol. Pengembangan sorgum sebaiknya dilakukan di lahan marginal diantaranya lahan salin sehingga tidak meningkatkan kompetisi lahan dengan tanaman pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh salinitas terhadap komponen hasil empat belas kultivar sorgum. Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Tridharma Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Banguntapan, Bantul, Yogyakarta menggunakan rancangan lingkungan acak lengkap dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama terdiri dari 14 kultivar sorgum yaitu UPCA-S1, Mandau, Langka Kito, UGM SS1, Durra, B-69, B-72, B-75, B-76, B-83, B-90, B-92, B-95, B-100. Faktor kedua adalah konsentrasi larutan garam meliputi kontrol (tanpa garam), 150, 300, dan 450 mM. Pemberian larutan garam dilakukan pada saat semai dan saat umur 14 hari setelah tanam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian larutan garam hingga konsentrasi 450 mM tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, diameter batang, berat segar dan berat kering tajuk, dan °Brix batang saat vegetatif akhir. Pemberian larutan garam secara nyata meningkatkan °Brix batang sorgum saat panen.

Kata kunci : Sorgum, salinitas, konsentrasi

ABSTRACT

Sorghum is one of starchy crops that could be used as raw material to produce bioetanol. Sorghum should be grown in marginal land such as saline land so it may not compete the land use to food crops. This research was aimed to identify the effect salinity level of stress to yield component of fourteen sorghum cultivars. This research was carried out in Tridharma Experimental Field of Agriculture Faculty, Gadjah Mada University, situated in Banguntapan, Bantul, Yogyakarta and arranged according to completely randomized design (CRD) with two factors and three replications. The first factor is fourteen improved cultivars, UPCA-S1, Mandau, Langka Kito, UGM SS1, Durra, B-69, B-72, B-75, B-76, B-83, B-90, B-92, B-95, B-100 and the second factor is salt concentration consist of 4 levels of concentration, i.e. control (without salt), 150, 300, and 450 mM. The salt was applied at planting date and then 14 days after planting. The results revealed that the concentration of salt up to 450 mM did not affect to plant height, stem diameter, fresh and dry shoots weight, a thousand seed weight, and vegetatif

¹Alumni Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

²Fakultas Pertanian Gadjah Mada, Yogyakarta

stem brix. The concentration of salt significantly increased stem brix at harvesting date.

Key words : *Sorghum, salinity, concentration*

PENDAHULUAN

Biofuel atau BBN didefinisikan sebagai bahan bakar yang berbasis nabati, termasuk didalamnya biodiesel, bioetanol, dan bio-oil (Maulidia, 2010). Isu penggunaan bahan bakar nabati untuk mengurangi penggunaan BBM merupakan peluang sekaligus tantangan bagi sektor pertanian untuk mengembangkan jenis tanaman yang dapat digunakan sebagai bahan baku biofuel. Biofuel merupakan alternatif yang kontroversial karena penyediaan energi ini memiliki potensi kompetisi dengan keamanan pangan apabila berasal dari bahan pangan dan meningkatkan kompetisi lahan untuk pertanian dan energi. Kondisi ini juga dicurigai sebagai penyebab kenaikan harga pangan global.

Biofuel dapat diperoleh dari semua jenis tanaman yang mengandung karbohidrat, diantaranya adalah sorgum. Tanaman sorgum memiliki sifat lebih tahan terhadap kekeringan, salinitas tinggi dan genangan air (*water lodging*) (Soeranto, 2011). Kondisi ini sangat sesuai karena keberadaan lahan produktif di Indonesia semakin menipis sehingga pengembangan sorgum diarahkan untuk lahan marginal, khususnya lahan dengan salinitas tinggi. Perbaikan genetik ketahanan sorgum terhadap salinitas perlu ditingkatkan karena jumlah lahan salin yang sangat luas, diperkirakan luas tersebut mencapai 39,4 juta hektar (Sujana, 1991) dan merupakan area yang saat ini menjadi sasaran untuk pengembangan pertanian.

Penelitian ini memfokuskan pada produktivitas sorgum sebagai bahan baku bioetanol pada cekaman salinitas, sehingga diharapkan diketahui pengaruh salinitas terhadap kemampuan sorgum dalam membentuk biomassa dan pengaruhnya terhadap kandungan padatan terlarut dalam batang.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Tridharma Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Banguntapan, Bantul, Yogyakarta pada bulan Juli sampai dengan bulan November 2010. Bahan yang digunakan adalah 14 kultivar sorgum (UPCA-S1, Mandau, Langka Kito, UGM SS1, Durra, B-69, B-72, B-75, B-

76, B-83, B-90, B-92, B-95, B-100) dan larutan garam (0, 150, 300, 450 mM). Rancangan percobaan yang digunakan yaitu rancangan faktorial 14 x 4 yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah kultivar sorgum dan faktor kedua adalah konsentrasi larutan garam.

Perlakuan konsentrasi garam diberikan sejak awal penanaman yaitu saat benih disemai dengan menyiramkan larutan garam ke media pembibitan hingga kapasitas lapang, kemudian penyiraman selanjutnya dengan air sumur. Setelah berumur 14 hst, tanaman dipindahkan ke polibag yang telah diberi larutan garam @ 1 liter. Data hasil pengamatan semua sifat sorgum dihitung keragaman/variannya. Analisis varian menggunakan RAL faktorial dengan tingkat kepercayaan 95%. Apabila terdapat interaksi antara varietas dan konsentrasi garam, dilanjutkan dengan uji lanjut polinomial orthogonal pada kepercayaan 5% pada masing-masing kultivar. Apabila hasil analisis varian menunjukkan beda nyata pada perlakuan yang diberikan, maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji *LSD Bonferroni* dengan tingkat kepercayaan 5%. Analisis korelasi antar sifat dilakukan untuk mengetahui keeratan hubungan antar sifat pada sorgum pada tingkat kepercayaan 5%. Analisis varian, uji lanjut polinomial orthogonal, uji *LSD Bonferroni*, dan analisis korelasi menggunakan perangkat lunak *The SAS System for Windows 9.0*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

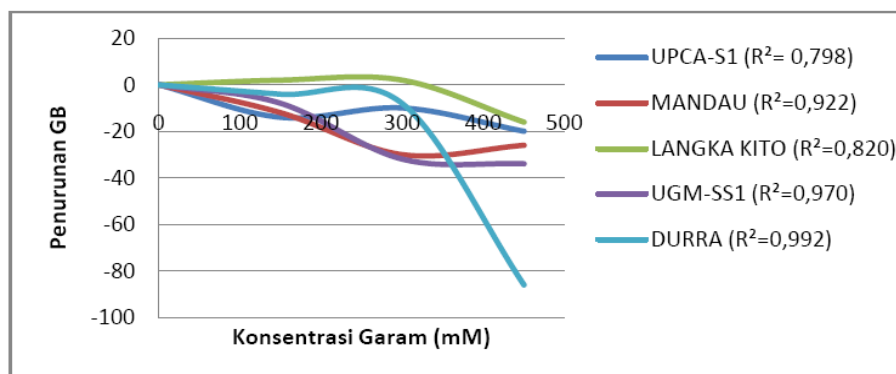
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai bulan November tahun 2010 dengan curah hujan cukup tinggi, suhu harian 33°C, dan kelembaban udara 58 persen. Pengaruh salinitas terhadap pertumbuhan tanaman tergantung pada jenis atau varietas, jumlah dan ketersediaan unsur hara dalam tanah dan jumlah garam yang terkandung dalam tanah (Maas and Nieman, 1978).

Tabel 3.1 Nilai EC (*Electric Conductivity*) beberapa konsentrasi garam

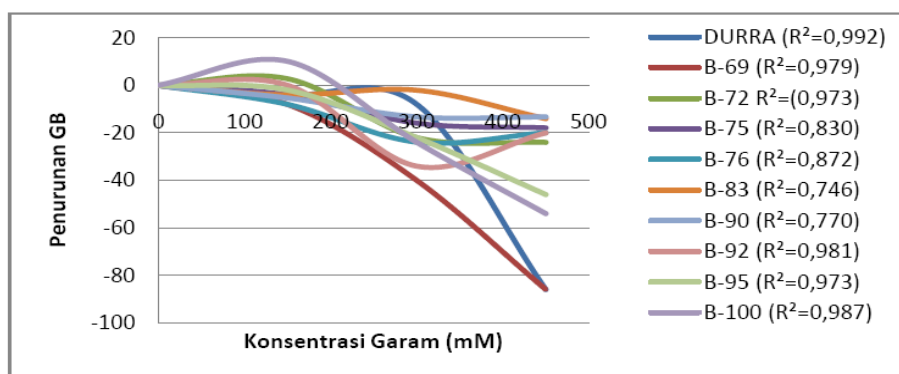
NO.	Konsentrasi Garam (mM)	EC larutan garam (mS/cm)	EC(e) tanah setelah perlakuan (mS/cm)	EC(e) tanah saat panen (mS/cm)
1	0 (tanpa garam)	0,42	1,8	0,40
2	150	14,86	9,7	0,36
3	300	27,83	13,2	0,37
4	450	40,17	27,5	0,37

Salinitas larutan tanah atau air irigasi biasanya ditentukan dengan Daya Hantar Listrik (DHL) air atau *Electric Conductivity of Water* (ECW) yang

dinyatakan dengan satuan mS/cm (milisiemens/cm) (Notohadiprawiro, 1998). Nilai EC diukur dengan metode ekstrak air tanah dengan perbandingan tanah dan air 1 : 5. Jenis tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah pasir sehingga nilai EC yang terbaca dikalikan dengan 10 untuk mendapatkan nilai EC(e). Nilai EC memberikan petunjuk tentang jumlah elektrolit dalam larutan tanah. Semakin tinggi nilainya, semakin banyak pula garam yang terkandung dalam larutan tersebut (FAO, 2005). Air laut memiliki nilai EC mencapai 44,02 mS/cm (Setyorini, 2008), sementara pada perlakuan konsentrasi garam 450 mM memiliki nilai EC 40,17 mS/cm (Tabel 3.1), sehingga cekaman pada konsentrasi ini sudah mendekati seperti cekaman air laut.



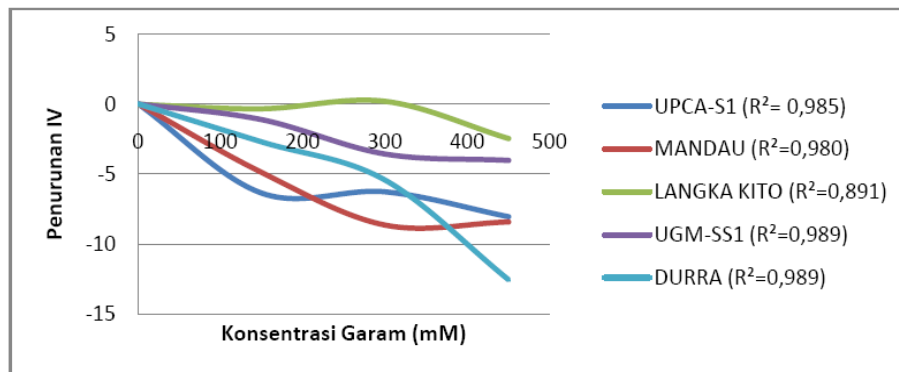
Gambar 3.1. Penurunan Persentase berkecambah sorgum yang diperlakukan dengan beberapa konsentrasi garam



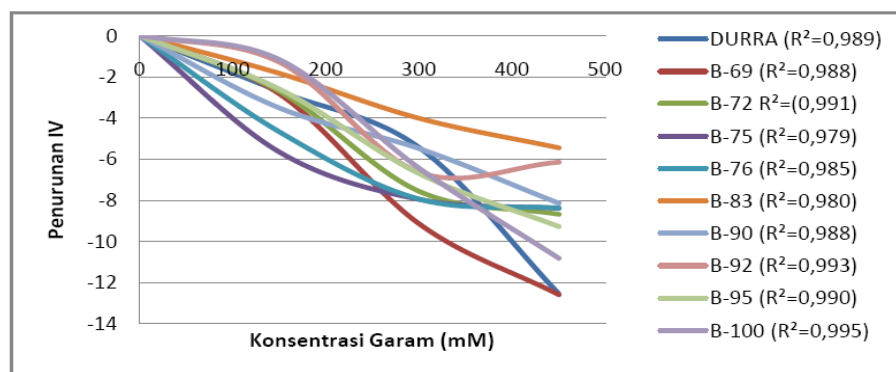
Gambar 3.2. Penurunan Persentase berkecambah galur mutan sorgum dan tetuanya yang diperlakukan dengan beberapa konsentrasi garam

Analisis varian terhadap persentase berkecambah sorgum menunjukkan terdapat interaksi antara kedua faktor. Terjadi penurunan gaya berkecambah pada semua kultivar. Galur mutan sorgum memiliki toleransi yang lebih tinggi terhadap salinitas dibanding dengan tetuanya. Hal ini menunjukkan bahwa mutasi dapat digunakan untuk perbaikan genetik tanaman. Kerusakan tanaman

pada tahap perkecambahan yang tercekam salinitas mencakup dua mekanisme, yaitu (1) tekanan osmosis media yang tinggi sehingga benih sulit menyerap air dan (2) pengaruh racun dari ion-ion penyusun garam (Albregts dan Howard, 1972).



Gambar 3.3. Penurunan Indeks Vigor sorgum yang diperlakukan dengan beberapa konsentrasi garam



Gambar 3.4. Penurunan Indeks Vigor beberapa galur mutan sorgum dan tetuanya yang diperlakukan dengan beberapa konsentrasi garam

Penilaian kualitas tanaman bukan hanya dilihat dari kemampuan benih berkecambah, melainkan juga dinilai dari kecepatan dan keserempakan benih berkecambah yang dilihat dari nilai indeks vigor dari masing-masing kultivar. Vigor benih juga terkait dengan dormansi benih yang dapat disebabkan oleh kulit biji yang tebal sehingga biji lebih sulit/lama berkecambah sehingga mempengaruhi vigor benih. Analisis varian terhadap indeks vigor menunjukkan terdapat interaksi antara kedua faktor. Galur mutan sorgum mengalami penurunan indeks vigor yang lebih kecil dibandingkan tetuanya (Durra) kecuali pada galur B-69. Kecepatan dan keserempakan benih berkecambah secara nyata menurun dengan meningkatnya konsentrasi garam yang diberikan.

Kandungan garam dalam media menyebabkan kesulitan benih dalam menyerap air, dan terganggunya aktivitas enzim yang berperan dalam perkecambahan.

Tabel 3.2. Sifat beberapa kultivar sorgum yang diperlakukan dengan beberapa konsentrasi garam

Sumber Keragaman	Tinggi Tanaman	Jumlah Daun	Diameter Batang	BS Tajuk	BK Tajuk	Bobot Biji Per Tanaman	Bobot 1000 Biji	Brix Vegetatif	Brix Panen
Kultivar									
UPCA-S1	167,95c	13,83b	1,51b	310.16b	64.06b	46,74abc	32,05ab	8,52ab	13,32bcd
MANDAU	160,91c	13,00b	1,53b	252.34b	56.31b	48,88abc	28,90bc	9,81a	18,12a
LANGKA KITO	237,80a	16,79b	1,35b	370.12b	85.20b	26,70de	25,69c	6,31c	13,94bcd
UGM-SS1	248,81a	27,96a	1,72a	685.98a	161.47a	13,69e	19,35d	9,03ab	16,55ab
DURRA	199,96b	14,50b	1,31c	300.51b	70.43b	41,87bcd	32,44a	7,55bc	14,45abcd
B-69	199,82b	13,46b	1,34c	314.34b	67.47b	42,18bc	32,17a	7,77abc	12,07d
B-72	199,77b	17,42b	1,29c	295.40b	69.74b	46,71abc	32,17a	7,74abc	11,24d
B-75	205,00b	16,00b	1,28c	314.19b	72.92b	47,96abc	31,68ab	7,14bc	12,42cd
B-76	205,30b	14,42b	1,31c	293.38b	66.29b	56,44ab	33,35a	7,92abc	11,90d
B-83	197,60b	14,63b	1,31c	288.96b	62.86b	57,78a	32,40a	7,83abc	11,14d
B-90	197,28b	14,46b	1,28c	282.33b	58.27b	49,76abc	32,74a	7,48bc	11,11d
B-92	208,07b	18,58b	1,23c	347.01b	76.13b	51,89abc	32,11ab	7,47bc	14,10bcd
B-95	202,83b	12,79b	1,25c	284.58b	59.64b	40,30cd	33,09a	7,48bc	16,32abc
B-100	198,07b	15,33b	1,31c	309.55b	69.98b	50,20abc	31,25ab	7,83abc	13,80bcd
Konsentrasi Garam (mM)									
Kontrol	201,33p	17,76p	1,34p	351.99p	75.12 p	17,76 p	31,19 p	8,10 p	12,76 q
150	200,87p	16,27pq	1,35p	30.28p	74.16 p	16,27 pq	30,65 p	7,92 p	13,34 pq
300	201,50p	15,29pq	1,37p	320.71p	74.59 p	15,29 pq	30,95 p	7,86 p	14,28 p
450	204,64p	14,44q	1,36p	335.26p	73.49 p	14,44 q	29,89 p	7,50 p	14,04 p
Interaksi	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
CV	5,99	32,45	7,70	26,07	38,38	32,45	7,28	18,31	19,85

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan uji Bonferroni taraf 5%. (-) : tidak ada interaksi.

Tinggi tanaman merupakan salah satu variabel yg penting untuk diamati berkaitan dengan pemilihan tanaman sorgum yang sesuai untuk bahan baku bioetanol. Tanaman yang dapat tumbuh tinggi dan mantap menunjukkan bahwa biomassa yang dihasilkan dari batang juga besar, sehingga diharapkan menghasilkan nira yang lebih banyak. Analisis varian terhadap tinggi tanaman sorgum pada tingkat kepercayaan 5% menunjukkan tidak ada interaksi antara kedua faktor. Terdapat beda nyata pada kultivar sorgum yang digunakan, sementara pada konsentrasi garam tidak berbeda nyata.

Diameter batang sorgum akan mempengaruhi bobot segar sorgum. Sorgum sebagai bahan baku bioetanol tentunya dipilih dengan karakter diameter batang yang besar, karena semakin besar diameter batang maka kandungan nira dalam batang juga akan semakin besar. Analisis varian terhadap diameter batang sorgum menunjukkan tidak ada interaksi antara kedua faktor. Terdapat

beda nyata pada kultivar yang digunakan, sementara pada perlakuan konsentrasi garam tidak beda nyata. Kultivar UGM-SS1 memiliki diameter batang yang paling besar, diameter batang yang mantap akan memperkokoh batang sehingga batang tidak mudah roboh.

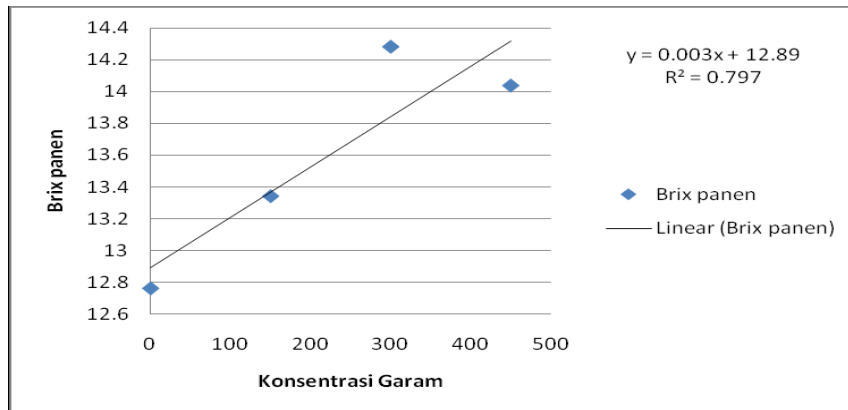
Bobot batang yang semakin besar maka nira yang dihasilkan juga akan semakin banyak. Analisis varian terhadap berat segar tajuk menunjukkan tidak ada interaksi pada kedua faktor. Terdapat beda nyata pada kultivar yang digunakan, sedangkan pada konsentrasi garam tidak berbeda nyata. Kultivar UGM-SS1 yang memiliki bobot segar mencapai 685,98 gram sementara kultivar lain hanya berkisar antara 252,34-370,12 gram.

Kualitas tanaman sorgum sebagai bahan baku bioetanol dari nira ditentukan dari kandungan gula dalam batang dengan pendekatan persen padatan terlarut dalam batang. Padatan terlarut ini diukur menggunakan *hand refractometer* yg terukur dengan satuan derajat brix ($^{\circ}$ Brix). Brix adalah jumlah zat padat yang larut (dalam g) setiap 100 g larutan (Kultsum, 2009). Kandungan brix dari tiap ruas berbeda-beda (Anonim, 2006), oleh karena itu pengukuran brix dilakukan pada batang bagian pangkal, tengah, dan ujung agar mewakili kandungan brix batang secara keseluruhan.

Analisis varian terhadap kandungan padatan terlarut saat vegetatif akhir sorgum menunjukkan tidak ada interaksi antara kedua faktor. Terdapat beda nyata pada kultivar yang digunakan, sementara pada konsentrasi garam yang diberikan tidak beda nyata. Kultivar Mandau memiliki kandungan padatan terlarut paling tinggi dan kultivar Langka Kito memiliki kandungan padatan terlarut paling rendah. Tanaman yang tercekam salinitas akan membentuk gula dan senyawa penting lainnya lebih banyak untuk menjaga turgor sel. Pada tahap vegetatif, diduga tanaman mentolerir keberadaan garam dengan menjaga proses transpirasi agar tidak terlalu besar dengan pengurangan jumlah daun, sehingga tanaman belum membentuk gula secara optimal. Sementara pada memasuki masa generatif, tanaman telah mampu hidup mantap dan dapat membentuk gula dan senyawa kompatibel lainnya lebih optimal.

Sifat khusus yang dimiliki sorgum yaitu tanaman ini dapat mengakumulasi cadangan karbohidrat dalam batang maupun dalam biji bersamaan yaitu dimulai saat tanaman berbunga. Berbeda dengan tanaman tebu yang akan mengalami penurunan cadangan karbohidrat dalam batang saat tanaman berbunga. Hal ini

dapat dilihat dari hasil pengamatan Brix batang saat panen yang lebih tinggi dibandingkan brix batang saat vegetatif akhir.



Gambar 3.10. Pola hubungan konsentrasi garam dan Brix batang saat panen

Analisis varian terhadap kandungan padatan terlarut saat panen menunjukkan tidak ada interaksi antara kedua faktor. Semakin tinggi konsentrasi garam yang diberikan menyebabkan meningkatnya kandungan padatan terlarut dalam batang sehingga diduga kandungan gula dalam batang juga semakin tinggi. Tanaman yang tercekam cenderung membentuk gula dalam batang sebagai bentuk adaptasi terhadap lingkungan. Hal ini tentu saja menguntungkan karena sorgum sebagai bahan baku bioetanol yang memanfaatkan nira dalam batang akan memiliki kandungan gula lebih tinggi pada lingkungan marginal. Kandungan gula dalam batang juga meningkat seiring dengan pertumbuhan tanaman hingga panen. Saat tanaman memasuki masa generatif maka tanaman akan lebih banyak menyalurkan hasil fotosintesis dalam bentuk asimilat pada biji dan gula dalam batang. Kultivar Mandau, Durra, B-95, dan UGM-SS1 memiliki kandungan padatan terlarut diatas 14 °Brix, ini menunjukkan keempat varietas ini layak dipertimbangkan sebagai kultivar yang digunakan sebagai bahan baku bioetanol dari nira batang. Namun hal ini juga disesuaikan dengan karakter morfologi tanaman lainnya seperti tinggi tanaman, diameter batang dan bobot segar batang.

Dari hasil analisis korelasi menunjukkan Brix batang saat panen berkorelasi negatif terhadap gaya berkecambah, indeks vigor dan berkorelasi positif terhadap diameter batang, bobot segar tajuk, dan bobot kering tajuk. Dari analisis korelasi ini dapat dilihat bahwa kultivar yang memiliki batang yang besar dan hasil biji sedikit cenderung memiliki brix batang yang tinggi, namun yang

perlu diperhatikan dari penelitian ini yaitu kultivar yang bertubuh mantap (diameter batang dan bobot segar tajuk besar) cenderung memiliki gaya berkecambah dan indeks vigor yang rendah sehingga perlu adanya upaya untuk memperbaiki sifat baik melalui mutasi maupun hibridisasi sehingga diperoleh jenis tanaman yang unggul untuk menghasilkan bioetanol.

Pengaruh cekaman terhadap pertumbuhan tanaman bergantung pada waktu dan lamanya cekaman terjadi. Kandungan garam terlarut yang tinggi saat awal penanaman diduga tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman selanjutnya karena adanya pelindian akibat penyiraman dan curah hujan yang cukup tinggi. Komponen hasil yang paling dipengaruhi adalah brix batang saat panen. Pengukuran brix batang saat panen menunjukkan peningkatan kandungan karbohidrat terlarut dengan meningkatnya konsentrasi garam. Hal ini dapat menjadi tanda positif bahwa cekaman sesaat saat awal pertumbuhan vegetatif sorgum dapat meningkatkan kandungan gula dalam batang sorgum. Pengaruh yang ditimbulkan dari cekaman salinitas serupa dengan pengaruh kekeringan, sehingga pemberian garam pada penelitian ini dapat dijadikan sebagai simulasi kekeringan yang terjadi saat awal tahap vegetatif sorgum dapat meningkatkan brix batang saat panen.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, sorgum memiliki toleransi yang cukup baik terhadap cekaman salinitas yang terjadi pada tahap awal pertumbuhannya. Namun belum diperoleh tanaman yang benar-benar cocok untuk dibudidayakan di lahan salin. UGM-SS1 memiliki °brix yang cukup tinggi, produksi biomassa yang cukup banyak namun memiliki gaya berkecambah yang rendah, sehingga belum dapat dijadikan sebagai bahan tanam untuk produksi bioetanol. Dari hasil penelitian, kultivar yang dapat dijadikan rekomendasi sebagai tetua untuk produksi bioetanol yaitu UGM-SS1 dan Mandau karena memiliki brix batang yang cukup tinggi dan diameter batang yang besar sehingga akan mendapatkan nira yang lebih banyak. Kekurangan dari kultivar UGM-SS1 yaitu batangnya bergabus dan tanaman terlalu tinggi sehingga mudah roboh. Kemampuan sorgum untuk *recovery* setelah adanya cekaman pada tahap awal pertumbuhannya merupakan tanda positif untuk arah pengembangan sorgum di lahan dengan salinitas tinggi.

KESIMPULAN

1. Cekaman salinitas saat tahap vegetatif meningkatkan kandungan padatan terlarut dalam batang ($^{\circ}$ Brix) saat panen.
2. Cekaman salinitas saat tahap vegetatif tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, diameter batang, bobot segar tajuk, dan bobot kering tajuk.
3. Cekaman salinitas saat tahap vegetatif dapat dijadikan simulasi kekeringan untuk meningkatkan brix batang sorgum.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Allah Yang Maha Kuasa, keluarga tercinta, Fakultas Pertanian UGM, dan pihak-pihak yang telah membantu selama proses penelitian dan penyusunan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Albregts, E. C. dan C. M. Howard. 1972. Influence of temperature and moisture stress from sodium chloride salinization on okra emergence. *Crop Sci.* 836-837.
- FAO. 2005. 20 Hal untuk Diketahui tentang Dampak Air Laut pada Lahan Pertanian di Propinsi NAD, Panduan Lapang FAO. <http://www.fao.org/ag/tsunami/docs/20_things_on_salinity_bahasa.pdf>. Diakses pada tanggal 22 februari 2010.
- Kultsum, Umi. 2009. Pengaruh variasi nira tebu (*Saccharum officinarum*) dari beberapa varietas tebu dengan penambahan sumber nitrogen (N) dari tepung kedelai hitam (*Glycine soja*) sebagai substrat terhadap efisiensi fermentasi etanol. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Maulana Malik Ibrahim. Skripsi.
- Maas, E.V. and R.H. Nieman. 1978. Physiology of Plant Tolerance to Salinity *Dalam* : H.M Bintoro (Penyunting). Toleransi Beberapa Genotipe Tanaman Jagung terhadap Lahan Bergaram. *Bul. Penel. IPB.* 8 : 18.
- Maulidia, M. 2010. Biofuel/Bahan Bakar Nabati (BBN). <<http://iklimkarbon.com/2010/05/04/biofuel-bahan-bakar-nabati-bbn/>>. Diakses pada tanggal 24 November 2010.

- Notohadiprawiro, T. 1998. Tanah dan Lingkungan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Setyorini, E. 2008. Pengaruh salinitas terhadap sifat fisik tanah dan pertumbuhan kacang tanah dan padi gogo pada tanah pasir pantai purworejo. Universitas Gadjah mada. Skripsi.
- Soeranto. 2011. Pemuliaan Tanaman Sorgum di Patir-Batan. <http://www.batan.go.id/patir/_berita/pert/sorgum/sorgum.html>. Diakses pada tanggal 5 September 2011.
- Sujana, I. P. 1991. Pertumbuhan dan hasil kedelai varietas Lokon dan Wilis pada berbagai tingkat salinitas dari tanah. Tesis Fakultas Pascasarjana UNPAD, Bandung.
- Windarti, S. Endang A. dan Sunarto. 2004. Pertumbuhan dan akumulasi prolin stump Jati super (*Tectona grandis* L.f.) pada cekaman NaCl selama masa pembibitan. Jurnal Enviro. 4 : 61-68.