

The Impact of Heat on Mental Health: Evidence from Indonesia

Hendryik Laurencius Limbong*, Widyono Soetjipto

Magister Perencanaan Ekonomi dan Kebijakan Pembangunan, Fakultas Ekonomi dan Bisnis,
Universitas Indonesia, Salemba, Indonesia

*Corresponding Email: limbong.hendryik@gmail.com

Received: 3rd September 2025; Last Revised: 18th November 2025;
Accepted: 8th December 2025; Available Online: 23rd December 2025;
Published Regularly: April 2025



Abstract

This study examines the impact of air temperature on the prevalence of mental health disorders in Indonesia from 2013 to 2023, and projects the future burden through 2045. Using panel data from 34 provinces across three time points, the analysis employs a random effects model to capture interregional variation. The findings reveal that annual average temperature is positively and significantly correlated with the prevalence of mental health disorders. Specifically, a 1-degree-Celsius increase in temperature is associated with a 0.5–0.6 percent rise in the proportion of the population experiencing mental health issues. Among socioeconomic factors, unemployment shows a significant positive association, while income inequality, poverty, and unmet need for mental health services are statistically insignificant. The study further constructs long-term projections by integrating regression results with climate and demographic trends. These results highlight the urgency of incorporating mental health dimensions into climate adaptation policies, especially in tropical middle-income countries. A spatial-temporal evidence-based approach is essential for developing early warning systems and responsive policy interventions to address climate-related mental health risks.

Keywords: Mental Health, Heat Exposure, Climate Change, Climate Adaption, and Indonesia

JEL Classification: I18, I31, and Q54

 <https://doi.org/10.14710/jdep.8.1.35-49>



[This is an open-access article under the CC BY-SA 4.0 license](#)

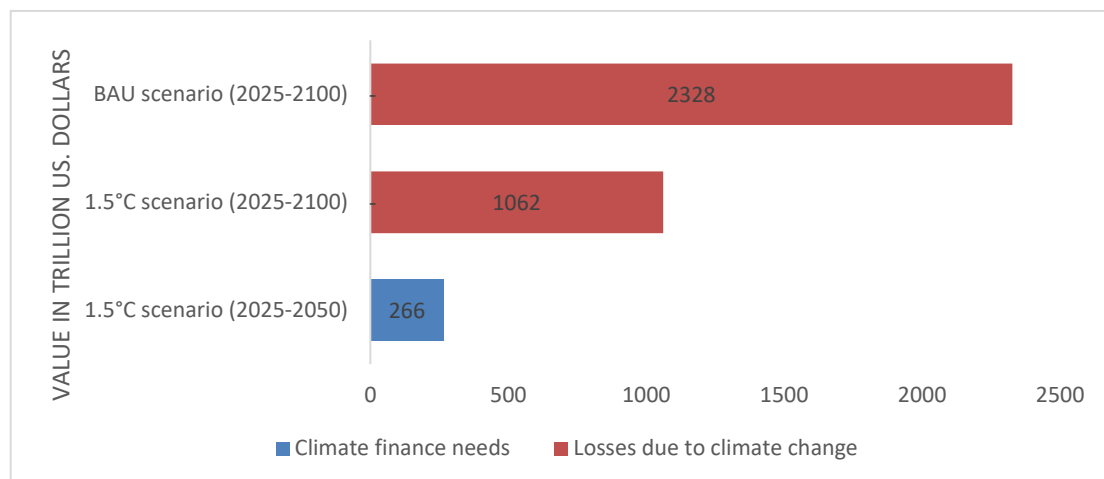
Copyright © 2025 by Authors, Published by Faculty of Economics and Business, Universitas Diponegoro

Pendahuluan

Perubahan iklim telah menjadi tantangan global yang tidak hanya bersifat lingkungan, tetapi juga sosial, ekonomi, dan kelembagaan. Salah satu indikator paling jelas dari krisis ini adalah peningkatan anomali suhu berupa penyimpangan suhu aktual dari rata-

rata historis yang menunjukkan adanya gangguan sistemik dalam sistem iklim akibat emisi gas rumah kaca, khususnya karbon dioksida (CO₂) pasca-Revolusi. Dari perspektif ekonomi lingkungan, emisi tersebut mencerminkan eksternalitas negatif, di mana biaya lingkungan tidak diinternalisasi dalam struktur harga pasar (Nordhaus, 2019). Akumulasi kegagalan pasar ini telah menyebabkan peningkatan suhu global lebih dari 1,1°C dibandingkan era pra-industri dan berpotensi mencapai 4,8°C pada akhir abad ini jika tidak dilakukan intervensi mitigasi.

Dalam skenario *business-as-usual* (BAU), dampak ekonomi dari perubahan iklim diperkirakan menimbulkan kerugian global hingga 2.328 triliun USD pada tahun 2100. Namun, potensi kerugian ini dapat ditekan hampir 50% jika pemanasan global dibatasi hingga 1,5°C, hal ini menunjukkan bahwa permasalahan iklim adalah isu inefisiensi alokasi sumber daya global, bukan sekadar kekurangan sumber daya (Climate Policy Initiative, 2023). Diperlukan intervensi negara untuk mengatasi ketimpangan antara kontribusi dan dampak global tersebut melalui kebijakan berbasis bukti dan insentif ekonomi yang memperbaiki struktur kelembagaan.



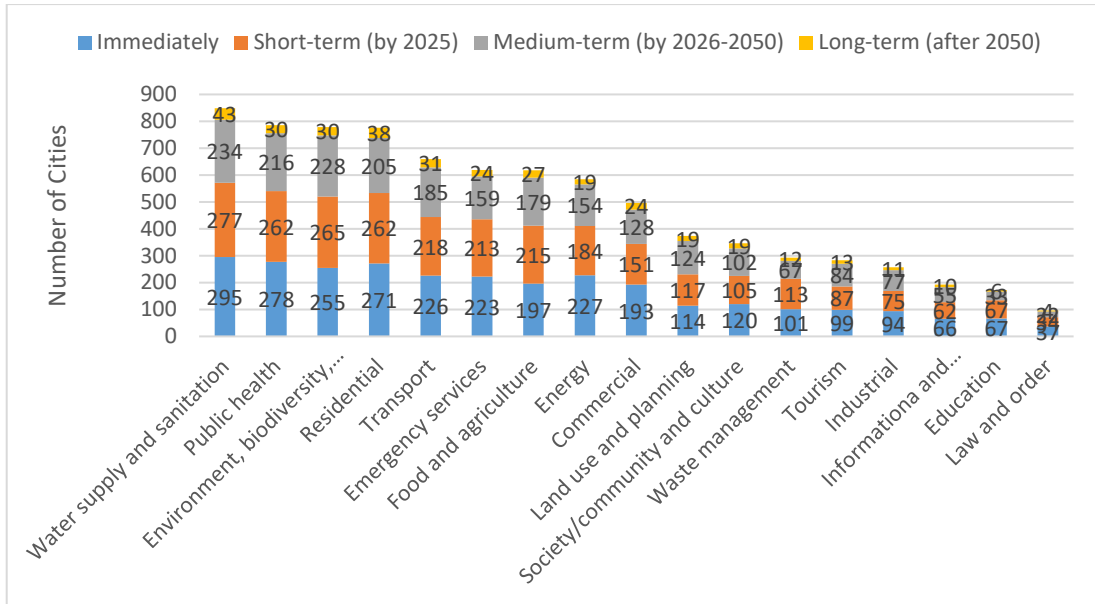
Gambar 1. Potensi Kerugian dan Kebutuhan Pembiayaan Iklim Global

Sumber: Climate Policy Initiative (2023)

Perubahan iklim juga memperburuk ketimpangan di kawasan tropis yang rentan terhadap peningkatan suhu, variabilitas curah hujan, dan bencana hidro-meteorologis. Di Indonesia data BMKG menunjukkan bahwa suhu rata-rata tahunan Indonesia meningkat sebesar 0,8°C sejak 1981, dengan catatan suhu ekstrem hingga 27,5°C pada 2024. Kombinasi antara kenaikan suhu dan curah hujan ekstrem akan meningkatkan tekanan terhadap ketahanan pangan, air, dan kesehatan masyarakat. Survei Global (Statista, 2023) menunjukkan bahwa 51% warga Indonesia merasa berisiko harus pindah akibat perubahan iklim dalam 25 tahun ke depan merupakan sinyal kuat bahwa persepsi risiko iklim sudah sampai di level rumah tangga, meskipun respons kelembagaan masih minim.

Keterbatasan kelembagaan terlihat dari rendahnya skor kesiapan adaptasi Indonesia dalam ND-GAIN Index (45,9 ; peringkat ke-98 dari 182 negara), jauh tertinggal dari negara tetangga seperti Singapura (University of Notre Dame, 2023). Sementara kebutuhan pendanaan iklim Indonesia diperkirakan mencapai 281 miliar USD hingga 2030, mayoritas masih berasal dari pinjaman bilateral, bukan pembiayaan

jangka panjang berbasis risiko sosial. Ketimpangan spasial dalam distribusi layanan publik seperti air bersih, kesehatan mental, dan infrastruktur dasar memperbesar risiko *distress migration* dan ketahanan psikososial masyarakat, terutama di wilayah rural dan kepulauan kecil.



Gambar 2. Layanan Kota yang Terdampak Perubahan Iklim

Sumber: Carbon Disclosure Project (2021)

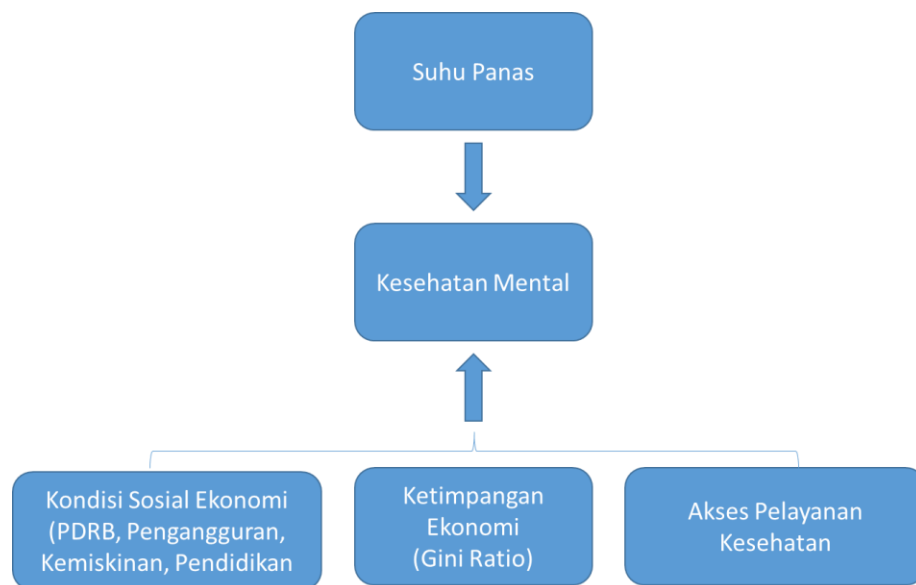
Dampak perubahan iklim tidak hanya dirasakan secara fisik, tetapi juga secara psikologis. Studi Burke et al. (2018) menunjukkan korelasi kuat antara kenaikan suhu ekstrem dengan peningkatan angka bunuh diri dan gangguan mental. Di Indonesia, lebih dari 97% penduduk tinggal di wilayah rawan bencana, tetapi layanan kesehatan mental belum merata, terutama di desa-desa dan daerah 3T (Tertinggal, Terdepan dan Terluar). Perlu dipahami bahwa suhu panas merupakan bentuk stres termal yang dapat memicu tekanan emosional, terutama bagi kelompok rentan seperti perempuan, lansia, dan masyarakat berpenghasilan rendah. Herrman et al. (2005) juga menemukan bahwa paparan suhu tinggi yang berkepanjangan berkaitan erat dengan peningkatan risiko depresi dan kecemasan.

Dalam perspektif determinan sosial kesehatan, Shim et al. (2015) mengemukakan pentingnya faktor struktural seperti kemiskinan, pengangguran, dan ketimpangan akses layanan dalam membentuk kerentanan psikologis. Sayangnya, kesehatan mental masih belum menjadi prioritas dalam kebijakan publik Indonesia. Data Biro Pusat Statistik tahun 2023 menunjukkan ketimpangan besar dalam distribusi tenaga kesehatan jiwa, dengan hanya 1307 tenaga kesehatan psikolog klinis untuk melayani 278 juta penduduk. Selain keterbatasan layanan, stigma sosial dan miskonsepsi juga memperparah kondisi, terlihat dari tingginya angka pemasungan akibat kurangnya pemahaman dan dukungan layanan di tingkat komunitas.

Namun, kajian empiris yang secara langsung meneliti hubungan antara suhu panas dan gangguan mental di Indonesia masih sangat minim. Fokus studi kebanyakan masih terbatas pada dampak pascabencana, bukan pada eksposur iklim jangka panjang sebagai bentuk stres iklim kronis (Hayes et al., 2018; Shareef et al., 2024). Padahal,

regulasi seperti UU No. 18 Tahun 2014 tentang Kesehatan Jiwa dan berbagai peraturan pelaksana lainnya telah ada, tetapi belum secara eksplisit mengintegrasikan isu lingkungan dalam strategi kesehatan mental. Ini menunjukkan adanya kesenjangan kebijakan.

Penelitian ini memberikan kontribusi orisinal dengan : (1) menyajikan bukti empiris terbaru mengenai hubungan suhu panas dan gangguan kesehatan mental emosional berbasis SRQ-20 dari survei nasional; (2) memasukkan faktor sosial ekonomi dan ketimpangan antar-daerah dalam kerangka ekonomi pembangunan; serta (3) relevansi kebijakan bagi penguatan ketahanan sosial dan produktivitas tenaga kerja di era pemanasan iklim.



Gambar 3. Kerangka Penelitian

Tinjauan Pustaka

Studi empiris di negara beriklim subtropis telah menunjukkan bahwa peningkatan suhu dapat meningkatkan beban kesehatan mental masyarakat. Burke et al. (2018) menemukan bahwa kenaikan suhu 1°C berkorelasi dengan peningkatan angka bunuh diri sebesar 0,7% di Amerika Serikat dan Meksiko. Sementara Mullins dan White (2019) membuktikan bahwa suhu panas ekstrem meningkatkan penggunaan layanan kesehatan jiwa terutama pada wilayah berpendapatan rendah. Namun, sebagian besar studi tersebut dilakukan di negara maju dengan kapasitas adaptasi yang relatif lebih baik, sehingga implikasinya belum tentu langsung dapat digeneralisasikan pada negara tropis seperti Indonesia.

Obradovich et al. (2018) menggunakan data survei besar di Amerika Serikat untuk menunjukkan bahwa malam dengan suhu tinggi secara signifikan memperburuk gejala *mental health distress*, terutama pada kelompok rentan. Studi lain oleh Palinkas dan Wong (2020) menemukan bahwa paparan panas berkepanjangan menurunkan kualitas tidur yang kemudian memicu kecemasan dan depresi. Hal ini memberikan dukungan teoritis bahwa stres termal dapat bertindak sebagai pemicu psikologis baik secara akut maupun kumulatif.

Di Asia, Walinski et al. (2023) melaporkan bahwa kejadian iklim ekstrem dapat memperburuk gejala pada pasien gangguan mental yang telah ada sebelumnya, sehingga meningkatkan risiko rawat inap. Bukti empiris di Indonesia menemukan *distress* pada remaja yang terpapar informasi tentang kejadian iklim ekstrem, tetapi studi tersebut tidak berfokus pada paparan suhu (Kaligis et al. 2023). Sementara Shareef et al. (2024) menemukan *distress* ekologis pada masyarakat pesisir akibat kenaikan muka laut dan degradasi lingkungan. Namun, studi-studi tersebut belum mengangkat isu paparan suhu sebagai variabel utama dan belum memiliki cakupan data spasial-temporal yang luas.

Berdasarkan tinjauan pustaka, masih terdapat kesenjangan pengetahuan terkait bukti empiris suhu panas dan kesehatan mental di Asia Tenggara, khususnya dalam kerangka ekonomi pembangunan. Indonesia sebagai negara tropis dengan penduduk besar dan ketimpangan sosial-ekonomi yang nyata, berpotensi menghadapi beban kesehatan mental yang semakin tinggi akibat pemanasan iklim. Dengan demikian, penelitian ini mengisi kekosongan literatur melalui analisis berbasis provinsi yang menghubungkan indikator ekonomi daerah (PDRB, kemiskinan, pengangguran, pendidikan) dengan prevalensi gangguan mental emosional di Indonesia. Hasil studi ini menjadi dasar penting bagi penguatan kebijakan kesehatan publik dan ketahanan pembangunan di era perubahan iklim.

Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh suhu panas terhadap prevalensi gangguan kesehatan mental emosional di tingkat provinsi di Indonesia pada periode 2013–2023. Variabel dependen yang digunakan adalah persentase penduduk usia ≥ 15 tahun yang mengalami gangguan mental emosional berdasarkan *Self-Reporting Questionnaire* (SRQ-20). SRQ-20 merupakan instrumen skrining yang dikembangkan oleh WHO untuk mendeteksi gejala *common mental disorders* (CMD) seperti kecemasan dan depresi ringan hingga sedang melalui laporan diri responden dalam 30 hari terakhir yang secara konseptual sejalan dengan klasifikasi gangguan mental dalam ICD-10 (WHO, 1994). Dalam survei Riskesdas, individu dikategorikan mengalami gangguan mental emosional apabila memiliki skor SRQ-20 ≥ 6 . Perlu dicatat bahwa SRQ-20 bukan merupakan alat diagnosis klinis formal, sehingga hasil penelitian ini merefleksikan tingkat *distress* psikologis pada level populasi, bukan diagnosis psikiatrik spesifik.

Variabel independen utama adalah suhu rata-rata tahunan, dihitung sebagai rerata lima tahun sebelumnya (*five-year lagging average*), untuk menangkap efek kumulatif paparan panas terhadap kondisi mental. Selain itu, digunakan sejumlah variabel kontrol sosial ekonomi seperti PDRB per kapita (logaritma), tingkat pengangguran, rasio gini, *unmet need* layanan kesehatan, kemiskinan, dan rata-rata lama sekolah, seluruhnya digunakan dalam bentuk *lag* satu tahun ($t-1$) untuk meminimalkan potensi *reverse causality*.

Model estimasi yang digunakan adalah regresi panel dengan pendekatan efek acak (*Random Effects*), karena mampu mengakomodasi perbedaan tetap antar-provinsi seperti budaya, infrastruktur kesehatan, dan institusi lokal. Model ini dipilih berdasarkan uji spesifikasi yang meliputi Uji Chow, LM Breusch-Pagan, dan Uji Hausman. Model dirumuskan dalam bentuk *log-level linear*, yang memungkinkan interpretasi elastisitas sebagian variabel dan mengurangi masalah heteroskedastisitas.

Untuk menghindari *bias reverse causality* dan memperkuat arah hubungan kausal, seluruh variabel kontrol digunakan dalam bentuk *lag* satu tahun ($t-1$), sedangkan variabel suhu menggunakan rata-rata lima tahun sebelumnya ($t-5$ hingga $t-1$). Secara matematis, model regresi panel yang digunakan dalam penelitian ini dapat dituliskan sebagai berikut:

$$MH_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{Suhurata2}_{i(t-5;t-1)} + \beta_2 \ln \text{PDRB}_{(t-1)} + \beta_3 \text{UnemploymentRate}_{(t-1)} + \beta_4 \text{Gini_Ratio}_{(t-1)} + \beta_5 \text{UnmetPelkes}_{(t-1)} + \beta_6 \text{Pro_PendudukMiskin}_{(t-1)} + \beta_7 \text{Rata2LamaSekolah}_{(t-1)} + \delta_t + \lambda_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Data yang digunakan mencakup 34 provinsi dalam tiga titik waktu: 2013, 2018, dan 2023, dengan sumber utama berasal dari Riskesdas (Kementerian Kesehatan), BPS (Susenas, Sakernas, dan ADHK), serta data suhu dari NOAA dan BMKG. Pemilihan tiga titik waktu (2013, 2018, 2023) sepenuhnya bergantung pada ketersediaan data Riskesdas yang menyediakan variabel SRQ-20. Sumber data terbatas pada tiga titik, sehingga digunakan desain panel tetap agar memungkinkan kontrol atas heterogenitas tak teramati antar-provinsi. Untuk memastikan validitas model, penelitian ini melakukan *robustness check* dengan *Fixed Effects*, *Random Effects*, dan model *non-linear* (kuadratik dan *threshold* suhu). Masing-masing variabel dijelaskan secara sistematis dan dirangkum dalam Tabel 1, termasuk satuan, tahun penggunaan, dan metode pengukuran. Variabel PDRB per kapita ditransformasikan ke dalam bentuk logaritma guna memitigasi keberadaan nilai ekstrem (*outliers*) dan menghasilkan distribusi data yang lebih halus. Penjelasan definisi operasional variabel serta sumber datanya dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Data dan Sumber Data

No	Variabel	Jenis	Unit	Tahun (Penggunaan)	Sumber Data
1	Gangguan Mental (MH)	Dependen	%	2013, 2018, 2023	Riskesdas – Kementerian Kesehatan RI
2	Suhu Rata-Rata (SuhuRata2)	Independen utama	°C	Rerata 2008–2012, 2013–2017, 2018–2022	NOAA, BMKG
3	PDRB per Kapita (ln PDRB perkapita)	Kontrol	Rp	2012, 2017, 2022	BPS – ADHK / Populasi
4	Tingkat Pengangguran (UnemploymentRate)	Kontrol	%	2012, 2017, 2022	BPS – Sakernas
5	Rasio Gini (Gini Ratio)	Kontrol	Index	2012, 2017, 2022	BPS – Susenas
6	Unmet Need Pelayanan Kesehatan (Unmet Pelkes)	Kontrol	%	2012, 2017, 2022	Riskesdas – Kemenkes
7	Persentase Penduduk Miskin per Provinsi (Pro PendudukMiskin)	Kontrol	%	2012, 2017, 2022	BPS
8	Rata-Rata Lama Sekolah (rata2_lamaSekolah)	Kontrol	Tahun	2012, 2017, 2022	BPS – IPM Komponen

Pendekatan metodologis ini memungkinkan analisis kuantitatif spasial-temporal yang *robust* terhadap gangguan kesehatan mental terkait iklim, sekaligus mengontrol peran variabel sosial-ekonomi dalam memperkuat atau memperlemah pengaruh suhu panas. Dengan pengukuran akumulatif dan penggunaan data panel, model ini

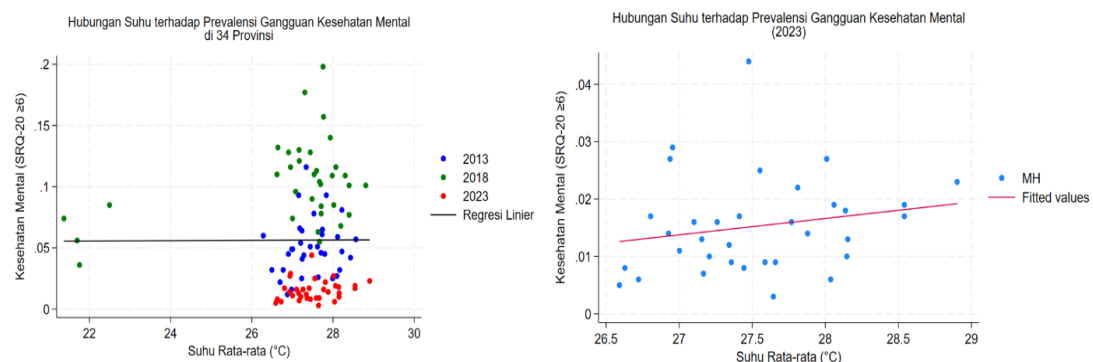
diharapkan mampu memberikan estimasi hubungan yang lebih stabil dan relevan sebagai dasar kebijakan adaptasi iklim yang inklusif terhadap kesehatan jiwa. Namun, model ini belum mengakomodasi *spatial autocorrelation* secara eksplisit melalui pendekatan ekonometrika spasial. Oleh karena itu, integrasi metode seperti *spatial lag model* atau *spatial error model* pada penelitian selanjutnya sangat disarankan untuk meningkatkan validitas dan ketepatan estimasi.

Tabel 2. Statistik Deskriptif

Variabel	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Gangguan Kesehatan Mental (%)	102	5,63	4,38	0,30	19,80
Suhu Rata-rata (°C)	102	27,31	1,24	21,37	28,90
PDRB per kapita (Rp)	102	40,4 juta	31,5 juta	10 juta	183 juta
Tingkat Pengangguran (%)	102	4,72	1,87	0,88	9,64
Unmet Need Pelkes (%)	102	5,37	1,75	1,10	10,20
Rasio Gini	102	0,360	0,043	0,255	0,459
Penduduk Miskin (%)	102	11,12	5,88	3,70	30,66
Rata-rata Lama Sekolah (tahun)	102	8,29	1,04	5,73	11,31

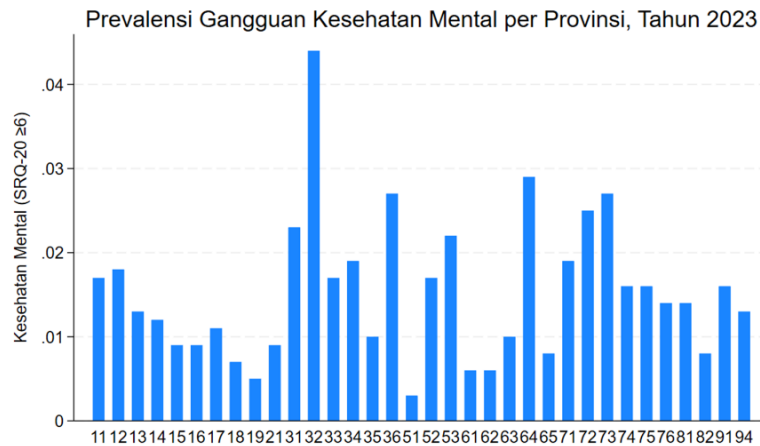
Nilai rata-rata MH secara nasional tercatat sebesar 5,63% dengan deviasi standar sebesar 4,38% menunjukkan adanya disparitas antar wilayah. Provinsi dengan tingkat gangguan kesehatan mental tertinggi sepanjang periode pengamatan adalah Sulawesi Tengah dengan angka mencapai 19,8%, diikuti oleh Gorontalo (17,7%) dan Nusa Tenggara Timur (15,7%). Sebaliknya Provinsi dengan nilai MH terendah adalah Kepulauan Bangka Belitung (0,5%), Jawa Timur (1,0%), dan Sumatera Barat (1,3%). Suhu rata-rata (SuhuRata2) dari data terdapat variasi antara 21,37°C hingga 28,90°C dengan rata-rata nasional sebesar 27,31°C. Provinsi dengan suhu tertinggi adalah DKI Jakarta (28,9°C), Jawa Tengah (28,5°C), dan Papua (28,4°C) sementara suhu terendah tercatat di Kalimantan Tengah (21,4°C).

PDRB per kapita memiliki rata-rata sebesar Rp 40,4 juta, namun dengan rentang yang sangat lebar dari Rp 10 juta di Nusa Tenggara Timur hingga lebih dari Rp 183 juta di DKI Jakarta dan Kalimantan Timur yang menunjukkan ketimpangan ekonomi antar wilayah. Sementara tingkat pengangguran (*UnemploymentRate*) rata-rata berada pada 4,72% dengan nilai tertinggi sebesar 9,64% di DKI Jakarta dan yang terendah di Bali (0,88%). Sementara itu Unmet_Pelkes yaitu proporsi penduduk yang merasa kebutuhan layanan kesehatannya belum terpenuhi memiliki nilai rata-rata 5,37% dengan provinsi seperti Sulawesi Barat, Gorontalo, dan Kalimantan Selatan mencatat nilai tertinggi (hingga 10%).



Gambar 4. *Scatter Plot* Hubungan Suhu terhadap Prevalensi Gangguan Kesehatan Mental

Scatter plot pada Gambar 4 menggambarkan hubungan antara suhu rata-rata terhadap prevalensi gangguan kesehatan mental di 34 provinsi Indonesia tahun 2013, 2018, dan 2023. Garis regresi linier menunjukkan kecenderungan hubungan positif, meskipun *slope*-nya relatif landai.



Gambar 5. Prevalensi Gangguan Kesehatan Mental per Provinsi Tahun 2023

Pada grafik di atas ditunjukkan variasi prevalensi gangguan kesehatan mental per provinsi di Indonesia pada tahun 2023. Tampak bahwa tingkat *distress* psikologis tidak tersebar secara merata di seluruh wilayah. Beberapa provinsi memiliki prevalensi yang jauh lebih tinggi dibandingkan lainnya, hal ini mengindikasikan adanya perbedaan faktor sosial, ekonomi, dan lingkungan yang dapat memengaruhi kerentanan mental masyarakat.

Berdasarkan variasi prevalensi gangguan kesehatan mental yang terlihat per provinsi pada tahun 2023, analisis selanjutnya menguji secara kausal bagaimana paparan suhu panas berkontribusi terhadap perubahan prevalensi gangguan kesehatan mental dalam kerangka panel, dengan mempertimbangkan faktor sosial-ekonomi sebagai variabel kontrol.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan regresi untuk menganalisis dampak suhu rata-rata tahunan dan faktor sosial ekonomi terhadap prevalensi gangguan kesehatan mental di 34 provinsi Indonesia pada tiga periode: 2013, 2018, dan 2023. Tiga pendekatan digunakan: OLS sebagai model awal, serta regresi panel dengan pendekatan *Fixed Effects* (FE) dan *Random Effects* (RE) untuk mengatasi heterogenitas antarprovinsi dan dinamika waktu. Hasil dari model OLS menunjukkan bahwa suhu berpengaruh positif dan signifikan terhadap gangguan mental, dengan koefisien 0,0058. Artinya, setiap kenaikan suhu 1°C dikaitkan dengan peningkatan prevalensi gangguan mental sekitar 0,58 persen. Hal ini selaras dengan temuan sebelumnya yang menyebutkan bahwa paparan panas dapat memperburuk dan meningkatkan stres psikologis (Obradovich et al., 2018).

Secara umum, faktor sosial ekonomi memberikan hasil yang bervariasi. Pendapatan per kapita (\ln_PDRB) menunjukkan pengaruh negatif yang signifikan terhadap gangguan mental, menunjukkan bahwa provinsi dengan tingkat ekonomi

lebih tinggi cenderung memiliki tingkat gangguan yang lebih rendah. Namun, variabel lain seperti pengangguran, unmet need pelayanan kesehatan, rasio gini, dan rata-rata lama sekolah belum menunjukkan signifikansi statistik. Ini mengindikasikan bahwa meskipun kondisi sosial ekonomi penting, suhu tetap menjadi faktor yang paling konsisten mempengaruhi gangguan mental dalam konteks Indonesia.

Model OLS memiliki *R-squared* sebesar 76,34%, menandakan bahwa model ini cukup kuat dalam menjelaskan variasi data. Namun, karena potensi bias dari karakteristik tak teramati antarprovinsi, regresi panel dianggap lebih tepat. Hasil uji diagnostik mendukung hal ini: nilai VIF seluruh variabel di bawah 2,5 menunjukkan tidak ada multikolinearitas, uji LM menunjukkan regresi panel lebih cocok dibanding OLS ($p = 0,0003$), dan uji Hausman ($p = 0,1629$) mendukung penggunaan *Random Effects* karena tidak ada perbedaan signifikan antara FE dan RE.

Model FE digunakan untuk mengontrol efek tetap seperti perbedaan budaya atau struktur institusi antarprovinsi yang tidak berubah dari waktu ke waktu sementara RE diasumsikan lebih efisien jika efek tersebut tidak berkorelasi dengan variabel independen. Hasil model RE menunjukkan bahwa suhu tetap berpengaruh signifikan terhadap gangguan mental (koefisien 0,0053; $p < 0,01$), dengan *R-squared* sebesar 0,76. Ini menguatkan temuan bahwa suhu panas merupakan determinan penting gangguan mental di Indonesia, bahkan setelah memperhitungkan variasi spasial dan temporal.

Tabel 3. OLS, FE, RE Regression

Variabel	(1) OLS	(2) <i>Fixed Effects</i>	(3) <i>Random Effects</i>
SuhuRata2	0.00585*** (0.00195)	0.00405* (0.00205)	0.00532*** (0.00183)
ln_PDRB_perkapita	-0.0129*** (0.00338)	-0.0557** (0.0217)	-0.0151** (0.00647)
<i>Unemployment Rate</i>	0.237* (0.134)	0.284 (0.191)	0.249 (0.152)
Unmet_Pelkes	0.187 (0.141)	0.141 (0.158)	0.137 (0.133)
Gini Ratio	0.0321 (0.0515)	-0.101 (0.115)	-0.00661 (0.0723)
Pro_Penduduk_Miskin	0.0181 (0.0439)	0.112 (0.244)	0.0231 (0.0645)
Rata-rata Lama Sekolah	-0.0000484 (0.00292)	-0.0220 (0.0200)	-0.000260 (0.00440)
Tahun 2013 (<i>dummy</i>)	0.0328*** (0.00630)	-0.00104 (0.0205)	0.0323*** (0.00688)
Tahun 2018 (<i>dummy</i>)	0.0912*** (0.00666)	0.0739*** (0.0119)	0.0909*** (0.00508)
Konsanta (_cons)	0.0439 (0.0768)	1.072*** (0.374)	0.114 (0.117)
N Observasi	102	102	102
<i>R-Squared</i>	76.34%	37.89%	76.00%

Standard errors in parentheses

* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

Untuk memastikan konsistensi hasil estimasi, dilakukan uji ketahanan (*robustness check*) dengan pendekatan bertahap menggunakan model *Random Effects*. Lima model dikembangkan secara progresif, dimulai dari model dasar yang hanya mencakup variabel suhu rata-rata, pendapatan per kapita (ln_PDRB_perkapita), dan

tingkat pengangguran. Secara bertahap, model diperluas dengan menambahkan variabel kontrol sosial-ekonomi seperti kebutuhan layanan kesehatan yang tidak terpenuhi (Unmet_Pelkes), rasio gini, persentase penduduk miskin, dan rata-rata lama sekolah. Sepanjang model-model tersebut, variabel suhu menunjukkan koefisien yang stabil dan tetap signifikan pada tingkat 1%, dengan kisaran nilai antara 0,0053 hingga 0,0056. Ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu sebesar 1°C secara konsisten dikaitkan dengan peningkatan prevalensi gangguan mental sebesar 0,5–0,6 persen, terlepas dari variasi faktor sosial-ekonomi yang dikontrol.

Hasil juga memperlihatkan bahwa variabel $\ln_PDRB_perkapita$ secara konsisten menunjukkan hubungan negatif dan signifikan terhadap prevalensi gangguan mental, dengan koefisien antara $-0,015$ hingga $-0,016$ ($p < 0,01$), mengindikasikan bahwa provinsi dengan pendapatan per kapita lebih tinggi cenderung memiliki beban gangguan mental yang lebih rendah. Sebaliknya, tingkat pengangguran hanya signifikan pada model dasar, namun tidak lagi berpengaruh secara statistik setelah variabel kontrol lainnya dimasukkan. Hal ini mencerminkan ketidakstabilan kontribusinya dalam menjelaskan gangguan mental. Sementara itu, variabel-variabel sosial lainnya menunjukkan arah hubungan yang sesuai dengan literatur, namun tidak signifikan secara statistik dan hasilnya kurang konsisten antar model, sehingga perannya masih belum cukup kuat dalam mempengaruhi prevalensi gangguan mental secara agregat.

Tabel 4. Random Effects Regression

MH%	1	2	3	4	5
SuhuRata2	0.0056*** (0.002)	0.0053*** (0.002)	0.0053*** (0.002)	0.0053*** (0.002)	0.0053*** (0.002)
$\ln_PDRB_perkapita$	-0.0164*** (0.0039)	-0.0157*** (0.0037)	-0.0158*** (0.0038)	-0.0151*** (0.0038)	-0.0151*** (0.0038)
<i>Unemployment Rate</i>	0.256** (0.107)	0.243** (0.111)	0.244** (0.111)	0.246** (0.111)	0.249* (0.129)
Unmet_Pelkes	–	0.141 (0.123)	0.139 (0.125)	0.138 (0.125)	0.137 (0.127)
Gini Ratio	–	–	0.00352 (0.0463)	-0.00509 (0.0535)	-0.00661 (0.0561)
Pro_Penduduk Miskin	–	–	–	0.0244 (0.0380)	0.0231 (0.0558)
Rata-rata Lama Sekolah	–	–	–	–	-0.000260 (0.00388)
Tahun 2013 (<i>dummy</i>)	0.0304*** (0.00292)	0.0327*** (0.00374)	0.0325*** (0.00428)	0.0326*** (0.00436)	0.0323*** (0.00637)
Tahun 2018 (<i>dummy</i>)	0.0904*** (0.00497)	0.0910*** (0.00517)	0.0909*** (0.00519)	0.0910*** (0.00526)	0.0909*** (0.00597)
Konsanta (_cons)	0.134* (0.0744)	0.123* (0.0734)	0.125* (0.0746)	0.111 (0.0777)	0.114 (0.0788)
N Observasi	102	102	102	102	102
R ² Overall	75,49%	75,99%	76,00%	76,03%	76,00%

Standard errors in parentheses

* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

Untuk memastikan bahwa hubungan yang diestimasi tidak sensitif terhadap bentuk model, dilakukan serangkaian *robustness checks* dengan spesifikasi *non-linear*. Pertama, model dengan kuadrat suhu menunjukkan bahwa koefisien $SuhuRata2^2$ tidak signifikan ($p > 0,10$), sehingga tidak terdapat indikasi pola hubungan *U-shape* atau

inverted-U. Kedua, model *threshold* berbasis 10% suhu tertinggi ($\text{high_temp} > P90$) juga menunjukkan bahwa kategori suhu ekstrem tidak signifikan secara statistik ($p=0,295$), meskipun variabel SuhuRata2 tetap signifikan dan konsisten arah efeknya.

Selain itu, model *fixed effects* dengan memasukkan *time-fixed effects* menunjukkan arah hubungan yang tetap positif namun tidak signifikan, hal ini menunjukkan bahwa tren makro nasional (misalnya pandemi atau ekspansi program layanan kesehatan mental) dapat mempengaruhi variabilitas antar-tahun.

Secara keseluruhan semua hasil *cross-check* mendukung kesimpulan utama bahwa pengaruh paparan panas terhadap gangguan mental emosional bersifat linier dan *robust*. Dengan demikian, penggunaan model *Random Effects* sebagai estimasi utama dalam studi ini tetap dapat dipertahankan karena lebih efisien dan relevan untuk menangkap variasi antar-provinsi yang menjadi fokus kebijakan.

Tabel 5. Non Linear Robustness Check

Variabel	Model 1 Kuadratik	Model 2 FE + Tahun	Model 3 <i>Threshold</i> P90
SuhuRata2	-0.186 (0.099)	0.041 (0.044)	0.006* (0.002)
SuhuRata2 ²	0.0036 (0.002)	-0.00072 (0.001)	–
High Temp (>P90)	–	–	-0.010 (0.010)
Tahun 2018 (<i>dummy</i>)	–	0.0569*** (0.00521)	0.0569*** (0.00521)
Tahun 2023 (<i>dummy</i>)	–	-0.0350*** (0.00331)	-0.0350*** (0.00331)
Konsanta (_cons)	2.429** -1.175	-0.524 (0.542)	-0.101** (0.0453)
N Observasi	102	102	102
R ² Within	0.039	0.866	0.867

Standard errors in parentheses

* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

Pengaruh Suhu terhadap Kesehatan Mental

Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa suhu rata-rata memiliki dampak positif dan signifikan terhadap prevalensi gangguan mental di tingkat provinsi. Koefisien SuhuRata2 dalam model *Random Effects* berada di kisaran 0,0053 hingga 0,0056 dan signifikan pada taraf 1%, menunjukkan bahwa setiap kenaikan suhu sebesar 1°C berhubungan dengan peningkatan sekitar 0,5 hingga 0,6 persen dalam proporsi penduduk yang mengalami gangguan mental. Temuan ini konsisten di berbagai model dan uji *robustness*, sehingga mengindikasikan bahwa suhu merupakan determinan independen yang penting bagi kesehatan mental.

Sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyoroti dampak suhu tinggi terhadap kesehatan psikologis, seperti peningkatan stres, gangguan tidur, dan penggunaan layanan kesehatan jiwa (Burke et al., 2018; Mullins & White, 2019; Obradovich et al., 2018). Indonesia sebagai negara tropis dengan paparan panas yang terus-menerus dapat memperbesar risiko terutama bagi kelompok dengan kerentanan sosial-ekonomi. Pendekatan penggunaan suhu rata-rata lima tahun sebelumnya juga

mencerminkan eksposur jangka menengah yang lebih stabil, dan menunjukkan urgensi untuk mengintegrasikan isu iklim dalam kebijakan kesehatan mental nasional.

Proyeksi Dampak Kenaikan Suhu terhadap Prevalensi Gangguan Kesehatan Mental Tahun 2045

Untuk merespons dinamika perubahan iklim, proyeksi jangka panjang mengenai dampaknya terhadap kesehatan mental menjadi penting sebagai dasar penyusunan kebijakan adaptif berbasis data. Penelitian ini mengkonfirmasi bahwa kenaikan suhu rata-rata berkorelasi positif dan signifikan terhadap prevalensi gangguan mental, bahkan setelah mempertimbangkan faktor sosial ekonomi seperti PDRB per kapita, pengangguran, akses layanan kesehatan, dan ketimpangan pendapatan. Hal ini sudah sesuai dengan literatur global yang menunjukkan bahwa pemanasan global memperburuk beban penyakit, khususnya di negara berpenghasilan rendah dan sedang (Burke et al., 2015; Parums, 2024).

Proyeksi dilakukan menggunakan hasil regresi panel yang digabungkan dengan estimasi suhu dari skenario iklim (RCP) dan proyeksi penduduk nasional. Pendekatan ini mengacu pada praktik yang digunakan dalam studi proyeksi iklim dan kesehatan seperti oleh Carleton et al. (2022) dan konsisten dengan prinsip perencanaan sistem kesehatan masyarakat berbasis risiko masa depan (McMichael, 2006). Variasi suhu ini tidak bersifat seragam secara geografis maupun temporal, sehingga proyeksi suhu nasional perlu dipahami dalam konteks ketidakpastian model. Meski demikian, studi empiris menunjukkan bahwa suhu di atas 30°C berisiko meningkatkan gangguan psikologis, termasuk kecemasan, depresi, dan penurunan kualitas tidur (Obradovich et al., 2018; Palinkas & Wong, 2020). Di negara tropis seperti Indonesia, peningkatan suhu sebesar 2–3°C dapat mendorong populasi melewati batas adaptasi fisiologis dan psikososial, terutama bagi kelompok rentan seperti lansia dan masyarakat miskin (Clayton et al., 2021; Crane et al., 2022).

Tabel 6. Skenario Pemanasan Global Berdasarkan Representative Concentration Pathways (RCPs)

Skenario RCP	Jenis Kebijakan Iklim	Perkiraan Tambahan Pemanasan Global (ΔT)	Kategori Pemanasan	Keterangan
RCP 2.6	Mitigasi tinggi	$\sim +0.3^{\circ}\text{C}$ hingga $+0.4^{\circ}\text{C}$	<i>Low warming</i>	Skenario mitigasi ekstrem, emisi puncak sekitar 2020 dan menjadi negatif di 2100.
RCP 4.5	Stabilisasi sedang	$\sim +0.6^{\circ}\text{C}$	<i>Moderate warming</i>	Emisi memuncak sebelum 2040 lalu menurun; stabilisasi tanpa overshoot.
RCP 6.0	Stabilisasi lambat	$\sim +0.8^{\circ}\text{C}$	<i>High warming</i>	Emisi meningkat hingga 2080 kemudian stabil; tanpa kebijakan mitigasi eksplisit.
RCP 8.5	Emisi sangat tinggi (BAU)	$> +1.0^{\circ}\text{C}$	<i>Extreme warming</i>	Skenario <i>business-as-usual</i> dengan pertumbuhan emisi terus-menerus sepanjang abad.

Tabel 6 merangkum skenario *Representative Concentration Pathways (RCPs)* sebagaimana dikemukakan oleh Van Vuuren et al. (2011).

Transformasi hasil proyeksi suhu menjadi estimasi dampak kesehatan mental menunjukkan potensi beban yang cukup besar. Dalam skenario moderat RCP 4.5, peningkatan suhu sekitar 0,6°C dapat meningkatkan prevalensi gangguan mental nasional dari 5,6% menjadi sekitar 5,92%, atau penambahan lebih dari satu juta orang terdampak. Jika Indonesia mengikuti jalur ekstrem seperti RCP 8.5, maka prevalensi tersebut dapat melonjak hingga 6,13%, yang berarti hampir 19 juta jiwa terdampak gangguan mental terkait iklim. Angka ini belum memasukkan efek gabungan dari faktor lain seperti bencana, ketimpangan, dan keterbatasan akses layanan, yang dapat menguatkan isu urgensi dalam kebijakan kesehatan jiwa secara sistematis.

Tabel 7. Proyeksi Kenaikan Suhu dan Prevalensi Gangguan Kesehatan Mental Tahun 2045

Kategori Skenario	Skenario Kenaikan Suhu	Δ Suhu (°C)	Δ Prevalensi (%)	Prevalensi Proyeksi (%)	Estimasi Penduduk (Juta)	Estimasi Jumlah Orang Terdampak (Juta)	Keterangan
<i>Baseline (Status quo)</i>	<i>Status quo (baseline)</i>	0	0	5,60	270	15,12	Rata-rata berdasarkan data penelitian saat ini
RCP 2.6	Mitigasi tinggi	~0,3–0,4	0,186	5,79	311,6	18,03	Pemanasan terbatas akibat kebijakan mitigasi ambisius
RCP 4.5	<i>Moderate warming</i>	~0,6	0,319	5,92	311,6	18,44	Stabilisasi sedang, dengan kebijakan iklim sedang efektif
RCP 6.0	<i>High warming</i>	~0,8	0,426	6,03	311,6	18,78	Stabilisasi lambat, dengan upaya mitigasi minim
RCP 8.5	<i>Extreme warming</i>	>1,0	0,532	6,13	311,6	19,11	Skenario emisi sangat tinggi dan stagnasi kebijakan mitigasi

Sumber: Diolah penulis (2025)

Kesimpulan

Penelitian ini menemukan bahwa peningkatan suhu rata-rata memiliki pengaruh signifikan terhadap prevalensi gangguan kesehatan mental di Indonesia. Analisis data panel dari 34 provinsi selama tiga periode (2013, 2018, dan 2023) menunjukkan bahwa setiap kenaikan suhu sebesar 1°C dapat meningkatkan prevalensi gangguan mental sebesar 0,53 persen. Jika tren pemanasan global terus berlanjut tanpa intervensi, proporsi penduduk yang terdampak dapat meningkat dari 5,6% menjadi 6,13% pada

tahun 2045, atau setara dengan lebih dari 19 juta jiwa. Temuan ini menunjukkan perlunya mengantisipasi dampak psikososial dari krisis iklim secara sistematis.

Implikasi kebijakan utama dari penelitian ini adalah perlunya integrasi isu kesehatan mental dalam strategi adaptasi perubahan iklim nasional dengan perhatian khusus pada kesenjangan antar-provinsi, terutama wilayah dengan suhu tinggi dan tingginya tingkat pengangguran atau kemiskinan. Program intervensi psikososial berbasis komunitas, peningkatan akses fasilitas kesehatan mental, perlindungan pekerja di luar ruangan, serta investasi pada infrastruktur sosial dan edukasi publik dapat meningkatkan ketahanan psikososial masyarakat dan mencegah penurunan produktivitas.

Untuk menjalankan strategi ini, pemerintah dapat memperkuat layanan kesehatan jiwa di wilayah rawan panas, mengembangkan sistem peringatan dini berbasis komunitas, dan menyusun protokol respons cepat bagi kelompok rentan. Hasil proyeksi risiko juga sebaiknya dimasukkan dalam rencana pembangunan daerah dan nasional melalui pemetaan kerentanan dan penguatan sistem *surveillans*. Meskipun demikian, keterbatasan data agregat provinsi, survei mandiri, serta periode observasi yang terbatas menunjukkan perlunya studi lanjutan dengan data longitudinal dan pendekatan metodologis lebih kompleks untuk memahami dinamika kesehatan mental secara lebih akurat.

Referensi

- Badan Pusat Statistik. (2023). Jumlah tenaga kesehatan menurut provinsi. <https://www.bps.go.id/>
- Burke, M., González, F., Baylis, P., Heft-Neal, S., Baysan, C., Basu, S., & Hsiang, S. (2018). Higher temperatures increase suicide rates in the United States and Mexico. *Nature Climate Change*, 8(8), 723–729. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0222-x>
- Carbon Disclosure Project. (2021). Driving environmental disclosure. <https://www.cdp.net/>
- Carleton, T., Jina, A., Delgado, M., Greenstone, M., Houser, T., Hsiang, S., Hultgren, A., Kopp, R. E., McCusker, K. E., Nath, I., Rising, J., Rode, A., Seo, H. K., Viaene, A., Yuan, J., & Zhang, A. T. (2022). Valuing the global mortality consequences of climate change accounting for adaptation costs and benefits. *The Quarterly Journal of Economics*, 137(4), 2037–2105. <https://doi.org/10.1093/qje/qjac020>
- Clayton, S., Manning, C. M., Speiser, M., & Hill, A. N. (2021). Mental health and our changing climate: Impacts, inequities, responses. *American Psychological Association; ecoAmerica*.
- Climate Policy Initiative. (2023). Global landscape of climate finance 2023: Executive summary. <https://www.climatepolicyinitiative.org/>
- Crane, K., Li, L., Subramanian, P., Rovit, E., & Liu, J. (2022). Climate change and mental health: A review of empirical evidence, mechanisms and implications. *Atmosphere*, 13(12), 2096. <https://doi.org/10.3390/atmos13122096>
- Hayes, K., Blashki, G., Wiseman, J. et al. (2018). Climate change and mental health: Risks, impacts and priority actions. *Int J Ment Health Syst* 12, 28 (2018). <https://doi.org/10.1186/s13033-018-0210-6>

- Herrman, H., Moodie, R., Saxena, S., University Of Melbourne, Victorian Health Promotion Foundation & World Health Organization. Department Of Mental Health And Substance Abuse. (2005) Promoting Mental Health: Concepts, Emerging Evidence, Practice. [Geneva: World Health Organization, ©] [Pdf] Retrieved from the Library of Congress, <https://www.loc.gov/item/2021763240/>.
- Kaligis, F., Wangge, G., Fernando, G., Palguna, I. B. N. A., Pramatiarta, B., & Purba, N. V. T. (2023). Breaking the silence: Unveiling the intersection of climate change and youth mental health in Indonesia. *Medical Journal of Indonesia*, 32(4), 249–253. <https://doi.org/10.13181/mji.bc.247147>
- McMichael, A. J. (2006). Climate change and human health: Present and future risks. *The Lancet*, 367(9513), 859–869. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)68079-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)68079-3)
- Mullins, J. T., & White, C. (2019). Temperature and mental health: Evidence from the spectrum of mental health outcomes. *Journal of Health Economics*, 68, 102240. <https://doi.org/10.1016/j.jhealeco.2019.102240>
- Najmah Shareeff, Rini Kuswohadi Pramono, & Arsan Saliha. (2024). Climate Change and Mental Health: Exploring the Psychological Impacts of Environmental Distress in Indonesia. *Scientia Psychiatrica*, 5(4), 605-618. <https://doi.org/10.37275/scipsy.v5i4.179>
- Nordhaus, W. D. (2019). *The climate casino: Risk, uncertainty, and economics for a warming world*. Yale University Press.
- Obradovich, N., Migliorini, R., Paulus, M. P., & Rahwan, I. (2018). Empirical evidence of mental health risks posed by climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(43), 10953–10958. <https://doi.org/10.1073/pnas.1801528115>
- Palinkas, L. A., & Wong, M. (2020). Global climate change and mental health. *Current Opinion in Psychology*, 32, 12–16. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2019.06.023>
- Parums, D. V. (2024). A review of the increasing global impact of climate change on human health and approaches to medical preparedness. *Medical Science Monitor*, 30. <https://doi.org/10.12659/msm.945763>
- Compton, M. T., & Shim, R. S. (2015). The social determinants of mental health. *Focus*, 13(4), 419–425. <https://doi.org/10.1176/appi.focus.20150017>
- Statista. (2023). Concern of relocation due to climate change by country 2023. <https://www.statista.com/statistics/1334310/global-concern-of-relocation-due-to-climate-change-by-country/>
- University of Notre Dame Global Adaptation Initiative. (2023). ND-GAIN country index: Indonesia. <https://gain-new.crc.nd.edu/country/indonesia>
- Van Vuuren, D. P., Edmonds, J., Kainuma, M., et al. (2011). The representative concentration pathways: An overview. *Climatic Change*, 109(1), 5–31. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0148-z>
- Walinski, A., Sander, J., Gerlinger, G., Clemens, V., Meyer-Lindenberg, A., & Heinz, A. (2023). The effects of climate change on mental health. *Deutsches Ärzteblatt International*, 120(8), 117–124. <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2022.0403>
- World Health Organization. (1994). *The ICD-10 classification of mental and behavioural disorders: Clinical descriptions and diagnostic guidelines*. World Health Organization.