



LITERATURE REVIEW: DAMPAK PENINGKATAN PANAS DAN PULAU PANAS PERKOTAAN TERHADAP KESEHATAN MASYARAKAT GLOBAL

LITERATURE REVIEW: IMPACTS OF HEAT INCREASE AND URBAN HEAT ISLANDS ON GLOBAL PUBLIC HEALTH

Lalu Muhammad Fikri Wardana^{1*}, Lina Nur Qolifah¹, Neli Anissah¹, Putri Rahmawati Az Zahro¹, Robich Aji Laksana¹, Nurjazuli², Tri Joko², Muhammad Addin Rizaldi³

¹Program Studi Magister Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia, 50275

²Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia, 50275

³Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Jendral Soedirman, Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia, 53112

*e-mail: Lalufikriwardana@gmail.com

Abstract

The Urban Heat Island (UHI) phenomenon, resulting from rapid urbanization and changes in the surface characteristics of cities, has had a significant impact on public health, especially in dense urban areas. UHI raises urban temperatures higher than rural areas, especially during heatwaves, which are exacerbated by climate change. This study aims to review the health impacts caused by UHI and increased heat in urban areas, including cardiovascular, respiratory, psychosomatic, diabetes, and mortality risks. A systematic review was conducted by analyzing 20 relevant articles through the PRISMA method, emphasizing the impact on morbidity and mortality in vulnerable groups such as the elderly and people with chronic diseases. Results show that UHI-related temperature increases worsen public health conditions, especially in areas with high UHI exposure. In addition, mitigation through green land management and green-blue infrastructure in urban areas is needed to reduce health risks. Further studies are needed to assess the impact of UHI in Southeast Asia, particularly Indonesia, as the humid tropical climate increases vulnerability to extreme heat exposure.

Keyword: *Urban Heat Island, Temperature Increase, Public Health*

Abstrak

Urban Heat Island (UHI) atau fenomena pulau panas perkotaan, akibat dari urbanisasi yang pesat dan perubahan karakteristik permukaan kota, telah berdampak signifikan pada kesehatan masyarakat, terutama di daerah perkotaan yang padat. UHI meningkatkan suhu perkotaan lebih tinggi dibandingkan daerah pedesaan, terutama saat terjadi gelombang panas, yang diperburuk oleh perubahan iklim. Penelitian ini bertujuan untuk meninjau dampak kesehatan yang disebabkan oleh UHI dan peningkatan panas di perkotaan, termasuk gangguan kardiovaskular, pernapasan, psikosomatik, diabetes, hingga risiko kematian. Tinjauan sistematis dilakukan dengan menganalisis 20 artikel relevan melalui metode PRISMA, menekankan dampak pada morbiditas dan mortalitas di kelompok rentan seperti lansia dan masyarakat dengan penyakit kronis. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan suhu terkait UHI memperburuk kondisi kesehatan masyarakat, terutama di daerah dengan paparan UHI yang tinggi. Selain itu, mitigasi melalui pengelolaan lahan hijau dan infrastruktur hijau-biru di perkotaan diperlukan untuk mengurangi risiko kesehatan. Studi lebih lanjut dibutuhkan untuk menilai dampak UHI di Asia

This is an open access article under the CC BY-SA license



Tenggara, khususnya Indonesia, mengingat iklim tropis yang lembap meningkatkan kerentanan terhadap paparan panas ekstrem.

Keyword: Urban Heat Island, Peningkatan Suhu, Kesehatan Masyarakat

PENDAHULUAN

Pesatnya urbanisasi, pertumbuhan penduduk, dan aktivitas antropogenik berdampak signifikan terhadap lingkungan termal perkotaan. Kepadatan bangunan dan permukaan jalan yang tinggi di perkotaan menyerap lebih banyak panas matahari dibandingkan dengan vegetasi di daerah pedesaan, menyebabkan peningkatan suhu permukaan dan udara (Kong *dkk.*, 2021). Perubahan karakteristik permukaan, ditambah dengan berkurangnya vegetasi yang berperan dalam proses pendinginan alami, membuat lingkungan perkotaan menjadi lebih panas daripada daerah sekitarnya, terutama saat terjadi gelombang panas (Garuma, 2022). Faktor alami seperti pemanasan global juga memperparah situasi, perubahan iklim meningkatkan suhu

Suhu ekstrem, baik panas maupun dingin, dapat berdampak serius pada kesehatan manusia, terutama meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular dan pernapasan. Pada kasus yang parah, suhu ekstrem dapat menyebabkan kesakitan kronis bahkan kematian (Macintyre *dkk.*, 2021). Pada musim panas tahun 2022 di Eropa, mortalitas akibat gelombang panas hampir menyentuh angka 70.000 (Ballester *dkk.*, 2023). Penelitian telah menunjukkan bahwa UHI secara signifikan meningkatkan risiko penyakit pernapasan, kardiovaskular, dan gangguan kesehatan mental pada penduduk perkotaan, terutama di pusat kota dan daerah dengan lalu lintas padat (Dai and Liu, 2022a). Permasalahan UHI semakin diperparah dengan adanya perubahan iklim. Area yang sudah memiliki risiko tinggi akan menghadapi tantangan kesehatan yang lebih parah, sehingga memerlukan strategi perlindungan kesehatan yang lebih komprehensif. Selain itu, pola panas cenderung meluas dari pusat kota ke daerah sekitarnya, meningkatkan ancaman kesehatan bagi penduduk di wilayah yang lebih luas (Huang *dkk.*, 2020). Penelitian di kota-kota seperti Colombo menunjukkan bahwa kondisi stres panas yang parah, seperti heatstroke, dapat terjadi selama musim panas, terutama di kota-kota dengan ekspansi yang cepat dan manajemen panas yang buruk (Nanayakkara *dkk.*, 2023).

rata-rata, sehingga lebih mudah terjadi gelombang panas. Kombinasi antara gelombang panas alami dan peningkatan suhu akibat urbanisasi menciptakan kondisi suhu ekstrem di perkotaan (Wei *dkk.*, 2021). Fenomena ini dikenal sebagai Urban Heat Island (UHI) atau pulau panas perkotaan, di mana suhu di daerah perkotaan lebih tinggi daripada daerah pedesaan sekitarnya (Ebi *dkk.*, 2021). UHI terjadi karena perbedaan karakteristik permukaan antara perkotaan dan pedesaan. Bangunan, jalan, dan infrastruktur lainnya di perkotaan menyerap dan menyimpan lebih banyak panas daripada vegetasi dan tanah terbuka di pedesaan (Oke, 1995). Penelitian menunjukkan bahwa UHI berkontribusi terhadap 69-70% kematian terkait panas (Moraes *dkk.*, 2024).

Sayangnya, hingga saat ini belum ada tindakan mitigasi yang inklusif dari pihak terkait untuk mengatasi dampak gelombang panas ini. Kesehatan masyarakat dapat menjadi tumbal apabila tidak ada tindak lanjut yang jelas terkait kondisi ini. Kajian literatur ini bertujuan untuk mengkaji potensi risiko kesehatan masyarakat yang diakibatkan oleh peningkatan panas dengan pola tertentu seperti Pulau Panas Perkotaan dan peningkatan panas di perkotaan. Harapannya tulisan ini dapat digunakan untuk penentuan kebijakan atau tindakan lainnya yang berkaitan dengan tindakan mitigasi dan adaptasi terhadap dampak perubahan iklim dan UHI.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan sistematis untuk merangkum dan mengumpulkan penelitian sebelumnya dengan menggunakan data sekunder dari artikel penelitian terdahulu yang terpublikasi dalam jurnal nasional dan internasional. Tinjauan sistematis adalah jenis tinjauan pustaka yang memerlukan standar ketelitian yang setara penelitian utama. Bagian isi harus memiliki alasan yang jelas dan logis untuk disampaikan kepada pembaca (Preston, 2024). Pencarian artikel menggunakan database artikel online antara lain Google Scholar, Science Direct, Pubmed, Semantic Scholar, dan Spinger Link. Kata kunci tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kata kunci yang digunakan untuk mencari artikel

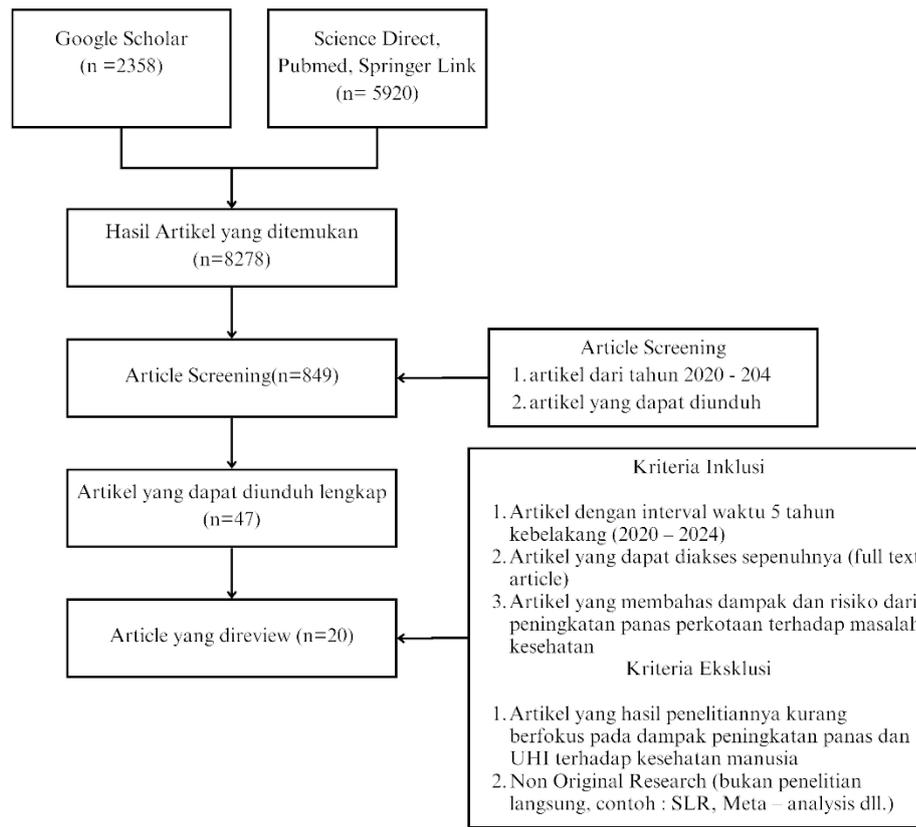
1	"Urban Heat Island" AND "Human Health" AND "Morbidity"
2	("Heat Wave" OR "Urban Heat") AND "Human Health"
3	("Urban Heat Island" OR "UHI") AND "Morbidity"
4	"Urbanization" AND "Temperature Increase" AND "Diseases"
5	"Urban Heat" AND ("Morbidity" OR "Mortality")
6	"Urban Heat Island" AND "Health Outcomes" AND "Heat Stress"

Metode analisis menggunakan PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses). PRISMA merupakan metode yang dirancang untuk meningkatkan pelaporan tinjauan sistematis dan meta analisis. Dengan adanya metode ini, transparansi, kelengkapan, dan akurasi pelaporan dapat dibuktikan. Metode ini berfungsi sebagai kerangka kerja penting untuk melakukan tinjauan sistematis, memastikan

bahwa laporan menyeluruh dan memfasilitasi pengambilan keputusan berdasarkan informasi (Page *dkk.*, 2021). Indikator yang digunakan untuk pencatatan literatur adalah pengarang dan judul, lokasi penelitian, tinjauan artikel, serta dampak/risiko. Untuk membatasi pemilihan artikel agar tidak terjadi bias seleksi, kriteria inklusi dan eksklusi yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria inklusi dan eksklusi yang digunakan untuk menyaring artikel

Kriteria inklusi	Kriteria Eksklusi
Artikel dengan interval waktu 5 tahun kebelakang (2020 – 2024)	Artikel yang hasil penelitiannya kurang berfokus pada dampak peningkatan panas terhadap kesehatan manusia
Artikel yang dapat diakses sepenuhnya (<i>full text article</i>)	<i>Non Original Research</i> (bukan penelitian langsung, contoh : SLR, Meta – analysis dll.)
Artikel yang membahas dampak dan risiko dari peningkatan panas perkotaan terhadap masalah kesehatan	



Gambar 1. Diagram PRISMA

RESULT AND DISCUSSION

Artikel yang ditemukan sesuai dengan kriteria sebanyak 67 artikel, akan tetapi artikel yang memenuhi kriteria inklusi yaitu membahas secara khusus dampak UHI dan peningkatan panas terhadap masalah kesehatan hanya 20 artikel. Hasil sintesis artikel yang ditinjau menunjukkan apabila dampak kesehatan yang disebabkan oleh UHI dan peningkatan panas perkotaan adalah gangguan kardiovaskular,

gangguan pernapasan, gangguan psikologi, gangguan psikosomatik, diabetes, gangguan imunitas, efek terhadap kelompok rentan/orang dengan penyakit bawaan, serta yang paling parah beresiko terhadap kejadian kematian. Dampak ini kebanyakan terjadi pada kondisi UHI dan peningkatan panas yang sedang hingga ekstrim. Untuk lebih lengkapnya hasil sintesis 20 artikel dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil sintesis artikel

No.	Pengarang/judul	Lokasi	Tinjauan	Dampak/Risiko
1	Nasrin Aghamohammadi dkk./Environmental heat-related health symptoms among community in a tropical city	Kuala Lumpur, Malaysia	Artikel ini menyelidiki dampak stres panas perkotaan terhadap gejala kesehatan di antara penduduk di kota tropis, khususnya dengan fokus pada Kuala Lumpur. Studi ini melibatkan survei terhadap 1160 responden untuk mengidentifikasi berbagai gejala kesehatan yang terkait dengan paparan panas.	1. Gejala psikosomatik, antara lain nyeri psikosomatik, kecemasan psikologis, dan gejala somatisasi 2. Kelelahan dan kram akibat panas. Dapat menjadi faktor predisposisi bagi penyakit lainnya 3. Gejala kardiopulmoner, durasi paparan luar

No.	Pengarang/judul	Lokasi	Tinjauan	Dampak/Risiko
				ruangan mempengaruhi gejala kardiopulmoner
2	Kanghyun Lee dkk. / effects of Urban Landscape and Sociodemographic Characteristics on Heat-Related Health Using Emergency Medical Service Incidents	Cincinnati, AS	Persentase populasi diatas 65 tahun merupakan prediktor yang signifikan dari peningkatan insiden kegawardaruratan terkait panas. Insiden terkait panas lebih sering terjadi pada hari dengan panas yang diatas rata rata. Variabel yang berpengaruh terhadap kesehatan terkait panas antara lain luas rumput, permukaan kedap air, populasi non kulit putih, dan individu di bawah garis kemiskinan.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kelelahan akibat panas 2. Memperburuk kondisi penyakit penyerta yang sudah ada sebelumnya pada kelompok rentan. Kelompok rentan beresiko mengalami kondisi kesehatan yang buruk selama gelombang panas meningkat. 3. Memengaruhi kondisi mental seperti stress, kecemasan, dan masalah kesehatan lainnya.
3	Cuerdo Vilches dkk. / Impact of urban heat islands on morbidity and mortality in heat waves: Observational time series analysis of Spain's five cities	Spanyol	Penelitian mengenai dampak pulau panas perkotaan terhadap morbiditas dan mortalitas selama gelombang panas di lima kota besar spanyol. UHI tercatat lebih terasa pada kota yang berada di pesisir, dimana terdapat hubungan yang kuat antara suhu harian dengan hasil kesehatan. Hasil lain menjelaskan semakin lama gelombang panas berlangsung semakin besar dampaknya pada morbiditas dan mortalitas harian. Hal ini menunjukkan semakin lama paparan suhu tinggi dalam waktu lama memperburuk risiko kesehatan. Kelompok yang paling terdampak adalah kelompok rentan,	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peningkatan morbiditas dan mortalitas secara signifikan berhubungan dengan suhu tinggi selama gelombang panas 2. Suhu lingkungan yang tinggi meski pada malam hari, beresiko mengganggu pola tidur normal, mengganggu sistem imunitas, peningkatan kerentanan terhadap masalah kardiovaskular, dan efek psikologis. 3. Beresiko pada populasi rentan
4	Nanayakkara dkk./ Analysis of Urban Heat Island Effect, Heat Stress and Public Health in Colombo, Sri Lanka and Shenzhen, China	China dan Sri Lanka	Pemeriksaan komprehensif mengenai UHI dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat di dua kota pesisir dengan kondisi iklim yang berbeda. Kolombo dan Shenzhen mengalami efek UHI yang signifikan, dengan urbanisasi sebagai kontributor terbanyak terhadap peningkatan suhu permukaan tanah. Di Kolombo pertumbuhan perkotaan sangat cepat, terutama pada garis pantai barat. Hal tersebut menyebabkan radiasi yang	<ol style="list-style-type: none"> 1. Stres parah, Kolombo dan Shenzhen mengalami kondisi stres panas yang sangat parah akibat efek UHI. Kondisi stres yang sangat parah ini terjadi selama 5 – 6 bulan setiap tahun 2. Risiko masalah kesehatan yang berkaitan dengan panas seperti kram panas, kelelahan akibat panas serta sengatan panas. Hasil penelitian di Kolombo menunjukkan kemungkinan efek

No.	Pengarang/judul	Lokasi	Tinjauan	Dampak/Risiko
			<p>lebih tinggi. Menjadikannya sebagai daerah dengan risiko tinggi untuk stres panas dan penyakit terkait. Pada bulan – bulan musim panas ditemukan kondisi stres yang sangat parah dengan kemungkinan sengatan panas yang sangat tinggi.</p>	<p>kesehatan yang sangat parah. 3. Dampak signifikan terhadap populasi rentan. Anak – anak, orang tua, dan kelompok yang sudah ada riwayat penyakit.</p>
5	<p>Janice Y. Ho dkk./ Urban Heat Island Effect-Related Mortality Under Extreme Heat And Non-Extreme Heat Scenarios: A 2010–2019 Case Study In Hong Kong</p>	Hongkong	<p>Artikel ini menyelidiki efek pulau panas perkotaan (UHI) dan hubungannya dengan tingkat kematian selama skenario panas ekstrem dan panas non-ekstrim di Hong Kong dari 2010 hingga 2019. Studi ini menekankan perlunya memahami bagaimana UHI mengintensifkan efek buruk panas pada kesehatan manusia, terutama selama peristiwa panas ekstrem. Pada kondisi panas sedang, tinggi, selama peristiwa panas ekstrem ada peningkatan risiko kematian yang signifikan, sementara daerah dengan kondisi panas rendah tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan suhu dan kematian.</p>	<p>1. Peningkatan risiko kematian. Risiko kematian meningkat secara signifikan pada daerah yang diklasifikasikan dengan kondisi panas ekstrem sedang dan tinggi. Di daerah tersebut risiko kematian hampir dua kali lipat dibandingkan dengan daerah UHI rendah. Menunjukkan korelasi langsung antara intensitas UHI dengan kondisi kesehatan. 2. Kerentanan pada kelompok lansia terutama yang berumur 75 tahun ke atas. Kelompok ini sangat rentan terhadap kematian terkait panas. Hasil penelitian menunjukkan apabila kematian tersebut terjadi pada daerah dengan UHI tinggi dan kurang signifikan pada daerah dengan UHI rendah.</p>
6	<p>Wang dkk. /Urban heat island circulations over the Beijing-Tianjin region under calm and fair conditions</p>	Beijing dan Tianjin	<p>Artikel ini menyelidiki bagaimana efek UHI pada kesehatan pendudukan terutama di kota – kota besar. Studi ini mengevaluasi evolusi spasial dengan risiko kesehatan yang berkaitan dengan UHI. Daerah yang paling terpengaruh oleh UHI terletak di daerah perkotaan pusat, dengan fragmentasi daerah risiko tinggi tersebar di sekitaran pinggiran kota terutama yang terdapat kawasan industri dan daerah dengan kepadatan bangunan tinggi. Perubahan temporal dicatat, awalnya daerah risiko</p>	<p>1. Peningkatan masalah pernapasan dan kardiovaskular. penelitian ini menjelaskan efek UHI pada kardiovaskular dan pernapasan, terutama pada masalah pernapasan dengan tingkat korelasi yang tinggi. 2. Masalah emosional, kesejahteraan emosional pendudukan memburuk pada saat UHI meningkat, bergerak dari tingkat risiko yang rendah ke yang lebih tinggi. 3. Risiko kesehatan akibat UHI yang tidak merata,</p>

No.	Pengarang/judul	Lokasi	Tinjauan	Dampak/Risiko
7	Yifang Dai dkk./Spatiotemporal Mechanism Of Urban Heat Island Effects On Human Health— Evidence From Tianjin City Of China	Tianjin, China	tinggi berada di daerah pusat kota, tetapi seiring waktu berkembang ke luar, dipengaruhi oleh morfologi perkotaan dan urbanisasi yang cepat. Pola distribusi kesehatan berubah dari terpusat ke bentuk yang lebih menyebar dan terfragmentasi. Artikel membahas mengenai dampak UHI pada kesehatan penduduk di Tianjin dari 2006 – 2020. Penelitian ini menjelaskan ketika area UHI meningkat selama musim panas, zona suhu tinggi dan ekstrim meluas. Pengaruh UHI pada kesehatan penduduk meningkat hingga 2 kali dengan cakupan dampak hingga radius 373 KM ² . Dampak lingkungan termal terhadap kesehatan mengalami pergeseran sehingga mengakibatkan area pengaruh tingkat tinggi menjadi lebih tersebar dan lebih luas. hal tersebut dikarenakan perubahan tata letak fungsional perkotaan.	memerlukan mitigasi khusus pada daerah yang masuk dalam kategori wilayah risiko tinggi. 1. Meningkatkan insiden dan kematian yang memiliki gangguan mental, berhubungan dengan penambahan kasus orang dengan gangguan mental atau perilaku, ataupun mereka yang memiliki gejala demensia, gangguan afektif, neurosis, dan penyakit yang berhubungan dengan stres. 2. Penyakit pernapasan dan kardiovaskular, UHI paling berdampak pada kesehatan pernapasan dan kardiovaskular. Risiko penyakit pernapasan dan kardiovaskular signifikan terhadap suhu.
8	Huanchun Huang dkk./Spatio-Temporal Mechanism Underlying The Effect Of Urban Heat Island On Cardiovascular Diseases	China	Penelitian ini secara khusus mengeksplorasi hubungan antara UHI dengan penyakit kardiovaskular. hasil penelitian menjelaskan suhu udara maksimum berkorelasi positif dengan kejadian kematian akibat masalah kardiovaskular. secara khusus setiap peningkatan suhu 1° C, risiko kematian akibat masalah kardiovaskular meningkat sebesar 4,27%. Selain itu UHI secara signifikan menaikkan suhu sekitar, terutama pada musim – musim panas. Dampak area yang terkena UHI juga meluas seiring tahun dari daerah perkotaan pusat hingga ke pinggiran kota, sejalan dengan pengaruh UHI yang berkembang pada kesehatan masyarakat.	1. Secara khusus artikel ini membahas bagaimana dampak UHI terhadap respon dari masalah kardiovaskular. paparan suhu tinggi pada tubuh dalam jangka waktu yang lama mengaktifkan respon inflamasi dalam tubuh, yang beresiko menyebabkan jantung koroner 2. Viskositas darah dan fungsi jantung. Volume plasma darah menurun sedangkan viskositas darah meningkat sehingga menyebabkan risiko kejadian kardiovaskular yang lebih tinggi. 3. Risiko tinggi pada kelompok lansia, terlebih yang memiliki masalah kesehatan bawaan

No.	Pengarang/judul	Lokasi	Tinjauan	Dampak/Risiko
9	Chaston dkk./Mortality Burden of Heatwaves in Sydney, Australia Is Exacerbated by the Urban Heat Island and Climate Change: Can Tree Cover Help Mitigate the Health Impacts?	Sydney Australia	Membahas mengenai beban kematian akibat gelombang panas di Sydney, Australia dengan merincikan efek yang memperburuk UHI dan perubahan Iklim. Artikel juga membahas mengenai peran potensial dari tutupan pohon terhadap peningkatan panas serta dampaknya bagi kesehatan.	<ol style="list-style-type: none">1. Rata-rata, 117,3 kematian per tahun di Sydney dapat dikaitkan dengan panas, dengan interval kepercayaan 37,2-189,8 kematian.2. Risiko relatif gelombang panas berdasarkan NAB khusus populasi sydney mengukur beban kematian yang berhubungan dengan paparan panas.
10	Santamouris dkk./Increasing Green Infrastructure in Cities: Impact on Ambient Temperature, Air Quality and Heat-Related Mortality and Morbidity	Amerika Serikat	Artikel tersebut menekankan korelasi yang signifikan antara penurunan suhu dan penurunan angka kematian akibat panas. Untuk setiap penurunan 0,1°C pada suhu puncak harian, terdapat penurunan rata-rata 2,94% dalam kematian terkait panas. Namun, penelitian ini menunjukkan kurangnya studi komprehensif tentang morbiditas terkait panas, yang menunjukkan perlunya investigasi lebih lanjut di bidang ini	<ol style="list-style-type: none">1. Suhu panas perkotaan secara signifikan meningkatkan risiko kesehatan, terutama pada populasi yang rentan seperti lansia. Suhu lingkungan yang lebih tinggi dikaitkan dengan peningkatan angka kematian dan morbiditas, dengan daerah perkotaan mengalami risiko kematian akibat panas 6% lebih tinggi dibandingkan dengan daerah pedesaan2. Polusi udara di luar ruangan diidentifikasi sebagai bahaya kesehatan lingkungan yang utama, yang berkontribusi terhadap masalah pernapasan dan kardiovaskular yang serius. Paparan ozon di permukaan tanah dan materi partikulat dapat meningkatkan angka kematian. Meskipun ada peningkatan dalam beberapa metrik kualitas udara, konsentrasi ozon di permukaan tanah terus meningkat karena urbanisasi dan perubahan iklim3. Artikel ini membahas bagaimana masalah kesehatan terkait panas, dikombinasikan dengan penyakit tidak menular lainnya (seperti diabetes dan penyakit

No.	Pengarang/judul	Lokasi	Tinjauan	Dampak/Risiko
11	Arifwidodo dkk. /Urban heat stress and human health in Bangkok, Thailand	Bangkok, Thailand	Penelitian ini menyelidiki dampak tekanan panas perkotaan terhadap kesehatan dan kesejahteraan penduduk di Bangkok. Fokus pada faktor-faktor penentu stres akibat panas dan dampak buruknya terhadap hasil kesehatan, terutama pada kondisi sosial ekonomi dan faktor lingkungan perkotaan. Diketahui populasi perkotaan berpenghasilan rendah yang tinggal di daerah dengan kepadatan tinggi dengan ruang hijau yang terbatas lebih rentan terhadap tekanan panas. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya paparan panas akibat kondisi lingkungan dan faktor sosial ekonomi. Individu dengan stres panas yang tinggi mengalami kesehatan yang buruk, termasuk kepuasan hidup rendah, imunitas kurang, dan masalah emosional.	<p>kardiovaskular), meningkatkan beban kesehatan di perkotaan, terutama di masyarakat berpenghasilan rendah dan menengah. Demografi ini diperkirakan akan menghadapi peningkatan risiko kesehatan yang cukup besar akibat perubahan iklim dan urbanisasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kesehatan fisik, stres panas yang berdampak pada kelelahan, sengatan panas, dan kram panas. Kondisi muncul akibat paparan panas yang berlebih selama aktivitas harian. Kondisi ini terutama terjadi di lingkungan perkotaan dengan peningkatan suhu yang signifikan akibat dari efek UHI 2. Masalah mental, stres panas menyebabkan perubahan suasana hati, peningkatan dan tekanan fisiologis. Individu yang mengalami stres panas diketahui kepuasan hidup dan tingkat imunitas yang lebih rendah. Hal tersebut berdampak pada masalah emosional.
12	Mirzaei dkk./Urban Heat Island Monitoring and Impacts on Citizen's General Health Status in Isfahan Metropolis: A Remote Sensing and Field Survey Approach	Isfahan, Iran	Penelitian ini menyelidiki hubungan antara UHI dengan kesehatan warga di Iran. Penelitian menggunakan teknik penginderaan jauh dan survei lapangan untuk menilai dampak kesehatan. Warga yang tinggal di daerah yang terkena UHI menunjukkan masalah kesehatan yang signifikan, secara khusus responden melaporkan dampak kesehatan fisik sedang hingga berat, sementara dimensi kesehatan non fisik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dampak terhadap kondisi fisiologis. Sebesar 92,7 % populasi melaporkan dampak kesehatan fisik sedang hingga berat akibat efek dari UHI. Dampak tersebut berupa kelelahan panas, masalah pernapasan, penyakit terkait panas lainnya, hal ini diperburuk oleh suhu permukaan tanah yang tinggi 2. Masalah kesehatan mental, pendudukan yang tinggal di daerah yang terdampak

No.	Pengarang/judul	Lokasi	Tinjauan	Dampak/Risiko
			seperti kecemasan dan depresi juga sangat terpengaruh	<p>UHI mengalami tekanan psikologis yang signifikan. Sub masalah kesehatan mental berdasarkan kuesioner GHQ – 28 yang menilai kecemasan gangguan tidur, fungsi sosial dan depresi menunjukkan respon yang parah pada populasi.</p> <p>3. Kegiatan sosial, UHI berkontribusi pada penurunan kesehatan sosial. Interaksi sosial berkurang akibat dari efek panas. Hal ini dapat memperburuk perasaan isolasi dan masalah kesehatan mental di antara penduduk</p>
13	Bu dkk. / The synergistic effect of high temperature and relative humidity on non-accidental deaths at different urbanization levels	China	<p>Penelitian ini membahas mengenai kondisi iklim, khususnya suhu dan kelembaban tinggi dan dampaknya pada kematian non disengaja di berbagai tingkat urbanisasi di China. Penelitian dilakukan pada 30 kota dengan tingkat urbanisasi dan iklim yang berbeda untuk memahami dampak suhu dan kelembaban pada hasil kesehatan. Temuan menunjukkan terdapat hubungan signifikan antara paparan jangka panjang suhu tinggi dan kelembaban relatif terhadap risiko kematian. Daerah perkotaan dengan tingkat pembangunan yang lebih tinggi menunjukkan risiko relatif yang lebih rendah dengan faktor iklim, asumsinya infrastruktur dan sistem perawatan yang baik dapat mengurangi beberapa efek buruk dari faktor risiko tersebut.</p>	<p>1. Risiko kesehatan langsung, suhu tinggi diketahui berkontribusi terhadap kematian berlebih secara langsung, khususnya pada populasi rentan seperti orang tua dan mereka yang memiliki penyakit bawaan. Studi menekankan bahwa panas ekstrim dapat menyebabkan penyakit terkait panas, termasuk serangan panas yang beresiko fatal apabila tidak segera ditangani.</p> <p>2. Kombinasi suhu tinggi dan kelembaban menciptakan lingkungan yang lebih berbahaya daripada salah satu faktor saja. Kelembaban tinggi mengurangi kemampuan tubuh untuk mendinginkan dirinya sendiri melalui keringat, menyebabkan peningkatan risiko panas berlebih.</p> <p>3. Kesehatan pernapasan dan kardiovaskular. kelembaban tinggi dapat memperburuk kesehatan pernapasan dengan mempromosikan penyebaran patogen</p>

No.	Pengarang/judul	Lokasi	Tinjauan	Dampak/Risiko
14	Hao Tian dkk. /Effects of high-frequency temperature variabilities on the morbidity of chronic obstructive pulmonary disease: Evidence in 21 cities of Guangdong, South China	China	Penelitian ini menyelidiki dampak variabilitas suhu frekuensi tinggi (HFTV) terhadap tingkat rawat inap penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) di 21 kota di Guangdong, Cina Selatan. temuan signifikan mengenai bagaimana fluktuasi suhu memengaruhi kesehatan, terutama pada populasi yang rentan.	<p>seperti bakteri dan jamur, sehingga meningkatkan risiko penyakit pernapasan. Selain itu kelembaban tinggi juga mengaktifkan faktor stres oksidatif dan mediator inflamasi, yang terkait dengan penyakit kardiovaskular</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hubungan dengan rawat inap, studi menemukan hubungan yang signifikan antara perubahan suhu dan rawat inap PPOK. Peningkatan interkuartil dalam perubahan suhu harian dikaitkan dengan peningkatan 24% ada pasien PPOK. Sementara dalam variabilitas suhu IITV dikaitkan dengan peningkatan 18% pasien rawat inap. hal ini menyoroti beban kesehatan langsung yang ditimbulkan oleh variabilitas suhu pada individu dengan kondisi pernapasan kronis. 2. Kerentanan kelompok tertentu, demografi tertentu terutama laki- laki dan individu 0-64 tahun lebih rentan terhadap dampak buruk perubahan suhu. Populasi yang lebih muda dan laki – laki mungkin menghadapi risiko rawat inap yang lebih tinggi karena fluktuasi suhu lingkungan 3. Suhu DTD positif signifikan meningkatkan risiko rawat inap. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu yang tiba – tiba dapat memperburuk masalah kesehatan, terutama mereka yang menderita PPOK 4. Faktor demografis, sosiologis, dan

No.	Pengarang/judul	Lokasi	Tinjauan	Dampak/Risiko
15	Jia dkk./Population heat exposure risk from the perspective of urban heat island spatial expansion in China during 2005–2020	China	Penelitian ini menyelidiki efek pulau panas perkotaan (urban heat island/UHI) di Cina dari tahun 2005 hingga 2020, fokus penelitian mengenai risiko paparan panas pada populasi terkait dengan perluasan wilayah paparan.	<p>1. Peningkatan morbiditas dan mortalitas. UHI berkontribusi pada peningkatan suhu di daerah perkotaan, menyebabkan peningkatan angka morbiditas dan mortalitas, terutama pada populasi lansia. Suhu tinggi yang ekstrem merupakan bahaya global yang signifikan mempengaruhi kesehatan</p> <p>2. Heat stress. Paparan suhu tinggi dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan penyakit yang berhubungan dengan panas.</p> <p>3. Populasi rentan. Daerah padat penduduk mengalami dampak kesehatan yang lebih tinggi akibat intensitas UHI yang tinggi. Di daerah dengan kepadatan penduduk rendah, dampak kesehatan tidak terlalu mencolok, tetapi di pusat kota risikonya meningkat secara signifikan karena konsentrasi dan kepadatan penduduk</p>
16	Dong dkk. /Assessing Heat Health Risk for Sustainability in Beijing’s Urban Heat Island	Beijing, China	Analisis komprehensif mengenai risiko kesehatan akibat panas yang terkait dengan urbanisasi dan perubahan iklim di Beijing. Studi ini menggunakan pendekatan baru untuk menilai risiko-risiko ini dengan berfokus pada tiga faktor utama: bahaya, kerentanan, dan lingkungan.	<p>1. Penyakit terkait panas. Suhu tinggi menyebabkan masalah kesehatan langsung seperti kelelahan akibat panas, kram panas, pingsan akibat panas. Kondisi ini beresiko pada kematian jika tidak segera ditangani</p> <p>2. Kondisi kesehatan kronis. Suhu tinggi memperburuk kondisi kesehatan bawaan. Terutamanya penyakit kardiovaskular, pernapasan, peredaran darah, ginjal, dan sistem saraf. Memburuknya kondisi ini dapat menyebabkan morbiditas</p>

No.	Pengarang/judul	Lokasi	Tinjauan	Dampak/Risiko
				<p>dan mortalitas selama gelombang panas.</p> <p>3. Faktor kerentanan. Kepadatan penduduk, distribusi usia, tingkat pendapatan. Faktor – faktor ini berkontribusi pada risiko secara keseluruhan. Demografi tertentu mungkin lebih rentan terhadap masalah kesehatan yang berhubungan.</p>
17	Cleland dkk. /Urban heat island impacts on heat-related cardiovascular morbidity: A time series analysis of older adults in US metropolitan areas	Amerika Serikat	Menyelidiki hubungan antara UHI dan morbiditas penyakit kardiovaskular terkait panas (CVD) diantara orang dewasa yang lebih tua. Kumpulan data yang komprehensif untuk menganalisis bagaimana paparan panas yang ekstrem memengaruhi tingkat rawat inap untuk CVD.	<p>1. Peningkatan morbiditas kardiovaskular. Panas ekstrem secara signifikan meningkatkan risiko rawat inap penyakit kardiovaskular. Secara khusus, terdapat peningkatan risiko sebesar 1,5% secara keseluruhan dengan risiko yang lebih tinggi sebesar 2,4% di daerah UHI tinggi. Hal ini menunjukkan daerah perkotaan dengan pulau panas yang lebih intens menghadapi risiko kesehatan yang lebih besar karena suhu tinggi</p> <p>2. Populasi rentan. Orang tua dan dengan kondisi kronis memiliki risiko lebih tinggi terkena penyakit kardiovaskular terkait panas. Selain itu individu dengan kondisi kronis seperti diabetes dan penyakit ginjal kronis lebih rentan terhadap efek buruk dari panas yang ekstrem. Demografi ini mengalami dampak yang paling besar dari penyakit kardiovaskular terkait panas.</p>
18	Simpson dkk. /Estimated mortality attributable to the urban heat island during the record-breaking 2022 heatwave in London	London	menyelidiki dampak pulau panas perkotaan (UHI) terhadap kematian terkait panas selama gelombang panas yang signifikan pada Juli 2022. Penelitian ini memperkirakan bahwa dari	<p>1. Peningkatan risiko kematian. Penelitian ini memperkirakan bahwa 370 dari 1.773 kematian selama gelombang panas disebabkan oleh panas dengan 107 kematian ini</p>

No.	Pengarang/judul	Lokasi	Tinjauan	Dampak/Risiko
			<p>1.773 kematian di Greater London selama gelombang panas dari 10 Juli hingga 25 Juli 2022, sekitar 370 kematian (interval kepercayaan 95% 328-410) disebabkan oleh panas. Khususnya, 107 dari kematian ini secara khusus terkait dengan efek UHI, terutama mempengaruhi populasi lansia berusia 75 tahun ke atas.</p>	<p>berkaitan secara khusus akibat efek UHI. Ini menunjukkan risiko besar terhadap kesehatan masyarakat selama peristiwa panas ekstrem terutama pada populasi rentan seperti orang tua.</p> <p>2. Perbandingan dengan polusi udara. Kematian yang disebabkan panas secara signifikan lebih tinggi daripada yang disebabkan oleh polusi udara. Misalnya kematian akibat PM 2.5 diperkirakan mencapai angka 20.6 sedangkan kematian terkait ozon adalah 52.3. ini menunjukkan bahwa selama panas ekstrem efek langsung dari panas mungkin menimbulkan risiko kesehatan yang lebih besar daripada polusi udara.</p> <p>3. Populasi rentan. Lansia memiliki risiko kematian terkait panas yang paling tinggi. Kelompok demografis ini lebih rentan terhadap efek buruk dari suhu ekstrem.</p> <p>4. Efek gabungan. Polusi udara dan suhu tinggi sering terjadi bersamaan, terutama dalam kondisi stabil dan angin rendah, hal ini mempersulit atribusi mortalitas, karena beberapa kematian mungkin disebabkan oleh kombinasi paparan panas dan polusi udara. Namun penelitian menunjukkan bahwa kematian disebabkan oleh panas jauh lebih tinggi daripada yang disebabkan oleh polusi udara selama gelombang panas</p>
19	Sara Lopes de Moraes dkk./ The potential	Sao Paulo Brazil	Menyelidiki dampak urbanisasi dan efek Pulau	1. Peningkatan risiko kematian. Penelitian

No.	Pengarang/judul	Lokasi	Tinjauan	Dampak/Risiko
	burden from urbanisation on heat-related mortality in Sao ~ Paulo, Brazil		Panas Perkotaan (UHI) terhadap kematian terkait panas selama peristiwa gelombang panas tertentu pada tahun 2014. Studi ini memperkirakan ada sekitar 394 kematian terkait panas selama periode gelombang panas 14 hari di São Paulo	<p>memperkirakan ada sekitar 394 kematian terkait panas terjadi selama gelombang panas 2014 di sao paulo. Angka ini menggarisbawahi risiko kesehatan signifikan yang ditimbulkan oleh panas ekstrem terutama di lingkungan perkotaan dimana efek UHI terkonsentrasi.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Kontribusi UHI. UHI bertanggung jawab atas 69 – 70% kematian akibat gelombang panas yang terjadi tersebut. Ini menunjukkan bahwa urbanisasi secara signifikan memperburuk risiko akibat paparan panas, menyebabkan kematian yang lebih tinggi 3. Populasi rentan. Lansia sangat rentan terhadap dampak terkait panas. Perlu adanya stratifikasi dampak kesehatan berdasarkan usia untuk memahami kelompok populasi mana yang lebih beresiko 4. Kondisi sosial ekonomi. Status kesehatan yang buruk dan terbatasnya akses ke perawatan di daerah dapat memperburuk efek dari panas ekstrem.
20	Predrag Ignjačević dkk. /Climate-induced mortality projections in Europe: Estimation and valuation of heat-related deaths	Eropa	Artikel ini berfokus pada meningkatnya prevalensi panas ekstrem di Eropa dan dampak signifikannya terhadap kesehatan manusia, terutama di daerah perkotaan. Para penulis mengembangkan model penilaian terpadu (IAM) skala lokal untuk memproyeksikan kematian terkait panas dan mengevaluasi efektivitas kebijakan iklim.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peningkatan kematian, studi memproyeksikan bahwa panas dapat menyebabkan peningkatan substansial dalam tingkat kematian di seluruh eropa. Salah satu contoh proyeksi Negara Turki dapat mengalami lebih dari 1 juta kematian pada akhir abad ini. 2. Kesenjangan regional, dampak kesehatan tidak merata di seluruh eropa. Negara – negara eropa

No.	Pengarang/judul	Lokasi	Tinjauan	Dampak/Risiko
				selatan dan timur diperkirakan akan menghadapi perkiraan kematian relatif tertinggi dengan proyeksi bahwa kematian musim panas disebabkan oleh panas ekstrem dapat melebihi 10% setiap tahun di negara – negara seperti Rumania, Bulgaria, dan Ukraina pada tahun 2070
			3. Efek UHI. UHI	memperburuk risiko kesehatan di daerah perkotaan dimana suhu dapat naik secara signifikan lebih tinggi daripada daerah di pedesaan. Efek ini diperkirakan beresiko menyebabkan kematian kumulatif menjadi 9,65 juta orang di bawah skenario RCP 8.5

Setelah menelaah artikel yang ditinjau, penulis merangkum informasi mengenai temuan utama dan hasil penelitian. Data mengenai lokasi, tinjauan singkat, dan dampak serta efek diekstraksi secara manual dari artikel tersebut. Lebih lanjutnya penulis meninjau mengenai dampak peningkatan panas dan panas pulau perkotaan, dengan indikator masalah kesehatan akibat UHI dan peningkatan panas, dampak terhadap morbiditas, dan hingga ke dampak terhadap mortalitas.

Masalah Kesehatan Akibat UHI dan Peningkatan Panas

Berdasarkan hasil tinjauan, paparan dan efek peningkatan panas dan pulau panas perkotaan bagi kesehatan antara lain adalah gangguan kardiovaskular, gangguan pernapasan, gangguan mental, gangguan psikosomatik, diabetes, gangguan imunitas, efek terhadap kelompok rentan/dengan penyakit bawaan, hingga mortalitas. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kategori masalah kesehatan yang diakibatkan oleh UHI

No	Kategori Efek	Nomor artikel	Persentase
1	Gangguan kardiovaskular	1,3,6,7,8,10,13,16,17	45%
2	Gangguan pernapasan	6,7,10,12,13,14,16	35%
3	Gangguan psikologi	1,2,3,4,5,7,11,12,13,15	50%
4	Gangguan psikosomatik,	1,2,4,7,11,12,16	35%
5	Diabetes	10,17	10%
6	Gangguan imunitas	3,11	10%
7	Efek terhadap kelompok rentan/dengan penyakit bawaan	2,5,8,10,13,14,15,16,17,18,19	65%
8	Mortalitas	5,9,10,13,15,18,19,20	40%

Berdasarkan penjabaran dari Tabel 4, diketahui dampak UHI dan peningkatan panas

yang paling parah terhadap peningkatan morbiditas pada kelompok rentan, gangguan

psikologi, dan gangguan kardiovaskular. Sementara itu dampak paparan paling rendah adalah diabetes, gangguan imunitas.

Kondisi panas dan masalah kesehatan bawaan meningkat drastis pada kelompok rentan seperti lansia dan kelompok dengan status sosial ekonomi rendah (Wang *dkk.*, 2020). UHI dan suhu berdampak sangat signifikan pada populasi lansia diatas 75 tahun. Hal tersebut terbukti dengan tingkat mortalitas rendah pada daerah yang terpapar UHI rendah tetapi meningkat pada daerah dengan tingkat paparan UHI tinggi dan peningkatan morbiditas pada daerah dengan tingkat UHI sedang (Ho, Shi, *dkk.*, 2023). Masalah kesehatan terkait panas yang dikombinasikan dengan penyakit tidak menular, meningkatkan beban kesehatan di perkotaan terutama pada kelompok masyarakat berpenghasilan rendah dan menengah. Kelompok tersebut diperkirakan akan menghadapi peningkatan risiko kesehatan yang cukup besar (Santamouris and Osmond, 2020). Suhu tinggi berkontribusi terhadap kematian berlebih secara langsung, khususnya pada kelompok rentan seperti orang tua dan kelompok yang memiliki penyakit bawaan (Bu *dkk.*, 2024). Kondisi pulau panas perkotaan dan peningkatan panas berperan signifikan terhadap masalah kesehatan seperti heat stress (stres akibat panas) (Jia *dkk.*, 2024). Penduduk yang tinggal di daerah yang terdampak UHI mengalami tekanan psikologis yang signifikan. Masalah yang ditimbulkan berupa kecemasan, gangguan tidur, fungsi sosial, dan depresi (Mirzaei *dkk.*, 2020). Lebih jauh lagi stres panas menyebabkan perubahan suasana hati, proyeksi dalam penelitian yang ditinjau mengemukakan individu yang mengalami stres panas secara terus – menerus berpengaruh terhadap kepuasan hidup dikarenakan emosional terganggu (Arifwidodo dan Chandrasiri, 2020). Apabila UHI dan peningkatan panas dialami oleh kelompok rentan, dapat beresiko meningkatkan gangguan mental, peningkatan morbiditas pada kasus demensia, hingga menyebabkan stres (Dai dan Liu, 2022b).

Tidak hanya berdampak pada kesehatan mental, lebih parahnya UHI dan peningkatan panas perkotaan beresiko meningkatkan morbiditas terhadap penyakit kardiovaskular. Kondisi panas ekstrem secara signifikan meningkatkan risiko rawat inap penyakit kardiovaskular, secara khusus peningkatan risiko tinggi sebesar 2,4 % di daerah dengan dampak UHI yang tinggi (Cleland *dkk.*, 2023).

Kondisi tersebut dapat diperparah apabila UHI dan peningkatan panas dikombinasikan dengan kondisi kelembaban yang tinggi (Bu *dkk.*, 2024). Paparan suhu tinggi dalam waktu lama meningkatkan respon inflamasi dalam tubuh yang beresiko menyebabkan jantung koroner (Huang, Deng, Yang, Li, *dkk.*, 2020).

Dampak UHI dan Peningkatan Panas Terhadap Peningkatan Mortalitas

Dampak UHI dan peningkatan panas terhadap mortalitas dikhususkan menjadi bahasan tersendiri. Hal tersebut dikarenakan keterkaitan dengan risiko kematian. Apabila morbiditas berfokus pada peningkatan dampak penyakit dalam tubuh atau penurunan kualitas hidup, mortalitas berarti konsekuensi akhir, atau kematian. Oleh karena itu dibahas secara eksplisit mengenai temuan dalam tinjauan artikel mengenai dampak UHI dan peningkatan panas terhadap risiko kematian.

Risiko kematian meningkat signifikan pada daerah yang diklasifikasikan dengan kondisi panas ekstrem, panas tinggi, dan panas sedang. Risiko kematian meningkat hampir dua kali lipat dibandingkan dengan daerah yang terpapar UHI rendah (Ho, Shi *dkk.*, 2023). Di Australia sendiri, diketahui rata – rata terdapat 117,3 kematian per tahun yang berkorelasi dengan efek panas. Gelombang panas yang melebihi ambang batas khusus memiliki hubungan yang signifikan terhadap beban atau risiko kematian (Chaston *dkk.*, 2022). Risiko kematian berdampak langsung secara signifikan terhadap risiko kematian pada kelompok rentan seperti orang tua dan orang yang memiliki penyakit kronis (Bu *dkk.*, 2024).

Dampak mortalitas UHI dapat diperparah pada kelompok rentan. Ibu hamil yang terpapar efek UHI di perkotaan beresiko terjadi kelahiran prematur sekitar 1,2 kali per kenaikan suhu 5 °C (Xiao *dkk.*, 2024). Persentase mortalitas lansia akibat paparan UHI tinggi ditemukan lebih tinggi terutama pada lansia dengan umur diatas 75 tahun (Ho, Yuan Shi, *dkk.*, 2023). Populasi yang lebih rentan memiliki risiko saat suhu mencapai nilai diatas kisaran median, atau saat peningkatan kondisi UHI atau panas dalam kondisi ekstrim (Alari, Letellier dan Benmarhnia, 2023). Hasil serupa ditemukan pada penelitian Silveira *dkk.* (2023), orang dengan usia lanjut (≥ 65 tahun) dan wanita lebih rentan terhadap risiko kematian akibat dampak gelombang panas dengan akibat masalah kardiovaskular. Dampak UHI dan peningkatan

panas secara signifikan meningkatkan risiko kematian, terutama pada kelompok rentan seperti orang lanjut usia dan penderita penyakit kronis. Oleh karena itu, perlu adanya upaya mitigasi dan adaptasi yang lebih baik untuk melindungi populasi rentan dari paparan panas ekstrem.

Upaya Mitigasi

Untuk mengurangi dampak negatif UHI dan peningkatan panas, dibutuhkan upaya mitigasi yang efektif. Tindakan mitigasi dapat dilakukan baik secara teknis ataupun sistematis. Salah satu upaya teknis adalah dengan menggunakan penggunaan lahan yang terletak di luar batas kota, yang berfungsi sebagai zona penyangga atau buffer untuk mengurangi efek UHI. Area tersebut dapat meliputi area seperti hutan, ladang, dan taman yang memiliki kemampuan menyerap panas, meningkatkan sirkulasi udara, dan memberikan efek pendingin untuk kawasan di sekitarnya (Yang *dkk.*, 2024). Dalam penelitian lain upaya yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan infrastruktur hijau dan biru pada lahan perkotaan. Memaksimalkan pengelolaan lahan hijau dan pengelolaan sumber daya air pada perkotaan dapat mengurangi dampak dari peningkatan panas dan UHI (Ramakreshnan dan Aghamohammadi, 2024).

KESIMPULAN DAN SARAN

UHI dan peningkatan panas pada perkotaan memiliki berbagai macam risiko bagi kesehatan. Baik secara langsung ataupun tidak langsung. Peningkatan morbiditas paling signifikan ditemukan adalah gangguan kardiovaskular, gangguan mental, dan peningkatan risiko penyakit yang sudah ada pada kelompok rentan. Dampak paling parah akibat peningkatan panas dan UHI baik secara langsung ataupun tidak langsung adalah kematian. Secara langsung dapat diakibatkan oleh kondisi panas yang terlalu ekstrim dan secara tidak langsung terjadi pada kelompok rentan yang memang sudah memiliki penyakit bawaan sebelumnya. Upaya mitigasi yang dapat dilakukan adalah dengan pengelolaan lahan hijau, area air terbuka pada daerah perkotaan, dan penyediaan lahan hijau pada daerah sekitarnya sebagai buffer untuk mengurangi panas pada daerah perkotaan. Lebih lanjutnya dampak UHI dan peningkatan panas pada daerah Asia Tenggara khususnya Indonesia

memerlukan kajian lebih lanjut, mengingat masih sedikit studi yang menimbang dampak langsung dari UHI dan peningkatan panas terhadap masalah kesehatan masyarakat. Terlebih kondisi iklim dan kelembaban di area tropis lebih tinggi.

DAFTAR RUJUKAN

- 1] Alari, A., Letellier, N. and Benmarhnia, T. (2023) 'Effect of different heat wave timing on cardiovascular and respiratory mortality in France', *Science of The Total Environment*, 892, p. 164543. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164543>.
- 2] Arifwidodo, S.D. and Chandrasiri, O. (2020) 'Urban heat stress and human health in Bangkok, Thailand', *Environmental Research*, 185, p. 109398. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109398>.
- 3] Ballester, J. *et al.* (2023) 'Heat-related mortality in Europe during the summer of 2022', *Nature Medicine*, 29(7), pp. 1857–1866. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41591-023-02419-z>.
- 4] Bu, Y. *et al.* (2024) 'The synergistic effect of high temperature and relative humidity on non-accidental deaths at different urbanization levels', *Science of The Total Environment*, 940, p. 173612. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173612>.
- 5] Chaston, T.B. *et al.* (2022) 'Mortality Burden of Heatwaves in Sydney, Australia Is Exacerbated by the Urban Heat Island and Climate Change: Can Tree Cover Help Mitigate the Health Impacts?', *Atmosphere*, 13(5), p. 714. Available at: <https://doi.org/10.3390/atmos13050714>.
- 6] Cleland, S.E. *et al.* (2023) 'Urban heat island impacts on heat-related cardiovascular morbidity: A time series analysis of older adults in US metropolitan areas', *Environment International*, 178, p. 108005. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.108005>.
- 7] Dai, Y. and Liu, T. (2022a) 'Spatiotemporal mechanism of urban heat island effects on human health—Evidence from Tianjin city of China', *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10, p. 1010400. Available at:

- <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.1010400>
- 8] Dai, Y. and Liu, T. (2022b) ‘Spatiotemporal mechanism of urban heat island effects on human health—Evidence from Tianjin city of China’, *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10. Available at: <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.1010400>
 - 9] Ebi, K.L. *et al.* (2021) ‘Hot weather and heat extremes: health risks’, *The Lancet*, 398(10301), pp. 698–708. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01208-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01208-3).
 - 10] Garuma, G.F. (2022) ‘How the Interaction of Heatwaves and Urban Heat Islands Amplify Urban Warming’, *Advances in Environmental and Engineering Research*, 3(2), pp. 1–1. Available at: <https://doi.org/10.21926/aeer.2202022>.
 - 11] Ho, J.Y., Shi, Y., *et al.* (2023) ‘Urban heat island effect-related mortality under extreme heat and non-extreme heat scenarios: A 2010–2019 case study in Hong Kong’, *Science of The Total Environment*, 858, p. 159791. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159791>.
 - 12] Ho, J.Y., Yuan Shi, *et al.* (2023) ‘Urban heat island effect-related mortality under extreme heat and non-extreme heat scenarios: A 2010–2019 case study in Hong Kong’, *Science of The Total Environment*, 858, p. 159791. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159791>.
 - 13] Huang, H., Deng, X., Yang, H., Li, S., *et al.* (2020) ‘Spatial Evolution of the Effects of Urban Heat Island on Residents’ Health’, *Tehnicki vjesnik - Technical Gazette*, 27(5). Available at: <https://doi.org/10.17559/TV-20200503211912>.
 - 14] Huang, H., Deng, X., Yang, H., Li, S., *et al.* (2020) ‘Spatial Evolution of the Effects of Urban Heat Island on Residents’ Health’, *Tehnički vjesnik*, 27(5), pp. 1427–1435. Available at: <https://doi.org/10.17559/TV-20200503211912>.
 - 15] Jia, R. *et al.* (2024) ‘Population heat exposure risk from the perspective of urban heat island spatial expansion in China during 2005–2020’, *Urban Climate*, 56, p. 101987. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2024.101987>.
 - 16] Kong, J. *et al.* (2021) ‘Urban Heat Island and Its Interaction with Heatwaves: A Review of Studies on Mesoscale’, *Sustainability*, 13(19), p. 10923. Available at: <https://doi.org/10.3390/su131910923>.
 - 17] Macintyre, Helen.L. *et al.* (2021) ‘The winter urban heat island: Impacts on cold-related mortality in a highly urbanized European region for present and future climate’, *Environment International*, 154, p. 106530. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106530>.
 - 18] Mirzaei, M. *et al.* (2020) ‘Urban Heat Island Monitoring and Impacts on Citizen’s General Health Status in Isfahan Metropolis: A Remote Sensing and Field Survey Approach’, *Remote Sensing*, 12(8), p. 1350. Available at: <https://doi.org/10.3390/rs12081350>.
 - 19] Moraes, S.L. de *et al.* (2024) ‘The potential burden from urbanisation on heat-related mortality in São Paulo, Brazil’, *Urban Climate*, 57, p. 102104. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2024.102104>.
 - 20] Nanayakkara, S. *et al.* (2023) ‘Analysis of Urban Heat Island Effect, Heat Stress and Public Health in Colombo, Sri Lanka and Shenzhen, China’, *Atmosphere*, 14(5), p. 839. Available at: <https://doi.org/10.3390/atmos14050839>.
 - 21] Oke, T.R. (1995) ‘The Heat Island of the Urban Boundary Layer: Characteristics, Causes and Effects’, in J.E. Cermak *et al.* (eds) *Wind Climate in Cities*. Dordrecht: Springer Netherlands, pp. 81–107. Available at: https://doi.org/10.1007/978-94-017-3686-2_5.
 - 22] Page, M.J. *et al.* (2021) ‘PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews’, *BMJ*, p. n160. Available at: <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>.
 - 23] Preston, I. (2024) *Guides and databases: Systematic reviews: Systematic reviews*, University College London. Available at: <https://library-guides.ucl.ac.uk/systematic-reviews/home> (Accessed: 15 September 2024).
 - 24] Ramakreshnan, L. and Aghamohammadi, N. (2024) ‘The Application of Nature-Based Solutions for Urban Heat Island Mitigation in Asia: Progress, Challenges,

- and Recommendations’, *Current Environmental Health Reports*, 11(1), pp. 4–17. Available at: <https://doi.org/10.1007/s40572-023-00427-2>.
- 25] Santamouris, M. and Osmond, P. (2020) ‘Increasing Green Infrastructure in Cities: Impact on Ambient Temperature, Air Quality and Heat-Related Mortality and Morbidity’, *Buildings*, 10(12), p. 233. Available at: <https://doi.org/10.3390/buildings10120233>.
- 26] Silveira, I.H. *et al.* (2023) ‘Heat waves and mortality in the Brazilian Amazon: Effect modification by heat wave characteristics, population subgroup, and cause of death’, *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 248, p. 114109. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2022.114109>.
- 27] Wang, Q. *et al.* (2020) ‘Urban heat island circulations over the Beijing-Tianjin region under calm and fair conditions’, *Building and Environment*, 180, p. 107063. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107063>.
- 28] Wei, C. *et al.* (2021) ‘Synergies between Urban Heat Island and Urban Heat Wave Effects in 9 Global Mega-Regions from 2003 to 2020’, *Remote Sensing*, 14(1), p. 70. Available at: <https://doi.org/10.3390/rs14010070>.
- 29] Xiao, X. *et al.* (2024) ‘Using individual approach to examine the association between urban heat island and preterm birth: A nationwide cohort study in China’, *Environment International*, 183, p. 108356. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.108356>.
- 30] Yang, M. *et al.* (2024) ‘Mitigating urban heat island through neighboring rural land cover’, *Nature Cities*, 1(8), pp. 522–532. Available at: <https://doi.org/10.1038/s44284-024-00091-z>.