MEDIC NUTRICIA
Jurnal Ilmu Kesehatan

Vol. 24 No 3 Tahun 2026
Cahaya Ilmu Bangsa

HUBUNGAN IKLIM KERJA PANAS DAN LAMA PAJANAN DENGAN HEAT STRAIN PADA PEKERJA PENGELASAN DI PT X KOTA BATAM TAHUN 2026

Lucy Normayna N.[1], Trisna Dewita[2], Hening Rizky Permata[3]

[1 2 3]Program Studi Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Ibnu Sina, Batam
[1]*Email: 221013241153@uis.ac.id, trisna.dewita@uis.ac.id, hening@uis.ac.id*

ABSTRAK

Pekerjaan pengelasan menghasilkan panas dari busur las dan logam yang dipanaskan. Penggunaan pakaian kerja dan alat pelindung diri juga dapat menghambat pelepasan panas tubuh sehingga pekerja berisiko mengalami heat strain. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan iklim kerja panas dan lama pajanan dengan heat strain pada pekerja pengelasan di PT X Kota Batam tahun 2026. Penelitian menggunakan desain kuantitatif observasional analitik dengan pendekatan cross-sectional. Sampel terdiri atas 50 pekerja pengelasan yang dipilih menggunakan teknik total sampling. Iklim kerja panas diukur menggunakan QUESTemp 36 berdasarkan Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB), kemudian dibandingkan dengan Nilai Ambang Batas (NAB) dalam Permenaker Nomor 5 Tahun 2018. Lama pajanan dikumpulkan melalui kuesioner, sedangkan heat strain dinilai menggunakan Heat Strain Score Index (HSSI). Analisis dilakukan secara univariat dan bivariat menggunakan uji Chi-Square. Hasil menunjukkan 31 pekerja (62,0%) berada pada iklim kerja yang melebihi NAB dan 28 pekerja (56,0%) terpajan lebih dari delapan jam per hari. Heat strain kategori sedang merupakan kategori terbanyak (46,0%). Terdapat hubungan antara iklim kerja panas dan heat strain (p=0,001), serta antara lama pajanan dan heat strain (p<0,001). Pengendalian panas, pengaturan durasi pajanan, dan penyediaan waktu istirahat perlu diperkuat.

Kata kunci: iklim kerja panas; lama pajanan; heat strain; pekerja pengelasan

ABSTRACT

Welding activities generate heat from the welding arc and heated metals. Work clothing and personal protective equipment may also limit body heat dissipation, increasing the risk of heat strain. This study aimed to analyze the relationship between hot work climate and exposure duration with heat strain among welding workers at PT X, Batam City, in 2026. This quantitative study used an observational analytical design with a cross-sectional approach. A total of 50 welding workers were selected through total sampling. Hot work climate was measured using a QUESTemp 36 instrument based on the Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) index and compared with the threshold limit value stipulated in Minister of Manpower Regulation No. 5 of 2018. Exposure duration was obtained through a questionnaire, while heat strain was assessed using the Heat Strain Score Index (HSSI). Univariate and bivariate analyses were performed using

Article history
Received: November 2026
Reviewed:November 2026
Published: November 2026
Plagirism checker no 234.8576

Copyright : Author Publish by : Nutricia

This work is licensed under a creative commons attribution-noncommercial 4.0 international license

the Chi-Square test. The results showed that 31 workers (62.0%) were exposed to heat levels exceeding the threshold and 28 workers (56.0%) worked in hot conditions for more than eight hours per day. Moderate heat strain was the most common category (46.0%). Hot work climate was significantly associated with heat strain (p=0.001), as was exposure duration (p<0.001). Workplace heat controls, exposure-time management, and adequate rest periods should therefore be strengthened.
Keywords: hot work climate; exposure duration; heat strain; welding workers

PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan salah satu proses penting dalam kegiatan industri dan perbaikan logam. Proses ini melibatkan penggunaan energi panas untuk menyambungkan material sehingga pekerja berhadapan langsung dengan sumber panas, percikan, radiasi, asap, serta potensi bahaya lainnya. Panas yang berasal dari busur las dan logam yang dipanaskan dapat meningkatkan beban panas lingkungan kerja. Kondisi tersebut dapat menjadi lebih berat ketika sirkulasi udara tidak memadai atau pekerja menggunakan pakaian pelindung yang membatasi penguapan keringat.

Iklim kerja panas merupakan kondisi lingkungan kerja yang dipengaruhi oleh suhu udara, kelembapan, kecepatan gerakan udara, dan panas radiasi. Penilaian paparan panas di tempat kerja dapat dilakukan menggunakan Indeks Suhu Basah dan Bola (ISBB) atau Wet Bulb Globe Temperature (WBGT). Indeks tersebut mengintegrasikan beberapa komponen lingkungan untuk memperkirakan beban panas yang diterima pekerja. Di Indonesia, pengukuran dan evaluasi iklim kerja mengacu pada SNI 7061:2019, sedangkan pengendalian lingkungan kerja diatur dalam Permenaker Nomor 5 Tahun 2018.

Paparan panas yang tidak terkendali dapat menimbulkan heat stress dan respons fisiologis tubuh yang dikenal sebagai heat strain. Heat stress menggambarkan beban panas dari lingkungan dan aktivitas, sedangkan heat strain merujuk pada respons tubuh terhadap beban tersebut. Respons dapat berupa peningkatan denyut nadi, suhu tubuh, produksi keringat, rasa haus, kelelahan, pusing, dan keluhan lain. Apabila beban panas berlangsung terus-menerus dan mekanisme pengaturan suhu tubuh tidak mampu mengimbanginya, risiko gangguan kesehatan akibat panas dapat meningkat (Dehghan et al., 2015; Ioannou et al., 2022).

Selain kondisi lingkungan, lama pajanan turut menentukan besarnya beban panas yang diterima pekerja. Durasi kerja yang panjang dapat memperpanjang waktu tubuh menerima panas dan mengurangi kesempatan pemulihan, terutama apabila waktu istirahat tidak cukup atau dilakukan di area yang tetap panas. Pengaruh panas juga dapat berbeda antarpekerja karena kondisi kebugaran, status hidrasi, beban kerja fisik, aklimatisasi, dan kondisi kesehatan. Oleh karena itu, penilaian risiko perlu mempertimbangkan faktor lingkungan dan karakteristik pajanan secara bersamaan.

Survei awal di PT X Kota Batam menunjukkan bahwa pekerja pengelasan merasakan kondisi panas, lelah, dan lemas, terutama pada rentang pukul 11.00–15.00. Aktivitas pengelasan berlangsung di area kerja yang memiliki sumber panas dari proses produksi. Perusahaan telah menyediakan blower dan ventilasi samping pada beberapa area, tetapi keluhan panas masih dirasakan pekerja. Kondisi ini menunjukkan perlunya evaluasi iklim kerja panas dan lama pajanan serta kaitannya dengan heat strain.

Penelitian mengenai heat strain pada pekerja industri menunjukkan bahwa paparan panas dan faktor individu dapat berkontribusi terhadap respons fisiologis pekerja (Amir et al., 2021; Aulia et al., 2025; Chilwindwi et al., 2025). Kajian mengenai pekerja di lingkungan panas juga menekankan pentingnya

pengendalian sumber panas, pemantauan kondisi pekerja, hidrasi, dan pengaturan kerja-istirahat (Morris et al., 2020; Ioannou et al., 2022). Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis hubungan iklim kerja panas dan lama pajanan dengan heat strain pada pekerja pengelasan di PT X Kota Batam tahun 2026.

TINJAUAN PUSTAKA

Iklim kerja panas menggambarkan kondisi termal lingkungan yang dapat menambah beban panas tubuh. Komponen yang berpengaruh meliputi suhu udara, kelembapan, pergerakan udara, dan panas radiasi. ISBB digunakan sebagai indeks penilaian paparan panas. Untuk lingkungan dalam ruang, penghitungan ISBB menggunakan komponen suhu basah alami (SBA) dan suhu bola (SB), yaitu 0,7 SBA + 0,3 SB. Untuk lingkungan luar ruang dengan paparan matahari, rumus yang digunakan adalah 0,7 SBA + 0,2 SB + 0,1 suhu kering (SK) (Badan Standardisasi Nasional, 2019). Hasil pengukuran kemudian dibandingkan dengan NAB sesuai beban kerja dan pengaturan waktu kerja.

Nilai Ambang Batas merupakan standar pembanding untuk menilai apakah paparan lingkungan kerja masih berada dalam batas yang ditetapkan. Dalam penelitian ini, klasifikasi iklim kerja panas didasarkan pada perbandingan hasil ISBB dengan NAB yang digunakan dalam skripsi, yaitu 28°C untuk kategori beban kerja sedang dengan waktu kerja 75–100%. Nilai tersebut digunakan sebagai dasar pengelompokan memenuhi atau melebihi NAB pada lokasi pengukuran.

Heat strain adalah respons fisiologis dan subjektif tubuh terhadap tekanan panas. Respons tersebut dapat dipengaruhi oleh intensitas panas, durasi pajanan, tingkat aktivitas fisik, pakaian kerja, hidrasi, dan kemampuan adaptasi individu. Heat Strain Score Index (HSSI) digunakan untuk penilaian awal gejala dan respons terkait panas. Instrumen ini dikembangkan untuk membantu penilaian heat stress di tempat kerja (Dehghan et al., 2015), dan telah melalui proses adaptasi bahasa pada konteks pekerja tertentu (Lim et al., 2023). Dalam penelitian ini, skor HSSI dikelompokkan menjadi kategori rendah (<13,5), sedang/peringatan (13,6–18), dan tinggi (>18), mengikuti pengelompokan yang digunakan dalam skripsi.

Lama pajanan merupakan durasi pekerja berada atau melakukan aktivitas pada kondisi kerja yang berpotensi menimbulkan paparan panas. Durasi kerja efektif, waktu istirahat, dan lembur perlu diperhatikan karena berhubungan dengan kesempatan tubuh untuk melepaskan panas dan memulihkan keseimbangan fisiologis. Pedoman pengendalian panas menekankan kombinasi pengurangan paparan, penyesuaian beban kerja, hidrasi, aklimatisasi, dan jadwal istirahat (NIOSH, 2016; ACGIH, 2025).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain observasional analitik dan pendekatan cross-sectional. Penelitian dilaksanakan pada pekerja pengelasan di PT X Kota Batam, wilayah Batu Ampar, pada Agustus–Oktober 2026. Populasi penelitian adalah seluruh pekerja pengelasan yang berjumlah 50 orang. Seluruh populasi dijadikan sampel dengan teknik total sampling sehingga jumlah responden penelitian adalah 50 pekerja.

Variabel bebas penelitian meliputi iklim kerja panas dan lama pajanan, sedangkan variabel terikat adalah heat strain. Iklim kerja panas diukur menggunakan QUESTemp 36 Thermal Environment Monitor untuk memperoleh nilai ISBB pada titik pengukuran area kerja. Hasil pengukuran diklasifikasikan berdasarkan NAB yang digunakan dalam penelitian. Lama pajanan diperoleh melalui kuesioner dan dikelompokkan menjadi ≤8 jam per hari dan >8 jam per hari.

Heat strain diukur menggunakan Heat Strain Score Index (HSSI) melalui kuesioner yang digunakan dalam penelitian. Skor selanjutnya dikategorikan menjadi rendah, sedang/peringatan, dan tinggi berdasarkan batas kategori yang tercantum dalam skripsi. Pengumpulan data juga mencakup karakteristik operasional pekerjaan dan informasi waktu kerja yang relevan untuk menggambarkan kondisi pajanan.

Analisis data dilakukan secara univariat untuk menggambarkan distribusi frekuensi setiap variabel dan secara bivariat untuk menguji hubungan antara iklim kerja panas dengan heat strain serta lama pajanan dengan heat strain. Uji statistik yang digunakan adalah Chi-Square dengan tingkat signifikansi 0,05. Hasil dinyatakan memiliki hubungan yang bermakna secara statistik apabila nilai p lebih kecil dari 0,05. Penelitian ini mengikuti prosedur dan pengolahan data sebagaimana dilaporkan dalam skripsi sumber.

HASIL PENELITIAN

Pengukuran iklim kerja panas pada tiga titik area kerja menghasilkan nilai ISBB sebesar 29,0°C, 29,3°C, dan 27,9°C. Dua titik pengukuran menunjukkan nilai di atas NAB 28°C yang digunakan untuk kategori beban kerja sedang dengan waktu kerja 75–100%, sedangkan satu titik berada di bawah NAB. Pada tingkat pekerja, sebanyak 31 responden (62,0%) dikategorikan bekerja pada iklim kerja panas yang melebihi NAB dan 19 responden (38,0%) pada kondisi yang memenuhi NAB.

Variabel	Kategori	n	%
Iklim kerja panas	Memenuhi NAB	19	38,0
	Melebihi NAB	31	62,0
Lama pajanan	≤8 jam/hari	22	44,0
	>8 jam/hari	28	56,0
Heat strain	Rendah	12	24,0
	Sedang	23	46,0
	Tinggi	15	30,0
Total responden		50	100,0

Berdasarkan lama pajanan, 22 pekerja (44,0%) memiliki durasi pajanan ≤8 jam per hari, sedangkan 28 pekerja (56,0%) memiliki durasi pajanan lebih dari 8 jam per hari. Berdasarkan penilaian HSSI, kategori heat strain sedang merupakan kategori terbanyak, yaitu 23 pekerja (46,0%). Sebanyak 15 pekerja (30,0%) berada pada kategori tinggi dan 12 pekerja (24,0%) pada kategori rendah.

Tabulasi silang menunjukkan bahwa pada kelompok iklim kerja yang memenuhi NAB, 10 pekerja (52,6%) mengalami heat strain rendah, tujuh pekerja (36,8%) kategori sedang, dan dua pekerja (10,5%) kategori tinggi. Pada kelompok yang melebihi NAB, dua pekerja (6,5%) berada pada kategori rendah, 16 pekerja (51,6%) kategori sedang, dan 13 pekerja (41,9%) kategori tinggi. Uji Chi-Square menghasilkan p=0,001.

Iklim kerja panas	Rendah n (%)	Sedang n (%)	Tinggi n (%)	Total
Memenuhi NAB	10 (52,6)	7 (36,8)	2 (10,5)	19
Melebihi NAB	2 (6,5)	16 (51,6)	13 (41,9)	31
Total	12	23	15	50

Pada kelompok dengan lama pajanan ≤8 jam per hari, 10 pekerja (45,5%) mengalami heat strain rendah, 11 pekerja (50,0%) kategori sedang, dan satu pekerja (4,5%) kategori tinggi. Sementara itu, pada kelompok dengan lama pajanan >8 jam per hari, dua pekerja (7,1%) berada pada kategori rendah, 12 pekerja (42,9%) kategori sedang, dan 14 pekerja (50,0%) kategori tinggi. Uji Chi-Square menunjukkan p<0,001.

Lama pajanan	Rendah n (%)	Sedang n (%)	Tinggi n (%)	Total
≤8 jam/hari	10 (45,5)	11 (50,0)	1 (4,5)	22
>8 jam/hari	2 (7,1)	12 (42,9)	14 (50,0)	28
Total	12	23	15	50

PEMBAHASAN

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa sebagian besar pekerja berada pada kelompok iklim kerja panas yang melebihi NAB. Pengukuran pada tiga titik menunjukkan nilai ISBB 29,0°C dan 29,3°C pada dua titik, lebih tinggi daripada NAB 28°C yang menjadi acuan penelitian. Kondisi ini dapat dipahami karena proses pengelasan menghasilkan panas dari busur las dan material yang dipanaskan. Panas radiasi dari proses kerja, kondisi ventilasi, serta karakteristik ruang kerja dapat berkontribusi terhadap peningkatan beban panas yang diterima pekerja.

Walaupun beberapa area telah dilengkapi blower dan ventilasi samping, keluhan panas masih dilaporkan, khususnya pada pukul 11.00–15.00. Keberadaan ventilasi mekanis tidak dengan sendirinya memastikan seluruh titik kerja memiliki kondisi termal yang sama. Efektivitas pengendalian perlu dinilai berdasarkan pengukuran ISBB di area dan waktu kerja yang mewakili kondisi paparan. Temuan ini sejalan dengan kajian yang

menunjukkan bahwa kecepatan udara, suhu, kelembapan, laju keringat, dan pakaian dapat berinteraksi dalam menentukan beban panas pekerja (Havenith et al., 2022).

Hubungan antara iklim kerja panas dan heat strain menunjukkan nilai p=0,001. Proporsi heat strain tinggi lebih besar pada kelompok yang melebihi NAB (41,9%) dibandingkan kelompok yang memenuhi NAB (10,5%). Sebaliknya, kategori heat strain rendah lebih banyak ditemukan pada kelompok yang memenuhi NAB (52,6%) dibandingkan kelompok yang melebihi NAB (6,5%). Pola ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan yang lebih panas berkaitan dengan respons heat strain yang lebih berat pada pekerja dalam penelitian ini.

Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Amir et al. (2021) yang mengkaji faktor-faktor terkait heat strain pada pekerja industri kapal, serta penelitian Aulia et al. (2025) pada pekerja area pelabuhan. Penelitian Chilwindwi et al. (2025) juga membahas keluhan heat strain pada pekerja overhaul tangki. Secara umum, temuan-temuan tersebut mendukung pentingnya evaluasi paparan panas di sektor industri yang memiliki sumber panas proses dan aktivitas fisik.

Sebagian besar pekerja memiliki lama pajanan lebih dari delapan jam per hari. Dalam operasional yang dijelaskan pada skripsi, jam kerja reguler berlangsung pukul 08.00–17.00 dengan istirahat makan siang satu jam, sehingga waktu kerja efektif reguler sekitar delapan jam. Terdapat pula waktu istirahat singkat dan kemungkinan lembur satu sampai dua jam, dengan jeda istirahat sebelum lembur. Dengan demikian, pengaturan durasi kerja aktual dan pencatatan waktu pajanan penting untuk memastikan pekerja tidak menerima paparan panas berkepanjangan.

Hubungan lama pajanan dengan heat strain menghasilkan p<0,001. Pada pekerja yang terpajan lebih dari delapan jam per hari, separuh responden (50,0%) mengalami heat strain kategori tinggi, sedangkan pada kelompok ≤8 jam per hari hanya satu pekerja (4,5%) yang berada pada kategori tinggi. Sebaliknya, kategori rendah lebih banyak ditemukan pada kelompok ≤8 jam per hari (45,5%) dibandingkan kelompok >8 jam per hari (7,1%). Perbedaan distribusi ini memperlihatkan bahwa durasi pajanan berkaitan dengan tingkat heat strain.

Paparan panas yang berlangsung lebih lama dapat memperpanjang akumulasi beban panas dan membatasi waktu pemulihan. Literatur tentang heat strain kerja menekankan bahwa durasi paparan, intensitas aktivitas, dan kesempatan pemulihan merupakan aspek penting dalam pengelolaan risiko panas (NIOSH, 2016; Morris et al., 2020; Ioannou et al., 2022). Karena itu, pengaturan waktu kerja dan istirahat menjadi bagian dari pengendalian, selain perbaikan kondisi lingkungan.

Meskipun demikian, hubungan statistik tidak berarti bahwa iklim kerja panas atau lama pajanan merupakan satu-satunya faktor yang menentukan heat strain. Dalam hasil penelitian terdapat pekerja dengan durasi ≤8 jam yang tetap mengalami heat strain sedang maupun tinggi, serta pekerja dengan durasi >8 jam yang berada pada kategori rendah. Variasi tersebut dapat berkaitan dengan perbedaan kondisi fisik, status hidrasi, tingkat kebugaran, aklimatisasi, beban kerja, penggunaan pakaian pelindung, dan kebiasaan istirahat. Faktor-faktor tersebut perlu diperhatikan dalam interpretasi hasil dan dapat menjadi pertimbangan penelitian berikutnya.

Pengukuran lingkungan dilakukan pada tiga titik, sedangkan penilaian HSSI dilakukan pada responden. Perbedaan unit pengamatan ini perlu dipahami ketika menafsirkan hasil. Pengendalian di tingkat perusahaan sebaiknya tidak hanya berfokus pada satu nilai rata-rata, tetapi juga mengidentifikasi area dengan nilai ISBB tinggi dan periode kerja ketika panas paling besar. Pemantauan berkala dan dokumentasi hasil dapat membantu menentukan prioritas pengendalian.

Secara praktis, perusahaan dapat memperkuat pengendalian teknik melalui pemeliharaan blower dan ventilasi, mengurangi paparan panas langsung bila memungkinkan, serta menyediakan area istirahat yang lebih sejuk. Pengendalian administratif dapat dilakukan melalui penyesuaian jadwal kerja-istirahat,

pembatasan durasi pajanan, dan rotasi pekerjaan sesuai hasil penilaian risiko. Penyediaan air minum yang mudah dijangkau dan edukasi mengenai tanda awal gangguan akibat panas juga penting. Pekerja perlu memanfaatkan waktu istirahat, menjaga asupan cairan, menggunakan APD sesuai potensi bahaya, dan segera melaporkan keluhan seperti pusing, mual, sakit kepala, atau kelemahan tubuh.

Penelitian ini memiliki keterbatasan. Desain cross-sectional menggambarkan hubungan pada satu periode pengamatan sehingga tidak dapat memastikan urutan sebab-akibat. Pengukuran iklim kerja panas pada tiga titik juga mungkin belum menggambarkan seluruh variasi kondisi di setiap stasiun dan waktu kerja. Lama pajanan diperoleh melalui kuesioner sehingga bergantung pada ketepatan informasi responden. Penilaian HSSI merupakan instrumen kuesioner, sehingga hasilnya mencerminkan respons yang dilaporkan pekerja. Penelitian lanjutan dapat mempertimbangkan pengukuran berulang pada waktu dan titik kerja berbeda serta mengikutsertakan faktor individu dan beban kerja.

KESIMPULAN

Sebagian besar pekerja pengelasan di PT X Kota Batam berada pada kondisi iklim kerja panas yang melebihi NAB, yaitu 31 orang (62,0%). Sebanyak 28 pekerja (56,0%) memiliki lama pajanan lebih dari delapan jam per hari. Heat strain kategori sedang merupakan kategori yang paling banyak ditemukan, yaitu 23 pekerja (46,0%), diikuti kategori tinggi sebanyak 15 pekerja (30,0%) dan kategori rendah sebanyak 12 pekerja (24,0%). Terdapat hubungan yang signifikan antara iklim kerja panas dengan heat strain ($p=0,001$) dan antara lama pajanan dengan heat strain ($p<0,001$).

SARAN

Perusahaan disarankan melakukan pemantauan ISBB secara berkala pada titik dan waktu kerja yang mewakili kondisi paparan, kemudian mengevaluasi hasilnya berdasarkan NAB sesuai beban kerja dan pengaturan waktu kerja. Perusahaan juga perlu memastikan blower dan ventilasi berfungsi dengan baik, menyediakan air minum dan area istirahat yang lebih sejuk, serta mengevaluasi pengaturan waktu kerja-istirahat dan durasi lembur. Edukasi mengenai gejala gangguan akibat panas dan prosedur pelaporan perlu diberikan secara berkala.

Pekerja diharapkan mengonsumsi air minum secara berkala, memanfaatkan waktu istirahat, dan beristirahat di area yang lebih sejuk apabila tersedia. Pekerja juga perlu menggunakan APD sesuai ketentuan dan melaporkan keluhan seperti pusing, sakit kepala, mual, atau kelemahan tubuh kepada atasan maupun petugas K3. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan pengukuran ISBB berulang, memperluas titik pengukuran, serta mempertimbangkan faktor individu dan beban kerja untuk memperoleh gambaran heat strain yang lebih menyeluruh.

DAFTAR REFERENSI

ACGIH. (2025). TLVs and BEIs: Heat stress and strain. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. https://www.acgih.org/heat-stress/

Amir, A., Hardi, I., & Sididi, M. (2021). Faktor yang berhubungan dengan kejadian heat strain pada pekerja divisi produksi PT Industri Kapal Indonesia (Persero) Kota Makassar. Window of Public Health Journal, 2(2), 347–358. https://doi.org/10.33096/woph.v2i2.157

Aulia, N., Yuliati, & Hasan, C. (2025). Hubungan paparan tekanan panas dengan risiko terjadinya heat strain pada pekerja area pelabuhan di PT. Multi Surindo Kota Makassar. Window of Public Health Journal, 6(6), 1060–1072. https://doi.org/10.33096/b7xayf66

Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 7061:2019 Pengukuran dan evaluasi iklim kerja. Badan Standardisasi Nasional.

Chilwindwi, B. H., Ramdan, I. M., Hardianti, D. N., Sultan, M., & Lestari, I. A. I. D. (2025). Faktor yang berhubungan dengan keluhan heat strain pada pekerja overhaul tangki di PT. X Kota Balikpapan. National Journal of Occupational Health and Safety, 6(1). https://doi.org/10.7454/njohs.v6i1.1090

Dehghan, H., Mortazavi, S. B., Jafari, M. J., & Maracy, M. R. (2015). Development and validation of a questionnaire for preliminary assessment of heat stress at workplace. Journal of Research in Health Sciences, 15(3), 175–181. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26411664/

Havenith, G., Jay, O., & Flouris, A. D. (2022). Quantifying the impact of heat on human physical work capacity; part II: The observed interaction of air velocity with temperature, humidity, sweat rate, and clothing is not captured by most heat stress indices. International Journal of Biometeorology. https://doi.org/10.1007/s00484-021-02212-y

Ioannou, L. G., Foster, J., Morris, N. B., Piil, J. F., Havenith, G., Mekjavic, I. B., Kenny, G. P., Nybo, L., & Flouris, A. D. (2022). Occupational heat strain in outdoor workers: A comprehensive review and meta-analysis. Temperature, 9(1), 67–102. https://doi.org/10.1080/23328940.2022.2030634

Lim, M. C., Lukman, K. A., Giloi, N., Jeffree, M. S., Saupin, S. S., & Sidek, Z. N. (2023). Translation and cross-cultural adaptation of Heat Strain Score Index (HSSI) into the Malay language. PLOS ONE, 18(2), e0281217. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0281217

Morris, N. B., Jay, O., Flouris, A. D., Casanueva, A., Gao, C., Foster, J., Havenith, G., & Nybo, L. (2020). Sustainable solutions to mitigate occupational heat strain: An umbrella review of physiological effects and global health perspectives. Environmental Health, 19, 95. https://doi.org/10.1186/s12940-020-00641-7

National Institute for Occupational Safety and Health. (2016). Criteria for a recommended standard: Occupational exposure to heat and hot environments. NIOSH.