



Analisis Iklim Mikro Di Hutan Sub Montana Taman Nasional Gunung Ciremai : Pengaruh Tegakan Hutan Kaliandra sp

Sukron Aminudin ^{1*}, Agus Yadi Ismail ²

¹ Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi Pasca Sarjana, Universitas Kuningan, Kuningan, Indonesia

² Program Studi Pendidikan Biologi Pasca Sarjana, Universitas Kuningan, Kuningan, Indonesia

¹ sukron24aminudin@gmail.com *; ² agus.yadi@uniku.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Article history

Received: 26 Mei 2021

Revised : 07 Juni 2021

Accepted : 26 Juni 2021

Published : 30 Juni 2021

Keywords

Iklim Mikro

Kaliandra

Kelembaban Udara

Purposive Sampling

Suhu

ABSTRACT

Penyebaran spesies *Kaliandra sp* Di Taman Nasional Gunung Ciremai dipengaruhi oleh iklim mikro Kawasan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis iklim mikro yaitu suhu dan kelembaban udara di Kawasan Taman Nasional Gunung Ciremai lebih tepatnya pada tegakan hutan yang didominasi oleh Spesies *Kaliandra sp*. metode yang digunakan adalah Purposive Sampling berdasarkan interval ketinggian 50 m dari ketinggian tempat 1.100-1.300 mdpl yang pada setiap interval ketinggian terdapat 20 titik pengamatan suhu dan kelembaban udara yang dilakukan dari pagi hari, siang hari, dan sore hari yang diakumulasi pada setiap bulan. Kemudian analisis data yang digunakan adalah dengan uji regresi linear berganda untuk mengetahui pengaruh ketinggian dengan suhu rata-rata dan kelembaban udara rata-rata di tegakan *Kaliandra sp*. Hasil pada penelitian ini adalah selama lima bulan, suhu rata-rata harian menunjukkan perbedaan antara 1.100 dan 1.150, sedangkan ketinggian lainnya tidak berubah secara signifikan dan cenderung turun. Sedangkan pada tiga bulan pertama kelembaban rata-rata harian meningkat, tetapi cenderung turun pada bulan Oktober. Hasil analisis regresi linier berganda diperoleh persamaan regresi $Y = 26,07 - 0,853 \text{ Suhu Rata-rata} - 7,07 \text{ Kelembaban Rata-rata}$ menjelaskan bahwa variabel dari iklim mikro memiliki korelasi yang negatif dalam mempengaruhi ketinggian tempat di tegakan *Kaliandra sp*., setiap peningkatan ketinggian tempat berdampak terhadap penurunan suhu dan kelembaban.

Copyright © 2021, First Author

et al This is an open access article under the CC-BY-SA license



APA Citation: Sukron Aminudin & Agus Yadi Ismail. (2021) Analisis Iklim Mikro Di Hutan Sub Montana Taman Nasional Gunung Ciremai : Pengaruh Tegakan Hutan *Kaliandra sp*. *Edubiologica: Jurnal Penelitian Ilmu dan Pendidikan Biologi*, Vol 9 (1), 12-17. doi: <https://doi.org/10.22219/jpbi.vxiy.xxyy>

PENDAHULUAN

Hutan sub montana di daerah tropis menunjukkan karakteristik unik yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan gradien gangguan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di areal hutan tropis ini telah menunjukkan bahwa dominasi spesies pohon dan komposisi komunitas

secara signifikan terkait dengan elevasi, pH, suhu, dan gangguan antropogenik. kemudian terkait dengan penyebaran spesies tumbuhan di kawasan ini sangat dipengaruhi oleh iklim, dan sebagian besar spesies mengadaptasi diri dengan kondisi iklim tertentu yang dikenal sebagai ceruk iklim mereka (Wang et al, 2016). Selain itu, hutan pegunungan tropis sekunder dicirikan oleh

campuran spesies perintis dan suksesi akhir, dengan pelopor menunjukkan kepadatan fluks getah yang lebih tinggi dan kepekaan terhadap perubahan iklim dibandingkan dengan spesies suksesi akhir yang berakar dalam, menyoroti kerentanan terhadap kondisi yang lebih kering dan lebih hangat (Kumar et al, 2023). Selanjutnya, studi tentang keanekaragaman bibit di hutan pegunungan tropis telah mengungkapkan bahwa pergantian spesies di dalam dan antara ketinggian dipengaruhi oleh tekanan biotik seperti serangan herbivora dan jamur, serta kondisi lingkungan seperti kelembaban tanah dan penutupan kanopi, menekankan peran faktor abiotik dan biotik yang bergantung pada skala dalam membentuk komunitas tumbuhan (Helmer et al, 2019).

Beberapa penelitian telah dilakukan di kawasan hutan sub montana tropis diantaranya penelitian di Usambara Timur yang mengidentifikasi empat komunitas tumbuhan yang secara signifikan terkait dengan elevasi, pH, suhu, dan tekanan antropogenik (Lolila et al, 2023). Di hutan Betula dan padang rumput tinggi di Jepang tengah, pengembalaan rusa memengaruhi komposisi spesies, yang mengarah pada homogenisasi atau diferensiasi floristik (Nagaike, 2023). Di Himalaya, Lembah Bani memiliki keanekaragaman hayati yang kaya dengan 196 spesies tanaman, menyoroti dominasi spesies dicotyledon dan keberadaan spesies terancam seperti *Ailanthus altissima* dan *Ulmus wallichiana* (Singh et al, 2021). Demikian pula, di Hutan Kibate Ethiopia, kekayaan spesies dipengaruhi oleh ketinggian dan aktivitas antropogenik, menekankan perlunya langkah-langkah konservasi untuk melindungi spesies endemik (Meragiew et al, 2021). Keanekaragaman pohon dan tutupan hutan mempengaruhi pembentukan kembali lebah bersarang rongga, tawon, dan musuh alami mereka di hutan pertumbuhan kembali muda (Fornoff et al, 2021). Tutupan hutan ini mengontrol sebagian besar variabel lingkungan, menciptakan iklim mikro tertentu (Prevosto, 2019). Hal ini menjadikan pentingnya menekankan sifat lingkungan yang salah satunya iklim mikro untuk keanekaragaman spesies, persebaran, keanekaragaman bibit, dan lain sebagainya (Lolila et al, 2023).

Salah satu hutan sub montana di wilayah kuningan terdapat di salah satu Kawasan Taman Nasional Gunung Ciremai

lebih tepatnya di Blok Pasir Batang yang berbatasan dengan Desa Karang Sari Kecamatan Darma (Karyaningsih et al, 2021). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Ismail et al (2022) bahwa Kawasan di Blok Pasir Batang di dominasi oleh tegakan *Kaliandra* sp mulai dari ketinggian 1.100 sampai dengan 1.300 mdpl. di Indonesia sendiri spesies *Kaliandra* sp dikategorikan sebagai spesies invasif (Handayani et al, 2023). Tutupan hutan yang di dominasi oleh suatu spesies memiliki pengaruh terhadap iklim mikro di Kawasan hutan tersebut (Teshnehdel et al, 2020). Dari permasalahan diatas maka dari itu perlu dilakukannya penelitian tentang menganalisis iklim mikro di hutan sub montana yang didominasi oleh tegakan *Kaliandra* sp dan dibandingkan dengan iklim mikro dengan tegakan berbeda yang berada didekatnya untuk melihat fluktuasi perubahan iklim dan sejauh mana tegakan spesies *Kaliandra* sp mempengaruhi iklim mikro di Kawasan hutan sub montana Taman Nasional Gunung Ciremai.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan Di Kawasan Taman Nasional Gunung Ciremai lebih tepatnya di Blok Pasir Batang pada Bulan Juni – Oktober Tahun 2020. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini termasuk termometer basah dan basah, kamera, lensa mata burung, tripod, Global Positioning System, kompas, pita ukur, meteran jahit, haka hypsometer, alat tulis, sheet of tally, HemiView Canopy Analysis Software (Delta-T Devices 1999), software Minitab 16, dan vegetasi tegakan *Kaliandra* sp di Blok Pasir Batang TNGC. Pengambilan data lebih spesifik mengenai aspek iklim mikro dengan metode purposive sampling. Observasi data iklim mikro dilakukan dengan mengukur suhu dan kelembaban udara dari pagi hari (07.00), siang hari (12.00), dan sore hari (17.00) yang diakumulasi pada setiap bulan berdasarkan ketinggian 1.100-1.300 mdpl dengan ketentuan setiap interval ketinggian 50 m terdapat 20 titik pengamatan pada tegakan *Kaliandra* sp (Fauziah et al, 2019; Ismail et al, 2022).

Analisis data iklim mikro pada penelitian ini untuk data suhu dan kelembaban menggunakan rumus dari Handoko et al (1994) :

$$T = \frac{(2T \text{ Pagi}) + (T \text{ Siang}) + (T \text{ Sore})}{4}$$

$$RH = \frac{(2RH \text{ Pagi}) + (RH \text{ Siang}) + (RH \text{ Sore})}{4}$$

Keterangan :

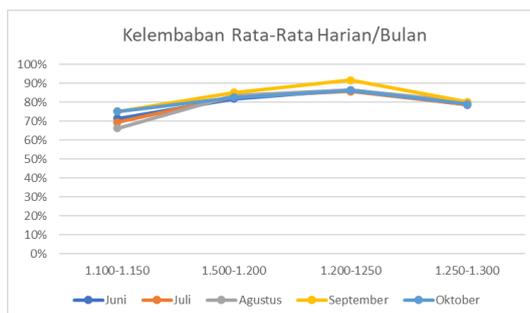
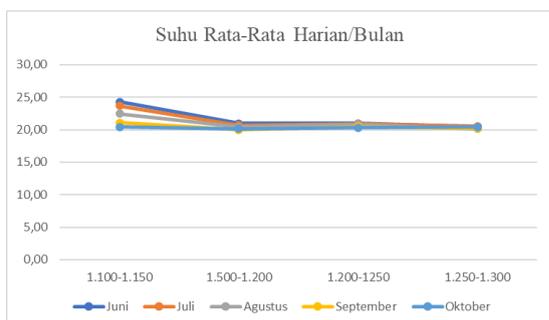
T = Rata-rata suhu udara harian (°C)

RH =Rata-rata Kelembaban Udara Harian (%)

Hasil pengamatan dari iklim mikro kemudian diuji dengan menggunakan uji regresi linier berganda untuk mengetahui pengaruh variabel terikat dengan variabel bebas (Usodri et al, 2022). Dalam penelitian ini variabel terikat adalah ketinggian sedangkan variabel bebas adalah iklim mikro yaitu suhu dan kelembaban. Untuk mengetahui hubungan ketinggian dengan parameter iklim mikro maka digunakan uji regresi linier berganda dengan menggunakan tools Minitab. Analisis uji regresi liner berganda dilakukan untuk mengidentifikasi parameter iklim mikro yang paling erat hubungannya dengan ketinggian tempat di tegakan *Kaliandra sp.*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data rata-rata suhu dan kelembaban udara rata-rata dilapangan menunjukan kondisi iklim mikro yang cenderung homogen (Gambar 1). Suhu rata-rata harian dalam lima bulan menunjukan perbedaan pada ketinggian 1.100-1.150 sedangkan ketinggian lainnya tidak menunjukan perbedaan yang signifikan dan cenderung turun. Kemudian kelembaban rata-rata harian menunjukan kenaikan pada bulan-bulan berikutnya dan cenderung menurun pada bulan Oktober.



Gambar 1. Suhu dan Kelembaban Rata-rata Harian/Bulan

Suhu dan kelembaban udara memiliki hubungan yang negatif, dalam hal ini ketika suhu memiliki nilai yang tinggi maka akan diikuti oleh penurunan kelembaban udara dan begitupun sebaliknya. Kelembaban sendiri merupakan konsentrasi uap air yang dipengaruhi oleh suhu. Apabila suhu meningkat maka udara akan memuai karena lebih ringan menyebabkan tekanan udara menurun (Rosianty et al, 2018). Pada bulan Juni di Kawasan Blok Pasir Batang bertepatan dengan musim panas sehingga tajuk yang berkurang akibat dari kekeringan tidak mampu untuk menyerap panas dan mengurangi pemantulan dari sinar matahari sehingga mengakibatkan suhu meningkat dan kelembaban udara menurun. Sedangkan pada bulan berikutnya yaitu Juli sampai dengan Oktober bertepatan dengan musim hujan sehingga tajuk pohon kembali tumbuh dan rapat menjadikan sinar matahari tidak bisa masuk dan dipantulkan kembali, hal ini menjadikan suhu menurun dan kelembaban udara meningkat.

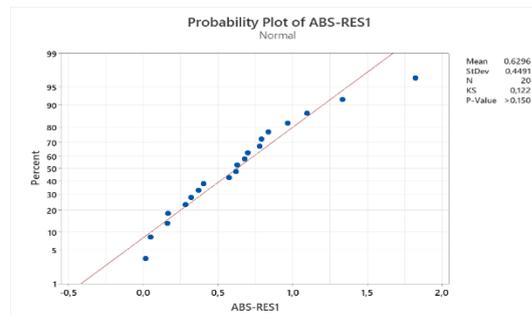
Pada prinsipnya ketinggian tempat secara signifikan mempengaruhi suhu dan kelembaban udara (Beusekom et al, 2023). Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan suhu dan kelembaban udara di beberapa interval ketinggian tidak mengalami perbedaan. Hal ini diduga karena tipe vegetasi yang didominasi oleh tegakan *Kaliandra sp* dengan kondisi morfologi pohon yang bisa beradaptasi dengan lingkungannya. Berdasarkan hasil penelitian di kota Lhasa menunjukkan bahwa indeks morfologi pohon terutama fisiologi daun memainkan peran penting dalam mempengaruhi lingkungan termal dan kenyamanan di bawah pohon, terutama di dataran tinggi (Zhang et al, 2023). Indeks nilai daun merupakan parameter fisiologi dari struktur vegetasi berupa tajuk yang memiliki peranan penting dalam iklim mikro. Tajuk dengan kondisi kanopi yang rapat memiliki potensi tinggi sebagai penghalang masuknya cahaya ke areal permukaan hutan (Fauziah et al, 2019). Bentuk fisiologi daun *Kaliandra sp* yang kecil menjadikan nilai indeks luas daunnya rendah. Berdasarkan kondisi tajuk *Kaliandra sp* yang tidak rapat memungkinkan cahaya dapat masuk menuju areal permukaan hutan secara merata di berbagai interval

ketinggian (Gambar 2).



Gambar 2. Fisiologi Daun Kaliandra

Kemudian sebelum melakukan analisis data menggunakan uji regresi linier berganda, terlebih dahulu dilakukan uji asumsi klasik. Dalam Menyusun persamaan regresi linier berganda yang baik perlu dilakukannya pra uji yaitu uji asumsi klasik seperti uji Normalitas residual, uji Multikolinieritas, Uji Heteroskedastisitas, dan Uji Autokorelasi (Mardiatmoko, 2020). Uji Normalitas Residual dari variabel suhu rata-rata dan kelembaban udara rata-rata menunjukkan bahwa data-data tersebut berdistribusi normal dengan nilai P-value sebesar $>0,150$ (Gambar 3). Hasil uji normalitas residual pada output regresi menunjukkan bahwa titik-titik berwarna biru menyebar dan mengikuti garis diagonal sehingga dikatakan bahwa model regresi tersebut memiliki persebaran yang normal.



Gambar 3. Uji Normalitas Residual

Selanjutnya uji multikolinieritas, pada model regresi ini menunjukkan bahwa data-data pada variabel yang diuji tidak terdapat masalah multikolinieritas dikarenakan nilai VIF yang didapatkan setelah dilakukannya analisis pada variabel suhu rata-rata (1,41) dan kelembaban udara rata-rata (1,41) atau sama dengan kurang dari 10 (Gambar 4).

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	26,07	5,73	4,55	0,000	
Suhu Rata-rata (X22)	-0,853	0,195	-4,37	0,000	1,41
Kelembaban Rata-rata (X33)	-7,07	2,95	-2,40	0,028	1,41

Gambar 4. Uji Multikolinieritas

Kemudian dilanjut dengan uji heteroskedastisitas, dalam uji ini semua variabel menunjukkan nilai P-value yang lebih tinggi dari 0,05 (Gambar 5). Hal ini menandakan bahwa data-data pada variabel tersebut terbebas dari data heteroskedastisitas atau data yang akurat dan efisien.

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value
Constant	0,78	3,26	0,24	0,814
Suhu Rata-rata (X22)	-0,015	0,111	-0,13	0,896
Kelembaban Rata-rata (X33)	0,20	1,68	0,12	0,908

Gambar 5. Uji Heteroskedastisitas

Analisis uji terkahir sebelum dilakukannya uji regresi linier berganda adalah menentukan uji autokorelasi, autokorelasi merupakan suatu keadaan dimana pada model regresi ada korelasi atau hubungan dengan residual pada periode setelah dan sebelumnya (Mardiatmoko, 2020). Uji ini bisa dilakukan dengan metode analisis Durbin Watson (DW). Nilai Durbin Watson yang didapatkan sebesar 1,90844 (Gambar 6). Nilai ini lebih besar dari dU (1,67634) yang menandakan tidak terjadinya autokorelasi positif, kemudian nilai 4-DW (2,09156) lebih besar dari dU (1,67634) yang menandakan tidak terjadinya autokorelasi negatif, sehingga data-data pada variabel tidak menunjukkan autokorelasi.

Durbin-Watson Statistic

Durbin-Watson Statistic = 1,67634

Gambar 6. Uji Autokorelasi (Durbin-Watson)

Uji regresi linier berganda setelah dilakukannya uji asumsi kelasik memperoleh

persamaan regresi $Y = 26,07 - 0,853 \text{ Suhu Rata-rata} - 7,07 \text{ Kelembaban Rata-rata}$ (Gambar 7). Dari gambar tersebut dijelaskan bahwa konstanta bernilai 26,07 memiliki makna bahwa setiap variabel X seperti suhu rata-rata dan kelembaban rata-rata bernilai 0 maka nilai variabel Y yaitu ketinggian tempat akan bernilai positif. Kemudian koefisien regresi variabel suhu rata-rata bernilai -0,853 yang memiliki makna setiap peningkatan variabel ini sebesar 1 satuan maka ketinggian tempat akan menurun sebesar 0,853. Selanjutnya koefisien variabel kelembaban udara rata-rata yang sama halnya dengan variabel sebelumnya, pada variabel ini bernilai -7,07 yang bermakna bahwa setiap peningkatan variabel ini sebesar 1 satuan maka ketinggian tempat akan menurun sebesar 7,07.

Coefficients

Term	Coef	SE	Coef T-Value	P-Value
Constant	26,07	5,73	4,55	0,000
Suhu Rata-rata (X22)	-0,853	0,195	-4,37	0,000
Kelembaban Rata-rata (X33)	-7,07	2,95	-2,40	0,028

Gambar 7. Uji Regresi Linier Berganda

Nilai koefisien dari determinasi (R^2) yang berasal dari hasil analisis regresi linier berganda memperlihatkan bahwa nilai koefisien determinasi sebesar 52,96% yang artinya menandakan 52,96% faktor-faktor ketinggian tempat dapat dijelaskan oleh suhu rata-rata dan kelembaban udara rata-rata. Sedangkan 47,04% sisanya dijelaskan oleh faktor-faktor lain diluar penelitian ini (Gambar 8).

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)
0,831710	52,96%	47,43%

Gambar 8. Koefisien Determinasi

SIMPULAN

Suhu rata-rata harian dalam lima bulan menunjukkan perbedaan pada ketinggian 1.100-1.150 sedangkan ketinggian lainnya tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dan cenderung turun. Kemudian kelembaban rata-rata harian menunjukkan kenaikan pada bulan-bulan berikutnya dan cenderung menurun pada bulan Oktober.

DAFTAR PUSTAKA

Beusekom, A.E.V., Grizelle, G., María, M.R. 2023. Tropical Forest Microclimatic Changes: Hurricane, Drought, and 15–20 Year Climate

Trend Effects on Elevational Gradient Temperature and Moisture. *Forests*, 14, 325. <https://doi.org/10.3390/f14020325>.

Handayani, A., Ervival, A.M.Z., Decky, I.J. 2021. Assessing the utilization of naturalized alien plant species by community to inform its management strategy: A case study in Cibodas Biosphere Reserve, West Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 22(7), 2579-2588. 10.13057/biodiv/d220705.

Handoko, Nasir, A., June, T., Hidayati, R. 1994. *Klimatologi Dasar*. Bogor: Pustaka Jaya.

Fauziah, C.A., Siti, B.R., Hendra, G. 2019. Kondisi Iklim Mikro Di Taman Keanekaragaman Hayati Mekarsari Kabupaten Sukabumi Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 16(1), 1-12. <https://doi.org/10.20886/jphka.2019.16.1.1-1210.20886/jphka.2018.15.1.1-13>.

Fornoff, F., Michael, S., Chao-Dong, Z., Alexandra-Maria, K. 2021. Multi-trophic communities re-establish with canopy cover and microclimate in a subtropical forest biodiversity experiment. *Oecologia* 196:289–301. <https://doi.org/10.1007/s00442-021-04921-y>.

Helmer, E.H., Gerson, E.A., Baggett, L.S., Benjamin, J.B., Thomas, S.R., Shannon, M.V. 2019. Neotropical cloud forests and páramo to contract and dry from declines in cloud immersion and frost. *PLoS ONE*. 14(4): e0213155. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213155>

Ismail, A.Y., Toto, S., Cecep, K., Yayan, S., Sukron, A., Yayan, H., Ai, N. 2022. Phenology of flowering and fruiting of *Calliandra* (*Calliandra* spp.) species in submontane forest, Indonesia. *Res. Crop*. 23(1), 172-179. 10.31830/2348-7542.2022.024.

Karyaningsih, I., Yayan, H., Iwan, K. 2021. Keanekaragaman Makrofauna Tanah Di Zona Rehabilitasi Taman Nasional Gunung Ciremai Blok Pasirbatang Desa Karang Sari Kabupaten Kuningan. *Quagga*, 60-67. 0.25134/quagga.v13i1.352.

- Kumar, M., Gladwin, J., Yangchenla, B., Jagdish, K. 2023. Contrasting sap flow characteristics between pioneer and late-successional tree species in secondary tropical montane forests of Eastern Himalaya, India. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 74, No. 17 pp. 5273–5293. <https://doi.org/10.1093/jxb/erad207>.
- Lolila, N.J., Deo, D.S., Ernest, W.M. 2023. Tree species composition along environmental and disturbance gradients in tropical sub-montane forests, Tanzania. *PLoS ONE* 18(3): e0282528. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0282528>.
- Mardiatmoko, G. 2020. Pentingnya Ujiasumsiklasik Pada Analisis Regresi Linier Berganda (Studi Kasus Penyusunan Persamaan Allometrik Kenari Muda [*Canarium indicum* L.]). *Barekeng*, 14(3), 333-342. <https://doi.org/10.30598/barekengvol14iss3pp333-342>.
- Meragiaw, M., Zerihun, W., Vegard, M., Bal, R.S. 2021. Floristic composition and structure of the Kibate Forest along environmental gradients in Wonchi, Southwestern Ethiopia. *J. For. Res.* 32:2669–2682 <https://doi.org/10.1007/s11676-021-01305-z>.
- Nagaike, T. 2023. Homogenization and Differentiation under Deer Grazing in a Subalpine Zone in Central Japan. *Diversity*, 15, 192. <https://doi.org/10.3390/d15020192>.
- Prevosto, B., Manon, H., Jordane, G., Catherine, F., Philippe, B. 2020. Microclimate in Mediterranean pine forests: What is the influence of the shrub layer?. *Agricultural and Forest Meteorology*, 282-283, 107856. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.107856>
- Rosianty, Y., Delfy, L., Pini, H. 2018. Pengaruh Sebaran Vegetasi Terhadap Suhu Dan Kelembaban Pada Taman Wisata Alam (TWA) Pundi Kayu Kota Palembang. *Sylva*, 7(2), 68-77.
- Sainge, M.N., Gildas, P.T.M., David, K., Andrew, F.N., Ngoh, M.L. 2019. Vegetation, floristic composition and structure of a tropical montane forest in Cameroon. *African Biodiversity and Conservation*, 49(1),
- Singh, S., Bikarma, S., Opende, S., Mudasir, N.B., Bishander, S., Carmelo, M.M. 2021. Fragmented Forest Patches in the Indian Himalayas Preserve Unique Components of Biodiversity: Investigation of the Floristic Composition and Phytoclimate of the Unexplored Bani Valley. *Sustainability*, 13, 6063. <https://doi.org/10.3390/su13116063>.
- Teshnehdel, S., Hasan, A., Elisa, D.G., Robert, D.B. 2020. Effect of tree cover and tree species on microclimate and pedestrian comfort in a residential district in Iran. *Building and Environment*, 128, 106899. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106899>.
- Usodri, k.S., Dimas, P.W., Dedi, S. 2022. Hubungan Antar Beberapa Unsur Iklim Mikro Pada Produksi Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis*) Klon PB260. *Jurnal Agrosains dan Teknologi*, 7(2), 75-80. <http://dx.doi.org/10.21776/ub.jpt.2021.006.2.3>
- Wang, S., Li, Q., Fang, C., & Zhou, C. 2016. The relationship between economic growth, energy consumption, and CO2 emissions: empirical evidence from China. *Science of The Total Environment*, 360–371.
- Zang, Y., Lixing, C., Chen, S., Yunchao, F., Yibing, X. 2023. An investigation of the influence of the morphological indexes of trees on the outdoor microclimate at high altitude in summer. *Front. Environ. Sci.* 11:1098966. [10.3389/fenvs.2023.1098966](https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1098966).