

# Efek Ameliorasi Iklim Mikro dari Pepohonan pada Jalur Hijau Pedestrian Jl. Khatib Sulaiman, Kota Padang

Noril Milantara<sup>1\*</sup>, Sitti Kurnia Apriliani<sup>2</sup>, Afdhal<sup>3</sup>, dan Astri Popita<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Kehutanan - Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat, Padang, Sumatera Barat; \*email: [milantara@umsb.ac.id](mailto:milantara@umsb.ac.id)

<sup>2</sup>Dinas Lingkungan Hidup Kota Padang, Sumatera Barat

<sup>3</sup>Program Studi Pengelolaan Perkebunan – Politeknik Kampar, Bangkinang, Riau

## ABSTRAK

Vegetasi terutama pepohonan dikenal sebagai solusi berbasis alam yang dapat mengoptimalkan tingkat kenyamanan termal di ruang luar perkotaan. Penelitian ini bertujuan: 1) menghitung manfaat tajuk pohon dalam menurunkan suhu, 2) mengukur tingkat kenyamanan termal berdasarkan THI dan persepsi pengguna. Data dikumpulkan melalui pengukuran secara langsung meliputi suhu, kelembapan, angin di bawah tajuk pohon dan di lahan terbuka, serta persepsi dari 50 responden. Manfaat tajuk pohon dalam menurunkan suhu dihitung melalui pendekatan selisih antara suhu di bawah tajuk dan pada area terbuka. Tingkat kenyamanan termal dihitung melalui rumus THI, dan persepsi kenyamanan termal menggunakan skala Likert kemudian dilakukan uji statistik Mann Whitney. Hasil penelitian menunjukkan kondisi suhu di bawah tajuk pohon yang lebat dan lebar lebih dingin 2,1 °C pada siang hari, namun lebih hangat 0,3 °C pada malam hari dibandingkan pada tempat terbuka. Suhu di bawah tajuk lebih stabil yang ditunjukkan dengan interval perubahan yang lebih kecil dibandingkan pada tempat terbuka. Pengukuran indeks THI menunjukkan kriteria tidak nyaman baik di bawah tajuk maupun di daerah terbuka. Namun, warga merasakan nyaman di bawah tajuk dibandingkan pada area terbuka. Untuk menjawab kontradiksi hasil antara kriteria nyaman berdasarkan indeks THI dan persepsi nyaman, diperlukan penelitian lebih lanjut yang komprehensif dengan parameter yang lebih kompleks.

**Kata kunci:** Ameliorasi iklim, Jalur hijau pedestrian, Ruang Terbuka Hijau, Kenyamanan termal

## ABSTRACT

Vegetation, especially trees, is known as a nature-based solution that can optimize thermal comfort levels in urban outdoor spaces. This study aims to: 1) calculate the benefits of tree canopy in reducing temperature, 2) measure the level of thermal comfort based on THI and user perception. Data were collected through direct measurement of temperature, humidity, wind under tree canopy and in open areas, as well as perceptions of 50 respondents. The benefits of tree canopy in reducing the temperature is calculated through the approach of the difference between the temperature under the crown and in the open area. The level of thermal comfort is calculated through the THI formula, and the perception of thermal comfort using Likert scale then performed Mann Whitney statistical test. The results showed that the temperature conditions under dense and wide tree canopy cooler 2.1 °C during the day, but warmer 0.3 °C at night than in the open. The temperature under the canopy is more stable as indicated by a smaller change interval than in the open. THI index measurements showed uncomfortable criteria both under the canopy and in open areas. However, residents felt more comfortable under the canopy than in the open area. To answer the contradiction in results between comfort criteria based on THI index and comfort perception, further comprehensive research with more complex parameters is needed.

**Keywords:** Climate amelioration, Pedestrian greenway, Green Open Space, Thermal comfort

**Citation:** Milantara, N., Apriliani, S. K., Afdhal, Popita, A. (2024). Efek Ameliorasi Iklim Mikro Dari Pepohonan Pada Jalur Hijau Pedestrian Jl. Khatib Sulaiman, Kota Padang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(4), 894-903, doi:10.14710/jil.22.4.894-903

## 1. PENDAHULUAN

Fenomena *Urban Heat Island* (UHI) merupakan masalah besar di banyak kota berkembang di seluruh dunia. UHI terjadi karena adanya perubahan kondisi iklim pada tingkat lokal (Ferdiansyah and Penggalih, 2022), yang ditandai dengan peningkatan suhu hingga 6°C di pusat perkotaan dibandingkan di pinggiran

kota yang bervegetasi (City of Boulder Water Conservation Office, 2002). Penduduk perkotaan menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya fenomena UHI (Nuruzzaman, 2015) yang menyebabkan perubahan tutupan lahan bervegetasi menjadi terbangun, serta memicu peningkatan konsumsi energi untuk aktivitas domestik,

transportasi, dan industri. Peningkatan tutupan lahan terbangun dari daerah bervegetasi di Kota Padang hingga 3.612.80 ha antara tahun 1994 dan 2007, menunjukkan rata-rata pertumbuhan tahunan sebesar 3,80% (Zain et al., 2010), dan pada tahun 2040 diperkirakan meningkat sebesar 11.915,55 ha (Antomi, 2018).

Kota Padang terus membenahi ruang kota guna meningkatkan kualitas dan fungsi lingkungan hidup dalam mewujudkan pembangunan Kota Padang yang berkelanjutan ([DLH] Dinas Lingkungan Hidup Kota Padang, 2018), seperti pembangunan Ruang Terbuka Hijau (RTH) baik berupa taman maupun jalur hijau jalan. Jalan Khatib Sulaiman merupakan salah satu ruas jalan yang mendapatkan prioritas dari Pemerintah Kota Padang sebagai kawasan pengembangan perkantoran pemerintah provinsi, serta penyediaan jalan pejalan kaki atau jalur pedestrian (Pemerintah Daerah Kota Padang, 2012). Desain jalur pedestrian yang aman, nyaman, dan menarik diharapkan dapat menjadi daya tarik bagi warga Kota Padang maupun pendatang untuk berjalan sembari menyusuri gedung-gedung (perkantoran, pertokoan) yang ada di sepanjang Jalan Khatib Sulaiman. Lingkungan yang dapat dilalui dengan berjalan kaki dan aktivitas fisik lainnya dapat meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan bagi warga yang tinggal di perkotaan (Ambrey, 2015). Jalur pedestrian sebagai salah satu komponen kota yang berpotensi menjadi etalase peradaban dan kebudayaan kehidupan kota, serta dapat mendorong pembangunan kota berkelanjutan yang ramah lingkungan. Kegiatan berjalan kaki dan bersepeda sebagai moda transportasi aktif berperan penting menciptakan mobilitas perkotaan yang berkelanjutan (Rupprecht et al., 2019).

Keinginan warga untuk berjalan kaki dipengaruhi oleh hierarki kebutuhan yaitu kelayakan, aksesibilitas, keamanan, kenyamanan, dan kesenangan. Tiga kebutuhan pertama terpenuhi, warga akan mempertimbangkan berjalan sebagai moda apabila jalur pedestrian nyaman dan membuat pedestrian merasa bahagia (Alfonzo, 2005). Keberadaan vegetasi dapat mendinginkan suhu udara dan meningkatkan kenyamanan kehidupan kota (Farhadi et al., 2019; Richards et al., 2020), sehingga dapat memotivasi warga untuk berjalan kaki. Vegetasi dikenal sebagai solusi berbasis alam (*nature-based solutions* atau NbS) yang dapat mengoptimalkan tingkat kenyamanan termal di ruang luar perkotaan (Sayad et al., 2021a), dengan membentuk iklim mikro disekitarnya (Carpenter et al., 1975). Pepohonan menjadi solusi paling efektif sebagai kontrol iklim mikro dan memperbaiki kenyamanan termal (Meili et al., 2021; Yilmaz et al., 2020) diikuti oleh rerumputan (Park et al., 2020; Speak et al., 2020), sementara semak tidak berdampak signifikan pada suhu udara di tingkat pejalan kaki tetapi mengurangi kecepatan angin, dan sedikit meningkatkan kelembapan relatif (Li et al., 2021). Pendinginan dari pohon juga

berdampak pada penghematan penggunaan energi listrik dalam rumah (Carver et al., 2004; Hwang, 2015; Milantara et al., 2020). Dari sisi warga juga memilih pengadaan pepohonan dan taman, serta kombinasi vegetasi dengan 'elemen biru', sebagai bentuk usaha-usaha meningkatkan kenyamanan termal, (Lehnert et al., 2023). Dengan manfaat vegetasi dalam memperbaiki iklim mikro serta sebagai mitigasi UHI, tidak sedikit perencana kota menerapkan penghijauan dalam desain lingkungan perkotaan (Yoon et al., 2019).

Jalur pedestrian Jl. Khatib Sulaiman ditata sedemikian rupa dengan penataan taman dan penyediaan bangku-bangku (*shelter*) pada beberapa titik untuk mewadahi kegiatan warga seperti bersosialisasi, mengisi waktu luang, dan alternatif rekreasi (Milantara et al., 2022). Penelitian ini bertujuan: 1) menghitung manfaat tajuk pohon dalam menurunkan suhu, dan 2) mengukur tingkat kenyamanan termal pada jalur hijau pedestrian Jl. Khatib Sulaiman berdasarkan pengukuran fisik dan persepsi pengguna.

## 2. METODE DAN ANALISIS

### 2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada jalur pedestrian Jl. Khatib Sulaiman, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat. Pengukuran dan pengambilan data hanya pada ruas jalur pedestrian yang telah mengalami penataan yaitu pada bagian sisi timur Jalan Khatib Sulaiman sepanjang  $\pm 2,3$  Km (Gambar 1).

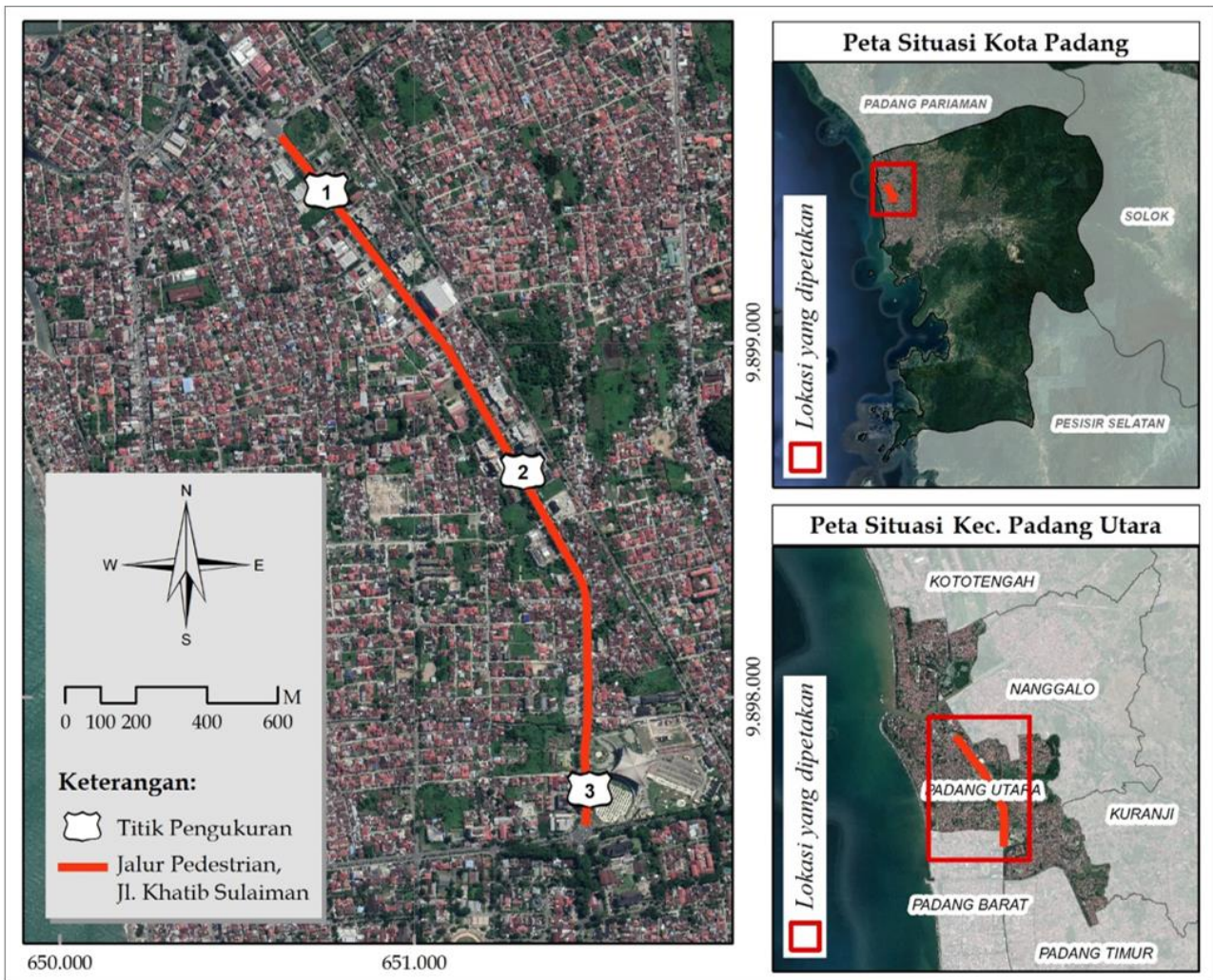
### 2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah GPS, Thermohygrometer, dan Anemometer. Sedangkan bahan yang digunakan adalah kuisioner dan/atau panduan wawancara.

### 2.3 Metode Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini dibagi menjadi 2 (dua) kelompok, yaitu data primer, dan data sekunder. Data primer adalah data yang dikumpulkan langsung oleh peneliti di lapangan selama masa penelitian berupa suhu (T), kelembapan (RH), kecepatan angin, dan persepsi kenyamanan oleh pengguna. Data sekunder merupakan data pendukung dalam kegiatan penelitian ini dan bersumber dari studi pustaka.

Pengambilan data suhu dan kelembapan dilakukan empat kali dalam satu hari yaitu pada pukul 07.00 – 09.00; 11.00 – 13.00; 15.00 – 18.00; dan 19.00 – 21.00. Data diukur pada tiga titik yang terdapat pohon dengan tajuk yang rindang, yaitu diujung, dan ditengah Jl. Khatib Sulaiman pada ketinggian manusia ( $\pm 1,3$ m). Pengukuran di bawah pohon dilakukan pada jarak 0,5-1 m dari batang pohon dan ternaungi dari cahaya matahari. Pengukuran juga dilakukan pada daerah yang mendapatkan cahaya matahari langsung (tanpa naungan pohon) dengan jarak 2-3m dari naungan.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Jalur Pedestrian Jl. Khatib Sulaiman, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat

Persepsi kenyamanan diperoleh melalui kuesioner pengguna jalur hijau pedestrian. Kuesioner menggunakan skala Likert yang berisi pertanyaan tentang kenyamanan suhu, kelembapan, dan angin saat berada di jalur pedestrian. Poin penilaian, dimulai dari skala 1 yaitu sangat tidak nyaman hingga 5 untuk sangat nyaman. Jumlah populasi pengguna jalur hijau tidak tersedia, sehingga peneliti menggunakan teori dari Roscoe dengan jumlah responden minimal 30 orang (Fauzy, 2019). Pemilihan responden ditentukan melalui pendekatan *accidental sampling* sebanyak 50 orang. *Accidental sampling* merupakan pendekatan pemilihan responden berdasarkan spontanitas (Fauzy, 2019), dimana warga pengguna jalur hijau yang ditemui peneliti dan memenuhi kriteria maka warga tersebut dapat menjadi responden. Kriteria pengguna jalur hijau adalah sehat secara jasmani dan rohani, dengan umur minimal 15 tahun.

**2.4 Analisis Data**

Manfaat tajuk pohon dalam menurunkan suhu dihitung melalui pendekatan selisih antara suhu di bawah tajuk dan pada area terbuka, kemudian dideskripsikan untuk melihat hubungan masing-

masing kondisi. Analisis tingkat kenyamanan termal pada jalur pedestrian Jl. Khatib Sulaiman dihitung dengan rumus empiris *Temperature Humidity Index* (THI) yang dikemukakan oleh Thom, dan dimodifikasi oleh Nieuwolt. THI digunakan untuk menunjukkan tingkat kenyamanan termal di suatu daerah yang dipengaruhi oleh faktor suhu udara (T dalam satuan °C) dan kelembapan relatif (RH dengan satuan %) seperti pada rumus [1] (Emmanuel, 2005; Santi et al., 2019).

$$THI = 0,8 T + \frac{RH \times T}{500} \dots\dots\dots [1]$$

Kategori kenyamanan termal berdasarkan nilai THI menggunakan kategori Nieuwolt dan McGregor (1998) dalam Bunga et al., (2017), yang ditampilkan pada Tabel 1.

Persepsi kenyamanan dianalisis melalui pendekatan deskriptif dari rekapitulasi pilihan responden, kemudian dilakukan uji statistik Mann Whitney untuk melihat tingkat signifikansi. Tingkat kenyamanan termal (THI) dan persepsi kenyamanan selanjutnya akan dideskripsikan untuk melihat hubungan kedua parameter tersebut.



**Tabel 1.** Kategori Kenyamanan Termal

No	Kriteria Kenyamanan	Nilai THI
1	Nyaman	$21 \leq \text{THI} \leq 24$
2	Sedang	$24 < \text{THI} \leq 26$
3	Tidak Nyaman	$\text{THI} > 26$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Suhu dan Kelembaban Relatif

Jalur hijau pedestrian Jl. Khatib Sulaiman dibangun dengan perkerasan, serta diberikan fasilitas berupa bangku-bangku baik dari material besi maupun beton yang mengelilingi bagian pangkal pohon-pohon besar. Mayoritas pohon yang berada di Jalur Pedestrian Khatib Sulaiman ditanam dengan memperhatikan ruang penyerapan air dengan memberikan ruang terbuka tanpa perkerasan agar tidak mengganggu proses ekologis masuknya air dan unsur hara ke dalam tanah. Area tanpa perkerasan di sekeliling pangkal pohon ini juga ditanami dengan rumput ataupun semak sebagai tanaman hias yang dapat meningkatkan estetika kawasan ini. Pepohonan pada jalur pedestrian Khatib Sulaiman ditanam pada jarak 8-10m dengan tajuk yang belum mampu menyatu sepenuhnya, di mana pada tampak atas pada beberapa bagian masih terlihat ruang kosong, hal ini ditunjukkan dari citra satelit tahun 2021 (Gambar 2).

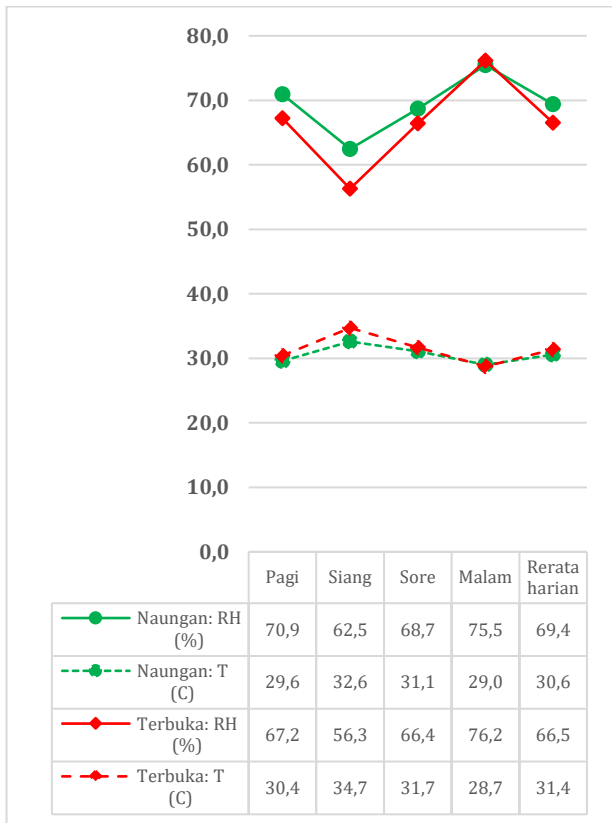
Vegetasi pohon yang terdapat di jalur pedestrian didominasi dari jenis Mahoni (*Swietenia mahagoni*), dijumpai juga jenis lain seperti Bintaro (*Cerbera manghas*), Dadap merah (*Erythrina crista-galli*),

Angsana (*Pterocarpus indicus*), serta Tremebesi (*Samanea saman*). Jenis Mahoni memiliki karakter tajuk yang rapat, daun yang licin dan mengkilap memberikan efek naungan yang baik serta mampu memberikan kelembapan relatif yang juga tinggi yang dapat berpengaruh pada tingkat kenyamanan di bawah tajuk pohon.

Hasil perhitungan menunjukkan rerata harian untuk suhu di bawah tajuk ( $30,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) lebih rendah dibandingkan dengan tempat terbuka ( $31,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), sementara kelembapan di bawah tajuk ( $69,4\%$ ) lebih tinggi dibandingkan dengan tempat terbuka ( $66,5\%$ ). Pengukuran suhu dan kelembapan menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik, di mana jika suhu tinggi maka kelembapan akan bernilai lebih rendah. Kondisi ini ditemui pada pengukuran di bawah tajuk maupun di empat terbuka. Tajuk pohon menahan dan menyaring radiasi matahari, menghambat aliran angin, transpirasi air, dan mengurangi penguapan (evaporasi) kelembapan tanah, yang menyebabkan kelembapan lebih tinggi dan tingkat penguapan lebih rendah (Grey and Deneke, 1978), serta menurunkan suhu lingkungan (Laurie, 1985; Sayad et al., 2021b). Pengukuran pada penelitian ini menunjukkan bahwa siang hari merupakan suhu tertinggi, dengan tingkat kelembapan yang paling kecil. Sedangkan malam hari merupakan suhu paling kecil, dengan nilai kelembapan yang paling besar. Hasil rerata pengukuran suhu dan kelembapan disajikan pada Gambar 3.



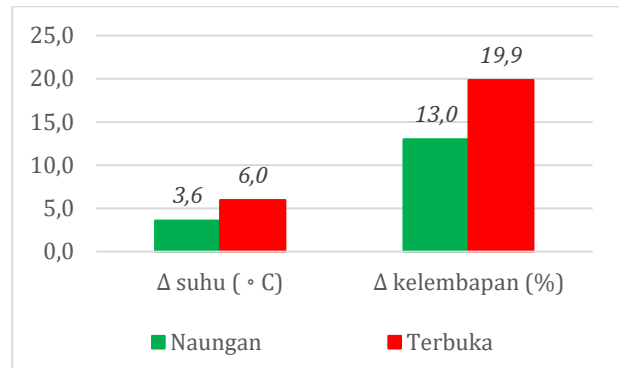
**Gambar 2.** Kondisi tajuk pohon pada beberapa titik jalur pedestrian Jalan Khatib Sulaiman.



**Gambar 3.** Rerata pengukuran suhu (T) dan kelembapan (RH) persatuan waktu pada kondisi naungan dan terbuka.

Perubahan suhu dan kelembapan harian di bawah tajuk menunjukkan nilai interval yang lebih kecil dibandingkan dengan pengukuran ditempat terbuka (Gambar 4). Di bawah naungan, suhu terendah pada malam hari (29,0 °C) dan tertinggi pada siang hari (32,6 °C), dengan interval suhu adalah 3,6 °C, dan interval kelembapan 13,0%. Sedangkan pada lahan terbuka dijumpai interval yang lebih besar, dengan selisih suhu sebesar 6,0 °C dan kelembapan sebesar 19,9%. Interval yang kecil di bawah tajuk pohon menunjukkan kondisi suhu dan kelembapan relatif yang lebih stabil, hal ini berdampak di mana siang tidak akan terjadi panas yang terik dan malam tidak akan mengalami dingin yang menggigil. Kondisi ini tidak dapat ditemui pada daerah yang tidak memiliki vegetasi (pohon). Pada hari siang, radiasi surya diserap dengan cepat oleh permukaan kota – aspal, beton, dll, yang juga meningkatkan suhu sekitar dan menurunkan kelembapan relatif. Sementara pada malam hari, permukaan kota lebih cepat melepas energi panas dibandingkan dengan vegetasi, pohon melalui tajuk yang lebat melepaskan energi panas dengan perlahan dibandingkan permukaan kota, sehingga menyebabkan suhu terasa lebih hangat di bawah tajuk pohon (Grey and Deneke, 1978). Fenomena ini juga dipengaruhi oleh albedo yang dimiliki setiap benda. Secara sederhana albedo adalah reflektifitas (Shahidan et al., 2010; Yang et al., 2015) yang merupakan perbandingan antara sinar matahari yang diterima dan yang dipantulkan. Dibandingkan vegetasi, lahan terbangun memiliki nilai albedo

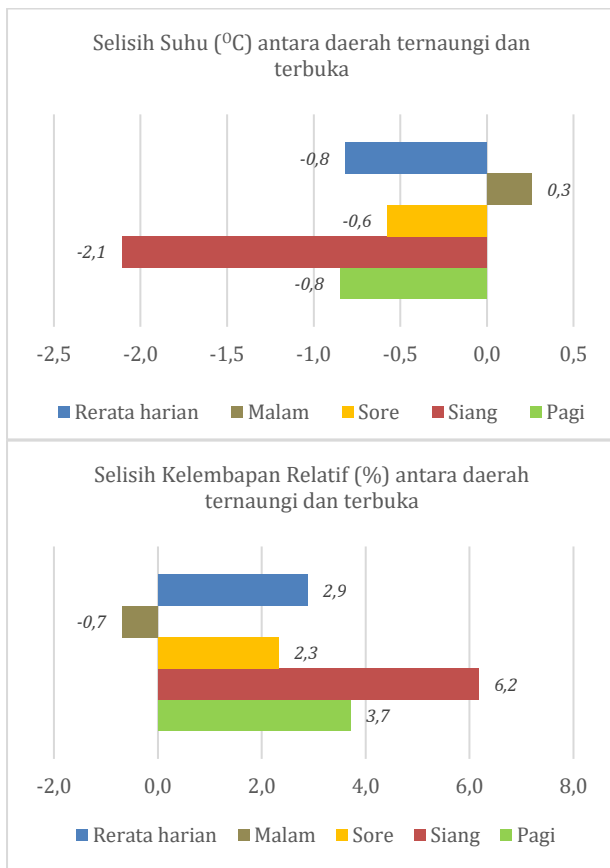
rendah yang cenderung menyerap dan berpotensi meningkatkan suhu sekitar (He and Reith, 2023).



**Gambar 4.** Interval perubahan Suhu (T) dan Kelembapan Relatif (RH) harian antara daerah ternaungi dan terbuka.

Hal menarik lainnya apabila kita membandingkan selisih suhu dan kelembapan di bawah tajuk dengan tempat terbuka, maka terdapat perbedaan rerata harian suhu -0,8 °C (Gambar 5). Selisih nilai yang negatif menunjukkan bahwa suhu harian di bawah tajuk lebih dingin dibandingkan dengan suhu pada lahan terbuka. Jika ditilik per segmen waktu maka selisih suhu yang bernilai negatif hanya terjadi pada saat matahari bersinar yaitu pada pagi (-0,8 °C), siang (-2,1 °C), dan sore hari (-0,6 °C), namun bernilai positif pada malam hari (0,3 °C). Keberadaan pohon dapat memberikan pendinginan suhu di bawah tajuk hingga 2,1 °C pada siang hari. Namun di malam hari terjadi peningkatan suhu di bawah tajuk dibandingkan daerah sekitar yang tidak bervegetasi. Disebutkan dalam penelitian lain bahwa vegetasi memiliki efek pendinginan yang positif, “pepohonan” yang teduh memberikan efek pendinginan yang signifikan pada siang hari yang terik baik di iklim tropis maupun subtropis (Zheng et al., 2023). Meskipun demikian, beberapa penelitian lain menunjukkan efek keberadaan pohon kota yang berbeda pada malam hari, yaitu terjadi peningkatan suhu (Konarska et al., 2016; Rahman et al., 2017; Shashua-Bar et al., 2011) serta penurunan suhu (Rahman et al., 2019; Ziter et al., 2019).

Seperti halnya suhu, kelembapan relatif juga menunjukkan perbedaan antara daerah ternaungi dan terbuka. Rerata kelembapan relatif harian sebesar 2,9% dengan kelembapan relatif tertinggi terjadi pada siang hari hingga 6,2%. Jenis pohon yang ditanam pada jalur hijau pedestrian Jl. Khatib Sulaiman didominasi dari jenis Mahoni (*Swietenia mahagony*) yang memiliki daun yang tebal, licin, dan tajuk yang rapat, yang merupakan merupakan karakter yang mampu memberikan kelembapan yang relatif lebih tinggi (Sayad et al., 2021b), serta memberikan keteduhan yang baik yang berkontribusi positif bagi ameliorasi iklim (Azahra et al., 2023; Dahlan, 2014).



**Gambar 5.** Perbedaan nilai Suhu (°C) dan Kelembapan Relatif (%) antara daerah ternaungi dan dan terbuka.

Penelitian ini menunjukkan dua fenomena yang terjadi di bawah tajuk, yaitu 1) rentang interval (suhu dan kelembapan) yang kecil, serta 2) suhu yang lebih dingin pada siang hari dan lebih hangat pada malam hari. Kedua fenomena ini dikenal dengan istilah ameliorasi iklim. Pepohonan dapat memperbaiki (ameliorasi) suhu perkotaan dengan mengontrol radiasi surya melalui tajuk, yaitu dengan menyerap, memantulkan (Carpenter et al., 1975), menahan, menyebarkan (Grey and Deneke, 1978), maupun dengan cara memancarkan, dan meneruskan (Robinette, 1977). Ameliorasi juga terjadi melalui evapotranspirasi. Evapotranspirasi merupakan proses dalam membentuk kelembapan dari tanah melalui akar dan melepaskannya ke atmosfer sebagai respirasi atau pernafasan pohon. Pembebasan air atau disebut sebagai evaporasi (penguapan), akan mendinginkan udara pada proses tersebut (Robinette, 1977). Dalam suatu pepohonan yang kompak, suhu menurun dan kelembapan relatif meningkat di bawah melalui kanopi pohon (Grey and Deneke, 1978). Tingkat pendinginan lingkungan oleh pohon dipengaruhi oleh dedaunan pohon, massa, dan tekstur daun (Sayad et al., 2021b).

### 3.2 Kenyamanan Termal THI dan Persepsi Kenyamanan

#### *Kenyamanan Termal THI*

Kenyamanan termal melibatkan faktor fisik lingkungan dan psikologis dari pengguna lingkungan.

Kenyamanan termal mengacu pada perasaan dan preferensi tubuh manusia terhadap lingkungan fisik (seperti suhu, kelembapan, dan kecepatan angin) melalui evaluasi subjektif (He and Reith, 2023). Kenyamanan termal pada jalur pedestrian Jl. Khatib Sulaiman yang dirasakan oleh pengguna diukur melalui pendekatan rumus THI – dengan parameter suhu dan kelembapan relatif, yang selanjutnya kategori kenyamanan termal yang dirasakan dikelompokkan menjadi 3, yaitu Nyaman, Sedang, dan Tidak Nyaman. THI dikembangkan oleh Thorn, juga dikenal juga dengan “Indeks ketidaknyamanan” yang menggabungkan suhu bola basah dan kering kedalam suatu skala yang meniru sensasi panas manusia. Kemudian Nieuwolt memodifikasi indeks menggunakan temperatur udara dan kelembapan relatif (Emmanuel, 2005). Perhitungan rata-rata harian THI pada Tabel 2 menunjukkan nilai yang berbeda antara perhitungan di bawah naungan (28,71) dengan di lahan terbuka (29,23). Meskipun demikian, nilai THI pada kedua kondisi ini termasuk kriteria tidak nyaman pada skala Nieuwolt dan McGregor (1998).

**Tabel 2.** Nilai THI dan kriteria kenyamanan thermal di bawah tajuk dan diluar tajuk

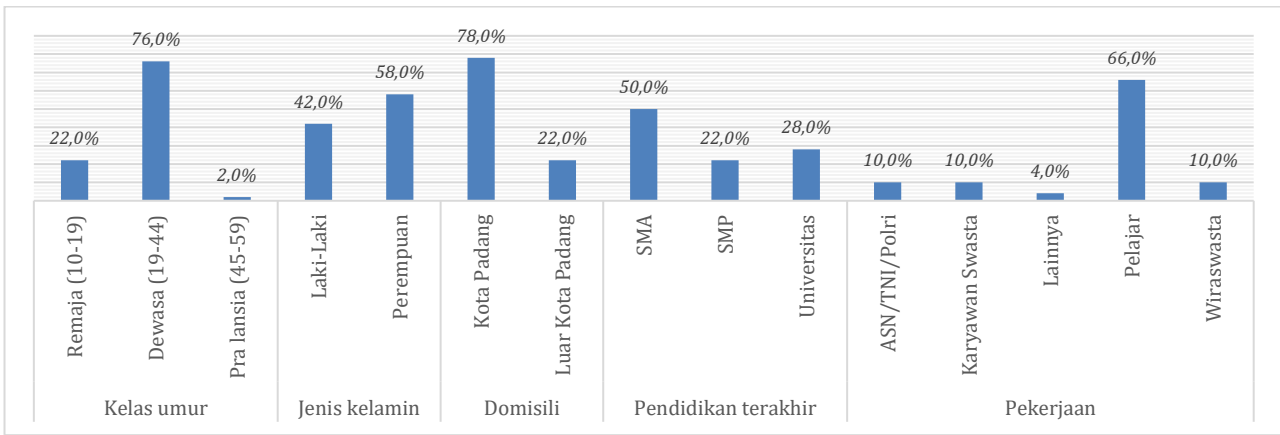
Waktu Pengamatan	Naungan		Terbuka		Angin (m/s)
	THI	Kriteria Nyaman	THI	Kriteria Nyaman	
Pagi	27,85	Tidak Nyaman	28,4	Tidak Nyaman	1,39
Siang	30,24	Tidak Nyaman	31,66	Tidak Nyaman	1,21
Sore	29,13	Tidak Nyaman	29,51	Tidak Nyaman	2,02
Malam	27,57	Tidak Nyaman	27,35	Tidak Nyaman	1,70
Rata-rata (harian)	28,71	Tidak Nyaman	29,23	Tidak Nyaman	1,58

#### *Persepsi Kenyamanan Termal*

Penelitian ini juga mengukur persepsi dari pengguna jalur hijau Jl. Khatib Sulaiman. Skala persepsi kenyamanan pengguna terbagi atas lima dengan penilaian pada kondisi suhu, dan kelembapan. Suhu digambarkan sebagai perasaan panas atau dingin yang diterima/dirasakan oleh pengguna di tubuh mereka, sementara lembap dirasakan sebagai perasaan gerah atau segar (Syukur, 1993).

Responden berjumlah 50 orang dengan profil yang dikumpulkan adalah kelas umur, jenis kelamin, domisili, pendidikan terakhir, dan pekerjaan (Gambar 6). Pengelompokan kelas umur mengikuti peraturan dari Kementerian Kesehatan RI (2016) yang dikelompokkan kedalam kelas umur remaja (10-19 tahun), dewasa (19-44 tahun), dan pra lanjut usia 45-59 tahun. Dalam penelitian kami ini tidak mengumpulkan pengguna yang berasal dari kelas umur anak-anak (di bawah 10 tahun), dan peneliti tidak menjumpai pengguna yang berumur diatas 60 tahun atau kelas umur lanjut usia.





Gambar 6. Profil responden pengguna jalur hijau pedestrian Jl. Khatib Sulaiman, Kota Padang

Pengguna jalur hijau didominasi dari kelas umur dewasa mencapai 76%, yang termasuk pada kategori generasi X (milenial) dan generasi Z. Kelas umur memiliki korelasi dengan pekerjaan yang didominasi oleh pelajar (66%) maupun pendidikan terakhir yang cenderung tersebar merata. Pada Kawasan Jl. Khatib Sulaiman terdapat sejumlah sekolah juga kampus yang menjadi tempat sekolah bagi responden. Pengguna jalur hijau pedestrian dari kaum Perempuan, sementara domisili berasal dari Kota Padang (78%).

Berdasarkan pengukuran suhu dan kelembapan dilapangan pada Gambar 3, dengan rata-rata suhu ( $^{\circ}\text{C}$ ) harian di bawah naungan ( $30,6^{\circ}\text{C}$ ), pengguna merasakan tingkat kenyamanan yang didominasi pada skala Nyaman (14%) dan Sangat Nyaman (60%). Sementara suhu pada lahan terbuka ( $31,4^{\circ}\text{C}$ ), persepsi warga berada pada skala tidak Nyaman (22%) dan Sangat Tidak Nyaman (14%). Persepsi tingkat kenyamanan untuk kelembapan berbanding lurus dengan persepsi suhu yang dirasakan oleh pengguna. Rekapitulasi kenyamanan termal yang dirasakan oleh pengguna disajikan pada Tabel 3.

Selanjutnya hasil persepsi warga tersebut perlu diuji secara statistik untuk melihat signifikansi antara kenyamanan yang dirasakan oleh pengguna saat di bawah naungan dan ditempat terbuka. Uji statistik menunjukkan hasil yang Berbeda Nyata antara persepsi pada daerah yang ternaungi dengan lahan terbuka. Tabel 4 menunjukkan hasil uji statistik Mann Whiney untuk persepsi pengguna.

Terdapat kontradiksi di mana warga merasakan nyaman di bawah naungan pohon namun tidak di tempat terbuka, sementara pengukuran THI menunjukkan kriteria Tidak Nyaman baik di bawah naungan dan tempat terbuka. Penelitian lain yang dilakukan pada beberapa RTH di Kota Cilegon juga menunjukkan adanya hubungan yang kontradiksi di mana THI yang tidak nyaman, sementara warga merasakan nyaman berada di RTH tersebut (Nuraini and Budiarti, 2020). Hal yang sama ditemukan pada penelitian di RTH Srengseng Jakarta Barat, dimana warga mempersepsikan hutan kota nyaman, sementara perhitungan THI menunjukkan kategori tidak nyaman (Rahmawati et al., 2018).

Tabel 3. Persentase persepsi tingkat kenyamanan pengguna jalur pedestrian Jl. Khatib Sulaiman

No	Keterangan	Naungan (%)		Terbuka (%)	
		Tn*)	RHn*)	Tb*)	RHb*)
1	Sangat Nyaman	14	10	0	0
2	Nyaman	60	56	14	16
3	Sedang	26	34	50	52
4	Tidak Nyaman	0	0	22	26
5	Sangat Tidak Nyaman	0	0	14	6
Jumlah		100	100	100	100

\*) Keterangan: Tn = suhu di bawah naungan, RHn = kelembapan relatif di bawah naungan, Tb = suhu di area terbuka, dan RHn = kelembapan relatif di area terbuka.

Tabel 4. Uji statistik Mann Whitney persepsi pengguna terhadap naungan dan terbuka

Parameter	Naungan		Terbuka		Z	P	Ket
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s			
Suhu	3,88	0,63	2,64	0,63	-6,51	0,00	Berbeda Nyata
Kelembapan	3,76	0,62	2,78	0,62	-5,77	0,00	Berbeda Nyata
Kenyamanan	3,82	0,63	2,71	0,63	-6,14	0,00	Berbeda Nyata

\*) Keterangan:  $\bar{x}$  = rata-rata, s = standar deviasi, z = Z Statistic, dan p = p-value.

Penelitian ini tidak mampu menjawab fenomena perbedaan yang terjadi antara kenyamanan termal melalui perhitungan THI dengan kenyamanan termal yang dirasakan oleh pengguna. Namun, beberapa peneliti mencoba melihat hubungan antara perasaan nyaman dengan vegetasi atau RTH, diantaranya:

1. THI hanya menghitung berdasarkan suhu dan kelembapan saja, sementara perasaan nyaman secara termal dipengaruhi oleh kebiasaan manusia dalam makanan, pakaian, dan lainnya (Emmanuel, 2005).
2. Perasaan nyaman yang dirasakan oleh warga dipengaruhi oleh elemen lanskap berupa vegetasi dan pohon. Secara psikologis RTH memberikan dampak pada kenyamanan termal yang dirasakan oleh pengguna (Klemm et al., 2014).
3. Persepsi kenyamanan termal yang dirasakan terkait dengan indera penglihatan dalam melihat pengijauan di jalan. Namun demikian, penting

dilakukan penelitian yang mendalam terhadap persepsi nyaman ini (Klemm et al., 2015).

4. Warga kota merasakan bahwa RTH dapat memberikan efek ameliorasi atau fungsi pendinginan (Liu et al., 2022; Milantara and Lensari, 2023).
5. Usaha-usaha meningkatkan kenyamanan termal, warga lebih memilih dengan pengadaan pepohonan dan taman, serta kombinasi vegetasi dengan 'elemen biru' (Lehnert et al., 2023).
6. Angin memberikan pengaruh yang berarti dalam membentuk rasa nyaman, Frick & Darmawan (2007) dan Lippsmeier (1994) menyatakan bahwa kecepatan angin antara 0,1 m/detik sampai dengan 0,5 m/detik termasuk pada kategori nyaman dalam ruangan (Santi et al., 2019). Sementara kecepatan angin lebih dari 2 m/s pada suhu 32 °C dirasakan nyaman dengan aktifitas duduk di bawah naungan (Sangkertadi, 2013).

Dari beberapa penelitian diatas, data yang tersedia dari pengukuran di Jalur Hijau Pedestrian Jl. Khatib Sulaiman adalah kecepatan angin. Pengukuran kecepatan angin menunjukkan rata-rata harian 1,54 m/s termasuk pada Skala Beaufort dengan kategori 1 atau Tingkatan Teduh, sementara suhu rata-rata harian dibawah tajuk pohon adalah 30,6 °C dan di lahan terbuka adalah 31,4 °C.

Mengingat ruang lingkup dari penelitian ini, dengan ketersediaan data yang dikumpulkan, tidak dapat dijadikan dasar untuk menjelaskan kontradiksi yang terjadi antara kenyamanan termal melalui perhitungan THI dengan perasaan nyaman warga pengguna jalur hijau Jl. Khatib Sulaiman. Seperti halnya yang disarankan oleh Klemm et al., (2015), hasil penelitian ini dapat menjadi landasan untuk melakukan penelitian yang lebih mendalam terhadap persepsi kenyamanan yang dirasakan oleh pengguna dengan indeks kenyamanan THI pada tingkat tapak.

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Suhu di bawah tajuk pohon lebih rendah 2,1 °C pada siang hari yang terik, dan lebih hangat 0,3 °C pada malam hari dibandingkan pada tempat terbuka. Kondisi suhu dan kelembapan di bawah tajuk lebih stabil yang ditunjukkan dengan interval perubahan yang lebih kecil. Perhitungan indeks THI menunjukkan kriteria tidak nyaman baik di bawah tajuk, maupun di tempat terbuka. Namun, persepsi warga menunjukkan hasil yang berbeda nyata yaitu di bawah naungan tajuk Nyaman dan di tempat terbuka tidak nyaman.

Penelitian yang lebih mendalam diperlukan untuk menjawab kontradiksi antara indeks THI dengan persepsi kenyamanan pengguna. Penelitian ini juga memberi peluang untuk mendapatkan persamaan baru terhadap kenyamanan termal yang dirasakan pengguna dengan indeks kenyamanan termal THI pada kondisi geografis yang berbeda.

### 4.2 Saran

Untuk mendapatkan manfaat pendinginan yang optimal sepanjang jalur hijau pedestrian Jl. Khatib Sulaiman, keberadaan pepohonan harus dapat menyediakan tajuk yang rimbun dan kompak, melalui 1) penambahan dan pemilihan jenis yang sesuai melalui desain tata letak yang tepat, 2) pola pemangkasan pohon dengan memperhatikan fungsi tajuk sebagai pelindung, dan 3) memperhatikan jenis pohon yang juga memiliki nilai estetika untuk merangsang peningkatan pemanfaatan jalur hijau pedestrian oleh warga.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Artikel ini merupakan luaran tambahan dari penelitian yang didanai oleh Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Nomor 071/LL10/PG-PDPT/2021.

### DAFTAR PUSTAKA

- [DLH] Dinas Lingkungan Hidup Kota Padang, 2018. Visi dan Misi Dinas Lingkungan Hidup Kota Padang [WWW Document]. URL <http://dlh.padang.go.id/visi-dan-misi-dinas-lingkungan-hidup-kota-padang> (accessed 9.2.21).
- Alfonzo, M.A., 2005. To Walk or Not to Walk? The Hierarchy of Walking Needs. *Environ. Behav.* 37, 808–836. <https://doi.org/10.1177/0013916504274016>
- Ambrey, C.L., 2015. Walkable neighbourhoods , Physical activity and Wellbeing in Melbourne, Australia, in: 7th State of Australian Cities Conference, 9-11 December 2015, Gold Coast, Australia. State of Australasian Cities Conferences, Australia.
- Antomi, Y., 2018. Model Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan di Kota Padang. *J. Geogr.* 7, 69–84. <https://doi.org/ISSN: 2614-6525>
- Azahra, S.D., Destiana, Kartikawati, S.M., Pramulya, M., 2023. Potensi Jenis Pohon pada Ruang Terbuka Hijau Kota Pontianak dalam Ameliorasi Iklim Mikro. *J. Bios Logos* 13, 27–35. <https://doi.org/10.35799/jbl.v13i1.46486>
- Bunga, C., Setiawan, A., Masruri, N.W., 2017. Tingkat Kenyamanan Di Berbagai Taman Kota Di Bandar Lampung. *J. Sylva Lestari* 5, 48–57.
- Carpenter, P.L., Walker, T.D., Lanphear, F.O., 1975. *Plants in the landscape*. W.H. Freeman & Co., San Francisco, USA.
- Carver, A.D., Unger, D.R., Parks, C.L., 2004. Modeling energy savings from urban shade trees: An assessment of the CITYgreen® energy conservation module. *Environ. Manage.* 34, 650–655. <https://doi.org/10.1007/s00267-002-7003-y>
- City of Boulder Water Conservation Office, 2002. *Calculating the Value of Boulder's Urban Forest*. City of Boulder Water Conservation Office, Boulder.
- Dahlan, E.N., 2014. Karakter fisik pohon dan pengaruhnya terhadap iklim mikro (studi kasus di Hutan Kota dan RTH Kota Semarang). *Forum Geogr.* 28, 83–90.
- Emmanuel, R.Ã., 2005. Thermal comfort implications of urbanization in a warm-humid city: the Colombo Metropolitan Region (CMR), Sri Lanka. *Build. Environ.* 40, 1591–1601. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.12.004>



- Farhadi, H., Faizi, M., Sanaieian, H., 2019. Mitigating the urban heat island in a residential area in Tehran: Investigating the role of vegetation, materials, and orientation of buildings. *Sustain. Cities Soc.* 46, 101448. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101448>
- Fauzy, A., 2019. Metode Sampling. Universitas Terbuka, Banten.
- Ferdiansyah, E., Penggalih, W.R., 2022. Identifikasi Urban Heat Island dan Faktor yang Mempengaruhinya Menggunakan Google Earth Engine. *Clim. Trop. Indones. Marit. Cont. J.* 1, 5–11.
- Grey, G.W., Deneke, F.J., 1978. *Urban Forestry*. John Wiley and Sons, Inc., New York (US).
- He, Q., Reith, A., 2023. A study on the impact of green infrastructure on microclimate and thermal comfort. *Pollack Period.* 18, 42–48. <https://doi.org/10.1556/606.2022.00668>
- Hwang, W.H., 2015. Investigating the Impact of Urban Tree Planting Strategies for Shade and Residential Energy Conservation. Virginia Tech, Blacksburg, VA.
- Kementerian Kesehatan RI, 2016. Peraturan Menteri Kesehatan Indonesia No 25 Tahun 2016 tentang Rencana Aksi Nasional Kesehatan Lanjut Usia Tahun 2016-2019. Indonesia.
- Klemm, W., Heusinkveld, B.G., Lenzholzer, S., Jacobs, M.H., Van Hove, B., 2014. Psychological and physical impact of urban green spaces on outdoor thermal comfort during summertime in The Netherlands. *Build. Environ.* 83, 120–128. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.05.013>
- Klemm, W., Heusinkveld, B.G., Lenzholzer, S., van Hove, B., 2015. Street greenery and its physical and psychological impact on thermal comfort. *Landsc. Urban Plan.* 138, 87–98. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.009>
- Konarska, J., Holmer, B., Lindberg, F., Thorsson, S., 2016. Influence of vegetation and building geometry on the spatial variations of air temperature and cooling rates in a high-latitude city. *Int. J. Climatol.* 36, 2379–2395. <https://doi.org/10.1002/joc.4502>
- Laurie, M., 1985. *Pengantar Kepada Arsitektur Pertamanan [Terjemahan: An introduction to landscape architecture]*. Multi Matra Media, Bandung.
- Lehnert, M., Pánek, J., Kopp, J., Geletič, J., Květoňová, V., Jurek, M., 2023. Thermal comfort in urban areas on hot summer days and its improvement through participatory mapping: A case study of two Central European cities. *Landsc. Urban Plan.* 233, 104713. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104713>
- Li, J., Zheng, B., Ouyang, X., Chen, X., Bedra, K.B., 2021. Does shrub benefit the thermal comfort at pedestrian height in Singapore? *Sustain. Cities Soc.* 75, 103333. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103333>
- Liu, F., Tian, Y., Jim, C., Wang, T., Luan, J., Yan, M., 2022. Residents' living environments, self-rated health status and perceptions of urban green space benefits. *Forests* 13. <https://doi.org/10.3390/f13010009>
- Meili, N., Angel, J., Peleg, N., Manoli, G., Burlando, P., Faticchi, S., 2021. Vegetation cover and plant-trait effects on outdoor thermal comfort in a tropical city. *Build. Environ.* 195, 107733. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107733>
- Milantara, N., Fadilah, D., Popita, A., Gustin, M.E., Oktavianti, T., Subrata, E., 2022. Pemanfaatan Jalur Hijau Pedestrian Sebagai Alternatif Rekreasi Warga Sebelum Dan Saat Pandemi Covid-19 (Studi Kasus Pada Jl. Khatib Sulaiman, Kota Padang). *Menara Ilmu* 16, 65–75. <https://doi.org/10.31869/mi.v16i1.3111>
- Milantara, N., Lensari, D., 2023. Motif Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau Di Masa Pandemi (Studi Kasus Kota Padang). *Menara Ilmu* 17, 65–73. <https://doi.org/10.31869/mi.v17i2.4279>
- Milantara, N., Sulistyantara, B., Munandar, A., 2020. Pendugaan Nilai Ekonomi Pohon Dalam Menghemat Energi Listrik Pada Perumahan. *Menara Ilmu XIV*, 82–89. <https://doi.org/https://doi.org/10.31869/mi.v14i1.1867>
- Nuraini, A., Budiarti, T., 2020. Evaluation of Thermal Comforts and Utilizations of Some Green Open Spaces in Cilegon City. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 501. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/501/1/012043>
- Nuruzzaman, M., 2015. Urban Heat Island : Causes , Effects and Mitigation Measures - A Review es of Urban Heat Island and Its Effects. *Int. J. Environ. Monit. Anal.* 3, 67–73. <https://doi.org/10.11648/j.ijema.20150302.15>
- Park, C.Y., Yoon, E.J., Lee, D.K., Thorne, J.H., 2020. Integrating four radiant heat load mitigation strategies is an efficient intervention to improve human health in urban environments. *Sci. Total Environ.* 698, 134259. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134259>
- Pemerintah Daerah Kota Padang, 2012. Peraturan Daerah Kota Padang Nomor 4 Tahun 2012 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Padang Tahun 2010-2030, Peraturan Daerah Kota Padang.
- Rahman, M.A., Moser, A., Rötzer, T., Pauleit, S., 2019. Comparing the transpirational and shading effects of two contrasting urban tree species. *Urban Ecosyst.* 22, 683–697. <https://doi.org/10.1007/s11252-019-00853-x>
- Rahman, M.A., Moser, A., Rötzer, T., Pauleit, S., 2017. Within canopy temperature differences and cooling ability of *Tilia cordata* trees grown in urban conditions. *Build. Environ.* 114, 118–128. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.12.013>
- Rahmawati, S.N., Darusman, D., Hermawan, R., Avenzora, R., 2018. Nilai Ekonomi Hutan Kota Di Jakarta (Studi Kasus Hutan Kota Srengseng, Jakarta Barat). *Media Konserv.* 23, 262–273. <https://doi.org/10.29244/medkon.23.3.262-273>
- Richards, D.R., Fung, T.K., Belcher, R.N., Edwards, P.J., 2020. Differential air temperature cooling performance of urban vegetation types in the tropics. *Urban For. Urban Green.* 50. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126651>
- Robinette, G.O., 1977. *Landscape Planning for Energy Conservation*. Environmental Design Press, Virginia.
- Rupprecht, S., Brand, L., Böhler-Baedeker, S., Brunner, L.M., 2019. *Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan*, Second Edition, 2nd ed, Rupprecht Consult. Rupprecht Consult - Forschung & Beratung GmbH, Berlin.
- Sangkertadi, S., 2013. Pengaruh Kecepatan Angin terhadap Tingkat Kenyamanan Termal di Ruang Luar Iklim Tropis. *J. Lingkung. Binaan Indones.* 1, 1–9.
- Santi, S., Belinda, S., Rianty, H., 2019. IDENTIFIKASI IKLIM

- MIKRO DAN KENYAMAN TERMAL RUANG TERBUKA HIJAU DI KENDARI. *NALARs* 18, 23. <https://doi.org/10.24853/nalars.18.1.23-34>
- Sayad, B., Alkama, D., Ahmad, H., Baili, J., Aljahdaly, N.H., Menni, Y., 2021a. Nature-based solutions to improve the summer thermal comfort outdoors. *Case Stud. Therm. Eng.* 28, 101399. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2021.101399>
- Sayad, B., Alkama, D., Rebhi, R., Menni, Y., Ahmad, H., Inc, M., Sharifpur, M., Lorenzini, G., Azab, E., Elnaggar, A.Y., 2021b. Outdoor Thermal Comfort Optimization through Vegetation Parameterization: Species and Tree Layout. *Sustainability* 13, 11791. <https://doi.org/10.3390/su132111791>
- Shahidan, M.F., Shariff, M.K.M., Jones, P., Salleh, E., Abdullah, A.M., 2010. Landscape and Urban Planning A comparison of *Mesua ferrea* L. and *Hura crepitans* L. for shade creation and radiation modification in improving thermal comfort. *Landsc. Urban Plan.* 97, 168-181. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.008>
- Shashua-Bar, L., Pearlmutter, D., Erell, E., 2011. The influence of trees and grass on outdoor thermal comfort in a hot-arid environment. *Int. J. Climatol.* 31, 1498-1506. <https://doi.org/10.1002/joc.2177>
- Speak, A., Montagnani, L., Wellstein, C., Zerbe, S., 2020. The influence of tree traits on urban ground surface shade cooling. *Landsc. Urban Plan.* 197, 103748. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103748>
- Syukur, R., 1993. *Sistim Pengkondisian Udara Pada Mobil*. IKIP Padang, Padang.
- Yang, J., Wang, Z.H., Kaloush, K.E., 2015. Environmental impacts of reflective materials: Is high albedo a “silver bullet” for mitigating urban heat island? *Renew. Sustain. Energy Rev.* 47, 830-843. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.092>
- Yilmaz, S., Mutlu, B.E., Aksu, A., Mutlu, E., Qaid, A., 2020. Street design scenarios using vegetation for sustainable thermal comfort in Erzurum, Turkey. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 28, 3672-3693.
- Yoon, E.J., Kim, B., Lee, D.K., 2019. Multi-objective planning model for urban greening based on optimization algorithms. *Urban For. Urban Green.* 40, 183-194. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.01.004>
- Zain, A.F.M., Syarie, A., Hardjoamidjo, S., 2010. Deteksi Penurunan Ruang Terbuka Hijau dan Dampaknya Terhadap Peningkatan Kawasan Rawan Banjir di Kota Padang, in: *Prosiding Simposium Ilmiah Nasional Ikatan Arsitek Lanskap Indonesia 2010 - Pemberdayaan Peran Serta Profesi Arsitek Lanskap Dalam Mengatasi Masalah Kerusakan Lingkungan Dan Bencana Alam Melalui Pendekatan Konservasi Dan Penataan Ruang*. Ikatan Arsitektur Lanskap Indonesia, Bogor, pp. 1-7.
- Zheng, Y., Keeffe, G., Mariotti, J., 2023. Nature-Based Solutions for Cooling in High-Density Neighbourhoods in Shenzhen: A Case Study of Baishizhou. *Sustainability* 15, 5509. <https://doi.org/10.3390/su15065509>
- Ziter, C.D., Pedersen, E.J., Kucharik, C.J., Turner, M.G., 2019. Scale-dependent interactions between tree canopy cover and impervious surfaces reduce daytime urban heat during summer. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 116, 7575-7580. <https://doi.org/10.1073/pnas.1817561116>