

Analisis Faktor Determinan Kejadian Occupational Heat Strain Pada Pekerja Outdoor di Kota Tangerang Selatan

Lailatul Qomariyah¹, Muhammad Zulfikar Adha¹, Sulaiman Salim¹, Syaiful Bahri¹, Sucipto¹, Doddy Faizal¹, Lia Rizqi Nur Anisa¹

¹Kesehatan Masyarakat Stikes Widya Dharma Husada Tangerang Kota Tangerang Selatan, Banten
Correspondent Author: Lailatul Qomariyah (lailatulqomariyah60@gmail.com)

ABSTRACT

Occupational Heat Strain is a physiological response to increased environmental heat stress, particularly among outdoor workers, due to exposure to high temperatures and humidity influenced by climate change. This condition poses risks of reduced productivity and adverse health outcomes for workers. This study aims to analyze the determinants of Occupational Heat Strain among outdoor workers in South Tangerang City. The research employed a cross-sectional design with a total of 106 respondents, consisting of street parking attendants in Ciputat District. Data were collected through interviews, measurements of body temperature and pulse rate during work, nutritional status assessment, as well as measurements of workplace temperature and humidity. Data analysis was conducted using bivariate and multivariate logistic regression tests. The bivariate analysis showed significant associations between heat stress ($p=0.000$) and humidity ($p=0.000$) with the incidence of heat strain. Multivariate analysis identified humidity as the most influential factor (highest $Exp(B)$) associated with heat strain. These findings highlight that exposure to high temperatures and excessive humidity significantly increases the risk of heat strain. Interventions such as providing shaded areas, adjusting working hours, hydration education, and monitoring workplace environments are recommended to prevent and control health risks among outdoor workers, especially in regions with high temperature and humidity levels

Article History

Received 2025-05-06

Revised 2025-06-04

Accepted 2025-07-10

Keywords

Heat Stress

Humidity

Occupational Heat strain

Temperature

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



Pendahuluan

Kenaikan suhu di dunia adalah masalah yang kompleks dan mendesak yang memerlukan tindakan segera. Berdasarkan Data World Meteorological Organization (WMO) & Copernicus Climate Change Service (C3S), Tren Kenaikan Suhu Global (3 Tahun Terakhir) dan Anomali Suhu Global ($^{\circ}\text{C}$ di atas rata-rata pra-industri): 2022 ($+1,15^{\circ}\text{C}$), Tahun terpanas ke-6 sejak pencatatan dimulai, kemudian Tahun 2023 ($+1,26^{\circ}\text{C}$) Tahun terpanas ke-2 dan Tahun 2024 ($+1,48^{\circ}\text{C}$) Tahun terpanas dalam Sejarah. Rata-rata suhu global terus meningkat, dengan 2024 mencatat rekor suhu tertinggi sejak era industri dimulai. Kenaikan ini sebagian besar disebabkan oleh: Peningkatan emisi gas rumah kaca, khususnya CO_2 , Fenomena El Niño yang memperkuat pemanasan serta Urbanisasi dan penurunan tutupan hutan. Kenaikan suhu global tersebut memperburuk paparan panas di tempat kerja luar ruangan,

seperti yang terjadi di Ciputat dalam penelitianmu. Ini memperkuat urgensi penanganan Occupational *Heat strain* sebagai dampak nyata dari krisis iklim. Kenaikan suhu global menyebabkan perubahan iklim yang signifikan, termasuk intensitas cuaca yang ekstrem, kekeringan, dan perubahan pola musim. Saat ini, dampak terbesar terhadap perubahan iklim berasal dari pembakaran bahan bakar fosil dan peningkatan konsentrasi karbon dioksida, yang memerangkap lebih banyak panas matahari. Energi ekstra tersebut harus disalurkan ke suatu tempat. Sebagiannya digunakan untuk memanaskan udara, sementara sebagian besar disimpan di lautan sehingga membuatnya menjadi hangat [1].

Tantangan global yang dihadapi kenaikan suhu menempatkan pekerja pada risiko morbiditas dan mortalitas terkait panas yang semakin besar. Literatur menunjukkan adanya zona suhu sekitar yang netral secara termal antara $\sim 15^{\circ}\text{C}$ dan $\sim 25^{\circ}\text{C}$ (individu berpakaian), di mana pertukaran panas dan pengaturan suhu inti tubuh dicapai terutama dengan mengontrol pelepasan panas kering. Setiap aktivitas manusia di luar kisaran suhu ini terpengaruh secara eksponensial, menyebabkan pekerja mengalami tekanan panas fisiologis yang tinggi disertai dengan penurunan kinerja kognitif dan fisik [2].

Pekerja Outdoor dalam penelitian ini adalah individu yang melakukan aktivitas pekerjaan di luar ruangan secara langsung terpapar kondisi lingkungan eksternal seperti sinar matahari, suhu udara tinggi, dan kelembaban, tanpa pelindung permanen seperti atap atau ventilasi mekanik, dengan contoh spesifik yaitu petugas parkir jalanan yang bekerja di wilayah Kecamatan Ciputat, Kota Tangerang Selatan. Seperti di sekitar furnaces, peleburan, boiler, oven, tungku pemanas atau bekerja di luar ruangan di bawah terik matahari dapat mengalami tekanan panas [3]. Faktor pajanan panas yang meliputi faktor lingkungan kerja, pekerjaan, pakaian dan karakteristik individu memiliki peran dalam terjadinya *heat related illness* [4]. Salah satu respons fisiologis yang terjadi antara lain adalah vasodilatasi, yakni peningkatan denyut nadi dan suhu tubuh. Meskipun paparan panas yang telah meningkat akibat perubahan iklim cenderung akan berdampak buruk terhadap kesehatan, kekayaan, dan ekonomi negara – negara berpenghasilan rendah di seluruh dunia, efek buruk dari iklim panas juga diprediksi akan berdampak luas terhadap populasi pekerja luar ruangan [5].

Radiasi ultraviolet matahari yang tinggi dapat menyebabkan berbagai penyakit akibat panas dan berdampak besar pada kemampuan pekerja untuk hidup sehat dan produktif. Maka dari itu, tingkat risiko dan keparahan *Heat strain* dapat sangat bervariasi pada masing-masing tenaga kerja. Respons fisiologis normal terhadap tekanan panas dapat dijadikan cara untuk melakukan monitoring *Heat strain* pada tenaga kerja. Informasi tersebut dapat digunakan untuk menilai tingkat *Heat strain* pada tenaga kerja dan pengendalian pajanan tekanan panas untuk menilai efektivitas pengendalian yang telah dilakukan. Bekerja di tempat panas dapat berpengaruh terhadap kesehatan mental dan fisik seseorang [6]. Iklim kerja sendiri merupakan perpaduan antara suhu, kelembaban, kecepatan gerakan udara dan panas radiasi akibat dari tingkat pengeluaran panas dari tubuh tenaga kerja sebagai akibat pekerjaannya meliputi panas dan dingin [7].

Pekerja yang terpapar panas di lingkungan kerja berisiko mengalami gejala *heat strain*, yaitu Respons fisiologis terhadap beban panas (eksternal maupun internal) yang dialami tubuh, di mana mekanisme termoregulasi berupaya meningkatkan pelepasan panas ke lingkungan untuk mempertahankan suhu tubuh yang stabil [4]. Sebanyak 35% pekerja dilaporkan mengalami *occupational heat strain*, 30% mengalami penurunan produktivitas, dan 15% mengalami gangguan atau cedera ginjal

akut. Selain itu, pekerja yang bekerja pada suhu di atas 22°C hingga 24,8°C memiliki risiko 4,01 kali lebih besar untuk mengalami *occupational heat strain* dibandingkan dengan mereka yang bekerja dalam kondisi termonetral [8].

Selain itu, faktor yang mempengaruhi terjadinya *Heat strain* adalah umur, kebiasaan merokok, dan *intake* cairan pekerja. Selain itu, terdapat perbedaan antara suhu tubuh, denyut nadi, tekanan darah, dan berat badan sebelum dan sesudah bekerja di lingkungan kerja yang panas [6]. Banyaknya potensi bahaya tekanan panas di lingkungan kerja perlu mendapatkan perhatian dan pengendalian agar kondisi keselamatan dan kesehatan kerja tetap terjaga. Untuk itu pemerintah telah membuat Undang – undang keselamatan dan kesehatan kerja tentang Nilai Ambang Batas (NAB), dimana undang – undang ini menjadi standar paparan faktor yang dapat diterima oleh pekerja sehari-hari untuk tidak melebihi 8 jam perhari atau 40 jam perminggu, agar tidak mengakibatkan gangguan kesehatan atau penyakit. Menurut Permenaker No.5 Tahun 2018, kegiatan kerja di industry yang menimbulkan iklim panas yaitu, 31,0°C untuk beban kerja ringan, 28,0 °C untuk beban kerja sedang, dan 25,9°C untuk beban kerja berat dalam waktu kerja selama 8 jam sehari dengan waktu istirahat selama 1 jam.

Melalui data Suhu Maksimum Harian di Indonesia yang di pantau lewat BMKG, Ciputat menjadi kecamatan terpanas dengan suhu yang berkisar 33,8 hingga 36.0 derajat celcius. Pengamatan lapangan dan wawancara dilakukan pada tanggal 27 Maret hingga 10 April 2024 di wilayah Kecamatan Ciputat, Kota Tangerang Selatan. Tim Peneliti melakukan pengukuran menggunakan alat pengukur iklim *wet bulb globe temperature meter* (WBGT) diperoleh suhu 34°C dan melihat lingkungan kerja yang kurang nyaman dimana selalu ada kendaraan berjalan sehingga membuat lingkungan menjadi terasasemakin panas dan keluhan dari pekerja yang menjurus pada gejala *Heat strain* akibat kelelahan dan tekanan panas dari lingkungan kerja. Penilaian *Heat strain* menggunakan metode *Physiological Strain Index* (PSI). Metode *Physiological Strain Index* (PSI) digunakan dalam penelitian ini karena mampu memberikan gambaran objektif mengenai respons fisiologis pekerja terhadap panas, melalui pengukuran suhu tubuh dan denyut jantung. Dibandingkan metode lain seperti WBGT yang hanya mengukur lingkungan, PSI lebih akurat dalam menilai risiko *heat strain* secara individual.

Metodologi

Penelitian ini merupakan studi analitik observasional dengan desain *cross-sectional*, di mana data dikumpulkan satu kali tanpa tindak lanjut. Peneliti melakukan wawancara, serta pengukuran suhu tubuh, denyut nadi saat kerja, status gizi, dan iklim kerja, tanpa intervensi. Variabel yang diamati meliputi variabel bebas (*heat stress*, usia, konsumsi air minum, status gizi, suhu dan kelembaban udara) dan variabel terikat (*Occupational Heat Strain*). Setiap subjek hanya diobservasi dan diukur sekali, meskipun pengumpulan data tidak dilakukan pada hari yang sama untuk semua responden.

Dalam penelitian ini, teknik sampling yang digunakan oleh Tim Peneliti adalah *sample Non Probability Sampling* dengan menggunakan metode *Accidental Sampling*. *Accidental Sampling* adalah teknik penentuan sample berdasarkan kebetulan, yaitu siapa saja yang secara kebetulan bertemu dengan peneliti dapat digunakan sebagai sampel, bila di pandang orang yang kebetulan ditemui itu sesuai sebagai sumber data. Dalam teknik *accidental sampling*, pengambilan sampel tidak ditetapkan lebih dahulu. Peneliti langsung saja mengumpulkan data dari unit *sampling* yang ditemui [9].

Hasil dan Pembahasan

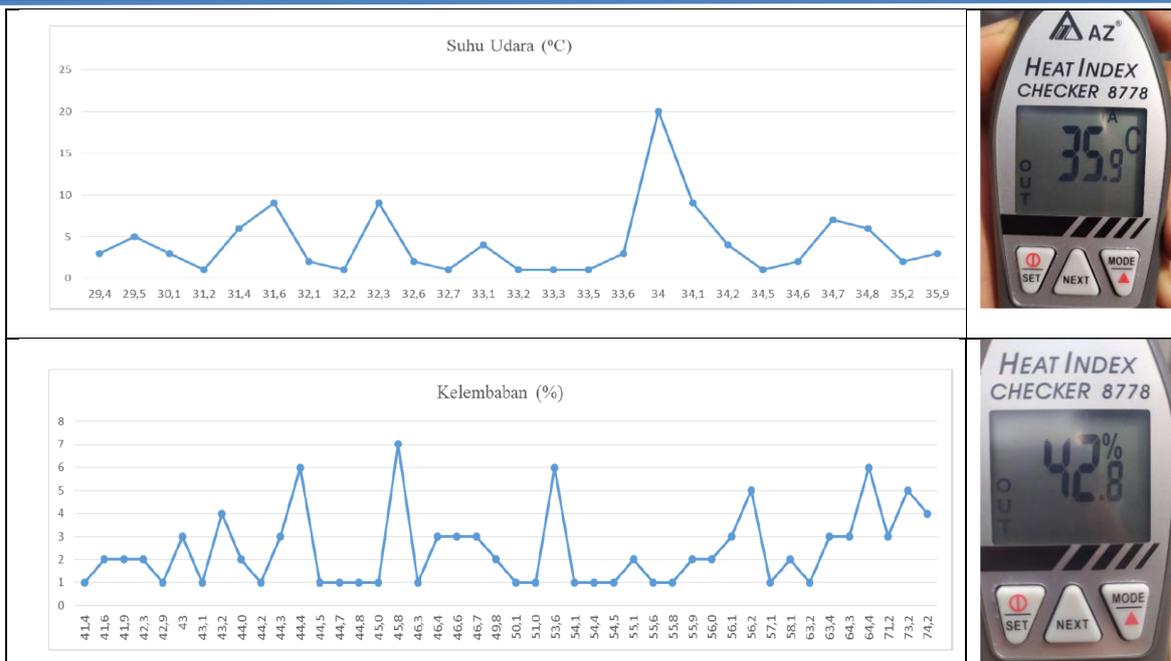
Dalam penelitian ini, sebanyak 106 responden yang merupakan pekerja outdoor di wilayah Kecamatan Ciputat, Kota Tangerang Selatan, telah diwawancarai dan diukur data fisiologis serta lingkungan kerjanya. Karakteristik responden meliputi faktor individu seperti usia, konsumsi air minum, dan status gizi. Data lengkap mengenai karakteristik responden dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Karakteristik Responden

Variabel	Kategori	Frekuensi	Persentase
Usia	≤ 40 Tahun	63	60.0%
	> 40 Tahun	42	40.0%
Konsumsi Air Minum	< 8 Gelas (1,92 Liter)	60	57.1%
	≥ 8 Gelas (1,92 Liter)	45	42.9%
Status Gizi	Buruk	42	40.0%
	Baik	63	60.0%
Suhu udara	Tidak Memenuhi Syarat	105	100.0%
	Memenuhi Syarat	0	0.0%
Kelembaban	Tidak Memenuhi Syarat	50	47.6%
	Memenuhi Syarat	55	52.4%
Heat Stress	≤ 28°C	13	12.4%
	>28°C	92	87.6%
Heat Strain	Berisiko	43	41.0%
	Tidak Berisiko	62	59.0%

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui usia responden ≤ 40 tahun sebanyak 60.0%, responden mengkonsumsi air < 8 gelas dalam sehari sebanyak 57.1%, status gizi responden baik sebanyak 60.0%, suhu udara tidak memenuhi syarat sebanyak 100.0%, kelembaban tempat kerja responden yang memenuhi syarat sebanyak 52.4%, responden dengan *heat stress* > 28°C sebanyak 87.6% dan responden tidak berisiko *Heat strain* sedang sebanyak 59.0%.

Suhu udara adalah kombinasi dari suhu kering, suhu basah alami, dan suhu bola (radiasi). Suhu kering merupakan ukuran langsung suhu udara. Suhu basah alami adalah suhu penguapan air pada suhu yang sama menyebabkan terjadinya keseimbangan uap air di udara, suhu ini diukur dengan termometer basah alami dan suhu basah alami lebih rendah dari suhu kering. Sedangkan suhu bola merupakan ukuran panas radiasi dari bahan padat di sekitar dan panas udara [10]. Hasil penelitian menunjukkan seluruh lokasi responden menurut kriteria suhu udara yang tidak memenuhi syarat ada sebanyak 105 lokasi dengan persentase 100.0%. Menurut hasil dari pengukuran yang peneliti lakukan, 105 lokasi tersebut selalu berada pada area pekerjaan yang panas. Selain itu, puncak musim kemarau, panas kendaraan, dan paparan panas matahari, juga mempengaruhi suhu udara di sekitar lokasi pekerja tersebut.



Gambar 1. Suhu Udara dan Kelembaban

Suhu udara ini didapatkan di Jl. Merpati Raya Kecamatan Ciputat dimana pada hari itu juga tidak ada awan sama sekali, tempat pekerja juga tidak ada pepohonan, sehingga menunjukkan hasil suhu udara yang tinggi. Tempat kerja yang nyaman merupakan salah satu faktor yang menunjang semangat kerja. Lingkungan kerja yang panas dan lembab akan menurunkan produktivitas kerja, hal tersebut juga akan berdampak negatif terhadap kesehatan dan keselamatan kerja. Suhu yang lebih panas mengakibatkan kinerja terutama kemampuan berpikir menjadi lebih rendah. Penurunan kemampuan berpikir terjadi setelah suhu melebihi 32°C. Suhu di dalam area tungku sebesar 34,9°C, yang melebihi NAB standar yaitu 30,5°C [6].

Analisis bivariat dilakukan untuk melihat hubungan antara masing-masing variabel independen dengan kejadian *Occupational Heat Strain*. Hasil analisis disajikan dalam Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Analisis Bivariat

Variabel	Haet Strain				P-Value	OR	CI 95%
	Berisiko		Tidak Berisiko				
	N	%	N	%			
Usia							
≤ 40	29	46.0	34	54.0	0.274	1.706	0.758-3.837
> 40	14	33.3	28	66.7			
Tahun							
< 8 Gelas (1,92 Liter)	26	43.3	34	56.7	0.710	1.260	0.572-2.775
≥ 8 Gelas (1,92 Liter)	17	37.8	28	62.2			
Status Gizi							

Buruk	19	45.2	23	54.8	0.598	1.342	0.608- 2.965
Baik	24	38.1	39	61.9			
Kelembaban							
Tidak Memenuhi Syarat	40	80.0	10	20.0	0.000	69.333	17.894- 268.642
Memenuhi Syarat	3	5.5	52	94.5			
Heat Stress							
≤ 28°C	0	0.0	13	100.0	0.000	1.878	1.5550- 2.274
>28°C	43	46.7	49	53.3			

Uji Statistik pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *software SPSS v.22 for Windows*. Interval kepercayaan yang digunakan adalah 95% atau *level of significancy* 5%. *P-value heat stress* dan kelembaban adalah 0.000, berarti terdapat hubungan antara *heat stress* dan kelembaban dengan *heat strain* pada pekerja outdoor di Kota Tangerang Selatan. Kelembaban merupakan jumlah uap air dalam ruang tertentu, biasanya diukur sebagai kelembaban relatif (RH), yaitu persentase kelembaban di udara relatif terhadap jumlah yang dapat ditampungnya jika jenuh pada suhu yang sama. Semakin tinggi tekanan uap air, semakin rendah pelepasan panas penguapan [11]. Ciri daerah yang beriklim tropis lembab seperti Indonesia adalah temperatur udara relatif panas yang mencapai nilai maksimum rata-rata 27°C-32°C, temperatur udara minimum rata-rata 20°C-23°C, kelembaban udara rata-rata 75%-80%. Kelembaban yang ada pada lokasi responden di pengaruhi oleh tempat pekerjaan responden, sebanyak 55 lokasi tersebut paparan sinar matahari tidak 100% di terima langsung oleh pekerja dan tidak terlalu banyak kendaraan yang berlalu. Terlebih lagi, beberapa responden juga ada yang melakukan kegiatan pekerjaan mereka dibawah pohon rindang.

Pada salah satu tempat lokasi penelitian tepatnya di Jl. Merpati Raya Kecamatan Ciputat, peneliti mendapatkan kelembaban sangat rendah. Dimana hal ini juga mempengaruhi suhu udara, kelembaban yang rendah artinya juga kadar air yang menguap di tempat tersebut tinggi. Peneliti merasakan perbedaan ketika mengukur di tempat yang gersang dan di tempat yang memiliki beberapa pepohonan, dimana di tempat yang gersang kelembaban semakin rendah dan di tempat yang memiliki pohon persentase kelembaban akan naik.

Tekanan panas adalah kombinasi suhu udara, kelembapan udara, kecepatan gerakan udara dan suhu radiasi. Tekanan panas sendiri dapat berasal dari mesin atau alat produksi, iklim, dan kerja otot manusia [8]. Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian terdahulu, didapatkan hasil *WBGT TWA/TLVave* kurang dari 1 pada tukang batu, pekerja tempat pembuangan sampah, petugas lalu lintas, dan pedagang kaki lima, sedangkan pada pekerja pembuatan jalan, pembuat beton, kuli bangunan, petani, dan kuli angkut lebih dari 1; oleh karena itu, mereka lebih rentan menderita tekanan panas dibandingkan yang lain [24]. Maka dapat disimpulkan dari perbandingan kedua penelitian kebanyakan pekerja merasakan *Heat Stress* saat bekerja. Tempat dan waktu akan sangat mempengaruhi ukuran *Heat Stress* yang pekerja terima. Kebanyakan pekerja bekerja pada jam 10 pagi hingga 5 sore dimana pada puncak jam 12 akan mendapatkan ukuran *WBGT* yang maksimal karena letak matahari berada tepat tegak lurus dengan pekerja.

Dalam pengukuran ini peneliti melakukan 2 metode, mengukur dengan di pegang dan di letakan di tempat yang aman. Peneliti sedang mengukur WBGT yang di terima oleh tukang parkir jalanan sambil memegang alat WBGT meter, dimana peneliti harus menunggu selama 20 menit untuk mendapatkan hasil yang stabil. *Heat strain* adalah Respons fisiologis terhadap beban panas baik itu eksternal maupun internal yang dialami seseorang, dimana tubuh berusaha untuk menghilangkan panas ke lingkungan untuk memelihara kestabilan suhu tubuh [11]. Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian terdahulu dengan judul *Occupational heat stress induced health impacts: A cross sectional study from South Indian working population*. Pekerja dengan paparan beban panas yang lebih tinggi ($>30^{\circ}\text{C}$) memiliki risiko tertinggi mengalami *Physiological Heat strain* (OR = 2.7; $p < 0.0001$) dibandingkan pekerja dengan tekanan panas sedang ($27.5 - 30.0^{\circ}\text{C}$) [12]. Berdasarkan kedua penelitian tersebut dapat diketahui bahwa pekerja yang merasakan gejala *Occupational Heat strain* lebih banyak dibandingkan pekerja yang tidak mengalami *Occupational Heat strain*. Daya tahan tubuh pekerja akan sangat reseptif pada gejala penyakit panas ketika pekerja kurang minum, memaksakan bekerja di tempat panas dengan durasi yang lama, dan menggunakan pakaian yang menyerap panas seperti kaos hitam. Respons seseorang terhadap gejala penyakit tekanan panas berbeda – beda disebabkan oleh adanya beberapa faktor individu yang mempengaruhinya (Usia, Konsumsi Air Minum dan Status Gizi).

Tekanan panas (antara suhu udara, heat stress) di suatu lingkungan kerja merupakan perpaduan kelembaban, radiasi, kecepatan gerakan udara dan panas metabolisme sebagai aktivitas dari seseorang serta pakaian yang digunakan saat bekerja. Tekanan panas merupakan suatu mikro meteorologi dari lingkungan kerja [13]. Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian terdahulu, didapatkan hasil pekerja dengan paparan panas di atas NAB mengalami gejala kesehatan terkait panas yang berhubungan secara signifikan ($p = 0,000$) [12]. Jika dibandingkan dengan penelitian tersebut dapat diketahui bahwa ada hubungan yang kuat antara *Heat Stress* dengan kejadian *Occupational Heat strain* pada tukang parkir jalanan di Kecamatan Ciputat dan di *South Indian working population*.

Paparan panas dan kelembapan ekstrim dalam waktu lama dapat menyebabkan tubuh mengalami *Occupational Heat strain*. *Heat Stress*, yang diakibatkan oleh kondisi lingkungan seperti suhu udara yang tinggi dan kelembapan tinggi, merupakan pemicu utama terjadinya *Occupational Heat strain*. Ketika mekanisme pendinginan tubuh kewalahan, *Occupational Heat strain* dapat berkembang menjadi penyakit terkait panas yang lebih parah, seperti *Heat Exhaustion* dan *Heatstroke*. Pekerjaan yang bekerja di luar ruangan atau dilakukan di lingkungan yang panas memiliki risiko lebih tinggi terhadap *Occupational Heat strain* di kalangan pekerja. Masyarakat harus menyadari hubungan ini dan menerapkan langkah untuk mencegah dan mengelola *Heat Stress* guna melindungi kesehatan pekerja.

Lingkungan yang panas tetapi kering memungkinkan manusia (meskipun sampai batas tertentu) untuk tinggal dan melakukan aktivitas fisik rendah, asalkan akses ke air minum terjamin. Sebaliknya, lingkungan yang panas tetapi lembap menyebabkan masalah yang lebih serius, karena ketidakmampuan untuk menurunkan suhu kulit dengan penguapan keringat dari permukaan kulit [14]. *Heat strain* adalah Respons fisiologis terhadap beban panas baik itu eksternal maupun internal yang dialami seseorang, dimana tubuh berusaha untuk menghilangkan panas ke lingkungan untuk memelihara kestabilan suhu tubuh. Tekanan panas, faktor pekerja dan beban kerja dapat dijadikan cara untuk melakukan monitoring *Heat strain* pada tenaga

kerja Terdapat hubungan yang signifikan antara tekanan panas dan *Heat strain*, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai p yang signifikan secara statistik dalam beberapa penelitian, yakni $p = 0,012$ [15], $p = 0,015$ [10], dan $p = 0,004$ [16] yang semuanya lebih kecil dari ambang signifikansi 0,05. Hal tersebut dapat memberi dampak akut maupun kronis bagi tubuh melalui fisik atau kejiwaan. Efek yang muncul beragam, mulai gejala kemerahan di tubuh, tidak sadarkan diri, sampai keluhan berat seperti keringat berhenti keluar dan terjadi heat stroke [17]. Karena konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer terus meningkat, suhu dan kelembapan akan meningkat lebih lanjut, yang berpotensi menyebabkan peningkatan stres panas pada manusia. Atas dasar fisiologis dan biofisik, paparan tingkat kelembapan yang lebih tinggi akan memperburuk stres panas dengan mengurangi penguapan keringat [18].

Heat strain merupakan dampak akut atau kronis yang diakibatkan paparan tekanan panas yang dialami oleh seseorang dari aspek fisik maupun mental. Dampak fisik yang ditimbulkan dapat bervariasi mulai dari keluhan ringan seperti ruam pada kulit atau pingsan sampai situasi yang mengancam kehidupan saat terjadi terhentinya pengeluaran keringat dan heat stroke. Tidak terdapat hubungan antara konsumsi air minum ($p = 0,166$) dengan regangan panas [19]. Hasil penelitian ini sejalan dengan studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan antara konsumsi air minum dan *Heat strain*, ditunjukkan oleh nilai p-value sebesar 0,645. Namun, temuan ini bertentangan dengan beberapa penelitian lain yang menyatakan bahwa konsumsi air minum berpengaruh terhadap *Heat strain*, seperti yang ditunjukkan oleh p-value 0,023 ($\alpha < 0,05$) [20], $p = 0,008$ [10], $p = 0,002$ [2] $p = 0,001$ [21], $p = 0,004$ [15] dan $p = 0,000$ pada penelitian lainnya. Disarankan agar pekerja mengonsumsi air minum lebih dari 11 gelas per hari serta mengenakan pakaian yang dapat memantulkan panas, seperti pakaian tipis, longgar dan mudah menyerap keringat [22].

Daya tahan seseorang terhadap panas akan menurun pada umur yang lebih tua. Pekerja dengan umur lebih tua (40 - 65 tahun) umumnya kurang mampu dalam mengatasi panas. Pada orang dewasa yang lebih tua, fungsi jantung menjadi kurang efisien. Oleh karena itu, pengeluaran keringat terjadi lebih lambat dan memerlukan waktu yang lebih lama untuk mengembalikan suhu tubuh menjadi normal setelah terpajan panas [23]. Penelitian ini sejalan dengan penelitian terdahulu dengan judul *Investigation of Heat Stress and Heat strain in outdoor workes: a case study in Iran*. Didapatkan hasil rata-rata dan standar deviasi dari informasi demografi subjek. Usia rata-rata (SD) mereka adalah 32 (9,25) Tahun (berkisar antara usia 18 hingga 45 tahun) [8].

Jika dibandingkan dari penelitian di Kecamatan Ciputat dan Studi di Iran sebagian pekerja memiliki umur <40 tahun. Umur yang masih produktif untuk melakukan pekerjaan di area yang panas. Rata - rata umur yang didapatkan di dalam penelitian ini juga diketahui 39 tahun. Subjek penelitian ini, diketahui banyak pekerja dengan usia di bawah <40 karena pekerjaan ini lebih di gemari untuk kalangan pemuda yang tidak memiliki pekerjaan yang pantas, lebih mudah dari kebanyakan pekerjaan lain, pada usia mereka tersebut. Air mempunyai fungsi dalam berbagai proses penting dalam tubuh manusia, seperti pengatur suhu tubuh, zat pelarut, pembentuk sel dan cairan tubuh, pelumas dan bantalan, media eliminasi sisa metabolisme. Tekanan panas dapat memberikan pengaruh pada tubuh berupa sinyal seperti banyaknya keringat yang keluar, rasa haus dan panas, serta ketidaknyamanan dalam melakukan pekerjaan [24].

Penelitian ini sejalan dengan penelitian terdahulu, didapatkan hanya 21% pekerja luar ruangan yang mendapatkan akses air dingin; pengukir batu, pekerja konstruksi dan yang lainnya memiliki akses yang lebih sedikit untuk mendapatkan air dingin, berdasarkan penelitian pada saat itu. Dalam penelitian ini, 20% pekerja memiliki hak untuk meninggalkan pekerjaan untuk istirahat atau meminum air [8]. Dari perbandingan kedua penelitian dapat di simpulkan bahwa pekerja mengkonsumsi air minum saat bekerja < 8 gelas atau 1,92 Liter sehari. Pekerja pada kategori pekerjaan ini lebih menyukai untuk mengkonsumsi air minum pada saat mereka merasa haus, berdasarkan kutipan dari salah satu responden mengatakan “kita semua rame – rame juga minum 2L sehari” ungkapan tersebut sambil menunjukan kepada botol air minum 2L yang di bagi bersama – sama yang menjadikan untuk satu orang mereka tidak minum sampai >8 gelas sehari atau 1,92 Liter. Dalam penelitian ini, diperoleh p-value untuk variabel usia sebesar 0,274, yang menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara usia dan *Heat strain*. Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian sebelumnya yang juga menyatakan bahwa usia tidak memiliki kaitan dengan *Heat strain* (p-value > 0,05) [21]. Namun, hasil ini bertentangan dengan beberapa studi lain yang menemukan adanya hubungan yang signifikan (p = 0,003) [15], (p = 0,044) [10] dan (p = 0,003) [23].

Lapisan lemak akan menghambat pemindahan panas dari otot menuju kulit [11]. Sehingga saat seseorang dengan Sehingga saat seseorang dengan indeks massa tubuh yang tinggi menerima tekanan panas akan memiliki risiko yang tinggi untuk mengalami *Heat strain* karena terhambatnya proses perpindahan panas dari dalam tubuh menuju kulit. Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian terdahulu, didapatkan hasil dari 53 responden dari 9 grup pekerjaan yang berbeda, rata – rata responden berstatus gizi Normal dengan *Body Mass Index* (BMI) atau Index Massa Tubuh (IMT) diperoleh nilai 22 [8]. Dari perbandingan kedua penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa dari pekerja – pekerja tersebut sebagian besar memiliki status gizi normal. Dari kebanyakan reponden yang peneliti temui semuanya memiliki tubuh yang tidak terlalu gemuk dan juga tidak terlalu kurus dan tubuh yang mereka miliki bisa di dapatkan dari pekerjaan yang mereka lakukan itu sama saja seperti membakar kalori saat berolahraga. Penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara status gizi dan *Heat strain*, ditunjukkan oleh p-value sebesar 0,362. Hasil ini sejalan dengan studi sebelumnya yang juga menyatakan tidak adanya hubungan antara indeks massa tubuh (IMT) dan keluhan *Heat strain* (p = 0,457) [22]. Namun, beberapa penelitian lain menunjukkan hasil yang berbeda, di mana ditemukan hubungan yang signifikan antara status gizi dan *Heat strain*, seperti pada penelitian dengan p-value 0,004 [15], p-value 0,002 [16] dan p-value 0,001 [10].

Dari hasil analisis terlihat pada tabel 3 hasil analisis multivariat ada 4 variabel yang p valuenya > 0,05 yaitu usia, status gizi, konsumsi air minum, dan wbg. Dari 4 variabel tersebut yang terbesar adalah wbg yakni 0,999 sehingga pemodelan selanjutnya variabel wbg dikeluarkan dari model. Dengan langkah yang sama pada step kedua dihasilkan 3 variabel dengan sig > 0,05 dan terbesar pada variabel usia yakni 0,817 sehingga variabel usia dikeluarkan dari model. Kemudian pada step 3 dihasilkan 2 variabel > 0,05 dengan yang terbesar pada variabel konsumsi air minum yakni 0,548 sehingga variabel ini dikeluarkan dari model. Kemudian pada step 4 dihasilkan 1 variabel besar dari status gizi yakni 0,271 sehingga variabel status gizi dikeluarkan dari model. Pada step 5 tersisa variabel kelembaban dengan nilai sig < 0,05 yakni 0,00 sehingga dapat disimpulkan bahwa kelembaban signifikan terhadap kejadian headstrain.

Tabel 3. Analisis Multivariat

Multivariat	Variabel	B	p-value	OR
Model 1	Kelembaban	4.007	0.000	58.965
	Usia	0.140	0.828	1.150
	Status Gizi	0.645	0.325	1.907
	Konsumsi Air Minum	0.282	0.6455	1.384
	WBGT	-18.349	0.999	0.000
Model 2	Kelembaban	4.329	0.000	75.834
	Usia	0.149	0.817	1.161
	Status Gizi	0.703	0.285	2.020
	Konsumsi Air Minum	0.381	0.540	1.464
Model 3	Kelembaban	4.348	0.000	77.290
	Status Gizi	0.695	0.290	2.005
	Konsumsi Air Minum	0.373	0.548	1.452
Model 4	Kelembaban	4.333	0.000	76.155
	Status Gizi	0.720	0.271	2.055
Model 5	Kelembaban	4.239	0.000	69.333

Kesimpulan dari analisis multivariat ternyata variabel yang berhubungan bermakna dengan kejadian headstrain adalah variabel kelembaban. Untuk melihat variabel man yang paling besar pengaruhnya terhadap variabel dependen, dapat dilihat dari exp (b) untuk variabel signifikan, semakin besar exp (b) berarti semakin besar pengaruhnya terhadap variabel dependen yang dianalisis. Dalam data ini ini berarti kelembaban paling besar pengaruhnya terhadap kejadian headstrain pada pekerja.

Menurut teori termoregulasi tubuh, tubuh manusia akan berusaha menjaga suhu inti tetap stabil melalui mekanisme seperti keringat dan peningkatan sirkulasi darah ke permukaan kulit. Namun, efektivitas mekanisme ini sangat bergantung pada dua faktor utama:

a) Heat Stress (Tekanan Panas)

1. Merupakan kombinasi antara suhu udara, radiasi panas, kecepatan angin, dan aktivitas fisik yang meningkatkan beban panas pada tubuh.
2. Sesuai teori heat balance, saat asupan panas (dari lingkungan dan metabolisme) melebihi kemampuan tubuh untuk melepas panas, maka terjadilah *heat strain*.
3. Beban panas tinggi meningkatkan risiko gangguan kesehatan seperti dehidrasi, kelelahan, dan cedera ginjal [11]

b) Kelembaban Udara

1. Kelembaban tinggi menghambat penguapan keringat, padahal penguapan adalah cara utama tubuh menurunkan suhu.
2. Semakin tinggi kelembaban, semakin sulit tubuh melepaskan panas, meskipun berkeringat. Akibatnya, suhu inti tubuh meningkat lebih cepat.
3. Hal ini didukung oleh teori thermoregulatory efficiency, yang menyebutkan bahwa kelembaban tinggi menurunkan efisiensi pendinginan tubuh melalui evaporasi.

Keterbatasan dalam penelitian ini dan rekomendasi ke depan

Keterbatasan Penelitian:

1. Desain cross-sectional hanya menggambarkan hubungan pada satu titik waktu, sehingga tidak bisa menunjukkan hubungan sebab-akibat.
2. Sampel terbatas pada pekerja parkir jalanan di satu wilayah (Kecamatan Ciputat), sehingga hasil tidak dapat digeneralisasi untuk semua jenis pekerja outdoor.
3. Pengukuran suhu tubuh dan denyut jantung hanya dilakukan sekali, tidak mencerminkan fluktuasi selama jam kerja penuh.
4. Faktor lain seperti status hidrasi, kondisi medis, durasi kerja, dan jenis pakaian tidak dianalisis, padahal berpotensi memengaruhi heat strain.

Rekomendasi untuk Ilmu Pengetahuan dan Kesehatan Pekerja Outdoor:

1. Penelitian longitudinal diperlukan untuk melihat perubahan heat strain dalam jangka waktu tertentu dan memperkuat hubungan sebab-akibat.
2. Perluasan populasi studi ke sektor pekerja outdoor lainnya seperti konstruksi, petugas kebersihan, buruh pelabuhan, dll.
3. Pengembangan protokol perlindungan panas kerja, termasuk sistem rotasi kerja, penyediaan tempat teduh, dan edukasi hidrasi.
4. Inovasi teknologi wearable untuk pemantauan suhu tubuh dan detak jantung secara real-time selama kerja.
5. Kolaborasi lintas sektor (kesehatan kerja, BPJS Ketenagakerjaan, dinas lingkungan) untuk merumuskan kebijakan perlindungan pekerja luar ruang di tengah krisis iklim.

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa heat stress dan kelembaban udara merupakan faktor determinan yang berpengaruh signifikan terhadap kejadian *Occupational Heat Strain* pada pekerja outdoor di Kota Tangerang Selatan. Pekerja yang terpapar panas tinggi dan bekerja dalam kelembaban tinggi memiliki risiko lebih besar mengalami *heat strain* dibandingkan pekerja yang terpapar kondisi termonetral. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya pemantauan lingkungan kerja dan perlindungan terhadap pekerja luar ruang dalam menghadapi risiko paparan panas yang meningkat akibat perubahan iklim. Diperlukan intervensi promotif dan preventif seperti penyediaan tempat berteduh, waktu kerja adaptif, dan edukasi hidrasi untuk menurunkan risiko *heat strain* pada kelompok pekerja ini.

Referensi

- [1] Dewi RSC. Hubungan antara beban kerja fisik dan lingkungan kerja fisik dengan status dehidrasi pada pekerja operator laundry di PT. Kasih Karunia Sejati Malang [Skripsi]. 2021.
- [2] Zulhanda D, Lestari M, Andarini D, Novrikasari N, Windusari Y, Fujianti P. Gejala heat strain pada pekerja pembuat tahu di kawasan Kamboja Kota Palembang. *J Kesehat Lingkung Indones*. 2021;20(2):120-7.
- [3] Christy MY. Faktor yang berhubungan dengan kejadian dehidrasi diare pada balita di wilayah kerja Puskesmas Kalijudan. *J Berkala Epidemiol*. 2014;2(3):297-308.

-
- [4] Fadhilah R. Faktor-faktor yang berhubungan dengan heat strain pada pekerja pabrik kerupuk di wilayah Kecamatan Ciputat Timur tahun 2014 [Skripsi]. 2014.
- [5] Fadholi A. Pemanfaatan suhu udara dan kelembaban udara dalam persamaan regresi untuk simulasi prediksi total hujan bulanan di Pangkalpinang. *CAUCHY J Matematika Murni dan Apl.* 2013;3(1):1-9.
- [6] Fajrianti G, Shaluhiah Z, Lestantyo D. Pengendalian heat stress pada tenaga kerja di bagian furnace PT. X Pangkalpinang Bangka Belitung. *J Promosi Kesehat Indones.* 2017;12(2):150-62. doi:10.14710/jpki.12.2.150-162
- [7] Flouris AD, Dinas PC, Ioannou LG, Nybo L, Havenith G, Kenny GP, Kjellstrom T. Workers' health and productivity under occupational heat strain: A systematic review and meta-analysis. *Lancet Planet Health.* 2018;2(12):e521-31.
- [8] Golbabaie F, Monazzam MR, Yazdani Aval M, Allahyari T, Taban E, Rostami Aghdam Shendi M. Investigation of heat stress and heat strain in outdoor workers: A case study in Iran. *Arch Adv Biosci.* 2016;7(4):30-8. doi:10.22037/jps.v7i4.14494
- [9] Sugiyono. Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta; 2017.
- [10] Amir A, Hardi I, Sididi M. Faktor yang berhubungan dengan heat strain pada pekerja divisi produksi PT. Industri Kapal Indonesia (Persero) Makassar. *Window Public Health J.* 2021;2(2):347-58. doi:10.33096/woph.v2i2.157
- [11] NIOSH. Criteria for a recommended standard: Occupational exposure to heat and hot environments. Washington DC: U.S. Government Printing Office; 2018.
- [12] Venugopal V, Latha PK, Shanmugam R, Krishnamoorthy M, Johnson P. Occupational heat stress induced health impacts: A cross-sectional study from South Indian working population. *Adv Climate Change Res.* 2020;11(1):31-9. doi:10.1016/j.accre.2020.05.009
- [13] Putra GF, Dirgawati M. Studi evaluasi tingkat paparan panas lingkungan kerja terhadap pekerja di PT. X berdasarkan ISO 7243:2017 [Tesis]. Institut Teknologi Nasional; 2021.
- [14] Nadia, Syam N, Rahman. Analisis heat strain pada pekerja pembangunan kapal PT. IKI (Persero) Makassar tahun 2023. *Higiene.* 2024;10(1).
- [15] Melinda A, Adha MZ, Qomariyah L. Hubungan tekanan panas, faktor pekerja dan beban kerja dengan kejadian heat strain pada pekerja bidang produksi di CV. Fatra Karya Logam, Kab. Tangerang. *Frame Health J.* 2022;1(1).
- [16] Puasa J, Tarigan SFN, Nakoe MR. Faktor yang berhubungan dengan keluhan heat strain pada pekerja pabrik tahu Kota Gorontalo. *J Kolaboratif Sains.* 2025;8(3):1449-58. doi:10.56338/jks.v8i3.7023
- [17] Putri YN, Setiawan MR, Anggraini MT. Hubungan beban kerja fisik dan durasi kerja dengan kejadian heat strain pada pekerja industri kerupuk. *J Ilmiah Kesehat.* 2022;21(2). doi:10.33221/jikes.v21i2.1706
- [18] Baldwin JW, Benmarhnia T, Ebi KL, Jay O, Lutsko NJ, Vanos JK. Humidity's role in heat-related health outcomes: A heated debate. *Environ Health Perspect.* 2023;131(5). doi:10.1289/EHP11807
- [19] Nofianto DW, Koesyanto H. Masa kerja, beban kerja, konsumsi air minum dan status kesehatan dengan regangan panas pada pekerja area kerja. *Higeia J Public Health Res Dev.* 2019;3(4). doi:10.15294/higeia/v3i4/28158
- [20] Fadhila AN, Santiasih I, Disrinama AM. Kenyamanan termal dan faktor individu yang mempengaruhi kejadian heat strain pada pekerja labelling canning. *J Envirotek.* 2021;13(1).

-
- [21] Adji A, Putri DUP, Djamil A. Factors related to heat strain in tough-making industrial workers. *Indones J Global Health Res.* 2024;6(S4). doi:10.37287/ijghr.v6iS4.4144
- [22] Saputra D, Subakir, Hapis AA. Faktor yang berhubungan dengan keluhan heat strain pada pekerja pabrik tahu di Kecamatan Jelutung. *J Inovasi Penelitian.* 2022;2(12). doi:10.47492/jip.v2i12.1492
- [23] Utama WT. Papanan panas dengan status hidrasi pekerja. *J Kedokteran Univ Lampung.* 2019;3(2):259-71.
- [24] Sahna SA. Hubungan heat stress dengan fatigue pada pekerja pengelasan di PT. Adhi Persada Gedung (APG) Bekasi [Tesis]. Universitas Binawan; 2019