

TUGAS AKHIR
ANALISIS *HEAT STRESS* DI KOTA SEMARANG
MENGGUNAKAN METODE *TEMPERATURE*
***HUMIDITY INDEX* (THI)**

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan**



SUPRANOTO
19513244

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023

TUGAS AKHIR
ANALISIS *HEAT STRESS* DI KOTA SEMARANG
MENGGUNAKAN METODE *TEMPERATURE*
***HUMIDITY INDEX* (THI)**

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



Disusun oleh:

Supranoto
19513244

Disetujui,
Dosen Pembimbing

Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.

Tanggal: 22 Oktober 2023

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



Any Juliáni, S.T., M.Sc.(Res.Eng.), Ph.D.

Tanggal:

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS *HEAT STRESS* DI KOTA SEMARANG
MENGGUNAKAN METODE *TEMPERATURE*
***HUMIDITY INDEX* (THI)**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari :

Tanggal :

Disusun Oleh:

SUPRANOTO
19513244

Tim Penguji:

1. Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.

() 29/11/2023

2. Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.

() 29/11/2023

3. Luqman Hakim, S.T., M.Si.

() 29/11/2023

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia ataupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa campur tangan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* pengolah data yang digunakan dalam komputer untuk penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Sleman, 14 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



Supranoto

NIM: 19513244

PRAKATA

Alhamdulillah Rabbil 'Alamin. Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat, barokah, serta karunia-Nya yang selalu menyertai dalam kehidupan ini. Ucapan syukur tak terhingga penulis panjatkan atas kesempatan, kemudahan, kesehatan, dan kelancaran yang diberikan dalam menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisis *Heat Stress* di Kota Semarang Menggunakan Metode *Temperature Humidity Index* (THI)” dengan sebaik mungkin. Penyusunan laporan Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk melengkapi syarat dalam menuntaskan pendidikan Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Lingkungan di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Penulis bukanlah apa-apa tanpa adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Maka, dengan segala kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Any Juliani, S.T., M.Sc.(Res.Eng.), Ph.D. selaku ketua Program Studi S1 Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. selaku koordinator tugas akhir.
3. Bapak Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing, Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T. dan Bapak Luqman Hakim, S.T., M.Si. selaku dosen pembimbing *non-administrative* yang telah sabar dan ikhlas dalam mendidik dan membimbing pengerjaan tugas akhir.
4. Kedua orang tua penulis, Bapak Suroto dan Ibu Fatonah; dan keempat kakak penulis Sucipto, Nori Febriana, Sugiharto, dan Kikit Anggraeny yang selalu memberikan dukungan secara moril dan materiil.
5. Keponakan yang selalu menularkan kebahagiaan; Cipta Dayu Embuningtyas, Binar Elok Ciptaningtyas, Khansa Almaira Putri, dan Khaisan Virendra Alrizky.

6. Teman-teman penulis dari Teknik Lingkungan UII angkatan 2019, Lembaga Pers Mahasiswa HIMMAH UII, Komunitas Bakti Desa UII, serta tim Pengabdian Masyarakat LabMa 2022 yang telah kebersamai perjalanan ini.
7. Seluruh pihak yang telah membantu dan menunjang penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.

Penulis berharap, semoga segala kebaikan yang telah diberikan, akan mendapatkan keridaan dan balasan terbaik dari Allah SWT. Tugas akhir yang telah penulis buat jauh dari kata sempurna, sehingga kritik dan saran bagi penulis sangat dibutuhkan untuk menyempurnakan tugas akhir ini. Semoga laporan ini bermanfaat bagi banyak pihak. Aamiin.

Sleman, 14 Agustus 2023

Supranoto

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRACT

SUPRANOTO. Heat Stress Analysis in Semarang City Using Temperature Humidity Index (THI) Method. Supervised by Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.

Due to urbanization, the existence of green open space (RTH) in Semarang City is eroded for residential needs and city support facilities, causing an increase in microclimate. This study aims to look at thermal comfort and the potential for heat stress in Semarang City using the Temperature Humidity Index (THI) method. The THI method combines air temperature (°C) with relative air humidity (%) which will produce an index scale with units of degrees centigrade (°C). This research uses secondary data from Semarang City Climatology Station, Ahmad Yani Meteorological Station, and Tanjung Emas Maritime Meteorological Station in a span of 13 years (2010-2022). As a result, the percentage of the "partly comfortable" category is 66.67% or occurs for 8 (eight) months each year (244 days/year). While the percentage of "uncomfortable" category is 33.33% or occurs for 4 (four) months each year (122 days/year). So that the people of Semarang City have the potential to experience heat stress throughout the month. To create thermal comfort and minimize the potential for heat stress, it is necessary to do environmental engineering in Semarang City and adaptation of lifestyle by the community.

Keywords: Green open space, heat stress, microclimate, Semarang City, Temperature Humidity Index (THI), thermal comfort

ABSTRAK

SUPRANOTO. Analisis *Heat Stress* di Kota Semarang Menggunakan Metode *Temperature Humidity Index* (THI). Dibimbing oleh Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.

Akibat urbanisasi, keberadaan ruang terbuka hijau (RTH) di Kota Semarang terkikis untuk kebutuhan hunian dan fasilitas penunjang kota sehingga menyebabkan peningkatan iklim mikro. Penelitian ini bertujuan untuk melihat kenyamanan iklim dan potensi terjadinya *heat stress* di Kota Semarang menggunakan metode *Temperature Humidity Index* (THI). Metode THI menggabungkan suhu udara (°C) dengan kelembapan udara relatif (%) yang akan menghasilkan skala indeks dengan satuan derajat celcius (°C). Penelitian ini menggunakan data sekunder dari Stasiun Klimatologi Kota Semarang, Stasiun Meteorologi Ahmad Yani, dan Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Emas dalam rentang waktu 13 tahun (2010-2022). Hasilnya, persentase kategori “sebagian nyaman” adalah 66,67% atau terjadi selama 8 (delapan) bulan tiap tahun (244 hari/tahun). Sedang persentase kategori “tidak nyaman” adalah 33,33% atau terjadi selama 4 (empat) bulan tiap tahun (122 hari/tahun). Sehingga masyarakat Kota Semarang berpotensi mengalami *heat stress* di sepanjang bulan. Untuk menimbulkan kenyamanan termal dan meminimalisir potensi terjadinya *heat stress*, perlu dilakukan rekayasa lingkungan di Kota Semarang dan adaptasi pola hidup oleh masyarakatnya.

Kata kunci: *Heat stress*, iklim mikro, kenyamanan termal, Kota Semarang, rekayasa lingkungan, *Temperature Humidity Index* (THI)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN.....	iii
PRAKATA.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.2 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Gambaran Umum Wilayah	5
2.2 Iklim.....	5
2.3 Iklim Mikro dan Kenyamanan Termal.....	7
2.3 <i>Heat Stress</i>	7
2.4 <i>Temperature Humidity Index</i> (THI).....	8
2.5 Rekayasa Lingkungan	9
2.6 Penelitian Terdahulu	9
BAB III METODE PENELITIAN.....	12
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	12
3.2 Prosedur Analisis Data	14
3.2.1 Penentuan Lokasi Pengambilan Data.....	15
3.2.2 Analisis Klasifikasi Iklim.....	15
3.2.3 Pengukuran Parameter	15

3.2.4	Pengukuran Laju Metabolik.....	16
3.2.5	Analisis Rekayasa Lingkungan.....	18
3.2.6	Adaptasi Pola Hidup Masyarakat.....	19
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1	Analisis Kondisi Iklim Kota Semarang.....	20
4.2	Analisis Data Berdasarkan Metode <i>Temperature Humidity Index</i> (THI) .	22
4.3	Analisis Tingkat Kenyamanan Berdasarkan Metode <i>Temperature Humidity Index</i> (THI) dan Hubungannya terhadap <i>Heat Stress</i>	25
4.4	Rekayasa Lingkungan	29
4.5	Adaptasi Pola Hidup Masyarakat.....	36
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
5.1	Kesimpulan.....	39
5.2	Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	49
RIWAYAT HIDUP	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	9
Tabel 4.1 Nilai Indeks THI Kota Semarang.....	22
Tabel 4.3 Persentase Kategori Kenyamanan Termal di Kota Semarang	26
Tabel 4.4 Berat Badan Rata-rata Berdasarkan Kelompok Umur Masyarakat Indonesia	27
Tabel 4.5 Ruang Terbuka Hijau Kota Semarang	29
Tabel 4.6 Kriteria Vegetasi RTH Pekarangan Berdasarkan Cara Menanam	32
Tabel 4.7 Contoh Tanaman untuk Roof Garden atau Taman Atap.....	32
Tabel 4.8 Contoh Tanaman untuk Peneduh Jalan dan Jalur Pejalan Kaki.....	34
Tabel 4.9 Asupan Air Berdasarkan Jenis Kelamin dan Kelompok Umur	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Skema Kerangka Berpikir Penelitian	3
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian (Kota Semarang).....	13
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	14
Gambar 4.1 Kondisi Iklim (Suhu Udara) Kota Semarang Tahun 2010-2022	20
Gambar 4.2 Kondisi Iklim (Kelembapan Udara Relatif) Kota Semarang Tahun 2010-2022	21
Gambar 4.3 Hubungan Suhu Udara Rata-rata dengan Nilai Indeks THI.....	23
Gambar 4.4 Hubungan Kelembapan Udara Relatif dengan Nilai Indeks THI	23
Gambar 4.5 Hubungan Tipe Iklim dengan Nilai Indeks THI Kota Semarang.....	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Perhitungan Analisis Temperature Humidity Index (THI) Kota Semarang Per Tahun (2010-2022)	49
Lampiran 2 Tipe Iklim Kota Semarang Menggunakan Klasifikasi Oldeman.....	54
Lampiran 3 Laju Metabolik Masyarakat Kota Semarang	56
Lampiran 4 Kebutuhan Asupan Air Berdasarkan Beban Kerja dan Lingkungan Kerja.....	58

BAB I

PENDAHULUAN

1.2 Latar Belakang

Perubahan iklim memiliki dampak yang beragam, salah satu yang terjadi di area perkotaan adalah kenaikan suhu termal. Salah satu area perkotaan dengan kepadatan penduduk tinggi adalah Kota Semarang, Jawa Tengah. Dengan luas wilayah mencapai 373,78 km² atau 37.378 hektare, per 2022 Kota Semarang dihuni oleh 1.659.975 jiwa (Kota Semarang dalam Angka, 2023). Kepadatan penduduknya mencapai 4.441 jiwa per km². Angka tersebut menjadikan Kota Semarang sebagai kabupaten/kota dengan tingkat kepadatan penduduk tertinggi nomor 5 di provinsi Jawa Tengah.

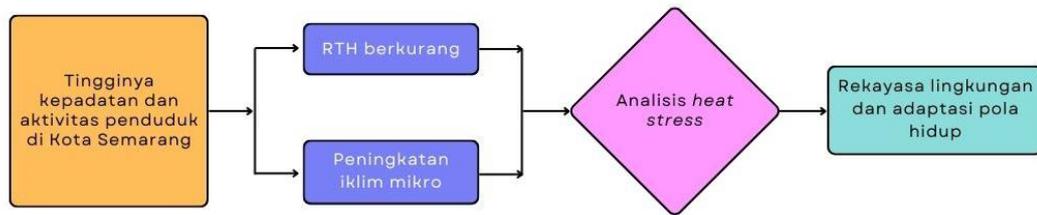
Tingginya jumlah penduduk di Kota Semarang berbanding lurus dengan tingginya aktivitas manusia di area tersebut. Menurut Badan Pusat Statistik Jawa Tengah, per 2021 terdapat 1.875.781 kendaraan bermotor yang terdaftar di Kota Semarang. Perubahan tata guna lahan pun terjadi. Menurut Zahra et al. (2021), luas lahan terbangun di Kota Semarang pada tahun 1999 sebesar 8.107,41 hektare atau 20,90% dari luas total wilayah. Kemudian pada tahun 2009 mengalami kenaikan menjadi 13.081,80 hektare atau 33,72% dari luas total wilayah. Lalu pada tahun 2019, luas lahan terbangun di Kota Semarang meningkat menjadi 19.510,87 hektare atau 50,26% dari luas total wilayah.

Urbanisasi yang terjadi di Kota Semarang dapat mengubah iklim mikro sehingga berpengaruh terhadap kenyamanan iklim. Ketidaknyamanan iklim dapat berdampak terhadap gejala *heat stress* bagi manusia, baik secara psikis maupun fisiologis. Menurut Karyono (2010) kenyamanan iklim mempengaruhi kegiatan manusia, hal itu terjadi lantaran adanya respons tubuh terhadap keadaan termal yang ia rasakan. Secara fisiologis, *heat stress* dapat menyebabkan daya tampung pembuluh darah meningkat. Lalu menjadikan pembuluh darah melebar dan tekanan

darah melemah yang ditandai dengan kepala pusing, mual, muntah, tubuh lemas, keseimbangan tubuh berkurang, serta pingsan. Apabila gejala *heat stress* tidak segera dilakukan penindakan, hal tersebut dapat menimbulkan dampak berupa *heat rash* (biang keringat), *heat cramps* (kejang otot), *heat exhaustion* (kelelahan), hingga *heat stroke* (kondisi badan terlalu panas) (Budhiasih et al., 2015).

Melihat potensi perubahan kenyamanan iklim yang terjadi di Kota Semarang, maka perlu dilakukan analisis tingkat kenyamanan iklim di Kota Semarang. Salah satunya dengan metode *Temperature Humidity Index* (THI) dengan mengacu batas kenyamanan oleh Nieuwolt yang telah diadaptasi untuk iklim tropis dalam Wati dan Fatkhuroyan (2017). Metode THI perhitungannya cukup sederhana, yakni hanya membutuhkan 2 (dua) data parameter berupa suhu udara (°C) dan kelembapan udara relatif (%). Selain itu, metode THI telah banyak digunakan untuk wilayah beriklim tropis seperti negara di Asia Tenggara yaitu Indonesia dan Malaysia (B1 et al., 2019). Hasil analisis menampilkan skala indeks THI yang berguna untuk menentukan dampak dan tingkat kenyamanan yang dirasakan oleh masyarakat Kota Semarang.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian analisis *heat stress* di Kota Semarang menggunakan metode *Temperature Humidity Index* (THI) perlu dilakukan untuk melihat kondisi kenyamanan iklim dan pengaruhnya terhadap potensi *heat stress* masyarakat Kota Semarang. Apabila tingkat ketidaknyamanan iklim tinggi, maka perlu dilakukan analisis kebijakan rekayasa lingkungan yang dapat menurunkan perubahan iklim mikro sehingga timbul kenyamanan iklim di wilayah Kota Semarang. Rekayasa lingkungan yang dapat dilakukan seperti revitalisasi model pembangunan dan pembuatan ruang terbuka hijau (RTH). RTH memiliki fungsi ekologis seperti menjadi paru-paru kota, pengatur iklim mikro, sebagai peneduh, produsen oksigen, penyerap air hujan, penyedia habitat satwa, penyerap polutan dalam udara, air dan tanah, serta penahan angin (Karyati et al., 2021). Adapun skema kerangka berpikir dari rencana penelitian ini dapat dilihat dalam Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Skema Kerangka Berpikir Penelitian

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka diperoleh beberapa rumusan masalah dalam penelitian “Analisis *Heat Stress* di Kota Semarang Menggunakan Metode *Temperature Humidity Index* (THI)” sebagai berikut:

1. Bagaimana identifikasi pengaruh iklim di Kota Semarang terhadap *heat stress* menggunakan metode *Temperature Humidity Index* (THI)?
2. Apakah kenyamanan iklim di Kota Semarang sesuai dengan tingkat kenyamanan yang telah ditetapkan?
3. Bagaimana rekayasa lingkungan dan adaptasi pola hidup yang dapat diterapkan sesuai dengan kondisi kenyamanan iklim di Kota Semarang?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian “Analisis *Heat Stress* di Kota Semarang Menggunakan Metode *Temperature Humidity Index* (THI)” adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi pengaruh iklim terhadap *heat stress* menggunakan metode *Temperature Humidity Index* (THI) di Kota Semarang.
2. Menganalisis kesesuaian kenyamanan iklim di Kota Semarang dengan tingkat kenyamanan yang telah ditetapkan.
3. Menentukan rekayasa lingkungan dan adaptasi pola hidup yang dapat dilakukan sesuai kondisi kenyamanan iklim di Kota Semarang.

1.4 Manfaat Penelitian

Harapannya penelitian “Analisis *Heat Stress* di Kota Semarang Menggunakan Metode *Temperature Humidity Index* (THI)” dapat menghasilkan keluaran sebagai berikut:

1. Memperluas wawasan terkait pengaruh iklim terhadap terjadinya *heat stress* di Kota Semarang menggunakan metode *Temperature Humidity Index* (THI).
2. Dapat digunakan sebagai pedoman atau acuan dalam perumusan kebijakan pemerintah setempat yang berwenang dalam mengurai masalah kenyamanan iklim di Kota Semarang.

1.5 Ruang Lingkup

Berikut merupakan ruang lingkup dalam penelitian “Analisis *Heat Stress* di Kota Semarang Menggunakan Metode *Temperature Humidity Index* (THI)”:

1. Penelitian ini dilakukan di Kota Semarang dengan menggunakan data iklim sekunder dari Stasiun Klimatologi Kota Semarang, Stasiun Meteorologi Ahmad Yani Kota Semarang, dan Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Emas Kota Semarang.
2. Penentuan indeks kenyamanan iklim menggunakan metode *Temperature Humidity Index* (THI).
3. Parameter yang digunakan untuk meneliti kondisi kenyamanan iklim di Kota Semarang adalah suhu udara (°C) dan kelembapan udara relatif (%) selama 13 tahun (2010-2022).
4. Penentuan tingkat kenyamanan iklim mengacu *Temperature Humidity Index* (THI) berdasarkan Nieuwolt.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Wilayah

Kota Semarang memiliki luas area total 373,78 km² atau 37.378 hektare yang kemudian dibagi menjadi 16 (enam belas) kecamatan. Berdasarkan batas geografis, batas utara Kota Semarang adalah Laut Jawa; kemudian batas timur adalah Kabupaten Demak, di selatan ada Kabupaten Semarang, serta di bagian barat berbatasan dengan Kabupaten Kendal. Kepadatan penduduknya pada tahun 2022 yang mencapai 4.441 jiwa per km², mengantarkan Kota Semarang menjadi kabupaten/kota dengan tingkat kepadatan penduduk tertinggi nomor 5 di provinsi Jawa Tengah. Dengan jumlah penduduk yang tinggi di Kota Semarang, hal tersebut berbanding lurus dengan tingginya aktivitas di dalamnya. Menurut Badan Pusat Statistik Jawa Tengah, per 2021 terdapat 1.875.781 kendaraan bermotor yang terdaftar di Kota Semarang.

Perubahan tata guna lahan di Kota Semarang pun terjadi. Menurut Zahra et al. (2021), luas lahan terbangun di Kota Semarang pada tahun 1999 adalah sebesar 8.107,41 hektare atau 20,90% dari luas total wilayah. Kemudian pada tahun 2009 mengalami kenaikan menjadi 13.081,80 hektare atau 33,72% dari luas total wilayah. Lalu pada tahun 2019, luas lahan terbangun di Kota Semarang meningkat menjadi 19.510,87 hektare atau 50,26% dari luas total wilayah.

2.2 Iklim

Iklim merupakan keadaan rata-rata cuaca secara jangka panjang dengan minimum waktu 30 tahun dan memiliki sifat konstan. Iklim dipengaruhi oleh beberapa unsur yakni suhu udara, tekanan udara, kelembapan udara, curah hujan, dan kecepatan angin (Miftahuddin, 2016). Berikut merupakan definisi dari masing-masing unsur yang mempengaruhi keadaan iklim:

a. Suhu Udara

Suhu udara atau temperatur didefinisikan sebagai derajat panas atau dingin dari aktivitas dalam atmosfer yang dinyatakan dalam satuan Celcius ($^{\circ}\text{C}$), Reamur (R), dan Fahrenheit (F).

b. Tekanan Udara

Tekanan udara merupakan tenaga yang bekerja dalam menggerakkan massa udara. Satuan dari tekanan udara adalah atm (atmosfer), mmHg, dan mbar.

c. Kelembapan Udara Relatif

Kelembapan udara relatif (*relative humidity*) didefinisikan sebagai keadaan banyaknya konsentrasi uap air di udara dengan satuan persen. Hal tersebut akan berubah berdasarkan waktu dan tempat. Misalnya, kelembapan udara relatif akan turun saat siang, lalu naik saat sore atau malam hari.

d. Curah Hujan

Curah hujan adalah ketinggian intensitas air hujan yang terkumpul dalam satu tempat yang datar, tidak meresap, dan tidak mengalir. Satuan dari curah hujan adalah inci atau milimeter (1 inci = 25,4 mm).

e. Angin

Angin dapat dipahami sebagai aktivitas pergerakan udara dari daerah atau area dengan tekanan maksimum menuju ke arah daerah dengan tekanan minimum.

Keadaan iklim dapat berubah, hal tersebut dikenal dengan istilah perubahan iklim atau *climate change*. Intergovernmental Panel on Climate Change (2001) mendefinisikan perubahan iklim sebagai perubahan secara signifikan pada iklim ataupun variabilitas iklim yang terjadi pada jangka waktu panjang (10 tahun) dan bersifat tetap. Perubahan iklim disebabkan oleh perubahan intern (Badai El-Nino) atau perubahan ekstern (aktivitas manusia). Salah satunya dampaknya, perubahan iklim akan mempengaruhi tingkat kenyamanan iklim di daerah perkotaan (Nugroho, 2011).

2.3 Iklim Mikro dan Kenyamanan Iklim

Iklim mikro merupakan kondisi iklim di suatu wilayah atau daerah kecil yang dipengaruhi oleh berbagai komponen seperti intensitas radiasi matahari, tanaman, angin, bentuk tanah, dan aktivitas manusia (Tjasyono, 2004). Terdapat 4 (empat) parameter iklim mikro yakni kelembapan udara, suhu udara, radiasi matahari, dan kecepatan angin (Mala et al., 2019). Kondisi iklim mikro di suatu daerah erat kaitannya dengan kenyamanan termal luar ruang (*outdoor*) bagi masyarakat di daerah tersebut. Kenyamanan termal atau iklim timbul akibat hubungan antara suhu udara dan kelembapan udara, kecepatan angin, tipe busana, aktivitas, serta tingkatan metabolisme dalam tubuh yang menimbulkan rasa puas (nyaman) pada keadaan udara di suatu wilayah (ISO-7730, 1994). Menurut Effendy (2007), kondisi iklim dikatakan nyaman apabila sebagian energi manusia dibebaskan untuk kerja produktif dan upaya pengaturan suhu tubuh berada pada level minimal.

Selain itu, kenyamanan iklim yang dirasakan tubuh manusia juga dipengaruhi faktor fisik dan fisiologis, yakni metabolisme tubuh dan insulasi pakaian (American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, 2013). Menurut Karyono (2010), kenyamanan iklim dapat mempengaruhi kegiatan manusia, hal itu terjadi lantaran adanya respons dari tubuh terhadap keadaan termal yang ia rasakan. Gejala *heat stress* dapat terjadi jika panas termal melebihi standar.

2.3 Heat Stress

Heat stress merupakan suatu kondisi maksimal tubuh manusia dalam menerima paparan panas (Sahna, 2019). *Heat stress* terjadi lantaran tubuh tidak dapat mengatur suhu dalam tubuh dan mendinginkan sendiri secara sempurna. *Heat stress* dipengaruhi oleh kombinasi suhu udara yang tinggi, kelembapan udara yang rendah, udara yang minim, pekerjaan fisik berat, serta pajanan langsung dengan aktivitas maupun benda yang mengeluarkan panas (Zulkiflar, 2020). Masyarakat Indonesia umumnya merasa nyaman pada suhu udara yang berkisar pada 24-26°C, kelembapan udara antara 30% hingga 70%, dan kecepatan angin pada rentang 0,05 sampai 0,2 m/s (Budhiasih et al., 2015). Pada penelitian ini, potensi *heat stress*

ditentukan berdasarkan hasil analisis nilai indeks THI Kota Semarang dan perhitungan laju metabolik.

Secara fisiologis, *heat stress* dapat menyebabkan daya tampung pembuluh darah meningkat. Kondisi tersebut membuat pembuluh darah melebar dan tekanan darah melemah yang ditandai dengan kepala pusing, mual, muntah, tubuh lemas, keseimbangan tubuh berkurang, serta pingsan. Apabila *heat stress* tidak segera dilakukan penindakan, maka dapat menimbulkan dampak berupa *heat rash* (biang keringat), *heat cramps* (kejang otot), *heat exhaustion* (kelelahan), dan *heat stroke* (kondisi badan terlalu panas) (Budhiasih et al., 2015).

2.4 Temperature Humidity Index (THI)

Temperature Humidity Index atau THI merupakan sebuah metode analisis yang digunakan untuk menilai tingkat kenyamanan termal suatu wilayah perkotaan. Perhitungan THI menggabungkan antara suhu udara (°C) dengan kelembapan udara relatif (%) dan akan menghasilkan nilai indeks dengan besaran satuan berupa derajat celcius (°C) (Wati dan Fatkhuroyan, 2017). Pengukuran THI dapat digunakan dalam ranah kesehatan, lingkungan, perencanaan tata kelola kota, hingga perlindungan konstruksi (Kartika et al., 2021). Metode THI telah banyak digunakan untuk wilayah beriklim tropis seperti negara-negara di Asia Tenggara seperti Indonesia dan Malaysia (B1 et al., 2019).

THI dirumuskan oleh Nieuwolt (1975) untuk wilayah tropis. Klasifikasi kenyamanan iklim dalam perhitungan THI mengacu pada batas kenyamanan oleh Nieuwolt dalam Wati dan Fatkhuroyan (2017) sebagai berikut: (1) kategori “nyaman” dengan nilai indeks THI 21-24°C; (2) kategori “sebagian nyaman” dengan nilai indeks THI sebesar 25-27°C; dan (3) kategori “kurang nyaman” dengan nilai indeks THI sebesar >27°C. Skala nilai indeks THI berfungsi sebagai penentu level kenyamanan iklim dan dampak yang akan dirasakan oleh masyarakat Kota Semarang

2.5 Rekayasa Lingkungan

Rekayasa lingkungan perlu dilakukan jika tidak terjadi keadaan kenyamanan iklim dan justru berpotensi terjadinya *heat stress* bagi masyarakat Kota Semarang. Hal yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kenyamanan iklim adalah dengan memperbanyak vegetasi yang dapat dilakukan dengan pembuatan ruang terbuka hijau (RTH) di daerah padat penduduk. Bukan tanpa sebab, menurut Karyono (2005), vegetasi (tanaman) yang terdapat dalam hutan kota di daerah dengan iklim tropis dapat menyebabkan suhu udara di sekitar vegetasi turun lantaran saat proses fotosintesis pohon akan menyerap sebagian panas matahari.

Berdasarkan Undang-undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, ditetapkan bahwa RTH dibagi menjadi dua jenis, yaitu RTH publik dengan ketentuan seluas 20% dari total luas total kota dan RTH privat dengan ketentuan 10% dari total luas kota. RTH publik merupakan RTH yang dikelola pemerintah dengan peruntukan untuk umum. Sedangkan RTH privat merupakan RTH milik perseorangan atau institusi dengan pemanfaatan terbatas berupa kebun atau halaman.

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan oleh penulis untuk mencari studi literatur guna memperkaya teori yang digunakan sebagai dasar penyusunan penelitian ini. Ringkasan beberapa penelitian terdahulu ditunjukkan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Topik	Hasil
1.	Melinda et al. (2022)	Analisis Tingkat Kenyamanan Termal di Kota Palembang Berdasarkan Index THI (<i>Temperature Humidity Index</i>)	Hasil penelitian kenyamanan termal tahun 1991-2020 di Kota Palembang menunjukkan nilai indeks THI berkisar dari 25,9°C sampai 27°C. Kategori “nyaman” terjadi selama 23 hari/tahun (6,4%), lalu “sebagian nyaman” selama 270 hari/tahun (73,9%),

			dan kategori “tidak nyaman” selama 72 hari/tahun (19,7%).
2.	Kusuma, I. M. (2021)	Analisis <i>Heat Stress</i> di Kota Yogyakarta Menggunakan Metode <i>Temperature Humidity Index</i> (THI)	Hasil penelitian kenyamanan termal tahun 2004-2020 di Kota Yogyakarta menunjukkan nilai indeks THI berada di rentang 23,77°C sampai 25,87°C. Kategori “nyaman” berlangsung selama 4 (empat) bulan/tahun dan kategori “sebagian nyaman” selama 8 (delapan) bulan/tahun.
3.	Isnoor et al. (2021)	Analisis Kenyamanan Termal Berdasarkan <i>Temperature Humidity Index</i> dan Pengaruhnya Terhadap Curah Hujan di Kota Tanjungpinang	Hasil penelitian kenyamanan termal tahun 2009-2018 di Kota Tanjungpinang menunjukkan nilai indeks THI berkisar dari 26,2°C sampai 27,4°C. Dalam periode pengukuran tersebut, kategori “nyaman” terjadi selama 62 hari (1,7%), lalu “sebagian nyaman” selama 3.449 hari (93,3%), dan kategori “tidak nyaman” selama 91 hari (2,5%).
4.	B1 et al. (2019)	Kenyamanan Termal Klimatologis Kota-Kota Besar di Pulau Sulawesi Berdasarkan <i>Temperature Humidity Index</i> (THI)	Hasil penelitian kenyamanan termal tahun 1985-2012 di Kota Manado, Minahasa Utara, Gorontalo, Palu, Mamuju, dan Makasar menunjukkan nilai indeks THI berada di rentang 25,4°C sampai 26,4°C. Kategori “nyaman” terjadi selama 73 hari/tahun (20,1%), kategori “sebagian nyaman” selama 261 hari/tahun (71,4%), dan kategori “tidak nyaman” selama 30 hari/tahun (8,1%).
5.	Wati dan Fatkhuroyan (2017)	Analisis Tingkat Kenyamanan di DKI Jakarta Berdasarkan Index THI	Hasil analisis kenyamanan termal tahun 1985-2012 di DKI Jakarta menggunakan indeks THI adalah kategori “nyaman” terjadi selama 26 hari/tahun (7,1%), lalu kategori

*(Temperature
Humidity Index)*

“sebagian nyaman” selama 259 hari/tahun (71%), dan kategori “tidak nyaman” selama 81 hari/tahun (22,1%).

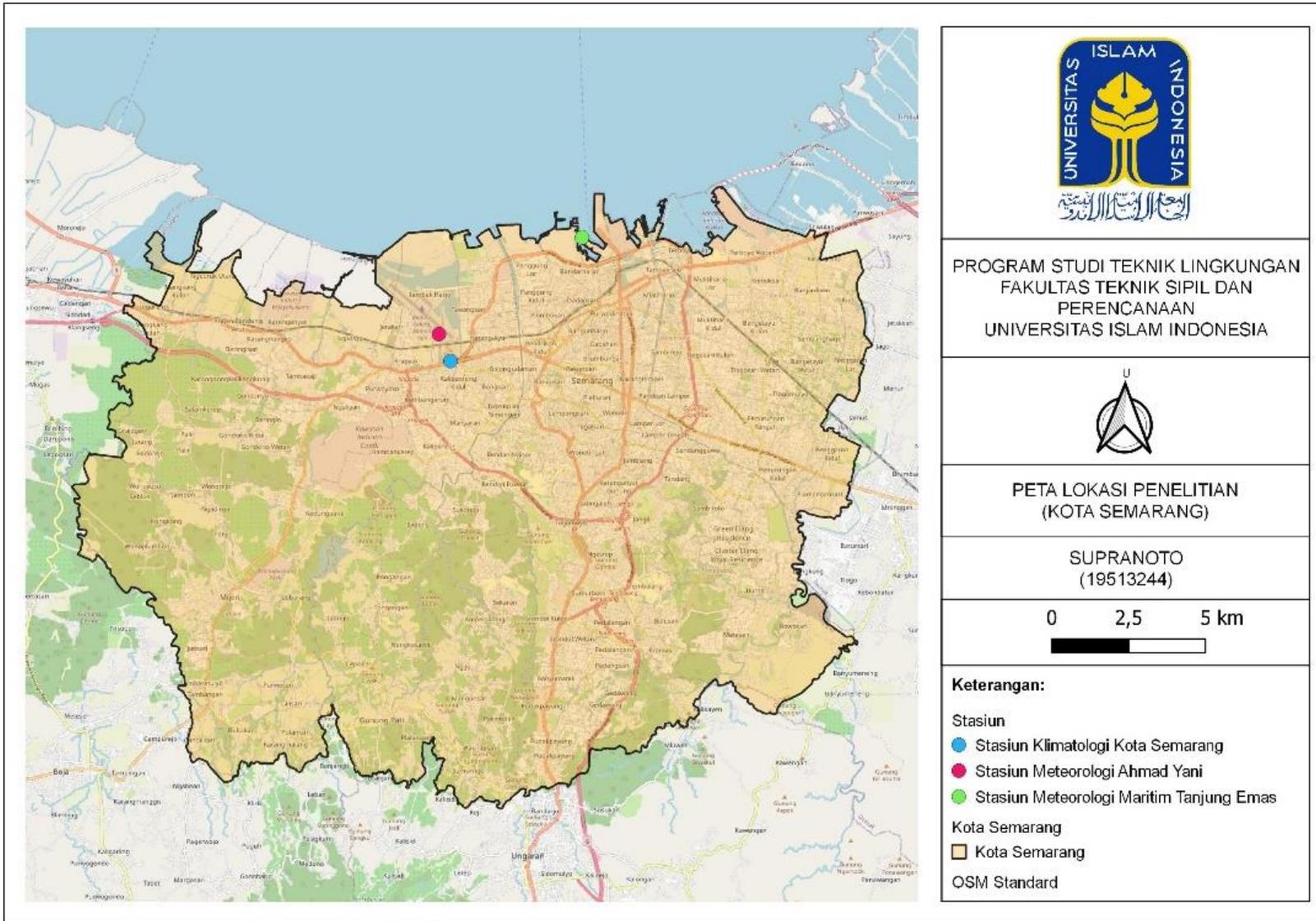
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian “Analisis *Heat Stress* di Kota Semarang Menggunakan Metode *Temperature Humidity Index* (THI)” dilakukan dengan analisis data sekunder suhu udara rata-rata (°C) dan kelembapan udara relatif (%) Kota Semarang dalam rentang waktu 13 tahun (2010-2022). Data diperoleh dari Stasiun Klimatologi Kota Semarang, Stasiun Meteorologi Ahmad Yani Kota Semarang, dan Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Emas Kota Semarang yang didapatkan melalui laman Pusat Database Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Stasiun Klimatologi Kota Semarang dan Stasiun Meteorologi Ahmad Yani terletak di Kecamatan Semarang Barat, kemudian Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Emas berada di Kecamatan Semarang Utara. Ketiga stasiun melakukan pengukuran kondisi iklim Kota Semarang, sehingga penggunaan tiga stasiun pemantau dapat lebih merepresentasikan kondisi iklim Kota Semarang secara umum. Selain itu, ketiga stasiun saling melengkapi saat data harian maupun bulanan tidak tersedia di stasiun yang lainnya.

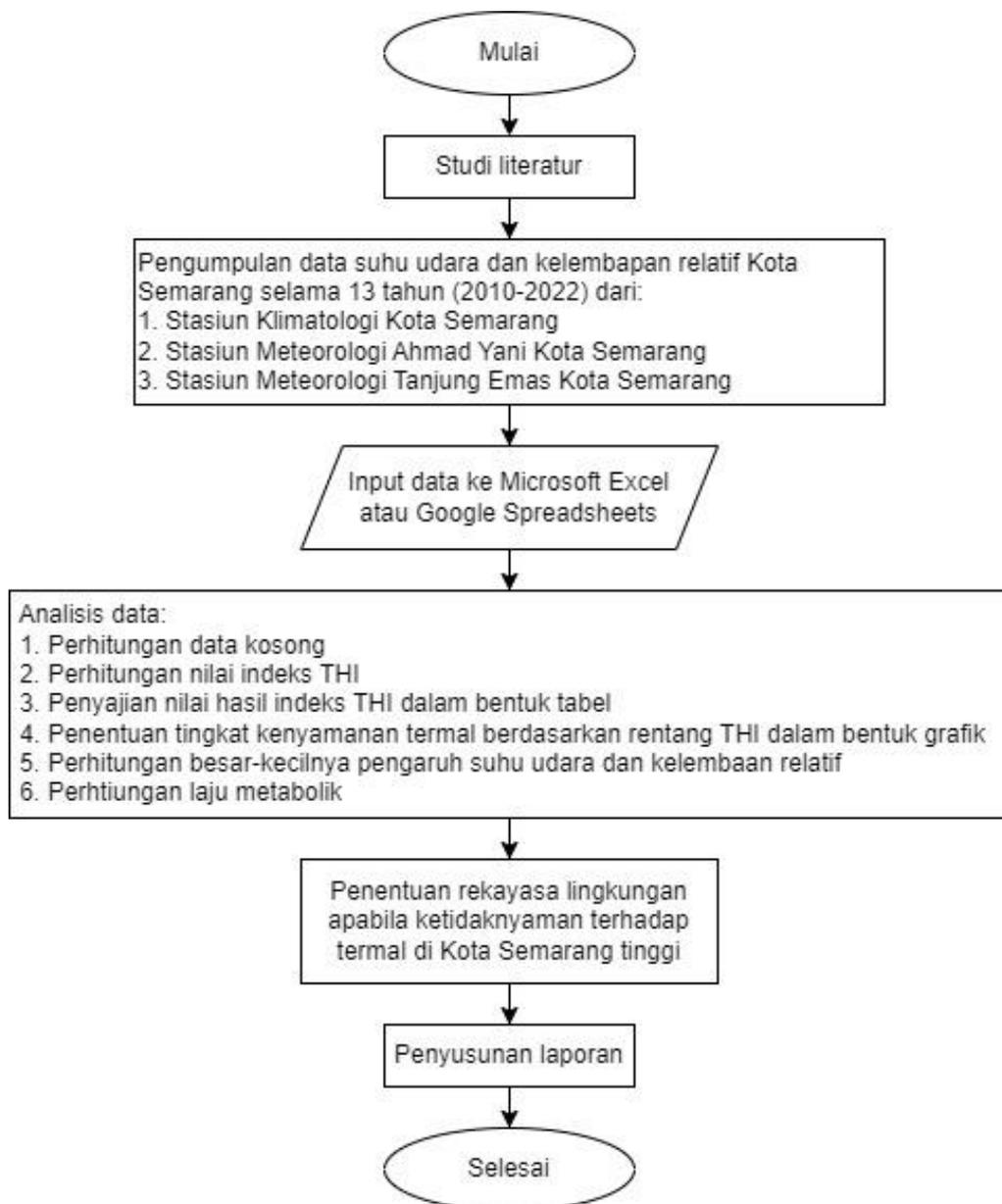
Kota Semarang dipilih menjadi lokasi penelitian karena telah terjadi urbanisasi, perubahan tata guna lahan, dan merupakan kota dengan kondisi padat penduduk. Sehingga perlu dianalisis tingkat kenyamanan termalnya dan mengukur potensi *heat stress* yang dapat terjadi pada masyarakat Kota Semarang. Peta lokasi penelitian dan titik stasiun pemantau iklim yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian (Kota Semarang)

3.2 Prosedur Analisis Data

Data bersumber dari Stasiun Klimatologi Kota Semarang, Stasiun Meteorologi Ahmad Yani Kota Semarang, dan Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Emas Kota Semarang. Kemudian diolah melalui aplikasi pengolah data *Microsoft Excel* dan *Google Spreadsheet*. Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat dalam Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

3.2.1 Penentuan Lokasi Pengambilan Data

Lokasi penelitian dilakukan di Kota Semarang, Jawa Tengah. Data yang digunakan adalah suhu udara rata-rata (°C) dan kelembapan udara relatif (%) untuk penentuan nilai indeks *Temperature Humidity Index* (THI) di Kota Semarang; lalu data curah hujan (mm) yang akan digunakan untuk analisis klasifikasi tipe iklim di Kota Semarang; kemudian data suhu udara minimum (°C), rata-rata (°C), dan maksimum (°C) yang akan digunakan untuk analisis perubahan iklim tiap tahun di Kota Semarang. Seluruh data tersebut merupakan data sekunder yang diperoleh dari Stasiun Klimatologi Kota Semarang, Stasiun Meteorologi Ahmad Yani Kota Semarang, dan Stasiun Meteorologi Maritim Tanjung Emas Kota Semarang. Rentang waktu data sekunder yang digunakan adalah antara tahun 2010-2022 (13 tahun) yang dapat merepresentasikan kondisi iklim di area Kota Semarang.

3.2.2 Analisis Klasifikasi Iklim

Analisis klasifikasi iklim Kota Semarang dilakukan dengan menggunakan perhitungan Oldeman. Klasifikasi iklim dilakukan untuk menilai pengaruh tipe iklim terhadap nilai indeks THI. Pengklasifikasiannya didasarkan pada jumlah bulan basah dan bulan kering berturut-turut selama minimal 10 tahun. Klasifikasi tipe iklim berdasarkan Oldeman dibagi menjadi tiga jenis, pertama tipe iklim bulan basah dengan angka curah hujan rata-rata sebesar >200 mm; kedua tipe iklim bulan lembab dengan curah hujan rata-rata berada di rentang 100 mm sampai 200 mm; dan ketiga tipe iklim bulan kering dengan curah hujan rata-rata berada di angka <100 mm (Sasminto et al., 2014). Hasil analisis klasifikasi tipe iklim ditampilkan dalam bentuk grafik berupa korelasi antara tipe iklim Kota Semarang dengan nilai indeks THI Kota Semarang.

3.2.3 Pengukuran Parameter

Temperature Humidity Index atau THI merupakan sebuah metode analisis yang digunakan untuk menilai tingkat kenyamanan termal suatu wilayah perkotaan. Perhitungan THI menggabungkan antara suhu udara (°C) dengan kelembapan udara relatif (%) dan akan menghasilkan nilai indeks dengan besaran satuan berupa

derajat celcius (°C) (Wati dan Fatkhuroyan, 2017). Adapun rumus pengukuran nilai indeks kenyamanan THI berdasarkan rumus yang dikembangkan oleh Nieuwolt (Hasanah et al., 2020) adalah sebagai berikut:

$$THI = (0,8 \times T) + \{RH \times T/500\}$$

Keterangan:

THI = *Temperature Humidity Index (°C)*

T = *Suhu udara rata-rata (°C)*

RH = *Kelembaban udara relatif (%)*

Menurut Nieuwolt dalam Wati dan Fatkhuroyan (2017), klasifikasi kenyamanan termal dibagi menjadi tiga kategori: “nyaman”, “sebagian nyaman”, dan “tidak nyaman” seperti ditampilkan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Klasifikasi Kenyamanan Termal

Rentang THI (°C)	Tingkat Kenyamanan Termal
21-24	Nyaman
25-27	Sebagian nyaman
>27	Tidak nyaman

Sumber: Wati dan Fatkhuroyan (2017)

Analisis parameter dilakukan secara kuantitatif dengan penyajian data dalam bentuk tabel dan grafik. Tabel berisi nilai indeks THI di Kota Semarang dan grafik berupa perbandingan antara suhu udara rata-rata dan kelembaban udara relatif terhadap nilai indeks THI di Kota Semarang. Selanjutnya, hasil analisis indeks THI akan diklasifikasikan sesuai kategori tingkat kenyamanannya dan dianalisis dampak *heat stress* yang akan terjadi terhadap masyarakat di Kota Semarang menggunakan kajian studi literatur.

3.2.4 Pengukuran Laju Metabolik

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016 tentang Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri, Nilai Ambang Batas (NAB) iklim lingkungan kerja berupa paparan panas maksimal

selama 8 jam/hari dengan satuan °C ISBB (derajat Celcius Indeks Suhu Basah dan Bola). NAB iklim lingkungan kerja diperoleh berdasarkan waktu bekerja, waktu istirahat, dan laju metabolik. Dalam penelitian ini, perhitungan laju metabolik digunakan untuk menyimulasikan kelompok umur dan jenis kelamin yang termasuk dalam laju metabolik berat. Data rata-rata berat badan masyarakat Indonesia didasarkan pada penelitian Muljiati et al. (2016). Kategori kelompok umur dan jenis kelamin dengan kategori laju metabolik berat tersebut kemudian ditilik jumlahnya berdasar data Badan Pusat Statistik Kota Semarang teraktual dan menjadi kelompok yang berpotensi mengalami *heat stress*.

Merujuk ISO 8996 Tahun 2004, estimasi berat badan yang dapat digunakan untuk menghitung laju metabolik pada laki-laki sebesar 70 kg dan pada perempuan sebesar 60 kg. Berikut merupakan rumus persamaan beban kerja berdasarkan laju metabolik yang mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016:

Laju metabolik (koreksi)

$$= \frac{\text{Berat badan pekerja (kg)}}{70 \text{ (kg)}} \times \text{Laju metabolik(observasi)}$$

Kategori laju metabolik dan contoh aktivitas yang tertuang dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016 tentang Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri ditampilkan dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kategori Laju Metabolik dan Contoh Aktivitas

Kategori	Laju Metabolik (W)**	Contoh Aktivitas
Istirahat	115 (100-125)***	Duduk
Ringan	180 (125-235)***	Duduk sambil melakukan pekerjaan ringan dengan tangan, atau dengan tangan dan lengan, dan mengemudi. Berdiri sambil melakukan

		pekerjaan ringan dengan lengan dan sesekali berjalan.
Sedang	300 (235-360)***	Melakukan pekerjaan sedang: dengan tangan dan lengan, dengan lengan dan kaki, dengan lengan dan pinggang, atau mendorong atau menarik beban yang ringan. Berjalan biasa
Berat	415 (360-465)***	Melakukan pekerjaan intensif: dengan lengan dan pinggang, membawa benda, menggali, menggergaji secara manual, mendorong atau menarik benda yang berat, dan berjalan cepat
Sangat Berat	520 (>465)***	Melakukan pekerjaan sangat intensif dengan kecepatan maksimal.

Sumber: Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016

Catatan:

(**) Dihitung menggunakan estimasi dengan standar berat badan 70 kg. Untuk menghitung laju metabolik dengan berat badan yang lain, dilakukan dengan mengalikan hasil estimasi laju metabolik dengan rasio antara berat badan aktual pekerja dengan 70 kg.

(***) Mengacu pada ISO 8996 Tahun 2004.

3.2.5 Analisis Rekayasa Lingkungan

Rekayasa lingkungan dengan tujuan melakukan peningkatan kenyamanan termal di Kota Semarang dilakukan apabila persentase ketidaknyamanan terhadap termal yang dianalisis menggunakan metode THI hasilnya adalah tinggi. Rekayasa lingkungan yang dapat dilakukan di antaranya dengan penerapan *green transportation* (Primastuti, 2021), optimalisasi ruang terbuka hijau (RTH) publik maupun privat (Ratnasari, 2015), penanaman pohon sebagai peneduh jalan raya (Zayadi, 2017), penerapan *green facade (vertical garden)* (Haryanto et al., 2019), ataupun penerapan *roof garden* atau taman atap (Arisanti et al., 2010).

3.2.6 Adaptasi Pola Hidup Masyarakat

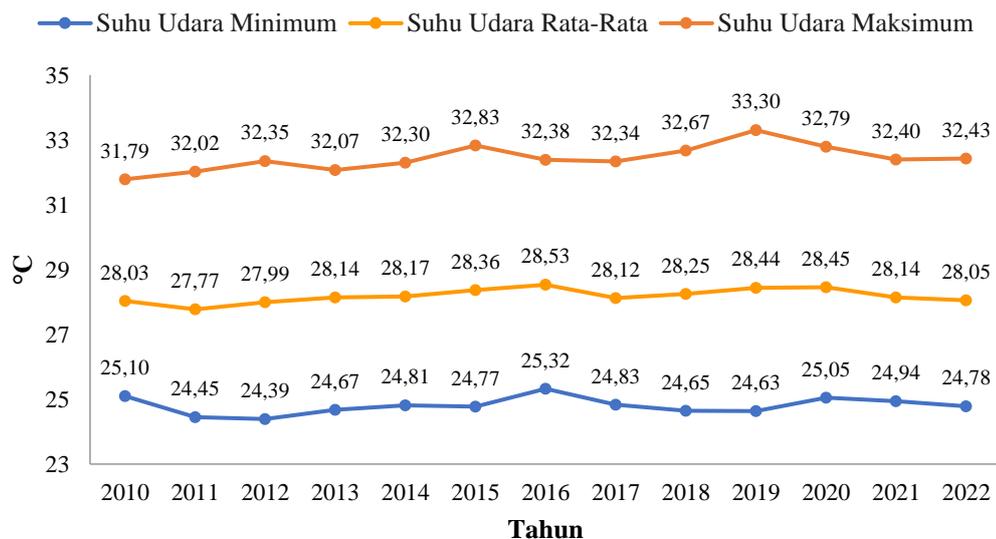
Adaptasi pola hidup masyarakat Kota Semarang perlu dilakukan apabila persentase ketidaknyamanan terhadap termal yang dianalisis hasilnya tinggi, karena hal tersebut berpotensi menimbulkan gejala *heat stress*. Adaptasi pola hidup masyarakat yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak *heat stres* di antaranya memilih jenis kain dan warna pakaian saat berkegiatan di luar ruangan (Mufida et al., 2016) hingga memperhatikan konsumsi air dan garam dengan cukup untuk menghindari terjadinya dehidrasi (Wahyuni et al., 2020).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Kondisi Iklim Kota Semarang

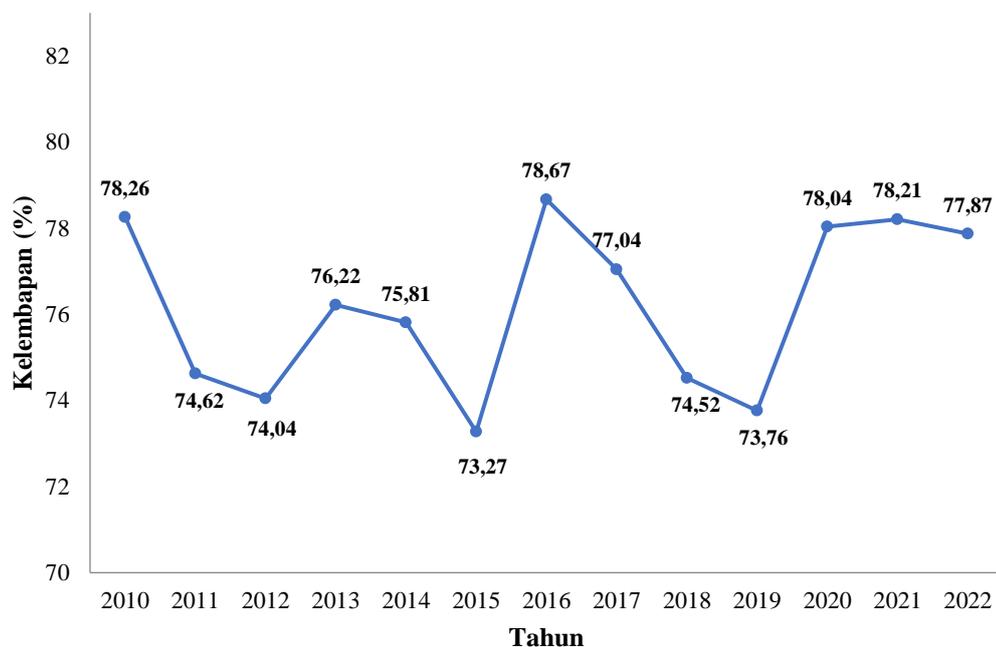
Analisis kondisi iklim di Kota Semarang meliputi parameter suhu udara minimum ($^{\circ}\text{C}$), suhu udara rata-rata ($^{\circ}\text{C}$), suhu udara maksimum ($^{\circ}\text{C}$), kelembapan udara relatif (%), dan curah hujan (mm) dalam rentang waktu 13 tahun (2010-2022). Hasilnya, nilai suhu udara minimum di Kota Semarang berada di angka $24,80^{\circ}\text{C}$, kemudian suhu udara rata-rata berada di angka $28,19^{\circ}\text{C}$, dan suhu udara maksimum mencapai angka $32,43^{\circ}\text{C}$. Dalam 13 tahun, terjadi perubahan tiap tahunnya untuk ketiga parameter tersebut yang ditampilkan dalam Gambar 4.1. Dari Gambar 4.1 dapat dilihat, bahwa angka dari masing-masing parameter nilainya bersifat fluktuatif. Suhu udara maksimum tahunan tertinggi terjadi di tahun 2019 dengan angka mencapai $33,30^{\circ}\text{C}$. Kemudian suhu udara rata-rata tertinggi terjadi di tahun 2016 dengan angka sebesar $28,53^{\circ}\text{C}$. Lalu suhu udara minimum paling tinggi terjadi di tahun 2016 dengan angka $25,32^{\circ}\text{C}$.



Gambar 4.1 Kondisi Iklim (Suhu Udara) Kota Semarang Tahun 2010-2022

Kemudian dalam rentang tahun 2010-2022, nilai kelembaban udara relatif (rata-rata) di Kota Semarang adalah sebesar 76,18%. Jika di-*breakdown* di periode tahun tersebut (13 tahun), kelembaban udara relatif di Kota Semarang setiap tahunnya berada di angka 73,27% sampai 78,67%. Angka 73,27% menjadi angka kelembaban udara relatif paling kecil yang terjadi di tahun 2015. Lalu angka 78,67% sebagai angka kelembaban udara relatif terbesar yang terjadi di tahun 2016. Detailnya ditampilkan dalam Gambar 4.2.

Selain itu, dalam penelitian ini juga dilakukan analisis tipe iklim Kota Semarang menggunakan perhitungan Oldeman. Hasilnya, berdasarkan data tiga stasiun, tipe iklim di Kota Semarang menunjukkan musim penghujan (bulan basah) terjadi dalam rentang bulan November hingga bulan Februari (4 bulan). Kemudian bulan lembab terjadi di bulan Maret sampai bulan Juni serta bulan Oktober (5 bulan). Sedangkan musim kemarau (bulan kering) terjadi di rentang bulan Juli hingga bulan September (3 bulan). Hasil perhitungan analisis tipe iklim berdasarkan klasifikasi Oldeman secara lengkap ditampilkan dalam Lampiran 2.



Gambar 4.2 Kondisi Iklim (Kelembapan Udara Relatif) Kota Semarang Tahun 2010-2022

4.2 Analisis Data Berdasarkan Metode *Temperature Humidity Index* (THI)

Dari hasil analisis THI yang telah dilakukan, nilai indeks THI Kota Semarang berada di antara 26,33°C hingga 27,42°C. Nilai indeks THI paling kecil (minimum) dengan angka 26,33°C berada di bulan Agustus. Kemudian nilai indeks THI paling besar (maksimum) dengan angka sebesar 27,42°C terjadi di bulan Mei. Hasil perhitungan nilai indeks THI secara menyeluruh ditampilkan dalam Tabel 4.1.

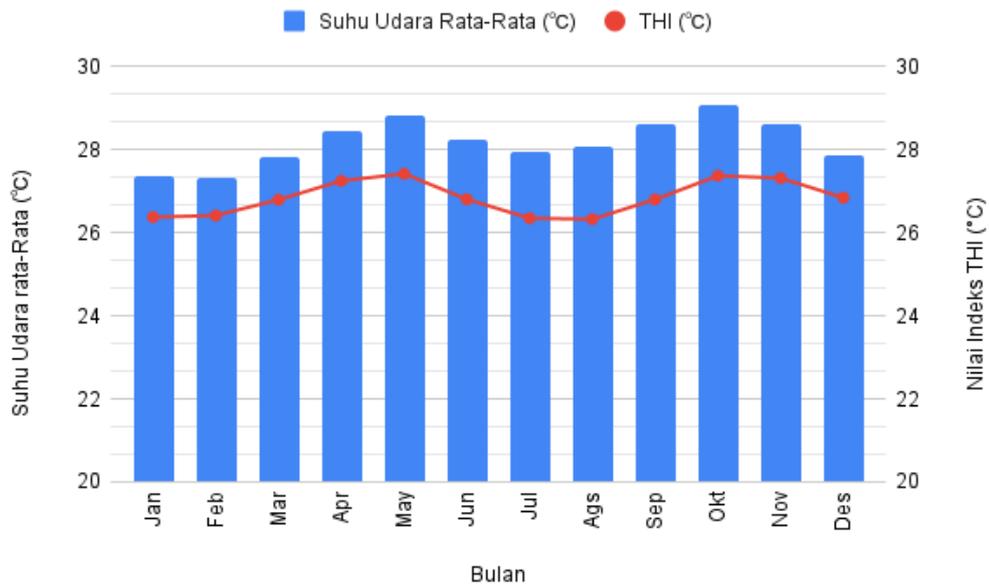
Tabel 4.1 Nilai Indeks THI Kota Semarang

Bulan (2010-2022)	Nilai Indeks THI (°C)
Januari	26,38
Februari	26,42
Maret	26,80
April	27,25
Mei	27,42
Juni	26,81
Juli	26,35
Agustus	26,33
September	26,80
Oktober	27,35
November	27,32
Desember	26,85

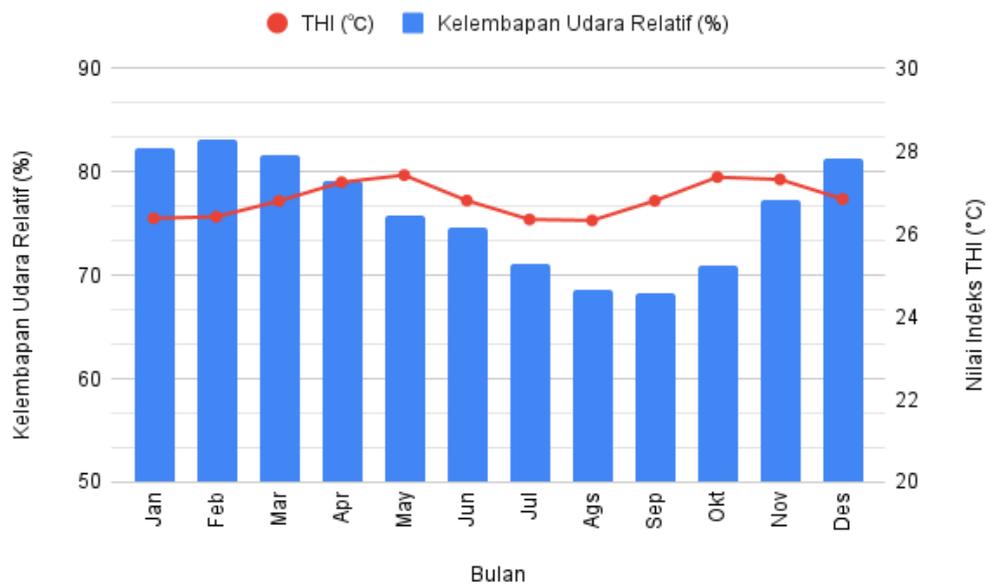
Nilai indeks THI dihasilkan dari suhu udara rata-rata dan kelembapan udara relatif, sehingga besar dan kecilnya dua parameter iklim tersebut berpengaruh terhadap nilai indeks THI. Dalam Gambar 4.3 ditunjukkan bahwa peningkatan suhu udara rata-rata berbanding lurus dengan peningkatan nilai indeks THI dan sebaliknya. Misalnya seperti yang terjadi di bulan Mei dan bulan Oktober. Sedang dalam Gambar 4.4 menunjukkan tinggi atau rendahnya kelembapan udara relatif tidak selalu mempengaruhi nilai indeks THI. Beberapa contoh kelembapan udara relatif yang mempengaruhi nilai indeks THI adalah bulan Juli hingga bulan September.

Peak season dalam nilai indeks THI Kota Semarang berbentuk pola bimodal (dua puncak) yang terjadi pada bulan Mei dan bulan Oktober. Nilai indeks THI terbesar berada di bulan Mei dengan angka sebesar 27,42°C. Pada Gambar 4.3, *peak*

season suhu udara rata-rata berbentuk pola bimodal yang terjadi pada bulan Mei dan bulan Oktober, dengan angka terbesar berada di bulan Oktober yang mencapai 29,07°C. Sedang pada Gambar 4.4, *peak season* kelembapan udara relatif berada di bulan Januari dan bulan Februari dengan angka tertinggi mencapai 83,13% yang berada di bulan Februari.

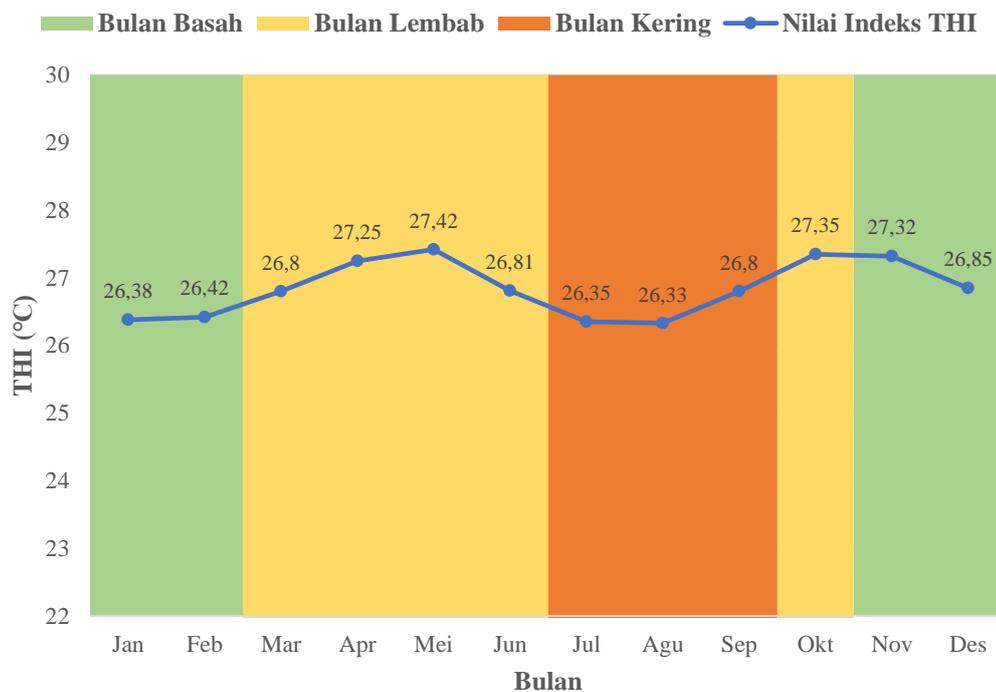


Gambar 4.3 Hubungan Suhu Udara Rata-rata dengan Nilai Indeks THI



Gambar 4.4 Hubungan Kelembapan Udara Relatif dengan Nilai Indeks THI

Indonesia dengan tipe iklim tropis menyebabkan perbedaan suhu di Kota Semarang antara bulan basah, bulan lembab, dan bulan kering tidak terlalu signifikan. Namun hal tersebut bukan berarti tidak berdampak sama sekali. Menurut Raharjo (2011) bulan basah memiliki nilai suhu lebih tinggi dibanding bulan kering, tingginya suhu di bulan basah mengakibatkan penguapan air lebih tinggi sehingga berpotensi terjadi hujan. Hal tersebut membuat bulan dengan tipe basah kurang sesuai untuk melakukan aktivitas luar ruangan. Di Kota Semarang, nilai indeks THI di atas 27°C terjadi pada bulan basah dan lembab. Yakni pada bulan April, Mei, Oktober, dan November. Hubungan tipe iklim dengan nilai indeks THI Kota Semarang ditampilkan dalam Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Hubungan Tipe Iklim dengan Nilai Indeks THI Kota Semarang

Selain itu, nilai indeks THI Kota Semarang per tahun ditampilkan dalam Lampiran 1. Pada tahun 2016, nilai indeks THI rerata sebesar 27,31°C dengan hampir di seluruh bulan nilai indeks THI >27°C kecuali pada bulan Februari dan Desember. Hal tersebut terjadi lagi di tahun 2020 dengan nilai indeks THI rerata sebesar 27,20°C. Di tahun tersebut, nilai indeks <27°C hanya terjadi pada bulan

Februari, Juli, dan Desember. Merujuk penelitian Yuniasih et al. (2022) tentang anomali El Nino dan La Nina di Indonesia periode 2013-2022, pada 5 (lima) bulan pertama tahun 2016, nilai suhu permukaan laut (SPL) yang berpengaruh terhadap El Nino berada di level “normal” hingga “sangat kuat”. Dalam rentang 2010-2022, terdapat 3 (tiga) bulan yang memiliki nilai indeks THI $>28^{\circ}\text{C}$, yakni bulan November 2015 ($28,03^{\circ}\text{C}$), Mei 2016 ($28,07^{\circ}\text{C}$), dan November 2019 ($28,18^{\circ}\text{C}$). Jika menilik nilai SPL pada bulan-bulan tersebut, secara berurutan El Nino berada di level “sangat kuat” ($2,95^{\circ}\text{C}$), “normal” ($0,3^{\circ}\text{C}$), dan “lemah” ($0,51^{\circ}\text{C}$). Bulan November 2015 dengan angka SPL $2,95^{\circ}\text{C}$ dengan status El Nino “sangat kuat” menjadi yang terbesar dalam periode 2013-2022. Untuk wilayah Indonesia, El Nino berdampak pada menurunnya curah hujan dan hari hujan, meningkatnya suhu udara, dan kemarau panjang (Tongkukut, 2011).

4.3 Analisis Tingkat Kenyamanan Berdasarkan Metode *Temperature Humidity Index* (THI) dan Hubungannya terhadap *Heat Stress*

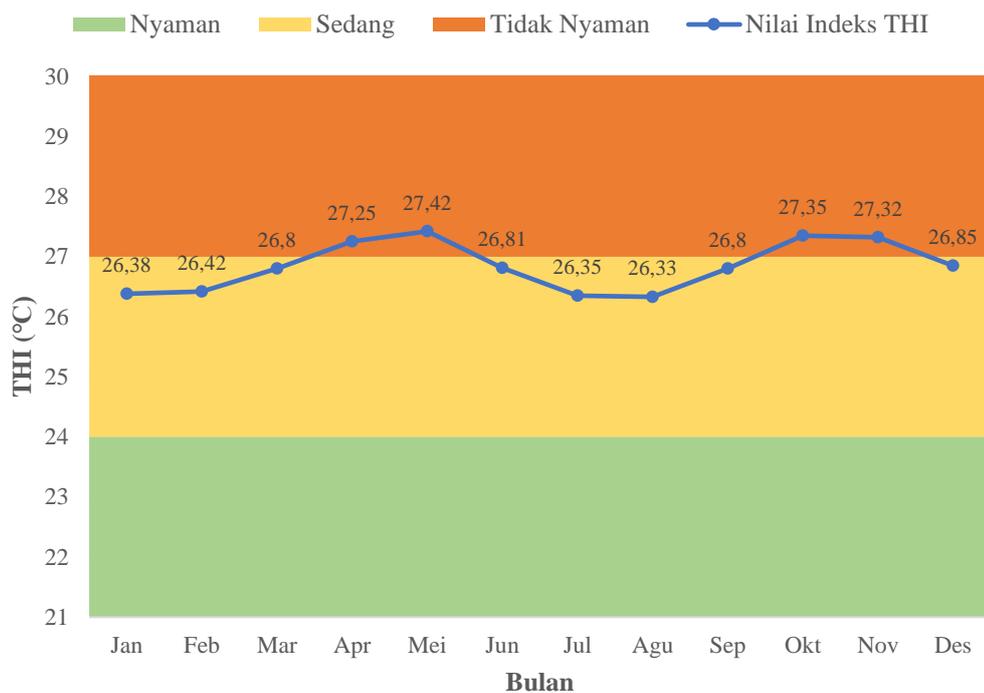
Klasifikasi kenyamanan iklim untuk wilayah beriklim tropis berdasarkan THI adalah sebagai berikut: kategori “nyaman” (nilai indeks THI $21-24^{\circ}\text{C}$); kategori “sebagian nyaman” (nilai indeks THI $25-27^{\circ}\text{C}$); dan kategori “tidak nyaman” (nilai indeks THI $>27^{\circ}\text{C}$) (Wati dan Fatkhuroyan, 2017). Dalam hasil perhitungan nilai indeks THI di Kota Semarang, didapati hasil bahwa tingkat kenyamanan iklim terbagi dalam dua kategori, yakni “sebagian nyaman” dan “tidak nyaman”. Persentase kategori “sebagian nyaman” adalah 66,67%, atau terjadi selama 8 (delapan) bulan tiap tahunnya (244 hari/tahun). Sedang persentase kategori “tidak nyaman” adalah 33,33% atau terjadi selama 4 (empat) bulan tiap tahunnya (122 hari/tahun).

Hasil tersebut berbeda dengan penelitian terdahulu di kota-kota Indonesia lainnya. Misalnya, hasil penelitian Melinda et al. (2022) di Kota Palembang kategori “nyaman” persentasenya 6,4% atau terjadi selama 23 hari/tahun, lalu “sebagian nyaman” 73,9% atau selama 270 hari/tahun, dan kategori “tidak nyaman” dengan persentase 19,7% atau selama 72 hari/tahun. Kemudian berbeda pula dari penelitian Kusuma (2021) di Kota Yogyakarta dengan hasil kategori “nyaman”

berlangsung selama 4 (empat) bulan/tahun (33,33%) dan kategori “sebagian nyaman” selama 8 (delapan) bulan/tahun (66,67%). Keadaan kenyamanan iklim “sebagian nyaman” di Kota Semarang terjadi pada bulan Januari, Februari, Maret, Juni, Juli, Agustus, September, dan Desember. Sedang keadaan kenyamanan termal “tidak nyaman” terjadi pada bulan April, Mei, Oktober, dan November. Selengkapnya ditampilkan dalam Tabel 4.2 dan Gambar 4.6.

Tabel 4.2 Persentase Kategori Kenyamanan Termal di Kota Semarang

Rentang THI (°C)	Kategori	Persentase (%)
21-24	Nyaman	-
25-27	Sebagian Nyaman	66,67
>27	Tidak nyaman	33,33



Gambar 4.6 Tingkat Kenyamanan Termal Kota Semarang Berdasarkan Perhitungan THI

Kondisi kenyamanan iklim Kota Semarang yang mayoritas berada pada level “tidak nyaman” dapat berpengaruh terhadap kondisi kenyamanan aktivitas manusia di luar ruangan. Berdasarkan ISO 8996:2004, beberapa contoh aktivitas di luar ruangan antara lain adalah pelatihan ketenagakerjaan, aktivitas olahraga, pekerjaan-

pekerjaan khusus, dan sebagainya. Aktivitas yang dilakukan di luar ruangan erat kaitannya dengan laju metabolisme setiap tubuh manusia. Dalam aktivitas dengan kondisi iklim panas disertai tingginya aktivitas kerja otot, hal tersebut berpotensi mengakibatkan terjadinya *heat stress*.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016 tentang Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri, laju metabolik merupakan salah satu penentu nilai ambang batas (NAB) iklim lingkungan yang dapat mempengaruhi tingkat kenyamanan bagi tubuh. Perhitungan laju metabolik dilakukan untuk memperoleh kategori laju metabolik berdasarkan berat badan dan rentang umur untuk mengetahui potensi terjadinya *heat stress* pada masyarakat Kota Semarang. Berdasarkan ISO 8996:2004, berat badan pada perhitungan laju metabolik dibagi menjadi 2 (dua), yaitu pada laki-laki sebesar 70 kg dan pada perempuan sebesar 60 kg. Berat badan rata-rata berdasarkan kelompok umur masyarakat Indonesia ditampilkan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Berat Badan Rata-rata Berdasarkan Kelompok Umur Masyarakat Indonesia

No.	Umur	Berat Badan	
		Laki-Laki	Perempuan
1.	15-24	52,4	48,5
2.	25-30	60,9	56,2
3.	31-34	62,9	58,6
4.	35-44	62,9	58,6
5.	45-54	61,9	57,7
6.	55-59	60,9	56,8
7.	60-64	60,9	56,8
8.	65+	54,4	46,6

Sumber: Muljiati, et al (2016)

Dari hasil perhitungan laju metabolik yang ditampilkan secara utuh dalam Lampiran 3, hasilnya hampir seluruh rentang umur dan jenis kelamin masuk dalam kategori laju metabolik berat. Kategori yang tidak masuk kategori laju metabolik berat hanya laki-laki di rentang umur 16-24 tahun. Mengacu dokumen Kota Semarang Dalam Angka (2023), masyarakat Kota Semarang dengan jenis kelamin laki-laki dengan rentang umur 25 tahun sampai 75+ tahun berjumlah 507.622 jiwa,

sedang jumlah perempuan dengan rentang umur 15 tahun sampai 75+ adalah 662.674 jiwa.

Umur produktif masyarakat Indonesia berada di antara umur 15-64 tahun. Semakin memasuki rentang umur produktif, aktivitas kerja akan lebih sering dilakukan, baik di dalam ruangan maupun di luar ruangan. Hal tersebut akan mempengaruhi terjadinya perubahan laju metabolik pada tubuh dengan dampak berupa terjadinya *heat stress*. Berdasarkan aktivitas tersebut, jika laju metabolik dikaitkan dengan analisis *Temperature Humidity Index* (THI), maka penduduk Kota Semarang berjenis kelamin laki-laki dengan rentang umur 25-64 tahun (456.798 jiwa) dan perempuan dengan rentang umur 15-64 tahun (598.241 jiwa) lebih berpotensi mengalami *heat stress*. Potensi terjadinya *heat stress* pada masyarakat Kota Semarang terjadi hampir di seluruh bulan dengan potensi tertinggi berada di bulan April, Mei, Oktober, dan November karena berdasarkan analisis data yang dilakukan bulan-bulan tersebut termasuk dalam kategori kenyamanan THI “tidak nyaman”.

Secara fisiologis, *heat stress* dapat menyebabkan daya tampung pembuluh darah meningkat. Kondisi tersebut membuat pembuluh darah melebar dan tekanan darah melemah yang ditandai dengan kepala pusing, mual, muntah, tubuh lemas, keseimbangan tubuh berkurang, serta pingsan. Apabila *heat stress* tidak segera dilakukan penindakan, maka dapat menimbulkan dampak berupa *heat rash* (biang keringat), *heat cramps* (kejang otot), *heat exhaustion* (kelelahan), dan *heat stroke* (kondisi badan terlalu panas) (Budhiasih et al., 2015).

Heat rash atau lebih dikenal dengan biang keringat merupakan gejala munculnya *pinpoint* eritema papular yang seringkali disertai dengan rasa gatal, biasanya terjadi di area yang sering berkeringat seperti wajah, ekstremitas atas, dan leher (Grubenhoff, 2007). *Heat cramps* terjadi akibat hilangnya garam natrium (Na) dari tubuh sehingga menyebabkan terjadinya kejang otot pada tubuh dan perut yang sakit (Budhiasih et al., 2015). *Heat exhaustion* adalah keadaan tubuh mengalami peningkatan suhu berkisar antara 37-40°C dan muncul gejala berupa malaise, kelelahan, sakit kepala, peningkatan rasa haus, mual, muntah, kram otot, kulit yang

dingin atau berkerut, dan pingsan (Ashar, 2019). *Heat stroke* adalah kondisi keadaan suhu tubuh berada di atas 40°C, hal ini akan mengakibatkan gangguan sistem saraf pusat seperti iritabilitas, ataksia, kebingungan, kejang, halusinasi, bahkan koma (Ashar, 2019).

4.4 Rekayasa Lingkungan

Nilai indeks THI Kota Semarang yang berada di kategori “sebagian nyaman” dan “tidak nyaman” membuat rekayasa lingkungan perlu dilakukan untuk menambah kenyamanan iklim sehingga dapat meminimalisir terjadinya gejala *heat stress* pada masyarakat Kota Semarang. Ada beberapa rekayasa lingkungan yang dapat dilakukan, salah satunya adalah pembuatan ruang terbuka hijau (RTH). Dengan adanya RTH, penurunan suhu udara dan peningkatan kelembapan udara relatif akan terjadi, sehingga dapat memperbaiki kenyamanan iklim manusia (Shahidan et al., 2010). Pohon yang terdapat pada kawasan RTH dapat memberikan perlindungan terhadap radiasi sinar matahari dan merekayasa iklim mikro sehingga memberikan kenyamanan terhadap manusia yang berada di sekitarnya (Putra et al., 2022). Berdasarkan penelitian Asiani (2007), RTH dengan kondisi baik dapat menurunkan suhu udara sekitar 5,86% dan meningkatkan kelembapan udara sekitar 4%. Tak hanya itu, selain berguna bagi fungsi ekologis, RTH juga memiliki nilai guna bagi fungsi estetika, ekonomi, dan sosial.

Pemerintah melalui Undang-undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, mengharuskan setiap kota/kabupaten memiliki RTH sebesar 30% dari luas total wilayahnya. Angka tersebut terdiri dari 20% RTH publik dan 10% RTH privat. Jika ditinjau dari laman Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) milik Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), capaian luasan RTH Kota Semarang pada tahun 2022 mencapai 109.33 km² atau sekitar 29,25% dari total luas wilayah. Artinya capaian RTH di Kota Semarang kurang 0,75% atau sekitar 27.659,72 km². Jenis penggunaan RTH di Kota Semarang ditampilkan dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Ruang Terbuka Hijau Kota Semarang

Jenis Penggunaan Lahan RTH	Luas (km ²)	Persentase (%)
----------------------------	-------------------------	----------------

Taman kota	2,15	0,58
Hutan kota	28,69	7,68
Jalur hijau di jalan	14,65	3,92
Sempadan sungai	9,98	2,67
Sempadan pantai	5,37	1,44
Tempat pemakaman umum	4,32	1,16
Sempadan rel kereta api	0,46	0,12
Jalur hijau jaringan listrik tegangan tinggi	0,30	0,08
Pengaman sumber air baku mata air	43,41	11,61
Total RTH	109,33	29,25

Sumber: SIPSN KLHK (11 Agustus 2023)

Menilik Tabel 4.4, jenis penggunaan lahan RTH di Kota Semarang didominasi oleh pengaman sumber air baku mata air seluas 43,41 km² (11,61%), kemudian disusul dengan hutan kota dengan luas mencapai 28,69 km² (7,68%). Mengacu Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 63 Tahun 2002 tentang Hutan Kota, hutan kota merupakan hamparan lahan yang bertumbuhan pohon-pohon yang kompak dan rapat di dalam wilayah perkotaan baik pada tanah negara maupun tanah hak, yang ditetapkan sebagai hutan kota oleh pejabat yang berwenang. Meskipun berada di urutan kedua, jika mengacu peraturan yang telah disebutkan sebelumnya, persentase luasan hutan kota di Kota Semarang (7,68%) belum memenuhi standar yakni paling sedikit adalah 10% dari luas wilayah perkotaan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Rushayati et al. (2010), hutan kota memiliki tingkat ameliorasi iklim (suhu udara dan kelembapan) lebih tinggi dibanding jenis RTH lainnya. Sehingga pembuatan RTH baru maupun alih bentuk menjadi hutan kota perlu dilakukan Pemerintah Kota Semarang agar upaya menekan panas termal menjadi lebih efektif.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Febrianti (2022) tentang perubahan tutupan lahan di Kota Semarang, didapati hasil bahwa pada 2022 masih terdapat lahan kosong seluas 7,88 km² di Kota Semarang sehingga masih memungkinkan untuk dibangun kembali ruang terbuka hijau (RTH) di area Kota Semarang terutama di kawasan perkotaan dan padat penduduk. Masih berdasarkan penelitian Febrianti (2022), angka lahan kosong pada tahun 2022 naik 2,48 km² dari tahun

2019. Namun berdasarkan interpretasinya, peningkatan tersebut terjadi lantaran perubahan daerah vegetasi menjadi lahan kosong, yang kemudian akan mengalami perubahan kembali menjadi lahan terbangun.

Sehingga selain pembangunan RTH, perlu dilakukan intensifikasi RTH yang telah tersedia di Kota Semarang. Intensifikasi sendiri adalah usaha meningkatkan kualitas RTH melalui peningkatan efektivitas peran dan fungsinya (Kusuma, 2021). Beberapa cara intensifikasi RTH bisa berupa penanaman kembali tanaman dengan berbagai variasi tanaman seperti pohon, perdu, dan semak. Hal tersebut dapat menciptakan struktur tanaman yang berlapis, sehingga dapat mengoptimalkan fungsi ekologis, ekonomi, estetika, serta sosial pada kawasan RTH. Selain menanam, perbaikan dan pemeliharaan RTH di Kota Semarang perlu dilakukan sehingga akan mengoptimalkan fungsinya.

Secara personal atau kelompok, masyarakat atau instansi pemerintahan maupun swasta dapat menciptakan RTH untuk pekarangan rumah, perkantoran, hingga tempat usaha yang dapat ditanam di lahan yang tersedia, dalam pot, maupun menerapkan sistem *vertical garden* hingga *roof garden*. Menurut Arisanti et al. (2010), penerapan *roof garden* dapat merubah paradigma pembangunan yang bersifat horizontal—yang justru berpotensi mengurangi lahan hijau itu sendiri—ke vertikal. Sehingga pot, *vertical garden*, atau *roof garden* dapat digunakan di ruang-ruang sempit padat penduduk atau perkotaan. Penerapan *roof garden* juga senada dengan instruksi Pemerintah Kota Semarang yang tertuang dalam dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang 2011-2031, yakni pemilik dan pengelola bangunan di Kota Semarang diharapkan melakukan pengembangan ruang terbuka hijau dengan membangun taman atap atau *roof garden*.

Merujuk Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan, kriteria vegetasi pada RTH pekarangan dibagi menjadi dua kategori: (1) yang ditanam langsung di lahan yang tersedia, serta (2) dalam pot dan menerapkan sistem *roof garden*. Masing-masing kriteria ditampilkan dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Kriteria Vegetasi RTH Pekarangan Berdasarkan Cara Menanam

No.	Kriteria	
	Lahan Pekarangan atau Halaman	Roof Garden dan Dalam Pot
1.	Memiliki nilai estetika yang menonjol	Tanaman tidak berakar dalam sehingga mampu tumbuh baik dalam pot atau bak tanaman
2.	Sistem perakaran masuk ke dalam tanah, tidak merusak konstruksi dan bangunan	Relatif tahan terhadap kekurangan air
3.	Tidak beracun, tidak berduri, dahan tidak mudah patah, perakaran tidak mengganggu pondasi	Perakaran dan pertumbuhan batang yang tidak mengganggu struktur bangunan
4.	Ketinggian tanaman bervariasi, warna hijau dengan variasi warna lain seimbang	Tahan dan tumbuh baik pada temperatur lingkungan yang tinggi
5.	Jenis tanaman tahunan atau musiman	Mudah dalam pemeliharaan
6.	Tahan terhadap hama penyakit	-
7.	Mampu menyerap cemaran udara	-
8.	Sedapat mungkin merupakan tanaman yang mengandung kehadiran burung	-

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008

Dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008 juga diuraikan contoh tanaman yang dapat ditanam pada sistem *roof garden*. Kemudian dikurasi menjadi tiga tanaman dari masing-masing kategori yang paling direkomendasikan seperti ditampilkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Contoh Tanaman untuk *Roof Garden* atau Taman Atap

No.	Jenis dan Nama Tanaman	Keterangan
Pohon		
1.	Karet kebo kuning	Bertajuk lebat
2.	Melati jasmine	Berbunga
3.	Pucuk merah	Daun berwarna
Perdu/Semak		
1.	Alamanda	Merambat berbunga
2.	Nusa indah merah	Berbunga

3.	Daun mangkokan	Berdaun unik
Ground Cover		
1.	Rumput gajah	Tekstur kasar
2.	Lantana ungu	Berbunga
3.	Rumput kawat	Tekstur sedang

Keterangan: Perdu dan Ground Cover (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008)

Kemudian pemerintah Kota Semarang dapat mengoptimalkan pembuatan RTH pada area sempadan jalan, sempadan jalur kereta api, sempadan sungai, sempadan pantai hingga jalur pemisah jalan kolektor serta arteri. Secara definisi, menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008, garis sempadan merupakan batas luar pengaman untuk mendirikan bangunan dan/atau pagar. Menurut Santoso et al. (2012), tanaman peneduh jalan memiliki dua fungsi, yakni ekologis dan estetika. Secara ekologis selain memperbaiki kenyamanan iklim mikro, tanaman peneduh jalan memiliki fungsi mengakumulasi bahan pencemar dari kendaraan bermotor yang biasanya berbentuk timbal (Pb). Apalagi, per 2021 menurut Badan Pusat Statistik Jawa Tengah terdapat 1.875.781 kendaraan bermotor yang terdaftar di Kota Semarang. Sehingga optimalisasi RTH pada sempadan jalan perlu dilakukan. Kriteria tanaman yang dapat ditanam pada area sempadan jalan ditampilkan dalam tabel 4.7.

Tabel 4.7 Kriteria Tanaman Peneduh Jalan dan Jalur Pejalan Kaki

No.	Kriteria	
	Sifat Biologi	Aspek Silvikultur
1.	Tumbuh baik pada tanah padat	Berasal dari biji terseleksi sehat dan bebas penyakit
2.	Sistem perakaran masuk ke dalam tanah, tidak merusak konstruksi dan bangunan	Memiliki pertumbuhan sempurna baik batang maupun akar
3.	Fase anakan tumbuh cepat, tetapi tumbuh lambat pada fase dewasa	Batang tegak dan keras pada bagian pangkal
4.	Ukuran dewasa sesuai ruang yang tersedia	Tajuk simetris dan padat
5.	Batang tegak kuat, tidak mudah patah dan tidak berbanir	Sistem perakaran padat
6.	Perawakan dan bentuk tajuk cukup indah	

7.	Tajuk cukup rindang dan kompak, tetapi tidak terlalu gelap
8.	Ukuran dan bentuk tajuk seimbang dengan tinggi pohon
9.	Daun sebaiknya berukuran sempit
10.	Tidak menggugurkan daun
11.	Daun tidak mudah rontok karena paparan angin kencang
12.	Saat berbunga/berbuah tidak mengotori jalan
13.	Buah berukuran kecil dan tidak bisa dimakan oleh manusia secara langsung
14.	Sebaiknya tidak berduri atau beracun
15.	Mudah sembuh bila mengalami luka akibat benturan maupun lainnya
16.	Tahan terhadap hama penyakit
17.	Tahan terhadap pencemaran kendaraan bermotor dan industri
18.	Mampu menyerap dan menyerap cemaran udara
19.	Sedapat mungkin mempunyai nilai ekonomi
20.	Berumur panjang

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008

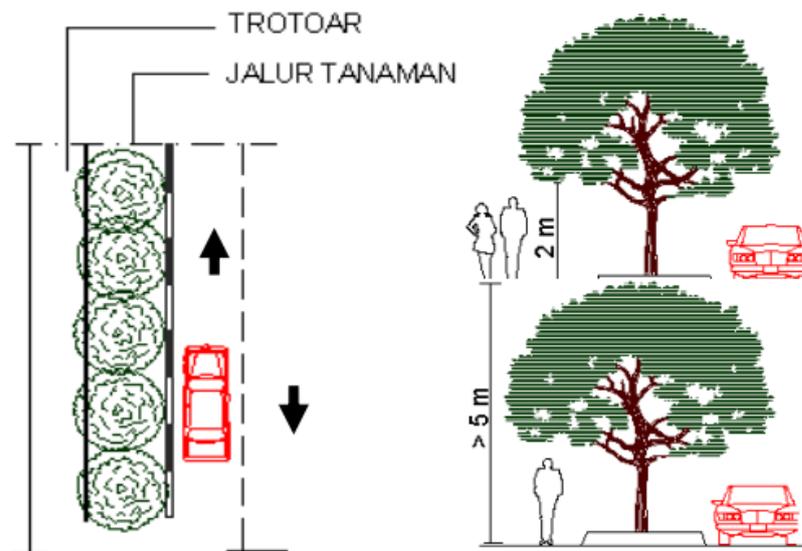
Beberapa tanaman yang dapat ditanam sebagai peneduh jalan dan jalur pejalan kaki yang telah memenuhi kriteria berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008 yang telah dikurasi menjadi tiga tanaman dari masing-masing kategori paling direkomendasikan seperti ditampilkan dalam Tabel 4.8. Kemudian pedoman penanaman pohon sebagai peneduh jalan ditampilkan dalam Gambar 4.7.

Tabel 4.8 Contoh Tanaman untuk Peneduh Jalan dan Jalur Pejalan Kaki

No.	Jenis dan Nama Tanaman	Tinggi (m)	Jarak Tanam (m)
<i>Pohon</i>			
1.	Bunga kupu-kupu	8	12
2.	Tanjung	15	12
3.	Trengguli	15	12
<i>Perdu/Semak/Groundcover</i>			
1.	Puring	0,7	0,3

2.	Pedang-pedangan	0,5	0,2
3.	Lili pita	0,3	0,15

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008



Gambar 4.7 Pedoman Tanaman Peneduh Jalan

(Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008)

Sarana transportasi merupakan kebutuhan vital masyarakat untuk menunjang mobilitas. Transportasi memiliki dampak dalam beberapa hal, seperti pembangunan, pengembangan wilayah, ekonomi, lingkungan, serta struktur ruang sebuah wilayah. Namun kebermanfaatan transportasi juga diiringi berbagai dampak negatif yang berkelindan seperti meningkatnya penggunaan kendaraan pribadi, penggunaan bahan bakar tidak ramah lingkungan, serta peningkatan emisi karbon yang juga berdampak pada peningkatan iklim mikro. Sehingga untuk meminimalisir peningkatan iklim mikro di Kota Semarang, konsep *green transportation* perlu diterapkan. *Green transportation* atau transportasi hijau merupakan konsep pengembangan dan pembangunan sistem transportasi yang mendukung penerapan kota hijau, dengan prinsip meminimalisir dampak negatif terhadap lingkungan, penggunaan bahan bakar secara efisien, dan berorientasi pada manusia (Primastuti, 2021). Menurut Andriani dan Yuliasuti (2013), konsep

transportasi hijau mengacu pada sarana transportasi dengan dampak negatif yang rendah bagi lingkungan sekitarnya. Misalnya, moda transportasi *non-motorized* seperti berjalan kaki dan bersepeda; *carsharing* hingga mengutamakan penggunaan transportasi umum; dan upaya membangun sistem transportasi perkotaan dengan minim penggunaan ruang dan energi, sehingga dapat meminimalisir timbulan emisi gas rumah kaca dan mempertahankan keberadaan ruang terbuka hijau di wilayah perkotaan.

4.5 Adaptasi Pola Hidup Masyarakat

Kota Semarang berada di kategori nilai indeks THI “sebagian nyaman” dan “tidak nyaman” sepanjang tahun. Sehingga selain melakukan rekayasa lingkungan untuk meningkatkan kenyamanan termal, masyarakat Kota Semarang perlu melakukan adaptasi pola hidup untuk mengurangi potensi terjadinya *heat stress*. Adapun, terdapat 2 (dua) faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya gejala *heat stress* pada manusia adalah (1) tingkat konsumsi cairan dalam tubuh dan (2) jenis pakaian yang dikenakan.

Aktivitas luar ruangan dalam kondisi lingkungan yang panas seperti yang terjadi di Kota Semarang dapat membuat masyarakat banyak mengeluarkan cairan. Menurut Utama (2019), orang dewasa kehilangan 2,5 liter cairan dari tubuh setiap harinya. Cairan tersebut keluar melalui urin (1,5 liter), keringat (0,5 liter), respirasi/pernapasan (0,4 liter), dan keluar bersama tinja (0,1 liter). Keluarnya cairan dari tubuh dalam kadar yang banyak membuat tubuh mengalami kekurangan cairan atau dehidrasi (Wahyuni et al., 2020). Untuk itu, kebutuhan air minum dan garam perlu diperhatikan masyarakat Kota Semarang untuk terhindar dari dehidrasi. Air minum merupakan unsur pendingin tubuh yang penting dalam lingkungan panas (Sari, 2017). Dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019 tentang Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan untuk Masyarakat Indonesia, perbedaan jenis kelamin dan rentang umur mempengaruhi total asupan kebutuhan air seperti ditampilkan dalam Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Asupan Air Berdasarkan Jenis Kelamin dan Kelompok Umur

Umur (Tahun)	Kebutuhan Asupan Air (Liter)	
	Laki-laki	Perempuan
13-15	2,1	2,1
16-18	2,3	2,15
19-29	2,5	2,35
30-49	2,5	2,35
50-64	2,5	2,35
65-80	1,8	1,55

Sumber: Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 28 Tahun 2019

Selain itu, perbedaan jenis aktivitas atau beban kerja dan indeks suhu bola basah (ISBB) lingkungan kerja pun mempengaruhi besaran kebutuhan asupan air dalam tubuh manusia. Asupan cairan bervariasi antara 475 mL hingga 950 mL per jam. Kebutuhan asupan cairan berdasarkan beban kerja dan indeks ISBB (°C) lingkungan kerja selengkapnya ditampilkan dalam Lampiran 4.

Penyesuaian jenis pakaian yang dikenakan masyarakat Kota Semarang dalam aktivitas luar ruangan menjadi salah satu adaptasi yang perlu dilakukan untuk meminimalisir potensi terjadinya *heat stress*. Pada umumnya pakaian berfungsi sebagai media pelindung tubuh manusia dari sengatan sinar matahari dan udara dingin serta bagian dari upaya mempercantik diri (Riyanto, 2003). Salah dua kriteria dalam memilih jenis pakaian yang dapat meminimalisir terjadinya *heat stress* adalah memilih jenis kain dengan sirkulasi udara yang baik dan pakaian dengan warna cerah (Mufida et al., 2016). Kedua kriteria berpengaruh terhadap tingkat tinggi-rendahnya daya serap panas dan daya pancar panas.

Menurut Ariyanti (2018), jenis kain yang ideal digunakan dalam lingkungan panas adalah kain berjenis katun. Hal tersebut lantaran kain dengan jenis katun memiliki lapisan yang tipis sehingga memiliki sirkulasi udara yang baik dan memiliki tingkat penyerapan air serta kelembapan secara efektif, sehingga maksimal dalam menurunkan suhu tubuh. Sedang terkait pemilihan warna pakaian,

dari hasil penelitian Mufida et al. (2016) menunjukkan jika kain dengan warna cerah seperti putih, hijau, dan biru cocok dikenakan dalam lingkungan yang panas. Hal tersebut lantaran warna pakaian cerah memiliki sifat sukar menyerap kalor tetapi mudah melepas kalor. Dan sebaliknya, kain dengan warna gelap seperti hitam memiliki sifat menyerap cahaya matahari lantaran kain berwarna hitam memiliki emisivitas yang tinggi atau penyerap kalor yang baik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian “Analisis *Heat Stress* di Kota Semarang Menggunakan Metode *Temperature Humidity Index* (THI)” yang telah dilakukan, beberapa kesimpulan yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut:

1. Nilai indeks THI berada pada tingkatan tertinggi (tidak nyaman) terjadi pada kondisi iklim bulan lembab dan bulan beasah. Terjadi pada bulan basah selama tiga bulan yakni bulan April, Mei, dan Oktober. Sedangkan pada bulan lembab selama satu bulan pada bulan November.
2. Dari perhitungan nilai indeks THI Kota Semarang, tingkat kenyamanan iklim Kota Semarang terbagi dalam dua kategori, yakni “sebagian nyaman” dengan persentase 66,67% (8 bulan atau 244 hari/tahun) dan “tidak nyaman” dengan persentase 33,33% (4 bulan atau 122 hari/tahun). Kondisi tersebut mempengaruhi potensi terjadinya *heat stress* terjadi di seluruh bulan dengan potensi tertinggi pada bulan April, Mei, Oktober, dan November terhadap berjenis kelamin laki-laki dengan rentang umur 25 hingga 64 tahun dan perempuan dengan rentang umur 15 hingga 64 tahun.
3. Rekayasa lingkungan di Kota Semarang yang dapat dilakukan berupa penambahan ruang terbuka hijau (RTH), intensifikasi RTH, memperbanyak tanaman peneduh jalan, pembuatan RTH privat, hingga penerapan konsep *green transportation*. Kemudian masyarakat Kota Semarang perlu melakukan adaptasi pola hidup seperti memperbanyak konsumsi air dan garam serta selektif dalam memilih jenis dan warna pakaian saat berkegiatan.

1.2 Saran

Berdasarkan penelitian “Analisis *Heat Stress* di Kota Semarang Menggunakan Metode *Temperature Humidity Index* (THI)” yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini memiliki kekurangan karena menggunakan data sekunder dengan cakupan wilayah terlalu luas (Kota Semarang), sehingga bagi peneliti selanjutnya dapat melakukan pengukuran parameter yang dibutuhkan (suhu udara dan kelembaban udara) secara langsung di lokasi studi dengan lokasi penelitian yang lebih mengerucut seperti per kecamatan atau wilayah perkotaan padat penduduk.
2. Dalam penelitian ini, potensi terjadinya *heat stress* dilakukan dengan simulasi dengan pendugaan terhadap sejumlah masyarakat Kota Semarang yang tercatat dalam Badan Pusat Statistik, hal tersebut membuat angka yang dihasilkan tidak bisa optimal. Sehingga untuk mendapatkan hasil potensi terjadinya *heat stress* secara optimal dapat dilakukan dengan terjun langsung ke masyarakat Kota Semarang untuk menyebarkan kuisioner, wawancara, hingga pengukuran sehingga dapat membuat hasil lebih akurat dan ril.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers. (2013). **ANSI/ASHRAE Standard 55-Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) Inc.
- Andriani, D. M., & Yuliasuti, N. (2013). **Penilaian Sistem Transportasi yang Mengarah Pada Green Transportasi di Kota Surakarta**. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 9(2), 183-193. <https://doi.org/10.14710/pwk.v9i2.6535>
- Arisanti, A., Munandar, A., & Prawitasari, T. (2010). **Adaptasi Anatomis Pohon pada Roof Garden (Studi Kasus: Kondominium Taman Angrek, Jakarta)**. *Jurnal Lanskap Indonesia*, 2(2), 69-75. <https://doi.org/10.29244/jli.2010.2.2.%25p>
- Ariyanti, S., Setyaningsih, Y., & Prasetio, D. (2018). **Tekanan Panas, Konsumsi Cairan, dan Penggunaan Pakaian Kerja dengan Tingkat Dehidrasi**. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, 2(4), 634-644. <https://doi.org/10.15294/higeia.v2i4.25095>
- Ashar, T. D., Saftarina, F., & Wahyudo, R. **Penyakit akibat Panas**. *Medula*, 7(5), 219-223. <https://juke.kedokteran.unila.ac.id/index.php/medula/article/view/2013>
- Asiani Y. (2007). **Pengaruh Kondisi Ruang Terbuka Hijau (RTH) Pada Iklim Mikro di Kota Bogor**. Tesis. Universitas Indonesia.
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. (2023). **Kota Semarang dalam Angka**. Kota Semarang: BPS Kota Semarang.

- Budhiasih, R. T., Widjasena B., & Jayanti, S. (2015). **Hubungan Status Aklimatisasi dan Efek Heat Stress pada Pedagang Kaki Lima di depan Polines (Politeknik Negeri Semarang) Jl. Prof. H. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang.** *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 3(3), 605-615. <https://doi.org/10.14710/jkm.v3i3.12559>
- B1, F. M., Pattipeilohy, W. J., & Virgianto, R. H. (2019). **Kenyamanan Termal Klimatologis Kota-Kota Besar di Pulau Sulawesi Berdasarkan Temperature Humidity Index (THI).** *Jurnal Sainika Unpam: Jurnal Sains dan Matematika Unpam*, 1(2), 202-211. <http://dx.doi.org/10.32493/jsmu.v1i2.2384>
- Evans, J. D. (1996). **Straightforward Statistics for the Behavioral Science.** Pacific Grove. CA: Brooks/Cole Publishing.
- Grubenhoff, J. A., Du Ford, K., Roosevelt G. E. (2007). **Heat Related-Illness.** *CLin Ped Emerg Med*, 8(1), 59-64. <https://doi.org/10.1016/j.cpem.2007.02.006>
- Haryanto, V., Yusintha, Y., & Noviandri, P. P. (2019). **Efektifitas Green Façade Terhadap Kenyamanan Suhu Koridor Kasus: Lantai Tiga Gedung Makarios Universitas Kristen Duta Wacana.** *SMART: Seminar on Architecture Research and Technology*, 4(1), 193- 201. <https://smartfad.ukdw.ac.id/index.php/smart/article/view/109>
- Hasanah, N. A. I., Maryetnowati, D., Edelweis, F. N., Indriyani, F., & Nugrahayu, Q. (2020). **The Climate Comfort Assessment for Tourism Purposes in Borobudur Temple Indonesia.** *Journal of Heliyon*, 6(12), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05828>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2001). **Climate Change 2001: Impact, Adaptation and Vulnerability. Report of Working Group II to the Intergovernmental Panel on Climate Change Third Assessment 49**

Report. McCarthy JJ, Canziani OF, Leary NA, Dokkren DJ and White KS (eds). New York: Cambridge University Press.

ISO-7730. (1994). **Moderate Thermal Environments Determination of The PMV and PPD Indices and Specification of The Conditions for Thermal Comfort.** Switzerland: International Organization for Standardization.

ISO-8996. (2004). **Ergonomics of The Thermal Environment – Determination of Metabolic Rate.** Switzerland: International Organization for Standardization.

Isnoor, K., Putra, A. B., & Firmantari, M. A. (2021). **Analisis Kenyamanan Termal Berdasarkan *Temperature Humidity Index* dan Pengaruhnya Terhadap Curah Hujan di Kota Tanjungpinang.** *Buletin GAW Bariri (BGB)*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.31172/bgb.v2i1.32>

Kartika, Q. A., Hidayat, R., & Virgianto, R. H. (2021). **Perubahan *Temperature Humidity Index* (THI) di Pulau Jawa sejak 1981 hingga 2019.** *Majalah Geografi Indonesia*, 35(2), 104-111. <https://doi.org/10.22146/mgi.63432>

Karyati., Cahyaningprastiwi, S. R., & Sarminah, S. (2021). **Karakteristik Iklim Mikro di Taman Sejati Kota Samarinda.** *Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*, 7(1), 11-22. <https://doi.org/10.20886/jped.2021.7.1.11-22>

Karyono, T. H. (2005). **Fungsi Ruang Hijau Kota Ditinjau dari Aspek Keindahan, Kenyamanan, Kesehatan, dan Penghematan Energi.** *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(3), 452-457. <https://doi.org/10.29122/jtl.v6i3>

Karyono, T. H. (2010). **Green Architecture: Pengantar Pemahaman Arsitektur Hijau di Indonesia.** Jakarta: Rajawali Press.

Kementerian Lingkungan Hidup. (2009). **Dampak Perubahan Iklim.** Jakarta: Kantor Menteri Lingkungan Hidup.

- Kusuma, M. I. (2021). **Analisis *Heat Stress* di Kota Yogyakarta Menggunakan Metode *Temperature Humidity Index* (THI)**. Skripsi. Universitas Islam Indonesia. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/35115>
- Mala, Y. P., Kalangi, J. I., & Saroinsong, F. B. (2019). **Pengaruh Ruang terbuka Hijau Terhadap Iklim Mikro dan Kenyamanan termal Pada 3 Lokasi di Kota Manado**. *Eugenia*, 24(2). <https://doi.org/10.35791/eug.24.2.2018.22658>
- Melinda, S. (2022). **Analisis Tingkat Kenyamanan Termal di Kota Palembang Berdasarkan Index THI (*Temperature Humidity Index*)**. *Megasains*, 13(1), 14-18. <https://doi.org/10.46824/megasains.v13i01.67>
- Miftahuddin, M. (2016). **Analisis Unsur-unsur Cuaca dan Iklim melalui Uji MannKendall Multivariat**. *Jurnal Matematika, Statistika, dan Komputasi*, 13(1), 26-38. <https://doi.org/10.20956/jmsk.v13i1.3476>
- Mufida, H. N., Ahsani, M. S., Aji, M. P., & Sulhadi, S. (2016). ***Thermal Conditioning* untuk Mengurangi Dampak Panas Pada Pakaian dengan Kombinasi Warna**. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2016*, 5, 19-24. <https://doi.org/10.21009/0305020204>
- Muhartini, A. A., Sahroni, O., Rahmawati, S. D., Febrianti, T., & Mahuda, I. (2021). **Analisis Peramalan Jumlah Penerimaan Mahasiswa Baru dengan Menggunakan Metode Regresi Linear Sederhana**. *Jurnal Bayesian: Jurnal Ilmiah Statistika dan Ekonometrika*, 1(1), 17-23. <https://doi.org/10.46306/bay.v1i1.2>
- Muljati, S., Triwinarto, A., Utami, N., & Hermina. (2016). **Gambaran Median Tinggi Badan dan Berat Badan Menurut Kelompok Umur Pada Penduduk Indonesia yang Sehat Berdasarkan Hasil Riskesdas 2013**. *Nutrition and Food Research*, 39(2), 137-144, <https://dx.doi.org/10.22435/pgm.v39i2.5723>

- Nugroho, S. (2011). **Kajian Simulasi Adaptasi Terhadap Tingkat Kenyamanan Termal Akibat Perubahan Iklim Global di Kota Padang.** *Jurnal Widyariset, Vol. 14(3)*, 549-558.
- Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 5 Tahun 2021 tentang Perubahan Atas Peraturan Daerah Nomor 14 Tahun 2011 tentang **Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang 2011-2031.**
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019 tentang **Angka Kecukupan Gizi yang Dianjurkan untuk Masyarakat Indonesia.**
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016 tentang **Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri.**
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2008 tentang **Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan.**
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 63 Tahun 2002 tentang **Hutan Kota.**
- Primastuti, N. A., & Puspitasari, A. Y. (2021). **Studi Literature: Penerapan Green Transportation untuk Mewujudkan Kota Hijau dan Berkelanjutan.** *Jurnal Kajian Ruang, 1(1)*, 62-77. <http://dx.doi.org/10.30659/jkr.v1i1.19980>
- Putra, B. U., Krisnandika A. A. K., & Dharmadiatmikah, M. A. (2022). **Pengaruh Kombinasi Kerapatan Kanopi Pohon terhadap Kenyamanan Termal di Lapangan Puputan Margarana, Denpasar.** *Jurnal Lanskap Indonesia, 14(1)*, 16-21. <https://doi.org/10.29244/jli.v14i1.38646>
- Ratnasari, A. Sitorus, S. R., & Tjahjono, B. (2015). **Perencanaan Kota Hijau Yogyakarta Berdasarkan Penggunaan Lahan dan Kecukupan RTH.**

TATALOKA, 17(4), 196-208. <https://doi.org/10.14710/tataloka.17.4.196-208>

Riyanto, A. A. (2003). **Teori Busana**. Bandung: YAPEMDO, 89-91.

Rushayati, S. B., Dahlan, E. N., & Hermawan, R. (2010). **Ameliorasi Iklim Melalui Zonasi Hutan Kota Berdasarkan Peta Sebaran Polutan Udara**. *Jurnal Forum Geografi*, 24(1), 73-84. <https://doi.org/10.23917/forgeo.v24i1.5016>

Sahna, S. A. (2019). **Hubungan Heat Stress dengan Fatigue Pada Pekerja Pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung Bekasi**. Skripsi. Universitas Binawan. <http://repository.binawan.ac.id/id/eprint/259>

Santoso, S., Lestari, S., & Samiyarsih, S. (2012). **Inventarisasi Tanaman Peneduh Jalan Penjerap Timbal di Purwokerto**. *Prosiding Seminar Nasional "Pengembangan Sumber Daya Pedesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan I"*, 197-203.

Sari, M. (2017). **Iklim Kerja Panas dan Konsumsi Air Minum Saat Kerja Terhadap Dehidrasi**. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, 1(2), 108-118. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/higeia/article/view/14049>

Sasminto, R. A., Tunggul, A., & Rahadi, J. B. (2014). **Analisis Spasial Penentuan Iklim Menurut Klasifikasi Schmidt-Ferguson dan Oldeman di Kabupaten Ponorogo**. *Jurnal Sumberdaya Alam & Lingkungan*, 1(1), 51-56. <https://jsal.ub.ac.id/index.php/jsal/article/view/118>

Shahidan, M. F., Shariff, M. K. M., Jones, P., Shalleh, E., & Abdullah, A. M. (2010). **A Comparison of mesua ferrea L. and hurra crepitans L. for shade creation and radiation modification in improving thermal**

- comfort.** *Jurnal Landscape and Urban Planning*, 97, 168–181.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.008>
- Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. **Ruang Terbuka Hijau (RTH).**
<https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/rth> (Diakses pada 13 Juni 2023).
- Sugiyono. (2010). **Metode Penelitian Bisnis (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D).** Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2010). **Statistik untuk Penelitian.** Bandung: Alfabeta.
- Tjasyono, Bayong. (2004). **Klimatologi.** Bandung: Penerbit Institut Teknologi Bandung.
- Tongkukut, S. H. J. (2011). **El-Nino dan Pengaruhnya Terhadap Curah Hujan di Manado Sulawesi Utara.** *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(1), 102–108.
<https://doi.org/10.35799/jis.11.1.2011.51>
- Undang-undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang **Penataan Ruang.**
- Utama, W. T. (2019). **Pajanan Panas dengan Status Hidrasi Pekerja.** *Jurnal Kedokteran Universitas Lampung*, 3(2), 258-271.
<https://doi.org/10.23960/jkunila32259-271>
- Wahyuni, A., Entianopa., & Kurniawati, E. (2020). **Hubungan Iklim Kerja Panas Terhadap Dehidrasi Pada Pekerja di Bagian Dryler di Pt.X Tahun 2020.** *Indonesian Journal of Health Community* 1(1), 28-34.
<https://e-journal.ivet.ac.id/index.php/ijheco/article/view/1393>
- Wati, T. & Fatkhuroyan. (2017). **Analisis Tingkat Kenyamanan di DKI Jakarta Berdasarkan Index THI (Temperature Humidity Index).** *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 15(1), 57-63. <https://doi.org/10.14710/jil.15.1.57-63>

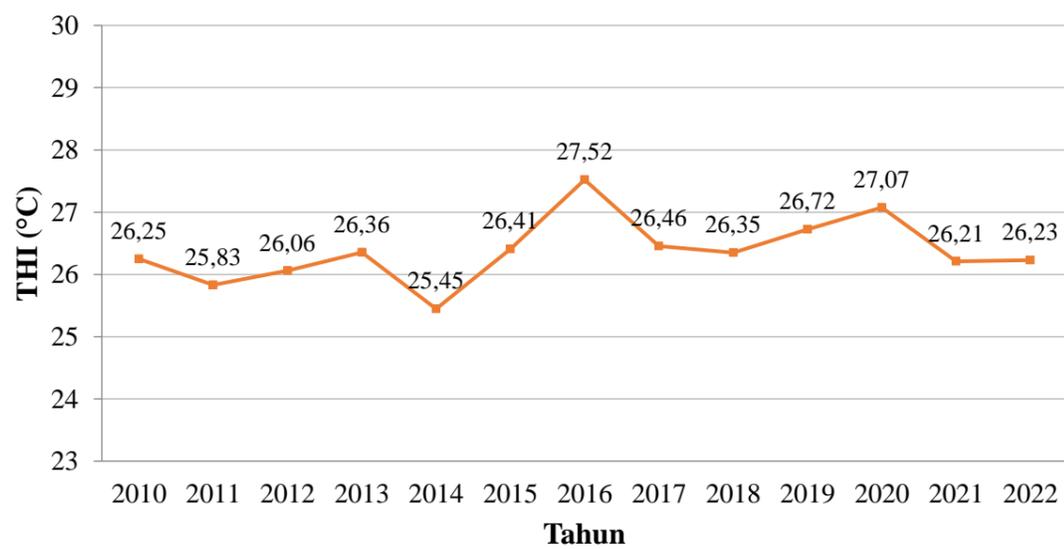
- Yuniasih, B., Harahap, W. N., & Wardana, D. A. S. (2023). **Anomali Iklim El Nino dan La Nina di Indonesia pada 2013-2022**. *AGROISTA: Jurnal Agroteknologi*, 6(2), 136–143. <https://doi.org/10.55180/agi.v6i2.332>
- Zahra, P. A. A., Yesiana, R., Anggraini, P., & Harjanti, I. M. (2021). **Analisis Perkembangan dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Lahan Terbangun di Kota Semarang**. *Jurnal Riptek*, 15(1), 47-55. <https://doi.org/10.35475/ripteck.v15i1.119>
- Zayadi, H. & Hayati, A. (2017). **Distribusi Spasial Pohon Peneduh Jalan Raya Lowokwaru Kota Malang dengan Aplikasi GIS**. *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 3(1), 46-52. <https://doi.org/10.33474/e-jbst.v3i1.103>
- Zulkifar, M. F., Wulandari, S., & Virgianto, R. H. (2020). **Analisis Heat Stress saat Kondisi El-Niño, La-Niña, dan Netral di Wilayah Jakarta dan Sekitarnya Periode 1993–2018**. *Buletin GAW Bariri (BGB)*, 1(1), 37-46. <https://doi.org/10.31172/bgb.v1i1.9>

LAMPIRAN

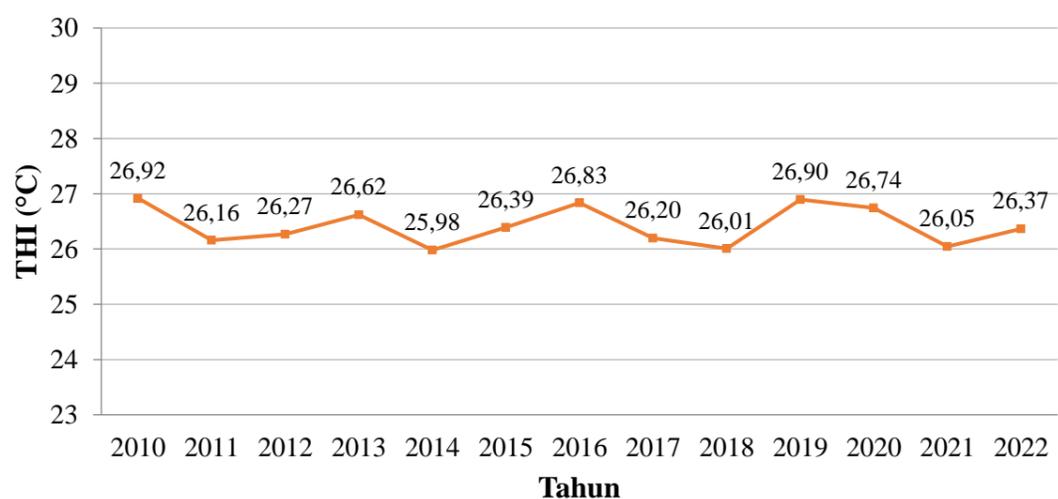
Lampiran 1 Hasil Perhitungan Analisis *Temperature Humidity Index* (THI) Kota Semarang Per Tahun (2010-2022)

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
2010	26,25	26,92	26,90	27,21	27,49	26,99	26,63	26,64	26,67	26,86	26,92	26,22
2011	25,83	26,16	26,11	26,48	26,65	26,11	26,03	25,76	26,33	27,15	26,93	26,76
2012	26,06	26,27	26,38	27,24	26,97	26,39	25,66	25,47	26,38	27,47	27,42	26,74
2013	26,36	26,62	26,96	27,29	27,32	26,78	26,21	25,98	26,58	27,42	27,38	26,73
2014	25,45	25,98	26,65	27,57	27,81	27,35	26,46	26,23	26,40	27,42	27,41	26,88
2015	26,41	26,39	26,66	26,85	27,18	26,58	26,27	26,21	26,66	27,63	28,03	27,21
2016	27,52	26,83	27,52	27,81	28,07	27,34	27,26	27,00	27,21	27,19	27,17	26,83
2017	26,46	26,20	26,83	27,06	27,34	26,98	26,57	26,45	27,05	27,59	26,72	26,65
2018	26,35	26,01	26,61	27,58	27,53	26,92	25,82	25,85	26,71	27,59	27,55	27,11
2019	26,72	26,90	26,69	27,45	27,33	26,41	25,86	25,91	26,56	27,69	28,18	27,58
2020	27,07	26,74	27,31	27,49	27,84	27,12	26,69	27,02	27,43	27,48	27,53	26,66
2021	26,21	26,05	26,86	27,15	27,59	27,04	26,54	26,94	27,16	27,59	26,90	26,86
2022	26,23	26,37	26,89	27,11	27,37	26,52	26,58	26,84	27,31	26,72	26,96	26,77
Rerata	26,38	26,42	26,80	27,25	27,42	26,81	26,35	26,33	26,80	27,37	27,32	26,85

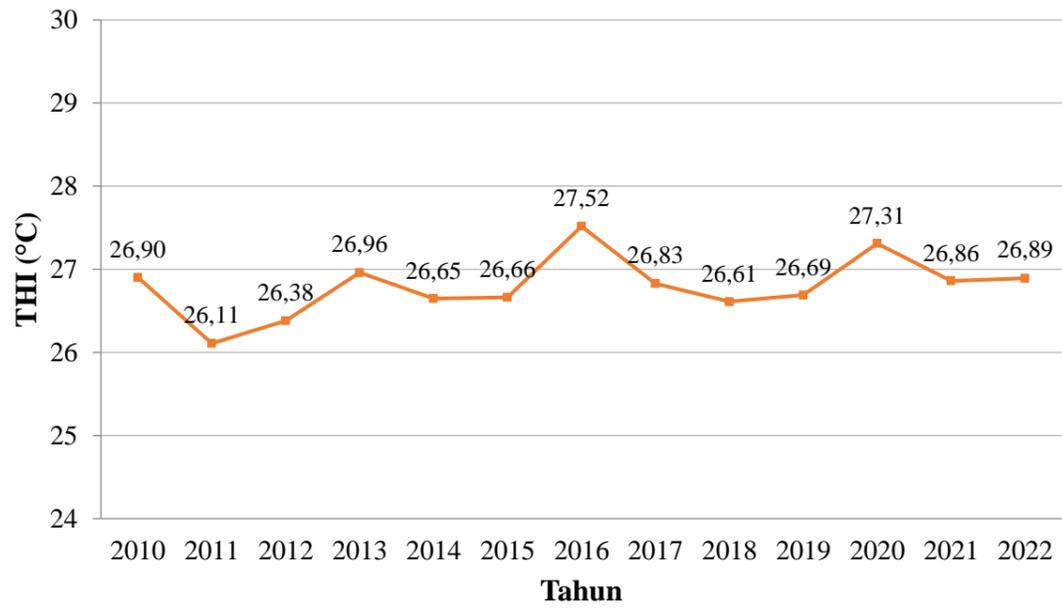
Januari



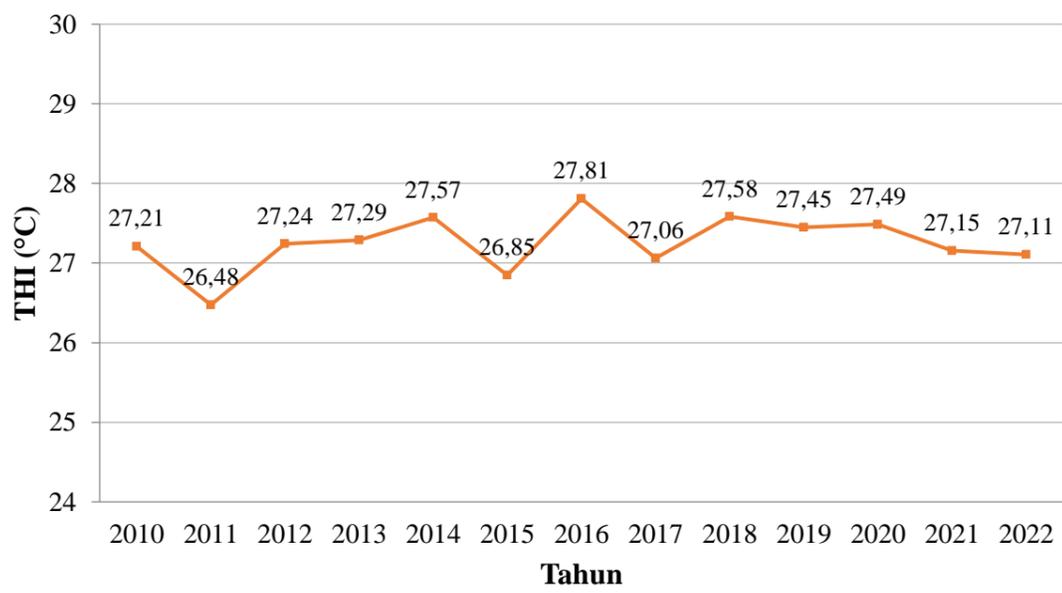
Februari



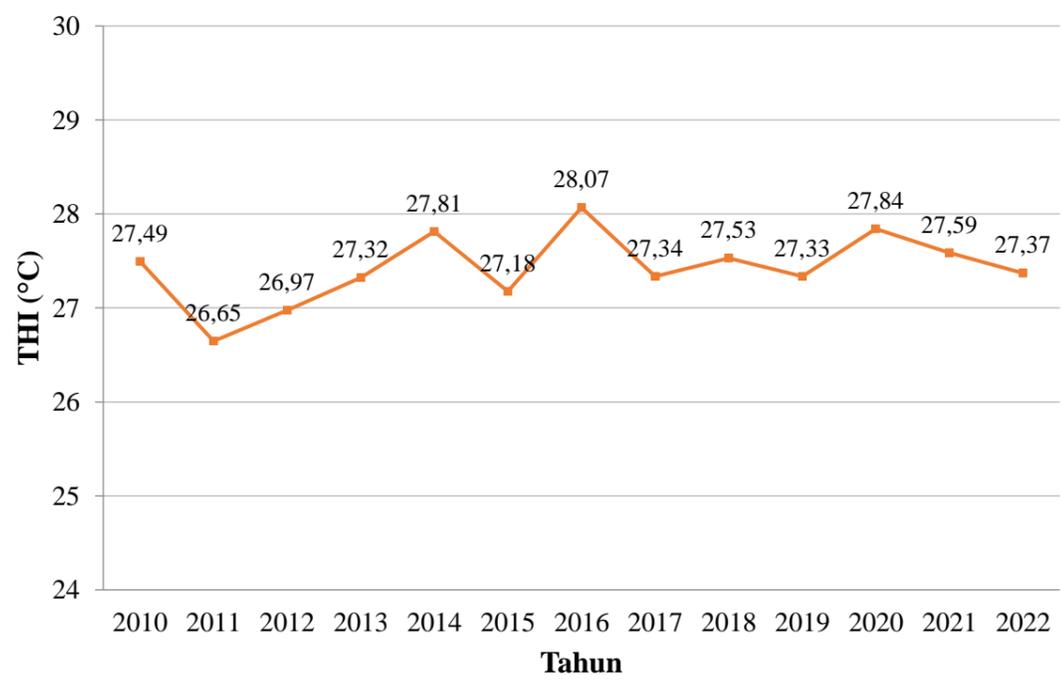
Maret



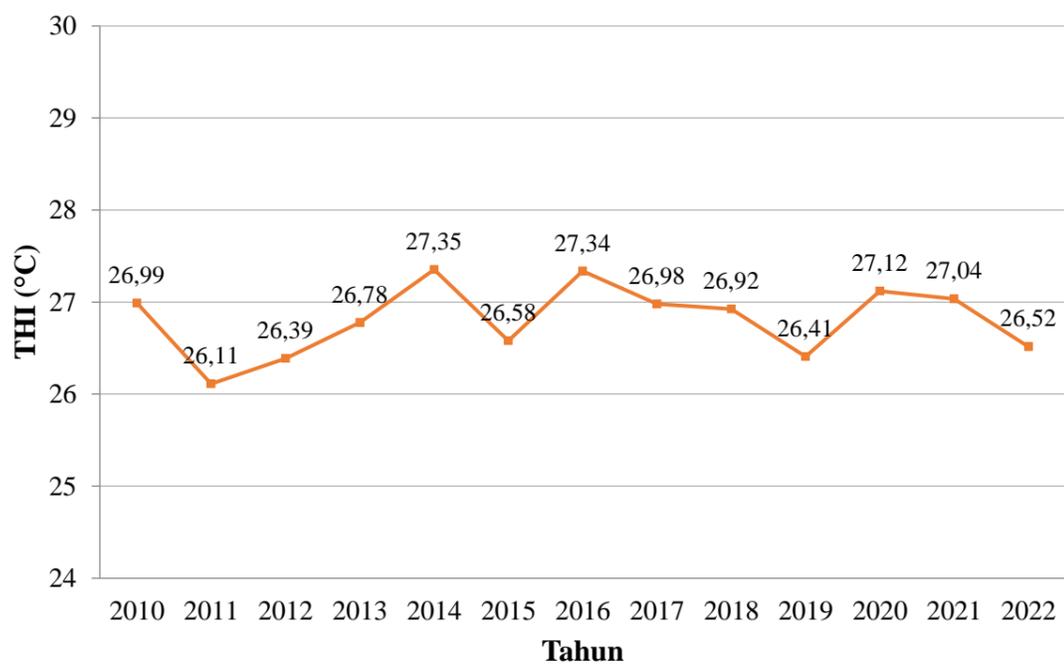
April



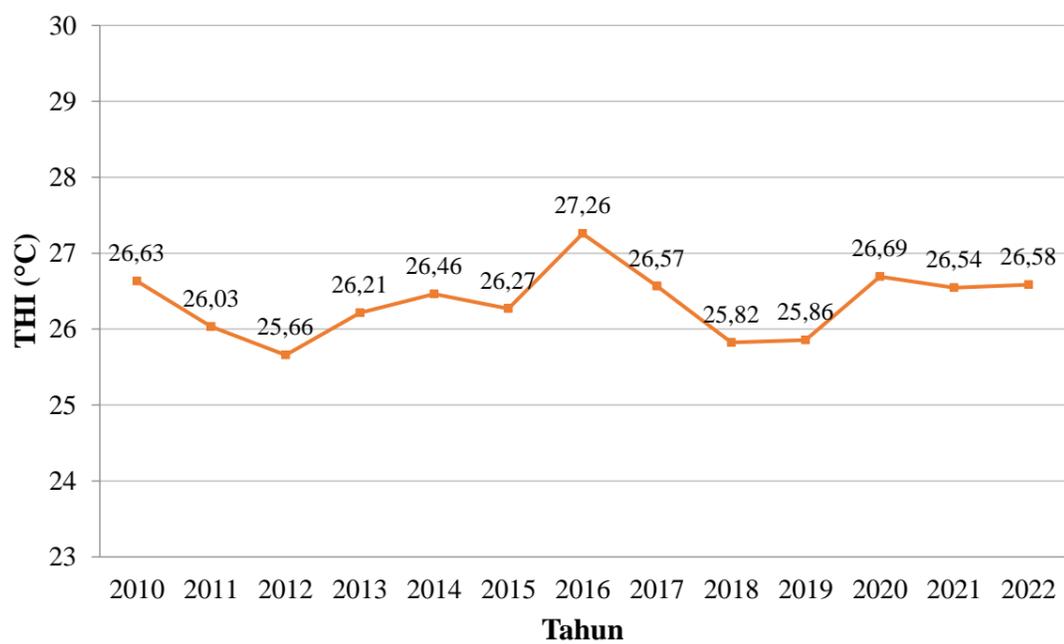
Mei



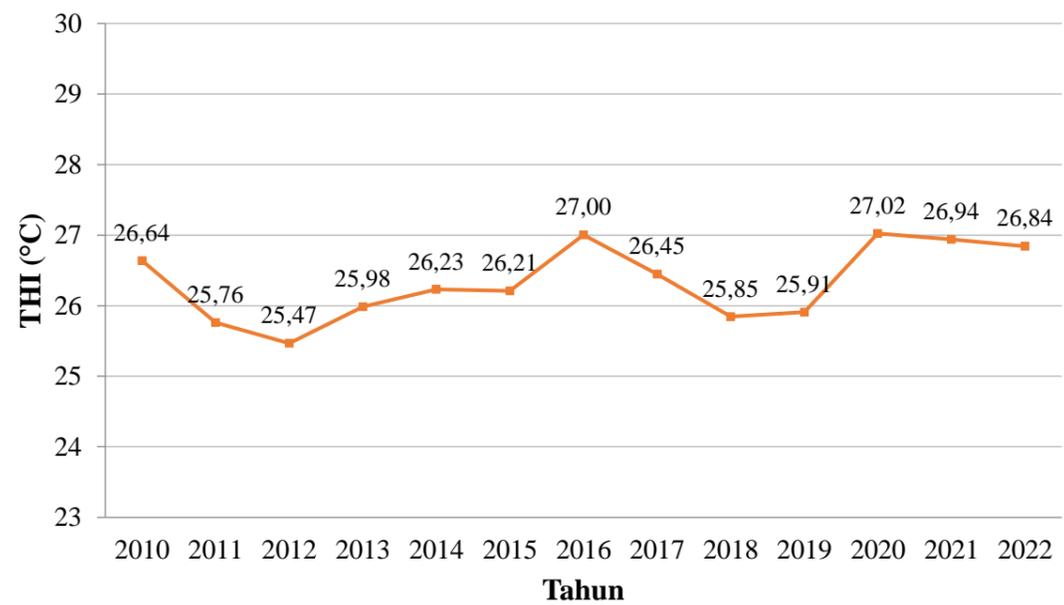
Juni



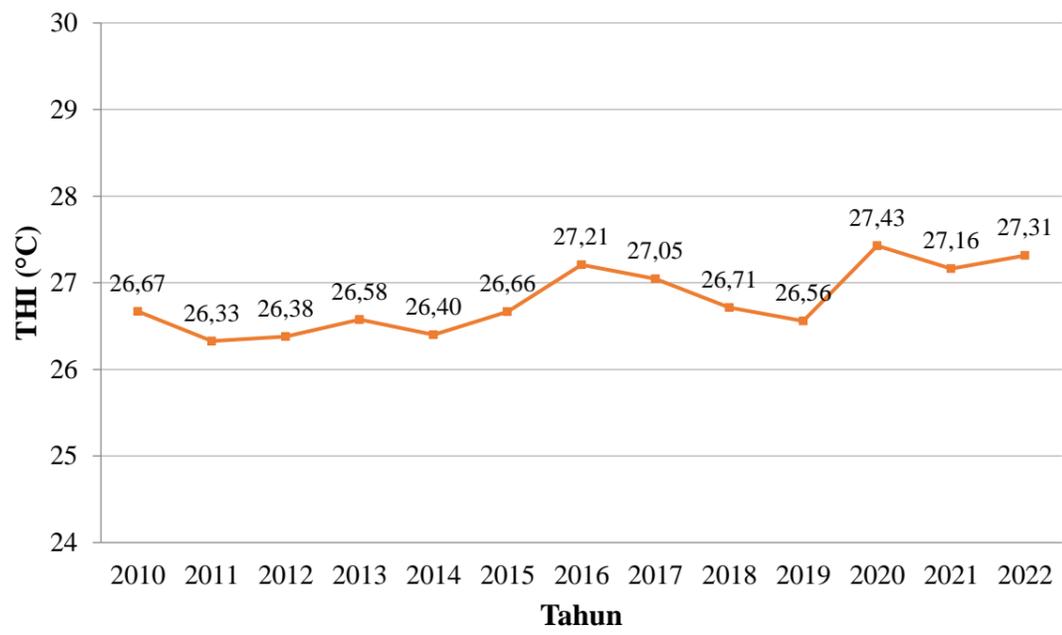
Juli



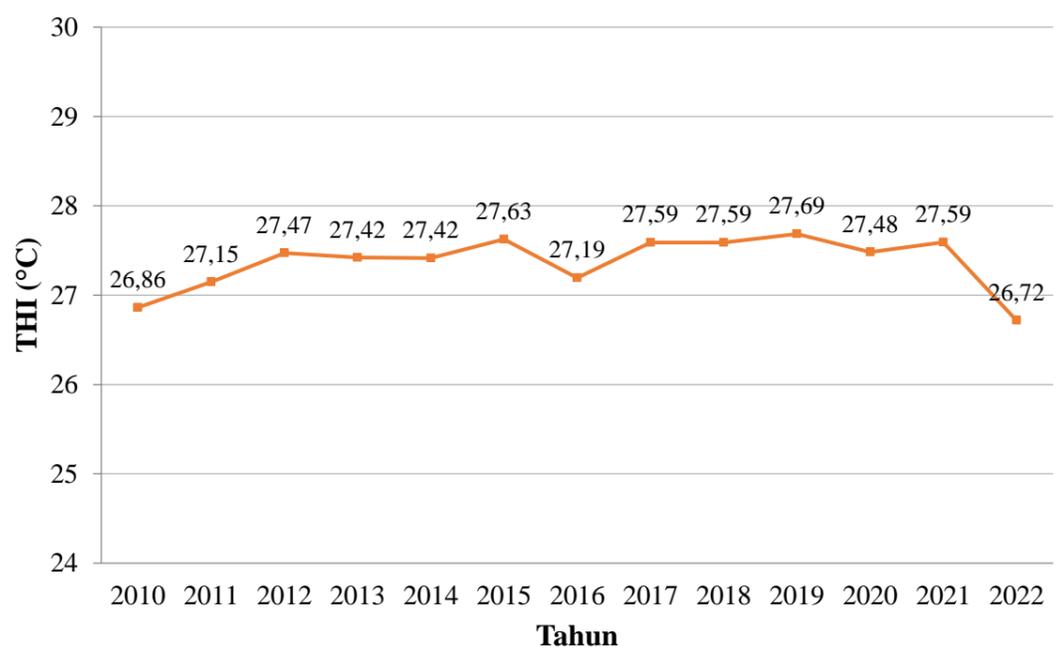
Agustus



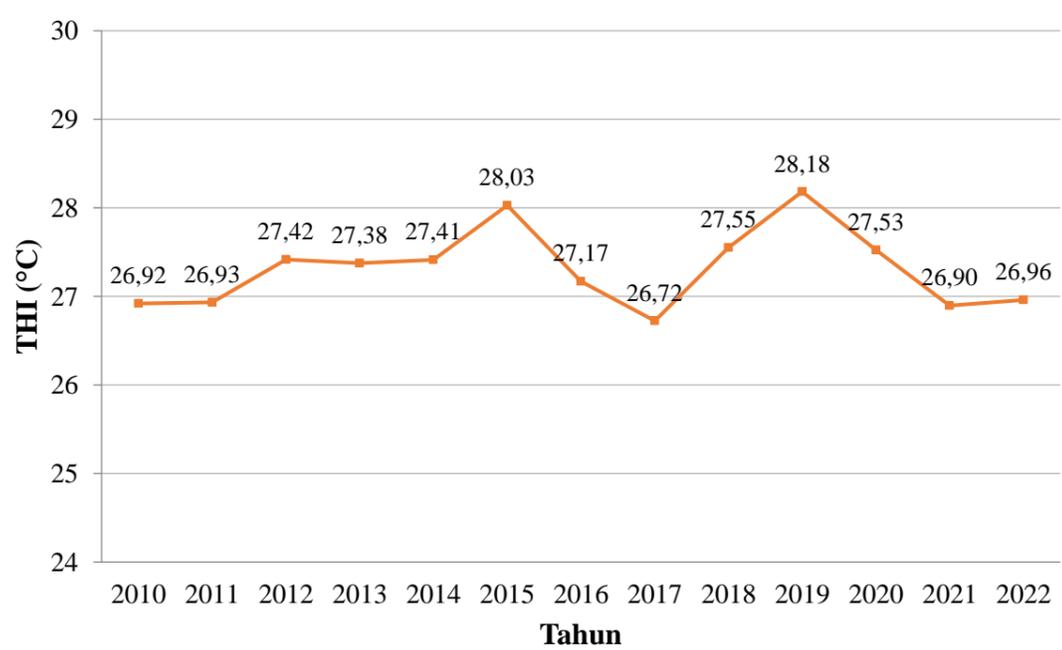
September



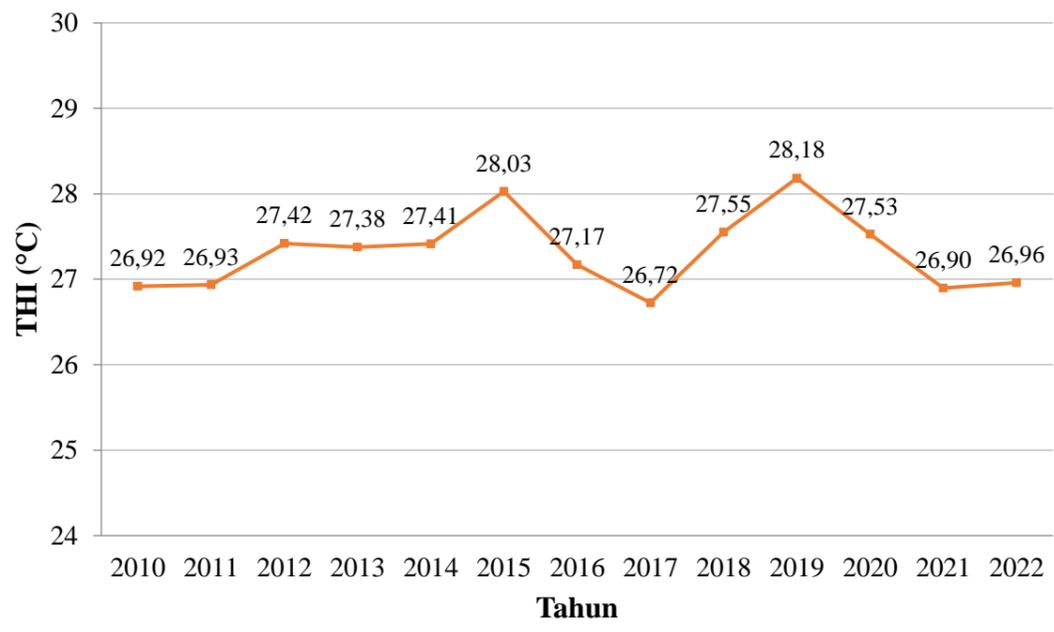
Oktober



November



Desember



Lampiran 2 Tipe Iklim Kota Semarang Menggunakan Klasifikasi Oldeman

Tipe Iklim Kota Semarang													
Tahun	Stasiun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des
2010	Staklim	437	332	334	210	257	162	56	189	261	272	205	413
	SM AY	452,6	339,7	296,2	209,5	274,3	267,4	59,5	209,6	273,9	255,4	219,1	404
	SM TE	412,9	229,3	429,5	214,6	246,9	272,9	315	134,6	169,5	237,1	149,1	348
	Rerata	434,17	300,33	353,23	211,37	259,40	234,10	143,50	177,73	234,80	254,83	191,07	388,33
2011	Staklim	286	223	184	121	77	60	73	0	74	53	510	217
	SM AY	300	240,6	169,9	152,5	92,6	16,8	47,8	0	141,9	56,3	470,2	224,6
	SM TE	382,1	193,9	101	196,3	142,1	74,7	35,8	0	87,6	128,6	371,9	137,6
	Rerata	322,70	219,17	151,63	156,60	103,9	50,50	52,20	0,00	101,17	79,30	450,70	193,07
2012	Staklim	495	269	217,9	168,4	87	110	2	0	3	267	272	378
	SM AY	497,7	328,4	232	208,6	71,9	78,9	1	4	0	272,1	294,1	284,7
	SM TE	437,4	315,5	277,1	108,4	81,1	62,6	1,3	0	29	259	257	251
	Rerata	476,70	304,30	242,33	161,80	80,00	83,83	1,43	1,33	10,67	266,03	274,37	304,57
2013	Staklim	440	377,8	203,5	296	221,5	340,9	132,5	77	19,9	74	79,5	206,9
	SM AY	508,2	407,4	183,2	266,5	210,4	0	128,8	89,5	26,9	-	-	247,9
	SM TE	469	375	145	312	142	266	109	72	-	28,4	179,3	210,9
	Rerata	472,40	386,73	177,23	291,50	191,30	202,30	123,43	79,50	23,40	51,20	129,40	221,90
2014	Staklim	736,1	376,6	209,5	52,9	181	130	185	10	0	45	198	110,4
	SM AY	757,6	326,1	141,2	53,6	132,9	135,6	179	113,1	0	25	194,9	147,4
	SM TE	991,9	313	174,3	58,2	134,3	70,1	142	57,1	1,5	22,3	173,2	251,9
	Rerata	828,53	338,57	175,00	54,90	149,40	111,90	168,67	60,07	0,50	30,77	188,70	169,90
2015	Staklim	140,8	9,5	113,3	257,6	185,4	55,2	10,5	7,6	0	0,4	130,2	167
	SM AY	64,7	109,8	128,7	216,6	199,6	69	14,8	10,8	0,8	-	215,5	194,1
	SM TE	195,1	261,8	164,9	307	124,9	77,2	1,7	11,9	0	0,6	130,9	246,8
	Rerata	133,53	127,03	135,63	260,40	169,97	67,13	9,00	10,10	0,27	0,50	158,87	202,63
2016	Staklim	208,6	212,6	133,1	261,4	135,9	117,8	187,6	136,7	437,4	159,2	266,4	79,8
	SM AY	275,8	246,3	133,9	240,7	160,1	107,1	168,3	122,3	378,7	210,8	222	115,1
	SM TE	220,2	324,3	85,7	182,3	72,3	97,5	129	137,3	356,5	107,6	228,6	130
	Rerata	234,87	261,07	117,57	228,13	122,77	107,47	161,63	132,10	390,87	159,20	239,00	108,30
2017	Staklim	282,00	404	213,9	184,5	105	181	62	15	106	488	382	281
	SM AY	291,60	391	170,5	154	104,9	172,6	21,3	10,9	94,7	473,8	396,7	268,6
	SM TE	229,30	404,5	203,4	264,2	125,7	92,6	25,1	1,5	37,5	325,3	197,3	200,1
	Rerata	267,63	399,83	195,93	200,90	111,87	148,73	36,13	9,13	79,40	429,03	325,33	249,90
2018	Staklim	321,4	538	230	214	18	45	0	0	20	135	261	241,9
	SM AY	353,9	584,8	207,5	219	27,3	58,3	-	-	20,5	138,7	293,5	215,4
	SM TE	265,8	708,6	203,2	128,9	20,6	73,1	0,4	0	5,7	80,6	126,1	282,8
	Rerata	313,70	610,47	213,57	187,30	21,97	58,80	0,20	0,00	15,40	118,10	226,87	246,70
2019	Staklim	214,4	225,7	164,9	205,5	114,6	1	0,8	1,8	10,7	8,2	70,7	231,1
	SM AY	238	255,4	150,2	179,4	108,9	1,4	2,7	4,4	8,7	4,6	85,2	254,1
	SM TE	370,6	256,7	211,8	211,3	101,8	0	2,3	5	60,7	0	48,6	372,8
	Rerata	274,33	245,93	175,63	198,73	108,43	0,80	1,93	3,73	26,70	4,27	68,17	286,00
2020	Staklim	301,3	393,2	231,8	291,6	267,4	22,1	71,8	56,4	90,8	160,8	240,4	380,1
	SM AY	321,1	382,4	221,9	192,6	207,6	20,6	73,3	64,9	61,3	157	219,7	364,6
	SM TE	336,3	290,4	187,5	113,4	180,8	30,8	137,1	74,5	94,3	101,6	206,7	417,3
	Rerata	319,57	355,33	213,73	199,20	218,60	24,50	94,07	65,27	82,13	139,80	222,27	387,33
2021	Staklim	272,7	694,2	121,7	131,7	204,9	134,4	14,5	62,5	198,8	119,1	349,7	172,6
	SM AY	215,4	720,4	146,3	131,6	185,2	152,9	18,2	172,3	169,4	128	341,5	163,1
	SM TE	300,8	835,5	146,9	217,8	130,9	181	3,5	135,8	231,3	175,4	342,7	308,2
	Rerata	262,97	750,03	138,30	160,37	173,67	156,10	12,07	123,53	199,83	140,83	344,63	214,63
2022	Staklim	329,3	336,6	164,8	125,4	190,7	231,4	125,5	82,3	120,5	296,7	283,5	357,2
	SM AY	266,2	276,3	119,9	125,4	153	169,5	113,5	62,4	117,3	296,3	253,5	292,5
	SM TE	206	306,1	190,3	251,1	142,7	278,2	125,1	63,2	102,4	240,1	121,9	326,6
	Rerata	267,17	306,33	158,33	167,30	162,13	226,37	121,37	69,30	113,40	277,70	219,63	325,43
Rerata		354,48	354,24	188,32	190,65	144,11	113,27	71,20	56,29	98,35	150,12	233,77	253,75

Keterangan:

Bulan Basah (>200 mm): 4 bulan

Bulan Lembab (>100-200 mm): 5 bulan

Bulan Kering (<100 mm): 3 bulan

Kesimpulan: Dari analisa penentuan tipe iklim menggunakan klasifikasi Oldeman di Kota Semarang, didapatkan hasil bahwa musim penghujan (bulan basah) berada di rentang bulan November-Februari, bulan lembab di bulan Maret-Juni serta bulan Oktober, dan musim kemarau (bulan kering) terjadi pada rentang bulan Juli-September.

Lampiran 3 Laju Metabolik Masyarakat Kota Semarang

No.	Umur (Tahun)	Berat Badan (Kg)		Laju Metabolik		Kategori	
		Laki-Laki	Perempuan	Laki-Laki	Perempuan	Laki-Laki	Perempuan
1	15-24	52,4	48,5	84	91	-	-
				135	146	Ringan	Ringan
				223	240	Ringan	Sedang
				309	333	Sedang	Sedang
				352	380	Sedang	Berat
2	25-30	60,9	56,2	98	105	-	Istirahat
				156	168	Ringan	Ringan
				259	278	Sedang	Sedang
				359	386	Sedang	Berat
				409	440	Berat	Berat
3	31-34	62,9	58,6	101	110	Istirahat	Istirahat
				162	176	Ringan	Ringan
				267	291	Sedang	Sedang
				371	403	Berat	Berat
				422	459	Berat	Berat
4	35-44	62,9	58,6	101	110	Istirahat	Istirahat
				162	176	Ringan	Ringan
				267	291	Sedang	Sedang
				371	403	Berat	Berat
				422	459	Berat	Berat
5	45-54	61,9	57,7	99	108	-	Istirahat
				159	173	Ringan	Ringan
				263	286	Sedang	Sedang
				365	397	Berat	Berat
				416	452	Berat	Berat
6	55-59	60,9	56,8	98	107	-	Istirahat
				157	170	Ringan	Ringan
				259	282	Sedang	Sedang
				359	391	Sedang	Berat
				409	445	Berat	Berat
7	60-64	60,9	56,8	98	107	-	Istirahat
				157	170	Ringan	Ringan
				259	282	Sedang	Sedang
				359	391	Sedang	Berat
				409	445	Berat	Berat
8	65+	54,4	46,6	87	87	-	-
				140	140	Ringan	Ringan
				231	231	Ringan	Ringan

				320	320	Sedang	Sedang
				365	365	Berat	Berat

Lampiran 4 Kebutuhan Asupan Air Berdasarkan Beban Kerja dan Lingkungan Kerja

Kategori Panas	ISBB (°C)	Aktivitas Ringan		Aktivitas Sedang		Aktivitas Berat dan Sangat Berat	
		Sikluas kerja-Istirahat (menit)	Asupan cairan (mL/jam)	Sikluas kerja-Istirahat (menit)	Asupan cairan (mL/jam)	Sikluas kerja-Istirahat (menit)	Asupan cairan (mL/jam)
1	25,55-27,72	Tanpa pembatasan	475	Tanpa pembatasan	725	40/20	725
2	27,77-29,83	Tanpa pembatasan	475	50/10	725	30/30	950
3	29,44-31,05	Tanpa pembatasan	725	40/20	725	30/30	950
4	31,11-32,16	Tanpa pembatasan	725	30/30	725	20/40	950
5	>32,22	50/10	950	20/40	950	10/50	950

Sumber: Utama (2019)

RIWAYAT HIDUP

Supranoto lahir di Pekalongan, Jawa Tengah, pada 18 Oktober 2000. Anak ketiga dari tiga bersaudara yang lahir dari sepasang orang tua, Bapak Suroto dan Ibu Fatonah. Riwayat pendidikan yang telah ditempuh adalah TK Tunas Mulia (2006-2008), SD Negeri 02 Wonosari (2008-2013), SMP Negeri 02 Bojong (2013-2016), dan SMK Muhammadiyah Kajen (2016-2019). Selepas lulus SMK, penulis melanjutkan ke Program Studi S1 Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Selama menempuh pendidikan di Universitas Islam Indonesia, penulis aktif di Lembaga Pers Mahasiswa HIMMAH Universitas Islam Indonesia, Komunitas Bakti Desa Universitas Islam Indonesia, dan pernah magang di Klinik Advokasi dan Hak Asasi Manusia Universitas Islam Indonesia. Selain itu, pada semester keenam penulis mengikuti program pengabdian masyarakat bersama Laboratorium Mahasiswa (LabMa) Universitas Islam Indonesia di Desa Tampelas, Kamipang, Katingan, Kalimantan Tengah selama bulan Agustus 2022. Saat ini penulis sedang mengerjakan penelitian dengan judul Analisis *Heat Stress* di Kota Semarang Menggunakan Metode *Temperature Humidity Index* (THI).