



## **Respons Fisiologis dan Anatomi Padi Aromatik (*Oryza sativa* L.) terhadap Cekaman Kekeringan melalui Analisis Klorofil, Prolin, dan Kerapatan Stomata**

*Physiological and Anatomical Responses of Aromatic Rice (*Oryza sativa* L.) to Drought Stress through Analysis of Chlorophyll, Proline, and Stomatal Density*

Author(s): Mohammad Ali Mudhor<sup>1\*</sup>; Eka Nurmala Sari<sup>1</sup>; Erlin Susilowati<sup>1</sup>

<sup>(1)</sup> Politeknik Negeri Banyuwangi

\*Corresponding author: [alimudhor@poliwangi.ac.id](mailto:alimudhor@poliwangi.ac.id)

Submitted: 30 Jul 2025

Accepted: 28 Sep 2025

Published: 30 Sep 2025

### **ABSTRAK**

Padi aromatik varietas Sintanur memiliki nilai jual tinggi karena aroma khas dan kualitas beras premium, namun rentan terhadap cekaman kekeringan akibat perubahan iklim. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh cekaman kekeringan terhadap kandungan klorofil, prolin, dan kerapatan stomata sebagai indikator fisiologis toleransi kekeringan pada padi aromatik Sintanur. Penelitian dilakukan di Greenhouse Program Studi Agronomi dan Laboratorium CDAST Universitas Jember dengan rancangan acak lengkap non-faktorial, lima taraf perlakuan kapasitas lapang (kontrol, 100%, 80%, 60%, 40%), enam ulangan. Parameter yang diamati meliputi kandungan klorofil menggunakan SPAD-10, prolin dengan metode Bates (1973), dan kerapatan stomata melalui cetakan cat kuku. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan uji DMRT 5%. Hasil penelitian menunjukkan kandungan klorofil menurun signifikan seiring meningkatnya cekaman kekeringan, terutama pada taraf 80%, 60%, dan 40% kapasitas lapang. Sebaliknya, kandungan prolin meningkat, berperan sebagai osmoprotektan dan penetral radikal bebas, menjaga turgor sel di bawah kondisi stres. Kerapatan stomata juga menurun pada cekaman berat sebagai mekanisme adaptasi untuk mengurangi kehilangan air, meskipun varietas Sintanur menunjukkan kerapatan stabil pada kapasitas lapang 100%. Ketiga parameter ini menjadi indikator penting dalam seleksi varietas padi aromatik toleran kekeringan. Sintanur menunjukkan respons adaptif pada cekaman sedang, namun performanya menurun drastis pada kekeringan berat, sehingga diperlukan program pemuliaan lanjutan.

### **Kata Kunci:**

Kekeringan;  
kerapatan stomata;  
klorofil;  
padi aromatik;  
prolin

### **ABSTRACT**

#### **Keywords:**

Aromatic rice;  
chlorophyll;  
drought;  
proline;  
stomatal density

*The Sintanur aromatic rice variety has a high selling value due to its distinctive aroma and premium rice quality, but is vulnerable to drought stress due to climate change. This study aims to evaluate the effect of drought stress on chlorophyll content, proline, and stomatal density as physiological indicators of drought tolerance in Sintanur aromatic rice. The study was conducted at the Greenhouse of the Agronomy Study Program and the CDAST Laboratory of Jember University with a non-factorial completely randomized design, five levels of field capacity treatments (control, 100%, 80%, 60%, 40%), and six replications. The parameters observed included chlorophyll content using SPAD-10, proline using the Bates method (1973), and stomatal density using nail polish impressions. Data were analyzed using ANOVA and continued with a 5% DMRT test. The results showed that chlorophyll content decreased significantly with increasing drought stress, especially at levels of 80%, 60%, and 40% field capacity. Conversely, proline content increased, acting as an osmoprotectant and free radical neutralizer, maintaining cell turgor under stressful conditions. Stomatal density also decreases under severe stress as an adaptive mechanism to reduce water loss, although the Sintanur variety exhibits stable density at 100% field capacity. These three parameters are important indicators in the selection of drought-tolerant aromatic rice varieties. Sintanur exhibits an adaptive response to moderate stress, but its performance declines drastically under severe drought, necessitating further breeding programs.*



## PENDAHULUAN

Beras aromatik merupakan salah satu jenis beras yang diminati masyarakat karena karakternya yang pulen dan mengeluarkan aroma pandan ketika ditanak, sehingga terciptalah rasa dan aroma wangi. Beberapa varietas padi lokal seperti Rojo Lele, Mentik Wangi, dan Pandan Wangi menghasilkan beras aromatik dengan kualitas yang tinggi dan mempunyai nilai jual yang lebih tinggi. Namun demikian, padi-padi ini masih mempunyai beberapa kekurangan terutama dari segi produktivitasnya yang sangat rendah (Fanata & Husna, 2021). Varietas lokal aromatik seringkali tidak menghasilkan tekstur, aroma, dan produktivitas yang sama jika ditanam di daerah yang berbeda. Oleh karena itu, Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (BB Padi) telah mengeluarkan beberapa varietas padi aromatik, seperti Sintanur, Celebes, Gilirang, Cimelati, dan Batang Gadis (Feriadi & Mutmainnah, 2023).

Padi aromatik Sintanur memiliki nilai ekonomi tinggi karena karakteristik aromanya yang khas dan kualitas beras premium. Namun, produktivitasnya sering menurun akibat cekaman lingkungan, terutama kekeringan yang semakin sering terjadi akibat perubahan iklim. Perubahan iklim memiliki dampak yang sangat besar seperti, Pertumbuhan dan kegagalan tanaman yang menyebabkan penurunan hasil panen, kerusakan sumber daya lahan pertanian, dan peningkatan kelembaban udara (Auliya et al., 2024). Salah satu perubahan iklim yang menjadi penyebab menurunnya produktivitas padi yaitu sedikitnya curah hujan yang menyebabkan kekeringan.

kekeringan menyebabkan berbagai dampak negatif pada tanaman. Kekeringan akan menyebabkan terganggunya proses metabolisme tanaman seperti terhambatnya penyerapan nutrisi, terhambatnya pembelahan dan pembesaran sel, penurunan aktivitas enzim serta

penutupan stomata sehingga pertumbuhan dan perkembangan tanaman menjadi terhambat (Supriyanto, 2013). Kekeringan tidak hanya mempengaruhi pertumbuhan dan hasil, tetapi menyebabkan gangguan fisiologis dan anatomi pada tanaman, seperti penurunan klorofil, penutupan stomata, dan akumulasi ROS—serta perubahan anatomi daun dan jaringan pembuluh yang berfungsi mengurangi kehilangan air dan mempertahankan transportasi air (Seleiman et al., 2021).

Kadar klorofil merupakan salah satu indikator sifat toleran tumbuhan terhadap cekaman kekeringan karena biosintesis klorofil berkaitan erat dengan fotosintesis yang bersifat sensitif terhadap defisit air. Klorofil sangat vital dalam proses fotosintesis karena klorofil membuat tumbuhan mendapatkan energi dari cahaya (Putri et al., 2022). Tanaman memiliki respons berbeda terhadap kondisi cekaman kekeringan. Salah satu respons tanaman pada kondisi cekaman kekeringan pada berbagai tanaman memperlihatkan adanya peningkatan prolin. Pada kondisi cekaman kekeringan pada berbagai tanaman memperlihatkan terjadinya peningkatan prolin. Sementara prolin merupakan bahan dasar dari terbentuknya 2-acetyl-1-pyrrolin (Rahayu et al., 2016). 2-Acetyl-1-pyrroline (2AP) tidak hanya berperan sebagai senyawa penentu aroma padi aromatik, tetapi juga berperan dalam proses adaptasi tanaman terhadap cekaman kekeringan. Prolin sebagai prekursor utama 2-AP berperan dalam osmoregulasi. Menurut Luo et al. (2020), aplikasi prolin eksogen terbukti meningkatkan aktivitas PRODH sehingga mendorong akumulasi 2-AP. Selain itu, kondisi cekaman kekeringan juga memuncu peningkatan 2-AP melalui upregulasi Diamine Oksidase 1 yang mengonversi putresin menjadi 2-AP. Berdasarkan hal tersebut, 2-AP dapat dipandang sebagai metabolit adaptif yang mencerminkan respons fisiologis tanaman terhadap cekaman kekeringan.

Sementara itu perubahan kerapatan stomata memiliki dampak terhadap cekaman kekeringan menyebabkan penurunan potensial air tanaman yang sangat besar pengaruhnya terhadap proses fisiologis dan metabolisme yang terjadi di dalam tanaman. Penurunan potensial air tanaman dapat menyebabkan terjadinya penurunan laju fotosintesis. Sehingga kerapatan stomata menjadi strategi untuk mengurangi kehilangan air melalui proses transpirasi (Sumadji, 2020).

Penelitian mengenai keterkaitan ketiga parameter ini pada padi aromatik masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh cekaman kekeringan terhadap kandungan klorofil, prolin, dan kerapatan stomata, serta mengidentifikasi indikator fisiologis yang dapat digunakan dalam seleksi varietas padi aromatik toleran kekeringan.

## METODOLOGI

Penelitian dilakukan di Greenhouse Program studi Agronomi Universitas Jember, uji lab dilaksanakan di Laboratorium CDAST Universitas Jember. Bahan utama yang digunakan adalah benih padi aromatik varietas Sintanur, media tanah, polibag ukuran 40 cm x 40cm , pupuk NPK mutiara (kandungan 16-16-16), pestisida, aquadest, alkohol, Nitrogen cair dan asam ninhidryn. Alat yang digunakan meliputi sentrifuge (thermo scientific), vortex, mortar, spektrofotometer (UV – VIS) , eppendorf, klorofilmeter (SPAD-10  $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ ).

### Metode penelitian

Percobaan dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non faktorial yang terdiri dari 5 perlakuan taraf cekaman kekeringan dan di lakukan sebanyak 6 kali ulangan. Media tanam

yang digunakan dalam penelitian ini seragam untuk semua perlakuan. Media berupa tanah topsoil, setiap polibag berisi media tanam sebanyak 10kg yang ditimbang dengan menggunakan timbangan digital untuk memastikan keseragaman.

Penentuan persentase kapasitas lapang ditentukan dengan metode gravimetri. Tanah dalam pot disiram hingga jenuh, kemudian dibiarkan selama 48 jam hingga kelebihan air hilang. Sampel tanah diambil, ditimbang berat basahnya, lalu dikeringkan dalam oven 105 °C hingga berat konstan untuk memperoleh berat kering. Kadar air kapasitas lapang dihitung dari selisih berat basah dan kering oven

Adapun perlakuan yang diberikan yaitu :

P1 = Kontrol

P2 = 100 % ( Kapasitas Lapang )

P3 = 80 % (Kapasitas Lapang )

P4 = 60 % (Kapasitas Lapang )

P5 = 40 % (Kapasitas Lapang )

Parameter pengamatan meliputi, jumlah kandungan klorofil, kandungan prolin dan kerapatan stomata. Adapun tahapan dalam pengujian parameter adalah sebagai berikut

### Kandungan Klorofil

Kandungan klorofil daun diukur dengan menggunakan klorofilmeter (SPAD-10  $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ ). Pengambilan data dilakukan pada saat awal fase generatif.

### Kandungan Prolin

Analisis Kandungan prolin dilakukan pada saat fase generatif pembungaan. Sampel daun diambil pada daun kedua dari atas, dengan menggunakan metode modifikasi Bates (1973).”Konsentrasi prolin ditentukan dari kurva standar dan dihitung berdasarkan berat segar dengan rumus sebagai berikut”:

$$\text{Prolin} = \frac{[(\mu\text{g prolin/ml}) \times \text{ml toluen}]/115,5 \mu\text{g/mol}}{\text{gram contoh} / 5} = \mu \text{ mol prolin/ g bobot segar}$$

### Kerapatan Stomata

Pengamatan stomata dilakukan satu kali pada akhir fase vegetatif. Setiap pengamatan diambil 3 sampel daun pada masing-masing perlakuan. Daun yang digunakan adalah daun kedua dari daun

bendera. Permukaan daun dibersihkan dari pasir atau tanah kemudian diolesi dengan cat kuku seluas 1 cm pada permukaan bawah daun di bagian ujung, tengah dan pangkal. Berikut rumus penghitungan kerapatan stomata (Dama et al., 2020)

$$\text{Kerapatan Stomata} = \frac{\text{Jumlah Stomata}}{\text{Satuan luas bidang pandang}}$$

Data yang sudah diperoleh dari pengamatan selanjutnya dilakukan analisis ragam (ANOVA). Apabila terdapat pengaruh antara perlakuan maka dilanjutkan uji jarak berganda (DMRT) pada taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kandungan Klorofil

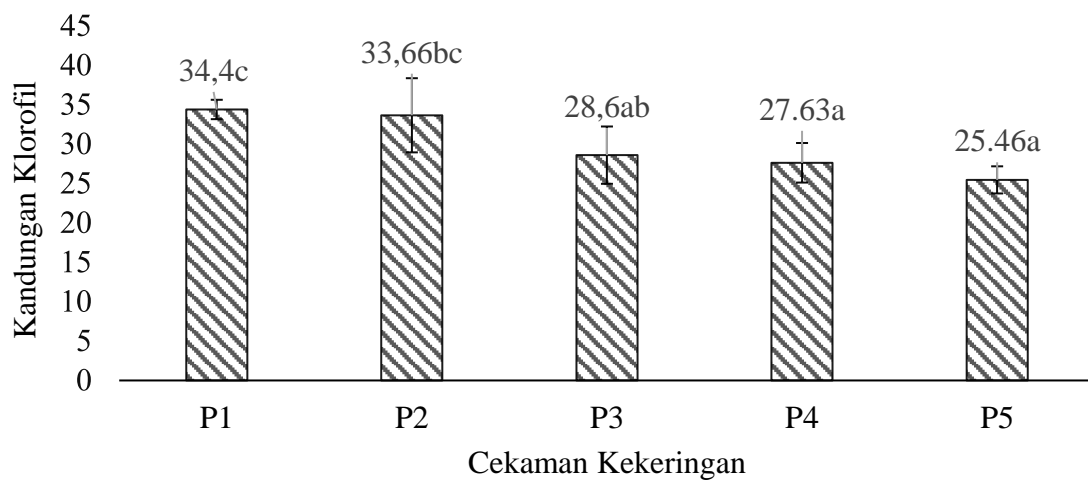
Jumlah air tanah yang sedikit pada kapasitas lapang dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi, kondisi ini dikenal sebagai stres kekeringan. Cekaman kekeringan merupakan salah satu faktor utama yang memengaruhi pertumbuhan tanaman, sehingga penting dilakukan eksplorasi terhadap varietas padi yang toleran terhadap kekeringan. Upaya ini juga bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas padi secara berkelanjutan di lahan rawan kekeringan, terutama pada varietas bernilai ekonomi tinggi seperti padi aromatik.

Berdasarkan hasil dari analisis sidik ragam cekaman kekeringan menurunkan jumlah kandungan klorofil. Berdasarkan (Gambar 1), menunjukkan bahwa semakin tanaman padi tersebut tercekam kekeringan, maka semakin rendah pula kandungan klorofil. Kandungan klorofil pada perlakuan kontrol memiliki nilai yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan cekaman kekeringan dengan

kapasitas lapang lainnya (100%, 80%, 60% dan 40% kapasitas lapang. Jumlah kandungan klorofil pada kontrol berbeda nyata dengan kandungan klorofil dengan perlakuan cekaman 80%, 60% dan 40%, sedangkan jumlah kandungan klorofil pada taraf cekaman kekeringan 100% kapasitas lapang tidak menunjukkan perbedaan nyata dengan kontrol (*flooding*).

Hasil penelitian dari Apherta et al. (2025) menunjukkan bahwa pendugaan tanaman yang tercekam kekeringan pada jaringan tanaman menyebabkan terjadinya hambatan dalam pengangkutan nutrisi dan air pada tanaman, sehingga stres oksidatif meningkat hal ini yang menyebabkan kerusakan pada struktur kloroplas sehingga terjadi penurunan kandungan klorofil pada daun. Menurut Putri et al. (2022), klorofil merupakan salah satu indikator toleransi cekaman kekeringan pada padi.

Hasil penelitian ini sejalan dengan pernyataan dari Sujinah & Ali (2016) bahwa pengaruh cekaman kekeringan pada beberapa spesies tanaman dapat menyebabkan perubahan penurunan kandungan klorofil yang bervariasi. Tanaman memiliki mekanisme pertahanan yang berbeda-beda terhadap cekaman kekeringan, salah satunya dengan menggunakan metode lolos dari cekaman kekeringan, atau disebut dengan (*drought escape*).



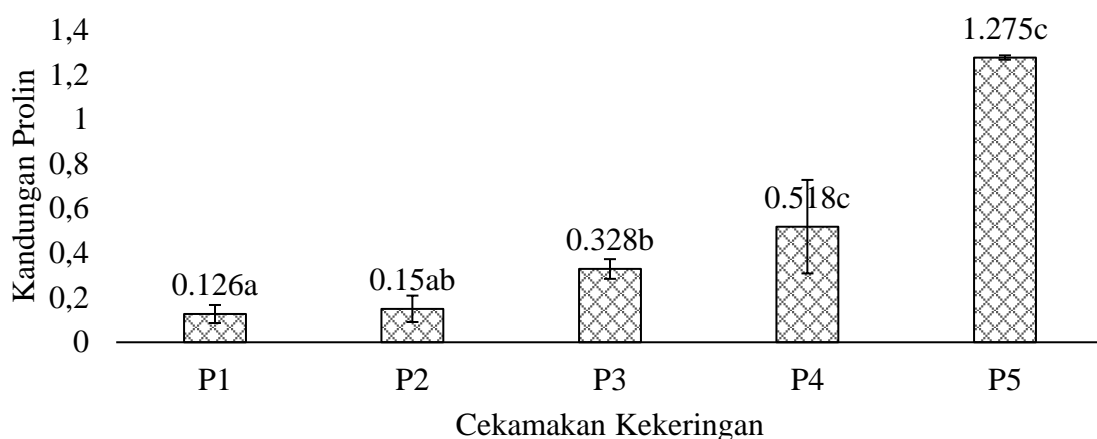
Gambar 1. Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap jumlah kandungan klorofil, keterangan : P1(Kontrol), P2 (100% KL), P3(80% KL), P4 (60% KL), P5 (40% KL)

Figure 1. The Effect of Drought Stress on Chlorophyll Content, description: P1 (control), P2 (100% FC), P3 (80% FC), P4 (60% FC), P5 (40% FC)

### Kandungan Prolin

Berbeda dengan kandungan klorofil yang cenderung menurun, kandungan prolin dalam jaringan tanaman justru mengalami peningkatan pada kondisi cekaman kekeringan (Gambar 2). Hal tersebut sesuai dengan penelitian Rosawanti (2016), yang menunjukkan bahwa beberapa genotipe tanaman memiliki kemampuan adaptasi melalui akumulasi prolin sebagai bentuk

respon terhadap kekeringan. Menurut Heuer (2010), prolin berperan sebagai zat osmoprotektan yang membantu menstabilkan tekanan turgor di dalam sel tanaman. Mekanisme ini dilakukan dengan menurunkan potensial osmotik, sehingga tanaman tetap mampu mempertahankan keseimbangan air dan struktur sel meskipun berada dalam kondisi lingkungan yang kurang sesuai.



Gambar 2. Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap jumlah kandungan Prolin, keterangan : P1(Kontrol), P2 (100% KL), P3(80% KL), P4 (60% KL), P5 (40% KL)

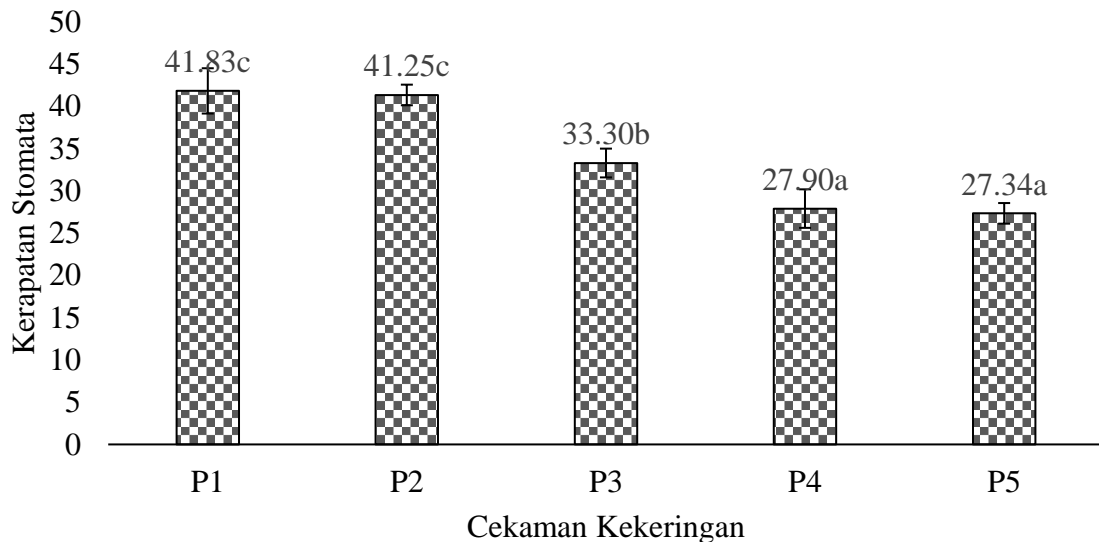
Figure 2. The Effect of Drought Stress on Proline Content, description: P1 (control), P2 (100% FC), P3 (80% FC), P4 (60% FC), P5 (40% FC)

Menurut Spormann et al. (2023), penurunan turgor sel dapat menjadi pemicu utama peningkatan akumulasi prolin pada tanaman yang mengalami cekaman abiotik, termasuk cekaman kekeringan. Kondisi tersebut, dapat memicu beberapa respon, seperti penutupan stomata hingga penurunan laju fotosintesis. Selain itu, saat tanaman mengalami cekaman prolin juga dapat berperan menetralkan reaktif oksigen spesies (ROS) (Rejeb et al., 2014). ROS dapat menyebabkan kerusakan pada membran sel, protein, dan DNA jika tidak dinetralsir secara efektif. Pada kondisi tersebut, prolin berfungsi sebagai antioksidan alami, membantu meminimalkan dampak negatif yang ditimbulkan oleh ROS melalui mekanisme perlindungan seluler. Berdasarkan hal tersebut, prolin dianggap sebagai salah satu indikator ketahanan tanaman.

dengan proses transpirasi. Stomata berperan penting dalam proses pertukaran gas, terutama dalam mengatur masuknya CO<sub>2</sub> ke dalam daun, yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai bahan utama dalam proses fotosintesis. Kerapatan jumlah stomata berkaitan dengan jumlah kandungan air yang ada didalam tanah. Setiap tanaman memiliki kepekaan terhadap cekaman kekeringan. Tanaman yang peka akan menunjukkan respon kerapatan stomata yang menurun pada saat ketersediaan air di tanah sedikit, sedangkan tanaman toleran akan menunjukkan kerapatan stomata yang tinggi apabila pada saat ketersediaan air sedikit atau menurun (Dama et al., 2020). Kerapatan stomata merupakan jumlah stomata yang terletak pada daun tersebut. Diperkirakan perbedaan jumlah stomata dipengaruhi oleh faktor genetik dan yang lebih dominan adalah dari faktor lingkungan (Sakiroh & Aunillah, 2020).

**Kerapatan Stomata**

Stomata merupakan salah satu organ yang penting bagi tanaman yang berkaitan



Gambar 3. Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap jumlah kerapatan Stomata, keterangan : P1(Kontrol), P2 (100% KL), P3(80% KL), P4 (60% KL), P5 (40% KL)

Figure 3. The Effect of Drought Stress on Stomata Density Content, description: P1 (control), P2 (100% KL), P3(80% KL), P4 (60% KL), P5 (40% KL)

Berdasarkan hasil dari penelitian pada Gambar 3, menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat cekaman, memberikan pengaruh penurunan kerapatan jumlah stomata, pada perlakuan P3 menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan perlakuan P2, namun perlakuan P2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan control, hal ini menunjukkan bahwa tanaman padi aromatik (sintanur) pada kondisi kapasitas lapang 100% masih tergolong optimal dalam pertumbuhannya. Hasil penelitian dari Al Toriq & Puspitawati (2023) menyatakan kerapatan stomata dipengaruhi oleh jumlah stomata yang terbentuk pada daun. Semakin banyak jumlah stomata, maka semakin tinggi pula kerapatannya. Faktor lingkungan seperti suhu, intensitas cahaya, kelembapan, dan ketersediaan air juga memengaruhi jumlah stomata. Cekaman kekeringan yang semakin tinggi akan berdampak pada proses pertukaran gas CO<sub>2</sub>, karena tanaman berusaha mengurangi laju evapotranspirasi untuk mempertahankan tekanan turgor sel.

Tanaman memiliki mekanisme terhadap cekaman kekeringan yang terbagi menjadi tiga kategori yaitu escape, avoidance dan toleran. Kerapatan stomata termasuk dalam salah satu mekanisme cekaman kekeringan pada kategori escape, mencirikan daun menjadi lebih sempit, memiliki kutikula yang tebal serta kemampuan menutupnya stomata dengan cepat. Kerapatan stomata dan ukuran berhubungan dengan ketahanan terhadap cekaman kekeringan (Sumadji & Purbasari, 2018).













## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, tanaman padi aromatik varietas Sintanur menunjukkan respons fisiologis yang berbeda terhadap cekaman kekeringan, yang terlihat dari kandungan klorofil, prolin, dan kerapatan stomata. Temuan ini mengindikasikan bahwa Sintanur memiliki


potensi toleransi terhadap cekaman kekeringan. Namun, masih terlalu dini untuk menyatakan bahwa varietas ini benar-benar tahan terhadap cekaman kekeringan, karena klaim tersebut perlu didukung oleh parameter produksi seperti jumlah gabah bernas, hasil panen, dan komponen agronomis lainnya. Oleh karena itu, penelitian lanjutan yang mengintegrasikan parameter fisiologis dan produksi diperlukan untuk memastikan potensi Sintanur sebagai varietas toleran kekeringan yang dapat dimanfaatkan dalam program pemuliaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al Toriq, M. R., & Puspitawati, R. P. (2023). Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Stomata dan Trikoma pada Daun Tanaman Semangka (*Citrullus lanatus*). *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, 12(3), 258–272.
- Apherta, N., Nurcahyani, E., Yulianty, & Wahyuningsih, S. (2025). Analisis Kandungan Klorofil Planlet Anggrek Bulan [*Phalaenopsis amabilis* (L.) BI] Hasil Seleksi dengan Polyethylene Glycol (PEG) 6000 Secara In Vitro. *BIOMA: Jurnal Biologi Makassar*, 10(1), 126–136.
- Auliya, D., Rosandi, A. H., & Subroto, W. T. (2024). Analisis Perubahan Iklim terhadap Produktivitas Padi di Jawa Timur. *Diponegoro Journal of Economics*, 13(3), 55–65.
- Dama, H., Aisyah, S. I., & Dewi, A. K. (2020). Respon kerapatan stomata dan kandungan klorofil padi (*Oryza sativa* L.) mutan terhadap toleransi kekeringan. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop Dan Radiasi*, 16(1), 1–6.

- Fanata, W. I. D., & Husna, S. F. (2021).  The Determination of Aromatic Character of Several Local Rice Varieties using Phenotypic Analysis and Molecular DNA. *Jurnal ILMU DASAR*, 22(2), 111.
- Feriady, A., & Mutmainnah, E. (2023).  Kajian Perbandingan Usahatani Padi Aromatik dan Non Aromatik Di Kelompok Tani Kecamatan Talo, Kabupaten Seluma. *AGRITEPA*, 10(2), 431–440.
- Heuer, B. (2010). Role of Proline in Plant Response to Drought and Salinity. In *Handbook of Plant and Crop Stress, Third Edition* (pp. 213–238). CRC Press.
- Luo, H., Zhang, T., Zheng, A., He, L., Lai, R., Liu, J., Xing, P., & Tang, X. (2020).  Exogenous proline induces regulation in 2-acetyl-1-pyrroline (2-AP) biosynthesis and quality characters in fragrant rice (*Oryza sativa* L.). *Scientific Reports*, 10(1), 13971.
- Putri, A. E., Ernawati, E., Priyambodo, P.,  Agustina, R., & Chrisnawati, L. (2022). Klorofil Sebagai Indikator Tingkat Toleransi Kekeringan Kecambah Padi Gogo Varietas Lokal Lampung, Lumbung Sewu Cantik. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 7, 142–150.
- Rahayu, A. Y., Haryanto, T. A. D., &  Iftitah, S. N. (2016). Pertumbuhan dan hasil padi gogo hubungannya dengan kandungan prolin dan 2-acetyl-1-pyrroline pada kondisi kadar air tanah berbeda. *Kultivasi*, 15(3), 226–231.
- Rejeb, K. Ben, Abdelly, C., & Savouré, A.  (2014). How reactive oxygen species and proline face stress together. *Plant Physiology and Biochemistry*, 80, 278–284.
- Rosawanti, P. (2016). Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Kandungan Klorofil dan Prolin Daun Kedelai. *Anterior Jurnal*, 15(2), 172–179.
- Sakiroh, S., & Aunillah, A. (2020).  Bentuk, Ukuran dan Kerapatan Stomata Daun dari Lima Varietas Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.). *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 1(1), 940–947.
- Seleiman, M. F., Al-Suhaibani, N., Ali, N.,  Akmal, M., Alotaibi, M., Refay, Y., Dindaroglu, T., Abdul-Wajid, H. H., & Battaglia, M. L. (2021). Drought Stress Impacts on Plants and Different Approaches to Alleviate Its Adverse Effects. *Plants*, 10(2), 259.
- Spormann, S., Nadais, P., Sousa, F., Pinto,  M., Martins, M., Sousa, B., Fidalgo, F., & Soares, C. (2023). Accumulation of Proline in Plants under Contaminated Soils—Are We on the Same Page? *Antioxidants*, 12(3), 666.
- Sujinah, & Ali, J. (2016).  Mekanisme respon tanaman padi terhadap cekaman kekeringan dan varietas toleran. *Iptek Tanaman Pangan*, 11(1), 1–8.
- Sumadji, A. R. (2020).  Kerapatan Stomata dan Kaitannya terhadap Kekeringan Pada Tanaman Padi Varietas IR64. *Widya Warta Jurnal Ilmiah*, 44(1), 43–54.
- Sumadji, A. R., & Purbasari, K. (2018).  Kerapatan Stomata Dan Kaitannya Terhadap Kekeringan Pada Tanaman Padi Varietas IR64 Dan Ciherang. *Prosiding Seminar Nasional*

*SIMBIOSIS*, 172–177.

Supriyanto, B. (2013). Pengaruh cekaman  
 kekeringan terhadap pertumbuhan

dan hasil padi gogo lokal kultivar  
jambu (*Oryza sativa* Linn). *Jurnal*  
*AGRIFOR*, 12(1), 77–82.