

PENGARUH VOLUME PENYIRAMAN TERHADAP PRODUKSI HIJAUAN DAN EFISIENSI PENGGUNAAN AIR PADA CORCHORUS AESTUANS

Effects of Watering Volume on Yield and Water Use Efficiency of Corchorus aestuans

Muhammad Fahmy Fachrul Zain¹, Lizah Khairani¹, Iin Susilawati¹

¹Departemen Nutrisi Ternak dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran, Kampus Jatinangor, Jl. Raya Bandung-Sumedang KM.21, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat 45363

ABSTRAK

KORESPONDENSI

Muhammad Fahmy Fachrul Zain

Departemen Nutrisi Ternak dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran.

*email :
fahmifachrulzain@gmail.com*

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh volume penyiraman air yang mengacu kapasitas lapang (KL) terhadap produksi hijauan *C. aestuans*, dan mengetahui seberapa besar efisiensi penggunaan air yang diperoleh. Benih *C. aestuans* yang digunakan bersumber dari Laboratorium Lapangan Tanaman Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran. Penelitian dilaksanakan secara eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan dan 5 kali ulangan. Perlakuan mencakup P1 = 50% KL, P2 = 75% KL, P3 = 100% KL, dan P4 = 125% KL. Analisis data menggunakan analisis ragam, dilanjutkan dengan uji Tukey HSD. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian volume air dapat mempengaruhi produksi hijauan dan efisiensi penggunaan air tanaman. Produksi hijauan terbaik diperoleh pada 75% KL, dengan efisiensi penggunaan air tertinggi diperoleh pada 50% KL, sebagai level penyiraman yang direkomendasikan.

Kata Kunci: kapasitas lapang, bobot kering, *C. aestuans*, efisiensi penggunaan air, produksi hijauan

ABSTRACT

This objectives of this study are to determine the effect of volume of watering based on field capacity (FC) on yield of C. aestuans as well as to determine the value of the water use efficiency. The C. aestuans seeds used were obtained from the Field of Forage Crop Laboratory, Faculty of Animal Husbandry, Universitas Padjadjaran. Using a completely randomized design including 4 treatments and 5 replications, the study was conducted experimentally. The treatments included P1 = 50% FC, P2 = 75% FC, P3 = 100% FC, and P4 = 125% FC. Data analysis was performed using analysis of variance, and Tukey's Honest Significance Difference was then used. The results showed that the volume of water affected the yield and the efficiency of plant water use. The best yield was obtained at 75% FC, while the highest water use efficiency was obtained at 50% FC, as the recommended level of watering.

Keywords: *field capacity, dry weight, C. aestuans, water use efficiency, yield*

PENDAHULUAN

Pemanfaatan tanaman herbal menjadi upaya yang dapat dilakukan untuk menambah variasi dan ketersediaan hijauan pakan, di samping hijauan yang umumnya digunakan sebagai sumber protein dan energi. Tanaman herbal sendiri merupakan pilihan alternatif untuk feed additive alami yang aman bila dikonsumsi ternak, tidak seperti feed additive sintetik komersial, di mana pemberiannya beresiko mengakibatkan resistensi bakteri dan meninggalkan residu. Corchorus aestuans adalah salah satu tanaman yang berpotensi dijadikan sebagai feed additive tersebut. C. aestuans sendiri merupakan tanaman dari famili Tiliaceae yang mampu tumbuh dengan tinggi 50 – 100 cm, memiliki batang tegak, dengan daun berbentuk oval Ø 8 mm, di mana satu tanaman dapat memproduksi pod dalam kisaran 137 buah. aestuans tergolong Corchorus liar, bersama 3 spesies lainnya (C. pseudoolitorious; C. fascicularis; dan C. tridens), serta dapat ditemukan dengan nama lokal Ewedu di bagian Barat Daya Nigeria (Adeyinka & Akintade, 2015).

Fokus utama dari C. aestuans terdapat pada bagian daun, yang

mengandung metabolit sekunder seperti alkaloid, fenol, dan flavonoid, serta antioksidan tinggi mencakup vitamin A, C, dan E (Alaye et al., 2021). Kondisi tersebut menjadikan tanaman ini telah banyak dijadikan tanaman etnobotani, dan mendukung potensinya sebagai feed additive dari kelas fitogenik. Pemanfaatan C. aestuans di Indonesia sendiri masih terbatas, karena tanaman ini tergolong sulit ditemukan dan belum banyak yang membudidayakan, mengingat minimnya informasi terkait tata cara pembudidayaannya. Peternak domba dan sapi di wilayah Purwakarta, Jawa Barat mengenal tumbuhan liar tersebut dengan sebutan dengdek poek (Nuraeni et al., 2019), di mana ketika musim kemarau, setelah tanaman ini menghasilkan biji dan kemudian mati, biji akan memasuki periode dormansi.

Sebagai tanaman berpotensi, menjadi hal yang krusial untuk mengetahui metode pembudidayaannya, terutama dalam aspek pengelolaan air, agar C. aestuans memungkinkan untuk tetap tumbuh sepanjang musim kemarau. Salah satu pendekatan adalah melalui penelitian lebih lanjut terkait kebutuhan air yang menyesuaikan karakteristik tanaman tersebut, mengingat setiap jenis tanaman memiliki kebutuhan air yang

bervariasi. Terlebih, masih terdapat keterbatasan informasi terkait kebutuhan air *Corchorus*, khususnya untuk spesies *aestuans*.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Tanaman Makanan Ternak dan Laboratorium Nutrisi Ternak Ruminansia dan Kimia Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, Kabupaten Sumedang pada bulan Maret – Mei 2023. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan 5 kali ulangan. Tukey's Honest Significance Test (Tukey HSD) kemudian dilakukan untuk membandingkan pasangan rata-rata antar perlakuan. Level penyiraman air yang digunakan pada penelitian mencakup P1 = 50% KL; P2 = 75% KL; P3 = 100% KL; dan P4 = 125% KL. Kapasitas lapang yaitu kemampuan tanah maksimum dalam menyerap air, yaitu ketika pori-pori mikro dalam tanah terisi semua dengan air.

Benih terlebih dahulu direndam dalam air bersuhu ruang selama 24 jam, kemudian disemai. Bibit tanaman *C. aestuans* yang telah tumbuh berumur 3 bulan dari waktu semai, dipindahkan ke Pot kapasitas 10 kg tanah, dengan media tanam berupa campuran 2 kg pupuk kompos dan 8 kg tanah, kemudian ditempatkan di rumah plastik ultra violet, dengan jarak penempatan pot 75 cm. Penyiraman dilakukan sesuai dengan perlakuan. Pengambilan data dilakukan ketika tanaman mulai berbunga, yaitu 22 hari setelah bibit ditanam pada pot. Variabel pengamatan di antaranya mencakup:

1. Produksi hijauan (BS = Bobot Segar dan BK = Bobot Kering), yaitu BS

batang dan BS daun serta BK batang dan BK daun. Pengeringan menggunakan oven dilakukan selama 24 jam pada suhu 80 °C (Ngomuo, et al., 2017) sampai mencapai bobot konstan.

2. Efisiensi Penggunaan Air (EPA) ditentukan sebagai rasio bobot kering dan jumlah air yang disuplai selama penelitian berlangsung dalam g ml⁻¹ (Aguilar et al., 2016).

$$EPA (g\ ml^{-1}) = \frac{Bobot\ kering\ (g)}{Total\ air\ (ml)}$$

Kadar air tanah kapasitas lapang terlebih dahulu dihomogenkan untuk seluruh unit percobaan, dengan cara disiram hingga air perkolasi keluar melalui lubang pot, kemudian didiamkan hingga tidak terdapat air perkolasi yang tersisa. Kadar air pada kapasitas lapang sendiri dianalisis melalui perhitungan menurut Rahayu et al. (2020), menggunakan 100 gram sampel tanah dan pengovenan pada suhu 105 °C selama 24 jam untuk memperoleh bobot kering (Bk).

$$KL = \frac{(Bb - Bk)}{Bb} \times 100\%$$

Keterangan:

- KL = Kadar air pada kapasitas lapang (%)
Bb = Bobot basah (g)
Bk = Bobot kering (g)

Kapasitas lapang dipertahankan dengan cara mengganti jumlah air yang hilang. Air yang hilang mengacu pada selisih bobot tanah yang ditimbang setiap harinya. Penyiraman dilakukan ketika kondisi hari tidak terik sebanyak sekali sehari

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Volume Penyiraman terhadap Produksi Hijauan

Pengaruh perlakuan terhadap produksi hijauan diketahui melalui analisis ragam, yang menunjukkan adanya pengaruh nyata ($P < 0,05$). Berdasarkan uji Tukey HSD, tidak ada perbedaan yang nyata antar perlakuan P1; P2; dan P3 untuk seluruh parameter produksi hijauan, namun terdapat perbedaan nyata antara P2 dan P4 (Tabel 1). Kondisi tersebut disebabkan tingkat cekaman 75% KL yang masih cukup mengandung air untuk diabsorpsi oleh akar. Jumlah air yang sesuai akan membuat proporsi agregat makro tanah menjadi lebih baik, yang turut mengoptimalkan pertumbuhan akar (Susanto & Rahayu, 2023).

Perolehan bobot terendah untuk P4 diduga sebagai dampak dari kondisi tanaman yang tergenang air. Muka air tanah yang semakin mendekati

permukaan tanah membuat ketersediaan oksigen wilayah perakaran semakin terbatas (hipoksia), hingga memungkinkan untuk mengalami anoksia (Meihana & Lakitan, 2022). Oksigen sendiri pada dasarnya diperlukan tanaman untuk keberlangsungan respirasi akar. Konsentrasi oksigen dalam tanah yang menurun akan mempengaruhi proses fisiologis, mencakup absorpsi air dan nutrisi, maupun respirasi tanaman tersebut (Neira et al., 2015). Defisiensi oksigen seiring dengan peningkatan karbondioksida pada akar dalam kondisi tergenang membuat fungsi aerob terbatas dan meningkatkan metabolisme anaerob (fermentasi). Respirasi anaerob berlebih kemudian akan mengakumulasi asam laktat dan etanol pada sistem perakaran dalam jumlah yang besar (Wang et al., 2022).

Tabel 1. Pengaruh volume penyiraman terhadap produksi hijauan

Perlakuan	BS _{daun} ± SD	BS _{batang} ± SD	BK _{daun} ± SD	BK _{batang} ± SD
..... g tanaman ⁻¹				
P1 (50% KL)	28,30 ± 16,29 ^{ab}	42,42 ± 25,62 ^{ab}	6,66 ± 3,99 ^{ab}	6,68 ± 4,14 ^{ab}
P2 (75% KL)	40,40 ± 14,05 ^a	71,06 ± 25,95 ^a	9,58 ± 3,47 ^a	10,76 ± 4,15 ^a
P3 (100% KL)	23,27 ± 15,21 ^{ab}	36,32 ± 26,00 ^{ab}	5,25 ± 3,37 ^{ab}	5,23 ± 3,94 ^{ab}
P4 (125% KL)	11,24 ± 6,60 ^b	19,45 ± 11,17 ^b	2,92 ± 1,45 ^b	3,39 ± 2,04 ^b

Keterangan: *superscript* yang berbeda antar baris dalam kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Pada kasus P1, di mana air berada dalam jumlah terbatas turut memberi efek negatif, dibuktikan oleh produksi hijauan yang rendah. Rendahnya produksi hijauan disebabkan oleh menurunnya laju fotosintesis sebagai pengaruh dari penutupan stomata (Gahir et al., 2021). Hubungan perolehan bobot kering daun dan laju fotosintesis sebelumnya telah dilaporkan Widaryanto et al. (2017), yang menyatakan bahwa formasi biomassa tanaman akan ditentukan oleh laju fotosintesis dari tanaman tersebut.

Fenomena ini dibuktikan dengan bobot kering daun Cucumis melo L. terendah (6,39 g tanaman⁻¹) yang diperoleh untuk pengairan 50% KL.

Pengaruh Volume Penyiraman terhadap EPA (Efisiensi Penggunaan Air)

EPA ditujukan untuk mengetahui seberapa efisien suatu tanaman di dalam memanfaatkan air yang disuplai melalui penyiraman untuk dikonversi menjadi hijauan. Pengaruh perlakuan terhadap EPA mengacu analisis ragam turut

menunjukkan adanya pengaruh yang nyata ($P < 0,05$). Hasil uji Tukey HSD menunjukkan perbedaan yang nyata untuk EPAdaun P1 dengan ketiga perlakuan lainnya. Tidak terdapat perbedaan nyata antara EPAbatang P1 dan P2, namun terdapat perbedaan yang nyata pada P1 dibanding P3 dan P4 (Tabel 2).

Bila dibandingkan dengan P2, volume penyiraman pada P1 yang

didasari 50% KL dapat menghemat air hingga mencapai 71,46%; sedangkan bila berbanding dengan P3 dan P4, volume penyiraman P1 dapat menghemat air masing-masing sebanyak 68,71 dan 77,01%. Tingginya EPA untuk 50% KL turut dibuktikan bobot kering *Amaranthus cruentus*, yang diperoleh sebesar 0,36 g ml⁻¹ (Ogunlela & Sadiku, 2017).

Tabel 2. Pengaruh volume penyiraman terhadap EPA

Perlakuan	Total Volume Air yang Digunakan	EPA _{daun} ± SD	EPA _{batang} ± SD
	 ml	 g ml ⁻¹	 g ml ⁻¹
P1 (50% KL)	1.530	0,0040 ± 0,0018 ^a	0,0040 ± 0,0024 ^a
P2 (75% KL)	5.360	0,0018 ± 0,0004 ^b	0,0020 ± 0,0004 ^{ab}
P3 (100% KL)	4.889	0,0010 ± 0,0005 ^b	0,0010 ± 0,0006 ^b
P4 (125% KL)	6.655	0,0004 ± 0,0002 ^b	0,0005 ± 0,0003 ^b

Keterangan: *superscript* yang berbeda antar baris dalam kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

Bijanazadeh et al. (2022) mengkategorikan 100% KL sebagai kondisi well-watered, akan tetapi, 50% KL (severe water stress) justru menjadi pemberi nilai efisiensi tertinggi, diikuti oleh 75% (mild water stress). Fenomena tersebut diduga karena air hilang berada dalam jumlah yang sedikit, sehingga penggunaannya menjadi lebih efisien. Ketika cekaman kekeringan dihadapi tanaman, penutupan stomata yang dipicu ABA akan meminimalisasi hilangnya air melalui penurunan laju transpirasi (Aslam et al., 2022). Sama halnya pada kondisi defisit air, ketika tanaman berada dalam kondisi tergenang, stomata tanaman akan menutup dimana etilen dan ABA berperan secara langsung dalam penutupannya (Else et al. 2009, dalam Bashir et al., 2019). Efisiensi didasari anggapan bahwa 99% hilangnya air pada tanaman terjadi melalui transpirasi,

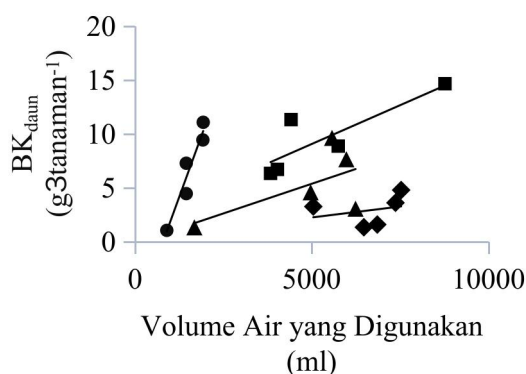
dengan 95% di antaranya hilang melalui stomata (Kochhar & Gujral, 2020). Ketika laju transpirasi mengalami penurunan, maka jumlah air yang hilang dapat ditekan.

Absorpsi air sendiri dapat berlangsung akibat perbedaan nilai potensial air () antara tanah, tanaman dan atmosfer (Dubbert et al., 2022), yang mengharuskan tanaman memiliki lebih rendah dibandingkan tanah agar air dapat terabsorpsi. Fenomena ini turut berkaitan dengan mekanisme transpirasi, dimana tarikan air dari tanah menuju daun akan membuat air dalam aliran transpirasi berada pada tekanan negatif, sehingga menurunkan di bawah nol (Vesala et al., 2017). Absorpsi air oleh akar akan terus berlangsung hingga sel parenkim terehidrasi sepenuhnya, di

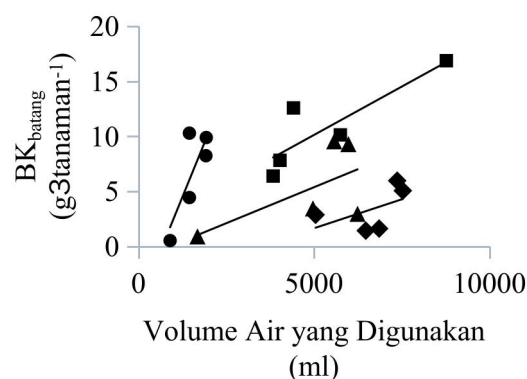
mana nilai tanaman setara dengan yang dimiliki oleh tanah (Gimenez et al., 2005).

Tanaman yang telah terehidrasi membuatnya tidak memiliki cukup ruang untuk menyerap lebih banyak air, sehingga air yang diberikan melalui penyiraman tidak dapat digunakan

sepenuhnya (tidak efisien). Hal ini dikarenakan menurunnya laju transpirasi akibat penutupan stomata tersebut, mengakibatkan tanaman tidak cukup rendah. Fenomena ini diduga menjadi alasan 125% KL memberi perolehan EPA yang rendah.



Ilustrasi 1. Hubungan antara Volume Air dengan BK_{daun} *C. aestuans*. Garis Regresi EPA P1 (●) $y = 0,009x - 7,1434$ ($R^2 = 0,9188$); P2 (■) $y = 0,0014x + 1,8621$ ($R^2 = 0,723$); P3 (▲) $y = 0,0011x - 0,135$ ($R^2 = 0,3673$); dan P4 (◆) $y = 0,0004x + 0,2154$ ($R^2 = 0,0778$)



Ilustrasi 2. Hubungan antara Volume Air dengan BK_{batang} *C. aestuans*. Garis Regresi EPA P1 (●) $y = 0,0078x - 5,3138$ ($R^2 = 0,6463$); P2 (■) $y = 0,0018x + 1,3459$ ($R^2 = 0,7517$); P3 (▲) $y = 0,0013x - 1,1654$ ($R^2 = 0,38$); dan P4 (◆) $y = 0,0011x - 3,6037$ ($R^2 = 0,2608$)

Hubungan volume air dengan BK_{daun} maupun BK_{batang} masing-masing turut disajikan pada Ilustrasi 1 dan 2 sebagai EPA. Mengacu grafik, volume air dan BK daun maupun batang memiliki korelasi positif untuk seluruh perlakuan, di mana terjadi peningkatan BK_{daun} seiring dengan penambahan per satuan ml air, masing-masing sebesar 0,009; 0,0014; 0,0011; dan 0,0004 g. Nilai koefisien determinasi (R^2) yang tertera menyatakan kemampuan volume air dalam mempengaruhi BK_{daun}. R^2 diperoleh dengan nilai masing-masing sebesar 91,88; 72,30; 36,73; dan 7,78%, sedangkan sisanya (8,2; 27,7; 63,27; dan 92,22%). BK_{batang}, mengalami peningkatan seiring penambahan per satuan ml air masing-masing sebesar 0,0078; 0,0018; 0,0013; dan 0,0011 g. R^2 diperoleh dengan nilai masing-masing sebesar 64,63; 75,17; 38; dan 26,08%,

dengan variabel lain sebesar 35,37; 24,83; 62; dan 73,92%.

Laju transpirasi yang dipengaruhi oleh suhu (Fibriana et al., 2018) diduga menjadi variabel lain yang mempengaruhi perolehan BK, yang kemudian berimbas pada EPA. Suhu naungan yang lebih tinggi memungkinkan turut mempercepat laju evaporasi maupun transpirasi. Transpirasi sendiri pada dasarnya menjadi upaya termoregulasi melalui penurunan suhu daun ketika dihadapkan cekaman panas (Gong et al., 2023). Curah hujan menjadi aspek kedua yang diduga mempengaruhi. Hujan akan meningkatkan kandungan air pada tanah secara tidak langsung melalui kelembapan, di mana semakin tinggi kelembapan, maka kandungan air pada tanah juga akan semakin tinggi (Tang et al., 2022).

KESIMPULAN

Perbedaan volume penyiraman dapat mempengaruhi produksi segar batang, daun dan efisiensi penggunaan air untuk tanaman *C. aestuans*. Penyiraman 75% kapasitas lapang direkomendasikan untuk memberi produksi hijauan terbaik, sementara 50% kapasitas lapang paling efisien dalam penggunaan air.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeyinka, A. C., & Akintade, M. J. (2015). Morphological characterisation and hybridisation in four species of *Corchorus*. *Journal of Biology and Nature*, 4(3), 179-192.
- Aguiar, L. M., Santos, J. B., Costa, V. A., Brito, L. A., Ferreira, E. A., Pereira, I. M., & Aspiazu, I. (2016). Herbicide tolerance and water use efficiency in forest species used in degraded areas recovery programs. *BOSQUE*, 37(3), 493-500. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002016000300006>.
- Alaye, S. A., Adeagbo, A. A., Ampitan, T. A., Meduna, P. N., A., A. O., Odeyemi, S. A., & Irunokhai, E. A. (2021). Evaluation of phytochemicals and vitamins constituents of *Corchorus aestuans* l. *Journal of Research in Forestry, Wildlife & Environment*, 13(3), 55-59.
- Aslam, M. M., Waseem, M., Jakada, B. H., Okal, E. J., Lei, Z., Saqib, H. S., . . . Zhang, Q. (2022). Mechanisms of abscisic acid-mediated drought stress responses in plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(1084), 1-21. <https://doi.org/10.3390/10.3390/ijms23031084>
- Bashar, K. K., Tareq, M. Z., Amin, M. R., Honi, U., Arif, M. T.-U., Sadat, M. A., & Hossen, Q. M. (2019). Phytohormone-mediated stomatal response, escape and quiescence strategies in plants under flooding stress. *Agronomy*, 9(2), 1-13. <https://doi.org/10.3390/agronomy9020043>.
- Bijanzadeh, E., Moosavi, S. M., & Bahadori, F. (2022). Quantifying water stress of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars by crop water stress index under different irrigation regimes. *Heliyon*, 8, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09010>.
- Dubbert, M., Couvreur, V., Kubert, A., & Werner, C. (2022). Plant water uptake modelling: added value of cross-disciplinary approaches. *Plant Biology*, 25(1), 32-42. <https://doi.org/10.1111/plb.13478>
- Fibriana, R., Ginting, Y. S., Ferdiansyah, E., & Mubarak, S. (2018). Analisis besar atau laju evapotranspirasi pada daerah terbuka. *Agrotekma*, 2(2), 130-137.
- Gahir, S., Bharath, P., & Raghavendra, A. S. (2021). Stomatal closure sets in motion long-term strategies of plant defense against microbial pathogens. *Front. Plant. Sci.*, 12(61952), 1-8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.761952>
- Gimenez, C., Gallardo, M., & Thompson, R. B. (2005). Plant-water relations. In *Encyclopedia of Soils in the Environment* (pp. 231-238). Elsevier.
- Gong, X. W., Leigh, A., Guo, J.-j., Fang, L.-D., & Hao, G.-Y. (2023). Sand dune shrub species prioritize hydraulic integrity over transpirational cooling during an experimental heatwave. *Agricultural and Forest Meteorology*, 336(109483), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2023.109483>.
- Kochhar, S. L., & Gujral, S. K. (2020). Transpiration. In *Plant Physiology: Theory and Application* (pp. 75-99). Cambridge University Press.
- Meihana, M., & Lakitan, B. (2022). Dampak cekaman muka air tanah terhadap morfologis anatomis dan fisiologis tanaman buncis (*Phaseolus vulgaris*

- L.) di fase generatif. *Jurnal Agroqua*, 20(2), 280-291. <https://doi.org/10.32663/ja.v20i2.3248>.
- Neira, J., Ortiz, M., Morales, L., & Acevedo, E. (2015). Oxygen diffusion in soils: understanding the factors and processes needed for modeling. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 75(1), 35-44. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392015000300005>
- Ngomuo, M. S., Stoilova, T., Feyissa, T., Kassim, N., & Ndakidemi, P. A. (2017). Leaf and seed yield of jute mallow (*Corchorus olitorius* L.) accessions under field conditions for two consecutive growing seasons. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 1-7. <http://dx.doi.org/10.1080/14620316.2017.1304168>.
- Nuraeni, A., Khairani, L., & Susilawati, I. (2019). Pengaruh tingkat pemberian pupuk nitrogen terhadap kandungan air dan serat kasar *Corchorus aestuans*. *Pastura*, 9(1), 32-35. <https://doi.org/10.24843/Pastura.2019.v09.i01.p09>.
- Ogunlela, A. O., & Sadiku, I. B. (2017). Yield and water use efficiency of *amaranthus cruentus* grown under sms-based irrigation system. *Journal of Research in Forestry, Wildlife & Environment*, 9(3), 47-57.
- Rahayu, R. S., Poerwanto, R., Efendi, D., & Widodo, W. D. (2020). Durasi cekaman kekeringan yang tepat untuk induksi bunga jeruk keprok madura. *J. Hort. Indonesia*, 11(2), 82-90. <http://dx.doi.org/10.29244/jhi.11.2.82-90>.
- Susanto, A. D., & Rahayu, Y. S. (2023). Pengaruh cekaman air dan konsentrasi silika pada poc terhadap pertumbuhan tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *LenteraBio*, 12(2), 229-238.
- Tang, M., Li, W., Gao, X., Wu, P., Li, H., Ling, Q., & Zhang, C. (2022). Land use affects the response of soil moisture and soil temperature to environmental factors in the loess hilly region of china. *PeerJ*, 10(13736), 1-28. <https://doi.org/10.7717/peerj.13736>.
- Vesala, T., Sevanto, S., Grönholm, T., Salmon, Y., Nikinmaa, E., Hari, P., & Hölttä, T. (2017). Effect of leaf water potential on internal humidity and co₂ dissolution: reverse transpiration and improved water use efficiency under negative pressure. *Front. Plant Sci.*, 8(54), 1-10. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00054>.
- Wang, Z., Han, Y., Luo, S., Rong, X., Song, H., Jiang, N., . . . Yang, L. (2022). Calcium peroxide alleviates the waterlogging stress of rapeseed by improving root growth status in a rice-rapeseed rotation field. *Front. Plant Sci.*, 13(1048227), 1-14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1048227>.
- Widaryanto, E., Wicaksono, K. P., & Najiyah, H. (2017). Drought effect simulation on the growth and yield quality of melon (*Cucumis melo* L.). *Journal of Agronomy*, 16(4), 147-153. <https://doi.org/10.3923/ja.2017.147.153>.