

ANALISIS RESPONS PERTUMBUHAN BIBIT PADI LADANG BANGKA TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN

Analysis of the Growth Response of Bangka Upland Rice Seedlings to Drought Stress

Cik Ona^{1*}, Rina Hapsari Wening², Yullianida³

¹ Dinas Pangan dan Pertanian Pemerintah Kabupaten Bangka Provinsi Kepulauan Bangka Belitung
Jl. Diponegoro No.10, Parit Padang, Sungai Liat, Kabupaten Bangka, Kepulauan Bangka Belitung 33215

^{2,3} Balai Besar Perakitan dan Modernisasi Pertanian Tanaman Padi. Jalan Raya IX, Desa Sukamandi, Kecamatan Ciasem, Kabupaten Subang, Provinsi Jawa Barat

* Penulis Korespondensi: E-mail: rhwening83@gmail.com dan yullianida@gmail.com

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the tolerance of Bangka local rice germplasm to drought stress and aluminum toxicity at the seedling stage to identify potential genetic resources for developing rice varieties adapted to suboptimal lands. Drought tolerance screening was conducted at the Indonesian Center for Rice Instrument Standard Testing (BBPSI Padi), Sukamandi, from November to December 2023 using the concrete-bed method based on the Standard Evaluation System (SES) developed by the International Rice Research Institute (IRRI). Four Bangka local rice accessions (Runteh, Pulut Merah, Mayang Pandan, and Balok) were evaluated together with the check varieties Salumpikit, IR20, Inpago 8, and Inpago 10. Observed variables included leaf rolling score, leaf drying score, and recovery ability after rewatering. Aluminum tolerance was evaluated using a modified Yoshida nutrient solution containing 0 and 40 ppm Al. Tolerance was determined based on the Relative Root Length (RRL) index. The results demonstrated that the Runteh accession exhibited the highest drought tolerance, with leaf rolling and leaf drying scores of 3 and a recovery score of 1, comparable to the drought-tolerant check variety Salumpikit. Pulut Merah, Mayang Pandan, and Balok were classified as moderately tolerant, with leaf drying scores of 5. Under aluminum stress, Mayang Pasir showed the highest tolerance with an RRL value of 0.83 and was classified as highly tolerant, while most Bangka local rice accessions exhibited RRL values between 0.61 and 0.80, indicating tolerant responses. Runteh demonstrated tolerance to both drought and aluminum stress, highlighting its potential as a valuable genetic resource for breeding rice varieties adapted to drought-prone acidic soils in the Bangka Belitung Islands.

Keywords: *aluminum toxicity, Bangka local rice, drought stress, relative root length, tolerance.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat toleransi plasma nutfah padi lokal Bangka terhadap cekaman kekeringan dan keracunan aluminium pada fase bibit sebagai upaya identifikasi sumber genetik untuk pengembangan varietas adaptif di lahan suboptimal. Pengujian toleransi kekeringan dilaksanakan di Balai Besar Pengujian Standar Instrumen Padi (BBPSI Padi) Sukamandi pada November–Desember 2023 menggunakan metode bak semen berdasarkan *Standard Evaluation System* (SES) IRRI. Materi yang diuji terdiri atas empat aksesori padi lokal Bangka (Runteh, Pulut Merah, Mayang Pandan, dan Balok) serta varietas pembanding Salumpikit, IR20, Inpago 8, dan Inpago 10. Parameter yang diamati meliputi skor menggulung daun, skor mengering daun, dan kemampuan pulih (*recovery*). Pengujian toleransi aluminium dilakukan menggunakan kultur larutan Yoshida termodifikasi dengan taraf Al 0 ppm dan 40 ppm. Tingkat toleransi ditentukan berdasarkan nilai Relatif Panjang Akar (RPA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa aksesori Runteh merupakan genotipe paling toleran terhadap cekaman kekeringan dengan skor menggulung daun 3, skor

mengering daun 3, dan *recovery* 1, setara dengan varietas toleran Salumpikit. Pulut Merah, Mayang Pandan, dan Balok tergolong agak toleran dengan skor mengering 5. Pada pengujian aluminium, Mayang Pasir menunjukkan toleransi tertinggi dengan nilai RPA 0,83 (sangat toleran), sedangkan sebagian besar aksesori padi lokal Bangka memiliki nilai RPA 0,61–0,80 sehingga tergolong toleran. Aksesori Runteh memiliki toleransi terhadap dua cekaman sekaligus, yaitu kekeringan dan aluminium, sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber plasma nutfah dalam program pemuliaan varietas padi adaptif untuk lahan kering dan tanah masam di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.

Kata kunci: aluminium, cekaman kekeringan, padi lokal Bangka, relatif panjang akar, toleransi.

PENDAHULUAN

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan komoditas pangan utama yang berperan penting dalam menjaga ketahanan pangan di berbagai negara, terutama di kawasan Asia, termasuk Indonesia. Padi menjadi sumber karbohidrat utama bagi lebih dari separuh populasi dunia sehingga peningkatan produktivitasnya menjadi salah satu fokus utama pembangunan pertanian berkelanjutan (Kumar *et al.*, 2014; Farooq *et al.*, 2009). Produktivitas padi menghadapi tantangan yang semakin kompleks akibat perubahan iklim global yang memicu peningkatan frekuensi kekeringan, perubahan pola curah hujan, dan ketidakpastian musim tanam. Kondisi tersebut menyebabkan penurunan ketersediaan air bagi tanaman sehingga berdampak langsung terhadap pertumbuhan dan hasil padi, terutama pada sistem budidaya lahan kering (Farooq *et al.*, 2009; Pandey & Shukla, 2015).

Pengembangan padi ladang (padi gogo) menjadi salah satu upaya untuk meningkatkan produksi padi pada lahan dengan keterbatasan air. Padi gogo memiliki kemampuan tumbuh pada kondisi tadah hujan dan lahan kering sehingga berpotensi mendukung ketahanan pangan di wilayah yang memiliki keterbatasan irigasi. Pengembangan padi gogo juga menjadi strategi penting dalam menghadapi perubahan iklim karena ketersediaan sumber daya air diperkirakan semakin terbatas pada masa mendatang (Kumar *et al.*, 2014).

Provinsi Kepulauan Bangka Belitung memiliki padi ladang yang telah lama dibudidayakan secara turun-temurun oleh masyarakat sebagai bagian dari sistem pertanian lokal. Keberadaan padi lokal tidak hanya memiliki nilai ekonomi, tetapi juga berfungsi sebagai sumber plasma nutfah yang berpotensi dimanfaatkan dalam program pemuliaan tanaman. Adaptasi yang berlangsung dalam waktu lama terhadap kondisi agroekologi setempat menyebabkan varietas lokal diperkirakan memiliki karakter toleransi yang lebih baik terhadap berbagai cekaman lingkungan dibandingkan dengan beberapa varietas introduksi. Potensi tersebut menjadikan padi lokal sebagai sumber genetik yang penting untuk pengembangan varietas unggul di masa depan (Kumar *et al.*, 2014). Penelitian mengenai respons beberapa varietas padi terhadap cekaman kekeringan di lahan sawah bukaan baru di Bangka juga menunjukkan adanya perbedaan kemampuan adaptasi antarvarietas sehingga eksplorasi plasma nutfah lokal masih sangat diperlukan.

Cekaman kekeringan merupakan salah satu faktor pembatas utama dalam budidaya padi ladang. Kekurangan air menyebabkan terganggunya berbagai proses fisiologis tanaman, antara lain penurunan laju fotosintesis, berkurangnya penyerapan unsur hara, terganggunya pembelahan dan pembesaran sel, serta menurunnya akumulasi biomassa. Dampak tersebut dapat menyebabkan penurunan pertumbuhan vegetatif maupun hasil panen apabila cekaman berlangsung dalam waktu yang cukup lama (Farooq *et al.*, 2009; Pandey & Shukla, 2015). Tanaman padi yang mengalami defisit air umumnya menunjukkan penurunan tinggi tanaman, luas daun, perkembangan sistem perakaran, serta bobot kering tanaman dibandingkan dengan kondisi tanpa cekaman.

Fase bibit merupakan salah satu tahap pertumbuhan yang paling peka terhadap cekaman kekeringan karena tanaman pada tahap tersebut sedang membentuk sistem perakaran dan organ vegetatif yang menentukan pertumbuhan pada fase berikutnya. Kemampuan bibit dalam mempertahankan pertumbuhan akar, tinggi tanaman, jumlah daun, dan biomassa pada kondisi defisit air sering digunakan sebagai indikator awal untuk mengevaluasi toleransi suatu genotipe terhadap kekeringan. Pengujian pada fase bibit juga banyak digunakan sebagai metode skrining awal dalam

program pemuliaan tanaman karena relatif cepat, efisien, dan mampu menggambarkan kemampuan adaptasi genotipe terhadap kondisi cekaman air (Kumar *et al.*, 2014; Farooq *et al.*, 2009).

Penelitian mengenai toleransi kekeringan pada tanaman padi telah banyak dilakukan, tetapi sebagian besar menggunakan varietas unggul nasional atau galur introduksi sebagai objek penelitian. Informasi mengenai respons pertumbuhan padi ladang lokal Bangka terhadap cekaman kekeringan, khususnya pada fase bibit, masih relatif terbatas. Karakter adaptif yang dimiliki varietas lokal berpotensi menjadi sumber genetik penting dalam pengembangan varietas padi toleran kekeringan. Keterbatasan informasi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan penelitian (*research gap*) yang perlu dikaji lebih lanjut sebagai dasar konservasi plasma nutfah lokal sekaligus mendukung program pemuliaan padi yang adaptif terhadap perubahan iklim (Kumar *et al.*, 2014).

Penelitian ini bertujuan menganalisis respons pertumbuhan bibit padi ladang lokal Bangka terhadap cekaman kekeringan pada fase awal pertumbuhan melalui pengamatan tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, bobot segar, dan bobot kering tanaman. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai kemampuan adaptasi padi ladang lokal Bangka terhadap kondisi defisit air serta menjadi dasar dalam upaya konservasi plasma nutfah dan pengembangan varietas padi toleran kekeringan pada masa mendatang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri atas dua tahap pengujian, yaitu pengujian toleransi terhadap cekaman kekeringan dan pengujian toleransi terhadap keracunan aluminium (Al) pada fase bibit. Pengujian cekaman kekeringan dilaksanakan di Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (BB Padi), Sukamandi, Subang, Jawa Barat pada bulan November–Desember 2023 menggunakan metode bak semen untuk fase vegetatif. Pengujian toleransi terhadap keracunan aluminium dilaksanakan di Rumah Kasa Balai Besar Pengujian Standar Instrumen (BBPSI) Padi, KP Muara, Bogor.

Pengujian Toleransi terhadap Cekaman Kekeringan

Materi Pengujian

Materi yang diuji terdiri atas empat aksesori padi lokal Bangka, yaitu Runteh, Pulut Merah, Mayang Pandan, dan Balok. Sebagai varietas pembanding digunakan Salumpikit (toleran), IR20 (peka), Inpago 8 (pembanding toleran), dan Inpago 10 (pembanding agak peka). Seluruh aksesori lokal merupakan koleksi plasma nutfah asal Provinsi Kepulauan Bangka Belitung (Tabel 1).

Tabel 1. Jenis padi lokal Bangka dan varietas pembanding yang digunakan pada pengujian cekaman kekeringan fase bibit

No	Genotipe	Kelompok	Peran dalam Pengujian
1	Runteh	Padi lokal Bangka	Aksesori uji
2	Pulut Merah	Padi lokal Bangka	Aksesori uji
3	Mayang Pandan	Padi lokal Bangka	Aksesori uji
4	Balok	Padi lokal Bangka	Aksesori uji
5	Salumpikit	Varietas pembanding	Kontrol toleran
6	IR20	Varietas pembanding	Kontrol peka
7	Inpago 8	Varietas pembanding	Pembanding toleran
8	Inpago 10	Varietas pembanding	Pembanding agak peka

Pelaksanaan Pengujian Kekeringan

Benih dikecambahkan dalam *petri dish*, kemudian bibit yang telah berkecambah ditanam pada bak semen dan dipelihara dengan pengairan normal selama tujuh hari pertama. Percobaan disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan tiga ulangan. Varietas IR20 ditanam mengelilingi bak semen sebagai indikator perkembangan cekaman. Pengamatan skor menggulung daun dilakukan ketika seluruh tanaman IR20 telah menggulung penuh (skor 9), sedangkan pengamatan skor mengering daun dilakukan ketika seluruh daun IR20 telah mengering (skor 9). Setelah pengamatan selesai, seluruh tanaman disiram kembali selama 10 hari untuk

mengevaluasi kemampuan pemulihan (*recovery*). Tegangan potensial air tanah selama cekaman diukur pada kedalaman 30 cm menggunakan IRRometer. Penilaian dilakukan berdasarkan Standard Evaluation System (SES) for Rice (IRRI, 2013).

Tabel 2. Kriteria penilaian respons tanaman padi terhadap cekaman kekeringan berdasarkan SES IRRI (2013)

Skala	Menggulung daun	Mengering daun	Recovery	Kategori
0	Daun sehat	Tidak ada gejala	–	Sangat toleran
1	Daun mulai menggulung (V dangkal)	Ujung daun mengering	$\geq 90\%$ tumbuh kembali	Toleran
3	Daun menggulung (V dalam)	$\pm \frac{1}{4}$ ujung daun mengering	70–89% tumbuh kembali	Agak toleran
5	Daun menggulung membentuk U	$\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{2}$ daun mengering	40–69% tumbuh kembali	Moderat
7	Daun menggulung membentuk O	$> \frac{2}{3}$ daun mengering	20–39% tumbuh kembali	Peka
9	Daun menggulung penuh	Seluruh daun mengering	0–19% tumbuh kembali	Sangat peka

Keterangan: Skor yang semakin rendah menunjukkan tingkat toleransi terhadap cekaman kekeringan yang semakin tinggi.

Pengujian Toleransi terhadap Keracunan Aluminium

Pengujian dilakukan menggunakan metode kultur larutan Yoshida termodifikasi (Yoshida *et al.*, 1976). Materi yang diuji terdiri atas delapan aksesori padi lokal Bangka dengan varietas pembandingan toleran (IR60080-23, Sigambiri Putih, dan Inpago 4) serta varietas pembandingan peka (ITA131). Perlakuan terdiri atas dua taraf aluminium, yaitu 0 ppm (kontrol) dan 40 ppm Al, masing-masing diulang sebanyak tiga kali. Alat yang digunakan meliputi bak plastik berkapasitas 10 L, stereofoam, kasa, timbangan analitik, cawan petri, pH meter, pengaduk kayu, dan mistar. Larutan hara disusun berdasarkan komposisi Yoshida termodifikasi.

Tabel 3. Komposisi larutan Yoshida termodifikasi untuk pengujian keracunan aluminium

Unsur	Bahan Kimia	Kebutuhan dalam 1 L larutan stok (g)
NH ₄	NH ₄ NO ₃	91,4
P	NaH ₂ PO ₄ ·2H ₂ O	40,3
K	K ₂ SO ₄	71,4
Ca	CaCl ₂	88,6
Mg	MgSO ₄ ·7H ₂ O	324,0
Mn	MnCl ₂ ·4H ₂ O	1,5
Mo	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ ·4H ₂ O	0,07
B	H ₃ BO ₃	0,934
Zn	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	0,035
Cu	CuSO ₄ ·5H ₂ O	0,031
Fe	FeCl ₃ ·6H ₂ O	7,7
Asam sitrat	Citric acid	11,9
Penstabil	H ₂ SO ₄ pekat	50 mL

Benih direndam menggunakan akuades selama 2–3 hari hingga berkecambah, kemudian sebanyak 10 benih setiap genotipe ditanam pada bak plastik berukuran 35 × 25 × 10 cm yang berisi larutan hara. pH larutan dipertahankan pada $4,00 \pm 0,02$ menggunakan HCl 1 N atau NaOH 1 N setiap dua hari sekali, sedangkan larutan diganti setiap satu minggu. Dua minggu setelah tanam dilakukan pengukuran panjang akar pada seluruh tanaman. Tingkat toleransi terhadap keracunan aluminium ditentukan menggunakan Relatif Panjang Akar (Relative Root Length/RPA) yang dihitung dengan

rumus:

$$RPA = \frac{\text{Panjang akar pada 40 ppm Al}}{\text{Panjang akar pada 0 ppm Al}}$$

dengan:

- **RPA** = Relatif Panjang Akar;
- **PA₄₀** = rata-rata panjang akar pada perlakuan 40 ppm Al (cm);
- **PA₀** = rata-rata panjang akar pada kontrol (0 ppm Al) (cm).

Semakin tinggi nilai RPA menunjukkan semakin tinggi tingkat toleransi terhadap keracunan aluminium. Klasifikasi toleransi mengikuti Suwarno dan Lubis (2014) (Tabel 4).

Tabel 4. Klasifikasi toleransi terhadap keracunan aluminium berdasarkan nilai RPA

Nilai RPA	Kategori
> 0,80	Sangat toleran
0,61–0,80	Toleran
0,41–0,60	Agak toleran
0,21–0,40	Peka
< 0,21	Sangat peka

Analisis Data

Data hasil pengamatan disajikan secara deskriptif dalam bentuk tabel. Penentuan tingkat toleransi terhadap cekaman kekeringan dilakukan berdasarkan skor menggulung daun, skor mengering daun, dan daya pulih (*recovery*) sesuai Standard Evaluation System (SES) for Rice (IRRI, 2013). Tingkat toleransi terhadap keracunan aluminium ditentukan berdasarkan nilai Relatif Panjang Akar (RPA) menurut klasifikasi Suwarno dan Lubis (2014). Selanjutnya, respons aksesori padi lokal Bangka dibandingkan dengan varietas pembanding untuk mengidentifikasi potensi plasma nutfah lokal sebagai sumber gen toleran terhadap cekaman kekeringan dan keracunan aluminium.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Respons Padi Lokal Bangka terhadap Cekaman Kekeringan pada Fase Bibit

Pengujian toleransi terhadap cekaman kekeringan dilakukan terhadap empat aksesori padi lokal Bangka, yaitu Runteh, Pulut Merah, Mayang Pandan, dan Balok, dengan menggunakan varietas pembanding Salumpikit, IR20, Inpago 8, dan Inpago 10. Penilaian dilakukan berdasarkan skor menggulung daun, skor mengering daun, dan daya pulih (*recovery*) sesuai Standard Evaluation System (SES) dari IRRI (2013).

Tabel 5. Respons beberapa aksesori padi lokal Bangka terhadap cekaman kekeringan pada fase bibit

Genotipe	Skor Menggulung	Skor Mengering	Recovery	Tingkat Toleransi
Runteh	3	3	1	Toleran
Pulut Merah	3	5	3	Agak toleran
Mayang Pandan	3	5	3	Agak toleran
Balok	3	5	3	Agak toleran
Salumpikit	3	3	3	Toleran
Inpago 8	7	3	3	Agak toleran
Inpago 10	7	5	5	Agak peka
IR20	7	7	7	Peka

Hasil pengujian (Tabel 5), menunjukkan bahwa hanya satu aksesori padi lokal Bangka yang tergolong toleran, yaitu Runteh, dengan skor menggulung dan mengering daun masing-masing sebesar 3 serta nilai *recovery* sebesar 1. Nilai tersebut setara dengan varietas pembanding toleran Salumpikit dan menunjukkan kemampuan pemulihan yang lebih baik setelah tanaman kembali memperoleh air.

Sebaliknya, Pulut Merah, Mayang Pandan, dan Balok memperoleh skor mengering sebesar 5

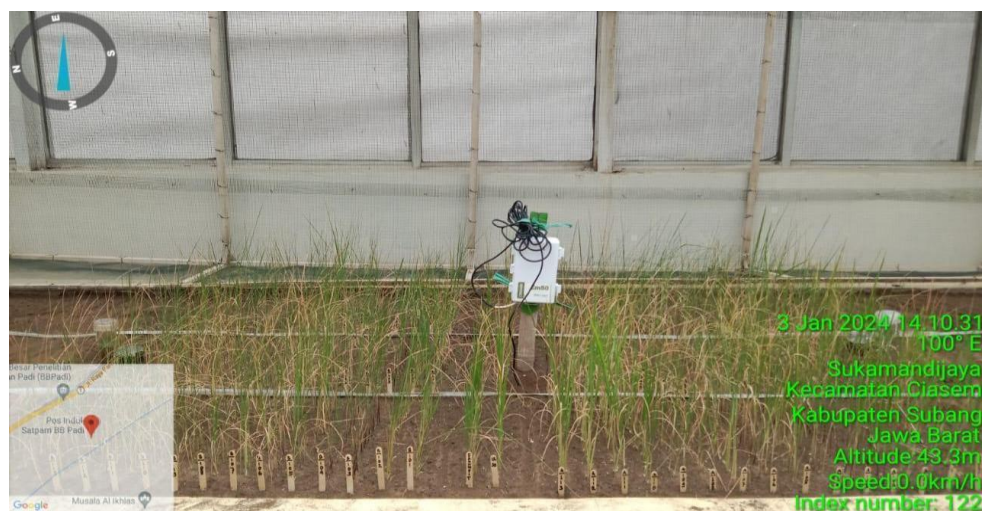
sehingga dikategorikan agak toleran. Ketiga aksesi tersebut masih mampu bertahan selama periode cekaman, tetapi mengalami kerusakan daun yang lebih besar dibandingkan Runteh.

Varietas pembanding peka IR20 menunjukkan skor menggulung dan mengering daun sebesar 7 sehingga dikategorikan peka terhadap kekeringan (Tabel 6). Sementara itu, Inpago 8 memperlihatkan skor menggulung yang tinggi namun skor mengering relatif rendah. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penggulangan daun tidak selalu menggambarkan tingkat kepekaan tanaman, tetapi dapat merupakan mekanisme adaptasi fisiologis untuk mengurangi kehilangan air melalui transpirasi.

Tabel 6. Distribusi tingkat toleransi aksesi padi lokal Bangka terhadap cekaman kekeringan

Tingkat toleransi	Jumlah aksesi	Persentase (%)	Genotipe
Toleran	1	25,0	Runteh
Agak toleran	3	75,0	Pulut Merah, Mayang Pandan, Balok

Berdasarkan Tabel 4, sebanyak 75% aksesi padi lokal Bangka tergolong agak toleran terhadap cekaman kekeringan, sedangkan 25% termasuk kategori toleran. Hasil tersebut menunjukkan bahwa plasma nutfah padi lokal Bangka memiliki potensi adaptasi terhadap kondisi defisit air sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber genetik dalam program pemuliaan padi toleran kekeringan.



Gambar 1. Dokumentasi pelaksanaan skrining toleransi kekeringan pada fase bibit

Respons Padi Lokal Bangka terhadap Keracunan Aluminium

Pengujian toleransi terhadap keracunan aluminium dilakukan menggunakan larutan Yoshida termodifikasi pada taraf aluminium 40 ppm. Tingkat toleransi ditentukan berdasarkan nilai Relatif Panjang Akar (Relative Root Length/RPA).

Tabel 7. Rata-rata panjang akar dan nilai RPA aksesi padi lokal Bangka pada perlakuan aluminium 40 ppm

Genotipe	Panjang akar 0 ppm (cm)	Panjang akar 40 ppm (cm)	RPA	Kategori
Raden	11,3	7,7	0,68	Toleran
Utan Antu	11,7	9,0	0,77	Toleran
Mayang Pasir	11,1	9,2	0,83	Sangat toleran
Damel	11,0	8,0	0,74	Toleran
Runteh	14,0	9,1	0,65	Toleran
Pulut Merah	12,8	9,4	0,74	Toleran
Mayang Pandan	12,6	7,3	0,58	Agak toleran
Balok	11,0	8,0	0,72	Toleran

Pengujian menunjukkan bahwa Mayang Pasir memiliki nilai RPA tertinggi (0,83) sehingga termasuk kategori sangat toleran terhadap keracunan aluminium. Enam aksesi lainnya memiliki nilai RPA antara 0,65–0,77 sehingga dikategorikan toleran. Sebaliknya, Mayang Pandan memiliki nilai

RPA sebesar 0,58 sehingga termasuk kategori agak toleran.

Nilai RPA yang tinggi menunjukkan bahwa pertumbuhan akar pada kondisi cekaman aluminium relatif tidak berbeda dibandingkan kondisi tanpa aluminium. Sebaliknya, semakin rendah nilai RPA menunjukkan bahwa pertumbuhan akar semakin terhambat akibat toksisitas aluminium.

Tabel 8. Distribusi tingkat toleransi aksesori padi lokal Bangka terhadap keracunan aluminium

Tingkat toleransi	Kisaran RPA	Jumlah aksesori	Persentase (%)	Genotipe
Sangat toleran	>0,80	1	12,5	Mayang Pasir
Toleran	0,61–0,80	6	75,0	Raden, Utan Antu, Damel, Runteh, Pulut Merah, Balok
Agak toleran	0,41–0,60	1	12,5	Mayang Pandan

Tabel 8 menunjukkan bahwa sebagian besar aksesori padi lokal Bangka memiliki toleransi yang baik terhadap keracunan aluminium. Temuan ini mengindikasikan bahwa plasma nutfah lokal Bangka memiliki potensi untuk dikembangkan pada lahan masam yang umumnya memiliki kandungan aluminium tersedia yang tinggi. Selain itu, kombinasi toleransi terhadap cekaman kekeringan dan keracunan aluminium pada beberapa aksesori, terutama Runteh, menunjukkan prospek yang baik sebagai sumber tetua dalam program pemuliaan varietas padi adaptif pada lahan suboptimal.

Pembahasan Pengujian Toleransi terhadap Cekaman Kekeringan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aksesori Runteh merupakan genotipe padi lokal Bangka yang memiliki tingkat toleransi tertinggi terhadap cekaman kekeringan pada fase bibit. Hal tersebut ditunjukkan oleh skor menggulung daun dan mengering daun yang rendah (skor 3), serta kemampuan pulih (*recovery*) terbaik setelah tanaman memperoleh pengairan kembali. Skor yang rendah menunjukkan bahwa jaringan tanaman masih mampu mempertahankan status air sehingga kerusakan fisiologis yang terjadi relatif kecil. Menurut Farooq *et al.* (2009), defisit air merupakan salah satu cekaman lingkungan yang paling serius dan menjadi kendala utama bagi produktivitas padi. Kerugian hasil panen akibat kekurangan air diperkirakan lebih besar dibandingkan kerugian yang disebabkan oleh faktor lingkungan lainnya, sedangkan besarnya kehilangan hasil sangat dipengaruhi oleh tingkat keparahan dan lamanya periode cekaman kekeringan.

Cekaman kekeringan menyebabkan terhambatnya berbagai proses fisiologis tanaman, termasuk pembelahan dan pemanjangan sel yang berperan penting dalam pertumbuhan vegetatif. Selain itu, defisit air memicu penutupan stomata sehingga mengurangi difusi CO₂ ke dalam daun. Kondisi ini mengakibatkan penurunan laju fotosintesis yang pada akhirnya menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Saputra *et al.*, 2025). Penurunan aktivitas fotosintesis tersebut menyebabkan berkurangnya akumulasi biomassa tanaman sehingga pertumbuhan vegetatif menjadi kurang optimal.

Respons beberapa aksesori padi lokal Bangka yang menunjukkan skor mengering daun lebih tinggi diduga berkaitan dengan terganggunya proses pertumbuhan vegetatif akibat cekaman kekeringan. Menurut Pandey dan Shukla (2016), defisit air menyebabkan ukuran tanaman menjadi lebih kecil, luas daun berkurang, serta indeks luas daun (*Leaf Area Index*; LAI) menurun. Penurunan LAI mengurangi kemampuan tajuk tanaman dalam mengintersepsi radiasi matahari sehingga kapasitas fotosintesis dan akumulasi biomassa ikut menurun. Mekanisme tersebut diduga menjadi salah satu penyebab menurunnya kemampuan pertumbuhan pada aksesori yang tergolong agak toleran dibandingkan aksesori Runteh.

Pulut Merah, Mayang Pandan, dan Balok termasuk kategori agak toleran karena masih mampu bertahan selama periode cekaman meskipun mengalami tingkat pengeringan daun yang lebih tinggi dibandingkan Runteh. Perbedaan respons tersebut menunjukkan adanya variasi genetik antargenotipe dalam mempertahankan keseimbangan air tanaman. Keragaman genetik seperti ini merupakan sumber penting dalam program pemuliaan untuk memperoleh varietas padi toleran terhadap cekaman kekeringan (Farooq *et al.*, 2009).

Varietas Inpago 8 menunjukkan skor menggulung daun yang relatif tinggi, tetapi skor mengering daun tetap rendah. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa penggulangan daun tidak

selalu menunjukkan tingkat kepekaan tanaman terhadap kekeringan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa beberapa aksesori padi lokal Bangka mengalami penggulungan daun selama periode cekaman kekeringan, namun respons tersebut merupakan salah satu bentuk adaptasi fisiologis tanaman. Menurut Nio dan Lenak (2014), penggulungan daun pada tanaman monokotil merupakan mekanisme penghindaran kekeringan (*drought avoidance*), yaitu strategi tanaman untuk mengurangi kehilangan air melalui proses transpirasi. Penggulungan daun terjadi akibat sel-sel bulliform pada epidermis daun kehilangan air sehingga tekanan turgor menurun dan daun menggulung ke arah permukaan atas. Bentuk daun yang menggulung menyebabkan luas permukaan daun yang terpapar radiasi matahari menjadi lebih kecil sehingga laju transpirasi menurun dan kandungan air jaringan dapat dipertahankan lebih lama. Oleh karena itu, genotipe yang menunjukkan gejala menggulung daun belum tentu tergolong peka terhadap cekaman kekeringan apabila masih mampu mempertahankan tingkat pengeringan daun yang rendah serta memiliki kemampuan pulih (*recovery*) yang baik setelah cekaman dihentikan.

Kemampuan pulih (*recovery*) setelah cekaman juga menjadi indikator penting dalam seleksi genotipe toleran. Tanaman yang mampu tumbuh kembali setelah memperoleh air menunjukkan bahwa jaringan meristem masih tetap hidup dan kerusakan fisiologis yang terjadi belum bersifat permanen. Oleh karena itu, pengamatan *recovery* menjadi salah satu komponen penting dalam metode Standard Evaluation System (SES) yang dikembangkan oleh International Rice Research Institute (IRRI, 2013) untuk mengevaluasi toleransi cekaman kekeringan pada fase bibit.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa plasma nutfah padi lokal Bangka, khususnya aksesori Runteh, memiliki potensi sebagai sumber gen toleran terhadap cekaman kekeringan untuk pengembangan varietas padi adaptif pada lahan kering maupun lahan tadah hujan yang semakin terdampak oleh perubahan iklim.

Pembahasan Pengujian Toleransi terhadap Keracunan Aluminium

Pengujian toleransi terhadap keracunan aluminium menunjukkan bahwa aksesori Mayang Pasir memiliki nilai Relatif Panjang Akar (RPA) tertinggi (0,83) sehingga termasuk kategori sangat toleran. Nilai RPA yang tinggi menunjukkan bahwa pertumbuhan akar pada media yang mengandung aluminium masih mendekati pertumbuhan akar pada kondisi normal sehingga pengaruh toksisitas aluminium relatif kecil.

Keracunan aluminium merupakan salah satu faktor pembatas utama pada tanah masam karena ion Al^{3+} menghambat pembelahan dan pemanjangan sel akar. Akibatnya, sistem perakaran menjadi lebih pendek sehingga kemampuan tanaman menyerap air dan unsur hara menurun. Oleh sebab itu, panjang akar dan nilai RPA banyak digunakan sebagai indikator awal toleransi terhadap aluminium pada tanaman padi. Penggunaan larutan hara Yoshida sebagai media pengujian telah banyak digunakan dalam penelitian fisiologi tanaman untuk mengevaluasi respons akar terhadap cekaman aluminium (Yoshida *et al.*, 1976).

Mayang Pasir diduga memiliki mekanisme toleransi yang lebih baik melalui kemampuan mengeksudasi asam-asam organik, seperti sitrat atau malat, dari ujung akar sehingga ion Al^{3+} dapat dihelat sebelum memasuki jaringan akar. Mekanisme tersebut merupakan salah satu mekanisme toleransi aluminium yang paling banyak ditemukan pada tanaman sereal dan memungkinkan pertumbuhan akar tetap berlangsung pada kondisi tanah masam (Kochian *et al.*, 2015).

Sebaliknya, aksesori Mayang Pandan memiliki nilai RPA sebesar 0,58 sehingga termasuk kategori agak toleran. Penurunan panjang akar yang lebih besar menunjukkan bahwa aktivitas pembelahan dan pemanjangan sel akar lebih terhambat dibandingkan genotipe lainnya. Hambatan pertumbuhan akar tersebut berpotensi menurunkan efisiensi penyerapan air dan unsur hara sehingga berdampak terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman (Kochian *et al.*, 2015).

Sebagian besar aksesori padi lokal Bangka memiliki nilai RPA di atas 0,60 sehingga tergolong toleran terhadap keracunan aluminium. Hasil ini menunjukkan bahwa plasma nutfah lokal Bangka memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap kondisi tanah masam, yang merupakan karakteristik umum lahan kering di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Selain itu, aksesori Runteh menunjukkan toleransi terhadap dua cekaman sekaligus, yaitu kekeringan dan aluminium. Karakter toleransi ganda tersebut menunjukkan bahwa aksesori Runteh berpotensi dimanfaatkan sebagai tetua

dalam program pemuliaan varietas padi adaptif untuk pengembangan lahan suboptimal.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa plasma nutfah padi lokal Bangka memiliki keragaman respons terhadap cekaman kekeringan dan keracunan aluminium pada fase bibit, sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber genetik dalam program pemuliaan padi adaptif untuk lahan suboptimal. Aksesori Runteh memiliki toleransi terbaik terhadap cekaman kekeringan serta menunjukkan toleransi terhadap aluminium, sedangkan Mayang Pasir merupakan aksesori paling toleran terhadap keracunan aluminium berdasarkan nilai Relatif Panjang Akar (RPA). Temuan ini mengindikasikan bahwa padi lokal Bangka memiliki potensi sebagai sumber gen toleran untuk pengembangan varietas padi yang sesuai pada lahan kering dan tanah masam, khususnya di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.

SARAN

Penelitian selanjutnya perlu mengevaluasi aksesori terpilih hingga fase generatif dan produktivitas di lapangan, serta mengkaji mekanisme fisiologis dan molekuler yang mendasari toleransi terhadap cekaman kekeringan dan aluminium guna mendukung program pemuliaan varietas padi unggul yang adaptif dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Farooq, M., Wahid, A., Lee, D. J., Ito, O., & Siddique, K. H. M. (2009). *Advances in Drought Resistance of Rice*. Critical Reviews in Plant Sciences, 28(4), 199–217.
- International Rice Research Institute. (2013). *Standard Evaluation System for Rice* (5th ed.). Los Baños, Philippines: IRRI.
- Kochian, L. V., Piñeros, M. A., Liu, J., & Magalhaes, J. V. (2015). Plant adaptation to acid soils: The molecular basis for crop aluminum resistance. *Annual Review of Plant Biology*, 66, 571–598. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-043014-114822>
- Kumar, A. (2011). *Drought Resistance Improvement in Rice: An Integrated Genetic and Resource Management Strategy*. Plant Production Science, 14(1), 1–14.
- Kumar, A., Dixit, S., Ram, T., Yadaw, R. B., Mishra, K. K., & Mandal, N. P. (2014). *Breeding high-yielding drought-tolerant rice: Genetic variations and conventional and molecular approaches*. Journal of Experimental Botany, 65(21), 6265–6278.
- Muzammil, Rusmawan, D., & Ahmadi. (2017). *Respon Beberapa Varietas Padi Terhadap Kekeringan di Sawah Buka-an Baru di Bangka*.
- Nio, S. A., & Lenak, A. A. (2014). Penggulungan daun pada tanaman monokotil saat kekurangan air (*Leaf rolling in monocotyledon plants under water deficit*). Jurnal Bios Logos, 4(2), 48–55.
- Pandey, V., & Shukla, A. (2015). *Acclimation and Tolerance Strategies of Rice under Drought Stress*. Rice Science, 22(4), 147–161.
- Pandey, V., & Shukla, A. (2016). Improving crop yield under drought stress through physiological breeding. In M. A. Hossain et al. (Eds.), *Drought Stress Tolerance in Plants: Physiology and Biochemistry* (Vol. 1, pp. 331–348). Springer.
- Saputra, P. O., Utomo, F. N. W., Prastio, P. R., Al-Fikri, S. I., Suwandana, V. C., & Ruviken, M. G. (2025). Fisiologis tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.) terhadap cekaman kekeringan di lahan pesisir. Jurnal Agroqua: Media Informasi Agronomi dan Budidaya Perairan, 23(2), 303–318.
- Yoshida, S., Forno, D. A., Cock, J. H., & Gomez, K. A. (1976). *Laboratory Manual for Physiological Studies of Rice* (3rd ed.). International Rice Research Institute.