Volume 8 Nomor 1 Juni 2026: 36-45

PERBANDINGAN KARAKTERISTIK MIKROKLIMAT BERDASARKAN SUHU UDARA PADA AREA BERVEGETASI DAN PERMUKIMAN DI KOTA PALOPO

Comparison of Microclimate Characteristics Based on Air Temperature in Vegetated Areas and Residential Areas in Palopo

Ari Affandy Mahyuddin[1], Rahmat Hidayat Dongka[2], Fajar Ramadhan[3]
[1]*Teknologi Rekayasa Metalurgi, Politeknik Dewantara, Palopo, Indonesia*
[2]*Teknik Elektro, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo, Indonesia*
[3]*Teknik Elektronika, Politeknik Dewantara, Palopo, Indonesia*
e-mail: ariaffandymahyuddin@gmail.com

ABSTRACT

The city of Palopo, a developing city on the eastern coast of South Sulawesi, is experiencing the intensive conversion of green spaces into residential in tandem with ongoing urbanization, a process that has direct implications for urban microclimate dynamics but has not yet been extensively studied through direct field measurements in this region. This study aims to analyze and compare microclimate characteristics based on air temperature parameters between vegetated areas and residential areas in Palopo City. Measurements were taken at ten sampling points, five in vegetated areas and five in residential areas, during three time periods (morning, noon, and afternoon) using a DHT11 digital temperature sensor. The data were analyzed using descriptive statistics, the Shapiro–Wilk normality test, and an independent samples t-test. The results showed that the average air temperature in vegetated areas was 29.46 °C, significantly lower than that in residential areas, which reached 30.40 °C, with an average difference of 0.94 °C ($t = 6.78$; $p < 0.001$; $df = 8$). The largest temperature difference was recorded during the day (1.38 °C), reflecting the contrast in heat absorption and release patterns between the vegetation canopy and the hard surface materials of residential areas. The daily temperature amplitude in vegetated areas (1.66 °C) is narrower than that in residential areas (2.68 °C), confirming the role of vegetation as a thermal buffer that stabilizes microclimate conditions. These findings provide an empirical basis for understanding the characteristics of tropical urban microclimates and for more measured planning of green open space distribution in the city of Palopo.

Keywords: *Air Temperature; Microclimate; Palopo; Residential; Vegetation*

ABSTRAK

Kota Palopo, sebagai kota berkembang di pesisir timur Sulawesi Selatan, mengalami konversi ruang hijau menjadi permukiman secara intensif seiring laju urbanisasi yang terus berlangsung, sebuah proses yang berimplikasi langsung terhadap dinamika mikroklimat perkotaan namun belum banyak dikaji melalui pengukuran lapangan secara langsung di wilayah ini. Penelitian ini bertujuan menganalisis dan membandingkan karakteristik mikroklimat berdasarkan parameter suhu udara antara area bervegetasi dan permukiman di Kota Palopo. Pengukuran dilakukan pada sepuluh titik sampling lima area bervegetasi dan lima permukiman selama tiga periode waktu (pagi, siang, sore) menggunakan sensor suhu digital DHT11, dengan data dianalisis melalui statistik deskriptif, uji normalitas Shapiro–Wilk, dan uji-t sampel independen. Hasil menunjukkan rata-rata suhu udara area bervegetasi sebesar 29,46 °C, secara signifikan lebih rendah dibandingkan permukiman yang mencapai 30,40 °C, dengan selisih rata-rata 0,94 °C ($t = 6,78$; $p < 0,001$; $df = 8$). Selisih suhu terbesar tercatat pada siang hari (1,38 °C), mencerminkan kontras pola absorbsi dan pelepasan panas antara kanopi vegetasi dan material permukaan keras permukiman. Amplitudo suhu harian area bervegetasi (1,66 °C) yang lebih

sempit dibandingkan permukiman (2,68 °C) menegaskan fungsi vegetasi sebagai penyangga termal yang menstabilkan kondisi mikroklimat. Temuan ini memberikan basis empiris bagi pemahaman karakteristik mikroklimat perkotaan tropis dan perencanaan distribusi ruang terbuka hijau yang lebih terukur di Kota Palopo.
Kata kunci: Suhu Udara; Mikroklimat; Permukiman; Palopo; Vegetasi

PENDAHULUAN

Urbanisasi merupakan salah satu kekuatan transformasi terbesar yang membentuk kondisi iklim lokal dan regional. Di seluruh dunia, pertumbuhan kota yang cepat telah mengubah lanskap alami seperti hutan, lahan pertanian, dan ruang terbuka hijau menjadi hamparan permukaan kedap air berupa bangunan, jalan aspal, dan infrastruktur perkotaan lainnya. Proses ini secara langsung memicu fenomena yang dikenal sebagai pulau panas perkotaan, yakni kondisi di mana suhu udara di wilayah perkotaan secara konsisten lebih tinggi dibandingkan kawasan pinggiran atau perdesaan di sekitarnya (Manoli *et al*., 2019).

Di kawasan tropis lembap seperti Indonesia, efek Urban *Heat Island* berpotensi lebih intens mengingat paparan radiasi matahari yang berlangsung sepanjang tahun dan kelembapan atmosfer yang tinggi. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan di kota-kota Indonesia termasuk konversi ruang hijau menjadi kawasan terbangun menjadi faktor determinan kenaikan suhu udara permukaan yang berimplikasi langsung pada kenyamanan termal warga dan konsumsi energi (Ufaira *et al*., 2023; Putra *et al*., 2021; Xue *et al*., 2024).

Kota Palopo, sebagai kota terbesar kedua di Provinsi Sulawesi Selatan dengan luas wilayah 247,52 km² dan populasi sekitar 177.526 jiwa (BPS Kota Palopo, 2023), tengah mengalami pertumbuhan perkotaan yang cukup pesat. Penelitian oleh Nashiha & Supardan (2016), menunjukkan bahwa kawasan pesisir Kota Palopo mengalami perubahan tutupan lahan seluas 348,97 hektar (11,69%). Laju perubahan menunjukkan bahwa permukiman mengalami pertumbuhan rata-rata sebesar 114,16 hektare per tahun, sedangkan vegetasi dan lahan produktif lainnya mengalami penurunan (Rosdiana *et al*., 2024).

Vegetasi dikenal memiliki peran krusial dalam regulasi suhu mikroklimat melalui beberapa mekanisme biofisika utama: (1) evapotranspirasi yang mengkonversi energi panas menjadi laten sehingga mendinginkan lingkungan sekitar; (2) penaungan (shading) oleh kanopi pohon yang mengurangi radiasi matahari langsung ke permukaan; dan (3) peningkatan albedo permukaan yang memperkecil absorbsi panas (Li *et al*., 2024; Qi *et al*., 2022; Pace *et al*., 2021). Menurut kajian ekstensif Qiu *et al*., (2013), efek pendinginan vegetasi melalui evapotranspirasi dapat menurunkan suhu udara antara 0,5 hingga 4,0 °C di kawasan perkotaan, bergantung pada kondisi iklim dan kepadatan kanopi.

Perbandingan karakteristik suhu udara antara area bervegetasi dan permukiman menjadi penting tidak hanya dari sudut pandang ilmu mikroklimatologi, tetapi juga bagi perencanaan kota yang berkelanjutan. Data empiris semacam ini dapat menjadi dasar *evidence-based* bagi pengambil kebijakan dalam menentukan luasan dan distribusi ruang terbuka hijau (RTH) yang optimal di Kota Palopo, seiring dengan mandat Undang-Undang Penataan Ruang yang mensyaratkan minimal 30% wilayah kota dialokasikan sebagai RTH.

Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya menggunakan pendekatan penginderaan jauh untuk menganalisis suhu permukaan lahan di wilayah perkotaan, penelitian ini merupakan studi lapangan pertama di Kota Palopo yang secara langsung membandingkan karakteristik suhu udara mikroklimat antara area bervegetasi dan permukiman. Pengukuran dilakukan secara langsung di lapangan sehingga mampu

Volume 8 Nomor 1 Juni 2026: 36-45

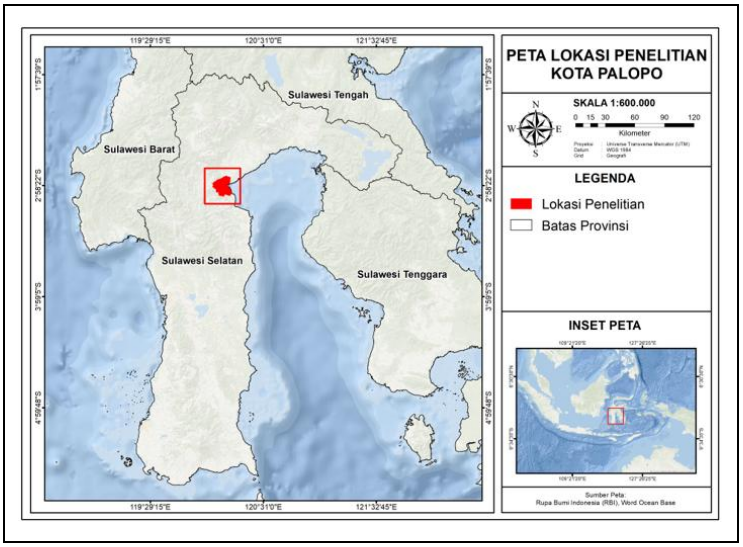
menggambarkan kondisi termal lingkungan yang lebih nyata dibandingkan data suhu permukaan hasil citra satelit. Hingga saat ini, kajian mengenai mikroklimat berbasis pengamatan lapangan di Kota Palopo masih sangat terbatas, padahal dinamika pertumbuhan kota dan perubahan tutupan lahan terus berlangsung dari tahun ke tahun.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dirancang untuk menganalisis perbandingan karakteristik mikroklimat berdasarkan suhu udara antara area bervegetasi dan area permukiman di Kota Palopo. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang klimatologi perkotaan serta menjadi dasar pertimbangan dalam perencanaan tata ruang kota yang lebih berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2026, yang secara klimatologis termasuk dalam periode peralihan musim di wilayah Kota Palopo. Pemilihan waktu penelitian ini mempertimbangkan kondisi cuaca yang relatif stabil serta representatif dalam menggambarkan karakteristik suhu udara harian, khususnya pada periode pagi, siang, dan sore hari. Secara geografis, Kota Palopo memiliki karakteristik penggunaan lahan yang beragam, mulai dari area bervegetasi hingga permukiman. Variasi tutupan lahan ini menjadi dasar dalam menentukan lokasi pengamatan guna membandingkan kondisi mikroklimat berdasarkan perbedaan karakteristik permukaan.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Metode Sampling

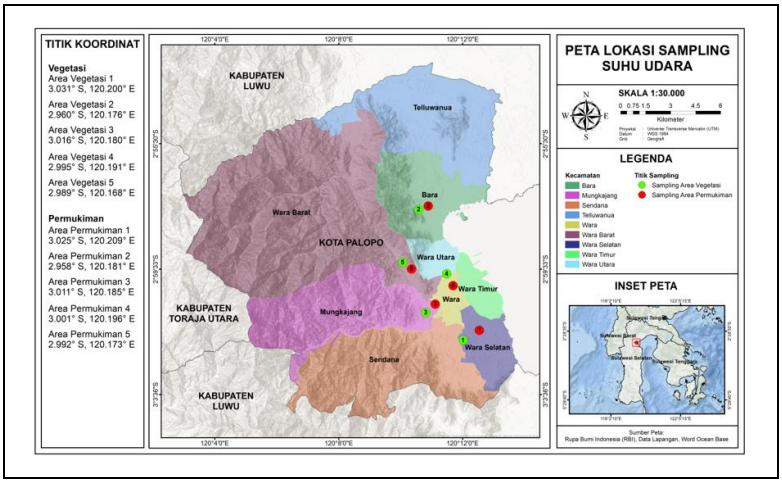
Karakteristik penggunaan lahan pada setiap titik sampling ditentukan melalui observasi visual lapangan terhadap dominasi tutupan vegetasi dan kepadatan bangunan di sekitar titik pengukuran. Klasifikasi ini bersifat lokal dan mencerminkan kondisi tutupan lahan pada skala mikro di sekitar sensor. Area bervegetasi memiliki dominasi vegetasi lebih dari 70% dengan kepadatan bangunan rendah, sedangkan permukiman memiliki kepadatan bangunan tinggi dengan tutupan vegetasi kurang dari 20%. Pendekatan ini digunakan untuk membedakan karakteristik termal permukaan pada masing-masing tipologi lahan

Titik lokasi pengukuran dapat dilihat pada Gambar 2. Alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor suhu dan kelembapan DHT11 (*Digital Humidity and Temperature Sensor*). Sensor DHT11 secara ilmiah layak dan praktis dalam pengukuran suhu udara lingkungan (Marzuki *et al*., 2026).

Tabel 1. Spesifikasi teknis sensor DHT11

Parameter	Spesifikasi	Sumber
Akurasi	±2 °C	Saptadi (2015)
Rentang Suhu	0 - 50 °C	
Resolusi Suhu	1 °C	

Selain itu, sebelum melakukan pengambilan data, sensor DHT11 telah di lakukan kalibrasi linear berbasis data thermohygrometer standar. Setiap sesi pengukuran dilakukan pada tiga periode waktu yaitu pagi hari (06.00–07.00 WITA), siang hari (12.00–13.00 WITA), dan sore hari (16.00–17.00 WITA). Pengambilan data dilakukan selama lima hari pengamatan. Pada setiap hari pengukuran, sampling di lakukan pada satu lokasi bervegetasi dan satu lokasi permukiman sebagai lokasi pembanding. Dengan demikian, total lokasi pengamatan dalam penelitian ini terdiri atas lima lokasi bervegetasi dan lima lokasi permukiman.



Gambar 2. Peta lokasi sampling suhu udara

Analisis Data

Data suhu udara yang terkumpul dianalisis melalui beberapa tahap. Pertama, analisis statistik deskriptif dihitung untuk setiap lokasi dan tipologi lahan, meliputi nilai rata-rata, nilai maksimum, nilai minimum, dan standar deviasi. Kedua, uji normalitas data dilakukan menggunakan uji Shapiro-Wilk (Shapiro & Wilk, 1965) dimana (n = 5 per kelompok) untuk memverifikasi asumsi distribusi normal sebelum pengujian parametrik (Razali & Wah, 2011). Nilai yang digunakan dalam uji statistik merupakan rata-rata suhu dari masing-masing lokasi sampling sehingga setiap kelompok memiliki n = 5.

Ketiga, uji signifikansi perbedaan suhu antara area bervegetasi dan permukiman dilakukan menggunakan independent samples t-test ($\alpha = 0{,}05$) karena data berasal dari dua kelompok independen. Uji Levene digunakan untuk mengecek homogenitas varians (Zhou *et al*., 2023). Analisis dilakukan pada tiga skenario waktu pengukuran (pagi, siang, sore) dan juga terhadap nilai rata-rata harian gabungan. Seluruh analisis statistik dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS *Statistics* dan *Microsoft Excel*.

Hipotesis Penelitian

Berdasarkan teori mikroklimat perkotaan, keberadaan vegetasi berperan dalam menurunkan suhu udara melalui mekanisme evapotranspirasi, penaungan kanopi, dan pengurangan absorbsi panas permukaan. Sebaliknya, permukiman yang didominasi material terbangun seperti beton dan aspal cenderung memiliki kemampuan menyerap dan menyimpan panas lebih tinggi.

Volume 8 Nomor 1 Juni 2026: 36-45

Oleh karena itu, penelitian ini mengajukan hipotesis bahwa terdapat perbedaan suhu udara yang signifikan antara area bervegetasi dan permukiman di Kota Palopo.

Hipotesis statistik dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

H_0 : Tidak terdapat perbedaan suhu udara yang signifikan antara area bervegetasi dan permukiman di Kota Palopo.

H_1 : Terdapat perbedaan suhu udara yang signifikan antara area bervegetasi dan permukiman di Kota Palopo, di mana area bervegetasi memiliki suhu udara lebih rendah dibandingkan permukiman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Suhu Udara di Area Bervegetasi

Hasil pengukuran suhu udara pada lima titik sampling di area bervegetasi Kota Palopo disajikan pada Tabel 2. Secara keseluruhan, area bervegetasi menunjukkan profil suhu harian yang relatif stabil dengan rentang nilai yang lebih sempit dibandingkan permukiman.

Tabel 2. Data suhu udara di area bervegetasi Kota Palopo (°C)

Lokasi	Pagi (°C)	Siang (°C)	Sore (°C)	Rata-Rata (°C)	Maksimum (°C)	Minimum (°C)
Vegetasi 1	28,4	30,1	29,6	29,4	30,1	28,4
Vegetasi 2	28,6	30,3	29,8	29,6	30,3	28,6
Vegetasi 3	28,5	30,1	29,5	29,4	30,1	28,5
Vegetasi 4	28,7	30,4	29,9	29,7	30,4	28,7
Vegetasi 5	28,3	29,9	29,4	29,2	29,9	28,3
Rata-Rata Kelompok	**28,50**	**30,16**	**29,64**	**29,46**	**30,16**	**28,50**

Berdasarkan Tabel 2. rata-rata suhu udara keseluruhan di area bervegetasi tercatat sebesar 29,46 °C, dengan variasi temporal yang menunjukkan pola diurnal khas kawasan beriklim tropis lembap. Pada periode pagi, suhu udara berada pada kisaran 28,3–28,7 °C dengan rata-rata kelompok 28,50 °C, mencerminkan kondisi termal yang relatif rendah akibat minimnya akumulasi radiasi matahari pasca periode nokturnal. Memasuki siang hari, suhu meningkat secara signifikan ke kisaran 29,9–30,4 °C dengan rata-rata 30,16 °C, sejalan dengan puncak intensitas insolasi matahari.

Periode sore menunjukkan penurunan moderat menuju kisaran 29,4–29,9 °C dengan rata-rata 29,64 °C, mengindikasikan proses pelepasan panas yang mulai berlangsung seiring menurunnya sudut datang radiasi matahari.Pola peningkatan dan penurunan suhu ini menghasilkan amplitudo termal harian sebesar 1,66 °C, sebuah nilai yang relatif terbatas dan mengindikasikan efektivitas mekanisme penyangga termal (thermal buffering) yang diperankan oleh kanopi vegetasi. Konsistensi suhu antar-titik vegetasi (rentang hanya 0,5 °C) mengindikasikan homogenitas mikroklimat akibat efek kanopi kolektif, sejalan dengan temuan Riyanti *et al*., (2021), di Kota Jambi bahwa kerapatan kanopi RTH secara konsisten menekan intensitas radiasi matahari yang mencapai permukaan, sehingga menstabilkan suhu udara di bawah tajuk pada berbagai titik pengukuran.

Karakteristik Suhu Udara di Permukiman

Pengukuran di lima titik sampling permukiman Kota Palopo menghasilkan profil suhu yang secara konsisten lebih tinggi dibandingkan area bervegetasi, terutama pada siang hari. Data lengkap disajikan pada Tabel 3.

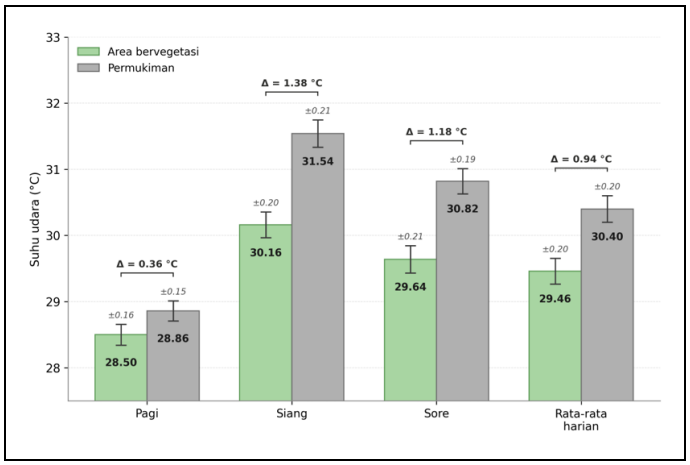
Tabel 3. Data suhu udara di permukiman Kota Palopo (°C)

Lokasi	Pagi (°C)	Siang (°C)	Sore (°C)	Rata-Rata (°C)	Maksimum (°C)	Minimum (°C)
Permukiman 1	28,8	31,5	30,7	30,3	31,5	28,8
Permukiman 2	28,9	31,7	30,9	30,5	31,7	28,9
Permukiman 3	28,7	31,3	30,6	30,2	31,3	28,7
Permukiman 4	29,1	31,8	31,1	30,7	31,8	29,1
Permukiman 5	28,8	31,4	30,8	30,3	31,4	28,8
Rata-Rata Kelompok	**28,86**	**31,54**	**30,82**	**30,40**	**31,54**	**28,86**

Permukiman mencatat rata-rata suhu udara keseluruhan 30,40 °C lebih tinggi 0,94 °C dibandingkan area bervegetasi. Yang lebih mencolok adalah peningkatan suhu siang hari yang signifikan, rata-rata siang permukiman mencapai 31,54 °C, dengan nilai tertinggi di Permukiman 4. Amplitudo suhu harian permukiman adalah 2,68 °C, jauh lebih besar dibanding area bervegetasi dengan nilai 1,66 °C, menunjukkan fluktuasi termal yang lebih ekstrem. Pola amplitudo yang lebar ini konsisten dengan mekanisme heat storage pada permukaan kedap air seperti aspal, beton, dan genteng yang mendominasi tipologi permukiman di lokasi penelitian ini. Secara teoretis, kapasitas panas (*heat capacity*) material kedap air yang lebih besar menyebabkan penyerapan energi matahari yang lebih besar pada siang hari dan pelepasannya secara tertunda, sehingga memperkecil laju pendinginan dan memperlebar rentang suhu diurnal dibandingkan permukaan bervegetasi (Jeon *et al*., 2026).

Analisis Perbandingan Suhu Antara Area Bervegetasi dan Permukiman

Gambar 3. dan Tabel 4. menyajikan perbandingan langsung suhu udara antara kedua tipologi lahan pada setiap periode pengukuran beserta selisih absolutnya.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Rata-Rata Suhu Udara Area Bervegetasi vs. Permukiman (°C)

Tabel 4. Perbandingan rata-rata suhu udara area bervegetasi vs. permukiman (°C)

Periode	Area Bervegetasi (°C)	Permukiman (°C)	Selisih (°C)
Pagi	28,50	28,86	0,36
Siang	30,16	31,54	**1,38**
Sore	29,64	30,82	1,18
Rata-Rata Harian	**29,46**	**30,40**	**0,94**

Gambar 3. dan Tabel 4. mengungkap pola yang sangat informatif, selisih suhu antara permukiman dan vegetasi bersifat dinamis sepanjang hari dan mencapai puncaknya pada siang hari (1,38 °C). Standar deviasi pada setiap kelompok pengukuran tergolong kecil (SD = 0,15–0,21 °C), mengindikasikan variabilitas spasial yang rendah antar-titik sampling dalam tipologi lahan yang sama dan memperkuat keterandalan nilai rata-rata sebagai representasi kondisi termal masing-masing tipologi lahan. Pada pagi hari, selisihnya relatif kecil (0,36 °C) karena kedua tipologi lahan belum terakumulasi panas matahari secara signifikan.

Seiring peningkatan intensitas radiasi matahari menjelang siang, permukaan permukiman yang didominasi material keras (beton, aspal, genteng) menyerap dan mengakumulasi panas jauh lebih efisien dibandingkan permukaan vegetasi. Proses evapotranspirasi dari vegetasi yang semakin aktif pada siang hari turut memperlebar selisih ini. Pola kontras suhu siang hari antara area bervegetasi dan permukiman juga konsisten dengan temuan pengukuran lapangan langsung di Kota Makassar, kota terdekat dengan karakteristik iklim tropis pesisir yang serupa dengan Palopo, di mana suhu udara siang hari di kawasan padat bangunan mencapai 32–35°C dibandingkan 29–31°C di area bervegetasi/lahan terbuka (Maru *et al*., 2015)."

Sore hari menunjukkan penurunan selisih yang moderat (dari 1,38 menjadi 1,18 °C) seiring berkurangnya intensitas radiasi matahari. Namun permukiman masih mempertahankan suhu yang lebih tinggi karena material bangunan melepaskan panas yang tersimpan (*heat release*) secara bertahap, fenomena ini yang dikenal sebagai thermal lag. Pola temporal ini konsisten dengan studi Meng *et al*., (2023), di kawasan metropolitan Zhengzhou, Tiongkok, yang melaporkan intensitas pulau panas permukaan tertinggi terjadi pada siang hari di musim panas, mencapai 2,43 °C yang mengindikasikan bahwa akumulasi panas siang hari akibat material terbangun merupakan pola umum di kawasan urban beriklim monsun.



Gambar 4. Area bervegetasi



Gambar 5. Area permukiman

Pola perbedaan suhu yang terukur secara statistik ini tidak terlepas dari kontras kondisi fisik yang nyata antara kedua tipologi lahan sebagaimana tampak pada Gambar 4. area bervegetasi dengan kepadatan kanopi tinggi, dan permukiman dengan dominasi material keras dan minimnya tutupan vegetasi sebagaimna terlihat pada Gambar 5.

Uji Statistik Signifikansi Perbedaan Suhu

Sebelum uji-t dilakukan, normalitas data diverifikasi menggunakan uji Shapiro-Wilk. Hasil uji menunjukkan bahwa data suhu pada kedua kelompok berdistribusi normal ($p > 0,05$ untuk semua subset data), sehingga penggunaan uji parametrik dapat dibenarkan. Uji Levene untuk homogenitas

varians juga tidak menunjukkan perbedaan varians yang signifikan antara kedua kelompok (p = 0,312), mengkonfirmasi asumsi equal variances terpenuhi.

Hasil independent samples t-test pada nilai rata-rata harian menghasilkan nilai t = 6,78 dengan derajat kebebasan df = 8 dan nilai p = 0,0001 (p < 0,001). Dengan demikian, hipotesis nol (H_0: tidak ada perbedaan signifikan suhu udara antara area bervegetasi dan permukiman) ditolak pada taraf signifikansi α = 0,05. Perbedaan suhu rata-rata sebesar 0,94 °C antara kedua tipologi lahan terbukti signifikan secara statistik. Tabel 5 merangkum hasil uji-t untuk ketiga periode pengukuran secara terpisah.

Tabel 5. Hasil independent samples T-test perbedaan suhu udara per periode

Periode	Mean Veg. (°C)	Mean Perm. (°C)	Selisih Mean (°C)	Nilai t	Nilai p
Pagi	28,50	28,86	0,36	3,13	0,014*
Siang	30,16	31,54	1,38	18,36	<0,001**
Sore	29,64	30,82	1,18	14,97	<0,001**
Rata-Rata	**29,46**	**30,40**	**0,94**	**6,78**	**<0,001****

Keterangan: * p < 0,05 (signifikan); ** p < 0,001 (sangat signifikan); df = 8

Hasil uji-t pada periode siang dan sore menunjukkan nilai p yang sangat kecil (< 0,001) dengan nilai t yang besar (18,36 dan 14,97), mengindikasikan perbedaan yang sangat nyata. Periode pagi juga menunjukkan perbedaan signifikan (p = 0,014), meski dengan magnitude yang lebih kecil. Konsistensi signifikansi statistik di seluruh periode waktu pengukuran memperkuat kesimpulan bahwa perbedaan suhu antara kedua tipologi lahan bukan merupakan artefak statistik, melainkan mencerminkan perbedaan nyata dalam karakteristik termal kedua tipe penggunaan lahan tersebut.

Karakteristik Mikroklimat Kota Palopo dalam Pengaruh Faktor Lokal

Interpretasi hasil pengukuran suhu udara di Kota Palopo tidak dapat dilepaskan dari konteks geografis dan ekologis lokal. Perbedaan suhu rata-rata sebesar 0,94 °C antara area bervegetasi dan permukiman, serta amplifikasi termal hingga 1,38 °C pada siang hari, merupakan ekspresi interaksi antara karakteristik tutupan lahan dengan kondisi fisik wilayah yang khas. Empat faktor lokal topografi tiga-zona, sirkulasi angin darat-laut dari Teluk Bone, gradien termal terhadap jarak pesisir, serta sebaran Ruang Terbuka Hijau yang tidak merata secara kolektif membentuk lanskap termal heterogen yang menentukan intensitas respons mikroklimat terhadap perubahan tutupan lahan.

Secara topografi, Kota Palopo terbagi atas dataran rendah pesisir di sisi timur (0–500 mdpl, mencakup 62,85% wilayah kota), perbukitan bergelombang di bagian tengah, dan pegunungan di bagian barat hingga 1.000 mdpl (Pemerintah Kota Palopo, 2024). Gradien barat–timur ini secara teoritis mendukung aliran angin katabatik malam hari dari lereng pegunungan menuju dataran rendah. Namun, suhu sore permukiman yang masih tinggi mengindikasikan bahwa efek pendinginan alamiah tersebut sebagian besar telah dilemahkan oleh peningkatan thermal mass material bangunan dan fenomena thermal lag.

Posisi Kota Palopo yang berbatasan langsung dengan Teluk Bone menempatkannya dalam zona pengaruh sirkulasi angin darat-laut, yang menurut Wang *et al*., (2022), merupakan sirkulasi mesoskala khas kota pesisir dan berkontribusi signifikan terhadap modulasi intensitas Urban Heat Island. Pola ini tercermin dari selisih suhu vegetasi dan permukiman yang masih relatif kecil pada pagi hari dibanding siang hari. Pada pagi hari, efek moderasi termal dari massa udara yang didinginkan angin darat semalaman masih dominan di

kedua tipologi lahan, sementara memasuki siang hari intensitas radiasi matahari melampaui kapasitas moderasi angin laut, sehingga perbedaan kapasitas absorbsi panas antara vegetasi dan permukaan keras permukiman menjadi faktor penentu utama.

Distribusi dan luasan RTH turut menentukan batas atas efek pendinginan yang dapat dicapai. Suhu area bervegetasi yang tetap tergolong tinggi secara absolut (29,46 °C) mencerminkan karakteristik vegetasi yang diukur bukan kawasan hijau luas dan kontinu, melainkan tutupan vegetasi terbatas yang tersebar di antara kawasan terbangun. Vegetasi dengan luasan terbatas memiliki kapasitas evapotranspirasi dan penaungan yang terbatas pula (Zhang *et al*., 2025), sehingga efek pendinginannya hanya bersifat lokal dan tidak cukup kuat untuk menurunkan suhu udara secara substansial.

SIMPULAN

Penelitian ini mengonfirmasi perbedaan suhu udara yang signifikan secara statistik antara area bervegetasi (29,46 °C) dan permukiman (30,40 °C) di Kota Palopo, dengan selisih rata-rata 0,94 °C ($t = 6,78$; $p < 0,001$; $df = 8$). Disparitas termal terlebar terjadi pada siang hari (1,38 °C), didorong oleh kontras kapasitas absorbsi panas antara kanopi vegetasi dan material terbangun. Amplitudo suhu harian yang lebih sempit pada area bervegetasi (1,66 °C berbanding 2,68 °C di permukiman) menegaskan fungsi vegetasi sebagai penyangga termal mikroklimat. Temuan empiris ini memperkuat urgensi perluasan dan distribusi proporsional ruang terbuka hijau sebagai instrumen mitigasi *Urban Heat Island* dalam perencanaan tata ruang Kota Palopo.

ACKNOWLEDGMENTS

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Dewantara atas dukungan dalam penyediaan alat pengukuran suhu udara yang digunakan selama pelaksanaan penelitian. Serta semua pihak yang turut terlibat dalam pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Palopo. (2023). *Kota Palopo dalam Angka 2023 (Katalog No. 1102001.7373)*. https://palopokota.bps.go. id/en/publi cation/2023/02/28/c2726a13066295de 5dbf8749 / kota- palopo-dalam-angka-2023.html

Jeon, M., Park, K., Moon, W., Kim, J.J., & Baik, J.J. (2026). Exploring Urban Heat Islands with a Simple Thermodynamic Model. *Nonlinear Processes in Geophysics*, 33(1), 17–32.

Li, J., Zheng, X., Chen, Y., Li, X., & Zhang, Y. (2024). Cooling Dynamics of Urban Vegetation Via Evapotranspiration and Shading Under Extreme Heat. *Sustainable Cities and Society*, 112, 105634.

Manoli, G., Fatichi, S., Schläpfer, M., Yu, K., Crowther, T. W., Meili, N., Burlando, P., Katul, G. G., & Bou-Zeid, E. (2019). Magnitude of Urban Heat Islands Largely Explained by Climate And Population. *Nature, 573* (7772), 55–60.

Nashiha, M., & Supardan, N. (2016). *Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan Melalui Citra Satelit Resolusi Tinggi: Studi Kasus Kawasan Pesisir Kota Palopo, Sulawesi Selatan*. Prosiding Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan (PIT) XIII ISOI 2016 (pp 343-353). Ikatan Sarjana Oseanologi Indonesia.

Maru, R., Baharuddin, I. I., Umar, R., Rasyid, R., Uca, Sanusi, W., & Bayudin. (2015). Analysis of the Heat Island Phenomenon in Makassar, South Sulawesi, Indonesia. *American Journal of Applied Sciences*, 12(9), 616–626.

Marzuki, M. C., Ilmi, U., Laksono, A. B., Santoso, E. W., & Wakhid, A. R. (2026). Performance Evaluation of the DHT11 Sensor for MATLAB-Based Temperature and Humidity Measurements. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science, 6*(2), 737–749.

Meng, F., Yan, S., Tian, G., & Wang, Y. (2023). Surface Urban Heat Island Effect And its Spatiotemporal Dynamics in Metropolitan Area: a Case Study in the Zhengzhou Metropolitan Area, China. *Frontiers in Environmental Science*, 11, 1247046. https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1247046

Pace, R., Biber, P., Pretzsch, H., & Grote, R. (2021). Modeling Vegetation Effects on Urban Microclimate: a Case Study in Munich, Germany. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 692000.

Pemerintah Kota Palopo. (2024). *Geografis Kota Palopo*. Portal Resmi Pemerintah Kota Palopo. https://palopokota.go.id/halaman/geografis.

Putra, R., Harahap, F. A., & Munandar, A. (2021). Land Use Change and its Implication on Urban Thermal Environment in Medan City, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 716*, 012065.

Qiu, G. Y., Li, H. Y., Zhang, Q. T., Chen, W., Liang, X. J., & Li, X. Z. (2013). Effects of Evapotranspiration on Mitigation of Urban Temperature by Vegetation and Urban Agriculture. *Journal of Integrative Agriculture, 12*(8), 1307–1315.

Razali, N. M., & Wah, Y. B. (2011). Power Comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling Tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics, 2*(1), 21–33.

Riyanti, A., Saragih, G. M., & Zahratu Qolbi, N. F. (2021). Analisis Pengaruh Kerapatan Vegetasi Ruang Terbuka Hijau (RTH) Terhadap Intensitas Cahaya Matahari dan Suhu Udara (Studi Kasus: Kota Jambi). *Jurnal Daur Lingkungan, 4*(1), 21–24.

Rosdiana, R., Damaianti, V. S., Mulyati, Y., & Sastromiharjo, A. (2024). Google Scholar sebagai Sumber Literasi Digital dalam Menulis Artikel Ilmiah di Perguruan Tinggi. *Semantik*, 13(2), 173–184.

Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika, 52*(3–4), 591–611.

Ufaira, R., Ramadhani, A., & Hasibuan, H. S. (2023). Living in a Hot City: Thermal Justice Through Green Open Space Provision. *Frontiers in Human Dynamics*, 5,1-17.

Wang, Q., Zhang, C., Wang, R., Luo, Z., & Hang, J. (2022). Contributions of Sea–Land Breeze and Local Climate Zones to Daytime and Nighttime Heat Island Intensity. *Npj Urban Sustainability, 2,*(1), 21.

Xue, P., Li, Y., & Chen, H. (2024). Insights Into Urban Heat Island and Heat Waves Synergies Revealed by a Land-Surface-Physics-Based Downscaling Method. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 129(13), e2023JD040531.

Zhang, M., Cheng, X., Jin, Y., & Liu, Z. (2025). *Global Urban Greening and its Implication for Urban Heat Mitigation*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 122(3), e2417179122. https://doi.org/10.1073/pnas.2417179122.

Zhou, Y., Zhu, Y., & Wong, W. K. (2023). Statistical Tests for Homogeneity of Variance for Clinical Trials fnd Recommendations. *Contemporary Clinical Trials Communications*, 33, 101119.