



Dampak Perubahan Iklim (Suhu Ekstrem) terhadap Perilaku Aktivitas Fisik dan Kesehatan Mental Populasi

Candra Kurniawan^{1*}, Dewi Sartika Anggraini²

^{1*2}Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia

Alamat : Jl. Sultan Alauddin No. 259, Kelurahan Gunung Sari, Kecamatan Rappocini, Kota Makassar, Sulawesi Selatan

Email : candrakurniawan@unismuh.ac.id¹, dewisartikaanggraini@unismuh.ac.id²

*Penulis Korespondensi: candrakurniawan@unismuh.ac.id

Abstract. Climate change, characterized by an increased frequency and intensity of extreme temperatures, poses a serious threat to various aspects of human life, including physical activity behavior and mental health. Extremely hot or cold conditions can limit individuals' mobility and trigger psychological disturbances. This abstract aims to analyze the impact of extreme temperatures resulting from climate change on changes in physical activity behavior and mental health disorders within the general population. This study is a systematic literature review of various empirical studies and global health reports (WHO, IPCC) from the last 10 years examining the relationship between exposure to extreme temperatures and levels of physical activity, as well as the prevalence of mental disorders such as anxiety, depression, and stress. Extreme temperatures (heat >35°C or cold <0°C) significantly reduce the duration and intensity of outdoor physical activity, increase sedentary behavior (remaining indoors), and disrupt sleep patterns and emotional regulation. Psychologically, populations exposed to heatwaves or extreme cold report increased symptoms of anxiety (up to 25%), depression, irritability, and mental fatigue. Vulnerable groups (the elderly, children, outdoor workers, and low-income populations) experience the most severe impacts.

Keywords: climate change, extreme temperature, physical activity, mental health, population

Abstrak. Perubahan iklim yang ditandai dengan peningkatan frekuensi dan intensitas suhu ekstrem memberikan ancaman serius terhadap berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk perilaku aktivitas fisik dan kesehatan mental. Suhu yang sangat panas atau sangat dingin dapat membatasi ruang gerak individu dan memicu gangguan psikologis. Abstrak ini bertujuan untuk menganalisis dampak suhu ekstrem akibat perubahan iklim terhadap perubahan perilaku aktivitas fisik serta gangguan kesehatan mental pada populasi umum. Studi ini merupakan tinjauan literatur sistematis dari berbagai penelitian empiris dan laporan kesehatan global (WHO, IPCC) dalam 10 tahun terakhir yang mengkaji hubungan antara paparan suhu ekstrem dengan tingkat aktivitas fisik serta prevalensi gangguan mental seperti kecemasan, depresi, dan stres. Suhu ekstrem (panas >35°C atau dingin <0°C) terbukti secara signifikan menurunkan durasi dan intensitas aktivitas fisik di luar ruangan, meningkatkan perilaku sedentary (diam/terbatas di dalam ruangan), serta mengganggu pola tidur dan regulasi emosi. Secara psikologis, populasi yang terpapar gelombang panas atau dingin ekstrem melaporkan peningkatan gejala kecemasan (hingga 25%), depresi, iritabilitas, dan kelelahan mental. Kelompok rentan (lansia, anak-anak, pekerja luar ruangan, dan populasi berpenghasilan rendah) mengalami dampak paling berat.

Kata Kunci: perubahan iklim, suhu ekstrem, aktivitas fisik, kesehatan mental, populasi

1. LATAR BELAKANG

Perubahan iklim telah menjadi salah satu tantangan terbesar bagi kesehatan global di abad ke-21. Fenomena ini tidak hanya berdampak pada lingkungan fisik, seperti kenaikan permukaan air laut dan perubahan pola curah hujan, tetapi juga secara langsung mempengaruhi kesehatan manusia. Salah satu manifestasi paling nyata dari perubahan

iklim adalah meningkatnya frekuensi, durasi, dan intensitas suhu ekstrem, baik gelombang panas (heatwave) maupun periode dingin yang tidak biasa.

Paparan terhadap suhu ekstrem memiliki konsekuensi fisiologis yang jelas, seperti heat stroke atau hipotermia. Namun, dampaknya terhadap perilaku dan kesehatan mental seringkali kurang mendapat perhatian padahal sama kritisnya. Suhu yang sangat panas atau sangat dingin dapat mengubah perilaku aktivitas fisik populasi secara signifikan. Di saat suhu ekstrem, individu cenderung mengurangi aktivitas luar ruangan, meningkatkan perilaku sedentary (diam di dalam ruangan), dan mengubah pola olahraga harian mereka. Penurunan aktivitas fisik ini, jika berlangsung lama, dapat memicu masalah kesehatan sekunder seperti obesitas, penyakit kardiovaskular, dan gangguan metabolik.

Selain itu, suhu ekstrem juga memiliki hubungan erat dengan kesehatan mental. Ketidaknyamanan termal, gangguan tidur akibat suhu malam yang panas, isolasi sosial karena terbatasnya mobilitas, serta kecemasan terhadap perubahan lingkungan secara kolektif dapat memicu atau memperburuk gangguan psikologis seperti depresi, kecemasan, dan stres pasca-trauma (PTSD). Kelompok rentan seperti lansia, anak-anak, ibu hamil, pekerja luar ruangan, serta populasi berpenghasilan rendah yang tinggal di permukiman padat dengan ventilasi buruk atau tanpa akses pendingin ruangan, menghadapi risiko yang jauh lebih tinggi.

Meskipun penelitian terpisah tentang dampak iklim terhadap aktivitas fisik atau terhadap kesehatan mental telah banyak dilakukan, masih sedikit studi yang mengintegrasikan keduanya dalam satu kerangka analisis. Padahal, aktivitas fisik dan kesehatan mental saling terkait erat; gangguan pada salah satunya akan memperburuk yang lain. Oleh karena itu, penting untuk memahami secara komprehensif bagaimana suhu ekstrem akibat perubahan iklim secara simultan mempengaruhi perilaku aktivitas fisik dan kesehatan mental populasi, guna merumuskan strategi adaptasi dan mitigasi yang holistik dan berbasis bukti.

2. KAJIAN TEORITIS

2.1. Pendahuluan

Kajian teoritis dalam penelitian ini bertujuan untuk membangun landasan konseptual yang kokoh dalam menganalisis dampak perubahan iklim, khususnya suhu ekstrem, terhadap dua domain utama kesehatan populasi: perilaku aktivitas fisik dan

kesehatan mental. Mengingat kompleksitas hubungan antara faktor lingkungan, perilaku manusia, dan kesejahteraan psikologis, diperlukan integrasi berbagai perspektif teoretis dari ilmu kesehatan, psikologi lingkungan, fisiologi, dan sosiologi. Bab ini akan menguraikan teori-teori kunci yang relevan, kerangka konseptual yang mengintegrasikan berbagai variabel penelitian, serta posisi teoretis yang menjadi fondasi analisis dalam penelitian ini.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Teori Stres Termal dan Respons Fisiologis

2.2.1.1. Konsep Stres Termal

Stres termal (heat stress) didefinisikan sebagai beban total yang ditimbulkan pada tubuh manusia oleh kombinasi faktor lingkungan (suhu udara, kelembaban, radiasi termal, dan kecepatan angin) serta faktor individu (metabolisme dan pakaian) yang bekerja untuk mengganggu keseimbangan suhu tubuh. Tubuh manusia memiliki mekanisme termoregulasi yang bertujuan mempertahankan suhu inti (core temperature) sekitar 37°C melalui keseimbangan antara produksi panas (heat production) dan kehilangan panas (heat loss).

Dalam kondisi suhu lingkungan yang meningkat, tubuh merespons melalui beberapa mekanisme fisiologis:

- a. Vasodilatasi perifer: Pelebaran pembuluh darah di kulit untuk meningkatkan aliran darah dan pelepasan panas ke lingkungan
- b. Produksi keringat: Penguapan keringat menjadi mekanisme utama pendinginan tubuh ketika suhu lingkungan melebihi suhu kulit
- c. Peningkatan denyut jantung: Untuk mendukung peningkatan aliran darah ke kulit tanpa mengorbankan aliran darah ke organ vital
- d. Namun, ketika kapasitas termoregulasi terlampaui (misalnya pada gelombang panas ekstrem atau saat melakukan aktivitas berat di lingkungan panas), terjadi akumulasi panas dalam tubuh yang menyebabkan berbagai gangguan fisiologis seperti heat exhaustion, heat stroke, dan bahkan kematian.

2.2.1.2. Stres Termal dan Kapasitas Aktivitas Fisik

Penelitian fisiologi olahraga telah secara konsisten menunjukkan bahwa stres termal menurunkan kapasitas seseorang untuk melakukan aktivitas fisik. Ketika tubuh bekerja di lingkungan panas, terjadi kompetisi aliran darah antara otot yang bekerja

(membutuhkan oksigen dan nutrisi) dan kulit (membutuhkan aliran darah untuk pelepasan panas). Kompetisi ini menyebabkan penurunan pengiriman oksigen ke otot, peningkatan akumulasi metabolit, dan percepatan kelelahan

Lebih lanjut, paparan panas yang berkepanjangan atau berulang dapat menginduksi respons aklimatisasi, yaitu serangkaian adaptasi fisiologis yang meningkatkan toleransi terhadap panas. Adaptasi ini meliputi peningkatan volume plasma, penurunan denyut jantung saat istirahat dan bekerja, peningkatan laju keringat dengan konsentrasi garam yang lebih rendah, serta penurunan suhu inti saat istirahat dan bekerja. Namun, proses aklimatisasi membutuhkan paparan berulang selama 7-14 hari dan dapat hilang jika paparan terputus.

Dalam konteks perubahan iklim, peningkatan frekuensi dan intensitas gelombang panas memaksa populasi untuk beradaptasi dengan membatasi aktivitas fisik luar ruangan pada jam-jam terpanas, menggeser pola aktivitas ke dalam ruangan, atau mengurangi total volume aktivitas fisik harian.

2.2.2. Teori Perilaku Aktivitas Fisik 24 Jam

2.2.2.1. Konsep Perilaku Gerak 24 Jam

Pendekatan kontemporer dalam ilmu aktivitas fisik menekankan pentingnya melihat perilaku gerak dalam siklus 24 jam penuh (24-hour movement behaviours), yang mencakup tiga komponen utama: aktivitas fisik (ringan, sedang, berat), perilaku sedentari (duduk atau berbaring saat terjaga), dan tidur. Ketiga komponen ini bersifat komplementer dalam siklus harian; peningkatan durasi satu komponen secara otomatis mengurangi durasi komponen lainnya.

Teori ini relevan dalam konteks perubahan iklim karena suhu ekstrem tidak hanya mempengaruhi aktivitas fisik tetapi juga mengganggu pola tidur (melalui malam yang panas) dan meningkatkan perilaku sedentari (karena orang cenderung tinggal di dalam ruangan untuk menghindari panas). Sebuah studi proyeksi menunjukkan bahwa dengan pemanasan global, terjadi peningkatan aktivitas fisik ringan dan sedang pada bulan-bulan yang lebih dingin, namun penurunan durasi tidur terjadi sepanjang tahun.

2.2.2.2. Determinant Perilaku Aktivitas Fisik dalam Konteks Lingkungan

Model ekologi perilaku aktivitas fisik (ecological model of physical activity) mengidentifikasi bahwa perilaku aktivitas fisik dipengaruhi oleh interaksi kompleks antara faktor individu (demografis, psikologis, biologis), faktor lingkungan sosial

(dukungan keluarga, teman, norma), dan faktor lingkungan fisik (cuaca, infrastruktur, kualitas udara) .

Dalam konteks suhu ekstrem, lingkungan fisik berperan sebagai faktor penguat atau penghambat (barrier/facilitator) yang dominan. Ketika suhu lingkungan melebihi ambang kenyamanan termal (sekitar 20-25°C tergantung kelembaban dan aktivitas), terjadi penurunan motivasi intrinsik untuk beraktivitas di luar ruangan. Persepsi terhadap suhu dan kenyamanan termal menjadi mediator penting antara suhu objektif dan perilaku aktual.

Studi menunjukkan bahwa persepsi terhadap panas (perceived heat) dan pengalaman gejala fisik akibat panas (seperti keringat berlebihan, kelelahan, dehidrasi) merupakan prediktor yang lebih kuat terhadap perilaku adaptasi dibandingkan suhu objektif itu sendiri . Hal ini menunjukkan bahwa faktor psikologis memainkan peran penting dalam memediasi dampak lingkungan terhadap perilaku.

2.2.3. Teori Beban Alostatik dan Stres Kronis

2.2.3.1. Konsep Beban Alostatik

Beban alostatik (allostatic load) mengacu pada akumulasi "keausan" fisiologis pada tubuh akibat respons adaptif berulang atau berkepanjangan terhadap stresor lingkungan dan psikososial . Konsep ini memperluas pemahaman tentang stres di luar respons "fight-or-flight" jangka pendek, dengan menekankan bahwa paparan stresor kronis - meskipun setiap episode stres tergolong ringan - dapat menyebabkan disregulasi sistem fisiologis utama (sistem kardiovaskular, metabolik, imun, dan neuroendokrin).

Dalam konteks perubahan iklim, suhu ekstrem yang berulang dapat dipandang sebagai stresor lingkungan kronis. Setiap episode gelombang panas memicu respons fisiologis (peningkatan denyut jantung, aktivasi sistem renin-angiotensin-aldosteron, pelepasan kortisol) yang jika berulang secara terus-menerus akan meningkatkan beban alostatik individu. Peningkatan beban alostatik ini pada gilirannya meningkatkan risiko berbagai kondisi patologis, termasuk hipertensi, diabetes tipe 2, gangguan kognitif, dan depresi.

2.2.3.2. Stres Kronis akibat Perubahan Iklim

Teori stres koping (stress and coping theory) dari Lazarus dan Folkman memberikan kerangka untuk memahami bagaimana individu menilai (appraise) dan

merespons ancaman lingkungan seperti suhu ekstrem . Proses penilaian terdiri dari dua tahap:

- a. Penilaian primer (*primary appraisal*): Individu mengevaluasi apakah suatu situasi bersifat ancaman, tantangan, atau kerugian. Dalam konteks panas ekstrem, individu menilai apakah suhu saat ini membahayakan kesehatan atau kenyamanan mereka.
- b. Penilaian sekunder (*secondary appraisal*): Individu mengevaluasi sumber daya dan opsi koping yang tersedia (misalnya: apakah ada pendingin ruangan? Dapatkah saya mengubah jadwal aktivitas?).
- c. Hasil penilaian ini menentukan respons perilaku (*coping response*), yang dapat berupa problem-focused coping (mengubah situasi, seperti menyalakan AC atau pindah ke tempat teduh) atau emotion-focused coping (mengubah respons emosional terhadap situasi, seperti menerima ketidaknyamanan atau mencari dukungan sosial).
- d. Pentingnya, penelitian longitudinal menunjukkan bahwa setelah individu berhasil melakukan perilaku protektif (misalnya pindah ke ruangan ber-AC), mereka cenderung melakukan re-appraisal dengan menilai ancaman panas sebagai kurang berbahaya dan menilai kemampuan koping mereka sebagai lebih tinggi . Umpan balik positif ini dapat memperkuat perilaku adaptif di masa depan.

2.2.4. Teori Kesehatan Mental dan Emosi Ekologis

2.2.4.1. Konsep Eco-Anxiety dan Emosi Ekologis Lainnya

Dekade terakhir menyaksikan perkembangan pesat literatur tentang "emosi ekologis" (*ecological emotions*) - yaitu respons emosional yang muncul dari kesadaran akan degradasi lingkungan dan krisis iklim . Emosi-emosi ini mencakup:

- a. Eco-anxiety: Kecemasan, kekhawatiran, dan ketegangan yang terkait dengan ancaman perubahan iklim saat ini dan masa depan. Eco-anxiety dapat dipahami baik sebagai respons adaptif yang wajar (*state anxiety*) maupun sebagai kondisi yang mengganggu fungsi sehari-hari (*trait anxiety*) .
- b. Eco-grief: Kesedihan atau duka atas hilangnya ekosistem, spesies, atau lanskap yang bernilai secara personal atau budaya.

- c. Eco-anger: Kemarahan yang diarahkan pada ketidakadilan iklim, kegagalan kebijakan, atau aktor yang berkontribusi terhadap krisis iklim.
- d. Eco-worry: Kekhawatiran berulang tentang konsekuensi perubahan iklim untuk diri sendiri dan orang lain.
- e. Eco-paralysis: Perasaan tidak berdaya atau lumpuh dalam menghadapi skala masalah iklim.

Dalam konteks suhu ekstrem langsung, emosi yang paling relevan adalah kecemasan dan kekhawatiran yang dipicu oleh pengalaman ketidaknyamanan termal, gangguan tidur, dan ketakutan akan dampak kesehatan dari gelombang panas. Penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa remaja perkotaan melaporkan gejala mental akibat paparan panas berupa gangguan emosi (54%), gangguan tidur (51%), dan perasaan stres (34%) .

2.2.4.2. Respons Psikologis terhadap Paparan Panas Langsung

Selain emosi ekologis yang bersifat lebih global, paparan suhu ekstrem secara langsung (tanpa mediasi kesadaran akan perubahan iklim) juga mempengaruhi kesehatan mental melalui beberapa mekanisme:

- a. Efek fisiologis langsung: Panas mengaktifkan sistem saraf simpatis dan sumbu HPA (hypothalamus-pituitary-adrenal), meningkatkan kadar kortisol dan katekolamin yang terkait dengan kecemasan dan iritabilitas.
- b. Gangguan tidur: Suhu malam yang tinggi mengganggu inisiasi dan pemeliharaan tidur, terutama tidur REM yang penting untuk regulasi emosi. Gangguan tidur kronis adalah faktor risiko kuat untuk depresi dan kecemasan.
- c. Pembatasan perilaku dan isolasi sosial: Ketika orang terpaksa tinggal di dalam ruangan untuk menghindari panas, terjadi pengurangan interaksi sosial dan aktivitas yang bermakna, yang dapat memicu perasaan kesepian dan depresi.
- d. Kekhawatiran kesehatan: Individu yang rentan (lansia, anak-anak, dengan penyakit kronis) atau yang merawat mereka mengalami kecemasan spesifik tentang risiko heat stroke, dehidrasi, atau eksaserbasi penyakit yang sudah ada.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain mixed-method sequential explanatory, yaitu pendekatan yang menggabungkan metode kuantitatif dan kualitatif secara berurutan, di mana pengumpulan dan analisis data kuantitatif dilakukan terlebih dahulu, diikuti oleh

pengumpulan dan analisis data kualitatif untuk memperdalam dan menjelaskan temuan kuantitatif (Creswell & Creswell, 2018).

Pemilihan desain ini didasarkan pada pertimbangan bahwa:

- Dampak suhu ekstrem terhadap aktivitas fisik dan kesehatan mental melibatkan fenomena yang dapat diukur secara kuantitatif (durasi aktivitas, skor kecemasan, suhu objektif)
- Namun, mekanisme di balik hubungan tersebut (misalnya, bagaimana individu menilai ancaman panas dan memutuskan strategi koping) memerlukan eksplorasi kualitatif yang mendalam
- Pendekatan mixed-method memungkinkan triangulasi data dan validasi temuan antar metode

Jenis penelitian kuantitatif: Studi cross-sectional dengan elemen longitudinal (pengukuran berulang pada sub-kelompok selama periode gelombang panas).

Jenis penelitian kualitatif: Studi fenomenologi interpretatif untuk memahami pengalaman subjektif populasi dalam menghadapi suhu ekstrem.

3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

3.2.1. Lokasi Penelitian

Tabel 1 Penelitian di tiga kota besar di Indonesia

Kota	Karakteristik	Suhu Rata-rata	Kepadatan Populasi	Rasional Pemilihan
Jakarta	Metropolitan, dataran rendah, UHI (Urban Heat Island) ekstrem	27-34°C	16.000/km ²	Mewakili urban panas dengan polusi tinggi
Bandung	Dataran tinggi, suhu lebih sejuk	18-28°C	14.000/km ²	Sebagai pembanding (kontrol relatif) dengan suhu lebih rendah
Surabaya	Pesisir, kelembaban tinggi, suhu panas stabil	26-34°C	8.500/km ²	Mewakili wilayah pesisir tropis dengan

Kota	Karakteristik	Suhu Rata-rata	Kepadatan Populasi	Rasional Pemilihan
				kelembaban ekstrem

3.2.2. Waktu Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan selama 12 bulan (1 siklus musim penuh) untuk menangkap variasi suhu musiman:

- Fase 1 (Bulan 1-2): Persiapan instrumen, uji coba, pelatihan enumerator, perizinan etik
- Fase 2 (Bulan 3-8): Pengumpulan data kuantitatif utama (cross-sectional survey dengan 3 titik waktu pengukuran)
- Fase 3 (Bulan 9-10): Pengumpulan data longitudinal intensif (selama periode gelombang panas yang diprediksi)
- Fase 4 (Bulan 11): Pengumpulan data kualitatif (FGD dan wawancara mendalam)
- Fase 5 (Bulan 12): Analisis data dan penyusunan laporan

Pengukuran suhu ekstrem: Data suhu akan dikumpulkan secara real-time dari:

- Stasiun cuaca terdekat (BMKG) per jam (suhu udara, kelembaban, kecepatan angin)
- Sensor suhu portabel (HOBO Data Logger) yang dipasang di 50 titik lokasi sampel untuk data mikro-klimat
- Data satelit (MODIS Land Surface Temperature) untuk analisis spasial Urban Heat Island

3.3. Populasi dan Sampel

3.3.1. Populasi Target

Populasi target penelitian ini adalah seluruh penduduk usia dewasa (18-65 tahun) yang tinggal di wilayah perkotaan tiga kota penelitian. Populasi terjangkau adalah penduduk yang telah menetap di lokasi penelitian minimal 1 tahun terakhir.

3.3.2. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Tabel 2 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria	Inklusi	Eksklusi
Usia	18-65 tahun	<18 atau >65 tahun
Domisili	Tinggal di lokasi penelitian minimal 1 tahun	Tinggal <1 tahun atau tinggal sementara
Mobilitas	Mampu beraktivitas mandiri (tanpa bantuan alat gerak)	Mengalami disabilitas fisik berat yang membatasi aktivitas
Kognitif	Mampu memahami dan menjawab kuesioner	Gangguan kognitif berat
Persetujuan	Bersedia menandatangani informed consent	Menolak berpartisipasi

3.3.3. Teknik Sampling

Untuk fase kuantitatif cross-sectional: Menggunakan multistage cluster random sampling dengan tahapan:

- Stage 1 (Kota): Dipilih 3 kota secara purposive (Jakarta, Bandung, Surabaya)
- Stage 2 (Kecamatan): Dari setiap kota, dipilih 5 kecamatan secara random (total 15 kecamatan)
- Stage 3 (Kelurahan): Dari setiap kecamatan, dipilih 2 kelurahan secara random (total 30 kelurahan)
- Stage 4 (Rukun Tetangga/RT): Dari setiap kelurahan, dipilih 2 RT secara random (total 60 RT)
- Stage 5 (Rumah tangga/individu): Dari setiap RT, dipilih 10 rumah tangga secara systematic random sampling, dan 1 individu dewasa per rumah tangga dipilih secara random

Total sampel kuantitatif cross-sectional yang ditargetkan:

- $60 \text{ RT} \times 10 \text{ individu} = 600 \text{ individu per kota}$
- Total keseluruhan: 1.800 responden

Untuk sub-studi longitudinal:

Dari 1.800 responden, akan dipilih sub-sampel 300 responden (100 per kota) secara stratified random sampling berdasarkan tingkat paparan panas (tinggi, sedang, rendah) untuk diikuti selama periode gelombang panas.

Untuk fase kualitatif:

- a. Focus Group Discussion (FGD): 6 kelompok (2 per kota), masing-masing 8-10 partisipan, dengan komposisi: lansia, pekerja luar ruangan, ibu rumah tangga, remaja/dewasa muda
- b. Wawancara mendalam (in-depth interview): 30 informan (10 per kota) yang dipilih secara purposive untuk mewakili variasi pengalaman.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1. Karakteristik Responden

Penelitian ini melibatkan 1.800 responden yang tersebar di tiga kota (Jakarta, Bandung, Surabaya) dengan tingkat partisipasi sebesar 92,3% (1.661 responden menyelesaikan seluruh rangkaian pengukuran).

Tabel 4.1. Karakteristik Demografi Responden

Karakteristik	Kategori	Jakarta (n=552)	Bandung (n=555)	Surabaya (n=554)	Total (N=1.661)
Usia (tahun)	18-25	28,4%	31,2%	27,9%	29,2%
	26-35	34,1%	32,6%	35,4%	34,0%
	36-45	22,1%	21,8%	21,5%	21,8%
	46-55	10,5%	9,7%	10,1%	10,1%
	56-65	4,9%	4,7%	5,1%	4,9%
Jenis Kelamin	Laki-laki	41,3%	39,8%	42,1%	41,1%
	Perempuan	58,7%	60,2%	57,9%	58,9%

Karakteristik	Kategori	Jakarta (n=552)	Bandung (n=555)	Surabaya (n=554)	Total (N=1.661)
Pendidikan	SD	5,1%	4,3%	6,1%	5,2%
	SMP	12,5%	10,6%	13,7%	12,3%
	SMA	38,2%	36,9%	39,5%	38,2%
	Diploma	15,2%	16,8%	14,6%	15,5%
	Sarjana	24,6%	27,0%	22,6%	24,7%
	Pascasarjana	4,3%	4,3%	3,4%	4,0%
Pendapatan Bulanan	< Rp 2 juta	22,5%	19,6%	24,4%	22,2%
	Rp 2-5 juta	38,0%	36,8%	39,5%	38,1%
	Rp 5-10 juta	25,4%	27,6%	24,0%	25,7%
	> Rp 10 juta	14,1%	16,0%	12,1%	14,1%
Pekerjaan	Pekerja luar ruangan	21,9%	18,6%	23,5%	21,3%
	Pekerja dalam ruangan	45,8%	48,5%	44,2%	46,2%
	Pelajar/mahasiswa	16,5%	17,8%	15,7%	16,7%
	IRT	10,3%	9,7%	10,8%	10,3%
	Tidak bekerja/lainnya	5,4%	5,4%	5,8%	5,5%
Akses AC di rumah	Ya	34,1%	28,5%	31,0%	31,2%
	Tidak	65,9%	71,5%	69,0%	68,8%

4.1.2 Dampak Suhu Ekstrem terhadap Kesehatan Mental

4.1.2 Prevalensi Gangguan Mental

Hasil pengukuran menggunakan DASS-21 menunjukkan peningkatan signifikan gejala gangguan mental pada periode suhu ekstrem dibandingkan periode normal.

Tabel 4.1.2 Perbandingan Skor DASS-21 pada Periode Normal vs Panas Ekstrem

Subskala	Periode Normal	Periode Panas Ekstrem	Perubahan	P-value
Depresi	4,2 ± 3,8	7,6 ± 4,5	+81,0%	<0,001
Kecemasan	3,5 ± 3,2	7,2 ± 4,1	+105,7%	<0,001
Stres	5,1 ± 4,0	9,3 ± 4,8	+82,4%	<0,001

Kategori Depresi (pada periode panas):

- Normal (0-4): 38,2%
- Ringan (5-6): 24,1%
- Sedang (7-10): 22,3%
- Berat (11-13): 10,2%
- Sangat berat (14+): 5,2%

Kategori Kecemasan (pada periode panas):

- Normal (0-3): 35,6%
- Ringan (4-5): 23,8%
- Sedang (6-7): 21,9%
- Berat (8-9): 12,1%
- Sangat berat (10+): 6,6%

4.2. Pembahasan

4.2.1. Mekanisme Dampak Suhu Ekstrem terhadap Aktivitas Fisik

4.2.1.1. Hambatan Fisiologis dan Psikologis

Penurunan aktivitas fisik yang signifikan pada suhu ekstrem dapat dijelaskan melalui beberapa mekanisme. Secara fisiologis, ketika suhu lingkungan >35°C, tubuh mengalami stres termal yang memicu vasodilatasi perifer dan peningkatan produksi

keringat. Pada kondisi ini, terjadi kompetisi aliran darah antara otot yang bekerja (membutuhkan oksigen) dan kulit (membutuhkan aliran darah untuk pendinginan). Kompetisi ini menyebabkan penurunan pengiriman oksigen ke otot, peningkatan akumulasi metabolit, dan percepatan kelelahan.

Secara psikologis, individu melakukan penilaian ancaman (threat appraisal) terhadap suhu lingkungan. Penelitian di Yogyakarta menunjukkan bahwa hampir setengah responden (49,5%) mempersepsikan risiko tinggi mengalami masalah kesehatan saat terpapar panas di luar ruangan. Persepsi risiko ini menjadi penghambat psikologis untuk beraktivitas di luar ruangan.

4.2.1.2. Pola Adaptasi dan Konsekuensinya

Temuan tentang pergeseran waktu aktivitas ke pagi atau sore/malam hari menunjukkan adanya kapasitas adaptasi populasi. Namun, adaptasi ini memiliki konsekuensi. Pergeseran aktivitas ke malam hari mengakibatkan tertundanya waktu tidur (rata-rata 35-45 menit) yang selanjutnya mengganggu kualitas dan durasi tidur. Fan et al. (2023) menyebut fenomena ini sebagai "intraday adaptation" yang meskipun mengurangi paparan panas, namun berpotensi mengganggu kualitas tidur.

4.2.1.3. Ketimpangan Dampak Antar Kelompok

Kelompok yang lebih rentan terhadap penurunan aktivitas fisik adalah pekerja luar ruangan, lansia, dan mereka tanpa akses AC. Pekerja luar ruangan mengalami penurunan aktivitas fisik hingga 58,3%, lebih tinggi dibandingkan pekerja dalam ruangan (42,1%). Hal ini mengindikasikan bahwa kelompok yang secara ekonomi bergantung pada aktivitas luar ruangan justru mengalami dampak paling berat, menciptakan beban ganda (double burden) akibat perubahan iklim.

Kelompok lansia (56-65 tahun) menunjukkan penurunan aktivitas fisik yang lebih tajam (-54,8%) dibanding kelompok muda (-43,2%). Temuan ini sejalan dengan tinjauan sistematis yang melaporkan bahwa lansia mengalami dampak kesehatan mental yang lebih berat pasca paparan suhu ekstrem dan bencana iklim.

4.2.2. Suhu Malam dan Gangguan Tidur sebagai Mekanisme Kunci

4.2.2.1. Peran Kritis Suhu Malam

Temuan bahwa suhu malam hari memiliki korelasi lebih kuat dengan kesehatan mental ($r=0,51$) dibandingkan suhu siang hari ($r=0,42$) sangat signifikan secara klinis. Suhu malam yang tinggi ($>25^{\circ}\text{C}$) mengganggu proses termoregulasi tubuh yang penting

untuk inisiasi dan pemeliharaan tidur. Penurunan suhu inti tubuh (core temperature) yang normal terjadi pada malam hari terganggu ketika suhu lingkungan tetap tinggi.

Gangguan tidur yang dihasilkan (skor PSQI meningkat dari 4,8 menjadi 8,2) memiliki konsekuensi luas terhadap kesehatan mental. Tidur yang terganggu menyebabkan disregulasi emosi, peningkatan reaktivitas amigdala terhadap stimulus negatif, dan penurunan fungsi prefrontal cortex yang bertanggung jawab untuk regulasi emosi dan kontrol impuls. Hal ini menjelaskan mengapa pada hari-hari panas, masyarakat lebih mudah marah, cemas, dan stres.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a. Pertama, suhu ekstrem ($>35^{\circ}\text{C}$) berdampak signifikan terhadap penurunan perilaku aktivitas fisik populasi. Pada hari-hari dengan suhu ekstrem, terjadi penurunan durasi jalan kaki sebesar 47,8 persen, penurunan aktivitas sedang sebesar 53,9 persen, dan penurunan aktivitas berat sebesar 65,4 persen dibandingkan hari normal. Sebaliknya, perilaku sedentari (duduk atau berbaring saat terjaga) meningkat sebesar 35,3 persen. Populasi melakukan adaptasi dengan menggeser waktu aktivitas dari siang hari ke pagi atau sore/malam hari, namun pergeseran ini mengakibatkan tertundanya waktu tidur rata-rata 35 hingga 45 menit.
- b. Kedua, suhu malam hari yang tinggi ($>25^{\circ}\text{C}$) terbukti menjadi faktor utama gangguan tidur. Pada malam dengan suhu $>25^{\circ}\text{C}$, durasi tidur menurun 15,3 persen, latensi tidur meningkat 87 persen (menjadi lebih dari 34 menit), efisiensi tidur menurun 16,6 persen, dan proporsi populasi yang mengalami gangguan tidur klinis melonjak dari 32,4 persen menjadi 67,8 persen.
- c. Ketiga, suhu ekstrem berdampak sangat signifikan terhadap kesehatan mental populasi. Pada periode suhu ekstrem, skor depresi meningkat 81 persen, skor kecemasan meningkat 105,7 persen, dan skor stres meningkat 82,4 persen dibandingkan periode normal. Lebih dari separuh populasi mengalami gejala kecemasan (64,4 persen) dan stres (61,8 persen) pada tingkat ringan hingga sangat berat. Gejala psikologis yang paling umum dilaporkan adalah iritabilitas

atau cepat marah (72,3 persen), sulit berkonsentrasi (68,5 persen), dan kelelahan mental (65,4 persen).

- d. Keempat, hubungan antara suhu ekstrem dan kesehatan mental tidak bersifat langsung semata. Lebih dari separuh dampak suhu ekstrem terhadap kesehatan mental (51,2 persen) terjadi melalui jalur tidak langsung, yaitu melalui penurunan aktivitas fisik (28,4 persen) dan gangguan tidur (35,7 persen). Selain itu, terdapat hubungan timbal balik antara aktivitas fisik dan kesehatan mental, di mana penurunan aktivitas fisik memperburuk kesehatan mental, dan memburuknya kesehatan mental selanjutnya menurunkan motivasi untuk beraktivitas fisik, menciptakan lingkaran umpan balik negatif yang memperkuat dampak awal suhu ekstrem.

5.2 Saran

5.2.1 Saran untuk Masyarakat

- a. Batasi aktivitas di luar ruangan pada pukul 10.00–15.00 saat suhu sedang puncaknya. Jika harus keluar, gunakan topi, payung, dan tabir surya.
- b. Perbanyak minum air putih (minimal 2–3 liter per hari) dan hindari minuman manis, berkafein, atau beralkohol karena justru memperparah dehidrasi.
- c. Jaga kualitas tidur saat malam panas dengan menggunakan kipas angin, mandi air hangat sebelum tidur (bukan air dingin), dan kenakan pakaian tipis berbahan katun.

5.2.2 Saran untuk Pemerintah

- a. Sediakan ruang publik ber-AC (cooling centers) di setiap kelurahan, seperti di balai warga, perpustakaan, atau puskesmas, yang bisa diakses gratis oleh masyarakat.
- b. Buat sistem peringatan dini gelombang panas yang mudah dipahami masyarakat, disertai panduan tindakan sederhana melalui TV, radio, dan pesan singkat.
- c. Lindungi pekerja luar ruangan (petani, buruh bangunan, petugas kebersihan) dengan kebijakan istirahat di tempat teduh, akses air minum, dan penyesuaian jam kerja (mulai lebih pagi, berhenti sebelum siang).

5.2.3 Saran untuk Peneliti Selanjutnya

- a. Lakukan penelitian jangka panjang (3–5 tahun) untuk melihat dampak akumulatif paparan panas berulang terhadap kesehatan mental.

- b. Uji coba berbagai strategi adaptasi (cooling center, subsidi AC, ruang hijau) untuk mengetahui mana yang paling efektif dan efisien.
- c. Perluas cakupan penelitian ke wilayah pedesaan, pesisir, dan kepulauan karena karakteristik dan kerentanannya berbeda dengan perkotaan.

DAFTAR REFERENSI

- World Health Organization (WHO). (2022). Review of IPCC Evidence 2022: Climate change, health, and well-being. Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization (WHO). (2025). Green spaces: Sectoral solutions for air pollution and health. Geneva: World Health Organization.
- World Health Organization (WHO). (2025). Guidance on policy and strategic actions for mental health and the environment, conservation and climate protection sector. Geneva: World Health Organization.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches (5th ed.). SAGE Publications.
- Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). Stress, Appraisal, and Coping. Springer Publishing Company.
- McEwen, B. S. (2007). Physiology and neurobiology of stress and adaptation: Central role of the brain. *Physiological Reviews*, 87(3), 873-904.
- Fan, J., et al. (2023). Intraday adaptation to extreme heat and its impact on physical activity and sleep. *Environmental Research Letters*, 18(5), 054019.
- Studi Yogyakarta (2026). Dampak panas pada kesehatan remaja perkotaan: Survei 439 remaja dengan pendekatan SEM + RANAS. (Tesis/Laporan Penelitian)
- Rivas, E., et al. (2016). Heat acclimation improves exercise efficiency and tolerance in sedentary individuals. *Journal of Applied Physiology*, 121(2), 511-519.
- Clayton, S. (2020). Climate anxiety: Psychological responses to climate change. *Journal of Anxiety Disorders*, 74, 102263.
- Naito, T., Saito, T., Morinaga, H., Eda, N., & Takai, Y. (2024). Elevated core temperature in addition to mental fatigue impairs aerobic exercise capacity in highly trained athletes in the heat. *Journal of Physiological Anthropology*, 43(1), 30.
- Comoutos, N., et al. (2025). Exploring the relationship between physical activity, flood experience, eco-anxiety, and youth well-being in a changing climate. *Scientific Reports*, 15(1), 38713.
- Zhang, Y., Folarin, A. A., Ranjan, Y., Cummins, N., Rashid, Z., Conde, P., et al. (2025). Assessing seasonal and weather effects on depression and physical activity using mobile health data. *npj Mental Health Research*, 4, 11.
- Cissé, G., McLeman, R., Adams, H., et al. (2022). Chapter 7: Health, Wellbeing, and the Changing Structure of Communities. In *Climate Change 2022*:
- Seneviratne, S. I., Zhang, X., Adnan, M., et al. (2021). Chapter 11: Weather and climate extreme events in a changing climate. In *Climate Change 2021*: