

Gejala *Heat Strain* pada Pekerja Pembuat Tahu di Kawasan Kamboja Kota Palembang

Dicky Zulhanda¹, Mona Lestari^{1*}, Desheila Andarini¹, Novrikasari¹, Yuanita Windusari², Poppy Fujianti¹

¹Bidang Ilmu Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sriwijaya, Jl.Palembang Prabumulih Km.32 Indralaya Sumatera Selatan 30662, Indonesia

²Bidang Ilmu Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Sriwijaya, Jl.Palembang Prabumulih Km.32 Indralaya Sumatera Selatan 30662, Indonesia

*Corresponding author : mona_lestari@unsri.ac.id

Info Artikel: Diterima 23 Januari 2021; Disetujui 25 Juli 2021; Publikasi 1 Oktober 2021

Cara sitasi (Vancouver): Zulhanda D, Lestari M, Andarini D, Novrikasari N, Windusari Y, Fujianti P. Gejala Heat Strain pada Pekerja Pembuat Tahu di Kawasan Kamboja Kota Palembang. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia [Online]. 2021 Oct;20(2):120-127. <https://doi.org/10.14710/jkli.20.2.120-127>.

ABSTRAK

Latar belakang: Pabrik tahu merupakan salah satu tempat kerja yang berpotensi menimbulkan iklim kerja panas. Hal ini tidak terlepas dari penggunaan api sebagai media produksi yang dapat menyebabkan seseorang mengalami *heat strain*. Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proporsi gejala *heat strain* pada pekerja pembuat tahu dan faktor apa yang paling mempengaruhi gejala *heat strain* tersebut.

Metode: Penelitian ini menggunakan desain *cross sectional study* dan penetapan sampel menggunakan teknik *total sampling*. Sampel dalam penelitian ini berjumlah 54 orang yang berasal dari enam pabrik tahu. Analisis data penelitian menggunakan uji *chi square* untuk analisis bivariat dan uji regresi logistik berganda untuk analisis multivariat.

Hasil: Hasil penelitian menunjukkan proporsi gejala *heat strain* pada pekerja sebesar 64,8% dan diketahui bahwa adanya hubungan antara iklim kerja panas ($p\text{-value} = 0,008$), usia ($p\text{-value} = 0,014$), dan konsumsi air minum ($p\text{-value} = 0,002$) dengan gejala *heat strain*, dan tidak adanya hubungan antara lama kerja ($p\text{-value} = 0,077$) dengan gejala *heat strain*. Hasil analisis multivariat menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara iklim kerja panas dengan gejala *heat strain* ($p\text{-value} = 0,004$) setelah dikontrol oleh variabel perancu.

Simpulan: Hasil penelitian diketahui bahwa iklim kerja panas merupakan faktor yang paling mempengaruhi gejala *heat strain* pada pekerja pembuat tahu di Kawasan Kamboja Kota Palembang. Pemilik pabrik tahu dapat melakukan perbaikan ventilasi dan memasang plafon di pabrik, serta menyediakan fasilitas air minum untuk memenuhi kebutuhan air 2,8 liter/hari bagi pekerja.

Kata kunci: Iklim kerja panas; *heat strain*; pekerja pembuat tahu; api tungku

ABSTRACT

Title: Heat Strain Symptoms in Tofu Production Workers in Kamboja Area of Palembang City

Background: Tofu industry is one of workplaces which has potential in creating hot working climate. This industry cannot be separated from the use of fire as one of production element where exposure to fire may cause workers to experience heat strain. This study aimed to determine the proportion of heat strain symptoms in tofu workers and what factors most influence the symptoms of heat strain.

Method: This study used cross sectional study design and samples were determined by using total sampling technique. Samples in this study amounted to 54 workers from six tofu making businesses. Analysis for study data was using chi-square test for bivariate analysis and multiple logistic regression test for multivariate analysis.

Result: The study showed that the proportion for workers with heat strain symptoms was 64.8%. It was found that there was a correlation between hot work climate (p -value = 0.008), age (p -value = 0.014), and water consumption (p -value = 0.002) with heat strain symptoms. Meanwhile, there is no correlation between work length (p -value = 0.077) with heat strain symptoms. The result of multivariate analysis showed that there was a correlation between hot working climate and heat strain symptoms (p -value = 0.004) after control applied from confounding variables.

Conclusion: The result showed that the hot working climate was the most influencing factor for the symptoms of heat strain on tofu workers. Tofu factory owners can repair ventilation and install ceilings in the factory. Besides, provide drinking water facilities to meet 2.8 liters/day for workers' water needs.

Keywords: Hot working climate; heat strain; tofu producer workers; stove fire

PENDAHULUAN

Produktivitas kerja dapat diraih saat para pekerja merasa nyaman dengan lingkungan kerja. Iklim kerja ataupun suhu udara merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kondisi lingkungan kerja.¹ Untuk itu, pemilik usaha sudah seharusnya memperhatikan kondisi iklim lingkungan kerja. Menurut Permenaker Nomor 5 Tahun 2018, pekerja akan nyaman bekerja dengan suhu ruangan berkisar 23°C hingga 26°C dan kelembaban 40% hingga 60%.¹ Namun pada dasarnya manusia memiliki kemampuan untuk beradaptasi di lingkungan yang lebih dingin maupun lebih panas dengan batasan tertentu.²

Batasan iklim kerja panas yang dapat diperkenankan pada pekerja dipengaruhi oleh beban kerja dan persentase jam kerja setiap jam.¹ Paparan panas yang berlebih tidak hanya mengganggu kenyamanan pekerja, namun juga dapat berdampak terhadap kesehatan pekerja. Peningkatan suhu tubuh, peningkatan denyut nadi, dan pengeluaran keringat berlebih merupakan gejala awal yang akan timbul saat seseorang terpapar panas berlebih. Beberapa gejala tersebut (*heat strain*) merupakan bentuk upaya seseorang untuk menstabilkan suhu tubuh.³

Ketidakmampuan sistem termoregulasi untuk menjaga kestabilan suhu tubuh yang disebabkan paparan panas berlebih akan menyebabkan timbulnya tekanan panas yang berakibat pada penyakit terkait panas.⁴ Beberapa penyakit akibat panas yang terjadi dapat bersifat akut maupun kronis. Penyakit akut dapat berupa dehidrasi, *heat rashes*, *heat cramps*, *heat syncope*, *heat exhaustion*, dan *heat stroke*. Sedangkan dampak kronis pada seseorang yang terpapar panas terjadi secara tidak langsung, dimana paparan panas berlebih akan memperparah kondisi penyakit seseorang hingga menyebabkan kerusakan permanen pada beberapa organ seperti saluran pernapasan, jantung, ginjal, hati, bahkan otak.^{3,5,6}

Data dari *Central of Disease Control* (CDC) Amerika Serikat pada tahun 2001 hingga 2010 di 20 negara bagian terdapat 28.000 kasus rawat inap *heat stress illness*, didapatkan juga hubungan yang signifikan antara jumlah rawat inap *heat stress illness* dengan rata-rata indeks suhu panas bulanan di setiap negara bagian ($p < 0,0001$).⁷ Selain itu, dari *meta-analysis* yang dilakukan oleh Flouris et. al (2018) diketahui bahwa 35% pekerja yang mengalami

occupational heat strain, 30% pekerja kehilangan produktivitas, dan 15% pekerja mengalami penyakit ginjal atau cedera ginjal akut, diketahui juga bahwa pekerja yang bekerja pada suhu diatas 22°C atau 24,8°C berisiko 4,01 kali untuk mengalami *occupational heat strain* dibandingkan dengan pekerja di kondisi *thermoneutral*.⁸ Sementara, terdapat juga beberapa penelitian di Indonesia yang menunjukkan dampak iklim kerja panas terhadap pekerja. Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa seluruh pekerja konstruksi yang berjumlah 57 pekerja mengalami *heat strain* dengan index level sedang hingga sangat tinggi⁹ dan 35,8% operator Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) mengalami *heta strain* pada zona kuning (*alarm category*).¹⁰

Penggunaan api pada proses produksi tahu memiliki peranan yang penting sebagai salah satu media untuk memasak. Kapasitas produksi yang cukup besar dapat mempengaruhi skala penggunaan api. Hal ini secara tidak langsung akan menyebabkan iklim lingkungan kerja menjadi panas. Kondisinya akan semakin parah jika ruang kerja tidak disertai dengan sistem ventilasi yang memadai, pengaturan sirkulasi udara yang baik serta penggunaan tirai pada bagian ruang yang terkena matahari secara langsung.¹¹ Hal ini dapat menyebabkan berbagai keluhan yang dapat dialami pekerja, seperti dehidrasi, kelelahan, dan perasaan tidak nyaman, serta dikhawatirkan dapat juga menimbulkan gejala *heat strain* hingga *heat related illness* jika tidak diatasi sesegera mungkin. Seperti yang telah diungkapkan dalam penelitian Irawati, diketahui bahwa suhu rata-rata di area produksi pabrik tahu X dan Y yaitu 35,6°C dan 35,5°C, serta 61,7% responden mengalami keluhan *heat strain*.¹²

Kawasan Kamboja merupakan salah satu pusat produksi tahu di Kota Palembang. Hasil survei awal menunjukkan bahwa penggunaan api yang cukup besar pada proses perebusan bubur kedelai. Hal ini dipengaruhi oleh besarnya tungku perebusan guna memenuhi kapasitas produksi harian. Selain itu, beberapa pabrik tahu memiliki kondisi bangunan yang kurang memadai, seperti tidak adanya ventilasi dan beratapkan seng. Hal ini dikhawatirkan dapat menyebabkan pekerja mengalami gejala *heat strain* bahkan berakibat terjadinya *heat related illness*. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui

proporsi gejala *heat strain* pada pekerja pembuat tahu di Kawasan Kamboja Kota Palembang dan faktor apa yang paling mempengaruhi gejala *heat strain* tersebut.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain *cross sectional*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proporsi gejala *heat strain* pada pekerja pembuat tahu di Kawasan Kamboja Kota Palembang dan faktor apa yang paling mempengaruhi gejala *heat strain* tersebut. Populasi dalam penelitian berjumlah 54 orang yang berasal dari enam pabrik tahu di Kawasan Kamboja Kota Palembang. Penetapan sampel responden dalam penelitian ini menggunakan teknik *total sampling* yang berarti seluruh populasi merupakan sampel penelitian.

Penetapan jumlah titik pengukuran iklim kerja panas ditetapkan berdasarkan SNI 16-7061-2004.¹³ Titik pengukuran pada pabrik tahu bervariasi, terdapat tiga pabrik tahu yang memiliki tiga titik pengukuran dan tiga lainnya memiliki dua titik pengukuran. Namun hasil akhir pengukuran pada seluruh pabrik tahu akan menghasilkan dua hasil pengukuran saja, hal ini disebabkan oleh seluruh pekerja pada area penggilingan merangkap kerja pada area perebusan. Sehingga hasil pengukuran pajanan iklim kerja panas pada pekerja tersebut akan menjadi nilai rata-rata.

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini adalah pengukuran langsung dan wawancara dengan menggunakan kuesioner. Pengukuran langsung dilakukan untuk mengukur iklim kerja panas dan gejala *heat strain*. Pengukuran iklim kerja panas menggunakan *Heat Stress Monitor*. Iklim kerja panas diukur sebanyak dua kali pada seluruh pabrik yaitu pada pukul 09.00 WIB dan 11.30 WIB. Penetapan Nilai Ambang Batas (NAB) iklim kerja panas disesuaikan dengan alokasi waktu kerja dan beban kerja yang diterima oleh pekerja. Penetapan beban kerja didapatkan melalui perhitungan laju metabolik koreksi. Perhitungan tersebut menggunakan berat badan pekerja dan nilai laju metabolik observasi yang disesuaikan dengan jenis aktivitas pekerja. Aktivitas para pekerja pabrik tahu saat produksi adalah berdiri sambil melakukan pekerjaan ringan dengan lengan dan sesekali berjalan, sehingga termasuk dalam kategori beban kerja ringan dengan nilai laju metabolik observasi sebesar 180.¹⁴ Berikut rumus perhitungan laju metabolik koreksi:

$$\text{Laju Metabolik (koreksi)} = \frac{\text{Berat Badan Pekerja (Kg)}}{70 \text{ (Kg)}} \times \text{Laju Metabolik (observasi)}$$

Sementara, pengukuran gejala *heat strain* menggunakan rumus penghitungan *Physiological Strain Index* (PSI). Penghitungan PSI dilakukan melalui hasil pengukuran suhu tubuh dengan *thermometer* dan pengukuran denyut nadi dengan perabaan *arteri radialis*. Rumus perhitungan PSI sebagai berikut:

$$PSI = 5 \frac{(T - T_o)}{39,5 - T_o} + 5 \frac{(HR - HR_o)}{(180 - HR_o)}$$

Keterangan:

T : Suhu tubuh saat bekerja (°C)
 To : Suhu tubuh sebelum bekerja (°C)
 HR : Denyut jantung saat bekerja (bpm)
 HRo : Denyut jantung sebelum bekerja (bpm)

Angka 5 merupakan nilai konstanta yang telah ditetapkan, angka 39,5 merupakan standar suhu tubuh tertinggi, dan angka 180 merupakan standar denyut jantung tertinggi. Pekerja akan dinyatakan mengalami *heat strain* jika memiliki hasil perhitungan PSI di atas dua (>2), hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan denyut nadi dan suhu tubuh pada pekerja.¹⁵ Pengukuran PSI dilakukan pada pekerja yang terpajan panas dan diukur diakhir waktu/shift kerja agar memperoleh suhu tubuh maksimal.

Wawancara dilakukan dengan menggunakan kuesioner yang bertujuan untuk mendapatkan informasi terkait usia, lama kerja, dan kebiasaan konsumsi air minum. Kemudian, analisis data dilakukan mulai dari analisis univariat untuk menggambarkan proporsi gejala *heat strain* dan variabel lainnya, analisis bivariat melalui uji *chi square* untuk menguji hubungan antara variabel independen (iklim kerja panas, usia, lama kerja, dan kebiasaan konsumsi air minum) dengan variabel dependen (gejala *heat strain*), *p-value* < α (0,05) artinya ada hubungan yang signifikan antara kedua variabel. Terakhir, analisis multivariat melalui uji regresi logistik berganda untuk menganalisis faktor apa yang paling mempengaruhi gejala *heat strain* pada pekerja pembuat tahu di Kawasan Kamboja Kota Palembang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mengacu pada Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018, Nilai Ambang Batas (NAB) iklim kerja panas ditentukan berdasarkan pengaturan waktu kerja setiap jam dan beban kerja. Untuk penelitian ini, diketahui alokasi waktu kerja dan istirahat 75 sampai 100% dan beban kerja ringan, sehingga NAB iklim kerja panas yang diperkenankan pada pabrik tahu di Kawasan Kamboja Kota Palembang adalah 31°C.¹ Penetapan beban kerja yang ringan didapatkan melalui perhitungan laju metabolik koreksi. Hasil perhitungan laju metabolik koreksi pada seluruh pekerja pabrik tahu berada dalam kategori beban kerja ringan (< 235). Nilai rata-rata laju metabolik koreksi dari seluruh pekerja tahu adalah 154, dengan nilai minimal 95 dan nilai maksimal 219.

Hasil pengukuran iklim kerja panas menunjukkan bahwa suhu di seluruh pabrik tahu berada di atas NAB (>31°C), sehingga tidak dapat dikelompokkan menjadi \geq NAB dan <NAB. Untuk itu, dilakukan uji normalitas *kolmogorov smirnov* untuk memperoleh *cut off point* baru untuk variabel iklim

kerja panas. Hasil uji normalitas menunjukkan nilai signifikansi (sig.) sebesar 0,000 (sig. < 0,05), artinya distribusi data tidak normal, sehingga *cut off point* baru untuk variabel iklim kerja panas menggunakan median yaitu 34,9 °C (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil Uji Statistik Deskriptif Variabel Iklim Kerja Panas

Variabel	Median	SD	Min	Max
Iklim Kerja Panas	34,900	1,6982	33,8	39,8

Tabel 2 menunjukkan bahwa dari 54 pekerja, mayoritas pekerja mengalami gejala *heat strain* (64,8%) dan 48,1% pekerja terpajan iklim kerja panas di atas 34,9°C. Selain itu, diketahui juga bahwa usia pekerja paling banyak ≤40 tahun (53,7%), dengan lama kerja paling banyak ≤4 jam per hari (72,2%), dan kebiasaan konsumsi air minum didominasi oleh pekerja yang mengonsumsi air minum kurang dari 2,8 liter per hari (57,4%).

Tabel 2. Hasil Analisis Univariat

Variabel	n = 54	%
Gejala Heat Strain		
Heat Strain	35	64,8
Tidak Heat Strain	19	35,2
Iklim Kerja Panas		
>34,9 °C	26	48,1
≤34,9 °C	28	51,9
Usia		
>40 tahun	25	46,3
≤40 tahun	29	53,7
Lama Kerja		
>4 jam/hari	15	27,8
≤4 jam/hari	39	72,2
Konsumsi Air Minum		
<2,8 liter/hari	31	57,4
≥2,8 liter/hari	23	42,6

Tabel 3 menunjukkan bahwa pekerja yang mengalami *heat strain* didominasi oleh pekerja yang terpajan iklim kerja panas >34,9°C (84,6%) sementara 46,4% pekerja yang mengalami *heat strain* adalah pekerja yang terpajan iklim kerja panas ≤34,9°C. Selanjutnya, pekerja yang mengalami *heat strain* paling banyak berusia di atas 40 tahun (84,0%), dengan lama kerja lebih dari 4 jam/hari (86,7%), dan mengonsumsi air minum kurang dari 2,8 liter per hari (83,9%).

Tabel 3. Hasil Analisis Bivariat

Variabel	Gejala Heat Strain				p-value	Nilai PR (95%CI)
	Ya		Tidak			
	n	%	n	%		
Iklim Kerja Panas						
>34,9°C	22	84,6	4	15,4	0,008*	1,822 (1,185-2,802)
≤34,9°C	13	46,4	15	53,6		
Usia						
>40 tahun	21	84,0	4	16,0	0,014*	1,740 (1,150-2,632)
≤40 tahun	14	48,3	15	51,7		
Lama Kerja						
>4 jam/hari	13	86,7	2	13,3	0,077	1,536 (1,094-2,158)
≤4 jam/hari	22	56,4	17	43,6		
Konsumsi Air Minum						
<2,8 liter/hari	26	83,9	5	16,1	0,002*	2,143 (1,258-3,651)
≥2,8 liter/hari	9	39,1	14	60,9		

Ket: *: Signifikan ($p\text{-value} < \alpha (0,05)$)

Analisis bivariat menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara iklim kerja panas, usia, dan konsumsi air minum dengan timbulnya gejala *heat strain* pada pekerja pabrik tahu ($p\text{-value} = 0,008$; $p\text{-value} = 0,014$; $p\text{-value} = 0,002$). Sementara, tidak ada hubungan antara lama kerja dengan gejala *heat strain* pada pekerja pabrik tahu ($p\text{-value} = 0,077$), meskipun nilai PR menunjukkan signifikansi (95% CI = 1,094 –

2,158). Secara statistik, nilai *lower* 1,094 dianggap tidak terlalu signifikan karena nilainya yang mendekati 1, hal ini juga dibuktikan dengan nilai $p\text{-value}$ yang tidak menunjukkan adanya hubungan. Namun, variabel lama kerja bisa menjadi salah satu faktor risiko yang mempengaruhi gejala *heat strain* pada pekerja pabrik tahu apabila variabel ini tidak diintervensi. Akan adanya efek pajanan kumulatif jika

pekerja dibiarkan secara terus-menerus terpajan panas dalam waktu yang lama. Selain itu, setelah dianalisis bersama dengan faktor lain (analisis multivariat), variabel lama kerja dinyatakan sebagai variabel perancu (Tabel 4).

Hasil uji statistik menyatakan bahwa pekerja yang terpajan iklim kerja panas $>34,9^{\circ}\text{C}$ lebih berisiko 1,822 kali untuk mengalami gejala *heat strain* dibandingkan dengan pekerja yang terpajan terpajan iklim kerja panas $\leq 34,9^{\circ}\text{C}$ (95% CI = 1,185 – 2,802). Pekerja yang berusia di atas 40 tahun lebih berisiko 1,740 kali untuk mengalami gejala *heat strain* dibandingkan dengan pekerja yang berusia ≤ 40 tahun (95% CI = 1,150–2,632). Pekerja yang mengonsumsi air minum kurang dari 2,8 liter per hari lebih berisiko 2,143 kali untuk mengalami gejala *heat strain* dibandingkan dengan pekerja yang mengonsumsi air minum $\geq 2,8$ liter per hari (95% CI = 1,258–3,651).

Tabel 4 menunjukkan bahwa variabel usia, lama kerja, dan konsumsi air minum merupakan variabel perancu. Hasil analisis multivariat menunjukkan bahwa variabel iklim kerja panas merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap timbulnya gejala *heat strain* pada pekerja pembuat tahu di Kawasan Kamboja Kota Palembang setelah dikontrol oleh variabel perancu ($p\text{-value} = 0,004$). Pekerja pembuat tahu yang terpajan iklim kerja panas berlebih memiliki risiko 39 kali lebih tinggi untuk mengalami gejala *heat strain* (95% CI = 3,170–468,547).

Tabel 4. Hasil Analisis Multivariat

Variabel	$p\text{-value}$	PR Crude	95% CI
Iklim Kerja Panas	0,004	38,546	3,170-468,547
Usia	0,018	18,561	1,650-209,835
Lama Kerja	0,020	27,388	1,672-448,502
Konsumsi Air Minum	0,008	13,237	1,948-89,930

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara iklim kerja panas dengan gejala *heat strain* pada pekerja pembuat tahu. Hal ini sejalan dengan penelitian Istiqoma (2019) yang menunjukkan adanya hubungan signifikan antara iklim kerja dengan risiko *heat strain* pada pekerja dengan nilai $p\text{-value} = 0,000$.¹⁶ Hasil penelitian ini juga senada dengan penelitian Maknun (2019) yang menyatakan adanya hubungan signifikan antara iklim kerja dengan kejadian *heat strain* pada pekerja dengan nilai $p\text{-value} = 0,011$.¹⁷

Iklim kerja panas yang timbul pada seluruh pabrik tahu di Kawasan Kamboja disebabkan oleh penggunaan api saat proses perebusan bubur kedelai, hal ini juga didukung oleh kondisi bangunan yang kurang memadai. Hasil pengamatan yang dilakukan saat penelitian diketahui bahwa seluruh pabrik tahu yang menjadi lokasi penelitian menggunakan material atap seng sebagai atap bangunan tanpa penggunaan plafon sehingga menyebabkan suhu di area produksi semakin meningkat saat siang hari. Hal ini selaras dengan penelitian Fatimah et. al (2019) mengenai

beberapa jenis atap rumah di Desa Badaun Tapin Utara didapatkan bahwa dari ketiga jenis atap yang diamati, seng merupakan jenis atap yang memiliki suhu ruangan rata-rata tertinggi sebesar $32,1^{\circ}\text{C}$ dibandingkan dengan asbes dan daun.¹⁸ Pada penelitian Antou (2013) didapatkan hasil penilaian reduksi panas dari tiga jenis atap yang diantaranya yaitu seng, beton, dan tanah liat menunjukkan bahwa atap seng memiliki kemampuan reduksi panas terburuk (110 W/m^2).¹⁹

Ventilasi yang kurang memadai pada beberapa pabrik tahu menjadi faktor lain yang menyebabkan timbulnya iklim kerja panas. Terdapat pabrik tahu yang hanya menggunakan pintu keluar masuk ruangan sebagai sirkulasi udara. Sirkulasi udara merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan pada bangunan di daerah tropis seperti Indonesia. Ventilasi sebagai media sirkulasi udara akan mengatur kondisi *thermal* ruangan melalui pemenuhan kebutuhan oksigen yang masuk dan pembuangan hawa panas ke luar ruangan.²⁰ Maka dari itu, menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 48 Tahun 2016, suatu ruangan harus memiliki ventilasi sekurang-kurangnya 15% dari luas lantai ruangan. Peletakan posisi ventilasi akan lebih ideal jika diletakkan pada kedua sisi ruangan, dikarenakan sirkulasi udara akan lebih efektif pada sistem ventilasi silang.²¹

Penggunaan ventilasi dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu ventilasi alami dan ventilasi buatan. Namun jika suatu ruangan tidak memungkinkan untuk dibuatkan ventilasi alami, penggunaan ventilasi buatan berupa *exhaust fan* dan *blower* dapat dijadikan solusi untuk mengatasi iklim kerja panas pada ruang produksi. Cara kerja *exhaust fan* dan *blower* yang menghisap uap panas dan udara kotor dari dalam menuju luar ruangan dapat memperlancar sirkulasi udara pada ruang produksi tahu. Peletakan *exhaust fan* dapat diletakkan pada sisi ruangan maupun atap ruangan.²² Pada penelitian Ichsan dan Zulwisli (2020) didapatkan hasil pengujian *exhaust fan* pada rumah berkonsep *greenhouse*, penggunaan *exhaust fan* yang diiringi dengan kipas angin dapat membantu pembuangan uap panas dari suatu ruangan. Penggunaan kedua alat tersebut menghasilkan penurunan suhu yang signifikan pada rumah tersebut, dalam waktu 551 detik suhu ruang yang semula berada pada 31°C menurun hingga 27°C . Saat ditambahkan alat *humidifier*, kualitas udara pada rumah tersebut semakin membaik, dalam waktu 75 detik kelembapan rumah tersebut meningkat dari yang semula bernilai 87 meningkat hingga 95.²³

Peningkatan suhu tubuh dapat terjadi secara konveksi saat suhu lingkungan mengalami peningkatan. Hal ini serupa dengan terjadinya pendinginan tubuh yang berkebalikan saat terkena hembusan kipas angin. Jika hembusan kipas angin dapat menurunkan suhu tubuh, maka hawa panas yang berasal dari proses produksi tahu dapat meningkatkan suhu tubuh.²⁴ Di sisi lain, *Korpus Ruffini* yang

berfungsi sebagai reseptor rangsangan panas akan mengantarkan *impuls* menuju *hipotalamus*. *Hipotalamus* akan mengaktifkan *thermostat* guna melakukan pelepasan panas tubuh melalui keringat.²⁵ *Vasodilatasi* pembuluh darah perifer dan aktivasi kelenjar keringat merupakan bentuk respon yang dilakukan *hipotalamus*. *Vasodilatasi* pembuluh darah perifer akan menyebabkan beban jantung meningkat, hal ini terjadi guna memenuhi kebutuhan darah pada area tersebut. Peningkatan beban kerja jantung senada dengan peningkatan detak jantung, dan hal ini dapat dirasakan melalui perabaan denyut nadi.²⁶ Kondisi tubuh yang terus menerus memompa darah akibat pelebaran pembuluh darah pada pekerja yang terpajan panas dapat berdampak terhadap kesehatan jantung maupun produktivitas kerja.

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara usia dengan gejala *heat strain* pada pekerja pembuat tahu. Hal ini selaras dengan penelitian Maknun (2019) yang menunjukkan adanya hubungan antara usia dengan kejadian *heat strain* pada pekerja dengan nilai *p-value* = 0,005.¹⁷ Namun pada penelitian Fadhilah (2014) diketahui bahwa tidak terdapat hubungan antara usia dengan kejadian *heat strain* pada pekerja pembuat kerupuk (*p-value* = 0,702) karena kedua kelompok umur dalam penelitian ini menerima pajanan tekanan panas yang relatif sama sehingga tidak terlihat perbedaan kejadian *heat strain* pada kedua kelompok umur tersebut.²⁷ Pada penelitian Strydom (1971) telah dilakukan pendataan kasus *heat stroke* pada pekerja tambang emas di Afrika Selatan dalam rentang waktu 5 tahun. Hasil penelitian tersebut didapatkan gambaran kejadian *heat stroke* yang sering muncul seiring dengan pertambahan usia pekerja. Meskipun populasi pekerja yang berusia diatas 40 tahun hanya 10%, tetapi 50% kasus fatal *heat stroke* berasal dari pekerja yang berusia di atas 40 tahun.²⁸

Proses penuaan pada manusia akan menyebabkan penurunan kinerja jantung, hal ini pada umumnya dapat terjadi saat usia seseorang melebihi 40 tahun. Penurunan kinerja jantung menyebabkan kemampuan pemompaan darah ke seluruh tubuh tidak efektif. Hal ini mengganggu sistem termoregulasi yang berfungsi melepas panas tubuh saat terpajan panas.²⁹ Sulitnya pelepasan panas tubuh pada pekerja yang semakin tua dapat juga disebabkan oleh gangguan kelenjar keringat. Gangguan yang terjadi dapat berupa penurunan produksi *kolagen* yang dihasilkan *fibroblas*. Hal ini menyebabkan kulit pada pekerja yang berusia tua sulit berkeringat akibat terhambatnya aliran air ke bagian *epidermis*.³⁰ Sehingga, dapat disimpulkan bahwa proses penuaan akan menyebabkan penurunan detak jantung dan peningkatan suhu tubuh. Namun pada penelitian ini, terdapat beberapa pekerja yang berusia diatas 40 tahun mengalami peningkatan detak jantung yang cukup signifikan saat terpajan panas. Hasil ini diduga akibat beberapa pekerja tersebut memiliki rentang usia yang tidak terlalu jauh dari 40 tahun. Namun

pada dasarnya sebagian besar pekerja yang mengalami gejala *heat strain* didominasi oleh pekerja yang mengalami peningkatan suhu tubuh yang signifikan akibat gangguan sistem termoregulasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara lama kerja dengan gejala *heat strain* pada pekerja pembuat tahu. Meskipun tidak berhubungan, secara statistik diketahui bahwa terdapat 86,7% pekerja yang mengalami gejala *heat strain* dengan lama kerja >4 jam/hari. Hal ini menunjukkan bahwa apabila variabel lama kerja tidak segera diintervensi, variabel ini akan menjadi faktor risiko sebagai akibat dari pajanan kumulatif. Hasil ini sejalan dengan penelitian Istiqoma (2019) yang menunjukkan tidak adanya hubungan antara lama kerja dengan gejala *heat strain* namun akan menjadi faktor risiko jika tidak diintervensi, terlihat dari data statistik yang menunjukkan terdapat 100% yang mengalami gejala *heat strain* dengan lama kerja > 8 jam/hari.¹⁶

Semakin lama seseorang terpajan panas, maka semakin besar risiko untuk mengalami gejala *heat strain*. Beberapa pekerja akan menunjukkan peningkatan suhu tubuh dan denyut nadi setelah dua jam bekerja. Namun gejala *heat strain* yang signifikan akan terasa setelah masuk ke 3 jam kerja, dan hal ini akan bertambah pada jam selanjutnya.³¹ Maka dari itu, dalam Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2003 disarankan para pemilik usaha untuk menetapkan jadwal istirahat karyawan setiap 4 jam kerja tanpa henti, waktu istirahat yang dijadwalkan minimal 30 menit. Namun hasil penelitian menunjukkan hal sebaliknya, pekerja yang mengalami *heat strain* didominasi oleh pekerja yang bekerja ≤4 jam per hari.³² Hasil penelitian diketahui bahwa masih banyaknya pekerja yang memiliki jam kerja ≤4 jam per hari untuk mengalami *heat strain* dipengaruhi oleh faktor usia, dimana 15 dari 22 orang yang mengalami *heat strain* berusia diatas 40 tahun. Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa pertambahan usia akan memperlambat proses pelepasan panas pada tubuh seseorang, hal ini diakibatkan oleh terganggunya sistem termoregulasi. Iklim kerja panas juga menjadi faktor yang dapat mempengaruhi kejadian tersebut. Dikarenakan seluruh pabrik tahu memiliki iklim kerja panas lebih dari 31°C, maka setiap orang berpotensi untuk mengalami gejala *heat strain*.

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara konsumsi air minum dengan gejala *heat strain* pada pekerja pembuat tahu. Hal ini menunjukkan keselarasan dengan hasil penelitian Sutono (2018), didapatkan hubungan antara terpenuhinya kebutuhan konsumsi air minum dengan kejadian *heat strain* pada pekerja proyek dengan nilai *p-value* = 0,003.³³ Namun didapatkan hasil sebaliknya pada penelitian Nofianti dan Koesyanto (2019) bahwa tidak adanya hubungan antara konsumsi air minum dengan regangan panas pada pekerja pabrik dengan nilai *p-value* = 0,166 karena terdapat proporsi yang

cukup besar pada pekerja yang mengonsumsi air minum yang cukup (67,6%).³⁴

Jantung merupakan organ penting yang mendukung proses pelepasan panas tubuh saat terpajan panas. Proses ini dapat terjadi jika jantung dapat memompa darah ke seluruh tubuh dengan lancar. Namun hal ini akan terhambat jika kebutuhan air dalam darah tidak terpenuhi. Kebutuhan konsumsi air minum pada pekerja yang berada di area panas sebesar $\geq 2,8$ liter per hari, sementara pada pekerja di area tidak panas dianjurkan sekurang-kurangnya 1,9 liter per hari.^{35,36} Air yang berfungsi sebagai pengencer darah akan menyebabkan darah menjadi pekat, hal ini akan menghambat aliran darah dan memperberat kerja jantung. Aliran darah yang terhambat akan memaksa jantung meningkatkan intensitas pemompaan darah, dan detak jantung mengalami peningkatan.³⁷ Tidak hanya itu, kurangnya konsumsi air bagi pekerja di lingkungan panas akan menyebabkan timbulnya dehidrasi. Hal ini terjadi akibat tidak adanya pengganti cairan tubuh yang hilang oleh keringat berlebih.³⁸ Jika kondisi ini tidak diatasi sedini mungkin, dikhawatirkan pekerja akan mengalami *heat related illness* hingga serangan jantung.³⁹ Maka dari itu, untuk menghindari dehidrasi dan menggantikan cairan tubuh yang hilang saat bekerja di lingkungan panas, pekerja disarankan untuk mengonsumsi air minimal 2,8 liter per hari.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 64,8% pekerja pembuat tahu di Kawasan Kamboja Kota Palembang yang mengalami gejala *heat strain*. Selain itu, diketahui juga bahwa iklim kerja panas pada seluruh pabrik tahu berada di atas Nilai Ambang Batas (NAB) yang diperkenankan yaitu 31°C. Hasil analisis multivariat menunjukkan bahwa penyebab utama timbulnya gejala *heat strain* adalah iklim kerja panas setelah dikontrol oleh variabel usia, lama kerja, dan konsumsi air minum. Pemilik pabrik tahu disarankan untuk memperhatikan kondisi bangunan pada area produksi, menyediakan fasilitas air minum yang mudah dijangkau, serta mengatur waktu istirahat pekerja (minimal 30 menit) setelah bekerja selama 4 jam tanpa henti. Kondisi bangunan diharapkan memiliki sistem ventilasi, baik ventilasi alami maupun buatan, berupa ventilasi alami menyilang pada area produksi dengan luas minimal 15% dari luas lantai, ventilasi buatan seperti *exhaust fan* atau *blower*, dan atau menggunakan plafon guna menjaga iklim kerja ruang produksi. Selain itu, pekerja juga diharapkan untuk membiasakan mengonsumsi air minum minimal 2,8 liter per hari.

PERSETUJUAN KAJI ETIK

Persetujuan kaji etik diperoleh dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya Nomor: 197/UN9.1.10/KKE/2020 pada tanggal 29 Juni 2020.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kementerian Tenaga Kerja Republik Indonesia. Penerapan K3 Lingkungan Kerja. Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 5 Tahun 2018 Republik Indonesia; 2018.
2. Graha AS. Adaptasi Suhu Tubuh Terhadap Latihan dan Efek Cedera di Cuaca Panas dan Dingin. *J Olahraga Prestasi*. 2010;6(2):123-34.
3. Jacklitsch B, Williams W, Musolin K, Coca A, Kim J-H, Turner N. Criteria for A Recommended Atandard: Occupational Exposure to Heat and Hot Environments [Internet]. Revised Cr. US Department of Health and Human Services. National Institute; 2016. Available from: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-106/default.html>
4. Cheshire WPJ. Thermoregulatory disorders and illness related to heat and cold stress. *Auton Neurosci*. 2016 Apr;196:91-104. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2016.01.001>
5. Lundgren K, Kuklane K, Gao C, Holmér I. Effects of Heat Stress on Working Populations When Facing Climate Change. *Ind Health*. 2013;51(1):3-15. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2012-0089>
6. Africa Research Institute. Between Extremes Health Effects of Heat and Cold. *Environ Health Perspect*. 2015;123(11):275-80. <https://doi.org/10.1289/ehp.123-A275>
7. Choudhary E, Vaidyanathan A. Heat Stress Illness Hospitalizations-Environmental Public Health Tracking Program, 20 States, 2001-2010 [Internet]. Vol. 63, *MMWR Surveillance Summaries*. 2014. Available from: <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/ss6313a1.htm>
8. Flouris AD, Dinas PC, Ioannou LG, Nybo L, Havenith G, Kenny GP, et al. Workers' health and productivity under occupational heat strain: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Planet Heal*. 2018;2(12):e521-31. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30237-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30237-7)
9. Setyaningsih Y, Imas K, Suroto. Working climate, physical workload and its relation to heat strain on construction workers at airport development project. *Int J Civ Eng Technol*. 2018;9(9):37-42.
10. Ramdan IM, Aguswigati RP, Nuryanto MK, Susanti R. Heat Strains among Diesel Power Plant Operators and Related Factors. *Indian J Public Heal Res Dev*. 2020;11(7):1329-34.
11. Santoso EI. Kenyamanan Termal Indoor pada Bangunan di Daerah Beriklim Tropis Lembab. *Indones Green Technol J*. 2012;1(1):13-9.
12. Irawati A. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Keluhan Heat Strain pada Pekerja Pabrik Tahu X dan Y di Jakarta Selatan Tahun 2019.

- Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta; 2019.
13. Badan Standardisasi Nasional. SNI 16-7061-2004 Tentang Pengukuran Iklim Kerja (Panas) dengan Parameter Indeks Suhu Basah dan Bola. 2004.
 14. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016 Republik Indonesia; 2016.
 15. Moran DS, Shitzer A, Pandolf KB. A physiological strain index to evaluate heat stress. *Am J Physiol - Regul Integr Comp Physiol*. 1998;275(1):R129-34. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.1998.275.1.R129>
 16. Istiqoma N. Hubungan Iklim Kerja Panas dengan Risiko Heat Strain pada Pekerja Industri Kerupuk Kemplang di Kecamatan Seberang Ulu I Palembang. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya; 2019.
 17. Maknun YFJ. Hubungan Karakteristik Individu dan Iklim Kerja dengan Kejadian Heat Strain pada Pekerja Bagian Produksi Pabrik Es Lilin Brasil Sokaraja. Universitas Jenderal Soedirman; 2019.
 18. Fatimah, Juanda, Santoso I. Jenis Atap, Suhu dan Kelembaban dalam Rumah. *J Kesehat Lingkung*. 2019;16(1):727-32. <https://doi.org/10.31964/jkl.v16i1.108>
 19. Antou RS. Mutu Ekologis Material Penutup Atap. *J Perad Sains, Rekayasa dan Teknol*. 2013;1(2):71-7.
 20. Vidyautami DN, Huboyo HS, Hadiwidodo M. Pengaruh Penggunaan Ventilasi (AC dan non AC) dalam Ruangan terhadap Keberadaan Mikroorganisme Udara di Ruang Kuliah Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro. *J Tek Lingkung*. 2015;4(1):1-8.
 21. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja Perkantoran. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 48 Tahun 2016 Republik Indonesia; 2016.
 22. Ellyas A. Rancang Bangun Pengatur Kecepatan Kipas Pembuangan Menggunakan Sensor Asap AF30 Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535. Universitas Diponegoro; 2010.
 23. Ichsan M, Zulwisli Z. Pengendalian Suhu dan Kelembaban Greenhouse Menggunakan Exhaust Fan. *VoteTEKNIKA J Vocat Tek Elektron dan Inform*. 2020;8(4):80-5.
 24. Giriwijoyo S, Sidik DZ. Ilmu faal olahraga. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya Offset; 2012.
 25. Gabriel JF. Fisika Kedokteran. Jakarta: EGC; 2019.
 26. Hall JE, Guyton AC. Text book of medical physiology Philadelphia. PA: Elsevier; 2016.
 27. Fadhilah R. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Heat Strain pada Pekerja Pabrik Kerupuk di Wilayah Kecamatan Ciputat Timur Tahun 2014. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta; 2014.
 28. Strydom NB. Age as a causal factor in heat stroke. *J South African Inst Min Metall*. 1971;72(4):112-4.
 29. Berry C, McNeely A, Beauregard K. A guide to preventing heat stress and cold stress. NC Department of Labor Occupational Safety and Health Program; 2011.
 30. Haroun MT. Dry skin in the elderly. *Geriatr Aging*. 2003;6(6):41-4.
 31. Adiningsih R. Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Heat Strain pada Tenaga Kerja yang Terpapar Panas di PT Aneka Boga Makmur. *Indones Occup Saf Heal*. 2013;2(2):145-53.
 32. Presiden Republik Indonesia. Ketenagakerjaan. Undang-Undang Republik Indonesia No.13 Tahun 2003 Republik Indonesia; 2003.
 33. Sutono KIT. Determian Kejadian Heat Strain pada Pekerja Konstruksi di Proyek Pengembangan Bandara Ahmad Yani. Universitas Diponegoro; 2018.
 34. Nofianti DW, Koesyanto H. Masa Kerja, Beban Kerja, Konsumsi Air Minum dan Status Kesehatan dengan Regangan Panas pada Pekerja Area Kerja. *Higeia J Public Heal Res Dev*. 2019;3(4):524-33.
 35. Tarwiyanti D, Hartanti RI, Indrayani R. Beban Kerja Fisik dan Iklim Kerja dengan Status Hidrasi Pekerja Unit P2 Bagian (Wood Working 1) WW1 PT. KTI Probolinggo. *Pustaka Kesehat*. 2020;8(1):60. <https://doi.org/10.19184/pk.v8i1.11200>
 36. Direktorat Kesehatan Kerja Kementerian Kesehatan RI, Perhimpunan Spesialis Kedokteran Okupasi Indonesia. Pedoman Kebutuhan Cairan Bagi Pekerja agar Tetap Sehat dan Produktif. I. Jakarta; 2014.
 37. Hermawan L, Setyo H, Rahayu S. Pengaruh Pemberian Asupan Cairan (Air) Terhadap Profil Denyut Jantung Pada Aktivitas Aerobik. *JSSF (Journal Sport Sci Fitness)*. 2012;1(2):14-20.
 38. Hardinsyah S, Razaktaha DB, Effendi MA, Aries M, Lestari KS, Nindya TS, et al. Kebiasaan minum dan status hidrasi pada remaja dan dewasa di dua wilayah ekologi berbeda. *Tim THIRST Bogor PERGIZI PANGAN Indones*. 2010;53-62.
 39. Mintarto E, Fattahilah M. Efek Suhu Lingkungan terhadap Fisiologi Tubuh pada Saat Melakukan Latihan Olahraga. *J Sport Exerc Sci*. 2019;2(1):9-13. <https://doi.org/10.26740/jses.v2n1.p9-13>