



*Prosiding Seminar Nasional Pertanian Pesisir (SENATASI)
Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu*

IDENTIFIKASI TOLERANSI CEKAMAN SALINITAS PADA GALUR PADI HASIL PERSILANGAN VARIETAS LOKAL UNTUK BUDIDAYA PADI DI LAHAN PESISIR

*Identification of Salinity Stress Tolerance in Rice lines obtained from Inbred
Local Varieties for Cultivation in Coastal Land*

Reny Herawati¹, Ardea Gita Lafea², Masdar¹, Marulak Simarmata¹

¹Program Studi Agroekoteknologi, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

²Mahasiswa Program Studi Agroekoteknologi, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

*Corresponding author : reny.herawati@unib.ac.id

ABSTRAK

Pemanfaatan lahan marginal, termasuk lahan pesisir untuk budidaya padi merupakan terobosan untuk memacu produksi beras nasional. Potensi lahan pesisir Indonesia yang memiliki garis pantai sepanjang 106.000 km diperkirakan mencapai 1.060.000 ha. Perakitan varietas padi toleran salinitas dapat dilakukan melalui program pemuliaan, yaitu menggabungkan karakter donor toleran dari tetua dengan donor tetua yang mempunyai produktivitas tinggi. Pemuliaan tanaman padi dengan memanfaatkan varietas lokal dengan memperhatikan keragaman spesifik yang dimiliki padi lokal diharapkan dapat meningkatkan keunggulan varietas lokal yang dibudidayakan di lokasi spesifik. Percobaan menggunakan Rancangan Split Plot faktorial yang diulang 3 kali, sebagai petak utama adalah konsentrasi NaCl yaitu 0, 5000, dan 10000 ppm, sedangkan sebagai anak petak adalah 19 galur terpilih dan 2 varietas cek toleran dan peka. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cekaman salinitas pada taraf 5000 ppm atau setara dengan 7.8 dS.m⁻¹ mampu mendeteksi tingkat toleransi pada galur padi inbrida hasil persilangan varietas lokal. Teridentifikasi 10 galur toleran dan 9 galur moderat toleran. Galur-galur G2, G5, G9, G10, G11, G12, G13, G15, G16, dan G17 potensial untuk diuji lebih lanjut dan dibudidayakan di lahan pesisir.

Kata Kunci : Cekaman salinitas, varietas lokal, galur padi, lahan pesisir

ABSTRACT

Utilization of marginal land, including coastal land for rice cultivation is a breakthrough to stimulate national rice production. The potential of Indonesia's coastal land, which has 106,000 km of coastline, is estimated to reach 1,060,000 ha. The assembly of salinity-tolerant rice varieties can be done through a breeding program, which combines tolerant donor characters of elders that have high productivity. Rice breeding by utilizing local varieties by taking into account the specific diversity of local rice is expected to increase the advantage of local varieties cultivated in specific locations. The experiment used a factorial Split Plot Design repeated 3 times, as the main plot had NaCl concentrations of 0, 5000, and 10000 ppm, while the subplots were 19 selected lines and two tolerant and sensitive check varieties respectively. The results showed that salinity stress at the level of 5000 ppm or equivalent to 7.8 dS.m^{-1} was able to detect the level of tolerance in inbred rice lines produced from crossing local varieties. Ten tolerant and nine moderately tolerant lines were identified. The lines G2, G5, G9, G10, G11, G12, G13, G15, G16, and G17 are potential to be further tested and cultivated in coastal areas.

Key word : Salinity stress, local varieties, rice lines, coastal land

PENDAHULUAN

Pemanfaatan lahan marginal, di antaranya lahan pesisir untuk budidaya padi merupakan satu upaya untuk meningkatkan produksi padi nasional. Potensi lahan pesisir Indonesia diperkirakan seluas 1.060.000 ha yang berada pada garis pantai sepanjang 106.000 km (Badan Pusat Statistik, 2014). Provinsi Bengkulu yang terletak di daerah pesisir Pantai Barat Pulau Sumatera yang berhadapan langsung dengan Samudera Hindia, mempunyai wilayah pesisir yang terhampar sepanjang garis pantai $\pm 525 \text{ km}$ (Bappeda Bengkulu, 2017).

Degradasi lahan pertanian akibat salinisasi telah menjadi salah satu isu nasional, antara lain akibat intrusi air laut. Dilaporkan bahwa intrusi air laut di beberapa wilayah di Indonesia, terutama daerah dekat pantai di Pulau Jawa, dalam 20 tahun mendatang akan meningkat akibat meningkatnya permukaan air laut serta eksploitasi air tanah yang berlebihan (Suharno et al, 2015). Hasil penelitian Ismawan *et al.* (2016) menunjukkan persebaran intrusi air laut di Kota Tegal cukup tinggi sebesar 1.343 Ha (34,3%), intrusi air laut sedang 498 Ha (12,7%), dan tidak terkena pengaruh intrusi air laut 2.072 Ha (53%).

Tanah dengan cekaman salinitas didefinisikan sebagai tanah dengan nilai konduktivitas elektrik ($\text{EC} = \text{Electrical Conductivity/DHL} = \text{Daya Hantar Listrik}$) mencapai 4 desiSiemens/m (dS/m) pada suhu 25°C (Shrivastava and Kumar, 2015). Nilai EC yang tinggi tersebut disebabkan oleh kandungan garam-garam terlarut terutama NaCl yang merupakan unsur salinitas yang mendominasi kandungan air tanah. Salinitas tanah dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Tanaman padi menunjukkan sensitivitas yang tinggi terhadap cekaman salinitas pada berbagai tahap pertumbuhan. Simoes *et al.* (2016) melaporkan peningkatan nilai EC tanah sebesar 4–8 dS/m telah menurunkan tinggi tanaman dan jumlah anakan produktif hingga lebih dari 30%. Beberapa penelitian lain juga melaporkan penurunan komponen pertumbuhan dan proses fisiologis (laju fotosintesis, konduktansi stomata dan sintesis klorofil) tanaman tebu akibat peningkatan nilai EC tanah (Patade *et al.*, 2011; Zhang *et al.*, 2014).

Cara paling efisien mengatasi permasalahan salinitas adalah dengan menanam varietas toleran (Oyiga *et al.*, 2016). Tanaman memiliki mekanisme tertentu dalam mengatasi cekaman salinitas, yaitu melalui: 1) toleransi pada tekanan osmosis, 2) eksklusi ion, dan 3) toleransi dari jaringan tanaman (Roy *et al.*, 2014). Penggunaan varietas toleran dapat mengurangi penurunan pertumbuhan dan kehilangan hasil tanaman padi yang tercekam salinitas (Ferreira *et al.*, 2015; Hariadi *et al.*, 2015). Oleh karena itu penggunaan varietas toleran terhadap salinitas juga diharapkan mampu mengatasi masalah cekaman salinitas pada pertanaman padi.

Perakitan varietas padi toleran salinitas dapat dilakukan melalui program pemuliaan, yaitu menggabungkan karakter donor toleran dari tetua dengan donor tetua yang mempunyai produktivitas tinggi. Pemuliaan tanaman padi dengan memanfaatkan varietas lokal dengan memperhatikan keragaman spesifik yang dimiliki padi lokal diharapkan dapat meningkatkan keunggulan varietas lokal yang dibudidayakan di lokasi spesifik (Sitaresmi, 2013). Hasil identifikasi juga dapat dijadikan sebagai sumber pencarian gen-gen ketahanan terhadap cekaman salinitas untuk perbaikan sifat unggul varietas padi lokal tersebut melalui program pemuliaan tanaman. Hal pertama yang harus dilakukan adalah penapisan pendahuluan di Laboratorium untuk mencari varietas padi yang memiliki ketahanan jika ditumbuhkan pada media salin di Rumah Kaca.

Pada umumnya penelitian untuk toleransi salinitas, khususnya pada tahap pembibitan dilakukan di laboratorium atau rumah kaca dalam kondisi terkendali menggunakan larutan NaCl atau campuran NaCl + CaCl (Huqe *et al.*, 2021; Mohammadi *et al.*, 2023). Skrining rumah kaca larutan hara awalnya dianggap menguntungkan dibandingkan skrining lapangan karena keadaan lingkungan terkendali. Pendekatan skrining untuk toleransi salinitas pada padi meliputi skrining massal di lapangan dan skrining pada lingkungan terkendali menggunakan hidroponik atau media buatan lainnya (Ismail dan Horie, 2017).

METODE PENELITIAN

Percobaan dilaksanakan di rumah kaca dan Laboratorium Bioteknologi Terpadu Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu pada bulan Februari Mei 2023. Pengujian toleransi cekaman salinitas dilakukan terhadap 19 galur harapan hasil pemuliaan sebelumnya. Sebagai kontrol digunakan Salumpikit sebagai varietas cek tahan dan IR20 sebagai varietas cek rentan (Tabel 1).

Table 1. Galur terpilih dan varietas cek untuk identifikasi toleransi cekaman salinitas

Genotype	Accession number	Germplasm	Genotype	Accession number	Germplasm
G1	BKL1-RS1-1-247-13	Bugis/IR7858-1	G12	BKL2 B-1-262-4	Bugis/IR148
G2	BKL1-RS1-1-248-14	Bugis/IR7858-1	G13	BKL2 B-2-263-5	Bugis/IR148
G3	BKL1-RS1-2-249-15	Bugis/IR7858-1	G14	BKL2 B-2-264-6	Bugis/IR148
G4	BKL2-RS1-1-251-17	Bugis/IR148	G15	BKL3 B-2-266-8	Sriwijaya/IR148
G5	BKL3-RS1-1-253-18	Sriwijaya/IR148	G16	BKL3 B-3-267-9	Sriwijaya/IR148
G6	BKL4-RS1-1-256-21	Sriwijaya/IR7858-1	G17	BKL4 B-1-268-10	Sriwijaya/IR7858-1
G7	BKL4-RS1-2-257-22	Sriwijaya/IR7858-1	G18	BKL4-B2-269-11	Sriwijaya/IR7858-1
G8	BKL4-RS1-3-258-23	Sriwijaya/IR7858-1	G19	BKL4 B-3-270-12	Sriwijaya/IR7858-1
G9	BKL1 B-1-259-1	Bugis/IR7858-1	G20	IR20	Susceptible check

G10	BKL1 B-2-260-2	Bugis/IR7858-1	G21	Salumpikit	Resistance check
G11	BKL1 B-3-261-3	Bugis/IR7858-1			

Uji cekaman salinitas menggunakan larutan hara Yoshida (1976). Bahan yang digunakan adalah NaCl, larutan Yoshida, Styrofoam, busa, akuades, label. Alat yang digunakan adalah bak plastik, gelas ukur, beaker glass, timbangan analitik, dan kertas saring, pH meter, selang, dan aerator. Percobaan ini menggunakan Rancangan Split Plot faktorial yang diulang 3 kali, dimana sebagai petak utama adalah konsentrasi NaCl yaitu 0, 5000, dan 10000 ppm masing-masing setara dengan 0, 7.8 dS.m⁻¹ (moderate salinity) dan 15.62 dS.m⁻¹ (highly salinity) (SA Water, 2007), sedangkan sebagai anak petak adalah 19 galur terpilih dan 2 varietas cek toleran dan peka (Tabel S1).

Prosedur Penelitian

Benih padi dkecambahkan pada cawan petri. Tanaman padi yang berumur dua minggu dan memiliki 3 daun dipindahkan pada styrofoam (ketebalan 1,5 cm) yang dilubangi (terdapat 90 lubang dengan jarak 8 cm x 8 cm, masing-masing genotip terdapat 10 sampel tanaman) dan diletakkan di atas bak berukuran 80 cm x 50 cm x 15 cm yang berisi larutan Yoshida. Larutan diatur sehingga memiliki pH 9,0 dan dipertahankan selama perlakuan cekaman. Perlakuan cekaman dilakukan selama 28 hari.

Variabel yang diamati

Pengamatan dilakukan terhadap panjang akar, panjang tajuk, bobot kering akar, bobot kering tajuk, dan rasio akar tajuk.

Analisis Data

Data dianalisis dengan ANOVA 5%, apabila terdapat perbedaan yang nyata antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji LSD (Least Significant Different) 5%.

Indeks Toleransi Cekaman (ITC) menggunakan rumus Fernandez (1993):

$$STI = \frac{(Yp)(Ys)}{(\bar{Yp})^2}$$

Yp: panjang akar relatif pada kondisi normal, Ys: panjang akar relatif pada kondisi cekaman, $\bar{Yp}$: rata-rata panjang akar relatif pada kondisi normal. Kriteria untuk menentukan tingkat toleransi cekaman salinitas adalah: $STI \leq 0.5$ untuk genotip peka; $0.5 < STI \leq 1.0$ untuk genotipe moderat toleran; and $ITC > 1.0$ untuk genotipe toleran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan gejala visual dilakukan untuk mengetahui batas ambang toleransi genotipe terhadap cekaman salinitas pada tahap perkembangan awal tanaman selama fase pembibitan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semua galur yang diuji hanya mampu hidup pada cekaman salinitas 5000 ppm setara dengan 7.8 dS.m⁻¹, sedangkan pada cekaman 10.000 yang setara dengan 15.62 dS.m⁻¹ semua tanaman terhambat pertumbuhannya, daun menguning, bahkan pada 2 minggu pertama perlakuan sampai akhir pengamatan semua tanaman mati (Gambar 1a). Tanah salin memiliki EC dari ekstrak pasta

jenuh >4 dS/m atau setara 40 mmol garam per liter. Pertumbuhan dan hasil tanaman budidaya umumnya mengalami penurunan pada EC tanah 4 dS/m atau lebih, bahkan tanaman yang sensitif dapat terpengaruh pada EC 3 dS/m (Simoes *et al.*, 2016). Analisis varians menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata pada perlakuan salinitas untuk semua variable morfo-fisiologi ($P \leq 0.001$ dan $P < 0.05$), kecuali pada karakter bobot kering tajuk menunjukkan perbedaan yang tidak nyata (Tabel 1). Genotype yang diuji menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P \leq 0.001$) pada hampir semua karakter kecuali panjang akar dan bobot kering akar. Terdapat interaksi antara cekaman NaCl dan genotipe pada karakter panjang tajuk (Tabel 2).

Tabel 2. Analisis keragaman pengaruh cekaman salinitas pada 19 galur padi inbrida terhadap panjang akar, panjang tajuk, bobot kering akar, bobot kering tajuk, dan rasio akar tajuk

Source	Panjang akar	Panjang tajuk	Bobot kering akar	Bobot kering tajuk	Rasio akar tajuk
Salinity (S)	***	***	*	ns	*
Genotype (G)	ns	***	ns	***	*
S x G	ns	***	ns	ns	ns

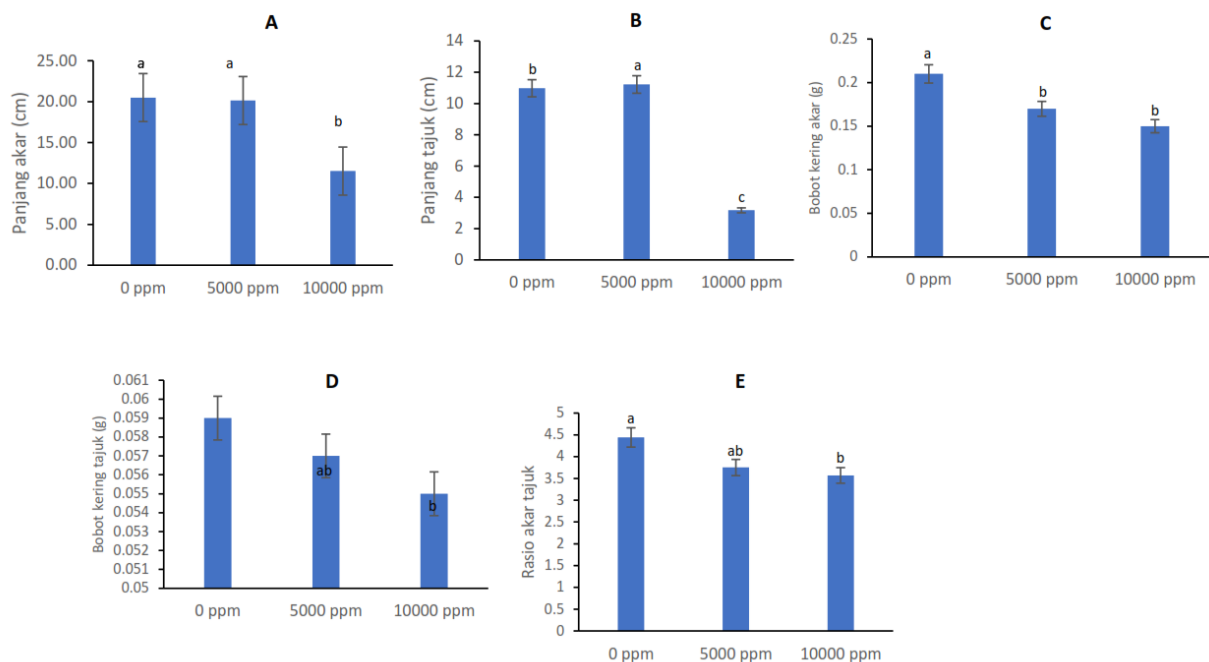
Berbeda nyata pada ***, *, artinya P-value < 0.001 , 0.05 , dan ns=tidak berbeda nyata



Gambar 1. Pengaruh cekaman salinitas pada fase pembibitan (a. Keragaan tanaman pada konsentrasi 0, 5000, dan 10000 ppm NaCl; b. Pertumbuhan akar pada cekaman 5000 ppm; c. Pertumbuhan akar pada cekaman 10000 ppm)

Hasil uji LSD 0.05 menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata pada penurunan karakter morfologi panjang akar, panjang tajuk, bobot kering akar, bobot kering tajuk, dan rasio akar tajuk). Penurunan yang signifikan terdapat pada perlakuan 10000 ppm pada karakter panjang akar (Gambar 2a), panjang tajuk (Gambar 1b), bobot kering akar (Gambar 1c), root shoot ratio (Gambar 2e), namun tidak menunjukkan penurunan yang nyata pada karakter bobot kering tajuk (Gambar 2d). Hal yang menarik dari penelitian ini adalah tidak terdapat perbedaan yang antara control dengan cekaman 5000 ppm pada karakter panjang akar dan panjang tajuk (Gambar 2a, b), meskipun untuk karakter yang lainnya menunjukkan perbedaan yang nyata. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa salinitas 3,89 dS/m

menurunkan tinggi tanaman, jumlah polong, bobot 1000 biji, dan indeks panen pada genotipe yang peka, sedangkan pada genotipe toleran terjadi pada DHL 7,82 dS/m (Hossain *et al.*, 2008). Batas kritis tanaman terhadap cekaman salinitas yang dilaporkan peneliti sebelumnya beragam. Penurunan hasil 10% terjadi pada EC= 1,0 dS/m (Evans, 2006), 1,8 dS/m (Yadav *et al.*, 2011), 2,65 dS/m (Taufiq dan Purwaningrahayu, 2012), 1,5-3,3 dS/m (Cardon *et al.*, 2012). Hasil penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa tingkat toleransi kacang hijau terhadap salinitas berhubungan dengan permeabilitas membran dan tekanan osmotik sel yang berkaitan dengan kemampuannya untuk mengakumulasi K (Hao *et al.*, 2021; Joshi *et al.*, 2022).



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi NaCl terhadap rata-rata panjang akar, panjang tajuk, bobot kering akar, bobot kering tajuk, dan rasio akar tajuk pada uji LSD 0.05

Tabel 3. Keragaan galur padi inbrida terhadap rata-rata panjang akar, bobot kering akar, dan rasio akar tajuk pada uji LSD 0.05

Genotype	Panjang tajuk (cm)	Bobot kering tajuk (g)	Rasio akar tajuk
G1	7.87 ef	0.049 de	3.64 ab
G2	8.19 def	0.053 cde	3.10 ab
G3	8.40 bcde	0.067 abc	4.73 a
G4	8.46 abcd	0.068 ab	3.72 ab
G5	8.48 abcd	0.061 bcd	4.31 ab
G6	9.02 a	0.052 de	3.79 ab
G7	8.83 abc	0.056 bcde	4.07 ab
G8	8.51 abcd	0.058 bcd	4.57 a
G9	8.62 abcd	0.082 a	2.64 b

G10	8.94 ab	0.053 cde	3.45 ab
G11	8.33 cde	0.063 bcd	3.71 ab
G12	8.45 abcde	0.053 cde	3.82 ab
G13	8.32 cde	0.058 bcd	4.85 a
G14	8.70 abcd	0.062 bcd	4.59 a
G15	8.53 abcd	0.054 bcde	4.33 ab
G16	8.48 abcd	0.052 de	4.31 ab
G17	8.33 cde	0.059 bcd	4.05 ab
G18	8.54 abcd	0.054 bcde	3.39 ab
G19	8.42 bcde	0.054 bcde	3.52 ab
IR20	7.71 f	0.041 e	3.33 ab
Salumpikit	8.37 bcde	0.053 cde	4.43 ab
LSD 0.05	0.58	0.015	1.86

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji LSD 0.05

Tabel 3. Indeks toleransi cekaman berdasarkan panjang akar pada 5000 ppm NaCl pada 19 galur padi inbrida

Genotype	NaCl		ITC	Respon
	0 ppm	5000 ppm (7.8 dS.m ⁻¹)		
G1	19.82	20.44	0.99	MT
G2	20.11	21.09	1.04	T
G3	19.67	19.86	0.96	MT
G4	19.94	18.90	0.92	MT
G5	20.19	20.95	1.04	T
G6	19.47	20.59	0.98	MT
G7	19.89	19.75	0.96	MT
G8	19.62	19.69	0.95	MT
G9	20.02	21.81	1.07	T
G10	23.09	19.20	1.09	T
G11	20.76	21.09	1.07	T
G12	20.21	21.19	1.05	T
G13	20.72	21.32	1.08	T
G14	20.24	19.66	0.98	MT
G15	20.02	20.87	1.02	T
G16	20.04	21.37	1.05	T
G17	21.09	21.20	1.10	T
G18	19.95	19.71	0.96	MT
G19	18.04	16.99	0.75	MT
G20	19.68	10.19	0.49	S
G21	21.54	19.27	1.02	T
Rataan	20.20	19.77		
SD	0.95	2.46		

Indeks Toleransi Cekaman (ITC): $ITC \leq 0,5$ untuk genotipe peka (S); $0,5 < ITC \leq 1,0$ untuk genotipe moderat toleran (MT); dan $ITC > 1,0$ untuk genotipe toleran (T)

Rata-rata panjang tajuk, bobot kering tajuk, dan rasio akar tajuk menunjukkan penampilan yang bervariasi pada semua genotip, namun sebagian besar menunjukkan penampilan yang sama dengan varietas cek toleran. Beberapa galur seperti G1, G2 memiliki panjang akar yang sama dengan varietas peka IR20, sedangkan untuk bobot kering tajuk dan rasio akar tajuk hampir menunjukkan tidak ada perbedaan antar galur maupun pada varietas cek IR20 dan Salumpikit (Tabel 2).

Indeks toleransi salinitas dilakukan pada cekaman 5000 ppm karena hampir semua genotype masih menunjukkan pertumbuhan yang baik. Indeks toleransi salinitas pada karakter panjang akar untuk semua genotype berkisar antara 0.49 – 1.09, sedangkan pada varietas cek rentan IR20 memiliki nilai IT 0.49 dan varietas cek toleran Salumpikit memiliki ITC 1.02 (Tabel 3). Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa semua genotype yang diuji toleran pada cekaman garam tinggi (7,8 dS.m⁻¹), sehingga menghasilkan genotype yang bertahan dan bahkan toleran terhadap cekaman salinitas tinggi. Hal ini diduga karena genotype yang diuji merupakan turunan IR148 dari persilangan IR 7858-1 (Herawati *et al.*, 2021). Turunan populasi tersebut telah terbukti memiliki marka QTL 12.1 yang dapat mempertahankan produktivitasnya pada cekaman kekeringan berat pada fase sebelum berbunga. Mekanisme cekaman kekeringan mirip dengan cekaman salinitas pada tanaman yang salah satunya dikendalikan oleh gen DREB2 (Huang *et al.*, 2018; Herawati *et al.*, 2021).

Hasil pengamatan gejala visual terlihat perbedaan yang signifikan antara cek tahan (Salumpikit) dan cek rentan (IR 20). Perbedaan yang nyata terdapat pada semua variable dimana cek rentan tertekan pertumbuhannya. Hampir semua galur memiliki respon pertumbuhan yang baik yang setara dengan varietas cek toleran. Beberapa galur seperti G13, G16, dan G17 bahkan memiliki respon pertumbuhan yang melebihi cek tahan. Meningkatnya konsentrasi Na dalam tanah menurunkan kandungan K⁺⁺ dan Ca jaringan tanaman (Khan *et al.*, 2021; Sarwar *et al.*, 2022). Rendahnya penyerapan Ca²⁺ oleh tanaman dapat mengganggu aktivitas dan integritas membran sel serta mendorong akumulasi Na²⁺ dalam jaringan tanaman.

Penurunan konsentrasi kalium (K) dalam jaringan tanaman mungkin disebabkan oleh antagonisme penyerapan Na dan K pada akar sehingga menghambat penyerapan K, terhambatnya transport K dalam xylem. Kalium berperan penting sebagai katalisator berbagai enzim. Berkurangnya K menyebabkan aktivitas enzim seperti nitrat reduktase yang mengubah NO₃ menjadi NH₃ (penyusun protein) akan menurun (Singh *et al.*, 2016; Ashraf *et al.*, 2018). Konsentrasi Mg²⁺ mengalami penurunan pada kondisi salin (Galkanda-Arachchige *et al.*, 2021; Lim *et al.*, 2022). Salinitas menurunkan kandungan N dan P pada semua jaringan (Sadak *et al.*, 2020; Naveed *et al.*, 2020). Penurunan penyerapan N disebabkan interaksi antara Na⁺ dengan NH₄⁺ dan Cl dengan NO (Liu *et al.*, 2020; Prodjinoto *et al.*, 2021).

Secara keseluruhan hasil penelitian menunjukkan teridentifikasi 10 galur toleran dan 9 galur moderat toleran. Galur-galur G2, G5, G9, G10, G11, G12, G13, G15, G16, dan G17 potensial untuk diuji lebih lanjut dan dibudidayakan di lahan pesisir

KESIMPULAN

Cekaman salinitas pada taraf 5000 ppm atau setara dengan 7.8 dS.m⁻¹ mampu mendeteksi tingkat toleransi pada galur padi inbrida hasil persilangan varietas lokal. Teridentifikasi 10 galur toleran dan 9 galur moderat toleran. Galur-galur G2, G5, G9, G10, G11, G12, G13, G15, G16, dan G17 potensial untuk diuji lebih lanjut dan dibudidayakan di lahan pesisir

SANWACANA

Ucapan terima kasih disampaikan kepada LPPM Universitas Bengkulu, yang telah mendanai penelitian ini melalui skim Penelitian Unggulan dana PNPB Universitas Bengkulu (kontrak No. 2116/UN.30.15/PP/2023).

DAFTAR PUSTAKA

- Ashraf, M., Shahzad, S.M., Imtiaz, M., Rizwan, M.S. 2018. Salinity effects on nitrogen metabolism in plants-focusing on the activities of nitrogen metabolizing enzymes: A review. *J Plant Nutr.* 41 (8): 1065-1081. DOI: 10.1080/01904167.2018.1431670
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2014. Statistik Lahan Pertanian 2009-2013, Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian.
- BAPPEDA Provinsi Bengkulu. 2017. Rencana Aksi Daerah Pengembangan Ekonomi Kemaritiman Provinsi Bengkulu Tahun 2017. Badan Perencanaan, Penelitian Dan Pengembangan Daerah Provinsi Bengkulu.
- Cardon, G.E., Davis, S.J., Bauder, T.A., and Waskom, R.M. 2012. Managing Saline Soils. <http://www.ext.colostate.edu/pubs/crops.html>. [2 June 2023].
- Fernandez, G.C.J. 1992. Effective Selection Criteria for Assessing Stress Tolerance. In: Kuo CG (eds). *Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress*. AVRDC Publication, Tainan.
- Ferreira, L.J., Azevedo, V., Maroco, J., Oliveira, M.M., and Santos, A.P. 2015. Salt tolerant and sensitive rice varieties display differential methylome flexibility under salt stress. *PLoS ONE* 10(5):1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124060>
- Galkanda-Arachchige, H.S.C., Roy, L.A., Davis, D.A. 2021. The effects of magnesium concentration in low-salinity water on growth of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Aquaculture Res.* 52 (2): 589-597. DOI: 10.1111/are.14916.
- Hariadi, Y.C., Nurhayati, A.Y., Soeparjono, S., and Arif, I. 2015. Screening six varieties of rice (*Oryza sativa*) for salinity tolerance. *Procedia Environmental Sciences.* 28:78–87, <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.07.012>
- Herawati, R., Alnopri, Masdar, Simarmata, M., Sipriyadi, Sutrawati, M. 2021. Identification of drought tolerant markers, DREB2A and BADH2 genes, and yield potential from single-crossing varieties of rice in Bengkulu, Indonesia. *Biodiversitas.* 22 (2): 785-793. DOI: 10.13057/biodiv/d220232
- Hao, S., Wang, Y., Yan, Y., Liu, Y., Wang, J., Chen, S. 2021. A review on plant responses to salt stress and their mechanisms of salt resistance. *Horticulturae.* 7: 132. DOI: 10.3390/horticulturae7060132.

- Hossain, M.M., Miah, M.N.A., Rahman, M.A., Islam, M.A., Islam, M.T. 2008. Effect of salt stress on growth and yield attributes of mungbean. *Bangladesh Res Pub J.* 1 (4): 324-336.
- Huqe, M.A.S., Haque, M.S., Sagar, A., Uddin, M.N., Hossain, M.A., Hossain, A.Z., Rahman, M.M., Wang, X., Al-Ashkar, I., Ueda, A., El Sabagh, A. 2021. Characterization of maize hybrids (*Zea mays* L.) for detecting salt tolerance based on morpho-physiological characteristics, ion accumulation and genetic variability at early vegetative stage. *Plants* 10: 2549. DOI: 10.3390/plants10112549.
- Ismawan, M.F., Sanjoto, T.B., dan Setyaningsih, W. 2016. Kajian intrusi air laut dan dampaknya terhadap masyarakat di pesisir kota tegal. *Geo Image.* 5 (1):1-5. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/geoimage>
- Ismail, A.M., and Horie, T. 2017. Genomics, physiology, and molecular breeding approaches for improving salt tolerance. *Annu Rev Plant Biol.* 68: 405-434. DOI: 10.1146/annurev-arplant-042916-040936.
- Joshi, S., Nath, J., Singh, A.K., Pareek, A., Joshi, R. 2022. Ion transporters and their regulatory signal transduction mechanisms for salinity tolerance in plants. *Physiologia Plantarum.* 174 (3): e13702. DOI: 10.1111/ppl.13702.
- Khan, M.N., Siddiqui, M.H., Mukherjee, S., Alamri, S., Al-Amri, A.A., Alsubaie, Q.D., Al-Munqedhi, B.M.A., Ali, H.M. 2021. Calcium-hydrogen sulfide crosstalk during K⁺-deficient NaCl stress operates through regulation of Na⁺/H⁺ antiport and antioxidative defense system in mung bean roots. *Plant Physiol Biochem.* 159: 211-225. DOI: 10.1016/j.plaphy.2020.11.055.
- Liu, X.X., Zhu, Y.X., Fang, X.Z., Ye, J.Y., Du, W.X., Zhu, Q.Y., Lin, X.Y., Jin, C.W. 2020. Ammonium aggravates salt stress in plants by entrapping them in a chloride over-accumulation state in an NRT1.1-dependent manner. *Sci Total Environ.* 746: 141244. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.141244.
- Lim, S.D., Kim, J.H., Lee, J., Hwang, S.G., Shim, S.H., Jeon, J.S., Jang, C.S. 2022. Role of OsCZMT1 in Na⁺ and Mg²⁺ transport and salinity insensitivity. *Environ Exp Bot.* 194: 104754. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2021.104754.
- Mohammadi, M., Pouryoucef, M., Farhang, N. 2023. Study on germination and seedling growth of various ecotypes of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) under salinity stress. *J Appl Res Med Aromatic Plants.* 34: 100481. DOI: 10.1016/j.jarmap.2023.100481.
- Naveed, M., Sajid, H., Mustafa, A., Niamat, B., Ahmad, Z., Yaseen, M., Kamran, M., Rafique, M., Ahmar, S., and Chen, J.T. 2020. Alleviation of Salinity-Induced Oxidative Stress, Improvement in Growth, Physiology and Mineral Nutrition of Canola (*Brassica napus* L.) through Calcium-Fortified Composted Animal Manure. *Sustainability.* 12, 846. doi:10.3390/su12030846
- Oyiga, B.C., Sharma, R.C., Shen, J., Baum, M., Ogbonnaya, F.C., Leon, J., and Ballvora, A. 2016. Identification and characterization of salt tolerance of wheat germplasm using a multivariable screening approach. *Journal of Agronomy and Crop Science.* 202(6):472–485. <https://doi.org/10.1111/jac.12178>
- Patade, V.Y., Bhargava, S., and Suprasanna, P. 2011. Salt and drought tolerance of sugarcane under isosmotic salt and water stress: Growth, osmolytes accumulation, and antioxidant defense. *Journal of Plant Interactions.* 6(4):275–282. <https://doi.org/10.1080/17429145.2011.557513>
- Prodjinoto, H., Irakoze, W., Gandonou, C., Lepoint, G., Lutts, S. 2021. Discriminating the impact of Na⁺ and Cl[–] in the deleterious effects of salt stress on the African rice species

- (*Oryza glaberrima* Steud.). *Plant Growth Regul.* 94: 201-219. DOI: 10.1007/s10725-021-00709-5.
- Roy, S.J., Negrao, S., and Tester, M. 2014. Salt resistant crop plants. *Current Opinion in Biotechnology.* 26:115–124. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2013.12.004>
- S.A. Water. 2007. Technical Guideline, General technical information for geotechnical design: Part K–Geotechnical SI Units System. *South Australian Water Corporation.* 4 pp.
- Shrivastava, P., Kumar, R. 2015. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. *Saudi J Biol Sci.* 22 (2): 123-131. DOI: 10.1016/j.sjbs.2014.12.001.
- Simoës, W.L., Calgaro, M., Coelho, D.S., dos Santos, D.B., de Souza, M.A. 2016. Growth of sugar cane varieties under salinity. *Revista Ceres.* 63 (2): 265-271. DOI: 10.1590/0034-737X201663020019.
- Sarwar, A.G., Tinne, F.J., Islam, N., Islam, M.M., and Haque, M.S. 2022. Effects of salt stress on growth and accumulation of Na⁺, K⁺ And Ca²⁺ ions in different accessions of *Sesbania*. *Bangladesh J Bot.* 51 (1): 157-167. DOI: 10.3329/bjb.v51i1.58832.
- Singh, M., Singh, V.P., Prasad, M. 2016. Responses of photosynthesis, nitrogen and proline metabolism to salinity stress in *Solanum lycopersicum* under different levels of nitrogen supplementation. *Plant Physiol Biochem* 109: 72-83. DOI: 10.1016/j.plaphy.2016.08.021.
- Sitairesmi, T., Wening, R.H., Rakhmi, A.T., Yunani, N., Susanto, U. 2013. Pemanfaatan plasma nutfah padi varietas lokal dalam perakitan varietas unggul. *Iptek Tanaman Pangan* 8(1):22-30.
- Sadak, M.S., Abd El-Hameid, A.R., Zaki, F.S.A., Dawood, M.G., and El-Awadi, M.E. 2020. Physiological and biochemical responses of soybean (*Glycine max* L.) to cysteine application under sea salt stress. *Bull Nat Res Centre.* 44: 1-10. DOI: 10.1186/s42269-019-0259-7.
- Suhartono E., Purwanto P., dan Suripin S. 2015. Seawater Intrusion Modeling On Groundwater Confined Aquifer In Semarang. *Procedia Environmental Sciences.* 23: 110-115
- Taufiq, A., and Purwaningrahyu, R.D. 2012. Tanggapan tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) terhadap cekaman salinitas. Laporan Teknis Balitkabi Tahun 2012. 23 hlm.
- Yoshida, S., Forno, D.S., Cock, J.H., Gomez, K.A. 1976. Laboratory Manual for Physiological Studies of Rice. 3th ed. Los Baños, Laguna, Philippines: IRRI. http://books.irri.org/9711040352_content.pdf
- Yadav, S., Mohammad, I., Aqil, A., Shamsul, H. 2011. Causes of salinity and plant manifestations to salt stress: A review. *J Environ Biol.* 32: 667-685.
- Zhang, L., Ma, H., Chen, T., Pen, J., Yu, S., Zhao, X. 2014. Morphological and Physiological Responses of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Plants to Salinity. *PLoS ONE* 9(11): e112807. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0112807>