

Penapisan Beberapa Padi Lokal dari Pulau Enggano terhadap Ketahanan Salinitas

Screening of Several Local Rice from Enggano Island to Salinity Tolerance

Dwi Astuti^{1*}, Ade Nena Nurhasanah¹, Satya Nugroho¹, Amy Estiati¹

¹Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bogor, Jawa Barat 16911

^{*}Penulis untuk korespondensi : iiasty@yahoo.com

ABSTRACT

Enggano Island, Bengkulu Province, has a lot of local rice germplasm that has been cultivated by people in Enggano Island that is more than 30% as farmer. Identification of local rice from Enggano Island against biotic and abiotic stresses, especially salinity stress is necessary. The identification can be used, among other things, as the information of the local rice planting that related to the rising sea level in Enggano Island which impact on the condition and the area of rice cultivation land, and as a source of finding for resistance genes against salinity stress for improvement of those local rice varieties. Aim of this study is preliminary screening of some local rice from Enggano Island to salinity stress in seed and germination stages. The analysis used Factorial Randomized Design, two factors, the first factor is salt concentration and and the second is local variety. The salt concentrations used were 0 millimolar NaCl, 250 millimolar NaCl, NaCl 275 millimolar and NaCl 300 millimolar and the rice sample used were 11 local rice of Enggano Island, NiponBare varieties as control of rice plants, Pokali as resistant control and IR29 varieties as susceptible controls. Rice seeds that used in this test are seed in seed stage and germination stage of 10-14 days old. This preliminary screening shows three local genotype of Enggano Island that tolerance to Salinity.

Keywords: enggano, local paddy, preliminary screening, salinity

ABSTRAK

Pulau Enggano Provinsi Bengkulu memiliki kekayaan plasma nutfah padi lokal yang telah dibudidayakan oleh masyarakat di Pulau Enggano yang lebih dari 30% bermata-pencaharian sebagai petani. Identifikasi padi lokal dari Pulau Enggano terhadap cekaman biotik dan abiotik khususnya cekaman salinitas dirasa perlu. Identifikasi tersebut dapat digunakan antara lain sebagai informasi penanaman padi lokal tersebut terkait dengan meningkatnya permukaan air laut di Pulau Enggano yang berdampak pada kondisi dan luas tanah pertanaman padi, maupun sebagai sumber pencarian gen-gen ketahanan terhadap cekaman salinitas untuk perbaikan sifat unggul varietas padi lokal tersebut. Penelitian ini bertujuan sebagai penapisan pendahuluan beberapa padi lokal dari Pulau Enggano terhadap cekaman salinitas pada fase benih dan perkecambahan. Pengujian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial, dua faktor yaitu konsentrasi garam dan varietas lokal. Konsentrasi garam yang digunakan adalah NaCl 0 milimolar, NaCl 250 milimolar, NaCl 275 milimolar dan NaCl 300 milimolar sedangkan padi yang digunakan antara lain 11 padi lokal Pulau Enggano, padi varietas NiponBare sebagai kontrol tanaman padi, padi varietas Pokali sebagai kontrol tahan dan padi varietas IR29 sebagai kontrol peka. Bibit padi yang digunakan pada pengujian ini adalah bibit padi fase benih dan fase

perkecambahannya berumur 10-14 hari. Penapisan pendahuluan ini menunjukkan tiga genotipe padi lokal Pulau Enggano yang toleran terhadap salinitas.

Kata kunci: enggano, padi lokal, penapisan pendahuluan, salinitas

PENDAHULUAN

Pulau Enggano adalah merupakan salah satu pulau terluar dari kepulauan Nusantara, dengan luasan datar 39.586,74 Ha dan panjang garis pantai 126,71 km. Pulau Enggano terpisah oleh Samudera Hindia dari pulau Sumatera dan terpaut 175 km dari Kota Bengkulu. Secara administrasi pemerintah, Pulau Enggano merupakan sebuah Kecamatan yang termasuk dalam wilayah Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu (Regen 2011). Kata Enggano berasal dari bahasa Portugis yang berarti kecewa. Namun, kata kecewa itu sudah saatnya dihapuskan karena pulau yang dihuni 2.600-an jiwa ini menyimpan potensi yang luar biasa. Baik itu dari keanekaragaman hayati, fauna, kebudayaan, pariwisata, dan lainnya. Hal ini terungkap setelah Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) menemukan beragam kekayaan yang sangat potensial dan menunjukkan bahwa Enggano adalah pulau yang luar biasa dalam Ekspedisi Widyawan Nusantara, pada April-Mei 2015 lalu (Cahyono 2015).

Data yang didapatkan dari Kecamatan Enggano, pada tahun 2005 sebesar 37,8% penduduk Pulau Enggano bermata-pencaharian sebagai petani. Jenis pertanian yang dibudidayakan kebanyakan adalah perkebunan coklat. Hampir setiap kepala keluarga memiliki luas kebun coklat 2 hektar (Regen 2011). Sedangkan luas area pertanaman padi sawah terus menurun dan hal ini senada dengan menurunnya luas area sawah di Provinsi Bengkulu pada tahun 2006 jika dibanding tahun sebelumnya. Penurunan luas area sawah ini disebabkan adanya konversi lahan sawah menjadi pemukiman dan aktifitas lainnya. Penurunan ini diikuti penurunan produksi padi di Propinsi Bengkulu sehingga belum mampu memenuhi kebutuhan penduduk di Propinsi Bengkulu, dan pada akhirnya

sebagian padi diimpor dari daerah lain (Santoso 2009). Sementara itu Pulau Enggano sendiri memiliki kekayaan plasma nutfah padi lokal yang telah dibudidayakan oleh masyarakat di Pulau Enggano. Padi-padi lokal ini jika dibudidayakan dengan luas lahan yang optimal maka akan dapat memenuhi kebutuhan padi bagi penduduk Pulau Enggano. Sedangkan luas lahan optimal untuk pertanaman padi di Pulau Enggano sendiri semakin menurun diperparah dengan adanya gempa pada tahun 2000 yang mengakibatkan naiknya permukaan air laut dan bibir pantai (Regen 2011). Dengan garis pantai yang panjang dan semakin luasnya lahan dengan kondisi salin maka menjadi sangat penting mencari padi-padi lokal tersebut yang dapat beradaptasi di kondisi salin. Plasma nutfah padi lokal yang dimiliki Pulau Enggano yang telah dibudidayakan ini dapat dimanfaatkan dalam perakitan padi unggul yang nantinya mampu beradaptasi dengan kondisi lahan suboptimal di Pulau Enggano.

Perakitan padi unggul dapat dilakukan salah satunya dengan pemuliaan tanaman padi. Pemuliaan tanaman padi dengan memanfaatkan padi lokal dengan memperhatikan keragaman spesifik yang dimiliki varietas lokal tersebut diharapkan dapat meningkatkan keunggulan padi lokal yang dibudidayakan di lokalita spesifik (Sitaresmi 2013). Pemanfaatan padi lokal sebagai tetua persilangan telah banyak dilakukan. Padi lokal sebagai tetua persilangan untuk memperoleh sifat ketahanan terhadap penyakit hawar daun bakteri yang dilakukan oleh Nafisah *et al.* (2007) telah menghasilkan galur-galur tahan terhadap hawar daun bakteri yang bersifat multigenik. Penggunaan padi liar dan padi lokal juga telah dilakukan oleh Abdullah (2008) dan Abdulllah (2009) sebagai tetua untuk memperoleh padi tipe baru dan telah diperoleh galur-galur harapan

yang memiliki sifat morfologi dan fisiologi yang lebih baik, seperti gabah hampa lebih sedikit dan lebih tahan terhadap hama dan penyakit utama.

Sejak muncul banyaknya varietas padi unggul dan dengan adanya anjuran penanaman varietas unggul nasional yang semakin intensif yang menggantikan kedudukan varietas lokal, secara berangsur-angsur varietas lokal semakin terdesak. Erosi genetik tanaman padi akan semakin kritis jika tidak dilakukan upaya-upaya pelestarian padi lokal yang masih ada (Sitaresmi 2013). Anjuran penggunaan varietas lokal dalam program pemuliaan tanaman padi kini sudah sering dilakukan dengan tujuan memperluas latar belakang genetik varietas unggul yang akan dihasilkan (Cooper *et al.* 2001, Spoor dan Simmonds 2001, dan Berthaud *et al.* 2001). Menurut Sitaresmi (2013) penggunaan gen-gen tahan terhadap berbagai cekaman yang dimiliki varietas lokal dalam pemuliaan tanaman dapat meningkatkan keunggulan varietas unggul yang akan dihasilkan.

Identifikasi padi lokal dari Pulau Enggano terhadap cekaman biotik dan abiotik khususnya cekaman salinitas dirasa perlu. Identifikasi tersebut dapat digunakan antara lain sebagai informasi penanaman padi lokal tersebut terkait dengan meningkatnya permukaan air laut di Pulau Enggano yang berdampak pada kondisi dan luas tanah pertanaman padi. Hasil identifikasi juga dapat dijadikan sebagai sumber pencarian gen-gen ketahanan terhadap cekaman salinitas untuk perbaikan sifat unggul varietas padi lokal tersebut melalui cara pemuliaan tanaman. Hal pertama yang harus dilakukan adalah penapisan pendahuluan di Laboratorium untuk mencari padi lokal yang memiliki ketahanan jika ditumbuhkan pada media salin dan nantinya akan dilanjutkan dengan penapisan lanjutan di Rumah Kaca dan pencarian gen-gen terkait ketahanan terhadap salinitas. Penelitian ini bertujuan sebagai penapisan pendahuluan beberapa padi lokal dari Pulau Enggano terhadap cekaman salinitas.

BAHAN DAN METODE

Pengujian dilaksanakan pada bulan April 2017 sampai bulan Agustus 2017. Pengujian bertempat di ruang kultur jaringan, Laboratorium Genomik dan Perbaikan Mutu Tanaman, Puslit Bioteknologi LIPI. Bahan yang digunakan antara lain benih padi varietas Pokali, benih padi varietas IR29, benih padi varietas Nipon Bare, 11 genotipe benih padi lokal Enggano, NaCl, media $\frac{1}{2}$ MS0 cair, alkohol 70%, larutan NaOCl 70%, Fungisida Benlox 3% dan air steril. Benih yang digunakan pada pengujian ini diperoleh dari koleksi benih, Instalasi Benih, Laboratorium Genomik dan Perbaikan Mutu Tanaman, Puslit Bioteknologi LIPI. Alat yang digunakan pada pengujian ini antara lain *Laminar Air Flow*, cawan petri steril, kertas saring steril, mistar, alat tulis, kertas label, kamera digital, timbangan dan peralatan kultur jaringan lainnya.

Pengujian dilakukan menggunakan benih-benih padi yang telah dikupas kemudian disterilisasi permukaan menggunakan alkohol, fungisida dan larutan desinfektan. Benih yang telah steril kemudian ditanam pada cawan petri yang telah dialasi kertas saring dan diberi larutan perlakuan salin. Benih yang ditanam sebanyak 10 benih pada setiap cawan petri. Benih yang telah ditanam kemudian dibiarkan pada ruangan gelap selama 4-5 hari dengan suhu terkontrol. Hari ke-6 benih tersebut dipindahkan ke ruangan bercahaya dan dibiarkan tumbuh selama 10-14 hari dan kemudian dilakukan pengukuran panjang tunas, panjang akar, jumlah akar dan bobot basah masing-masing kecambah.

Pengujian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial, dua faktor yaitu konsentrasi garam dan varietas lokal. Konsentrasi garam yang digunakan adalah NaCl 0 mM, NaCl 250 mM, NaCl 275 mM dan NaCl 300 mM sedangkan padi yang digunakan antara lain 11 padi lokal Pulau Enggano, padi varietas NiponBare sebagai kontrol tanaman padi, padi varietas Pokali

sebagai kontrol tahan dan padi varietas IR29 sebagai kontrol peka.

HASIL

Parameter yang diamati pada pengujian ini adalah panjang tunas, panjang akar, jumlah akar dan bobot basah masing-masing kecambah. Pengukuran dilakukan

pada hari ke-14 setelah tanam. Hasil pengukuran beserta analisis statistiknya pada taraf kepercayaan 5% yang ditampilkan pada pengujian kali ini hanya hasil pengukuran panjang akar. Hasil rerata panjang akar dari masing-masing perlakuan pada tiap sampel padi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh panjang akar (cm) pada beberapa konsentrasi NaCl.

Sampel	Konsentrasi NaCl [mM]			
	0	250	275	300
PK	5.55	1.07 ^a	0.79	0.57
NB	8.54	0.75	0.35	0.25
IR29	5.48	0.29	0.08 ^b	0.13
40	3.5	1.79 ^a	0.56	0.26
29	7.62	0.70	0.38 ^b	0.32
28	5.85	2.55	1.01	0.40
27	4.5	1.91 ^a	0.22 ^b	0.00
46	7.52	2.60	1.47	0.26
B5640	6.29	1.24	0.14 ^b	0.16
5	7.37	1.29 ^a	0.77 ^a	0.47
49	6.5	0.83	0.34 ^b	0.28
BB4860	6.38	0.22	0.09 ^b	0.05
26	7.79	1.47	1.01	0.39
41	4.39	0.48	0.35	0.23

Keterangan: Nilai rata-rata pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji DMRT pada uji dengan taraf kepercayaan 5%.

Pengujian ini menggunakan 4 konsentrasi NaCl yang terlarut dalam media kultur jaringan ½ MS0 yaitu 0 mM, 250 mM, 275 mM dan 300 mM. Penggunaan nilai konsentrasi tersebut di atas didasarkan pada nilai konsentrasi NaCl yang masih mungkin bagi tanaman padi untuk hidup. Besaran yang biasa digunakan untuk menaksir kadar garam terlarut adalah daya hantar listrik atau *electric conductivity* (EC) (Notohadiprowiro, 1998). Nilai EC dinyatakan dengan satuan mS cm^{-1} pada suhu 250 °C. Nilai EC pada tanah menunjukkan tingkat kegaraman tanah yang diklasifikasikan menurut daya pengaruhnya atas kinerja tanaman, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Tanah dikatakan dalam kondisi salin apabila nilai EC lebih dari 4 mS/cm (Sposito, 2008). Berdasarkan nilai EC pustaka di atas dan berdasarkan nilai EC dari beberapa konsentrasi NaCl

yang diukur pada pengujian ini (Tabel 3.) maka digunakan ketiga konsentrasi tersebut di atas dengan pertimbangan kondisi tersebut sudah sangat salin dan ingin dilihat apakah tanaman masih sanggup tumbuh. Pengukuran EC hanya bisa dilakukan sampai konsentrasi NaCl sebesar 150 mM karena nilai EC tidak mampu lagi terukur pada konsentrasi lebih dari konsentrasi tersebut.

Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis didapatkan bahwa ada 3 genotipe tanaman padi lokal dari 11 padi lokal Pulau Enggano yang memiliki potensi tahan terhadap kondisi salin. Ketiga genotipe tersebut adalah genotipe 40, 27 dan 5 yang potensial tahan pada nilai konsentrasi NaCl 250mM. Genotipe 5 tampak memiliki potensi nilai tahan yang lebih dibandingkan dengan kedua genotipe lainnya karena genotipe 5 masih memiliki potensi tahan

setara dengan kontrol tahan padi varietas Pokali yang masih bisa tahan pada dua konsentrasi NaCl yaitu sampai nilai konsentrasi NaCl 275mM. Genotipe lain yang tampak sama sekali tidak memiliki potensi tahan setara dengan kontrol peka padi varietas IR29 yaitu genotipe 29, 27, B5640, dan BB4860.

Tabel 2. Pengaruh Tingkat Kegaraman Menurut Nilai EC

Nilai EC (mS/cm)	Pengaruh
0-2	Daya pengaruh kegaraman boleh diabaikan
2-4	Hasil panen pertanaman sangat peka dapat terbatas
4-8	Hasil panen banyak pertanaman terbatas
8-16	Hanya pertanaman yang tenggang berhasil panen memuaskan
> 16	Sedikit pertanaman yang tenggang berhasil panen memuaskan

Sumber: Notohadiprowiro (1998).

Tabel 3. Nilai pengukuran EC pada beberapa konsentrasi NaCl.

Konsentrasi NaCl mili Molar (mM)	Nilai EC terukur (mS/cm)
25	2.74
50	5.44
100	10.46
150	15.18

PEMBAHASAN

Pengujian pendahuluan ini adalah pengujian dengan cara cepat dan mudah untuk mengetahui padi lokal yang belum diketahui sebelumnya tingkat ketahanan terhadap cekaman abiotik tertentu atau dengan kata lain penapisan pendahuluan terhadap cekaman abiotik. Penapisan pendahuluan yang cepat dan efisien dalam menentukan tingkat toleransi terhadap salinitas suatu genotipe juga pernah dilakukan oleh Hayuningtyas (2010) yang mengemukakan bahwa pengujian toleransi terhadap salinitas pada fase perkecambahan merupakan metode seleksi yang cepat dan efisien. Deivanai *et al.* (2011) juga melakukan sebuah uji terkait ketahanan tanaman padi terhadap salinitas pada fase perkecambahan yang dirasa cepat dan efisien.

Hasil yang ditampilkan pada pengujian ini hanya hasil pengukuran panjang akar dari beberapa parameter

pengukuran lain seperti panjang tajuk, jumlah akar dan bobot basah. Hasil pengukuran menggunakan ketiga parameter di atas jika dianalisis menggunakan uji statistik DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) tidak memberikan informasi yang akurat. Hal ini mungkin disebabkan karena kurang akuratnya pengukuran panjang tajuk disebabkan pertumbuhan panjang tajuk yang dirasa kurang optimal di dalam cawan petri. Begitupun jika pengukuran menggunakan bobot basah kecambah dirasa kurang akurat karena bobot basah adalah total bobot tajuk dan akar juga benih.

Penggunaan pengukuran akar dalam analisis ini selain lebih akurat dengan pengujian di dalam cawan petri juga senada dengan yang dikemukakan oleh Gurmani *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa konsentrasi NaCl yang tinggi sangat berpengaruh pada akumulasi ion K^+ , Ca^{2+} dan bahan-bahan terlarut lainnya pada bagian vakuola sekitar akar yang secara langsung memiliki efek pada pertumbuhan

akar. Meskipun gejala keracunan terlihat awalnya pada pucuk tetapi terjadinya penurunan panjang akar akibat perlakuan NaCl lebih jelas. Hal ini disebabkan karena sel-sel meristem akar lebih sensitif terhadap garam sementara aktifitas mitosis sel-sel tersebut sangat tinggi untuk pertumbuhan akar. Katsuhara (1996) mengemukakan dua alasan yang mungkin mendasari terjadinya penurunan pertumbuhan akar dalam cekaman salin, yaitu kematian sel dan hilangnya tekanan turgor untuk pertumbuhan sel karena potensial osmotik media tanam lebih rendah dibandingkan potensial osmotik di dalam sel. Kematian sel tanaman disebabkan ketidakmampuan tanaman memproduksi protein yang mengatur ketahanan terhadap meningkatnya *uptake* ion Na^+ oleh tanaman sehingga tanaman mengalami keracunan ion Na^+ (Gupta and Huang 2014). Gupta dan Huang (2014) juga menjelaskan tentang alur pengaturan tekanan osmotik tanaman selama mengalami stres salinitas yang melibatkan beberapa protein yang berperan dalam menyeimbangkan tekanan osmotik di dalam dan di luar sel tanaman.

Pengujian ini telah menunjukkan bahwa penapisan pendahuluan dengan metode perlakuan beberapa konsentrasi NaCl terhadap benih-benih padi lokal Pulau Enggano dalam kondisi aseptik di cawan petri dapat digunakan sebagai penapisan yang cepat, mudah dan efisien. Tentunya penapisan pendahuluan ini haruslah diiringi dengan pengujian lanjutan baik di tingkat rumah kaca maupun secara molekuler di laboratorium. Penapisan pendahuluan ini pun memberikan informasi yang cukup untuk pengujian-pengujian lanjutan. Sitaresmi (2013) mengemukakan bahwa informasi ketahanan padi lokal terhadap cekaman biotik maupun abiotik sangat bermanfaat bagi pemulia untuk memperoleh donor gen dalam perakitan varietas tahan. Informasi sifat tahan tersebut pada umumnya diperoleh dari respon tanaman terhadap lingkungan yang suboptimal yang secara empiris berdasarkan evaluasi.

Penggunaan padi-padi lokal diharapkan dapat mempertahankan plasma nutfah dan budidayanya sebagai kearifan lokal Pulau Enggano dan dengan ditemukannya varietas lokal tahan salin maka para penduduk dapat mengetahui padi lokal mana yang dapat ditanam di lahan-lahan suboptimal yang sesuai. Plasma nutfah padi berupa padi-padi lokal telah dibudidayakan secara turun-temurun sehingga genotipe yang ada telah beradaptasi dengan baik pada berbagai kondisi lahan dan iklim spesifik di daerah pengembangannya (Sitaresmi, 2013). Padi lokal secara alami memiliki ketahanan terhadap cekaman biotik dan toleran terhadap cekaman abiotik dan dibudidayakan maka pasti memiliki kualitas beras yang baik sehingga disenangi. Berkaitan dengan itu Sitaresmi (2013) menekankan perlunya pelestarian padi-padi lokal dengan sifat-sifat unggulnya sebagai aset sumber daya genetik dan dimanfaatkan dalam program pemuliaan untuk perbaikan mutu tanaman. Unsur-unsur plasma nutfah secara umum yang dapat berfungsi sebagai sumber genetik tanaman menurut Hawkes *et al.* (2000) antara lain (1) bentuk primitif tanaman budi daya dari genus yang sama, (2) strain liar di habitat asli dari tanaman budi daya, (3) varietas lokal, (4) varietas lama yang tidak terpakai lagi dan galur yang dihasilkan oleh pemulia yang tidak memiliki nilai komersial, tetapi masih memiliki gen yang berguna untuk pemuliaan tanaman, dan (5) *genetic stock*, yaitu aksesori plasma nutfah yang mengandung gen-gen berguna untuk membentuk varietas modern melalui pemuliaan tanaman.

KESIMPULAN

Penapisan pendahuluan ini menunjukkan tiga genotipe padi lokal dari sebelas padi lokal Pulau Enggano yang memiliki potensi tahan terhadap kondisi salin (dibandingkan dengan Pokali sebagai kontrol tahan salin) yaitu genotipe 40, 27 dan 5 yang potensial tahan salin pada nilai konsentrasi NaCl 250mM.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan pada Saudari Eva Parita yang memberikan dukungan dan bantuan tenaga maupun pikiran dalam penelitian ini. Terimakasih pula penulis sampaikan pada Kepala Laboratorium Genomik dan Perbaikan Mutu Tanaman yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah B. 2008. Perkembangan dan proses perakitan padi tipe baru di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian* 27(1):1-9.
- Abdullah B. 2009. Progress of rice through recurrent selection. *J. Agron. Indonesia* 37(3):188-193.
- Berthaud S, Clement JC, Emperaire L, Lovette D, Pinton F, Sanow J, Second S. 2001. The role of local-level gene flow in enhancing and maintaining genetic diversity. In Cooper HD, Spillene C, Hodgken T (ed.), *Broadening the genetic base of crops*. UK: IGRI, FAO, CABI Publishing. p.81-104.
- Cahyono T. 2015. Enggano, pulau kecewa yang luar biasa. <http://bengkuluexpress.com/enggano-pulau-kecewa-yang-luar-biasa/> [Diakses 13 Maret 2017].
- Cooper HD, Spillene C, Hodgken T. 2001. Broadening the genetic base of crops: an overview. In Cooper HD, Spillene C, Hodgken T (ed.), *Broadening the genetic base of crops*. UK: IGRI, FAO, CABI Publishing. p.1-23.
- Deivanai S, Xavier R, Vinod V, Timalata K, and Lim OF. 2011. Role of exogenous proline in ameliorating salt stress at early stage in two rice cultivars. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry* 7:154-174.
- Gupta B, Huang B. 2014. Mechanism of salinity tolerance in plants: Physiological, biochemical, and molecular characterization. *International Journal of Genomics* 2014:1-18.
- Gurmani AR, Bano A, Khan SU, Din J, Zhang L. 2011. Alleviation of salt stress by seed treatment with abscisic acid (ABA), 6-benzylaminopurine (BA) and chlormequat chloride (CCC) optimizes ion and organic matter accumulation and increases yield of rice (*Oryza sativa* L.). *Australian Journal of Crop Science* 5(10):1278-1285.
- Hawkes JG, Maxted N, Ford-Llyod BV. 2000. *The ex situ conservation of plant genetic resources*. London: Kluwer Academic Publishers.
- Hayuningtyas RD. 2010. Metode uji toleransi padi (*Oryza sativa* L.) terhadap salinitas pada stadia perkecambahan [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Katsuhara M, Kawasaki T. 1996. Salt stress induced nuclear and DNA degradation in meristematic cells of barley roots. *Plant Cell Physiol* 37(2):169-173.
- Nafisah, Daradjat AA, Suprihanto B, Triny SK. 2007. Heritabilitas karakter ketahanan hawar daun bakteri dari tiga populasi tanaman padi hasil seleksi daur siklus pertama. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 26(2):100-105.
- Notohadiprowiro. 1998. *Tanah dan lingkungan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Regen R. 2011. *Profil kawasan konservasi Enggano*. Bengkulu: BKSDA Bengkulu & enggano-conservation.
- Santoso U. 2009. Profil lingkungan hidup provinsi Bengkulu – bagian IV. <http://www.google.co.id/amp/s/uwit-yangyoyo.wordpress.com/2009/08/04/profil-lingkungan-hidup-provinsi-bengkulu-bagian-4/amp/> [Diakses 13 Maret 2017].

- Sitairesmi T, Wening RH, Rakhmi AT, Yunani N, Susanto U. 2013. Pemanfaatan plasma nutfah padi varietas lokal dalam perakitan varietas unggul. *Iptek Tanaman Pangan* 8(1):22-30.
- Spoor W, Simmonds NW. 2001. Base-broadening introgression and incorporation. In Cooper HD., Spillene C., Hodgken T (eds.), *Broadening the genetic base of crops*. UK: IGRI, FAO, CABI Publishing. p.71-79.