

Genotipe Padi Lokal (*Oryza sativa* L.) Kuantan Singingi Toleran Cekaman Kekeringan

Chairil Ezward^{1*}, Desta Andriani², A. Haitami³, Risdianas⁴, Ilham Yaumul Pitra⁵,
Delfi Dwi Ningsi⁶, Tri Nur Utami⁷

^{1,2,3,4,5,6,7}Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Islam Kuantan Singingi
Jl. Gatot Subroto KM 7, Kebun Nenas, Teluk Kuantan Kabupaten Kuantan Singingi, Riau, Indonesia
*E-mail: ezwardchairil@yahoo.com

Diterima: 13/11/2023

Direvisi: 15/12/2023

Disetujui: 15/12/2023

ABSTRAK

Kekeringan memiliki dampak luas terhadap pertanian, seperti penurunan produktivitas dan produksi. Upaya mengatasi permasalahan ini salah satunya yaitu dengan menggunakan bahan tanam (benih) genotipe padi lokal. Genotipe padi lokal telah beradaptasi dengan lingkungan setempat yang spesifik, sehingga memiliki kemampuan beradaptasi pada kondisi cekaman kekeringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui genotipe yang toleran terhadap cekaman kekeringan, dengan menggunakan metode eksperimen yaitu dengan sengaja memberikan perlakuan kekeringan pada pot wadah penelitian pada fase pertumbuhan (vegetatif). Cekaman kekeringan diberikan mulai umur tanaman 57 HST sampai 73 HST (selama 16 hari). Selama kondisi cekaman kekeringan muncul gejala daun menggulung dan daun mengering. Hal ini menjadi acuan dalam menentukan tanaman toleran dan peka. Pengamatan fase pertumbuhan tanaman dilakukan pada 4 genotipe padi lokal asal Kabupaten Kuantan Singingi (A = Sironda Putih, B = Saronda Merah, C = Pandan Wangi dan D = Ronda Putih) ditambah 1 varietas kontrol toleran kekeringan (Inpago 9). Pengamatan dilakukan secara visual pada morfologi daun berdasarkan buku IRRI edisi tahun 1996. Hasil penelitian diperoleh genotipe yang memiliki kriteria toleran cekaman kekeringan yaitu genotipe Sironda Putih, kriteria agak toleran genotipe Saronda Merah, kriteria agak peka yaitu genotipe Pandan Wangi dan kriteria sangat peka genotipe Ronda Putih. Genotipe Ronda Putih dapat digunakan sebagai bahan budidaya pada lahan sawah tadah hujan.

Kata kunci : Buku, Irri, resisten, ronda putih.

ABSTRACT

Drought has a broad impact on agriculture, such as reducing productivity and production. One way to overcome this problem is by using planting material (seed) of local rice genotypes. Local rice genotypes have adapted to specific local environments, so they have the ability to adapt to drought stress conditions. This research aims to determine genotypes that are tolerant to drought stress, using an experimental method, namely deliberately providing drought treatment to research pots in the growth (vegetative) phase. Drought stress is given from 57 days after planting to 73 days after planting (for 16 days). During drought stress conditions, symptoms of leaf curling and drying of the leaves appear. This becomes a reference in determining tolerant and sensitive plants. Plant growth phase observations were carried out on 4 local rice genotypes from Kuantan Singingi Regency (A = Sironda Putih, B = Saronda Merah, C = Pandan Wangi and D = Ronda Putih) plus 1 drought tolerant control variety (Inpago 9). Observations were made visually on leaf morphology based on the 1996 edition of the IRRI book. The results of the research obtained genotypes that had drought stress tolerance criteria, namely the White Sironda genotype, moderately tolerant criteria for the Red Saronda genotype, slightly sensitive criteria for the Pandan Wangi genotype and very sensitive criteria for the Ronda Putih genotype. . The Ronda Putih genotype can be used as cultivation material in rainfed rice fields.

Keywords: Book, Irri, resistance, ronda putih.

PENDAHULUAN

Perkiraan cuaca yang tidak dapat diprediksi, memaksa petani yang melakukan budidaya padi menggunakan genotipe padi lokal. Hal ini

terjadi di Kabupaten Kuantan Singingi. Sebagian sawahnya adalah sawah tadah hujan yang sering mengalami cekaman kekeringan. Ai et al. (2010) menyatakan dalam siklus hidup

tanaman, mulai dari perkecambahan sampai panen, tanaman selalu membutuhkan air. Tidak satupun proses metabolisme tanaman dapat berlangsung tanpa air. Besarnya kebutuhan air setiap fase pertumbuhan selama siklus hidupnya tidak sama. Hal ini berhubungan langsung dengan proses fisiologis, morfologis dan kombinasi kedua faktor di atas dengan faktor-faktor lingkungan. Kebutuhan air pada tanaman dapat dipenuhi melalui penyerapan oleh akar. Besarnya air yang diserap oleh akar tanaman sangat bergantung pada kadar air dalam tanah yang ditentukan oleh kemampuan partikel tanah menahan air dan kemampuan akar untuk menyerapnya.

Sawah tadah hujan adalah lahan sawah yang dalam setahunnya minimal ditanami satu kali tanaman padi dengan pengairannya sangat bergantung pada hujan. Oleh karena itu tidak mengherankan jika masih banyak petani di Kabupaten Kuantan Singingi yang menanam padi sekali dalam setahun. Sementara pemerintah berupaya untuk meningkatkan produktivitas padi Nasional, sebagai upaya untuk mencapai tujuan *Sustainable Development Goals* (SDGs). Targetnya adalah memastikan sistem produksi pangan yang berkelanjutan dan mengimplementasikan praktik-praktik agrikultur yang tahan lama, dapat menaikkan produktivitas, dapat membantu menjaga ekosistem, dapat menguatkan kapasitas adaptasi terhadap perubahan iklim.

Catatan pentingnya adalah bagaimana menghadapi perubahan iklim. Disamping menjaga keseimbangan ekosistem serta meningkatkan produksi. Upaya untuk meningkatkan produksi caranya menggunakan teknologi pertanian, seperti penggunaan Varietas Unggul Baru (VUB) yang responsif terhadap pemupukan, menggunakan teknologi sistem tanam, dan lain sebagainya. Ketika menggunakan varietas unggul, kondisi lingkungan (infra-struktur) juga harus mendukung, seperti pengairan.

Sementara di Kuantan Singingi sawahnya tadah hujan, hal ini dapat menyebabkan tidak efektifnya penggunaan varietas unggul. Oleh karena itu petani lebih menggunakan genotipe padi lokal. Genotipe padi lokal juga dapat digunakan sebagai sumber plasma nutfah.

Cuaca yang tidak dapat diprediksi, menyebabkan sering tidak sama antara musim tanam dengan musim hujan. Hal ini menyebabkan sering terjadi cekaman kekeringan pada saat budidaya padi di sawah tadah hujan Kabupaten Kuantan Singingi. Potensi genotipe padi lokal yang sering digunakan para petani lebih menjamin kestabilan hasil.

Masih banyak dijumpai genotipe padi lokal. Sejauh ini belum teridentifikasi genotipe padi lokal yang toleran terhadap cekaman kekeringan. Mengetahui respons genotipe pada cekaman kekeringan, maka perlu di uji ketahanannya pada setiap fase pertumbuhan, agar diperoleh data yang valid. Tujuan dari penelitian ini untuk mengevaluasi genotipe padi lokal yang toleran cekaman kekeringan.

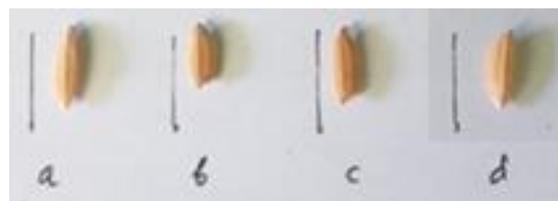
Urgensi pada penelitian ini yaitu petani pasti akan selalu menjumpai cekaman kekeringan disetiap menanam padi disawah tadah hujan. Dampaknya sangat signifikan terhadap pertumbuhan dan hasil padi. Sementara masih banyak petani yang menanam genotipe padi lokal. Genotipe-genotipe padi lokal perlu untuk di-identifikasi yang memiliki sifat toleran terhadap cekaman kekeringan maupun yang tidak.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Plastik Desa Koto Kari Kecamatan Kuantan Tengah Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau. Penelitian dilaksanakan selama 5 bulan, dimulai dari bulan Juli 2023 sampai bulan November 2023. Bahan yang digunakan yaitu 4 genotipe padi lokal (**Gambar 1**) asal Kabupaten Kuantan Singingi (A = Sironda Putih, B = Saronda Merah, C = Pandan Wangi dan D = Ronda Putih) ditambah 1 varietas kontrol toleran kekeringan (Inpago 9), pupuk kotoran sapi, insektisida pupuk Urea, TSP dan KCl. Alat yang digunakan yaitu cangkul, sabit, paku, *handsparayer*, cat, papan label, martil, timbangan, meteran, ember plastik ukuran 9 liter, jaring ikan dan alat-alat lain yang mendukung penelitian. Asal genotipe dan ketinggian tempat (sawah) pada 4 genotipe padi lokal dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu dengan sengaja memberikan perlakuan

kekeringan pada pot wadah penelitian pada fase pertumbuhan (vegetatif). Perlakuan kekeringan dilakukan dengan cara tidak menyiramkan air pada wadah penelitian untuk semua genotipe uji. Perlakuan ini mengacu kepada Susiyanti et al. (2022) dimana pengeringan ini dilakukan mulai dari umur tanaman 57 Hari Setelah Tanam sampai 73 Hari Setelah Tanam (selama 16 hari). Karena pada periode ini tanaman padi sangat membutuhkan air. Selama proses pengeringan akan muncul gejala daun menggulung dan daun mengering. Hal ini menjadi acuan dalam menentukan tanaman toleran dan peka.



Gambar 1. Genotipe padi lokal (a = Sironda Putih, b = Saronda Merah, c = Pandan Wangi dan d = Ronda Putih). Garis hitam dengan ukuran 1 cm

Tabel 1. Asal genotipe dan ketinggian tempat (sawah) pada 4 genotipe padi lokal

No	Nama Lokal	Desa	Kecamatan	Altitude (m dpl)	Lintang Selatan	Bujur Timur
1	Sironda Putih	Pulau Madina	Kuantan Hilir	35,05	0°26'19"	101°43'5"
2	Saronda Merah	Pulau Kumpai	Pangean	41,14	0°26'41"	101°41'9"
3	Pandan Wangi	Pauh Angit		39,01	0°26'4"	101°39'40"
4	Ronda Putih	Pauh Angit		39,01	0°26'4"	101°39'40"

Pengamatan dilakukan secara visual berdasarkan buku IRRI (1996) (**Tabel 2**), dimana kepekaan terhadap kekeringan sangat berkaitan dengan fenologi tanaman, pertumbuhan tanaman sebelum terkena cekaman, saat terjadi dan lamanya cekaman serta intensitas cekaman kekeringan. Minimal dibutuhkan waktu 2 minggu tidak hujan untuk memperoleh perbedaan yang nyata dalam kepekaan terhadap kekeringan selama fase vegetatif, dan sekurang-kurangnya 7 hari tanpa hujan pada fase reproduksi untuk menyebabkan kekeringan yang kuat.

Besarnya kebutuhan air setiap fase pertumbuhan selama siklus hidupnya tidak sama. Hal ini berhubungan langsung dengan proses fisiologi, morfologi, dan kombinasi kedua faktor tersebut dengan faktor-faktor lingkungan (Suwarno et al., 2016). Selama kondisi kering daun menggulung sebelum mengering. Dianjurkan untuk mengulangi penilaian selama perkembangan kekeringan. Dilihat fase pertumbuhan berdasarkan skala fase pertumbuhan tanaman padi sebagai berikut: 1. Perkecambahan; 2. Bibit; 3. Anakan; 4. Pemanjangan batang; 5. Bunting; 6. Pembungaan; 7. Fase matang susu; 8. Fase pengisian; 9. Pematangan. Media yang digunakan adalah tanah Ultisol.

Tabel 2. Skoring karakter tingkat ketahanan genotipe padi lokal terhadap cekaman kekeringan berdasarkan buku SES IRRI edisi tahun 1996

Skor	Gejala Tanaman	Tingkat Toleransi
0	Tidak ada gejala	Sangat toleran
1	Ujung daun sedikit mengering	Toleran
3	Ujung daun mengering sampai 1/4 panjang pada hampir semua daun	Agak Toleran
5	1/4 sampai 1/2 dari semua daun betul-betul kering	Agak Peka
7	Lebih dari 2/3 dari semua daun betul-betul kering	Peka
9	Semua tanaman mati	Sangat Peka

Keterangan: Pengamatan dilakukan secara visual pada morfologi daun berdasarkan buku IRRI (1996).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian memperoleh 4 kriteria tingkat ketahanan terhadap cekaman kekeringan. Genotipe yang memiliki kriteria toleran (skor 1) yaitu genotipe Ronda Putih, kriteria agak toleran (skor 3) pada genotipe Saronda Merah, kriteria agak peka (skor 5) pada genotipe Pandan Wangi dan kriteria sangat peka (skor 9) pada genotipe Saronda Putih (**Gambar 2**). Data hasil pengujian cekaman kekeringan dapat dilihat pada **Tabel 3**.

TERCEKAM



NORMAL



Gambar 2. Hasil penelitian uji cekaman kekeringan pada genotipe padi lokal

Tabel 3. Hasil pengujian toleransi genotipe padi lokal Kabupaten Kuantan Singingi terhadap cekaman kekeringan.

No	Nama Lokal	Kekeringan	
		Skor	Kriteria
1	Sironda Putih (A)	1	Toleran
2	Saronda Merah (B)	3	Agak Toleran
3	Pandan Wangi (C)	5	Agak Peka
4	Ronda Putih (D)	9	Sangat Peka
Kontrol	Resisten Chek Kekeringan (Inpago-9)	3	Agak Toleran

Keterangan: Skala dan kriteria tingkat ketahanan terhadap cekaman kekeringan berdasarkan SES IRRI tahun 1996.

Tabel 3 menunjukkan bahwa terdapat genotipe yang memiliki kriteria toleran yaitu genotipe beras sironda putih. Berdasarkan SES IRRI (1996) gejala tanaman toleran yaitu ujung daun sedikit mengering dan selebihnya masih berwarna hijau. Menurut Imaningsih (2006) salah satu kriteria varietas padi yang akan tumbuh baik pada lingkungan dengan curah hujan terbatas dan merupakan tanaman ideal

adalah toleran terhadap kekeringan dan mampu mempertahankan kehijauan selama kekeringan.

Fang dan Xiong (2015) menyatakan bahwa tanaman memiliki serangkaian mekanisme untuk mengatasi kekeringan baik dari segi morfologis, fisiologis, biokimia, seluler dan molekuler. Mekanisme tersebut tampak pada karakter akar dan daun, kemampuan penyesuaian tekanan osmotik, potensial air, kandungan ABA, dan stabilitas membran sel. Karakter-karakter tersebut digunakan sebagai indikator untuk mengevaluasi ketahanan kekeringan pada tanaman. Menurut Liu et al. (2007) tanaman memiliki mekanisme beradaptasi dalam menghadapi cekaman biotik dan abiotik. Hal ini termasuk mekanisme fotosintesis, osmoregulasi dan enzim antioksidan. Fotosintesis merupakan proses metabolisme mendasar tanaman untuk dapat beradaptasi pada kondisi tercekam.

Tabel 3 menunjukkan bahwa terdapat genotipe yang memiliki kriteria agak toleran (skor 3) pada genotipe beras saronda merah. Genotipe yang toleran dan yang agak toleran terhadap cekaman kekeringan merupakan aset berharga untuk pengembangan pemuliaan tanaman

dimasa yang akan datang. Oleh karena itu genotipe-genotipe tersebut dapat digunakan sebagai sumber plasmanutfah.

Kekurangan air mengakibatkan proses fisiologis maupun morfologis tidak normal, yang menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat atau terhenti. Mekanisme ketahanan tanaman terhadap kekeringan adalah sebagai berikut: (a) Lolos dari kekeringan (*drought escape atau escaping*), berarti tanaman mampu mengatur plastisitas pertumbuhan atau menyelesaikan daur hidupnya sebelum mengalami kekeringan. Genotipe padi yang mampu meloloskan dari kekeringan karena memiliki umur berbunga yang pendek. Abdullah et al. (2010) menyatakan mekanisme morfo- fisiologis tanaman untuk menghindari dari cekaman kekeringan adalah dengan memanjangkan akarnya untuk mencari sumber air yang relatif jauh dari permukaan tanah pada saat terjadi cekaman kekeringan. (b) Ketahanan terhadap kekeringan (*actual drought resistance*) dibagi menjadi dua, yaitu : (1) Mekanisme pengelakan (*drought avoidance*), yaitu kemampuan tanaman untuk mempertahankan potensial air sel tetap tinggi, selaras dengan semakin meningkatnya cekaman kekeringan, sehingga turgiditas sel tetap tinggi dengan cara mengurangi kehilangan air atau meningkatkan penyerapan air.

Cara meningkatkan penyerapan air adalah memperdalam sistem perakaran. Genotipe padi yang *avoidance* kekeringan kemungkinan akan mengalami perubahan nisbah tajuk-akar. Tubur et al. (2012) menyatakan penggulungan daun merupakan mekanisme penghindaran terhadap kekeringan (*drought avoidance*) yang berkaitan dengan penyesuaian laju transpirasi untuk mempertahankan potensial air daun tetap tinggi pada kondisi kekeringan. (2) Mekanisme toleransi (*drought tolerance*) yaitu kemampuan tanaman melakukan penyesuaian osmotik sel, agar pada kondisi potensial air, sel yang menurun disebabkan oleh kekeringan, dan turgiditas tetap tinggi. Man et al. (2011) menyatakan turgiditas sel dapat dipertahankan dengan meningkatkan potensial osmotik sel dengan meningkatkan kadar bahan larut di dalam sel. Salah satu bahan larut yang kadarnya meningkat selama kekeringan adalah asam amino prolin. Oleh karena itu, genotipe padi yang

toleran kekeringan memiliki prolin yang lebih tinggi.

Toleransi dengan potensial air jaringan yang tinggi (*dehydration avoidance*), yaitu kemampuan tanaman untuk tetap menjaga potensial jaringan dengan cara meningkatkan penyerapan air atau menekan kehilangan air. Tanaman memiliki kemampuan untuk meningkatkan sistem perakaran dan menurunkan hantaran epidermis dengan regulasi stomata, pembentukan lapisan lilin, bulu yang tebal, dan penurunan permukaan evapotranspirasi melalui penyempitan daun dan pengguguran daun tua (Xiong et al., 2006). Toleransi dengan potensial air jaringan yang rendah (*dehydration tolerance*), yaitu kemampuan tanaman untuk menjaga tekanan turgor sel dengan menurunkan potensial air melalui akumulasi larutan seperti gula dan asam amino atau dengan meningkatkan elastisitas sel (Martinez et al., 2007).

Cekaman kekeringan pada tanaman disebabkan oleh kekurangan suplai air didaerah perakaran dan permintaan air yang berlebihan oleh daun dalam kondisi laju evapotranspirasi melebihi laju absorpsi air oleh akar tanaman. Serapan air oleh akar tanaman dipengaruhi oleh laju transpirasi, sistem perakaran dan ketersediaan air tanah. Kekurangan air akan mengganggu aktivitas fisiologis maupun morfologis, sehingga mengakibatkan terhentinya pertumbuhan.

Respons tanaman yang mengalami cekaman kekeringan mencakup perubahan ditingkat seluler dan molekuler seperti perubahan pada pertumbuhan tanaman, volume sel menjadi lebih kecil, penurunan luas daun, daun menjadi tebal, adanya rambut pada daun, peningkatan rasio akar-tajuk, sensitivitas stomata, penurunan laju fotosintesis, perubahan metabolisme karbon dan nitrogen, perubahan produksi aktivitas enzim dan hormon. Pada tanaman yang tercekam kekeringan, tanaman lebih mementingkan pertumbuhan akar dibandingkan dengan peningkatan pertumbuhan lainnya sebagai adaptasi pada kondisi kekurangan air. Akar tanaman yang panjang akan memudahkan tanaman menjangkau sumber air. Menurut Wiraatmaja (2017) padi yang memiliki pemanjangan akar

pada pengujian toleransi kekeringan, berpotensi menjadi padi toleran kekeringan.

Setiap genotipe memiliki interaksi pada cekaman yang diberikan terhadap karakter panjang tajuk dan panjang akar. Genotipe yang cenderung toleran kekeringan memiliki penggulungan daun lebih rendah dan melihatkan secara visual daun yang tetap hijau karena tetap dapat menyesuaikan kemampuan laju transpirasi untuk mempertahankan potensial air daun tetap tinggi pada saat kekurangan air. Menurut Afrianingsih et al. (2018) menyatakan bahwa penggulungan daun dapat berkaitan dengan kemampuan penyesuaian laju transpirasi untuk mempertahankan potensial air daun tetap tinggi pada saat kekurangan air.

Pada tanaman yang toleran cekaman kekeringan, tekanan turgor daun tetap dipertahankan meskipun air jaringan maupun kandungan lengas tanah menurun. Hal ini terjadi melalui penurunan potensial osmotik daun yang disebut penyesuaian osmotik (Salisbury dan Ross, 1995). Mekanisme adaptasi tanaman yang lain untuk mengatasi cekaman kekeringan menurut Wang et al. (1995) adalah dengan pengaturan osmotik sel.

Pada mekanisme ini terjadi sintesis dan akumulasi senyawa organik yang dapat menurunkan potensial osmosis sehingga menurunkan potensial air dalam sel tanpa membatasi fungsi enzim serta menjaga turgor sel, yaitu salah satunya dengan menghasilkan prolin. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ketahanan terhadap cekaman kekeringan berhubungan dengan peningkatan kandungan prolin yang berperan penting dalam menjaga pertumbuhan akar pada potensial osmotik air yang rendah. Jumlah prolina yang meningkat dianggap merupakan indikasi toleransi terhadap cekaman kekeringan karena prolina berperan sebagai senyawa penyimpan N dan osmoregulator dan sebagai prokotor enzim tertentu (Nazirah, 2018). Sebagai akibatnya sel jaringan atau tanaman yang over produksi prolina dianggap mempunyai sifat toleransi terhadap cekaman kekeringan yang lebih baik.

Rekomendasi dari hasil penelitian adalah dalam budidaya padi sawah dapat dilakukan perbaikan genetik genotipe yang tidak toleran. Dapat pula

memperbaiki teknologi budidaya seperti teknologi budidaya. Dapat menggunakan teknologi sistem tanam maupun perbaikan sarana irigasi serta sistem pemupukan.

SIMPULAN

Diperoleh 4 kriteria tingkat ketahanan terhadap cekaman kekeringan. Genotipe yang memiliki kriteria toleran (skor 1) yaitu genotipe Ronda Putih, kriteria agak toleran (skor 3) pada genotipe Saronda Merah, kriteria agak peka (skor 5) pada genotipe Pandan Wangi dan kriteria sangat peka (skor 9) pada genotipe Saronda Putih.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. A., Ammar, M. H., dan Badawi, A. T. (2010). Screening rice genotypes for drought resistance in Egypt. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 2(7), 205–215.
- Afrianingsih, S., Susanto, U., dan Ardiarini, N. R. (2018). Toleransi Genotipe Padi (*Oryza sativa* L.) pada Fase Vegetatif dan Fase Generatif Terhadap Cekaman Kekeringan. *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(3), 355–363.
- Ai, N. S., Tondai, S. M., dan Butarbutar, R. (2010). Evaluasi Indikator Toleransi Cekaman Kekeringan pada Fase Perkecambahan Padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Biologi*, 14(1), 50–54.
- Fang, Y., dan Xiong, L. (2015). General mechanism of drought response and their application in drought resistance improvement in plants. *Cell. Mol. Life Sci.*, 72, 673–689.
- Imaningsih, W. (2006). Studi banding sifat ketahanan struktural terhadap kekeringan antara varietas padi sawah dan padi gogo berdasarkan struktur anatomi daun. *Bioscientiae*, 3(1), 47–58.
- IRRI. (1996). *Standar Evaluation System for Rice (SES)*. Los Banos: International Rice Research Institute.
- Liu, H. Y., Li, J. Y., Zhao, Y., dan Huang, K. K. (2007). Influence of drought stress on gas exchange and water use efficiency of *Salix psammophila* growing in five places. *Arid. Zone. Res.*, 24, 815–820.
- Man, D., Bao, Y. X., dan Han, L. B. (2011). Drought tolerance associate with proline and hormone metabolism in two tall fescue cultivars. *Hort Science*, 46(7), 1027–1032.

- Martinez, J. P., Silva, H., Ledent, J. F., dan Pinto, M. (2007). Effect of drought stress on the osmotic adjustment, cell wall elasticity and cell volume of six cultivars of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Europ J. Agronomy*, 26, 30-38.
- Nazirah, L. (2018). *Teknologi Budidaya Padi Toleran Kekeringan*. Aceh: CV. Sefa Bumi Persada.
- Salisbury, F. ., dan Ross, C. W. (1995). *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*. Bandung: ITB.
- Susiyanti, Sulastri, I., Zahratul, M., dan Widi, A. (2022). Uji ketahanan enam varietas padi (*oryza sativa* l.) Terhadap kekeringan secara morfologi dan molekuler. *Jurnal Agroekotek*, 14(1), 123 – 122.
- Suwarno, P. M., Desta, W., dan Ahmad, J. (2016). Kendali Genetik Toleransi Kekeringan. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 44(2), 119 – 125.
- Wang, Z., Mackilland, D. J., dan Bonman, J. M. (1995). Partial Resistanceto Blastin Indica Rice. *Crop Science*, 29, 848–853.
- Wiraatmaja, I. (2017). *Bahan Ajar : Cara Tanaman Beradaptasi Terhadap Cekaman Fisiologis*. Bali: Program Studi Agroekoteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Udayana.
- Xiong, L., Wang, R. G., Mao, G., dan Koczan, J. M. (2006). Identification of drought tolerance determinant by genetic analysis of root response to drought stress and abscisic acid. *Plant Physiol.*, 142, 1065–1074.