

Response of Morphological and Physiological Characters of Patchouli (*Pogostemon cablin* Benth.) to Water Stress

Sri Nurmayanti*, Dimas Prakoswo Widiyani, Adisa Ramadhani Izati

Budidaya Tanaman Perkebunan, Politeknik Negeri Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

*Correspondence e-mail: sri.cece@polinela.ac.id

Article history:

Received : August 20th, 2025

Accepted : October 26th, 2025

Published : November 30th, 2025

DOI :

<https://doi.org/10.64570/agrivolution.v1i2.37>

Copyright: © 2025 by the authors.

License CIB Nusantara, Padang, Indonesia. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license



Abstract: Patchouli (*Pogostemon cablin* Benth.) is a plant that produces essential oils and contributes to Indonesia's foreign exchange. Patchouli plants are very sensitive to water stress and require water as the main ingredient in photosynthesis. This study aims to identify patchouli genotypes resistant to water stress and to determine interactions between patchouli genotypes and field capacity under water stress. The study was conducted at the Plantation Crop Cultivation Practice Garden and Plant Laboratory of Lampung State Polytechnic from October 2023 to March 2024. The method used was a randomized block design (RBD) with a factorial pattern consisting of two factors. Factor 1 is the patchouli genotype, namely G4 = Genotype 4, G5 = Genotype 5, G6 = Genotype 6, and G10 = Comparison clone. Factor 2 watering at field capacity K1 = 60% field capacity, K2 = 80% field capacity, K3 = 100% field capacity, and K4 = 120% field capacity. This study consisted of 16 treatment combinations, each repeated 3 times, for a total of 48 experimental units. The results showed that the patchouli plant genotype had a significant effect only on the observation variable, stover dry weight. Genotypes 4 and 5 were the genotypes that gave the best response to the observation variables of plant height, stem diameter, number of branches, plant water content, leaf area, specific leaf area, and wet weight of the stover. Field capacity had a significant effect on the observation variables, namely plant height, stem diameter, number of branches, leaf turgidity, plant water content, leaf area, specific leaf area, and stover wet weight. In the observation, plant height, number of branches, plant water content, leaf area, specific leaf area, and stover dry weight showed an interaction between the patchouli genotype and the given field capacity.

Keywords: Genotype, *Pogostemon cablin* Benth, Field Capacity

1. PENDAHULUAN

Tanaman nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) merupakan tanaman perkebunan penghasil minyak atsiri. Minyak atsiri dari tanaman nilam adalah penghasil devisa terbesar dari ekspor, jika dibandingkan dengan minyak atsiri lainnya. Minyak nilam sebagian besar diekspor untuk dipergunakan dalam industri parfum, kosmetik, aromaterapi, dan bahkan insektisida (Swamy, 2015). Nilam memiliki eksistensi dan peluang pasar yang menjanjikan, maka harus dikelola dengan baik. Namun, produksi nilam di Indonesia mengalami fluktuasi dari tahun ke tahun. Produksi tahun 2019 sebesar 16.861 ton, tahun

2020 sebesar 15.999 ton dan tahun 2021 sebesar 15.813 ton (Ditjenbun, 2022). Penurunan produksi tersebut disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya dikarenakan cekaman air. Menurut Raderschall *et al.* (2021) cekaman air mampu menurunkan hasil hingga 52%.

Iklim yang terjadi di Indonesia saat ini tidak menentu. Hujan yang terus menerus atau kekeringan mengakibatkan beberapa tanaman tidak mampu untuk tumbuh optimal. Tumbuhan yang mendapatkan terlalu banyak air bisa mengalami kekurangan oksigen karena tanah kehabisan ruangan udara yang menyediakan oksigen untuk respirasi (Zhou *et al.* 2020). Cekaman air adalah kondisi ketika tanaman mengalami kekurangan atau kelebihan air sehingga proses fisiologisnya terganggu dan pertumbuhan maupun produksinya menurun. Cekaman air pada tanaman nilam dapat menyebabkan rendahnya kadar oksigen di bagian perakaran, penuaan dini, sehingga daun klorosis, nekrosis, dan gugur. Salah satu yang harus diperhatikan adalah peningkatan H₂O dan penurunan O₂ pada bagian tanaman yang terendam khususnya pada akar. Dampaknya dapat menyebabkan terhambatnya dan pertumbuhan pada akhirnya menurunkan hasil produksi (Gusmiatun *et al.* 2013).

Cekaman air dapat memberikan pengaruh buruk pada aspek fisiologi maupun morfologi tanaman, seperti: penurunan tinggi tanaman dan luas daun, perubahan sistem perakaran, penurunan laju fotosintesis, penurunan kandungan klorofil, stres oksidatif, dan akumulasi prolin (Farooq *et al.* 2009; Anjum *et al.* 2011). Oleh karena itu perlu dilakukan analisis karakter morfologi dan fisiologi tanaman nilam terhadap cekaman air. Penelitian berguna untuk mengetahui genotipe tanaman nilam hasil mutasi yang tahan terhadap perlakuan cekaman air sehingga dapat beradaptasi dengan iklim yang ada di Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan pola faktorial yang terdiri atas dua faktor. Faktor 1 adalah klon nilam, yaitu genotipe 4 (G4), genotipe 5 (G5), genotipe 6 (G6), dan Klon Lhokseumawe (G10) dan faktor 2 adalah kapasitas lapang, yaitu K1= kapasitas lapang 60%, K2= kapasitas lapang 80%, K3= kapasitas lapang 100%, K4= kapasitas lapang 120%. Jumlah satuan percobaan $4 \times 4 = 16$ satuan percobaan. Untuk setiap genotipe dilakukan 12 satuan percobaan sehingga jumlah keseluruhan $16 \times 3 = 48$ satuan percobaan.

Bibit yang digunakan adalah 3 genotipe nilam hasil mutasi dan nilam klon Lhokseumawe sebagai pembanding. Bahan yang dibutuhkan sebanyak 160 bibit, pupuk kandang, tanah, dan kantong plastik. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, ember, gunting stek, gembor, jangka sorong, penggaris, oven, gunting, komputer, botol penyulingan, ketel penyulingan, kompor, pisau, dan alat tulis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tinggi Tanaman

Berdasarkan hasil sidik ragam pada variabel tinggi tanaman, terdapat perbedaan sangat nyata pada genotipe nilam dan perlakuan kapasitas lapang dan terdapat interaksi antar

keduanya. Perbedaan tersebut dapat terjadi karena: adanya variasi genetik antar genotype, perbedaan ketersediaan air (kapasitas lapang), dan perbedaan respon fisiologis tanaman terhadap beberapa kondisi tersebut. Adanya interaksi antara faktor genetik dan lingkungan dapun tabel nilai rata-rata tabel dua arah kombinasi faktor K dan G genotype nilam dan perlakuan kapasitas lapang terhadap tinggi tanaman disajikan pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa tinggi tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 100% genotype 10 yaitu 36,44 cm dan kapasitas lapang 100% Genotype 5 yaitu 35,89 cm. Sedangkan yang memiliki tinggi paling rendah yaitu pada perlakuan kapasitas lapang 100% genotype 5 yaitu 25,78 cm dan kapasitas lapang 100% genotype 10 yaitu 26,11 cm.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil analisis ragam variabel pengamatan

Variabel Pengamatan	Perlakuan		
	Genotype (G)	Kapasitas Lapang (K)	Interaksi (Gx K)
Tinggi tanaman	**	**	**
Jumlah cabang	**	**	**
Kadar air tanaman	*	**	**
Luas daun	**	**	**
Luas daun spesifik	**	**	**

Keterangan: (tn) = tidak nyata, (*) = nyata pada alpha 5%, (**) = nyata pada alpha 1%

Tabel 2. Nilai Rata-Rata Tinggi Tanaman Tabel Dua Arah Kombinasi Faktor K dan G

Faktor G	Faktor K			
	K1	K2	K3	K4
G4	0,00 (b) B	29,56 (a) A	32,11 (a) A	0,00 (b) A
G5	25,78 (ab) A	31,00 (ab) A	35,89 (a) A	0,00 (c) A
G6	0,00 (c) C	28,78 (b) A	35,44 (a) A	0,00 (c) A
G10	26,11 (b) A	32,44 (a) A	36,44 (a) A	0,00 (c) A

BNT (GK) : 5,40

Keterangan: Rataan dengan notasi akhir yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata

Pada penelitian ini genotype nilam berbeda sangat nyata pada variabel pengamatan tinggi tanaman. Perbedaan tinggi tanaman antar genotype diduga akibat faktor genetik. Hal ini sejalan dengan penelitian Nurmayanti *et al.*, (2021) bahwa genotype nilam yang di teliti terdapat korelasi positif yang signifikan antara tinggi tanaman dengan berat brangkasan. Perbedaan susunan genetik merupakan salah satu faktor penyebab keragaman tanaman (Gabesius *et al.* 2012).

Respon tanaman terhadap kondisi lingkungan seperti cekaman kekurangan air akan tampak pada pertumbuhan tanaman. Respon yang ditunjukkan tanaman agar tetap

bertahan hidup pada lingkungan yang tidak optimal adalah dengan cara mengurangi penggunaan air dan melakukan penyesuaian terhadap lingkungan (Osakabe *et al.* 2014). Pada kapasitas 120% semua tanaman nilam mati pada umur 3 minggu. Hal ini disebabkan ketersediaan air yang berlebih menyebabkan laju fotosintesis tanaman rendah (Sala *et al.* 2021). Kelebihan air terhadap tanaman nilam akan menyebabkan penyakit busuk akar yang membuat pertumbuhan nilam terganggu (Kurniawan dan Maulidah, 2026).

3.2 Jumlah Cabang

Berdasarkan hasil sidik ragam pada variabel jumlah cabang, terdapat perbedaan sangat nyata pada genotipe nilam dan perlakuan kapasitas lapang dan terdapat interaksi antar keduanya. Adapun tabel nilai rata-rata tabel dua arah kombinasi faktor K dan G genotipe nilam dan perlakuan kapasitas lapang terhadap jumlah cabang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Rata-Rata Jumlah Cabang Tabel Dua Arah Kombinasi Faktor K dan G

Faktor G	Faktor K			
	K1	K2	K3	K4
G4	0,00 (b) B	17,33 (a) A	21,67 (a) B	0,00 (b) A
G5	12,00 (b) A	13,00 (b) A	28,00 (a) A	0,00 (c) A
G6	0,00 (b) B	15,33 (a) A	16,67 (a) BC	0,00 (b) A
G10	14,00 (a) A	16,00 (a) A	15,33 (a) C	0,00 (b) A

BNT (GK) : 5,68

Keterangan: Rataan dengan notasi akhir yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata

Pada penelitian ini terdapat interaksi antara perlakuan cekaman kekeringan dan genotipe memberikan pengaruh nyata pada variabel pengamatan jumlah cabang. Pada tabel 3 menunjukkan bahwa jumlah cabang terbanyak terdapat pada perlakuan kapasitas lapang 100% genotipe 5 yaitu 28,00 dan genotipe 4 yaitu 21,67. Sedangkan yang memiliki jumlah cabang paling rendah yaitu pada perlakuan kapasitas lapang 60% genotipe 10 yaitu 14,00 dan genotipe 5 yaitu 12,00. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan K3 dengan kapasitas lapang 100% dengan genotipe 5 dan genotipe 4 memberikan hasil jumlah cabang yang lebih baik dan banyak, karena adanya kombinasi kondisi lingkungan yang optimal dengan potensi genetik yang responsif terhadap ketersediaan air penuh. Pertumbuhan optimal tanaman dipengaruhi oleh keseimbangan antara faktor genetik dan faktor lingkungan yang mendukung. Kondisi ini memungkinkan tanaman akan tumbuh lebih baik dan seragam (Haniva, 2020).

Setiap genotipe mempunyai adaptasi yang berbeda beda terhadap lingkungannya, baik unsur iklim maupun terhadap media tumbuh. Menurut Dewansyah dan Soetopo (2018) menyatakan setiap varietas terdiri dari sejumlah genotipe yang berbeda, dimana masing-

masing genotipe mempunyai kemampuan tertentu untuk beradaptasi dengan lingkungan tempatnya tumbuh.

Pada kapasitas lapang 120% tidak tahan cekaman air yang berlebih. Menurut Priyambudi *et al.*, (2017) terdapat beberapa kondisi lingkungan yang mempengaruhi jumlah cabang pada tanaman yaitu ketersediaan atau kelebihan air. Air berperan sangat penting dalam translokasi unsur hara dari akar keseluruh bagian tanaman, sehingga kekurangan air akan berakibat terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Menurut Jumin (2002), bahwa pertumbuhan tanaman dibatasi oleh jumlah air dalam tanah, ketersediaan air yang terbaik bagi tanaman adalah pada kondisi kapasitas lapang. Cekaman kekeringan juga dapat menyebabkan kurangnya laju fotosintesis dan transpirasi, penurunan laju penyerapan, dan translokasi unsur hara.

3.3 Kadar Air Tanaman

Berdasarkan hasil sidik ragam pada variabel kadar air tanaman, terdapat perbedaan sangat nyata pada genotipe nilam dan perlakuan kapasitas lapang dan terdapat interaksi antar keduanya. Nilai rata-rata tabel dua arah kombinasi faktor K dan G genotipe nilam dan perlakuan kapasitas lapang terhadap kadar air tanaman disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Rata-Rata Kadar Air Tanaman Tabel Dua Arah Kombinasi Faktor K dan G

Faktor G	Faktor K			
	K1	K2	K3	K4
G4	0,00 (b) B	11,37 (a) A	9,02 (a) A	0,00 (b) A
G5	5,79 (b) A	10,04 (a) A	8,99 (a) A	0,00 (c) A
G6	0,00 (b) B	8,83 (a) A	8,97 (a) A	0,00 (b) A
G10	8,14 (a) A	9,24 (a) A	9,46 (a) A	0,00 (b) A

BNT (GK) : 2,98

Keterangan: Rataan dengan notasi akhir yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata.

Pada penelitian ini interaksi antara perlakuan cekaman kekeringan dan genotipe memberikan pengaruh nyata pada variabel pengamatan kadar air. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa kadar air terbaik terdapat pada perlakuan kapasitas 80% genotipe 4 yaitu 11,37 dan kapasitas lapang 80% genotipe 5 yaitu 10,04. Sedangkan yang memiliki kadar air terendah yaitu pada perlakuan kapasitas 60% genotipe 10 yaitu 8,14 dan kapasitas lapang 60% genotipe 5 5,79. Hal ini menunjukkan perlakuan kapasitas lapang 80% dengan genotipe 4 dan genotipe 5 memberikan hasil kadar air yang baik. Hal tersebut karena pada perlakuan kapasitas lapang 80% air tersedia cukup dan tidak berlebihan yang menyebabkan aerasi tanah tetap baik. Pada kapasitas lapang 120% menunjukkan kondisi tanah jenuh atau tergenang. Hal tersebut menyebabkan tanaman

tidak tahan dengan cekaman air yang berlebih menyebabkan tanaman yang tergenang. Tanaman akan mengalami hipoksia akar dan gangguan transportasi air dan nutrisi. Meningkatnya cekaman genangan akan mengakibatkan tanaman mengalami hambatan pada proses penyerapan air, sehingga dapat menurunkan tekanan turgor (Sopandie, 2013).

Pada penelitian ini genotipe tanaman nilam berbeda sangat nyata pada variabel pengamatan kadar air. Kadar air yang diperlukan untuk tanaman juga bergantung pada pertumbuhan tanaman. Hal ini sejalan dengan Qonita, (2023) tanaman nilam mampu beradaptasi dengan baik dikarenakan perlakuan pemberian kadar air pada genotipe tanaman.

Tanaman yang mengalami cekaman air akan mengakibatkan terhambatnya pembentukan hormon, tunas tanaman, dan daun (Wardhani, 2015). Kekurangan air juga akan menimbulkan cekaman kekeringan yang dapat menurunkan pertumbuhan tanaman. Tanaman akan merespon kekurangan air dengan memperlambat pertumbuhan serta proses lain untuk menurunkan penggunaan air (Khan *et al.* 2015).

3.3 Luas Daun

Berdasarkan hasil sidik ragam pada variabel luas daun, terdapat perbedaan sangat nyata pada genotipe nilam dan perlakuan kapasitas lapang dan terdapat interaksi antar keduanya. Adapun tabel nilai rata-rata tabel dua arah kombinasi faktor K dan G genotipe nilam dan perlakuan kapasitas lapang terhadap luas daun disajikan pada Tabel 5.

Pada tabel 5 menunjukkan bahwa luas daun tertinggi pada perlakuan kapasitas lapang 80% genotipe 10 memiliki rata-rata 39,00 dan kapasitas lapang 100% genotipe 10 memiliki rata-rata 38,03. Sedangkan yang memiliki luas daun terendah yaitu pada perlakuan kapasitas lapang 60% genotipe 5 memiliki rata-rata 23,91. Hal ini menunjukkan perlakuan kapasitas lapang 80% dan kapasitas lapang 100% dengan genotipe 10 memberikan hasil luas daun yang baik. Pada kapasitas lapang 120% tidak tahan dengan cekaman air yang berlebih dikarenakan akan mengakibatkan menurunnya pertumbuhan luas daun karena kemampuan akar untuk menyerap air dan unsur hara menjadi terhambat (Sala *et al.* 2021).

Tabel 5. Nilai Rata-Rata Luas Daun Tabel Dua Arah Kombinasi Faktor K dan G

Faktor G	Faktor K			
	K1	K2	K3	K4
G4	0,00 (b) B	28,50 (a) B	34,40 (a) A	0,00 (b) A
G5	23,91 (b) A	35,26 (a) A	36,02 (a) A	0,00 (c) A
G6	0,00 (b) B	32,67 (a) AB	30,53 (a) A	0,00 (b) A
G10	31,17 (a) A	39,00 (a) A	38,03 (a) A	6,96 (b) A

BNT (GK) : 8,88

Keterangan: Rataan dengan notasi akhir yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata.

Pada penelitian ini genotipe tanaman nilam berbeda sangat nyata pada variabel pengamatan luas daun. Perbedaan luas daun antar genotipe diduga akibat faktor genetik. Hal ini sejalan dengan Zlatev dan Lidon, (2012) menyatakan bahwa genotipe dari spesies tanaman yang sama mempunyai respon yang berbeda terhadap cekaman air sebagai akibat dari perbedaan genetik genotipe yang berbeda. Menurut Harnelly *et al.* (2018) keragaman genetik antar genotipe nilam berdasarkan analisis molekuler menjadi dasar perbedaan respon fisiologis terhadap lingkungan termasuk cekaman air.

Tanaman yang mengalami cekaman kekeringan berpengaruh pada perubahan tingkat seluler dan molekuler yang diwujudkan dalam bentuk berkurangnya pertumbuhan tanaman dan berkurangnya luas daun. Ukuran luas daun yang mengecil merupakan mekanisme penghindaran tanaman menekan kehilangan air untuk mengurangi terjadinya transpirasi pada tanaman (Khaerana, 2007).

3.4 Luas Daun Spesifik

Berdasarkan hasil sidik ragam pada variabel luas daun spesifik, terdapat perbedaan sangat nyata pada genotipe nilam dan perlakuan kapasitas lapang dan terdapat interaksi antar keduanya. Nilai rata-rata tabel dua arah kombinasi faktor K dan G genotipe nilam dan perlakuan kapasitas lapang terhadap luas daun spesifik disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 menunjukkan bahwa luas daun spesifik terbesar yaitu pada perlakuan kapasitas lapang 80% genotipe 10 dan kapasitas lapang 100% genotipe 4 yaitu 259,14 cm².g⁻¹ dan 219,50 cm².g⁻¹. Sedangkan yang memiliki luas daun spesifik yang terkecil yaitu pada perlakuan kapasitas lapang 60% genotipe 10 dan kapasitas lapang 80% genotipe 6 yaitu 190,03 cm².g⁻¹ dan 180,39 cm².g⁻¹. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan kapasitas lapang 80% dengan genotipe 10 dan kapasitas lapang 100% dengan genotipe 4 memberikan hasil luas daun spesifik yang lebih baik. Pada kapasitas lapang 120% tidak tahan dengan cekaman air yang berlebih sehingga tanaman mati pada minggu ke-4. Cekaman genangan menyebabkan gangguan fotosintesis, penurunan ekspansi sel daun, dan perubahan luas daun spesifik akibat stres hipoksia akar (Sala *et al.* 2021).

Tabel 6. Nilai Rata-Rata Luas Daun Spesifik Tabel Dua Arah Kombinasi Faktor K dan G

Faktor G	Faktor K			
	K1	K2	K3	K4
G4	0,00 (b) B	212,83 (a) AB	219,50 (a) A	0,00 (b) A
G5	195,54 (a) A	215,00 (a) A	203,69 (a) A	0,00 (b) A
G6	0,00 (b) B	180,39 (a) B	204,14 (a) A	0,00 (b) A
G10	190,03 (ab) A	259,14 (a) A	236,36 (a) A	0,00 (c) A

BNT (GK) : 51,52

Keterangan: Rataan dengan notasi akhir yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata.

Genotipe secara fisiologis tahan terhadap kekeringan karena dapat mempertahankan luas daunnya pada kondisi cekaman kekeringan. Sehingga pada penelitian ini genotipe nilam sangat berbeda nyata. Adisarwanto (2005) menyatakan bahwa varietas maupun genotipe memegang peranan penting dalam perkembangan atau pertumbuhan tanaman.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Genotipe 4 dan 5 memberikan pertumbuhan terbaik pada variabel pengamatan tinggi tanaman, diameter batang, jumlah cabang, kadar air tanaman, luas daun, luas daun spesifik, berat basah brangkasan.
2. Terdapat interaksi antara perlakuan kapasitas lapang dengan Genotipe 4 dan 5 secara nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang, kadar air tanaman, luas daun, luas daun spesifik, dan berat kering brangkasan.

Ucapan Terimakasih: Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Politeknik Negeri Lampung yang telah memberikan dana untuk penelitian ini melalui skema pendanaan DIPA Politeknik Negeri Lampung 2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T. 2005. *Budidaya Kedelai dengan Pemupukan yang Efektif dan Pengoptimalan Peran Bintil Akar*. Jakarta: Penebar Swadaya. Hal. 18-23.
- Anjum, S.A., Xie, X., Wang, L., Saleem, M., Man, C., dan Lei, W. 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African Journal of Agricultural Research*. 6(10): 5897.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2022. *Statistik Perkebunan Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jendral Perkebunan. 24 hal.
- Dewansyah, B.A. dan Soetopo, L. 2018. Eksplorasi dan Identifikasi Cabai Rawit Lokal di Kabupaten Kediri, Nganjuk dan Jombang. *Jurnal Produksi Tanaman* 6(10): 2508-2514.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., dan Basra, S.M.A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*. 29: 185–212. <https://doi.org/10.1051/agro:2008021>
- Gabesius, Y.O., Siregar, L.A.M., dan Husni, Y. 2012. Respon pertumbuhan dan produksi beberapa varietas kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) terhadap pemberian pupuk bokashi. *Jurnal Agroekoteknologi* 1(1): 220-236.
- Gusmiatun, Suwignyo, R.A., Wijaya, A., dan Hasmeda, M. 2015. Peningkatan toleransi rendaman padi lokal rawa lebak dengan introgresi gen sub1. *Jurnal Agronomi Indonesia* (43): 99-104.
- Haniva, Q. 2020. *Uji Karakter Fisiologi dan Morfologi 10 Genotip Nilam (Pogostemon cablin Benth.)*. Bandar Lampung: Politeknik Negeri Lampung. Skripsi.

- Harnelly, E., Thomy, Z., Fathiya, N. 2018. Phylogenetic analysis of Dipterocarpaceae in Ketambe Research Station, Gunung Leuser National Park (Sumatra, Indonesia) based on rbcL and matK genes. *Biodiversitas*. 19(3): 1074-1080.
- Jumin, H.B. 2002. Agroekologi Suatu Pendekatan Fisiologi. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Khaerana. 2007. Pengaruh cekaman kekeringan dan umur panen terhadap pertumbuhan dan kandungan xanthorrhizol tanaman temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb). Bogor: Program Studi Agronomi Institut Pertanian Bogor. Tesis.
- Khan, M.I.R., Asgher, M., Fatma, M., Per, T.S., dan Khan, N.A. 2015. Drought stress vis a vis plant functions in the era of climate change. *Climate Change and Environmental Sustainability* 3(1):13-25.
- Kurniawan, A. dan Maulidah, N.I. 2026. *PHYTOHORMONES: Regulator Pertumbuhan Tanaman*. Malang: UB Press.
- Nurmayanti, S., Tahir, M., dan Dianti, G.A.P. 2021. Variabilitas, Korelasi, dan Analisis Kelas Sepuluh Genotipe Nilam (*Pogostemon cablin* Benth.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pertanian* 5(1): 81-88.
- Osakabe, Y., Osakabe, K., Shinozaki, K., dan Tran, L.P. 2014. Response of plants to water stress. *Front. Plant Sci.* 5(86): 1–8.
- Priyambudi, E. 2015. Pengaruh model penanaman dan aplikasi pupuk P dan K pada pertumbuhan dan hasil tanaman stroberi (*Fragaria sp.*). Malang: Universitas Brawijaya. Disertasi.
- Raderschall, C.A., Vico, G., Lundin, O., Taylor, A.R., dan Bommarco, R. 2021. Water stress and insect herbivory interactively reduce crop yield while the insect pollination benefit is conserved. *Global Change Biology*. 27: 71–83.
- Sala, F., Dobrei, A., dan Herbei, M.V. 2021. Leaf Area Calculation Models for Vines Based on Foliar Descriptors. *Plants*. 10: 2453. <https://doi.org/10.3390/plants10112453>
- Sopandie, D. 2013. Fisiologi adaptasi tanaman: terhadap cekaman abiotik pada agroekosistem tropika. Bogor: IPB Press. Available at: [https://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/81229/Full Text Buku.pdf;jsessionid=80D3E989EC0B2C2070F424FA8C8E7AE3?sequence=4](https://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/81229/Full%20Buku.pdf;jsessionid=80D3E989EC0B2C2070F424FA8C8E7AE3?sequence=4).
- Swamy, M.K. dan Sinniah, U.R. 2015. A comprehensive review on the phytochemical constituents and pharmacological activities of *Pogostemon cablin* Benth. an aromatic medicinal plant of industrial importance. *Molecules* 20(5): 8521-8547
- Zhou, W., Chen, F., Meng, Y., Chandrasekarang, U., Luo, X., Yang, W., dan Shu, K. 2020. Plant Waterlogging/Flooding Stress Responses: From Seed Germinations To Maturation. *Plant Physiology and Biochemistry* 148(2): 228-236.
- Zlatev, Z. dan Lidon, F.C. 2012. An Overview on Drought Induced Changes in Plant Growth, Water Relation and Photosynthesis. *Emirates Journal Food and Agriculture* 24(1): 57-72.