



Keragaman Transpirasi Daun Bendera Terhadap Pertumbuhan Enam Genotipe Sorgum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench)

Negrita Rizki Anggraini^{1*}, Amirah Inas Widiawati², Nyang Vania Ayuningtyas Harini³

negrita.rizki.angraini@umko.ac.id¹, amirah.inas@umko.ac.id², nyang.vania@umko.ac.id³

^{1,2,3}Dosen Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Muhammadiyah Kotabumi

*Korespondensi: ✉ negrita.rizki.angraini@umko.ac.id

Abstrak

Sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) is a multifunctional cereal crop with high potential as a source of food, feed, and bioenergy. The flag leaf in cereal crops, including sorghum, plays an essential role in photosynthesis during the grain-filling phase, serving as the main source of assimilates translocated to the developing grains. The efficiency of the flag leaf in capturing light and regulating transpiration greatly influences crop productivity, particularly under water stress conditions. This study aimed to analyze the relationship between flag leaf transpiration rate, vegetative growth, and panicle dry weight in sorghum. The experiment was conducted at the Integrated Field Laboratory and the Biotechnology Laboratory, University of Lampung, from June 2021 to October 2022, using a destructive sampling method. The plant materials consisted of six sorghum genotypes: Numbu, Bioguma-1, Pahat, Kawali, Samurai-1, and Samurai-2. Sampling was carried out when 50% of the plants within each genotype reached the booting stage, with observations taken at 5, 10, 15, 20, and 25 days after pollination. The flag leaf transpiration rate was measured at 3 and 9 weeks after sowing (WAS) using the LI-6800 photosynthetic system. The observed variables included flag leaf transpiration rate, stem length, stem diameter, and panicle dry weight per plant. The results showed that the genotype Samurai-1 exhibited the highest values for transpiration rate, stem length, stem diameter, and panicle dry weight compared to other genotypes. The differences among genotypes indicate the influence of genetic factors on photosynthate distribution efficiency, lodging resistance, and biomass accumulation. This study highlights that regulation of flag leaf transpiration plays a crucial role in supporting sorghum growth and yield, providing valuable insights for sorghum breeding strategies and cultivation management in suboptimal environments.

Status Artikel:

Diterima: 15-09-2025

Direvisi: 31-10-2025

Diterima: 07-11-2025

Kata Kunci:

Sorghum; flag leaf; transpiration; pollination; genotype.



© 2025 Negrita Rizki Anggraini, Amirah Inas Widiawati, Nyang Vania Ayuningtyas Harini

This work is licensed under a

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) merupakan tanaman serealia yang memiliki prospek menjanjikan sebagai sumber pangan, pakan, maupun energi biomassa. Hampir seluruh bagian tanaman dapat dimanfaatkan, sehingga sorgum bernilai ekonomis tinggi (Kamal *et al.*, 2023). Di Indonesia, pengembangan sorgum mulai mendapat perhatian, namun konsumsi

masyarakat masih sangat bergantung pada beras sebagai makanan pokok, sementara luas lahan produktif terus mengalami penurunan (Kamal *et al.*, 2023). Kondisi ini menegaskan pentingnya diversifikasi pangan berbasis sereal alternatif.

Sorgum dikenal mudah dibudidayakan karena memiliki daya adaptasi yang luas pada berbagai kondisi agroekosistem. Beberapa keunggulannya antara lain produksi biji dan biomassa yang tinggi, umur panen relatif singkat (tiga sampai 4 bulan), dan toleransi terhadap cekaman lingkungan seperti kekeringan, salinitas, dan genangan air (Talanca dan Andayani, 2016). Mekanisme fisiologis yang mendukung toleransi tersebut antara lain adanya lapisan lilin pada permukaan daun yang dapat menekan laju transpirasi (Ibrahim *et al.*, 2013). Pada tanaman sorgum, pengaturan transpirasi berperan penting dalam meningkatkan toleransi terhadap kekeringan. Mekanisme ini melibatkan penutupan stomata yang cepat saat air tanah menurun dan pengaturan bukaan stomata yang efisien pada intensitas cahaya tinggi (Hammer *et al.*, 2020). Beberapa genotipe memiliki sifat *limited-transpiration* yang membatasi kehilangan air tanpa mengurangi fotosintesis (Sinclair *et al.*, 2017). Selain itu, perbedaan karakter morfologi daun, seperti ukuran lebar maupun ketebalan daun, turut memengaruhi besarnya kehilangan air akibat transpirasi, sehingga berperan dalam mekanisme adaptasi tanaman terhadap stress kekeringan (Zhi *et al.*, 2022). Studi terbaru juga menunjukkan adanya perbedaan respons fisiologis antar varietas tropis terhadap kekeringan dan salinitas, terutama melalui pengaturan transpirasi dan konduktivitas kanopi (Dewi *et al.*, 2023). Hal ini menjadikan sorgum sebagai tanaman potensial untuk dikembangkan pada lahan marginal, termasuk dataran tinggi dengan tingkat kesuburan rendah (Kamal *et al.*, 2020).

Meskipun berbagai penelitian telah menyoroti hubungan antara efisiensi transpirasi dengan hasil tanaman sorgum, kajian yang spesifik membahas peran transpirasi daun bendera terhadap pertumbuhan dan hasil masih terbatas. Padahal, daun bendera merupakan sumber utama fotosintat pada fase pengisian biji karena posisinya dekat dengan malai. Variasi genetik dalam laju transpirasi dan bukaan stomata pada daun bendera berpotensi memengaruhi pertumbuhan vegetatif, biomassa, dan pengisian biji, namun belum banyak diteliti secara mendalam (Setiawan *et al.*, 2015). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan transpirasi daun bendera dengan pertumbuhan tanaman sorgum untuk menilai kontribusinya terhadap pertumbuhan vegetatif dan bobot dompolan pada berbagai genotipe.

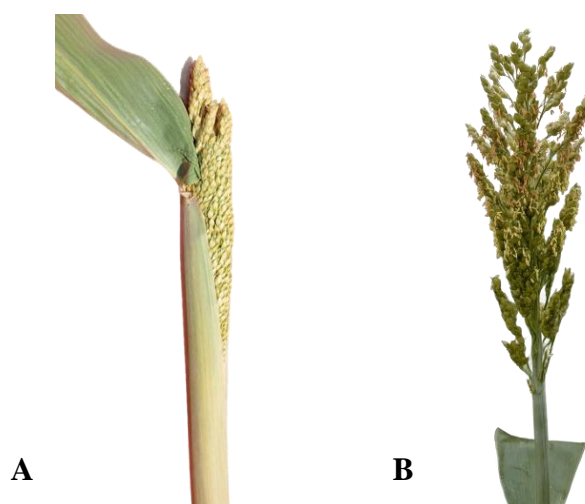
Penelitian terbaru mengungkapkan bahwa sifat fisiologis seperti pembatasan transpirasi pada kondisi cekaman air dan kinetika stomata yang cepat dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air tanpa mengurangi asimilasi karbon (Raymundo *et al.*, 2024). Studi lain menemukan bahwa variasi morfologi daun, misalnya lebar daun, juga berhubungan dengan efisiensi transpirasi (Zhi *et al.*, 2022). Namun, sebagian besar penelitian masih menekankan pengukuran pada skala kanopi atau daun secara umum, belum secara khusus pada daun bendera. Dengan demikian, penelitian tentang transpirasi daun bendera dan kaitannya dengan pertumbuhan serta hasil tanaman sorgum akan mengisi celah pengetahuan dan mendukung strategi pemuliaan maupun manajemen budidaya sorgum di lahan suboptimal.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2021 hingga Oktober 2022 di Laboratorium Lapangan Terpadu, dan pengujian bobot kering dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penelitian ini dilakukan sebanyak dua ulangan dan

pengamatan dilakukan secara destruktif, di mana sampling dilakukan ketika 50% tanaman sorgum pada suatu genotipe telah memasuki fase *booting*. Pengamatan dilakukan pada interval waktu 5, 10, 15, 20, dan 25 hari setelah sampling atau polinasi, dengan mengamati 3 sampel pada masing-masing genotipe pada tiap waktu pengamatan. Namun, pada pengamatan laju transpirasi daun bendera dilakukan pada 3 dan 9 MST.

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi cangkuk, label sampel, jangka sorong, LI-6800 *photosyntetic system*, oven, timbangan digital, dan alat tulis. Bahan yang digunakan adalah enam genotipe sorgum, yaitu Numbu, Bioguma-1, Pahat, Kawali, Samurai-1, dan Samurai-2. Pupuk yang digunakan terdiri atas Urea, TSP, dan KCl. Variabel yang diamati meliputi laju transpirasi daun bendera, panjang batang, diameter batang, dan bobot kering dompolan per tanaman. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan perangkat lunak RStudio. Homogenitas ragam diuji dengan Uji Bartlett, sedangkan aditivitas diuji dengan Uji Tukey. Apabila syarat terpenuhi, maka dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%.



Gambar 1. A. Malai pada fase *booting* dan B. Malai pada fase polinasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju Transpirasi Daun Bendera

Faktor-faktor seperti genetik tanaman, kondisi lingkungan, dan interaksi tanaman dengan kondisi lingkungan dapat memengaruhi karakter fisiologis (Mansur, 2011). Laju transpirasi merupakan indikator penting aktivitas fisiologis tanaman yang berkaitan dengan keseimbangan air dan suhu daun. Berdasarkan Tabel 1, laju transpirasi daun bendera sorgum meningkat dari 9 hingga 13 MST pada seluruh genotipe. Kenaikan ini menggambarkan peningkatan aktivitas fisiologis seiring pertumbuhan akar dan luas daun yang memperbesar permukaan penguapan air (Gomes *et al.*, 2010). Menurut Hammer *et al.* (2020), sorgum memiliki kemampuan menyesuaikan laju transpirasi melalui pengaturan buka-tutup stomata untuk menjaga efisiensi penggunaan air (*water use efficiency*). Beberapa genotipe memiliki sifat *limited-transpiration* yang memungkinkan pembatasan kehilangan air tanpa mengurangi aktivitas fotosintesis (Sinclair *et al.*, 2017). Dalam penelitian ini, Samurai-1 memiliki laju transpirasi tertinggi, sedangkan Kawali terendah, menunjukkan adanya variasi fisiologis antargenotipe.

Daun bendera berperan penting sebagai sumber utama fotosintat selama fase pengisian biji. transpirasi yang lebih tinggi pada fase ini membantu menjaga suhu kanopi melalui penguapan air

dan memperlancar difusi CO₂ untuk fotosintesis (Pradhan *et al.*, 2022). Namun, laju transpirasi yang terlalu tinggi dapat menurunkan efisiensi air, sehingga keseimbangan antara transpirasi dan asimilasi karbon menjadi penentu adaptasi terhadap cekaman kekeringan (Gleason *et al.*, 2024). Samurai-1 menunjukkan nilai tertinggi, sedangkan Kawali lebih rendah. Perbedaan ini diduga dipengaruhi ukuran daun dan aktivitas stomata, sebagaimana dilaporkan Ng'uni *et al.* (2016), bahwa faktor genetik menentukan efisiensi air pada sorgum. Secara keseluruhan, laju transpirasi dipengaruhi umur, fase pertumbuhan, dan genetik tanaman, dengan kecenderungan menurun saat daun memasuki fase senesens (Nurdiana, 2022).

Tabel 1. Rata-rata laju transpirasi daun bendera tanaman sorgum

Genotipe	Umur (MST)	
	Transpirasi Daun Bendera (molH ₂ Odm ⁻² s ⁻¹)	
	9	13
Numbu	0,29 cd	0,64 ab
Bioguma-1	0,35 bcd	0,66 a
Pahat	0,46 ab	0,55 bc
Samurai-2	0,40 bc	0,63 ab
Samurai-1	0,53 a	0,65 ab
Kawali	0,26 d	0,46 c
BNT 5%	0,13	0,10

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%

Panjang Batang

Variasi laju transpirasi antargenotipe diikuti oleh perbedaan karakter pertumbuhan batang (Tabel 2). Genotipe dengan transpirasi tinggi, seperti Samurai-1, menunjukkan batang yang lebih panjang dibanding genotipe yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan laju transpirasi mendukung distribusi fotosintat ke organ vegetatif, sehingga memperkuat pertumbuhan batang (Patil *et al.*, 2020).

Tabel 2. Rata-rata panjang batang tanaman sorgum

Genotipe	Panjang batang (cm)				
	5	10	15	20	25
Numbu	144,00 b	145,24 b	143,17 b	167,17 b	168,17 ab
Bioguma-1	145,15 b	134,13 bc	138,92 b	153,85 bc	163,30 ab
Pahat	108,70 bc	110,00 d	120,08 bc	118,16 d	125,36 bc
Samurai-2	91,07 c	94,50 e	90,50 c	102,58 d	111,66 c
Samurai-1	211,33 a	188,50 a	206,00 a	199,50 a	187,68 a
Kawali	133,83 bc	128,50 c	121,50 bc	142,66 c	131,93 bc
BNT	48,53	11,65	37,21	23,08	43,20

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%

Menurut Zhao *et al.* (2019), pertumbuhan batang yang baik mencerminkan efisiensi fotosintesis yang tinggi karena batang berperan sebagai jalur transportasi air, nutrisi, dan hasil asimilasi karbon. Dengan demikian, pengaturan transpirasi yang efisien berkontribusi terhadap pertumbuhan batang yang optimal dan kapasitas fotosintesis yang lebih tinggi. Osei *et al.* (2021), melaporkan bahwa variasi panjang batang sorgum dipengaruhi oleh keragaman genetik

yang mengontrol pemanjangan internodus. Penelitian Pradhan *et al.* (2022), menegaskan bahwa pada fase generatif, pertumbuhan batang mulai melambat karena sebagian fotosintat dialihkan untuk pembentukan malai dan biji.

Diameter Batang

Genotipe dengan transpirasi tinggi, seperti Samurai-1, menunjukkan batang yang lebih panjang dan diameter batang lebih besar dibanding genotipe yang lain. Diameter batang yang besar juga memperlancar aliran xilem, sehingga mendukung keseimbangan air dan produktivitas tanaman (Ng'uni *et al.*, 2016). Berdasarkan Tabel 3, terdapat variasi diameter batang antargenotipe sorgum pada setiap umur pengamatan. Genotipe Samurai-1 menunjukkan diameter batang paling besar, sedangkan genotipe Samurai-2 memiliki diameter batang terkecil. Diameter batang yang besar penting untuk menopang tajuk tanaman sekaligus sebagai tempat menyimpan fotosintat. Hal ini sejalan dengan Ng'uni *et al.* (2016), yang menyatakan bahwa diameter batang berperan dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap rebah dan mendukung akumulasi biomassa.

Selain faktor genetik, kondisi lingkungan juga berpengaruh terhadap perbedaan diameter batang. Zhao *et al.* (2019), melaporkan bahwa ketersediaan air dan nutrisi dapat memengaruhi pertumbuhan batang, termasuk diameternya. Diameter batang yang lebih besar umumnya memberikan keuntungan karena mendukung transportasi air dan nutrient yang lebih efisien, sehingga dapat menunjang fase generatif tanaman. Penelitian Pradhan *et al.* (2022), menegaskan bahwa batang dengan struktur lebih kuat dan diameter besar berkorelasi positif dengan hasil biji yang lebih tinggi.

Tabel 3. Rata-rata diameter batang tanaman sorgum

Genotipe	Diameter batang (mm)				
	5	10	15	20	25
Numbu	6,33 c	6,79 b	5,98 bc	7,99 b	9,42 a
Bioguma-1	7,74 b	6,40 b	6,99 b	7,10 b	7,64 c
Pahat	7,11 bc	6,72 b	6,62 b	8,19 b	8,97 ab
Samurai-2	4,90 d	4,72 c	4,75 c	5,46 c	6,29 d
Samurai-1	9,39 a	10,15 a	11,52 a	9,87 a	8,99 ab
Kawali	7,90 b	9,89 a	9,71 a	8,24 b	8,52 b
BNT	0,94	1,43	1,84	1,46	0,73

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%

Bobot Kering Dompolan per Tanaman

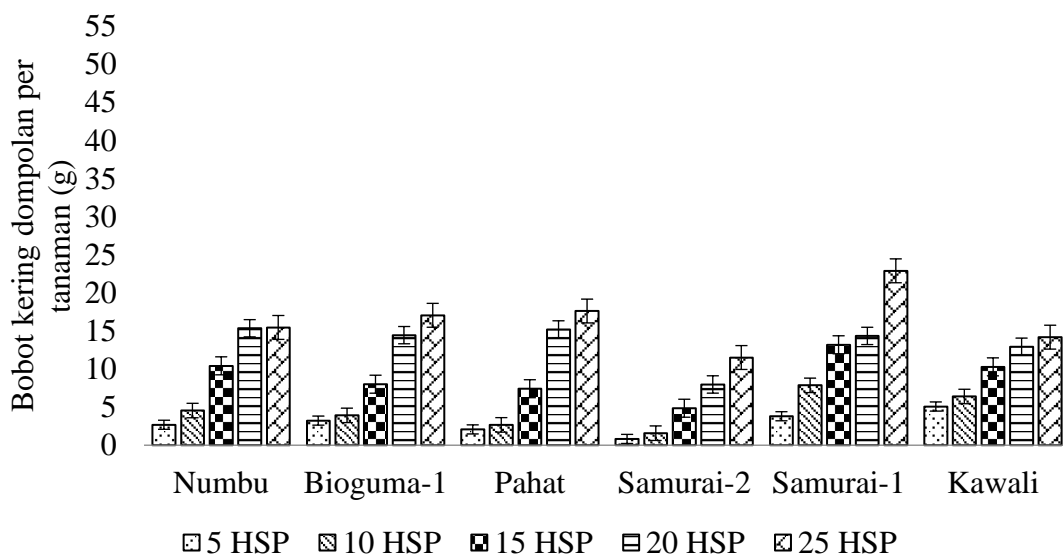
Hasil pengamatan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa bobot kering dompolan per tanaman sorgum meningkat seiring bertambahnya umur tanaman. Genotipe Samurai-1 memiliki bobot dompolan tertinggi, sejalan dengan laju transpirasi dan pertumbuhan batang yang lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa transpirasi daun bendera berperan penting dalam menyediakan suplai fotosintat untuk pembentukan biji.

Menurut Pradhan *et al.* (2022), peningkatan laju transpirasi mendukung pendinginan kanopi dan menjaga aktivitas enzim fotosintetik, yang berkontribusi terhadap akumulasi biomassa dan hasil biji. sementara itu, genotipe dengan transpirasi lebih rendah seperti Kawali menunjukkan akumulasi biomassa yang lebih kecil, hal ini mungkin disebabkan karena

penyerapan CO₂ yang lebih terbatas akibat aktivitas stomata rendah.

Perbedaan bobot kering antargenotipe juga menunjukkan adanya pengaruh faktor genetik. Menurut Ng'uni *et al.* (2016), variasi genetik pada sorgum berhubungan dengan distribusi biomassa ke batang, daun, atau malai. Selain itu, Gleason *et al.* (2024), menambahkan bahwa genotipe dengan perakaran yang kuat lebih efisien dalam penyerapan air dan hara, sehingga bobot kering dompolan menjadi lebih tinggi.

Hubungan ini menegaskan bahwa transpirasi daun bendera memiliki peran fisiologis yang signifikan terhadap pertumbuhan vegetative dan hasil generative sorgum. Genotipe dengan laju transpirasi moderat hingga tinggi dan efisiensi fotosintesis baik, seperti Samurai-1 menunjukkan performa paling optimal di lingkungan suboptimal. Oleh karena itu, parameter fisiologis ini dapat digunakan sebagai kriteria seleksi dalam program pemuliaan sorgum toleran cekaman kekeringan.



Gambar 2. Bobot kering dompolan per tanaman sorgum

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini, didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Terdapat perbedaan laju transpirasi antargenotipe, Samurai-1 memiliki nilai tertinggi menunjukkan kemampuan adaptasi fisiologis yang lebih baik terhadap kondisi lingkungan.
2. Perbedaan genotipe berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman, yang tercermin dari variasi panjang dan diameter batang selama periode pengamatan.
3. Genotipe dengan laju transpirasi tinggi cenderung memiliki pertumbuhan dan hasil yang lebih baik, seperti yang terlihat pada Samurai-1 dan Bioguma-1 dengan bobot kering dompolan tertinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, Elvira., Issaka, Abdulai., Gennady, Bracho., Mercy, Appiah., dan Reimund, P.R. 2023. Agronomic and physiological traits response of three tropical sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivars to drought and salinity. *Journal Agronomy*. 13(11):15p.
- Gleason, S.M., Jared, J.S., Stephanie, K.P., dan Brendan, S.A. 2024. *A test of limited transpiration traits in sorghum to improve late-season water use, photosynthesis, growth,*

- and grain yield in the high plains of Northern Colorado. Water Manajement and Systems Research Unit. United States Departement of Agriculture-Agricultural Research Service. Fort Collins, Colorado 80526. United States.
- Gomes, F.P., M.A. Olivia., M.S. Mielke., A.A.F. Almeida., dn L.A. Aquino. 2010. Osmotic adjustment proline accumulation, and cell membrane stability in leaves of *Cocos nucifera* submitted to drought stress. *Scientia Horticulturae*. 126:379-384pp.
- Hammer, G. L., van Oosterom, E. J., McLean, G., Chapman, S. C., Broad, I. J., dan Harland, P. 2020. Adapting sorghum physiology for high temperature and water-limited environments. *Field Crops Research*. 255. 107861.
- Ibrahim, A.H., El-Shahaby, O.A., Abo-Hamed, S.A., dan Younis, M.E. 2013. *Journal Stress Physiology and Biochemistry*. 9(01):73-82pp.
- Kamal, Muhammad., Muhammad, Syamsoel., dan Pramono. 2020. *Teknologi Budidaya dan Penyimpanan Benih Sorgum (Sorghum bicolor (L.) Moench)*. Anugrah Utama Raharja. Bandar Lampung.
- Kamal, Muhammad., Muhammad, Syamsoel., Kukul, Setiawan., Muhammad, Iqbal., dan Sungkono. 2023. Yield performance of sorghum ratoon-1 as affected by different dosages of N fertilization. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 5p.
- Mansur, M. 2011. Laju fotosintesis jenis-jenis pohon pionir hutan sekunder di taman nasional gunung halimun-salak jawa barat. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 12(1): 35-42pp.
- Ng'uni., Shargie., Andersson., A, van Biljon., dan Labuschagne. 2016. Genetic variation and trait associations of yield, protein, and grain micronutrients for identification of promising sorghum varieties. *Journal Cereal Research Communications*. 44(04):681-693pp.
- Nurdiana, D. 2022. Dinamika fisiologi tanaman sereal pada fase generatif: implikasi terhadap efisiensi penggunaan air. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 50(03):211-220.
- Osei, M.K., Dason, F., dan Dzidzienyo, D.K. 2021. Genotypic variability and correlation among agronomic traits in sorghum. *Journal of Agricultural Science*. 13(02):95-106pp.
- Patil, S., Desai, N.C., dan Wani, S.P. 2020. Genetic variability and trait association in sorghum. *Journal of Cereal Research*. 12(03):245-252pp.
- Pradhan, Aliza., Lalitkumar, Aher., Vinay, Hegde., Krishna, Kumar., dan Jagadish, Rane. 2022. Cooler canopy leverages sorghum adaptation to drought and heat stress. *Journal of Scientific Reports*. 12:4603.
- Raymundo, Rubi., Greg, Mclean., Sarah, Sexton., Alexander, E. L., dan Geoffrey P. M. 2024. Crop modeling suggest limited transpiration would increase yield of sorghum across drought-prone regions of the United States. *Frontiers in Plant Science*. 15p
- Setiawan, Arief., Sri, Wilarso., dan Cahyo, Wibowo. 2015. Hubungan kemampuan transpirasi dengan dimensi tumbuh bibit tanaman *Acacia decurrens* terkolonisasi *Glomus etunicatum* dan *Gigaspora margarita*. 2015. *Jurnal Silvikultur Tropika*. 06(02):107-113pp.
- Sinclair, T.R., Devi, J., Shekoofa, A., Choudhary, S., Sadok, W., Vadez, V., Riar, M., dan Rufty, T. 2017. Limited transpiration response to high vapor pressure defivivt in crop species. *Plant Science*. 260: 109-118pp.
- Talanca, A.H. dan Andayani. 2016. *Perkembangan Perakitan Varietas Sorgum Di Indonesia*. Balai Penelitian Tanaman Sereal. Jakarta. 1-13pp.
- Zhao, Y., Guo, J., dan Xu, B. 2019. Stem morphology and lodging resistance in cereal crops: genetic and physiological perspective. *Fontiers in Plant Science*. 10:1085.

Zhi, Xiaoyu., Graeme, Hammer., Andrew Borrell., Yongfu, Tao., Alex Wu., Colleen, Hunt., Erik, van Oosterom., Sean, Reynolds., Alan, Cruickshank., Andries, B.P., David, Jordan., Emma, Mace., dan Barbara, G.J. 2022. Genetic basis sorghum leaf width and its potential as a surrogate for transpiration efficiency. *Theoretical and Applied Genetics*. 135(09):3057-3071pp