



Tingkat Kenyamanan Termal Ruang Terbuka Hijau di Kota Ternate

(Thermal Comfort Level of Green Spaces in Ternate City)

Much. Hidayah Marasabessy¹, Reyna Ashari^{1*}, Suhaimi A. Adwan², M. Arfandi Badrun², Mutmaina Ela Ela², Andy Kurniawan¹, Adesna Fatrwana¹, Siti Nurjannah¹

¹ Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun, Universitas Khairun, Jl. Pertamina Kampus II Unkhair Gambesi Kota Ternate Selatan, Ternate, Maluku Utara 97716, Indonesia

² Mahasiswa Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun, Universitas Khairun, Jl. Pertamina Kampus II Unkhair Gambesi Kota Ternate Selatan, Ternate, Maluku Utara 97716, Indonesia

Informasi Artikel:

Submission : 19 Mei 2025
Revised : 04 Juli 2025
Accepted : 13 Juli 2025
Published : 25 Agustus 2025

*Penulis Korespondensi:

Reyna Ashari
Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian,
Universitas Khairun, Universitas Khairun, Jl.
Pertamina Kampus II Unkhair Gambesi Kota
Ternate Selatan, Ternate, Maluku Utara 97716,
Indonesia
e-mail: reyna.ashari@unkhair.ac.id
Telp: +62 822-4039-3595

Makila 19 (2) 2025: 236-249

DOI:
<https://doi.org/10.30598/makila.v19i2.19128>



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Copyright © 2025 Author(s): Much. Hidayah Marasabessy, Suhaimi A. Adwan, M. Arfandi Badrun, Mutmaina Ela Ela, Reyna Ashari, Andy Kurniawan, Adesna Fatrwana, Siti Nurjannah
Journal homepage:
<https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/makila>
Journal e-mail: makilajournal@gmail.com

Research Article · [Open Access](#)

ABSTRACT

Urban development has significantly altered microclimatic conditions and reduced environmental comfort within urban ecosystems. Green Spaces, as a component of urban forestry, play a vital role in restoring ecological balance by moderating air temperature and enhancing humidity through its vegetation structures. This study examines the contribution of urban vegetation to thermal comfort in three Green Spaces areas of Ternate City – Nukila Park, Oranje Fortress, and Cengkeh Afo – using the humidex index, which integrates air temperature and humidity to assess human thermal comfort. Data collection was conducted over 15 consecutive days at each site across three observation points representing varying canopy densities (dense, sparse, and no canopy) during morning, midday, and afternoon periods. The findings reveal that the highest humidex value occurred at Nukila Park (maximum 50.9 °C), while the lowest was recorded at Cengkeh Afo (minimum 33.6 °C). Dense canopy cover consistently contributed to lower humidex values, indicating its critical role in enhancing thermal comfort and mitigating urban heat stress. Despite all sites falling outside the “comfortable” category (<29 °C), variations in thermal comfort were primarily influenced by vegetation structure, canopy density, elevation, and the surrounding land use. These results underscore the strategic importance of urban forestry planning and the enhancement of vegetation cover to improve microclimatic conditions and support sustainable urban ecosystem management. This study also recommends increasing vegetation canopy cover through the management of green spaces based on local plant species.

KEYWORDS: urban forestry, green open space, thermal comfort, humidex, canopy cover

INTISARI

Pembangunan perkotaan telah secara signifikan mengubah kondisi mikroklimatik dan menurunkan tingkat kenyamanan lingkungan. Ruang terbuka hijau, sebagai komponen integral dari kehutanan kota, menjalankan fungsi ekologis yang penting, khususnya dalam mengatur suhu dan tingkat kelembaban udara. Penelitian ini mengkaji kontribusi vegetasi perkotaan terhadap peningkatan kenyamanan termal di tiga ruang terbuka hijau di Kota Ternate – Taman Nukila, Benteng Oranje, dan Cengkeh Afo – melalui penerapan *humidex index*, sebuah indikator komposit yang menggabungkan suhu udara dan kelembaban relatif untuk memperkirakan tingkat stres panas yang dirasakan manusia. Data dikumpulkan selama 15 hari berturut-turut di masing-masing lokasi, dengan pengamatan dilakukan pada pagi, siang, dan sore hari pada tiga kategori kerapatan kanopi (rapat, jarang, dan tanpa kanopi). Prosedur analisis mencakup analisis statistik deskriptif dan uji komparatif untuk mengevaluasi variasi spasial dan temporal dalam kenyamanan termal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *humidex* tertinggi (50,9 °C) di Taman Nukila, sedangkan nilai terendah (33,6 °C) di Cengkeh Afo. Kanopi yang rapat secara konsisten menghasilkan nilai *humidex* yang rendah, menegaskan peran yang krusial dalam mereduksi stres panas di wilayah perkotaan. Meskipun tidak ada kondisi yang tercatat berada dalam kategori “nyaman” (<29 °C), tingkat kenyamanan termal secara nyata dipengaruhi oleh kerapatan kanopi, struktur vegetasi, elevasi, dan karakteristik tata guna lahan di sekitarnya. Penelitian ini merekomendasikan peningkatan tutupan kanopi vegetasi melalui pengelolaan ruang terbuka hijau secara strategis dengan memanfaatkan spesies tanaman lokal yang adaptif. Temuan ini juga memberikan masukan penting bagi kebijakan perkotaan, khususnya dalam integrasi infrastruktur hijau yang responsif iklim ke dalam perencanaan tata ruang untuk mitigasi perubahan iklim dan pengelolaan mikroklimat berkelanjutan.

KATA KUNCI: Hutan kota, ruang terbuka hijau, kenyamanan termal, tutupan tajuk.

PENDAHULUAN

Pembangunan dan perluasan wilayah perkotaan memiliki dampak yang negative terhadap kondisi lingkungan dan iklim mikro dalam kota (Effendy, 2009; Oliviera *et al.*, 2011). Dampak negative dari pembangunan dan perluasan wilayah kota dapat diatasi dengan menyediakan ruang terbuka hijau (RTH). RTH adalah ruang-ruang terbuka yang berupa area memanjang atau jalu

dan/atau mengelompok yang mempunyai manfaat ekologi, sosial-budaya dan arsitektural yang dapat memberikan manfaat ekonomi (kesejahteraan) bagi masyarakat, di mana ruang tersebut diisi oleh vegetasi baik yang tumbuh alami maupun ditanam (Dwiyanto, 2009).

Keberadaan RTH dapat memperbaiki iklim mikro yang terdampak oleh perluasan pembangunan perkotaan diantaranya menurunkan suhu udara, mengurangi pancaran radiasi sinar matahari, menghasilkan udara yang bersih, menyaring polusi udara dan meresapkan air hujan dan lainnya (Zhou *et al.* 2024, Majid, 2004; Ochoa & Marincic, 2005; Zakiah, 2004). Vegetasi mampu memperbaiki kondisi iklim mikro dan berkontribusi terhadap peningkatan kandungan oksigen yang dilepaskan oleh tanaman melalui proses fotosintesis (Zhu *et al.* 2024). Peningkatan tutupan tajuk pada vegetasi di wilayah perkotaan mampu menurunkan suhu permukaan sehingga memberikan efek sejuk melalui naungan dan transpirasi (Li *et al.*, 2025; Duncan *et al.* 2019), lebih lanjut keberadaan RTH dengan vegetasinya juga mampu membantu memitigasi resiko kematian akibat paparan panas (Song *et al.* 2024). Oleh karena itu, keberadaan RTH pada suatu kota merupakan suatu hal mendasar dan penting karena berkontribusi dalam menciptakan kondisi kota yang nyaman bagi penghuninya.

RTH sebagai komponen perkotaan ditujukan untuk memberikan kenyamanan kepada masyarakat melalui penyediaan wilayah bervegetasi. Tingkat kenyamanan dapat dinilai melalui penilaian kenyamanan termal. Penilaian ini telah dilakukan pada beberapa wilayah di Indonesia, seperti di Semarang (Faridatussafura & Yulfiah 2024), Yogyakarta (Nurmaya *et al.* 2022), dan Tanjungpinang, (Siregar *et al.* 2019). Selain itu, penilaian serupa banyak juga dilakukan oleh negara Asia lainnya, tujuan umumnya untuk menganalisis hubungan kondisi mikroiklim dengan tingkat kenyamanan termal yang dirasakan oleh manusia (Sharma *et al.* 2022; Wang *et al.* 2021; Song *et al.* 2024).

Kenyamanan termal adalah suatu kondisi suhu dan kelembapan lingkungan yang sesuai bagi manusia sehingga dapat melakukan aktivitasnya (Nurazizah & Wibawa, 2018). Beberapa metode penilaian kenyamanan termal di antaranya Thermal Humidity Index (THI), Humidex (Masterson & Fa, 1979), serta penggunaan indeks seperti Predicted Mean Vote (PMV) dan Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD) berdasarkan ISO 7730:2005. PMV dan PPD representatif untuk menggambarkan tingkat kenyamanan termal, namun parameter yang digunakan lebih kompleks yaitu kombinasi suhu udara, suhu radiasi rata-rata, kelembapan relatif, kecepatan udara, laju metabolisme dan kemampuan isolasi pakaian yang digunakan oleh subjek penelitian (Rad *et al.* 2021). Temperature Humidity Index (THI) menggunakan parameter iklim utama, yaitu suhu udara dan kelembapan relatif lingkungan, dan aplikasinya lebih banyak di bidang peternakan (Valdivia-Cruz *et al.* 2021). Adapun Humidex adalah index kenyamanan termal yang umum digunakan dalam menilai tingkat kenyamanan, baik di dalam maupun di luar ruangan. Index ini lebih representatif untuk menggambarkan rasa panas yang dirasakan oleh manusia dan umum digunakan dalam

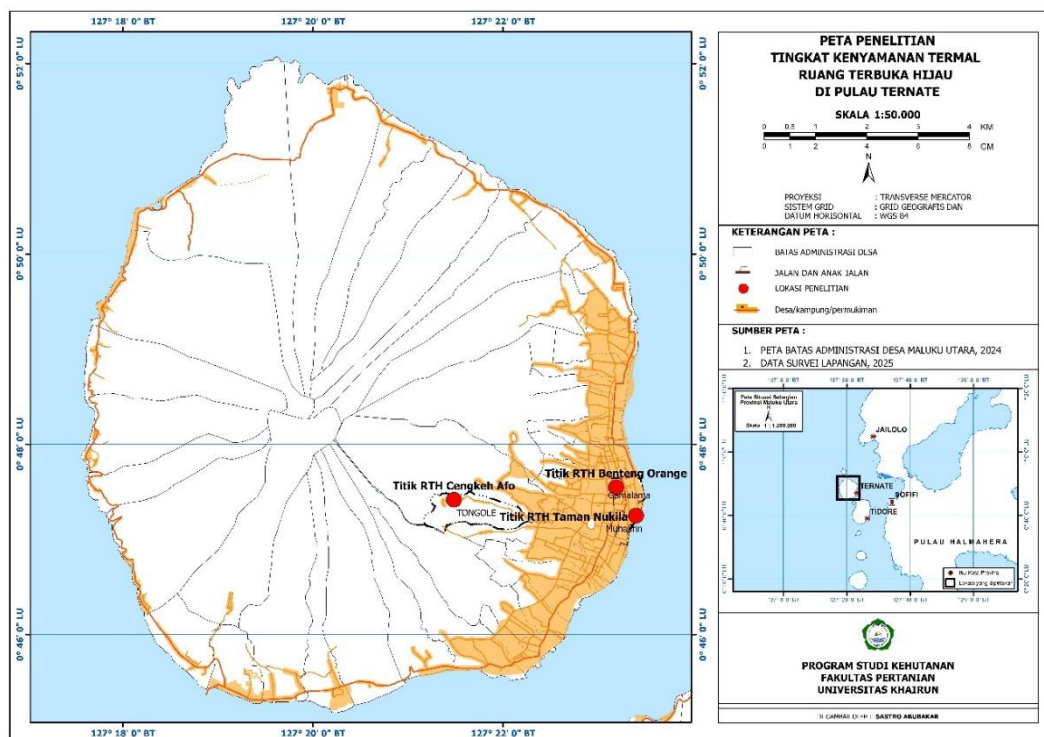
penilaian kenyamanan termal di wilayah tropis (Masitoh & Rusyidi 2020; Xu 2024; Sumaja *et al.* 2022).

Kota Ternate memiliki beberapa RTH yang tersebar di berbagai kecamatan diantaranya Taman Nukila, Benteng Oranje dan Cengkeh Afo. Pemanfaatan RTH oleh masyarakat sebagai tempat bersantai, bermain, jalan-jalan dan sebagainya. Oleh karena banyaknya aktivitas pada masyarakat di RTH Taman Nukila, Benteng Oranje dan Cengkeh Afo maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis tingkat kenyamanan thermal di ruang terbuka hijau Kota Ternate.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu

Lokasi penelitian di Pulau Ternate pada tiga RTH, yaitu Taman Nukila, Benteng Oranje, dan Cengkeh Afo. Taman Nukila berada pada ketinggian 2 mdpl, Benteng Oranje 7 mdpl, dan Cengkeh Afo 351 mdpl. Pengambilan data pada Agustus 2022 – Agustus 2023. Peta lokasi penelitian tersaji pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Ketiga lokasi penelitian memiliki kondisi yang berbeda. Taman Nukila terletak di kawasan pusat kota dan didominasi oleh vegetasi taman lanskap seperti pohon angkana dan trembesi, serta dimanfaatkan masyarakat untuk aktivitas rekreasi ringan, bersantai, dan kegiatan sosial. Benteng Oranje, sebagai kawasan bersejarah, memiliki pohon-pohon peneduh besar seperti beringin dan flamboyan yang tumbuh di area terbuka dengan dominasi aktivitas pengunjung wisata sejarah, pelajar, dan kegiatan komunitas. Sementara itu, Cengkeh Afo berada di wilayah perbukitan dengan

dominasi vegetasi pohon cengkeh tua, pala, dan semak-semak alami. Lokasi ini lebih sepi karena jauh dari pusat kota, digunakan untuk wisata alam, sejarah, dan kuliner.

Prosedur Pengambilan Data

Pengukuran suhu dan kelembaban dilakukan pada ketiga lokasi selama masing-masing 15 hari. Pada lokasi tersebut, dipilih tiga titik pengukuran berdasarkan tutupan tajuknya: rapat, jarang, dan tidak ada tutupan. Tingkat kerapatan tajuk merujuk pada persentase area permukaan di atas titik pengamatan yang tertutupi oleh tajuk. Kategorinya yaitu: tutupan tajuk rapat sebesar 75% area permukaan di atas titik pengamatan tertutup tajuk; tutupan tajuk sedang pada kisaran 25% - 75%, dan tidak ada tutupan sebesar <25%.

Pengukuran suhu udara dan kelembaban relatif menggunakan alat Mini Temperature Humidity Meter UT 33, yang telah dikalibrasi dengan data pengamatan dari BMKG Kota Ternate untuk memastikan akurasi hasil pengukuran. Pengukuran dilakukan secara bergantian di seluruh lokasi dan tipe tutupan dalam rentang waktu tertentu pada pagi (08.00 – 09.00 WIT), siang (12.00 – 13.00 WIT), dan sore hari (16.00 – 17.00 WIT). Pengambilan data dilakukan sebanyak 15 kali pengulangan pada masing-masing lokasi.

Analisis Data

Tingkat kenyamanan termal dianalisis berdasarkan data suhu dan kelembaban udara menggunakan analisis Humidex (Masterson & Richardson 1979). Humidex umum digunakan untuk studi tingkat kenyamanan termal di ruang terbuka hijau. Meskipun humidex awalnya dirancang di Kanada (Masterson & Richardson 1979), negara sub-tropis, namun penerapannya banyak pula dilakukan di wilayah tropis (Nematchoua 2017; de Paula Corrêa *et al.*, 2021; Faridatussafura & Yulfiah 2024). Formulanya (Masterson & Richardson 1979) sebagai berikut:

$$Humidex = T + \frac{5}{9}(e - 10) \quad (1)$$

$$e = 6.112 \times 10^{\frac{7.5T}{237.7+T}} \times \frac{RH}{100} \quad (2)$$

Keterangan:

Humidex = indeks panas (°C)

T = suhu udara (°C)

RH = kelembaban udara relatif (%)

Kategori tingkat kenyamanan berdasarkan analisis humidex mengacu pada modifikasi Aditya & Khasanah (2021) dari kategori yang ditampilkan dalam Masterson & Richardson (1979). Kategori dan index humidex tertera pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Kategori tingkat kenyamanan berdasarkan index humidex

Kategori	Index humidex
Nyaman	≤29
Sedikit tidak nyaman	29 < H ≤ 35

Kategori	Index humidex
Tidak nyaman	$35 < H \leq 40$
Sangat tidak nyaman akibat panas hingga menimbulkan rasa tersengat	$40 < H \leq 45$
Perasaan sangat tidak nyaman dan hampir dapat menyebabkan penyakit akibat serangan panas	$45 < H \leq 54$
Kematian akibat panas	>54

Sumber: Aditya & Khasanah (2021)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Lokasi RTH

Ruang Terbuka Hijau (RTH) menjadi bagian penting dalam kehidupan kota karena perannya sebagai ruang berkumpul bagi masyarakat serta pengaruhnya pada iklim mikro. Luas RTH publik di Kota Ternate seluas 2,3 Ha (Pemerintah Kota Ternate, 2019), sebagian besarnya terdapat di pusat kota yang lebih padat penduduk. Taman Nukila dan Benteng Oranje merupakan dua RTH yang paling sering dikunjungi oleh masyarakat Kota Ternate.

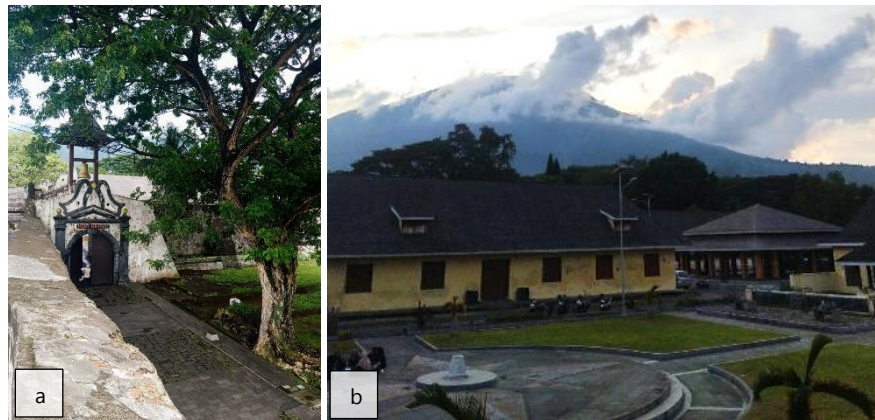
Taman Nukila (**Gambar 2**) berada di ruas Jalan Sultan Muhammad Iskandar Djabir yang menghubungkan kantor walikota dengan masjid utama Kota Ternate. Taman ini ditetapkan sebagai RTH publik bertipe hutan kota dengan luas 0,42 Ha (Pemerintah Kota Ternate, 2019). Sebanyak 169 individu pohon dari 16 jenis pohon tumbuh dan ditanam di taman ini sebagai peneduh, yang paling dominan adalah jenis *Pterocarpus indicus*, *Samanea saman*, dan *Swietenia macrophylla* (Ashari *et al.*, 2021). Bagian luar Taman Nukila menghadap ke arah Timur dan terdapat anjungan kayu yang biasa dimanfaatkan masyarakat untuk menyaksikan pemandangan, adapun di bagian Selatannya adalah median jalan.



Gambar 2. RTH Taman Nukila: a) bagian depan; dan b) bagian dalam

Benteng Oranje (Gambar 3) merupakan benteng peninggalan Belanda sejak tahun 1607 (Suwindriatini & Nayati 2024). Kini benteng tersebut ditetapkan sebagai RTH publik taman kota seluas 1,2 ha yang dimanfaatkan oleh masyarakat untuk berbagai kegiatan. Beberapa gedung

bersejarah terdapat di kompleks benteng ini dan digunakan sebagai museum, kantor pengelola, sekretariat komunitas, dan kafe. Sebanyak 48 individu pohon dari 14 jenis ditanam di areal terbukanya (Marasabessy *et al.* 2022), juga berbagai jenis tanaman hias lainnya.



Gambar 3. RTH Benteng Oranje: a) pintu gerbang; dan b) bagian dalam berupa sekumpulan bangunan dan taman

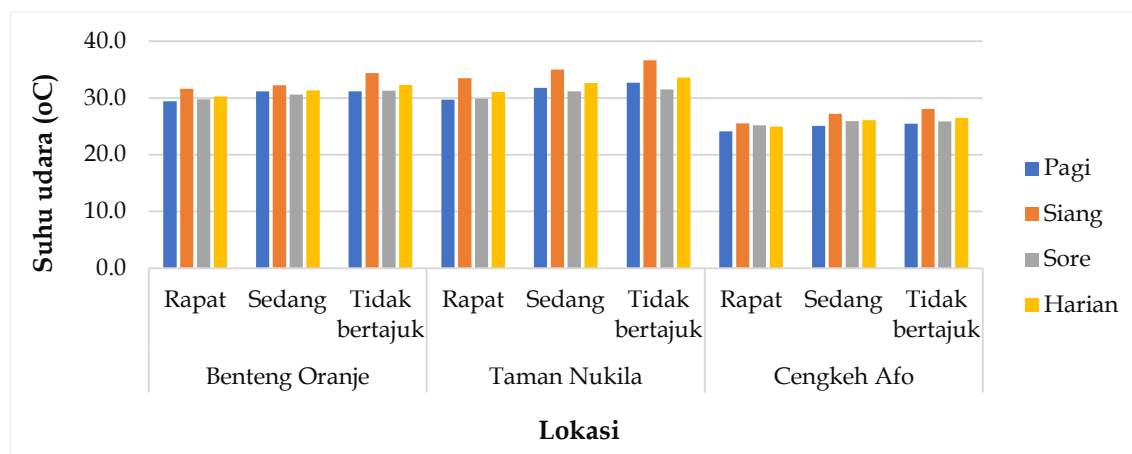
Cengkeh Afo (**Gambar 4**) adalah destinasi wisata kuliner yang dikelola oleh komunitas masyarakat di Kelurahan Tongole pada lahan seluas 1 ha (Hirto, 2023). Wilayah tersebut berupa hutan tanaman yang didominasi oleh pohon pala dan cengkeh. Berbagai tanaman rempah lain turut ditanam di sekitarnya. Pondok bambu dibangun sebagai dapur dan pendopo bambu sebagai ruang makan terbuka. Cengkeh Afo tidak masuk dalam RTH Publik di Kota Ternate, namun merupakan RTH privat yang dikelola oleh komunitas masyarakat.



Gambar 4 RTH Cengkeh Afo: a) perkebunan pala dan cengkeh; dan b) papan informasi wisata cengkeh afo

Tingkat Kenyamanan Termal

Ruang terbuka hijau sebagai komponen kota berperan penting dalam menciptakan iklim mikro yang nyaman bagi masyarakatnya (Buyadi *et al.* 2013; Wu *et al.* 2023). Suhu dan kelembaban udara menjadi dua variabel yang digunakan untuk menggambarkan iklim mikro pada tiga RTH di Maluku Utara. Hasil pengukuran suhu udara ditampilkan pada **Gambar 5** dan kelembaban udara pada **Gambar 6**.



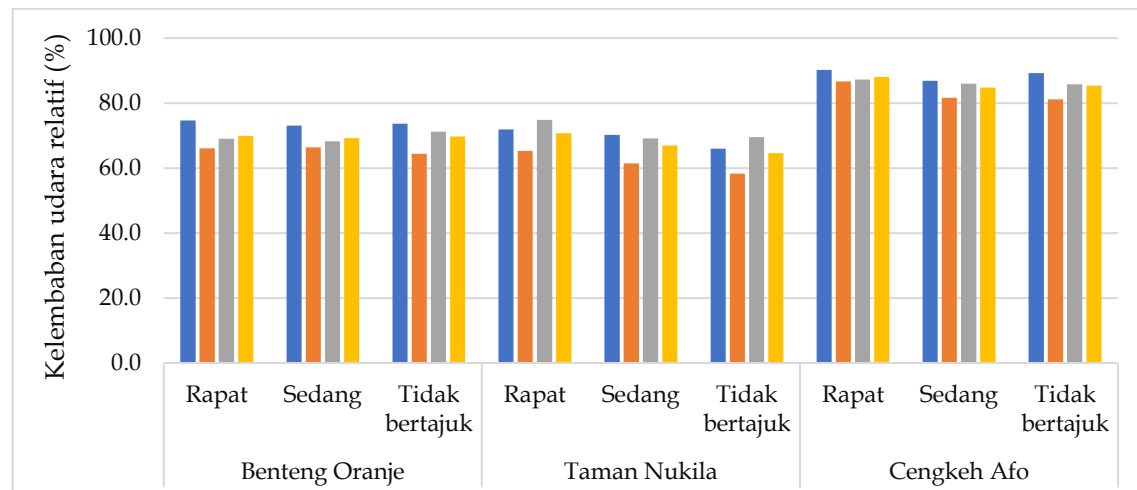
Gambar 5. Suhu udara (°C) di Benteng Oranje, Taman Nukila, dan Cengkeh Afi berdasarkan tutupan tajuknya

Pada ketiga lokasi penelitian, nampak bahwa tutupan tajuk rapat memiliki suhu udara paling rendah dan tidak bertajuk bersuhu paling tinggi. Keberadaan vegetasi dengan tajuk yang menjadi langit-langit alami RTH melindungi wilayah bawah tajuk dari paparan sinar matahari sehingga suhunya lebih rendah jika dibandingkan wilayah lain yang tak terlindung. Kapasitas vegetasi dalam mendinginkan wilayah bawah tajuk dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti luas tutupan, volume tutupan, struktur tajuk (Zhou *et al.* 2024), dan total luas daun (Wu *et al.*, 2022). Selain itu, keanekaragaman jenis pohon turut berpengaruh pada kapasitas pendinginan ini karena ragam pepohonan menciptakan struktur tajuk berlapis yang lebih efektif dalam menciptakan efek udara sejuk (Wang *et al.* 2023; Wang *et al.* 2021).

Gambar 5 juga menunjukkan bahwa suhu puncak pada masing-masing lokasi dan tutupan tajuk adalah pada siang hari. Jika melihat perbandingan antar lokasi, maka secara umum suhu di Benteng Oranje dan Taman Nukila cenderung serupa, sementara Cengkeh Afo menunjukkan perbedaan yang cukup jauh. Hal ini dapat dijelaskan oleh perbedaan elevasi dan kondisi lokasi di sekitarnya. Benteng Oranje dan Taman Nukila yang terletak di wilayah padat penduduk dan elevasinya lebih rendah (<10 m dpl). Adapun RTH Cengkeh Afo berada pada elevasi 351 mdpl dan lingkungan sekitarnya berupa perkebunan pala-cengkeh serta perkampungan dengan penduduk yang tidak begitu padat.

Kelembaban udara relatif (**Gambar 6**) di Cengkeh Afo paling tinggi dibandingkan dua lokasi lainnya dengan nilai lebih dari 80%. Sementara itu kelembaban di kedua RTH di bawah 80%. Pada ketiga lokasi, kelembaban paling tinggi dimiliki oleh tutupan tajuk rapat di pagi hari. Kelembaban udara secara umum pada **Gambar 6** menunjukkan pola yang berbanding terbalik dengan suhunya (**Gambar 5**), yaitu kelembaban rendah ketika suhu tinggi dan sebaliknya kelembaban tinggi ketika suhu rendah. Kelembaban relatif merupakan jumlah aktual uap air di udara pada suhu tertentu, udara hangat dapat menampung lebih banyak uap air sehingga dengan jumlah kelembaban absolut/spesifik yang sama, udara akan memiliki kelembaban relatif yang lebih tinggi jika udara lebih dingin, dan kelembaban relatif yang lebih rendah jika udara lebih hangat (Bencloski 1982). Ada

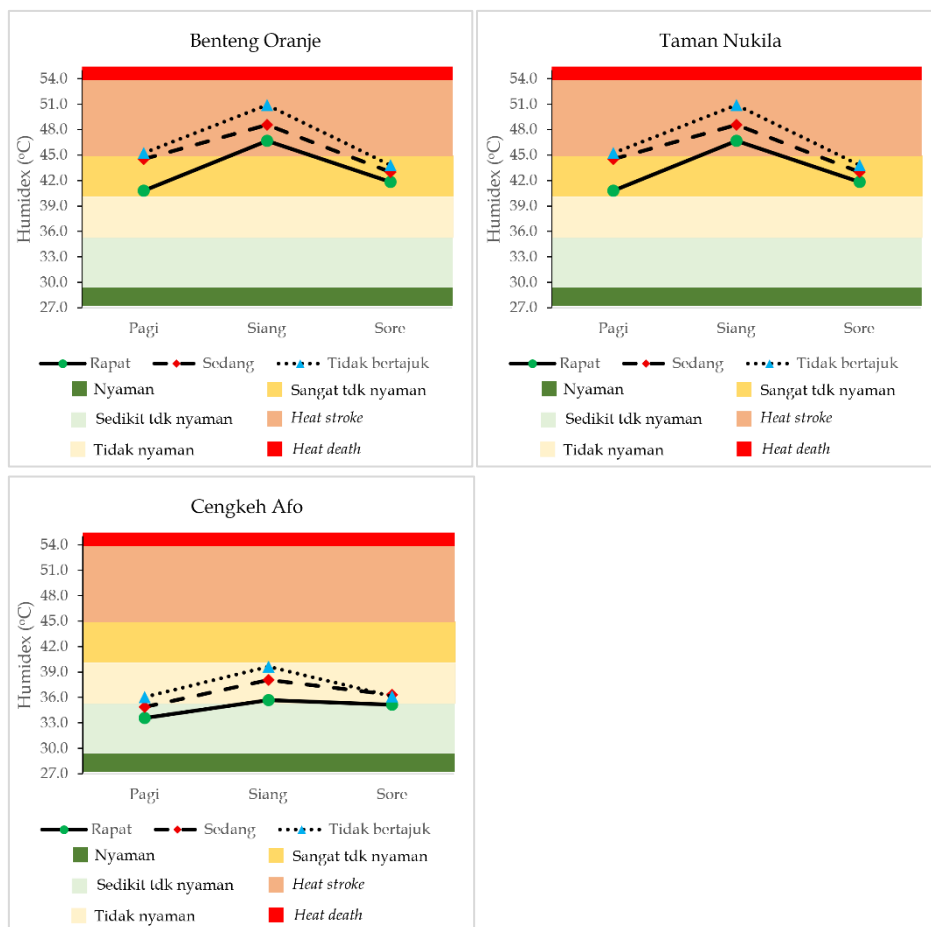
hubungan yang kuat antara suhu udara dengan kelembaban udara, namun suhu udara tidak dapat menjelaskan seluruh variasi dalam tingkat kelembaban udara karena ada faktor lain yang memengaruhi variasi tersebut seperti curah hujan, tekanan udara, dan kehadiran awan (Falgenti & Kahfi 2023).



Gambar 6. Kelembaban udara (%) di Benteng Oranje, Taman Nukila, dan Cengkeh Afi berdasarkan tutupan tajuknya

Humidex adalah suatu indeks yang mengkombinasikan suhu udara dan kelembaban dan menggambarkan tingkat panas yang dirasakan oleh manusia. Nilai humidex dari ketiga lokasi RTH bervariasi, nilai tertinggi pada Taman Nukila, dan terendah di Cengkeh Afo (**Gambar 7**). Nilai tersebut berkaitan dengan suhu dan kelembaban yang terukur, yaitu wilayah dengan suhu tinggi dan kelembaban rendah akan menunjukkan nilai humidex yang tinggi, sementara suhu rendah dan kelembaban tinggi menunjukkan nilai humidex yang rendah.

Nilai humidex di Benteng Oranje berkisar 40,2 – 48,2 °C, paling rendah pada sore hari di tajuk rapat dan paling tinggi pada titik tak bertajuk di siang hari. Tingkat kenyamanan termal di lokasi ini adalah sangat tidak nyaman, kecuali pada titik tak bertajuk di siang hari yang masuk dalam tingkatan perasaan sangat tidak nyaman dan hampir dapat menyebabkan penyakit akibat serangan panas (*heat stroke*). Nilai humidex di Taman Nukila lebih tinggi dibandingkan Benteng Oranje, yaitu rentang 40,8 – 50,9 °C. Tingkat kenyamanan termal di pagi hari untuk titik tak bertajuk masuk dalam kategori *heat stroke*, sementara titik lainnya dalam kategori sangat tidak nyaman. Seluruh titik pada siang hari dalam kategori *heat stroke* dan pada sore hari masuk kategori sangat tidak nyaman. Nilai humidex di Cengkeh Afo paling rendah, yaitu 33,6 – 39,6 °C. Kategori tingkat kenyamanan secara umum adalah tidak nyaman, kecuali pada pagi hari di titik bertajuk rapat dan sedang yang masuk dalam kategori sedikit tidak nyaman.



Gambar 7. Nilai humidex Benteng Oranje, Taman Nukila, dan Cengkeh Afo

Nilai humidex yang rendah pada RTH Taman Nukila dapat dijelaskan oleh posisi lokasinya yang berada pada wilayah yang padat penduduk serta luas wilayahnya yang kecil (0,42 ha). Titik tak bertajuk berada pada median jalan raya sehingga suhunya lebih tinggi. Bagian dalam Taman Nukila dengan vegetasi yang rapat lebih nyaman dibandingkan titik lain yang lebih terbuka karena vegetasi menjadi pelindung dari terpaan sinar matahari. Kondisi lokasi yang berada di wilayah pemukiman juga dapat menjelaskan tingginya nilai humidex pada Benteng Oranje, selain karena vegetasi di lokasi ini sangat sedikit (hanya 42 individu dalam wilayah seluas 1,2 ha). Wilayah pemukiman dengan vegetasi yang minim memiliki daerah panas lebih luas sehingga cenderung kurang nyaman (Siregar *et al.* 2019; Karyati *et al.* 2023; Masitoh & Rusyidi 2020).

RTH Cengkeh Afo yang berupa hutan pala-cengkeh memiliki nilai humidex yang lebih rendah karena luas daerah bervegetasinya paling tinggi. Vegetasi tidak hanya tumbuh dalam wilayah Cengkeh Afo seluas 1 ha, namun juga di wilayah sekelilingnya sehingga menciptakan udara dengan sensasi sejuk. Vegetasi memiliki peran yang sangat besar dalam menciptakan kondisi iklim mikro yang nyaman bagi manusia. Iklim mikro di bawah vegetasi dapat dipengaruhi oleh persentase kerapatan tajuk dan karakteristik pohon tersebut (Karyati *et al.* 2023). Pala memiliki karakteristik batang yang lurus dengan tajuk tebal mengerucut. Kerapatan pohon di Cengkeh Afo

cukup tinggi sehingga tajuk pohon saling bersentuhan menciptakan atap hutan dengan tutupan tajuk yang rapat.

Kategorisasi perasaan nyaman berkaitan dengan sensasi panas dari nilai humidex didasarkan pada respon fisiologi manusia terhadap panas dan kelembaban berlebih. Peningkatan suhu sampai tingkat tertentu dapat meningkatkan aliran darah dan merangsang keluarnya keringat berlebih yang berakibat membuat seseorang merasa tidak nyaman (Masterson & Richardson, 1977). Nilai humidex yang dikategorikan nyaman adalah apabila nilainya $<29^{\circ}\text{C}$, sementara hasil analisis menunjukkan tidak ada lokasi yang masuk dalam kategori tersebut. Kategori interpretasi humidex ini disusun berdasarkan sensasi panas pada wilayah beriklim sub-tropis sehingga akan berbeda dengan persepsi mengenai sensasi panas di wilayah tropis (Aditya & Hasanah, 2021). Tingkat adaptasi orang tropis terhadap udara panas lebih baik jika dibandingkan orang di wilayah temperate karena tubuhnya lebih efektif dalam mengalirkan panas dari bagian dalam tubuh ke permukaan kulit, sehingga panas lebih mudah berpindah. (Tochihara *et al.*, 2022). Tingkat kenyamanan termal pada individu yang merasakan juga tidak hanya dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban semata, namun juga oleh suhu radiasi, kecepatan udara, laju metabolisme, dan pakaian yang dikenakan (Sharma *et al.* 2022). Dengan demikian, meskipun ketiga lokasi termasuk dalam kategori tidak nyaman, pengunjung mungkin tetap merasa nyaman. Untuk itu, diperlukan penelitian lanjutan mengenai persepsi pengunjung terhadap tingkat kenyamanan termal di RTH yang dibandingkan dengan nilai humidex.

Keberadaan vegetasi berpengaruh pada tingkat kenyamanan termal di RTH. Semakin luas tutupan vegetasi suatu wilayah, semakin rendah nilai humidex-nya yang berarti tingkat kenyamanan termalnya lebih baik (Faridatussafura & Yulfiah, 2024). Perluasan wilayah bervegetasi, terutama dengan menggunakan jenis-jenis pohon lokal, pada RTH di Kota Ternate dapat mendorong peningkatan tingkat kenyamanan,. Upaya meningkatkan kenyamanan termal juga dapat diperluas ke tingkat kota melalui penanaman di median-median jalan. Karyati *et al.* (2023) mengungkapkan bahwa pepohonan di median jalan dapat memperbaiki iklim mikro, meningkatkan kenyamanan, serta meredam kebisingan. Pada wilayah dengan bangunan yang padat, opsi perluasan vegetasi mungkin sulit dilakukan karena terbatasnya areal yang dapat ditanami, namun hal ini dapat diatasi melalui alternatif penerapan taman vertikal (Nurmaya *et al.* 2022).

KESIMPULAN

Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kota Ternate memainkan peran krusial dalam menciptakan kenyamanan termal perkotaan melalui modifikasi suhu dan kelembaban udara. Hasil penelitian ini mengonfirmasi bahwa tutupan vegetasi yang rapat secara signifikan menurunkan nilai *humidex*, sehingga meningkatkan kenyamanan termal dan mengurangi risiko stres panas. Taman Nukila dan Benteng Oranje, yang terletak di pusat aktivitas masyarakat dengan tutupan vegetasi terbatas,

menunjukkan nilai humidex tinggi yang mengindikasikan kondisi “sangat tidak nyaman” hingga “berisiko heat stroke”. Sebaliknya, Cengkeh Afo, yang berada di kawasan dengan elevasi lebih tinggi dan dikelilingi vegetasi lebat, menunjukkan nilai humidex terendah, meskipun masih berada di luar kategori “nyaman” (<29 °C). Temuan ini menekankan pentingnya struktur dan kerapatan vegetasi, serta konteks spasial seperti elevasi dan penggunaan lahan sekitar, dalam menentukan kenyamanan termal di ruang terbuka perkotaan. Berdasarkan hasil tersebut, penelitian ini merekomendasikan penguatan strategi perencanaan kota berbasis iklim melalui optimalisasi tutupan vegetasi RTH dengan memprioritaskan spesies tanaman lokal yang adaptif. Implikasi praktisnya mencakup integrasi prinsip ekologi dalam pengelolaan lanskap kota dan pengembangan infrastruktur hijau yang responsif terhadap perubahan iklim. Untuk memperkaya pendekatan transdisipliner, studi lanjutan perlu dilakukan menggunakan metode survei persepsi pengunjung dan analisis multikriteria guna mengintegrasikan data biofisik dengan dimensi sosial masyarakat. Hal ini akan memperkuat relevansi kebijakan tata ruang dan perencanaan kota yang inklusif dan berkelanjutan dalam menghadapi tantangan iklim di kawasan tropis.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, F. & Khasanah, J. (2021). Perubahan Tingkat Kenyamanan Berdasarkan Indeks Panas (Humidex) di Kalimantan Barat. *Megasains*, 12(1), 8-16. DOI: [10.46824/megasains.v12i1.47](https://doi.org/10.46824/megasains.v12i1.47)
- Ashari, R., Irmayanti, L., Peniwidiyanti, Nurhikmah, & Fatrawana, A. (2021). Green space in Ternate: tree species diversity and physical condition assessment. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 918(1), 012043. DOI: [10.1088/1755-1315/918/1/012043](https://doi.org/10.1088/1755-1315/918/1/012043)
- Bencloski, J. W. (1982). Air temperature and relative humidity: A simulation. *Journal of Geography*, 81(2), 64-65. doiDOI: [10.1080/00221348208980713](https://doi.org/10.1080/00221348208980713)
- Buyadi, S. N. A., Mohd, W. M. N. W., & Misni, A. (2013). Green spaces growth impact on the urban microclimate. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 105, 547-557. DOI: [10.1016/j.sbspro.2013.11.058](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.11.058)
- de Paula Corrêa, M., Marciano, A. G., Carvalho, V. S. B., de Souza, P. M. B., Ripper, J. D. S. C., Roy, D., Breton, L., & De Vecchi, R. (2021). Exposome extrinsic factors in the tropics: The need for skin protection beyond solar UV radiation. *Science of the Total Environment*, 782, 146921. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2021.146921](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146921)
- Duncan, J. M. A., Boruff, B., Saunders, A., Sun, Q., Hurley, J., & Amati, M. (2019). Turning down the heat: An enhanced understanding of the relationship between urban vegetation and surface temperature at the city scale. *Science of the Total Environment*, 656, 118-128. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2018.11.223](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.223)
- Dwiyanto, A. (2009). Kuantitas dan kualitas ruang terbuka hijau di permukiman perkotaan. *Jurnal Teknik*, 30(2), 88-93. DOI: [10.14710/teknik.v30i2.1861](https://doi.org/10.14710/teknik.v30i2.1861)
- Effendy, S. (2009). Dampak pengurangan ruang terbuka hijau dalam mengendalikan suhu udara dan urban heat island wilayah JABOTABEK. *J Agromet Indonesia*, 23(2), 169-181.

- Falgenti, K., & Kahfi, M. (2023). Analisis pengaruh suhu udara rata-rata terhadap kelembaban di wilayah DKI Jakarta menggunakan Regresi Linear. In *Proceedings of the National Conference on Electrical Engineering, Informatics, Industrial Technology, and Creative Media*, (Vol. 3, No. 1.; pp. 852-859).
- Faridatussafura, N., & Yulfiah, Y. (2024). Analysis of the Relationship between Thermal Comfort Levels and Green Open Space in Semarang City, Using the Humidex Method. *Journal of Earth and Marine Technology (JEMT)*, 5(1), 91-100.
- Hirto, V. (2023). Strategi pengembangan Cengkeh Afo Gamalama Spices (CGAS) sebagai destinasi wisata gastronomi. *Jurnal Pariwisata Indonesia*, 19(2), 43-52.
- Karyati, K., Yusak, M. Y., & Syafrudin, M. (2023). Iklim Mikro di Bawah Tegakan Pohon Kombinasi Angsana (*Pterocarpus indicus*) dan Glodokan (*Polyalthia longifolia*) di Median Jalan Mayor Jenderal S. Parman di Kota Samarinda. *AGRIFOR*, 22(1), 43-54.
- Majid, N. H. A. (2004, September). Thermal Comfort of Urban Spaces in the Hot Humid Climate. *The 21th Conference on Passive and Low Energy Architecture*, pp 1-3..
- Marasabessy, M. H., Saban, A. M., Ashari, R., Irmayanti, L., & Hadun, R. (2022, October). Penilaian Kesehatan Pohon di Ruang Terbuka Hijau Benteng Oranje Kota Ternate. In *Prosiding Seminar Nasional Pertanian*, (Vol. 2, No. 1).
- Masitoh, F., & Rusydi, A. N. (2020). Climatological human comfort using heat and humidity index (Humidex) in Gadingkulon, Malang. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 412, No. 1, p. 012026). . IOP Publishing. DOI: 10.1088/1755-1315/412/1/012026.
- Masterton, J. M., & Richardson, F. A. (1979). *Humidex: A method of quantifying human discomfort due to excessive heat and humidity* (CLI 1-79). Downsview, Ontario: Environment Canada, Atmospheric Environment Service.
- Nematchoua, M. K. (2017). A study on outdoor environment and climate change effects in Madagascar. *J. Build. Sustain*, 1(1), 1-12.
- Nurazizah, S., & Wibawa, B. A. (2018). Analisis Kenyamanan Termal Ruang Dosen menggunakan CBE Thermal Comfort. *Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 555-570.
- Nurmaya, E. M., Abidin, A. U., Hasanah, N. A. I., & Asmara, A. A. (2022). Heat stress analysis using the discomfort index method: Impact on macro environmental in Yogyakarta. *Journal of Ecological Engineering*, 23(1): 286-295. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/144092>.
- Ochoa, J. M. I., & Marincic, I. (2005, May). Thermal comfort in urban spaces: The case of very warm and dry climate. *International Conference "Passive and Low Energy Cooling 785 for the Built Environment*, 785-789.
- Oliviera, S., Andrade, H., & Vaz, T. (2011). The cooling effect of green spaces as a contribution to the mitigation of urban heat: A case study in Lisbon. *J Building and Environment*, 46, 2186-2194.
- Pemerintah Kota Ternate. (2019) *Rencana Kerja Pemerintah Daerah (RKPD) Tahun 2019 Kota Ternate*. Ternate, ID: Pemerintah Kota Ternate.
- Rad, R. H., Khodae, Z., Ghiai, M. M., Tabe Arjmand, J., & El Haj Assad, M. (2021). The quantitative assessment of the effects of the morphology of urban complexes on the thermal comfort using the PMV/PPD model (a case study of Gheytiyeh neighborhood in Tehran). *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 16(2), 672-682. DOI: 10.1093/ijlct/ctaa100 ascelibrary.org+9researchgate.net+9frontiersin.org+9
- Sharma, M., Suri, N. M., Kant, S., & Charak, A. (2022). Investigating Outdoor Heat Stress Using Environmental Parameters and Selected Thermal Indices in Northern India. In *Technology Innovation in Mechanical Engineering: Select Proceedings of TIME 2021* (pp. 293-304). Singapore: Springer Nature Singapore.

- Siregar, D. C., Ardah, V. P., & Ninggar, R. D. (2019). Identifikasi Kenyamanan Kota Tanjungpinang Berdasarkan Indeks Panas Humidex. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 316-322. DOI: <https://doi.org/10.14710/jil.17.2.316-322>.
- Song, J., Gasparrini, A., Wei, D., Lu, Y., Hu, K., Fischer, T. B., & Nieuwenhuijsen, M. (2024). Do greenspaces really reduce heat health impacts? Evidence for different vegetation types and distance-based greenspace exposure. *Environment International*, 191, 108950.
- Sumaja, K., Satriyabawa, I. K. M., Maharani, S., & Mustika, W. A. (2022, November). The climate comfort and risk assessment for tourism in Bali, Indonesia. In *Proceedings of the International Conference on Radioscience, Equatorial Atmospheric Science and Environment* (pp. 545-553). Springer Nature Singapore. DOI: 10.1007/978-981-19-9768-6_50
- Suwindiatrini, K. A., & Nayati, W. (2024). Perubahan Benteng Oranje di Ternate – Maluku Utara (Abad XVII–XX). *JANUS: Journal of Archaeology*, 3(1), 1-14. DOI: 10.22146/janus.11866
- Tochihara, Y., Wakabayashi, H., Lee, J. Y., Wijayanto, T., Hashiguchi, N., & Saat, M. (2022). How humans adapt to hot climates learned from the recent research on tropical indigenes. *Journal of physiological anthropology*, 41(1), 27. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40101-022-00302-3>
- Valdivia-Cruz, J. C., Reyes-González, J. J., & Valdés-Paneque, G. R. (2021). Effect of temperature and humidity index (THI) on the physiological responses of grazing dairy cows. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 55(1), 21-29. DOI: 10.15517/cjas.v55i1.47671 researchgate.net+3redalyc.org+3scielo.sld.cu+3
- Wang, C., Ren, Z., Chang, X., Wang, G., Hong, X., Dong, Y., & Wang, W. (2023). Understanding the cooling capacity and its potential drivers in urban forests at the single tree and cluster scales. *Sustainable Cities and Society*, 93, 104531. DOI: 10.1016/j.scs.2023.104531
- Wang, X., Dallimer, M., Scott, C. E., Shi, W., & Gao, J. (2021). Tree species richness and diversity predicts the magnitude of urban heat island mitigation effects of greenspaces. *Science of The Total Environment*, 770, 145211. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.145211.
- Wu, Z., Man, W., & Ren, Y. (2022). Influence of ncanntree coverage and micro-topography on the thermal environment within and beyond a green space. *Agricultural and Forest Meteorology*, 316, 108846. DOI: 10.1016/j.agrformet.2022.108846
- Xu, J. (2024). Impact of urbanization on global and regional humid heat and population humid heat exposure. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 490, p. 03001). EDP Sciences. DOI: 10.1051/e3sconf/20244903001 e3s-conferences.org+1e3s-conferences.org+1
- Zakiah, S. (2004). The Influence of urban heat towards pedestrian comfort and the potential use of plants and water as heat ameliorator in Kuala Lumpur city centre area. Doctoral Dissertation. University Putra Malaysia.
- Zhou, T., Jia, W., Yan, L., Hong, B., & Wang, K. (2024). Urban park's vertical canopy structure and its varied cooling effect under continuous warming climate. *Urban Climate*, 53, 101819. DOI: 10.1016/j.uclim.2024.101819
- Zhu, S., Li, J., He, Q., Qiu, Q., Su, Y., Lei, T., & Cui, G. (2024). Temporal dynamics and influencing mechanism of air oxygen content in different vegetation types. *Forests*, 15(3), 432. DOI: 10.3390/f15030432 mdpi.com+7mdpi.com+7mdpi.com+7