



CORRESPONDENCE

Email :

Phone :

Rama Aditio*, Nofi Yendri Sudiar, Letmi Dwiridal, Harman Amir

Department of Physics, Universitas Negeri Padang, West Sumatera, Indonesia.

ARTICLE INFORMATION

DOI :
10.24036/jccs/Vol1-iss2/17
Page : 104 - 114

Received : Nov 27, 2023
Revised : Nov 30, 2023
Accepted : Nov 30, 2023

ABSTRACT

Mangrove forest microclimate is the climatic conditions that occur in mangrove forests. The research aims to determine the conditions and characteristics of the microclimate (air temperature, air humidity and light intensity) in the mangrove forest area. The research location was chosen in the Taluak Buo mangrove forest area because the conditions and characteristics of the microclimate are not yet known. The data used is prime data obtained from direct measurements in the field. Measurements of several weather elements were carried out three times, namely in the morning (07.00-08.00 WIB), in the noon (12.00-13.00 WIB), and in the afternoon (17.00-18.00 WIB) for 7 days at three observation points using an anemometer instrument. The results obtained from this research in the Taluak Buo mangrove forest area in the Bungus Teluk Kabung sub-district are an average daily air temperature of 26.94°C in the forest, 27.94°C at the position on the edge of the forest and 28.6°C at outside the forest. The average difference in air temperature between inside the forest and outside the forest is between 1,22-2,14°C. On the other hand, the difference in air humidity is 5-6%. The average difference in sunlight intensity between inside the forest and outside the forest is between 3.923,44-22,462,66 lux. The air temperature and intensity of sunlight inside the forest is lower than at the edge and outside the forest, which is inversely proportional to the higher air humidity inside the forest.

KEYWORDS : Padang, Iklim Mikro, Hutan Mangrove



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2023 by author and Universitas Negeri Padang.

INTRODUCTION

Hutan mangrove merupakan ekosistem unik dan sangat produktif yang tumbuh di zona pasang surut garis pantai tropis dan subtropis [1]. Ciri khasnya adalah pohon berkayu dikotil dan semak belukar yang tumbuh di atas permukaan laut membentuk hutan intertidal dan beradaptasi untuk bertahan hidup pada kondisi lingkungan pantai yang keras dan dinamis [2]. Luas hutan mangrove di Indonesia sekitar 4,2 juta ha atau sekitar 25% dari luas hutan mangrove di dunia [3] Sumatera Barat berbatasan langsung dengan Samudera Hindia Barat dan sebagian wilayahnya terletak di wilayah pesisir yang mempunyai luas sekitar 43.186,71 Ha hutan mangrove yang tersebar di wilayah pesisir. Di wilayah pesisir Kota Padang terdapat hutan mangrove seluas 1.250 ha [4].

Ekosistem hutan mangrove yang mempunyai banyak manfaat dapat terganggu dan rusak akibat perubahan iklim yang sedang berlangsung [5]. Dampak perubahan iklim terhadap ekosistem hutan mangrove adalah perubahan iklim dapat menyebabkan kenaikan muka air laut, kenaikan muka air laut, perubahan arus laut, peningkatan badai, peningkatan suhu, perubahan curah hujan, peningkatan CO₂ [6] dan dapat mengancam keberadaan ekosistem hutan mangrove. ekosistem mangrove di wilayah pesisir [7]. Untuk meningkatkan penilaian kondisi iklim dan dampak perubahan iklim terhadap keanekaragaman hayati dan fungsi hutan, diperlukan pengamatan terhadap iklim mikro [8]. Iklim

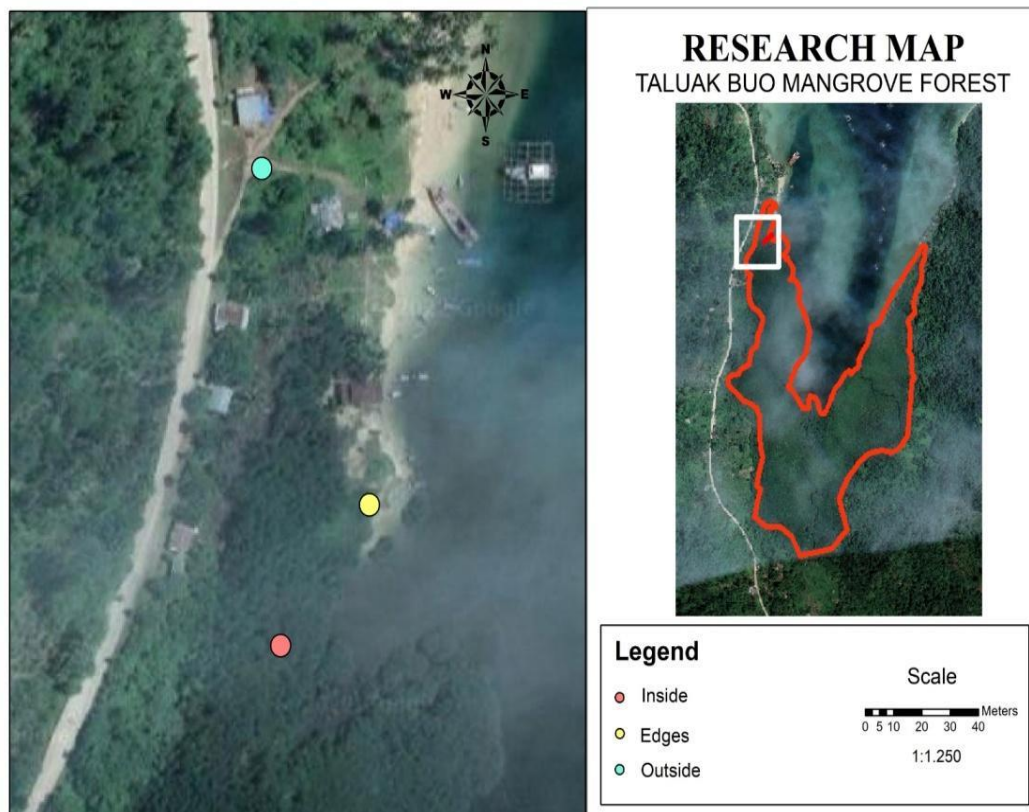
mikro merupakan suatu kondisi iklim yang terjadi pada suatu wilayah kecil, misalnya pada suatu bangunan, taman, atau lahan pertanian. Faktor-faktor yang mempengaruhi iklim mikro antara lain suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin, dan intensitas sinar matahari [9]. Perubahan iklim mikro dapat mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman, kenyamanan termal, dan kualitas lingkungan sekitar [10]

Iklim mikro mempunyai peranan penting bagi hutan mangrove karena dapat mempengaruhi kualitas lingkungan dan kehidupan masyarakat pesisir. Ada beberapa peran penting iklim mikro bagi hutan mangrove, diantaranya iklim mikro dapat mempengaruhi suhu dan kelembaban udara di sekitar hutan mangrove [11], dapat membantu mengurangi erosi dan abrasi pantai yang dapat terjadi akibat perubahan iklim dan cuaca ekstrem [11]. [13], dapat meningkatkan kenyamanan kondisi termal di sekitar hutan mangrove serta dapat menjaga keanekaragaman hayati dan menjaga keseimbangan ekosistem [14].

Sehingga sangat penting untuk melakukan penelitian ini karena memberikan kontribusi terhadap pemahaman yang lebih baik tentang pentingnya mangrove dalam menghadapi badai dan kejadian ekstrem dalam skala lokal [14]. Pendekatan ini mencerminkan kondisi lingkungan dimana hutan berada. Perubahan iklim mikro dapat mengganggu pertumbuhan hutan mangrove dan fungsi ekologisnya. Untuk mengetahui kondisi dan karakteristik iklim hutan mangrove karena belum adanya data mengenai kondisi dan karakteristik iklim mikro hutan mangrove di Kota Padang, maka perlu dilakukan penelitian.

METHODS

Penelitian ini dilakukan di wilayah Kota Padang, lebih tepatnya di kawasan hutan mangrove Taluak Buo di Desa Teluk Kabung Tengah, Kecamatan Bungus Teluk Kabung. Hutan Mangrove Taluak Buo merupakan salah satu hutan mangrove yang berada di Kecamatan Bungus Teluk Kabung, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat, Indonesia. Hutan mangrove Taluak Buo terletak pada 1°04'51.8"BT dan 100°23'20.7"LS. Hutan mangrove Taluak Buo merupakan hutan mangrove terluas di Kota Padang dengan luas 27,95 Ha. Terdapat beberapa jenis mangga di Taluak Buo, seperti *Rhizophora apiculata*, *Sonneratia caseolaris*, *Brugueira gymnorrhiza*, *Aegiceras corniculatum* dan *Acanthus ilicifolius*. Peta lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta wilayah penelitian

Gambar 1 menunjukkan peta wilayah penelitian. Pengukuran dilakukan di 3 titik pengukuran yaitu di dalam hutan, di luar hutan dan di luar hutan. Pada titik pengukuran di dalam hutan terdapat vegetasi yang lebat dan tutupan mangrove. Pada titik pengukuran di dalam hutan terdapat sedikit vegetasi dan tutupan kanopi mangrove. Pada titik pengukuran di luar hutan yang tidak terdapat vegetasi disekitarnya merupakan area terbuka.

$$T = \frac{(2T_p + T_s + T_{sO})}{4} \quad (1)$$

Dimana T adalah suhu rata-rata harian, T_p adalah suhu pagi hari, T_s adalah suhu siang hari, dan T_{sO} adalah suhu sore hari.

Table 1. Kriteria kondisi iklim berdasarkan suhu udara

Kondisi Iklim	Suhu Udara (°C)
Sangat dingin	< 21,1
Dingin	21,1 - < 23,1
Agak sejuk	23,1 - < 25,1
Sejuk	25,1 - < 27,1
Sedikit panas	27,1 - < 29,1
Panas	29,1 - < 31,1
Sangat Panas	>31,1

(Source : Ref 16])

Berdasarkan tabel 1, kondisi iklim dapat ditentukan berdasarkan suhu udara. Data suhu udara yang diperoleh selama pengukuran diklasifikasikan berdasarkan kondisi iklim berdasarkan suhu udara untuk setiap data yang diperoleh. Untuk mencari nilai kelembaban udara harian digunakan data kelembaban udara pada tiga kali pengamatan dengan menggunakan rumus [15] sebagai berikut:

$$RH = \frac{(2X RHp + RHs + RHsO)}{4} \quad (2)$$

Dimana RH adalah kelembaban udara harian, RHp adalah kelembaban pada pagi hari, RHs adalah kelembaban pada siang hari dan RHsO adalah kelembaban pada sore hari (%).

Tabel 2. Kriteria kondisi iklim berdasarkan kelembapan udara

Kondisi Iklim	Kelembapan Udara%
Kering	< 70
Agak kering	70 - < 75
Agak lembab	75 - < 80
Lembap	80 - < 85
Basah	>85

(Source : Ref [16])

Berdasarkan tabel 2, kondisi iklim dapat ditentukan berdasarkan kelembaban udara. Data kelembaban udara yang diperoleh kemudian diklasifikasikan menurut kondisi iklim. Data intensitas sinar matahari yang diperoleh pada pagi, siang dan sore hari dapat dihitung sebagai intensitas sinar matahari harian dengan menggunakan rumus [15]:

$$I = \frac{Ip + Is + IsO}{3} \quad (3)$$

Dimana I adalah rata-rata intensitas sinar matahari harian, Ip adalah intensitas sinar matahari pagi, Is adalah intensitas sinar matahari siang hari, dan IsO adalah intensitas sinar matahari sore.

RESULTS AND DISCUSSION

Hasil rata-rata pengukuran suhu udara pada tiga titik pengukuran pada pagi, siang dan sore hari disajikan pada tabel 3.

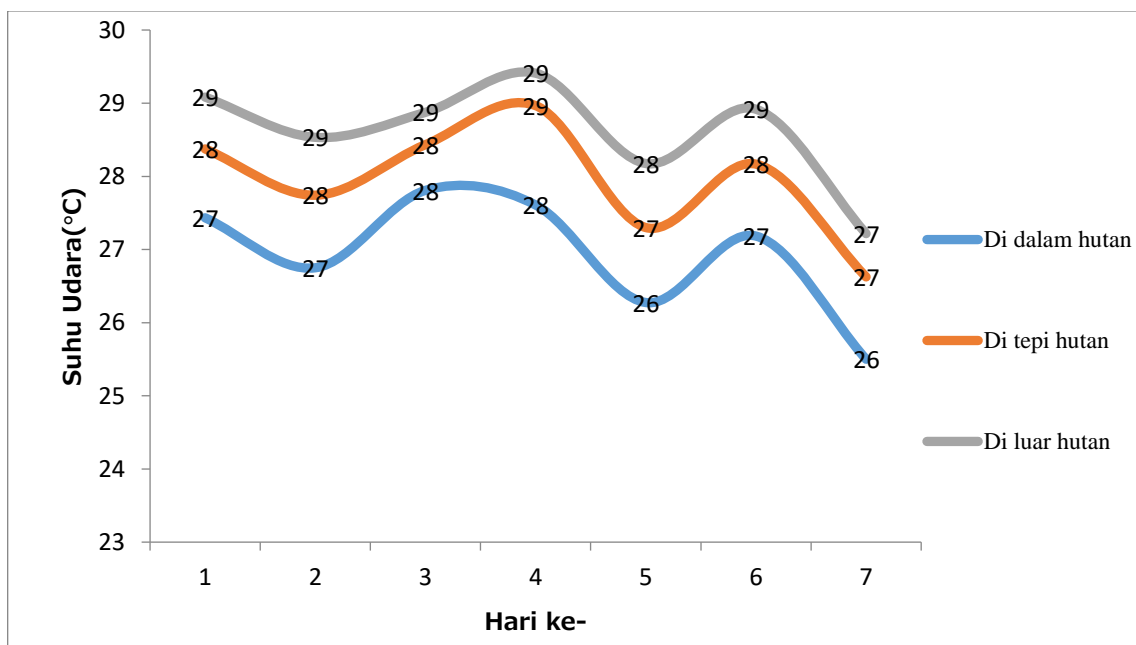
Tabel 3. Rata-rata Suhu Udara pada Tiga Kali Pengukuran

Titik Pengukuran	Suhu udara (°C)		
	Pagi	Siang	Sore
Di dalam hutan	24,13	30,65	28,83
Di tepi hutan	25,14	31,88	29,61
Di luar hutan	25,88	32,79	30,05

Tabel 3 menunjukkan bahwa data suhu udara di kawasan hutan mangrove Taluak Buo berdasarkan waktu pendataan selama 7 hari di dalam hutan mempunyai nilai rata-rata terendah yaitu

pada pagi hari berkisar antara 22,90-24,93°C dan rata-rata 24,13°C, pada siang hari berkisar antara 29,10-32,26°C dan rata-rata 30,65°C dan pada sore hari berkisar antara 27,10-29,73°C dan rata-rata sebesar 28,33°C. Suhu udara di pinggir hutan berkisar antara 24,43-26,03°C dan rata-rata 25,14°C pada pagi hari, 29,90-32,67°C dan rata-rata 31,88 °C di pagi hari. pada siang hari dan 27,73-31.13°C serta rata-rata 29,61°C pada sore hari. Suhu udara di luar hutan pada pagi hari berkisar antara 25,10-26,13°C dengan rata-rata 25,88°C, pada siang hari berkisar antara 30,50 – 34,23°C dengan rata-rata 32 ,79°C dan pada sore hari berkisar antara 28,16-32,13°C dan rata-rata 30,05°C.

Berdasarkan waktu pengukuran, suhu udara pagi hari di ketiga titik pengukuran cenderung lebih rendah dibandingkan suhu udara sore dan malam hari. Hal ini disebabkan karena pada pagi hari efek radiasi penyejuk masih terasa sehingga suhu udara masih tergolong rendah. Suhu udara mencapai puncaknya pada siang hari karena radiasi matahari paling kuat. Pada siang hari, udara dapat terasa lebih panas akibat paparan sinar matahari langsung dan efek pemanasan permukaan bumi [20]. Pada sore hari suhu lebih tinggi dibandingkan pada pagi hari karena suhu juga dipengaruhi oleh lamanya penyinaran matahari meskipun sudut datang sinar matahari pada pagi dan sore hari sama-sama lebih kecil [21].



Gambar 2. Fluktuasi suhu udara harian

Gambar 2 menunjukkan fluktuasi suhu udara harian selama 7 hari di tiga titik pengukuran. Suhu udara harian di hutan mangrove berkisar antara 25,50–27,81°C yang sejuk hingga agak panas rata-rata 26,94°C, sedangkan di titik 2 berkisar antara 25,84–28,02°C yang sejuk. sampai agak panas dan rata-rata harian 27,20°C. Pada titik 3 berkisar antara 26,63–28,97°C, tergolong sejuk hingga agak panas dan rata-rata harian 27,94°C. Pada titik pengukuran di luar hutan, suhu udara harian ditemukan antara 27,2–29,41°C, tergolong agak panas hingga panas dan rata-rata harian 28,60°C, sedangkan pada titik 6 suhu rata-rata harian antara 27,58– Suhu 30,04°C tergolong agak panas hingga panas dan rata-rata hariannya 28,94°C.

Berdasarkan hasil penelitian terlihat kelembaban udara harian pada tiga titik pengukuran berbeda mengalami fluktuasi. Salah satu penyebab fluktuasi kelembaban udara harian adalah hujan. Hujan dapat menurunkan suhu udara karena pada saat hujan, air yang ada di permukaan bumi menguap dan berubah menjadi uap air. Proses penguapan ini memerlukan energi panas yang diambil dari ling-

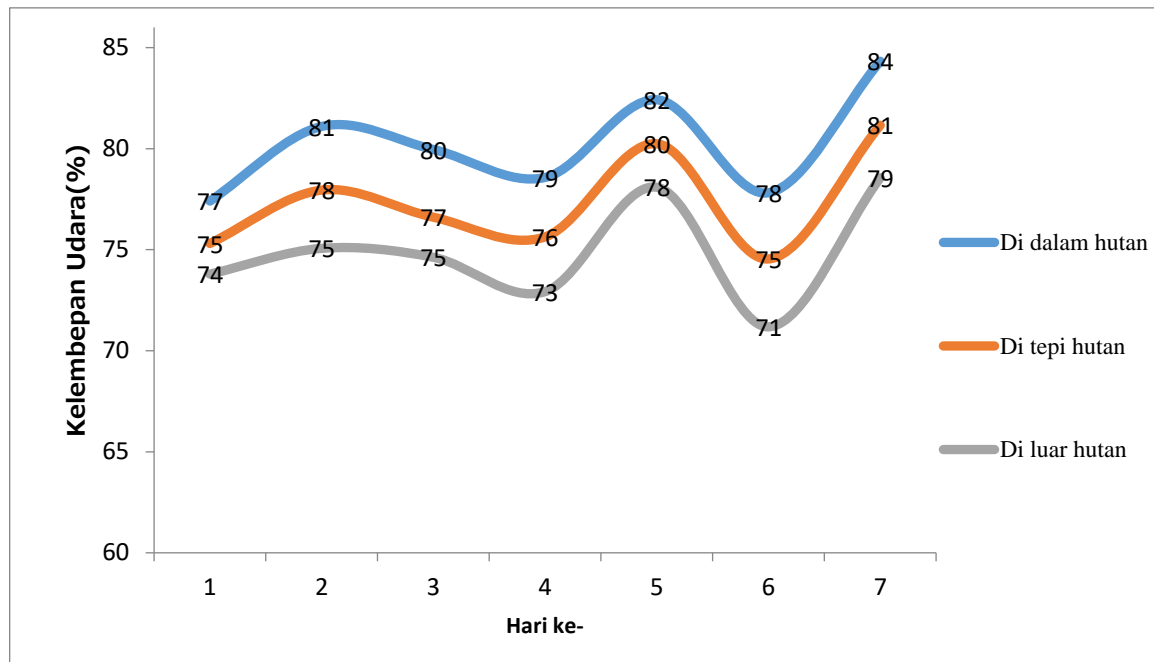
kungan sekitar, termasuk udara. Akibatnya suhu udara di sekitar lokasi penguapan bisa menurun. Saat hujan, udara di sekitar awan naik dan turun secara vertikal. Udara yang naik didinginkan karena tekanan atmosfer yang lebih rendah di atasnya. Sebaliknya, udara yang turun menjadi panas karena tekanan atmosfer yang lebih tinggi di bawahnya. Proses ini dapat menyebabkan fluktuasi suhu udara di sekitar awan hujan [23]. Rata-rata kelembaban udara berdasarkan tiga waktu pengukuran yaitu pagi, siang dan sore hari selama 7 hari pada tiga titik pengukuran berbeda disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata kelembaban udara di tiga waktu pengukuran

Titik Pengukuran	Kelembapan Udara(%)		
	Pagi	Siang	Sore
Di dalam hutan	85	70	81
DI tepi hutan	83	66	78
Di luar hutan	80	63	76

Kelembaban udara di kawasan hutan mangrove Taluak Buo berdasarkan waktu pendataan selama 7 hari di dalam hutan mempunyai nilai rata-rata tertinggi yaitu pada pagi hari berkisar antara 82,96-86,1% dan rata-rata sebesar 85,41%. pada siang hari berkisar antara 67,1-74,86% dan rata-rata 69,56% dan pada sore hari berkisar antara 73,46-85,56% dan rata-rata 80,49. Kelembaban udara di tepi hutan berkisar antara 80,06 – 85% dan rata-rata 82,58% pada pagi hari, 60,03-72,2% dan rata-rata 66,1% pada siang hari dan berkisar 71,13 – 82 ,43% dan rata-rata 77,99% pada sore hari. Untuk kelembaban udara di luar hutan pada pagi hari berkisar antara 79,03-81,43% dan rata-rata 80,67%, pada siang hari berkisar antara 59,3-70,83% dan rata-rata 63,45% dan pada sore hari berkisar antara 70,2-80,53% dan rata-rata 75,84%.

Berdasarkan waktu pengukuran pada pagi hari, kelembaban udara menunjukkan nilai tertinggi dibandingkan pada sore dan malam hari. Di pagi hari, udara dingin dan lembab bertemu dengan permukaan yang lebih hangat, seperti tanah atau benda di sekitarnya. Ketika udara dingin dan lembab ini bersentuhan dengan permukaan yang lebih hangat, uap air di udara akan mengembun dan berubah menjadi air cair. Proses kondensasi ini juga dapat menyebabkan peningkatan kelembaban udara pada pagi hari [21]. Pada siang hari, kelembaban udara menurun karena kandungan air di udara menguap akibat panas matahari. Pada siang hari, matahari mempunyai suhu maksimum sehingga kandungan air di udara berkurang [22]. Pada siang hari, sinar matahari memanaskan permukaan bumi dan air sehingga menyebabkan penguapan air lebih cepat. Hal ini mengakibatkan peningkatan kadar uap air di udara, yang pada gilirannya meningkatkan kelembaban relatif. Namun pada sore hari, saat sinar matahari mulai redup, penguapan air melambat sehingga menyebabkan penurunan kadar uap air di udara dan penurunan kelembaban relatif (Rative Humidity)



Gambar 3. Fluktuasi kelembapan udara harian

Gambar 3 menunjukkan fluktuasi harian kelembapan udara selama 7 hari. Kelembapan udara harian selama pengamatan di dalam hutan berkisar antara 77,4% - 84,33%, tergolong sedang hingga lembab, dan rata-rata harian sebesar 80,23%, pada lokasi tepi hutan berkisar antara 75,31 - 81,16%, tergolong sedang hingga lembab dan rata-rata harian sebesar 77,35%, dan pada lokasi di luar hutan berkisar antara 71,19-78,59%, tergolong agak kering sampai sedang dan rata-rata harian sebesar 74,89%. Berdasarkan hasil penelitian terlihat kelembapan udara harian pada tiga titik pengukuran berbeda mengalami fluktuasi. Salah satu penyebab fluktuasi kelembapan udara harian adalah saat turun hujan saat pengukuran. Hujan dapat meningkatkan kelembapan udara. Ketika hujan turun, air menguap ke udara sehingga meningkatkan jumlah uap air di udara dan meningkatkan kelembapan relatif [23]. Hasil rata-rata pengukuran suhu udara pada tiga titik pengukuran pada pagi, siang dan sore hari disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata intensitas cahaya matahari di tiga waktu pengukuran

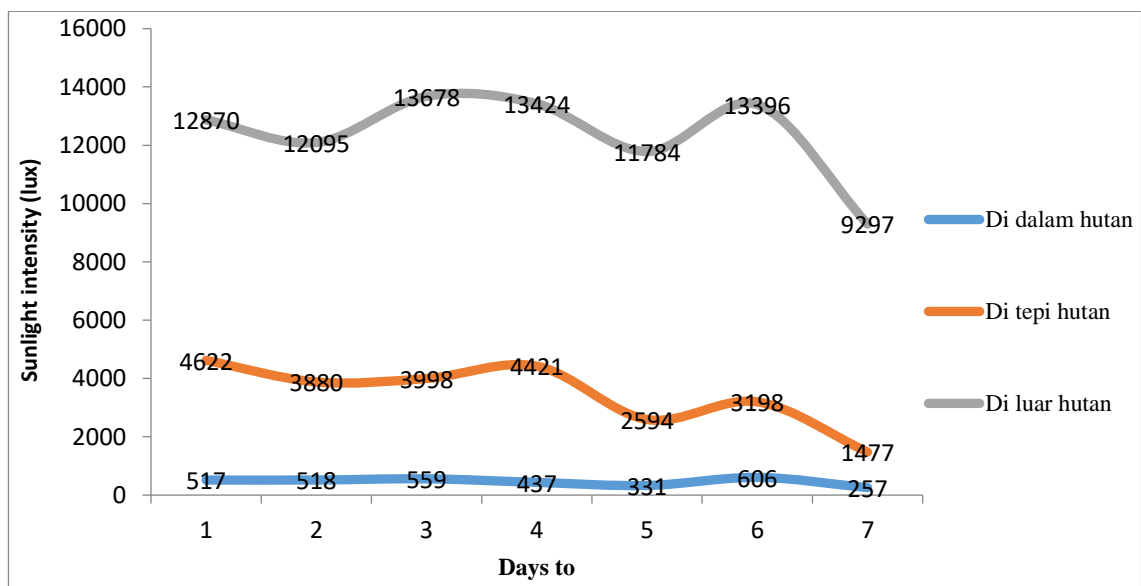
Titik Pengukuran	Intensitas Cahaya Matahari (lux)		
	Pagi	Siang	Sore
Di dalam hutan	156,86	902,58	250
Di tepi hutan	1799,43	5258,67	3171,33
Di luar hutan	4080,3	23365,24	8825,24

Intensitas cahaya matahari kawasan hutan mangrove Taluak Buo berdasarkan waktu pendataan selama 7 hari berada di dalam hutan mempunyai nilai rata-rata paling rendah yaitu pada pagi hari berkisar antara 93,33 - 229,67 lux dan rata-rata 156,86 lux pada siang hari. berkisar antara 544,67 - 1.227 lux rata-rata 902,58 lux dan pada sore hari berkisar antara 133,33 - 332,67 lux rata-rata 250 lux. Intensitas sinar matahari di tepi hutan berkisar antara 638 - 2.601,33 dan rata-rata 1799,43 lux pada pagi hari, 2.903,33 - 7.020,67 lux dan rata-rata 5258,67 lux pada siang hari dan berkisar 771

lux. – 4.603,33 lux dan rata-rata 3171,33 lux pada sore hari. Untuk intensitas sinar matahari diluar hutan pada pagi hari berkisar antara 3.331,33 – 4.760 lux dan rata-rata 4080,3 lux pada siang hari berkisar antara 20.633,33 – 26.300 lux dan rata-rata 23365,24 lux dan pada sore hari berkisar antara 3.331,33 – 4.760 lux berkisar antara 3.926,67 – 11.350 lux dan rata-rata 8825,24 lux.

Pada pagi hari intensitas cahaya menunjukkan nilai yang lebih rendah dibandingkan pada sore dan malam hari. Pasalnya, matahari masih berada di bawah ufuk dan sinar matahari harus menembus lapisan atmosfer yang lebih tebal sebelum mencapai permukaan bumi. Pada siang hari, matahari berada di atas kepala dan sinar matahari langsung menembus atmosfer dan mencapai permukaan bumi [12]. Hal ini menyebabkan intensitas cahaya yang diterima pada siang hari lebih tinggi dibandingkan pada pagi hari saat matahari masih berada di bawah ufuk. Pada sore hari intensitas cahaya lebih rendah dibandingkan pada siang hari karena posisi Matahari berada pada sudut yang lebih rendah di langit, dan sinar matahari harus melewati sebagian besar atmosfer bumi, sehingga konsentrasi sinar matahari yang sampai ke permukaan lebih rendah. [17].

Berdasarkan titik pengukuran ditemukan perbedaan intensitas sinar matahari pada setiap waktu pengukuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu udara di dalam hutan lebih rendah dibandingkan di tepi dan luar hutan pada setiap waktu pengamatan. Rata-rata perbedaan intensitas sinar matahari antara di dalam hutan dan di luar hutan berkisar antara 3.923,44-22.462,66 lux. Hal ini disebabkan karena di dalam hutan pepohonan tumbuh lebih rapat dan kanopinya saling tumpang tindih dibandingkan di luar hutan. Cuaca cerah dan cerah di luar hutan akan menyebabkan intensitas cahaya di tepi hutan semakin tinggi. Sedangkan di dalam hutan, intensitas cahayanya akan lebih rendah karena banyak terdapat rumpun pepohonan yang menutupi langit [20]. Hal ini menyebabkan sinar matahari tidak dapat masuk ke dalam lantai hutan, sehingga intensitas cahaya di dalam hutan lebih rendah dibandingkan di luar hutan. Intensitas cahaya di tepi hutan cenderung lebih tinggi dibandingkan di dalam hutan karena paparan sinar matahari langsung. Namun intensitas cahaya di tepi hutan juga dapat bervariasi tergantung pada struktur hutan dan kondisi cuaca [25].



Gambar 4. Fluktuasi intensitas sinar matahari harian

Gambar 4 menunjukkan fluktuasi harian intensitas sinar matahari selama 7 hari. Intensitas sinar matahari harian selama pengamatan di dalam hutan berkisar antara 257–606 lux dan rata-rata harian sebesar 460,62 lux, pada lokasi tepi hutan berkisar antara 1.477,22–4.621,67 lux dan rata-rata harian

sebesar 3.455,82 lux dan pada lokasi di luar hutan berkisar antara 9.297,11–18.678 lux dan rata-rata harian 13.077,793 lux. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa intensitas cahaya mengalami fluktuasi. Kondisi cuaca seperti awan, kabut, atau hujan dapat mempengaruhi intensitas sinar matahari yang sampai ke permukaan bumi. Saat hujan turun, tetesan air dapat memantulkan sinar matahari yang masuk. Hal ini dapat mengurangi intensitas cahaya yang mencapai permukaan bumi [110]. Pada hari cerah intensitas sinar matahari akan lebih tinggi, sedangkan pada hari berawan intensitas sinar matahari akan lebih rendah..

CONCLUSION

Berdasarkan hasil penelitian, kondisi dan karakteristik suhu udara di hutan mangrove pada pagi hingga sore hari agak sejuk hingga sejuk, sedangkan kelembaban udara basah hingga lembab. Suhu udara di dalam hutan lebih rendah dibandingkan di tepi dan di luar hutan, hal ini berbanding terbalik dengan kelembaban udara yang semakin tinggi pada setiap waktu pengamatan. Rata-rata perbedaan suhu udara antara di dalam hutan dan di luar hutan berkisar antara 1,22-2,14°C. Sedangkan perbedaan kelembaban udara adalah 5-6%. Rata-rata perbedaan intensitas sinar matahari antara di dalam hutan dan di luar hutan berkisar antara 3.923,44-22,462,66 lux. Suhu udara dan intensitas sinar matahari di dalam hutan lebih rendah dibandingkan di tepi dan di luar hutan, hal ini berbanding terbalik dengan semakin tinggi kelembaban udara di dalam hutan.

ACKNOWLEDGEMENTS (Optional)

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah berperan dalam penelitian, baik berupa dukungan finansial, perizinan, konsultan, maupun bantuan dalam pengumpulan data.

REFERENCES

- [1] Sari, D. P., Idris, M. H., Setyowati, N. ., & Lestari, P. . (2022). Iklim Mikro dan Tingkat Kenyamanan Termal Pada Kawasan Ekowisara Mangrove Tanjung Batu Kabupaten Lombok Barat: *Jurnal AGRIFOR*, 21(2), 315–324
- [2] Alongi, D.M. (2016). Mangroves. In: Kennish, M.J. (eds) *Encyclopedia of Estuaries*. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-8801-4_3
- [3] Alongi, D.M. The Impact of Climate Change on Mangrove Forests. *Curr Clim Change Rep* 1, 30–39 (2015). <https://doi.org/10.1007/s40641-015-0002-x>
- [4] Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sumatera Barat. 2021. *Penunjuk Teknis Penanaman Mangrove Tahun 2021*. Sumatera Barat
- [5] Haesen, S., Lembrechts, J.J. , De Frenne, P. , Lenoir, J. , Aalto, J. , Ashcroft, M.B. , Kopecký, M. , Luoto, M., Maclean, I., Nijs, I. , Niittynen , P. , van den Hoogen, J., Arriga, N., Brůna, J. , Buchmann, N. , Čiliak, M., Collalti, A., De Lombaerde, E., Descombes, P., Van Meerbeek, K. (2021). Forest Temp–European Forest sub-canopy Microclimate Temperature. *Biology of Global Change*, 27, 6307–6309 . <https://doi.org/10.1111/gcb.15892>
- [6] Putri, W. S., Marausna, G., & Prasetyo, P. (2022). Analisis Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Pada Panel Surya: *sttkd Journal*, 8(1), 29–37
- [7] ELLISON, J. Assessment of Mangrove Vulnerability to the Impacts of Climate Cange and Sea Level Rise. *Wetland Ecology and Management*, v.23, p.115-137, 2015. <https://doi.org/10.1007/s11273-014-9397-8>

- [8] Wawo, A. H., Hidayat, R. A., Setyowati, N. ., & Lestari, P. (2022). Keragaman Koleksi Rhododendron dan Tanggapan Bunganya Terhadap Suhu Udara di Sekitarnya Serta Kendala dalam Pengayaan Jenisnya di Kebun Raya Biologi Wamena. *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 6(3), 203-215.
- [9] Dikdayan, G. A, & Ariffin. (2022). Kajian Iklim Mikro Pada Tanaman Kopi Sitem Agroforestry di Ub Forest. *Jurnal ProteksiTanaman*, 10(7), 345-349
- [10] Prasetyo, S. 2021. Karakteristik Suhu Udara di Pulau Jawa Kaitannya Dengan Kelembapan Udara, Curah Hujan, SOI, dan DMI. *Jurnal Geografi, Edukasi dan Lingkungan(JGEL)*. Vol. 5, No. 1, Januari 2021:15-26
- [11] Kusmana, C. (2015). Integrated Sustainable Mangrove Forest Management. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*,5(1), 1-1
- [12] M. Dalengkade. (2019). Pemodelan Reaksi Suhu Udara Terhadap Penyinaran Cahaya Matahari Dalam Hutan Bakau. *Jurnal Matematika dan Terapan.*, vol. 14, no. 1
- [13] Lima, N.G.B. DE, Galvani, E.; Cunghalignon. M. Air Temperature and Canopy Cover of Impacted and Conserved Mangrove Ecosystems: a study of a subtropical estuary in Brazil. *Journal of Coastal Research*, Special Issue, n. 65, 2013
- [14] Wang, L., Jia, M., Yin, D., Tian, J., 2019. A review of remote sensing for mangrove forests: 1956–2018. *Remote Sensing of Environment* 231, 111223. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.111223>
- [15] Sabaruddin, L. (2012). *Agroklimatologi: Aspek-aspek Klimatik Untuk Sistem Budidaya Tanaman*. Bandung: Alfabeta
- [16] Setyowati, D. L. 2008. Iklim mikro dan kebutuhan ruang terbuka hijau di Kota Semarang. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. Vol. 15 (3) : 125-140
- [17] Nuryanto, N., & Melinda, S. (2023). Identifikasi Sumber Particulate Matter (PM) 2.5 di Sorong Berdasarkan READY Hysplit Backward Trajectory. *Buletin GAW Bariri (BGB)*, 4(1), 11-20. <https://doi.org/10.31172/bgb.v4i1.80>
- [18] Wahyuni, Tri. L. 2019. Iklim mikro Hutan Berdasarkan Normalizeddifferencevegetation Index(NDVI) di Kawasan Hutan dengan Tujuan Khusus Universitas Lambung Mangkurat Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Sylva Scienteeae*. Vol. 2 (3) : 567-576
- [19] M. Dalengkade. (2020). Fluktuasi Temporal Kelembapan Udara di Dalam dan Di Luar Ekosistem Mangrove. *Jurnal Matematika dan Terapan.*, vol. 14, no. 2, 203–215
- [20] M. Dalengkade. (2020). Profil 24 Jam Kuat Penerangan, Suhu Udara, Kelembapa Udara di Luar dan di Dalam Hutan Mangrove. *Jurnal Matematika dan Terapan.*, vol. 14, no. 1
- [21] Karyati, Ardianto, S. & Syafrudin. (2016) Fluktuasi Iklim Mikro di Hutan Pendidikan Fakultas Mu-lawarman. *Jurnal Agrifor.* XV(1): 83- 92. DOI: 10.31293/af.v15i1.1785
- [22] Karyati., Yusak, M. Y.,& Syaifudin, M. (2023). Iklim Mikro di Bawah Tegakan Pohon Kombinasi Angsana (*Pterocarpus Indicus*) dan Glodokan (*Polyalthia Longifolia*) di Median Jalan Mayor Jenderal S. Parman . *Biota : Jurnal AGRIFOR*, 22(1), 43–54
- [23] Ayasha, N. (2022). Kajian Analisis Parameter Vertical Velocity dan Kaitannya dengan Kondisi Parameter Cuaca saat Kejadian Hujan ES. *Buletin GAW Bariri (BGB)*, 3(1), 17-24.

- [24] C. Medellu, S. U. (2019). Teori Dan Praktikum Iklim Mikro Hutan. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.348385>
- [25] Nadhifa, N. S. (2019). Analisa Pengaruh Intensitas Cahaya Lampu Light Emitting Diode Pada Pertumbuhan Tanaman Bayam (*amaranthus Tricolor*) di Dalam Ruangan : *Proceedings of Engineering Journal*, 6(2), 4868–4874