



**TEKANAN PANAS, FAKTOR PEKERJA DAN BEBAN KERJA DENGAN
KEJADIAN *HEAT STRAIN* PADA PEKERJA PEMBUAT KERUPUK
(STUDI DI INDUSTRI KERUPUK KELURAHAN GIRI
KABUPATEN BANYUWANGI)**

SKRIPSI

Oleh

**Fariya Eka Prastyawati
NIM 102110101064**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**TEKANAN PANAS, FAKTOR PEKERJA DAN BEBAN KERJA DENGAN
KEJADIAN *HEAT STRAIN* PADA PEKERJA PEMBUAT KERUPUK
(STUDI DI INDUSTRI KERUPUK KELURAHAN GIRI
KABUPATEN BANYUWANGI)**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat
dan mendapat gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

Oleh

Fariya Eka Prastyawati

NIM 102110101064

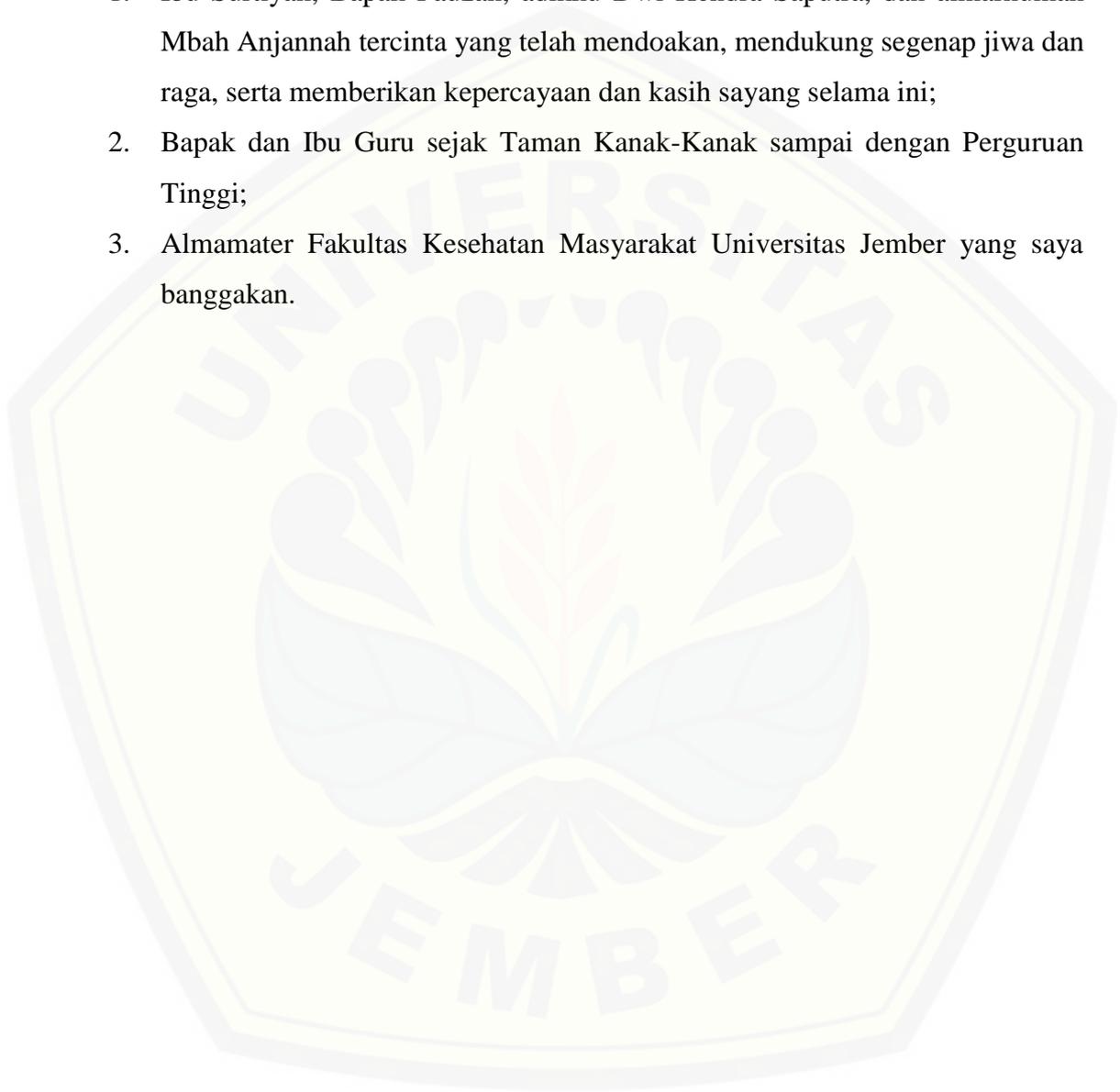
**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS JEMBER**

2018

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibu Surtiyah, Bapak Fauzan, adikku Dwi Hendra Saputra, dan almarhumah Mbah Anjannah tercinta yang telah mendoakan, mendukung segenap jiwa dan raga, serta memberikan kepercayaan dan kasih sayang selama ini;
2. Bapak dan Ibu Guru sejak Taman Kanak-Kanak sampai dengan Perguruan Tinggi;
3. Almamater Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember yang saya banggakan.



MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya....”

(Terjemahan QS. Al Baqarah: 286)



*) Kementerian Agama Republik Indonesia. 2013. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Jakarta, CV Penerbit PT DIAN RAKYAT

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fariya Eka Prastyawati

NIM : 102110101064

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul : *“Tekanan Panas, Faktor Pekerja dan Beban Kerja dengan Kejadian Heat Strain pada Pekerja Pembuat Kerupuk (Studi di Industri Kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi)”* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali ada pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 18 Januari 2018

Yang menyatakan,



Fariya Eka Prastyawati

NIM 102110101064

SKRIPSI

**TEKANAN PANAS, FAKTOR PEKERJA DAN BEBAN KERJA DENGAN
KEJADIAN *HEAT STRAIN* PADA PEKERJA PEMBUAT KERUPUK
(STUDI DI INDUSTRI KERUPUK KELURAHAN GIRI
KABUPATEN BANYUWANGI)**

Oleh

Fariya Eka Prastyawati

NIM 102110101064

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : dr. Ragil Ismi Hartanti, M.Sc

Dosen Pembimbing Anggota : Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM., M.Kes

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Tekanan Panas, Faktor Pekerja dan Beban Kerja dengan Kejadian Heat Strain pada Pekerja Pembuat Kerupuk (Studi di Industri Kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi)* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 18 Januari 2018

Tempat : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

Pembimbing

1. DPU : dr. Ragil Ismi Hartanti, M.Sc
NIP. 198110052006042002

2. DPA : Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM., M.Kes
NIP. 198111202005012001

Tanda Tangan

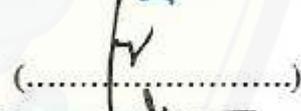
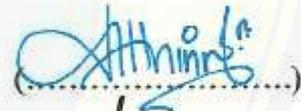


Penguji

1. Kctua : Ninna Rohmawati, S.Gz., M.PH
NIP.198406052008122001

2. Sekretaris : Ellyke, S.KM., M.KL
NIP.198104292006042002

3. Anggota : Winanto Hari Sasongko, S.E., M.Si
NIP. 196602071989031008



Mengesahkan,
Dekan



Irma Prasetyowati, S.KM., M.Kes
NIP. 198005162003122002

RINGKASAN

Tekanan Panas, Faktor Pekerja dan Beban Kerja dengan Kejadian *Heat Strain* Pada Pekerja Pembuat Kerupuk (Studi di Industri Kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi); Fariya Eka Prastyawati, 102110101064; 2018; 128 halaman; Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Tekanan panas merupakan beban kerja tambahan bagi pekerja. Pekerja yang terpapar panas dalam waktu yang lama dapat menyebabkan *heat strain*. *Heat strain* yang berlangsung terus-menerus dan tidak ditangani dengan baik dapat bermanifestasi menjadi *heat related disorders*. Kejadian *heat strain* di Indonesia (Utami, 2004), ditunjukkan pada pekerja di Instalasi Gizi Rumah Sakit dr. Pirngadi Medan menunjukkan bahwa pekerja yang terpapar panas mengalami keluhan subyektif *heat strain* seperti pusing, kram, kaku otot, lelah, lemas, dan peningkatan pengeluaran keringat. Adiningsih (2013:145) menyatakan bahwa tekanan panas mempengaruhi peningkatan suhu tubuh, denyut nadi, dan tekanan darah pada pekerja di PT.Aneka Boga Makmur. Industri kerupuk di Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi merupakan salah satu tempat kerja yang memiliki iklim kerja panas. Rata-rata pengukuran tekanan panas di 3 lokasi industri didapatkan hasil masing-masing sebagai berikut 28,5 °C, 28,7 °C, dan 27,8 °C.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara tekanan panas dan faktor pekerja (umur, jenis kelamin, status gizi, konsumsi air minum, konsumsi obat-obatan, kondisi kesehatan) dengan *heat strain* pada pekerja pembuat kerupuk di industri kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi. Penelitian ini dilakukan di semua industri kerupuk di Kelurahan Giri yang berjumlah 3 industri. Responden dalam penelitian ini sebesar 52 responden yang tersebar di 3 industri kerupuk di Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi. Tekanan panas diperoleh dari hasil pengukuran iklim kerja dengan menggunakan digital

questemp 36 oleh petugas dari UPT K3 Surabaya. Faktor pekerja (umur, jenis kelamin, konsumsi air minum, konsumsi obat-obatan, kondisi kesehatan) diperoleh dari hasil wawancara dengan menggunakan kuesioner. Status gizi diperoleh dari pengukuran berat badan dan tinggi badan dengan *bathroomscale* dan *microtoise*. *Heat strain* diperoleh dari pengukuran suhu inti tubuh dan denyut nadi kerja dengan menggunakan digital termometer inframerah dan perabaan denyut nadi di *arteri radialis* selama satu menit. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan uji korelasi *Cramer Coefficient C* dan *Rank Spearman* dengan α sebesar 0,05.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada hubungan yang signifikan antara tekanan panas dengan *heat strain* ($p = 0,006$), tidak ada hubungan yang signifikan antara umur dengan *heat strain* ($p = 0,371$), ada hubungan yang signifikan antara jenis kelamin dengan *heat strain* ($p = 0,001$), ada hubungan yang signifikan antara status gizi dengan *heat strain* ($p = 0,008$), ada hubungan yang signifikan antara konsumsi air minum dengan *heat strain* ($p = 0,015$), tidak ada hubungan yang signifikan antara konsumsi obat-obat dengan *heat strain* ($p = 0,851$), dan tidak ada hubungan yang signifikan antara kondisi kesehatan dengan *heat strain* ($p = 0,851$).

Berdasarkan hasil penelitian tersebut diperlukan adanya pengendalian secara teknis dan administratif. Pengendalian teknis yaitu memasang ventilasi dan *exhaust fan* yang memadai serta memberikan sekat/pembatas pada sumber panas. Pengendalian administratif yang dapat dilakukan yaitu memberikan sosialisasi pada pekerja dan menyediakan air minum yang dapat dijangkau pekerja agar konsumsi air minum selama bekerja meningkat. Pemberian APD bagi pekerja seperti pakaian katun yang berwarna cerah dan penutup kepala untuk menghindari paparan sinar matahari langsung ke kulit. Pembentukan pos Upaya Kesehatan Kerja (UKK) di wilayah tempat kerja industri kerupuk dan kerjasama pemilik industri dengan Dinas Kesehatan Kabupaten Banyuwangi untuk dilakukan pemeriksaan kesehatan rutin 6 bulan sekali pada pekerja di industri kerupuk.

SUMMARY

Heat Stress, Worker Factors and Workload with Heat Strain on Worker Kerupuk Maker (Studi on Kerupuk Industry in Kelurahan Giri Banyuwangi District); Fariya Eka Prastyawati, 102110101064; 2018; 128 pages; Department of Environment Health and Occupational Health and Safety Public Health Faculty University of Jember.

Heat stress is an additional workload for workers. Workers exposed to heat for a long time can cause heat strain. The heat strain case in Indonesia (Utami, 2004), shown to workers at the Hospital Nutrition Installation dr. Pringadi Medan showed that workers exposed to heat experience subjective complains of heat strain such as dizziness, cramps, muscle stiffness, fatigue, and increased sweating. Adiningsih (2013:145) said that the heat stress affects the increase in body temperature, pulse, and blood pressure in workers at PT. Aneka Boga Makmur. Kerupuk industry in Kelurahan Giri Banyuwangi District is one of the work places that have a hot working climate. The average measurement of heat stress in 3 industrial locations was obtained as follows 28,5 °C, 28,7 °C, and 27,8°C.

The study aims to analyze the relationship between heat stress and worker factors (age, sex, nutritional status, drinking water consumption, medication consumption, health condition) with heat strain on the kerupuk maker in the Kelurahan Giri Banyuwangi District. The research was conducted on all kerupuk industries at Kelurahan Giri which amounted to 3 industries. Respondents in this study amounted to 52 respondents spread across 3 industries Kerupuk in Kelurahan Giri Banyuwangi District. Heat stress is obtained from the measurement of working climate by using digital questemp 36 by officers from UPT K3 Surabaya. Worker factors (age, sex, drinking water consumption, medicinal consumption, health condition) were obtained from interview using questionnaires. Nutritional status was obtained from the measurement of body weight and height with the bathroom scale and microtoise. Heat strain was

obtained from measurement of core body temperature and work pulse by using an infrared digital thermometer and pulse tapping in the radial artery for one minute. Statistical analysis was performed by using Cramer Coefficient C and Rank Spearman correlation test with α of 0,05.

The research results showed that there was a significant relationship between heat stress with heat strain ($p = 0,006$), there was not significant relationship between age with heat strain ($p = 0,371$), there was significant relationship between sex with heat strain ($p = 0,001$), there was significant relationship between nutritional status with heat strain ($p = 0,008$), there was significant relationship between drinking water consumption with heat strain ($p = 0,015$), there was not significant relationship between medicinal consumption with heat strain ($p = 0,851$), and there was not significant relationship between health condition with heat strain ($p = 0,851$).

Based on the result of the research, it is necessary to have technical and administrative control. Technical control is to install adequate ventilation, exhaust fan and provide barriers on heat sources. Administrative control that can done is to provide socialization to workers and provide drinking water that workers can reach to increase drinking water consumption during work. Provision of personal protective equipment (PPE) for workers such as brightly colored cotton and head coverings to avoid exposure to direct sunlight to the skin. The establishment of Work Health Post (UKK) in the work area of the kerupuk industry and cooperation of industrial owners with Banyuwangi District Health Office for routine health examination 6 months at worker in kerupuk industry.

PRAKATA

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *“Tekanan Panas, Faktor Pekerja dan Beban Kerja dengan Kejadian Heat Strain pada Pekerja Pembuat Kerupuk (Studi di Industri Kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi)”*. Skripsi ini diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat Universitas Jember dan mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat (S.KM).

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa bantuan, bimbingan dan petunjuk dari berbagai pihak. Pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada **dr. Ragil Ismi Hartanti, M.Sc.** selaku dosen pembimbing utama dan ibu **Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM., M.Kes.** selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, masukan, dan saran hingga terselesaikannya skripsi ini dengan baik.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Irma Prasetyowati, S.KM, M.Kes selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
2. Pak Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes selaku Ketua Bagian Peminatan Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja, dan Ibu Ellyke, S.KM., M.KL selaku Kombi.
3. Ibu Leersia Yusi Ratnawati, S.KM., M.Kes dan Ibu Dr. Farida Wahyu Ningtyas, S.KM., M.Kes selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan motivasi hingga akhir perkuliahan;
4. Ibunda Surtiyah, Bapak Fauzan, adikku Dwi Hendra Saputra, dan almarhumah Mbah Anjannah serta keluarga besar saya yang telah menjadi motivator terbaik dalam hidup saya dan selalu memberikan doa, ridho, dukungan moral, spiritual, dan materi sehingga saya bisa menjadi seperti ini;

5. Pak Muhaimin, Pak Usman, Bu Sul, Pak Faris, dan para pekerja di industri kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi serta staf Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja Surabaya yaitu Pak Antok dan Aris yang memberikan izin peneliti dan mau meluangkan waktunya untuk membantu mengumpulkan data penelitian;
6. Saudara-saudaraku bude Nasiyah, almarhum pakpo Suwandi, mbak Resa yang tidak lelah memberikan dukungan moral, spiritual dan energi positif kepada penulis dan keluarga selama ini;
7. Sahabat-sahabat saya Rodiah, Wisuda, Lusi, Meilisa, Ratri, Galuh, Novita, dan almarhumah Lita terima kasih atas waktu yang diberikan selama ini, doa, dukungan, perhatian, kritik dan saran selama ini;
8. Bapak dan teman-teman kos rumah tua Pak Heri, Lidya, Fitri, Kiki, Desi, Fara, Imamah, Nia, Putri, dan Misca yang telah menjadi saudara di Jember selama ini, serta teman-teman seperjuangan Prisca, Hikmawan, Handika, Pras, Ayu, Nindi, Fahrudin, Ninif, Farda, Dadang, Linda, Desi Fajar, Yeni terima kasih atas kerjasama dan kebersamaannya selama di kampus;
9. Teman-teman di organisasi UKM Olahraga FKM, Sinvesta, UJAR UNEJ, KSR PMI UNEJ, dan teman-teman Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember angkatan 2010, 2011, 2012, 2013 dan teman-teman peminatan Kesling dan K3 2010.
10. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Atas perhatian dan dukungannya, penulis menyampaikan terima kasih.

Jember, 18 Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
DAFTAR SINGKATAN	xxi
DAFTAR LAMBANG	xxiii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	5
1.3.1 Tujuan Umum	5
1.3.2 Tujuan Khusus	5
1.4 Manfaat	6
1.4.1 Manfaat Teoritis	6
1.4.2 Manfaat Praktis	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Tekanan Panas	8
2.1.1 Pengertian Tekanan Panas.....	8

2.1.2 Sumber Panas	9
2.1.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tekanan Panas	11
2.1.4 Mekanisme Pertukaran dan Keseimbangan Panas	13
2.1.5 Standar Iklim Kerja Panas.....	16
2.1.6 Pengukuran Tekanan Panas.....	17
2.1.7 Pengendalian Lingkungan Kerja Panas.....	22
2.2 Sistem Regulasi Suhu Tubuh	26
2.2.1 Peran Hipotalamus	26
2.2.2 Regulasi Suhu Tubuh	27
2.3 Beban Kerja.....	32
2.3.1 Pengertian Beban Kerja.....	32
2.3.2 Pengukuran Beban Kerja.....	33
2.4 Heat Strain	35
2.4.1 Pengertian <i>Heat Strain</i>	35
2.4.2 Gejala <i>Heat Strain</i>	36
2.4.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi <i>Heat Strain</i>	47
2.4.4 Pengukuran <i>Heat Strain</i>	55
2.5 Kerangka Teori	57
2.6 Kerangka Konsep.....	58
2.7 Hipotesis Penelitian.....	60
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	61
3.1 Jenis Penelitian	61
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	61
3.2.1 Tempat Penelitian	61
3.2.2 Waktu Penelitian	62
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian	62
3.3.1 Populasi Penelitian	62
3.3.2 Sampel Penelitian.....	62
3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel.....	63
3.3.4 Kriteria Inklusi dan Eksklusi.....	65
3.4 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional	65

3.4.1	Variabel Penelitian	65
3.4.2	Definisi Operasional	66
3.5	Sumber Data	68
3.5.1	Data Primer	68
3.5.2	Data Sekunder	69
3.6	Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data	69
3.6.1	Teknik Pengumpulan Data	69
3.6.2	Instrumen Pengumpulan Data.....	71
3.6.3	Denah Pabrik Kerupuk	76
3.7	Teknik Pengolahan dan Penyajian Data.....	78
3.7.1	Teknik Pengolahan Data.....	78
3.7.2	Teknik Penyajian Data	79
3.8	Analisis Data.....	79
3.9	Alur Penelitian.....	81
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	82
4.1	Hasil Penelitian.....	82
4.1.1	Gambaran Proses Produksi Kerupuk	82
4.1.2	Faktor Pekerja	83
4.1.3	Tekanan Panas di Industri Kerupuk Kelurahan Giri.....	87
4.1.4	Beban Kerja Pekerja Pembuat Kerupuk.....	87
4.1.5	<i>Heat Strain</i> pada Pekerja Pembuat Kerupuk.....	88
4.1.6	Hubungan antara Faktor Pekerja dengan <i>Heat Strain</i>	89
4.1.7	Hubungan antara Tekanan Panas dengan <i>Heat Strain</i>	92
4.2	Pembahasan	93
4.2.1	Hubungan antara Faktor Pekerja dengan <i>Heat Strain</i>	93
4.2.2	Hubungan antara Tekanan Panas dengan <i>Heat Strain</i>	97
4.3	Keterbatasan Penelitian	97
BAB 5.	PENUTUPAN.....	99
5.1	Kesimpulan	99
5.2	Saran	100
DAFTAR PUSTAKA	102

LAMPIRAN..... 107

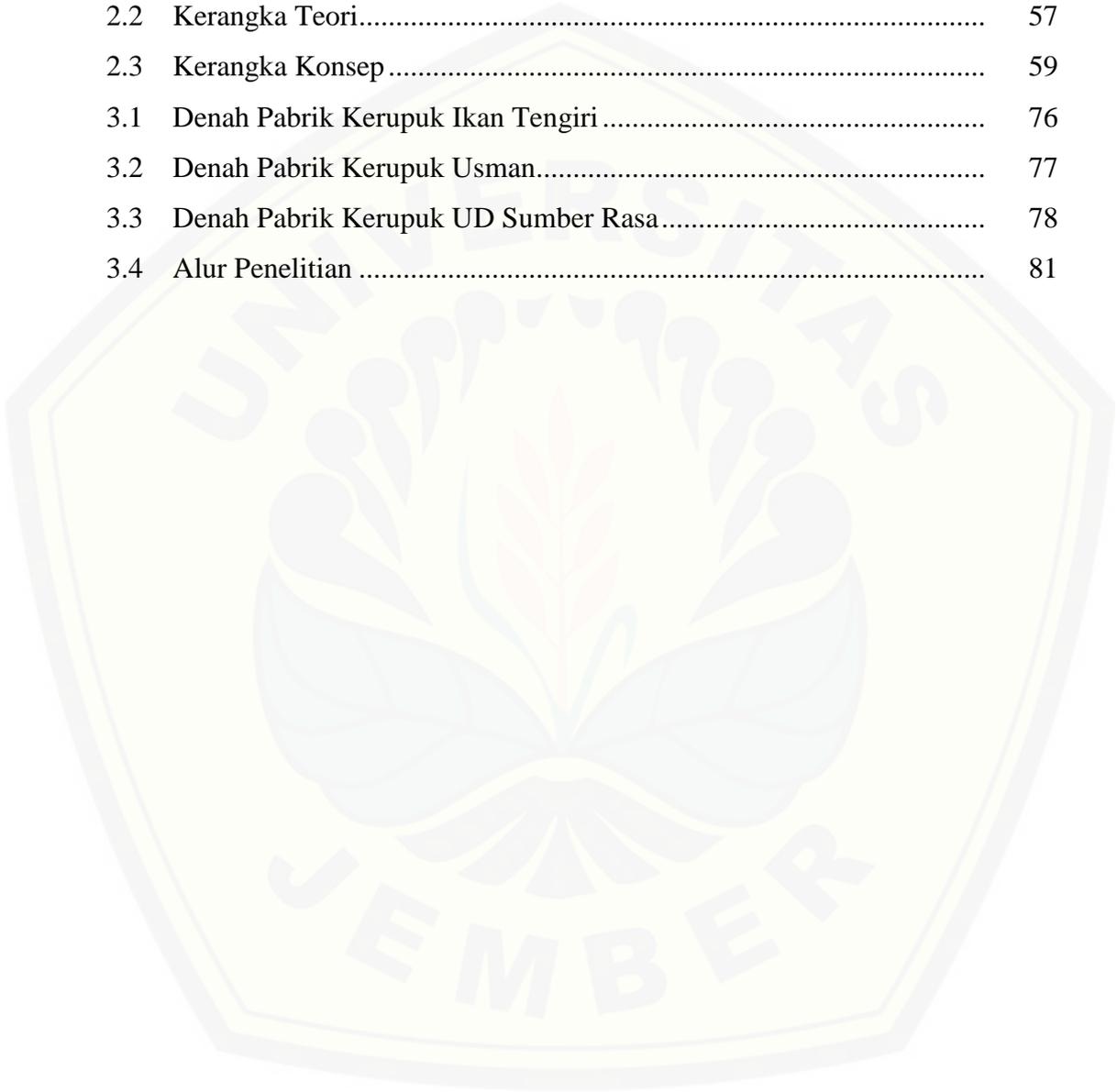


DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Kimia di Tempat Kerja.....	17
3.1 Distribusi Besar Sampel di Setiap Industri Kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi	64
3.2 Distribusi Besar Sampel Berdasarkan Tupoksi Kerja di Industri Kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi.....	64
3.3 Definisi Operasional.....	66
3.4 Analisis Data Penelitian	80
4.1 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Umur	83
4.2 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Jenis Kelamin.....	83
4.3 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Status Gizi.....	84
4.4 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Konsumsi Air Minum .	84
4.5 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Konsumsi Obat-Obatan	85
4.6 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Kondisi Kesehatan	85
4.7 Distribusi Tekanan Panas di Industri Kerupuk Berdasarkan Lokasi ...	86
4.8 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Tekanan Panas	87
4.9 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Beban Kerja	88
4.10 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Tingkat <i>Heat Strain</i>	88
4.11 Distribusi Frekuensi Hubungan Umur dengan <i>Heat Strain</i>	89
4.12 Distribusi Frekuensi Hubungan Jenis Kelamin dengan <i>Heat Strain</i>	89
4.13 Distribusi Frekuensi Hubungan Status Gizi dengan <i>Heat Strain</i>	90
4.14 Distribusi Frekuensi Hubungan Konsumsi Air Minum dengan <i>Heat Strain</i>	91
4.15 Distribusi Frekuensi Hubungan Konsumsi Obat-obatan dengan <i>Heat Strain</i>	91
4.16 Distribusi Frekuensi Hubungan Kondisi Kesehatan dengan <i>Heat Strain</i>	92
4.17 Distribusi Ftekuensi Hubungan Tekanan Panas dengan <i>Heat Strain</i> ...	92

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Proses Regulasi Tubuh Manusia	31
2.2 Kerangka Teori.....	57
2.3 Kerangka Konsep	59
3.1 Denah Pabrik Kerupuk Ikan Tengiri	76
3.2 Denah Pabrik Kerupuk Usman.....	77
3.3 Denah Pabrik Kerupuk UD Sumber Rasa.....	78
3.4 Alur Penelitian	81



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Lembar informasi penelitian	107
B. <i>Informed consent</i>	109
C. Kuesioner penelitian.....	110
D. Lembar pengukuran status gizi	113
E. Lembar pengukuran <i>heat strain</i>	114
F. Lembar pengukuran beban kerja.....	115
G. Lembar pengukuran iklim kerja panas (tekanan panas).....	116
H. Hasil pengukuran iklim kerja panas (tekanan panas).....	117
I. Surat Izin Penelitian	118
J. Dokumentasi Penelitian	122
K. Output SPSS.....	124
L. Hasil Penelitian	128

DAFTAR SINGKATAN

AC	= <i>Air Conditioner</i>
ACGIH	= <i>American Conference of Governmental Industrial Hygienist</i>
ATP	= <i>Adenosine Triphosphate</i>
BB	= Berat Badan
BSN	= Badan Standardisasi Nasional
C	= konveksi
CO	= curah jantung
CVL	= <i>Cardiovascular Load</i>
E	= evaporasi
HR	= <i>Heart Rate</i>
IKM	= industri kecil dan menengah
IMT	= Indeks Massa Tubuh
ISBB	= Indeks Suhu Bola dan Basah
ISBBn	= Indeks Suhu Bola dan Basah menurut waktu n
M	= <i>metabolic rate</i>
m	= meter
NAB	= Nilai Ambang Batas
NCDOL	= <i>N.C Department of Labor</i>
NIOSH	= <i>National Institute for Occupational Safety and Health</i>
OSHA	= <i>Occupational Safety and Health Administration</i>
OSHS	= <i>Occupational Safety and Health Standards</i>
PSI	= <i>Physiological Strain Index</i>
R	= radiasi
RH	= <i>Relatif Humidity</i> (kelembaban)
sb	= suhu basah
sg	= suhu bola basah
sbf	= <i>skin blood flow</i>
sk	= suhu kering
SNI	= Standar Nasional Indonesia

SV	= jumlah darah yang dipompa jantung
T	= <i>Temperature</i>
Ta	= suhu kering
t1,t2,tn	= jangka waktu pemaparan selama ISBB1,ISBB2, ISBBn yang bersangkutan, dinyatakan dalam menit
TB	= Tinggi Badan
Tr	= panas radiasi
Tsk	= suhu kulit
UD	= Usaha Dagang
WBGT	= <i>Wet Bulb Globe Temperature</i>
WIB	= Waktu Indonesia Barat

DAFTAR LAMBANG

%	= persen
-	= sampai, kurang
=	= sama dengan
x	= kali
<	= kurang dari
≤	= kurang dari sama dengan
>	= lebih dari
≥	= lebih dari sama dengan
°C	= derajat celcius
≈	= setara dengan
fpm	= <i>feet per minute</i>
kcal	= kilo kalori
m	= meter
m/s	= meter per <i>second</i>
n	= besar sampel
N	= besar populasi
ni	= besar sampel untuk sub populasi
nh	= jumlah pekerja per industri
d	= presisi absolut kesalahan
p	= proporsi
<i>p</i>	= <i>p-value</i> , menunjukkan hasil analisis berdasarkan uji statistik
H ₀	= hipotesis nihil
/	= per, atau
α	= alfa, taraf signifikan
+	= tambah
f	= perkiraan proporsi <i>drop out</i>

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan sektor industri menjadi salah satu fokus utama dari strategi pembangunan Indonesia. Penyerapan tenaga kerja mengalami kenaikan terutama di sektor industri sebesar 1 juta orang (6,43 persen), sektor jasa kemasyarakatan sebesar 930 ribu orang (5,03 persen), dan sektor perdagangan sebesar 840 ribu orang (3,25 persen) (BPS, 2015). Penggolongan lapangan pekerjaan utama penduduk di Indonesia yaitu pertanian, industri, konstruksi, transportasi, keuangan, jasa kemasyarakatan, pertambangan, listrik, gas dan air (Badan Pusat Statistik, 2015:162). Sektor industri menjadi penyumbang terbesar penyerapan tenaga kerja di Indonesia yaitu sebesar 15,39 juta jiwa dengan enam aktivitas ekonomi utama yaitu industri makanan dan minuman, pengembangan industri baja, industri tekstil, mesin dan peralatan transportasi, industri perkapalan, serta pengembangan industri pangan. Jumlah sektor industri mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, salah satunya yaitu sektor pengolahan makanan.

Pada Agustus 2010 diperkirakan sekitar 59 persen pekerja bekerja di sektor informal dan pada Februari 2015 angka ini berkurang menjadi 51,9 persen (ILO, 2015:59). Menurut Badan Pusat Statistik (2016), keadaan ketenagakerjaan Indonesia pada Agustus 2016 menyatakan jumlah angkatan kerja sebesar 125,44 juta orang, naik sebesar 3,06 juta orang dibandingkan dengan bulan Agustus 2015. Berdasarkan jumlah tersebut, penduduk bekerja meningkat sebesar 3,59 juta orang dari capaian periode yang sama tahun lalu sebesar 114,82 juta orang. Sejalan dengan kondisi tersebut, jumlah pengangguran pun turun dari 7,56 juta orang menjadi 7,03 juta orang. Di tengah penurunan pengangguran, presentase penduduk yang bekerja pada sektor formal bertambah dari 42,24 persen menjadi 42,40 persen. Sementara itu, sektor informal masih mendominasi sebesar 57,60 persen pada periode Agustus 2016.

Semua industri, baik itu industri di sektor formal maupun informal diharapkan dapat menerapkan keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Keselamatan dan kesehatan kerja merupakan salah satu perlindungan terhadap

tenaga kerja di segala jenis kegiatan usaha, baik sektor formal maupun informal sehingga diharapkan dapat mencegah dan mengurangi risiko terjadinya kecelakaan kerja maupun penyakit akibat kerja. Undang-Undang nomor 1 tahun 1970 tentang keselamatan kerja menyatakan bahwa setiap tenaga kerja berhak mendapat perlindungan atas keselamatan dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi serta produktivitas nasional.

Berbagai jenis bahaya yang ditimbulkan pada lingkungan kerja akan memberikan dampak buruk bagi pekerja, salah satunya iklim kerja panas. Hasil penelitian Sari (2014) menyatakan bahwa iklim kerja panas di tempat kerja berpengaruh terhadap kelelahan kerja dan dehidrasi pekerja. Lingkungan kerja yang panas dapat menyebabkan beban tambahan pada sirkulasi darah. Pada saat melakukan aktivitas fisik di lingkungan panas, darah akan mendapat beban tambahan karena harus membawa oksigen ke bagian otot yang sedang bekerja dan juga harus membawa panas dari dalam tubuh ke permukaan kulit (NCDOL, 2011:2). Hal ini dapat menjadi beban tambahan bagi jantung yang harus memompa darah lebih banyak lagi, sehingga menyebabkan frekuensi denyut jantung dan nadi meningkat.

Pekerja yang terpapar panas dalam jangka waktu yang lama dapat menyebabkan regangan panas (*heat strain*). *Heat strain* merupakan respon fisiologis tubuh terhadap tekanan panas yang diterima oleh seseorang (OSHA, 2012). Indikator *heat strain* antara lain peningkatan suhu tubuh, denyut nadi, tekanan darah, berkeringat, dan penurunan berat badan. *Heat strain* yang berlangsung terus-menerus dan tidak ditangani dengan baik dapat bermanifestasi menjadi gangguan kesehatan akibat tekanan panas (*heat related disorders*) seperti dehidrasi, *heat rash*, *heat syncope*, *heat cramps*, *heat exhaustion*, dan *heat stroke*. Gejala dan tanda penyakit akibat pajanan panas perlu dideteksi lebih awal sebelum muncul menjadi penyakit akibat pajanan panas yang berbahaya bagi kesehatan tenaga kerja.

Kejadian *heat strain* di Indonesia ditunjukkan dari beberapa hasil penelitian salah satunya hasil penelitian yang dilakukan oleh Utami (2004) pada pekerja di Instalasi Gizi Rumah Sakit dr. Pirngadi Medan menunjukkan bahwa pekerja yang

terpapar tekanan panas mengalami keluhan subyektif *heat strain* seperti pusing, kram atau kaku otot, lelah, lemas, dan peningkatan pengeluaran keringat. Penelitian lain yang dilakukan oleh Siregar (2008) menunjukkan bahwa pekerja yang berada pada lingkungan kerja dengan suhu melebihi nilai ambang batas mengalami keluhan *heat strain* seperti kelelahan sebesar 50 persen, pusing sebesar 27,8 persen dan kaku atau kram otot sebesar 11,1 persen. Penelitian yang dilakukan oleh Ardiningsih (2013) menyatakan bahwa beban kerja merupakan faktor yang mempengaruhi kejadian *heat strain*. Selain itu, tekanan panas juga mempunyai hubungan yang signifikan dengan kejadian *heat strain* (Fadhilah, 2014). Penelitian Fauzi (2013) menyebutkan adanya hubungan antara tekanan panas dengan peningkatan suhu tubuh, dimana peningkatan suhu tubuh merupakan salah satu indikator terjadinya *heat strain*. Beberapa faktor individu yang mempengaruhi *heat strain* meliputi umur, jenis kelamin, obesitas, daya aklimatisasi, konsumsi alkohol, dan konsumsi obat-obatan (NIOSH, 2016:33). Wulandari (2015) menyatakan bahwa 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.

Berdasarkan data dari Dinas Perindustrian Perdagangan dan Pertambangan Kabupaten Banyuwangi, jumlah industri kerupuk di Kabupaten Banyuwangi sebesar 301 industri kerupuk yang tersebar di 25 Kecamatan di Kabupaten Banyuwangi. Pada tahun 2015, Kecamatan Giri Kabupaten Banyuwangi tercatat memiliki perusahaan industri kecil atau rumah tangga sebesar 113 lokasi. Salah satu industri kecil atau rumah tangga di Kecamatan Giri Kabupaten Banyuwangi yaitu industri kerupuk sebesar 31 persen dari industri lain yang ada.

Ketinggian Kecamatan Giri Kabupaten Banyuwangi berkisar antara 40 meter sampai 200 meter di atas permukaan laut. Ketinggian terendah terletak di Kelurahan Giri yaitu 48 meter di atas permukaan laut (BPS, 2016:1). Tempat-tempat yang berada pada ketinggian rendah memiliki iklim yang panas, ditambah dengan proses produksi yang menghasilkan panas sehingga potensi terjadinya tekanan panas di lingkungan kerja juga tinggi. Pabrik kerupuk merupakan salah

satu industri makanan di sektor informal yang memiliki iklim kerja panas. Area pabrik produksi kerupuk melibatkan suhu tinggi pada beberapa tahap prosesnya seperti pengukusan dan penjemuran kerupuk. Panas yang bersumber dari proses pengolahan hasil produksi tersebut dapat menaikkan suhu lingkungan di tempat kerja dan berpotensi menimbulkan tekanan panas yang dapat mengakibatkan terjadinya *heat strain* bagi pekerja.

Proses produksi di salah satu industri kerupuk di Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi yaitu UD. Sumber Rasa mulai pukul 07.00 WIB sampai 15.00 WIB. Pemberi kerja hanya menyediakan satu galon air putih (berisi 19 liter air) setiap hari untuk 70 pekerja. Para pekerja minum air putih tersebut ketika mereka merasa haus saja. Padahal WorksafeBC (2007:18) menyatakan bahwa pekerja yang bekerja di lingkungan kerja panas tidak harus menunggu sampai mereka merasa haus untuk minum. Pekerja dianjurkan untuk minum air sebanyak dua gelas air sebelum bekerja dan satu gelas air (240 ml) selama 20 menit selama bekerja. Sebagian besar pekerja di UD. Sumber Rasa bagian adonan, pencetakan, pengukusan, dan penjemuran kerupuk mengeluh tentang suhu lingkungan yang panas, rasa haus, dan pengeluaran keringat. *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (2011) menyatakan bahwa pengukuran tekanan panas di lingkungan kerja perlu dilakukan apabila terdapat informasi dari pekerja tentang ketidaknyamanan akibat tekanan panas di tempat kerja.

Beban kerja pekerja dan faktor pekerja juga dapat mempengaruhi *heat strain*. Pengukuran beban kerja pada pekerja pembuat kerupuk di UD. Sumber Rasa menunjukkan bahwa empat pekerja tergolong beban kerja sedang. Hasil pengukuran iklim kerja (ISBB) yang dilakukan di tiga titik di UD. Sumber Rasa dengan menggunakan digital questemp 36, masing-masing pengukuran sebesar 28,9 °C di area pengukusan, 28,5 °C di area pencetakan, dan 28,2 °C di area penjemuran. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa semua titik pengukuran melebihi NAB iklim kerja yang diatur di dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia nomor 13 tahun 2011 tentang NAB Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja yaitu sebesar 28,0 °C untuk beban kerja sedang dengan pengaturan waktu kerja setiap jam 75 persen

sampai 100 persen, sehingga pekerja mengalami risiko terjadinya *heat strain*. Oleh karena itu, peneliti ingin melakukan penelitian tentang hubungan tekanan panas dan faktor pekerja dengan *heat strain* pada pekerja pembuat kerupuk.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan masalah penelitian yaitu: “Apakah ada hubungan tekanan panas dan faktor pekerja dengan *heat strain* pada pekerja pembuat kerupuk di industri kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi?”.

1.3 Tujuan

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan tekanan panas dan faktor pekerja dengan kejadian *heat strain* pada pekerja pembuat kerupuk di industri kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi.

1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Mengukur tekanan panas (ISBB) di industri kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi.
- b. Menggambarkan faktor pekerja (umur, jenis kelamin, status gizi, konsumsi air minum, konsumsi obat-obatan, kondisi kesehatan) di industri kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi.
- c. Mengukur beban kerja pekerja pembuat kerupuk di industri kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi.
- d. Menganalisis hubungan tekanan panas dengan kejadian *heat strain* pada pekerja pembuat kerupuk di industri kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi.
- e. Menganalisis hubungan faktor pekerja (umur, jenis kelamin, status gizi, konsumsi air minum, konsumsi obat-obatan, kondisi kesehatan) dengan kejadian *heat strain* pada pekerja pembuat kerupuk di industri kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi.

1.4 Manfaat

1.4.1 Manfaat Teoritis

Manfaat teoritis yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai penerapan ilmu selama duduk di bangku kuliah serta dapat mengembangkan khasanah ilmu pengetahuan di bidang keselamatan dan kesehatan kerja khususnya mengenai hubungan tekanan panas dan faktor pekerja dengan kejadian *heat strain* pada pekerja di industri kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi.

1.4.2 Manfaat Praktis

a. Bagi Peneliti

Penelitian ini dapat menjadi pengalaman berharga dalam rangka menambah ilmu pengetahuan dan juga memperoleh informasi tentang hubungan tekanan panas dan faktor pekerja dengan kejadian *heat strain* pada pekerja di industri kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi.

b. Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pembendaharaan literatur di perpustakaan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember, yaitu dapat menjadi sumber inspirasi bagi pihak yang membutuhkan dalam melakukan penelitian khususnya mengenai hubungan tekanan panas dan faktor pekerja dengan kejadian *heat strain* pada pekerja di industri kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi.

c. Bagi Pemilik Industri Kerupuk

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber masukan dan solusi untuk menerapkan keselamatan dan kesehatan kerja pada pekerja di industri kerupuk terutama dalam hal penanggulangan iklim kerja panas di tempat kerja, agar selanjutnya dapat ditindaklanjuti demi mencapai keselamatan dan kesehatan kerja yang setinggi-tingginya pada pekerja.

d. Bagi Pekerja Industri Kerupuk

Sebagai bahan tindakan koreksi diri dan masukan untuk lebih memperhatikan aspek keselamatan dan kesehatan kerja pada diri sendiri, pekerja yang lain, dan lingkungan kerja.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tekanan Panas

2.1.1 Pengertian Tekanan Panas

Tekanan panas (*heat stress*) adalah lingkungan panas yang meliputi suhu radiasi, suhu udara, kelembaban udara, aktivitas fisik, dan faktor lain yang membebani seseorang dan dapat menaikkan simpanan panas tubuh (NIOSH, 2016:59). Menurut *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (2011), tekanan panas adalah beban bersih panas yang diterima oleh tenaga kerja yang merupakan kombinasi dari gabungan panas metabolisme, faktor lingkungan (meliputi suhu udara, kelembaban udara, kecepatan udara, dan panas radiasi), dan jenis pakaian kerja yang digunakan. Tingkat tekanan panas yang ringan ataupun sedang dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan mempengaruhi kinerja serta keselamatan tenaga kerja. Selain itu, tekanan panas yang melebihi batas toleransi manusia menyebabkan peningkatan risiko gangguan kesehatan. Sedangkan iklim kerja adalah hasil perpaduan antara suhu, kelembaban udara, kecepatan gerakan udara, dan panas radiasi dengan tingkat pengeluaran panas dari tubuh tenaga kerja sebagai akibat pekerjaannya, yang dimaksud dalam peraturan ini adalah iklim kerja panas (Permenakertrans, 2011:3). Menurut Subaris (2007:43), iklim kerja adalah suatu kombinasi dari suhu kerja, kelembaban udara, kecepatan gerakan udara, dan suhu radiasi pada suatu tempat kerja. Berdasarkan pengertian tersebut, sesungguhnya tekanan panas dan iklim kerja memiliki pengertian yang sama.

Tekanan panas juga diartikan sebagai jumlah beban panas yang dihasilkan dari faktor lingkungan (suhu udara, kecepatan gerakan udara, kelembaban udara, dan panas radiasi), faktor pekerjaan (beban kerja, pola kerja), dan faktor tenaga kerja (aklimatisasi, status hidrasi, pakaian kerja, status kesehatan) (WorksafeBC, 2007:2). Kondisi lingkungan kerja panas dapat menyebabkan rasa tidak nyaman dan berakibat buruk terhadap kinerja dan keselamatan kerja tenaga kerja. Pada saat tekanan panas mendekati batas toleransi tubuh, risiko terjadinya gangguan kesehatan menyangkut panas akan meningkat. Tekanan panas dapat terjadi ketika terdapat pekerjaan yang berhubungan dengan temperatur udara yang tinggi,

radiasi dari sumber panas, kelembaban udara yang tinggi, pajanan langsung dengan benda yang mengeluarkan panas, atau aktivitas fisik yang secara terus-menerus berpotensi tinggi untuk menimbulkan tekanan panas. Aktivitas fisik yang mempunyai kontribusi terhadap total tekanan panas adalah aktivitas yang menyebabkan terjadinya peningkatan panas metabolik dalam tubuh sesuai dengan intensitas pekerjaan.

Tubuh manusia selalu menghasilkan panas dan mengeluarkannya dari dalam tubuh ke lingkungan. Metabolisme panas dari dalam tubuh dihasilkan melalui proses kimia di dalam tubuh, kegiatan fisik, aktivitas hormon, dan proses pencernaan di dalam tubuh. Semakin tinggi tubuh melakukan pekerjaan, maka semakin besar panas yang harus dilepaskan dari dalam tubuh. Secara alami manusia mempertahankan suhu tubuh antara 36°C hingga 38°C. Ketika suhu tubuh naik di atas kisaran tersebut, tubuh akan bereaksi untuk menghilangkan kelebihan panas. Namun, apabila tubuh terus mendapatkan panas lebih cepat daripada kemampuan tubuh untuk menghilangkan panas, maka suhu tubuh akan terus meningkat dan orang tersebut akan mengalami tekanan panas (WorksafeBC,2007:2). Suhu tubuh akan meningkat saat terpapar tekanan panas, dan untuk mencegah terjadinya peningkatan suhu tubuh yang lebih tinggi, tubuh akan melepaskan panas melalui keringat dengan evaporasi dipercepat dengan pelebaran pembuluh darah disertai peningkatan denyut nadi dan tekanan darah sehingga beban kardiovaskuler bertambah (Hunt, 2011:14). Apabila pelepasan panas tidak seimbang dengan panas yang diproduksi oleh tubuh maka suhu tubuh akan terus meningkat sampai pada tingkat yang tidak aman.

Menurut Subaris (2007:50), tekanan panas dapat disebabkan oleh berbagai faktor yaitu faktor *climatic* (meliputi suhu udara, kelembaban udara, panas radiasi, dan kecepatan udara) dan faktor *non climatic* (meliputi panas metabolisme, pakaian kerja, dan tingkat aklimatisasi).

2.1.2 Sumber Panas

Di daerah tropis masalah pemaparan panas menjadi faktor penting yang harus diperhatikan. Selain cuaca kerja yang panas, tubuh juga mengeluarkan

panas ketika melakukan aktivitas (Subaris, 2007:43). Tubuh manusia dapat memperoleh panas melalui dua cara yaitu melalui tubuh yang menghasilkan panas dari aktivitas kerja dan panas yang diserap dari lingkungan. Aktivitas pekerjaan dan lingkungan merupakan sumber penting dari panas, dan terkadang aktivitas pekerjaan dapat menjadi sumber utama tekanan panas. Kasus-kasus tekanan panas seringkali diakibatkan oleh suhu udara yang relatif rendah tetapi tingkat aktivitas fisik dari pekerjaan yang sangat tinggi (WorksafeBC, 2007:3).

Panas dari aktivitas tenaga kerja merupakan jumlah panas yang dihasilkan oleh tenaga kerja yang tergantung dari tingkat aktivitas fisik atau beban kerja. Sedangkan panas dari lingkungan tergantung dari suhu udara di sekitar, jumlah aliran udara, dan panas radian. Sumber panas radiasi berasal dari alat pemanas, boiler, api, dan panas matahari. Panas radiasi dapat menyebabkan *overheating* meskipun suhu udara tidak terlalu tinggi (WorksafeBC, 2007:4). Faktor lingkungan yang berhubungan dengan tekanan panas seperti paparan sinar matahari langsung, suhu udara yang tinggi, kelembaban udara yang tinggi, dan sumber panas radiasi di dalam ruangan seperti tungku pembakaran dapat meningkatkan suhu udara di lingkungan.

Panas dapat muncul dari berbagai sumber, misalnya pekerjaan yang berada di luar ruangan ataupun di dalam ruangan. Tenaga kerja yang bekerja di lingkungan panas apabila tidak dilakukan pengendalian terhadap lingkungan kerja panas dapat menyebabkan gangguan kesehatan. Pekerjaan yang dapat terpapar tekanan panas antara lain pekerjaan di sekitar tungku pembakaran (*furnaces*), tempat pengukusan (ketel), tempat peleburan logam, pabrik baja, pabrik kertas, boiler, toko roti, pabrik gelas atau kaca, dapur restoran, pabrik pengalengan, pekerjaan konstruksi, pertanian, dan lain-lain (WorksafeBC, 2007:1).

Selama tenaga kerja melakukan pekerjaan pada lingkungan panas, tubuh secara otomatis akan memberikan reaksi untuk memelihara suatu kisaran panas lingkungan yang konstan dengan menyeimbangkan panas yang diterima dari luar tubuh dengan kehilangan panas dari dalam tubuh. Menurut Hunt (2011:7), suhu tubuh manusia dipertahankan hampir menetap sekitar 37°C dalam berbagai kondisi lingkungan oleh sistem pengaturan suhu. Sistem pengaturan suhu

(*thermoregulatory system*) diatur oleh hipotalamus di dalam otak. Suhu menetap dapat dipertahankan akibat keseimbangan panas yang dihasilkan dari metabolisme tubuh dan pertukaran panas antara tubuh dengan lingkungan sekitarnya.

Produksi panas di dalam tubuh tergantung dari kegiatan fisik tubuh, konsumsi makanan, gangguan sistem pengaturan panas seperti dalam kondisi demam dan lain-lain. Produksi panas di dalam tubuh dihasilkan dari organ dalam terutama hati, otak, jantung, dan otot rangka selama beraktivitas. Menurut Guyton *et al.* (2006:890), produksi panas di dalam tubuh dihasilkan dari proses metabolisme. Faktor yang menentukan produksi panas disebut tingkat metabolisme tubuh (*metabolic rate of the body*), faktor-faktor yang mempengaruhi produksi panas di dalam tubuh, antara lain:

- a. Laju metabolisme basal dari semua sel di dalam tubuh,
- b. Metabolisme tubuh yang disebabkan oleh aktivitas otot termasuk kerja otot yang disebabkan menggigil,
- c. Metabolisme tubuh yang disebabkan efek hormon pertumbuhan, hormon tiroksin (hormon yang diproduksi oleh kelenjar tiroid untuk mengatur metabolisme dengan mengendalikan laju oksidasi di dalam sel),
- d. Metabolisme tubuh yang disebabkan oleh epineprin, norepinephrine, dan rangsangan simpatik di dalam sel,
- e. Metabolisme tubuh yang disebabkan oleh aktivitas kimia di dalam sel yang naik terutama ketika temperatur tinggi,
- f. Metabolisme tubuh yang dibutuhkan untuk pencernaan, penyerapan makanan, dan simpanan makanan (*thermogenic effect of food*).

Panas yang dihasilkan oleh proses metabolisme tubuh dan lingkungan diseimbangkan dengan adanya pengeluaran panas (*heat loss*) dari tubuh ke lingkungan atau sebaliknya. Permukaan tubuh dapat kehilangan panas melalui pertukaran panas secara radiasi, konduksi, konveksi, dan evaporasi.

2.1.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tekanan Panas

Metabolisme tubuh merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi tekanan panas. Faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi tekanan panas selain

metabolisme tubuh meliputi faktor lingkungan, faktor pekerjaan, dan faktor pakaian kerja:

a. Faktor Lingkungan

1) Suhu udara

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 yang 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 (BSN, 2004:1). Sedangkan suhu bola merupakan ukuran panas radiasi dari bahan padat di sekitar dan panas udara ambien.

2) Kelembaban udara

Kelembaban udara merupakan salah satu faktor dari iklim kerja yang mempengaruhi proses perpindahan panas dari tubuh dengan lingkungan melalui evaporasi. Kelembaban yang tinggi menyebabkan kehilangan panas melalui evaporasi menjadi rendah (NIOSH, 2016:61).

3) Kecepatan angin

Angin yang berasal dari pergerakan tubuh maupun pergerakan udara umumnya dinyatakan dalam *feet per minute* (fpm) atau meter per *second* (m/sec). Angin berperan penting dalam perpindahan panas antara tubuh dengan lingkungan melalui proses konveksi dan evaporasi (NIOSH, 2016:62).

b. Faktor Pekerjaan

1) Beban kerja

Beban kerja merupakan beban yang dialami oleh tenaga kerja sebagai akibat pekerjaan yang dilakukan saat bekerja (BSN, 2009:1). Beban kerja merupakan salah satu faktor pekerjaan yang dapat mempengaruhi tekanan panas. Beban kerja dapat mempengaruhi energi yang dikeluarkan untuk melakukan suatu pekerjaan. Energi yang dikeluarkan mempengaruhi panas yang dihasilkan oleh tubuh.

2) Pola kerja

Menurut Permenakertrans Nomor 13 tahun 2011, terdapat empat jenis pengaturan waktu kerja setiap jam untuk menentukan besarnya indeks suhu bola

basah (ISBB) yang diperbolehkan selain dari faktor beban kerja fisik. Pengaturan waktu kerja setiap jam antara lain 0 persen sampai 25 persen, 25 persen sampai 50 persen, 50 persen sampai 75 persen, dan 75 persen sampai 100 persen. Semakin besar proporsi bekerja dibandingkan dengan proporsi istirahat, maka semakin rendah ISBB yang diizinkan.

c. Faktor Pakaian Kerja

Pakaian kerja merupakan alat pelindung diri yang sangat penting jika tenaga kerja berada di daerah dengan suhu tinggi. Pakaian kerja menjadi penghalang antara kulit dan lingkungan untuk melindungi kulit dari bahan kimia berbahaya, agen fisik, dan agen biologis. Pakaian kerja dapat mempengaruhi tingkat dan jumlah pertukaran panas antara kulit dan udara ambien melalui konveksi, radiasi, dan evaporasi (NIOSH, 2016:15).

Pakaian yang cocok digunakan dalam kondisi lingkungan kerja yang panas dan beban kerja yang berat dapat membantu tubuh untuk mengeluarkan panas. Pakaian yang longgar yang terbuat dari bahan katun dapat memudahkan udara mengalir melewatinya. Udara yang melewati permukaan kulit akan membantu untuk mendinginkan tubuh dengan cara evaporasi keringat ke kulit. Bekerja di luar ruangan yang langsung berhubungan dengan paparan sinar matahari, sebaiknya memakai pakaian berwarna terang yang dapat merefleksikan panas lebih baik daripada pakaian dengan berwarna gelap sehingga dapat membantu dalam menjaga suhu tubuh agar tetap dingin (WorksafeBC, 2007:18).

2.1.4 Mekanisme Pertukaran dan Keseimbangan Panas

Proses perpindahan panas dari dalam tubuh ke lingkungan menjadi hal yang penting dalam usaha mempertahankan suhu tubuh agar tetap konstan. Suhu tubuh dipertahankan tetap konstan sekitar 37 °C (Hunt, 2011:7). Suhu tubuh dalam keadaan normal atau sedang istirahat akan tetap. Hal ini disebabkan oleh adanya keseimbangan panas yang dihasilkan oleh tubuh dan pertukaran panas antara tubuh dengan lingkungan sekitar. Saat suhu tubuh meningkat, otak memberikan pesan untuk mengeluarkan keringat dan meningkatkan aliran darah ke kulit.

Menurut Suma'mur (2009), suhu nikmat bagi orang Indonesia adalah sekitar 24°C sampai 26°C. Namun secara umum, orang Indonesia mampu beraklimatisasi dengan iklim tropis yang suhunya sekitar 29°C sampai 30°C dengan kelembaban udara sekitar 85 persen sampai 95 persen. Pada suhu tersebut tenaga kerja dapat bekerja secara optimal, tetapi apabila suhu tersebut dinaikkan ataupun diturunkan akan menyebabkan penurunan produktivitas kerja. Lingkungan kerja yang panas atau sangat dingin dapat menyebabkan gangguan kesehatan.

Proses perpindahan panas dari dalam tubuh ke lingkungan menjadi hal yang sangat penting dalam usaha mempertahankan suhu tubuh agar tetap konstan. Keseimbangan panas antara tubuh dengan lingkungan diperlukan agar metabolisme tubuh dapat berjalan lancar. Panas dari dalam tubuh akan dibawa oleh darah menuju kulit kemudian dipindahkan ke lingkungan. Proses pertukaran panas antara tubuh dengan lingkungan terjadi melalui mekanisme konduksi, konveksi, radiasi, dan evaporasi (Subaris, 2007:44). Mekanisme tubuh untuk menghilangkan panas dari dalam tubuh ke lingkungan, antara lain:

a. Radiasi

Radiasi adalah pertukaran panas tubuh dengan lingkungan melalui radiasi gelombang elektromagnetik tanpa kontak langsung. Menurut Subaris (2007:44), radiasi merupakan transmisi *energy electromagnetic* melalui ruangan. Pertukaran panas dengan cara radiasi antara tubuh dan benda sekitarnya yakni dengan cara menyerap atau memancarkan panas. Pertukaran panas dengan cara ini, tidak dipengaruhi oleh kecepatan aliran udara, tetapi dipengaruhi oleh perbedaan suhu kulit dan suhu dari benda padat yang berada di sekitar tubuh. Radiasi merupakan mekanisme kehilangan panas paling besar pada kulit yaitu sebesar 60 persen (Guyton *et al.*, 2006:891). Sebagian besar energi pada gerakan ini dapat dipindahkan ke udara apabila suhu udara lebih dingin dari kulit. Sekali suhu udara bersentuhan dengan kulit, suhu udara menjadi sama dan tidak terjadi lagi pertukaran panas.

b. Konduksi

Konduksi adalah pertukaran panas melalui kontak langsung antara kulit dengan zat padat, tetapi biasanya jarang terjadi sehingga sering diabaikan

(Subaris, 2007:45). Pertukaran secara konduksi terjadi pada kontak tubuh dengan udara, cairan, atau zat padat. Udara merupakan suatu konduktor yang kurang baik sehingga dalam rumus persamaan keseimbangan panas tidak ikut diperhitungkan. Namun, peran konduksi tidak dapat diabaikan bila kulit kontak dengan logam, karena logam umumnya konduktor baik. Perpindahan panas dari kulit ke udara terjadi apabila suhu udara lebih rendah dari suhu kulit.

c. Konveksi

Konveksi adalah mekanisme pertukaran panas antara permukaan tubuh (kulit dan pakaian) dengan udara sekitarnya (Subaris, 2007:44). Faktor yang mempengaruhi proses konveksi ini adalah perbedaan suhu kulit dan suhu udara sekitarnya serta kecepatan aliran udara. Konveksi merupakan proses perpindahan panas yang terjadi sebagai hasil pergerakan udara melewati sumber panas. Tingkat konveksi dipengaruhi oleh karakteristik udara yang bergerak melewati sumber panas, permukaan sumber panas, posisi sumber panas, kecepatan udara, serta suhu relatif sumber panas dan udara. Udara yang berada di dekat sumber panas akan menjadi panas juga, memuai, dan ringan. Udara yang ringan akan bergerak menjauhi sumber panas dan secara otomatis udara yang lebih dingin akan mengalir ke arah sumber panas. Udara panas yang mengalir dari sumber panas ke lingkungan sekitarnya akan menimbulkan peningkatan suhu lingkungan sekitar.

d. Evaporasi

Evaporasi adalah proses penguapan air dari kulit sebagai akibat perbedaan tekanan uap air antara kulit dan udara sekitar (Subaris, 2007:44). Berkeringat merupakan mekanisme pengeluaran panas yang paling efektif di lingkungan kerja yang panas (NCDOL, 2011:4). Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi banyaknya penguapan keringat yaitu kecepatan aliran udara dan perbedaan tekanan uap air pada suhu kulit dan tekanan parsial uap air dalam udara atmosfer. Penguapan keringat oleh tubuh akan terganggu apabila suhu dan kelembaban udara lingkungan sekitarnya sangat tinggi karena udara telah jenuh dengan uap air. Sebagai akibat dari terganggunya evaporasi, maka suhu tubuh akan meningkat.

Cara tubuh untuk mempertahankan suhu tubuhnya agar selalu normal, sebagai berikut (Siswanto, 1991):

- 1) Peningkatan aliran darah ke kulit,
- 2) Pengeluaran keringat,
- 3) Peningkatan produksi panas oleh tubuh dengan cara menggigil apabila suhu udara di lingkungan sekitar tubuh rendah.

Tubuh dalam keadaan normal mempunyai suhu antara 36°C sampai 38°C. Pada suhu tubuh kurang dari 35°C dikategorikan *hypothermia*. Sedangkan, pada suhu tubuh 40°C dikategorikan *hyperthermia* dan ketika suhu tubuh mencapai 42°C dapat menyebabkan kematian. Respon fisiologis dan adaptasi pada saat bekerja terhadap panas terjadi melalui tiga efek berikut (Subaris, 2007:45):

- a. Elevasi kecepatan metabolisme untuk mengontrol kehilangan panas bila terpapar dingin.
- b. Penyesuaian vasomotor, baik secara vasodilatasi kulit ataupun vasokonstriksi pada kulit dingin.
- c. Pengeluaran keringat pada kondisi panas.

2.1.5 Standar Iklim Kerja Panas

Tekanan panas yang berlebihan akan menyebabkan tenaga kerja cepat lelah. Semakin berat beban kerja semakin cepat pengeluaran panas dari dalam tubuh (Subaris, 2007:48). Standar iklim kerja panas terhadap tingkat beban kerja di Indonesia ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi nomor 13 tahun 2011 tentang nilai ambang batas faktor fisika dan faktor kimia di tempat kerja. Peraturan ini menggantikan Keputusan Menteri Tenaga Kerja nomor 51 tahun 1999 tentang nilai ambang batas faktor fisika dan surat edaran menteri tenaga kerja nomor 1 tahun 1997 tentang nilai ambang batas faktor kimia di udara tempat kerja. Pada Tabel 2.1 dicantumkan mengenai nilai ambang batas iklim kerja yang diperkenankan.

Tabel 2.1 Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Kimia di Tempat Kerja

Pengaturan Waktu Kerja Setiap Jam	ISBB (°C)		
	Beban Kerja		
	Ringan	Sedang	Berat
75% - 100%	31,0	28,0	-
50% - 75%	31,0	29,0	27,5
25% - 50%	32,0	30,0	29,0
0% - 25%	32,2	31,1	30,5

- Beban kerja ringan membutuhkan kalori sampai dengan 200 kkal/jam.
- Beban kerja sedang membutuhkan kalori lebih dari 200 kkal/jam sampai dengan kurang dari 350 kkal/jam.
- Beban kerja berat membutuhkan kalori lebih dari 350 kkal/jam sampai dengan kurang dari 500 kkal/jam.

Sumber: Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor 13 tahun 2011

2.1.6 Pengukuran Tekanan Panas

Pengukuran temperatur lingkungan kerja maupun pajanan panas personal dilakukan dengan memperhatikan alasan berikut, antara lain (ACGIH dalam Hendra, 2009):

- Penilaian secara kualitatif terhadap pajanan panas di tempat kerja yang mengindikasikan adanya kemungkinan terjadinya tekanan panas.
- Terdapat informasi atau laporan tentang ketidaknyamanan berkaitan dengan tekanan panas di tempat kerja.
- Penilaian secara profesional (*professional judgment*) mengindikasikan adanya kondisi terjadinya tekanan panas.

Pengukuran temperatur lingkungan dilakukan dengan mengukur beberapa komponen temperatur yang terdiri dari suhu kering, suhu basah alami, dan suhu radiasi. Selain itu, dilakukan pengukuran terhadap kelembaban udara dan kecepatan angin. Temperatur lingkungan dinyatakan dalam *wet bulb globe temperature index* (WBGT) atau dikenal juga dengan indeks suhu bola basah (ISBB). ISBB adalah parameter untuk menilai tingkat iklim kerja yang merupakan hasil perhitungan antara suhu udara kering, suhu basah alami, dan suhu bola (Permenakertrans, 2011:3). Ada dua jenis rumus perhitungan ISBB, yaitu:

- a. Rumus untuk pengukuran dengan memperhitungkan radiasi sinar matahari, yaitu tempat yang terkena radiasi sinar matahari secara langsung:

$$\text{ISBB} = 0,7 \text{ suhu basah alami} + 0,2 \text{ suhu bola} + 0,1 \text{ suhu kering.}$$

- b. Rumus untuk pengukuran tempat kerja tanpa pengaruh radiasi sinar matahari:

$$\text{ISBB} = 0,7 \text{ suhu basah alami} + 0,3 \text{ suhu bola.}$$

Komponen dari iklim kerja panas atau tekanan panas adalah sebagai berikut:

- a. Suhu kering (*dry bulb temperature*)

Suhu kering adalah suhu udara lingkungan tanpa adanya pengaruh dari radiasi atau ukuran langsung dari suhu udara yang ditunjukkan oleh suatu termometer yang akurat setelah panas radiasi yang dapat mempengaruhi hasil pembacaan dikoreksi. Suhu kering ditunjukkan oleh termometer suhu kering (Permenakertrans, 2011:3). Tipe termometer yang biasa digunakan untuk pengukuran suhu kering adalah termometer yang berisi cairan (*liquid in glass thermometer*), *thermocouples*, termometer resisten yang masing-masing termometer memiliki kelebihan dan kekurangan (NIOSH, 2016:109).

- b. Suhu basah alami (*natural wet bulb temperature*)

Suhu basah alami adalah suhu yang menunjukkan bahwa udara telah jenuh dengan uap air. Pengukuran suhu basah alami dilakukan dengan menggunakan termometer yang dilengkapi dengan kain katun yang bersih dan diberi air yang telah disuling (distilasi). Suhu basah alami ditunjukkan oleh termometer bola basah alami (Permenakertrans, 2011:3). Suhu basah alami lebih rendah dari suhu kering.

- c. Suhu bola (*globe temperature*)

Suhu bola merupakan suhu dari radiasi inframerah yang merupakan gelombang elektromagnetik yang terdapat di lingkungan kerja. Suhu bola ditunjukkan oleh termometer suhu bola yang sensornya dimasukkan ke dalam bola tembaga yang dicat hitam sebagai indikator tingkat radiasi (BSN, 2004:1).

- d. Kelembaban udara (*humidity*)

Kelembaban udara adalah kandungan uap air dalam udara. Pengukuran kelembaban udara penting dilakukan karena merupakan salah satu faktor kunci dari iklim yang mempengaruhi proses perpindahan panas dari tubuh ke

lingkungan melalui evaporasi. Kelembaban yang tinggi menyebabkan proses evaporasi menjadi rendah (NIOSH, 2016:61). Kelembaban dibedakan menjadi dua yaitu kelembaban absolut dan kelembaban relatif atau nisbi. Kelembaban absolut adalah berat uap air per unit volume udara (gram uap air per liter udara). Sedangkan kelembaban relatif adalah rasio dari banyaknya uap air dalam udara pada suatu temperatur terhadap banyaknya uap air pada saat udara telah jenuh dengan uap air pada temperatur tersebut, dan dinyatakan dalam persen (%).

e. Kecepatan udara (*air movement*)

Kecepatan aliran udara adalah kecepatan angin yang bergerak pada tempat kerja. Kecepatan angin sangat penting perannya dalam proses pertukaran panas antara tubuh dan lingkungan khususnya melalui proses konveksi dan evaporasi. Kecepatan aliran udara umumnya dinyatakan dalam *feet* per minute (fpm) atau meter per *second* (m/sec).

Indeks suhu basah dan bola digunakan sebagai pengukur lingkungan kerja dan cara pengukurannya tidak membutuhkan keterampilan khusus. Cara pengukurannya tidak sulit dan besarnya tekanan panas di lingkungan kerja dapat ditentukan dengan mudah dan cepat. Peralatan untuk mengukur temperatur di lingkungan kerja sudah sangat modern dan mampu mengukur berbagai indikator dalam satu alat. Alat ukur iklim kerja panas adalah *heat stress apparatus* questemp 36.

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam melakukan pengukuran temperatur lingkungan di tempat kerja, antara lain (Hendra, 2009):

a. Penentuan titik pengukuran iklim kerja

Lingkungan kerja yang mempunyai sumber panas dan/atau terpajan panas bukan prioritas untuk diukur apabila di area tersebut tidak ada pekerja yang bekerja dan berpotensi untuk mengalami tekanan panas. Tidak ada aturan yang baku untuk menentukan jumlah titik pengukuran pada suatu area yang mempunyai panas yang tinggi. Secara umum, jumlah titik pengukuran dipengaruhi oleh jumlah sumber panas dan luas area yang terpajan panas dimana terdapat aktivitas pekerja di area tersebut. Pendekatan umum yang digunakan untuk menentukan titik pengukuran yaitu area panas yang merupakan zona aktivitas dan pergerakan

pekerja selama bekerja (Hendra, 2009). Menurut Badan Standardisasi Nasional (2004:2), jumlah titik pengukuran disesuaikan dengan kebutuhan dan tujuan dari kegiatan yang dilakukan.

b. Lama pengukuran iklim kerja

Berdasarkan SNI-16-7061-2004, pengukuran iklim kerja panas dengan parameter ISBB dilakukan sebanyak tiga kali dalam waktu delapan jam kerja yaitu pada awal shift kerja, pertengahan shift kerja, dan akhir shift kerja. Namun, dalam standar tersebut tidak dinyatakan lamanya pengukuran yang harus dilakukan (BSN, 2004:2).

c. Langkah pengukuran iklim kerja menggunakan ques temp

Formula ISBB merupakan suatu model matematika yang memuat indikator iklim kerja. Langkah-langkah pengukuran ISBB dengan menggunakan digital *thermal environment monitor* ques temp 36 dapat dilaksanakan dengan tahap-tahap sebagai berikut (Hendra, 2009):

1) Tahap persiapan

Beberapa hal yang harus dilakukan pada tahap persiapan antara lain:

- a) Mempersiapkan peralatan antara lain ques temp 36, aquadest, kain katun dan baterai yang sesuai,
- b) Memastikan alat dalam kondisi baik dan berfungsi dengan benar serta masih dalam masa kalibrasi,
- c) Memeriksa daya baterai pada alat masih dalam kondisi dapat digunakan,
- d) Melakukan pengaturan pada alat dengan mengikuti petunjuk pada buku manual. Beberapa aspek yang diatur antara lain tanggal, waktu, bahasa, satuan pengukuran, *logging rate*, *heat index*.

2) Tahap pengukuran

- a) Meletakkan alat pada titik pengukuran dan menyesuaikan ketinggian sensor dengan kondisi tenaga kerja,
- b) Membuka tutup termometer suhu basah alami dan tutup ujung termometer dengan kain katun. Setelah itu, basahi sumbu yang terdapat di dalam termometer dengan aquadest sampai wadah hampir terisi penuh

untuk menjamin agar termometer dalam kondisi basah selama pengukuran,

- c) Menyalakan alat dan biarkan alat selama beberapa menit untuk proses adaptasi dengan kondisi titik pengukuran,
- d) Setelah melewati masa adaptasi, aktifkan tombol untuk *logging* atau proses penyimpanan data dan data temperatur lingkungan akan disimpan di dalam memori alat berdasarkan kelipatan waktu yang digunakan (*logging rate*). Waktu pengukuran mulai dihitung sejak proses *logging* berjalan,
- e) Biarkan alat di titik pengukuran sesuai dengan waktu pengukuran yang diinginkan,
- f) Apabila telah selesai, non aktifkan fungsi *logging* dan kemudian alat bisa dipindahkan ke tempat yang lain atau data yang ada sudah bisa dipindahkan ke komputer atau dicetak,
- g) Apabila pengukuran dilanjutkan ke titik pengukuran yang lain tanpa harus melakukan pemindahan data, maka langkah pengukuran diulangi dari poin c.

Beberapa hal yang harus diperhatikan selama proses pengukuran di tempat kerja, antara lain:

- a. Meletakkan alat harus pada posisi yang aman, alat jangan sampai bergetar, bergoyang atau kondisi lain yang membahayakan,
- b. Meletakkan alat pada titik pengukuran yang tidak mengganggu aktivitas tenaga kerja,
- c. Operator harus memperhatikan aspek keselamatan diri saat melakukan pengukuran. Bila diperlukan gunakan alat pelindung diri yang sesuai dengan kondisi bahaya di lingkungan kerja,
- d. Berkoordinasi dengan tenaga kerja dan penanggung jawab tempat kerja untuk kelancaran proses pengukuran.

2.1.7 Pengendalian Lingkungan Kerja Panas

Total tekanan panas dapat diturunkan dengan melakukan modifikasi pada satu atau beberapa faktor yang meliputi produksi panas metabolik, perpindahan panas melalui konveksi, radiasi dan evaporasi. Pengendalian teknis dapat dilakukan untuk mengendalikan panas yang berasal dari lingkungan dengan cara ventilasi, *air conditioning*, skrining, insulasi, dan modifikasi proses kerja. Sedangkan, panas yang berasal dari panas metabolik dapat dilakukan pengendalian melalui pengendalian administratif seperti pembatasan pajanan panas bagi pekerja dan penjadwalan pajanan panas (NIOSH, 2016:71).

Menurut WorksafeBC (2007:14), apabila pekerja terpajan dengan lingkungan panas yang dapat menyebabkan penyakit akibat pajanan panas maka pemberi kerja harus menerapkan pengendalian teknis untuk mengurangi pajanan panas. Apabila pengendalian teknis tidak dapat dilakukan, maka pengendalian administratif seperti pengaturan waktu kerja dan istirahat dapat dilakukan. Namun, apabila pengendalian administratif juga tidak efektif maka perlindungan personal dapat dilakukan. Kombinasi dari berbagai jenis pengendalian akan menghasilkan perlindungan yang efektif terhadap pajanan panas.

a. Pengendalian Teknis

1) Pengendalian panas konveksi

Pengendalian teknis untuk meningkatkan perpindahan panas secara konveksi terbatas pada pengaturan suhu tubuh dan kecepatan aliran udara. Apabila suhu kering (T_a) lebih rendah daripada suhu kulit (T_{sk}), maka pengendalian dilakukan dengan menambah ventilasi lokal maupun ventilasi umum untuk meningkatkan kecepatan aliran udara yang melintasi kulit. Namun, apabila suhu kering lebih rendah daripada suhu kulit, maka suhu kering harus dikurangi dengan cara memasukkan udara luar yang lebih dingin ke area kerja atau menambahkan pendingin udara. Kecepatan aliran udara harus dikurangi sampai batas dimana proses evaporasi tetap bisa berlangsung (NIOSH, 2016:71).

2) Pengendalian panas radiasi

Satu-satunya pengendalian teknis untuk mengendalikan panas radiasi adalah dengan menurunkan panas radian (T_r) atau dengan memberikan pembatas pada

pekerja (*shielding*) terhadap sumber panas radian (NIOSH, 2016:74). Beberapa cara untuk menurunkan panas radiasi, antara lain:

- a) Menurunkan temperatur yang berlangsung dalam proses apabila suhunya melebihi dari temperatur yang seharusnya diperlukan.
 - b) Melakukan relokasi, mengisolasi, memberi sekat, atau pendingin pada sumber panas.
 - c) Memasang pembatas (*radiant reflective shielding*) yang dapat memantulkan panas radiasi antara sumber dan pekerja. Penerapan pembatas dapat mengurangi panas radiasi sebesar 80 persen sampai 85 persen.
 - d) Mengubah tingkat emisivitas permukaan panas dengan melapisi atau *coating*.
- 3) Pengendalian panas evaporasi

Kehilangan panas dari dalam tubuh dapat terjadi apabila keringat terevaporasi dari permukaan kulit. Kecepatan dan jumlah dari evaporasi merupakan perpaduan antara kecepatan aliran udara di permukaan kulit dan perbedaan tekanan uap air pada udara ambient dan tekanan uap air pada permukaan kulit (NIOSH, 2016:74). Pengendalian teknis untuk meningkatkan evaporasi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu meningkatkan kecepatan angin menggunakan kipas atau blower dan menurunkan tekanan uap air ambient menggunakan *air conditioning* (AC) atau alat pendingin udara.

Menurut WorksafeBC (2007:15), pengendalian teknis terdiri dari:

- 1) Mengurangi aktivitas pekerja melalui sistem otomatisasi atau mekanisasi.
- 2) Melapisi atau menginsulasi lapisan yang panas untuk mengurangi panas radian.
- 3) Membatasi pekerja dari sumber panas (*shielding*).
- 4) Menyediakan AC atau meningkatkan ventilasi untuk memindahkan udara panas.
- 5) Menyediakan kipas angin atau *spot cooling* (untuk area dengan suhu udara lebih dari 35°C, penggunaan kipas angin tidak direkomendasikan karena akan meningkatkan risiko tekanan panas).

6) Mengurangi kelembaban udara dengan AC dan *dehumidifiers* atau mengurangi sumber kelembaban seperti genangan air, saluran air, katup mesin uap yang bocor.

b. Pengendalian Administratif

Beberapa pengendalian administratif yang dapat mengurangi tekanan panas, antara lain:

1) Program aklimatisasi pekerja

Program aklimatisasi akan menurunkan risiko terjadinya *heat strain* ataupun *heat related disorders*. Aklimatisasi penuh akan tercapai setelah tujuh hari berturut-turut dengan pajanan panas yang bertahap, tetapi terkadang mencapai tiga minggu tergantung kondisi pekerja (WorksafeBC, 2007:16).

2) Pengawasan pekerja

Pekerja yang bekerja di lingkungan yang panas tidak diperbolehkan bekerja sendiri. Pekerja harus diawasi secara dekat atau bekerja berpasangan maupun berkelompok untuk memastikan apabila terjadi *heat related disorders* maka dapat segera diidentifikasi dan ditangani secara cepat. Pengawas perlu memastikan bahwa pertolongan pertama serta pertolongan medis tersedia apabila terjadi kasus *heat related disorders* (WorksafeBC, 2007:16).

3) Penentuan waktu kerja dan waktu istirahat

Siklus kerja-istirahat yang tepat dapat memberikan waktu yang cukup untuk melakukan pendinginan bagi tubuh pekerja. Pekerja tidak dapat menjadikan tubuhnya sebagai indikator lama waktu istirahat yang dibutuhkan. Apabila pekerja baru beristirahat setelah merasakan sakit atau gejala *heat related disorders*, maka hal tersebut sudah terlambat. Selain itu, pengaturan waktu kerja dan istirahat secara tepat berdasarkan beban kerja dan ISBB. Ruangan sejuk seperti ruang beratap atau ruang berventilasi sangat penting disediakan bagi pekerja untuk beristirahat sementara dan sebaiknya tempat sejuk disediakan terpisah dengan proses kerja sebagai upaya pemulihan (WorksafeBC, 2007:17).

4) Pembatasan pajanan

Pembatasan waktu pajanan panas terhadap pekerja dapat dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut (WorksafeBC, 2007:17):

- a) Menjadwalkan pekerjaan fisik yang paling berat saat suhu udara rendah.
- b) Melakukan rotasi kerja atau menambahkan jumlah pekerja untuk mengurangi pajanan panas pada tiap pekerja.
- c) Melakukan pekerjaan ringan pada periode panas dalam satu hari.
- d) Memindahkan pekerjaan dari pajanan sinar matahari langsung atau sumber radiasi jika memungkinkan.
- e) Pekerjaan perawatan rutin dan perbaikan dijadwalkan untuk dilakukan selama musim yang lebih dingin untuk lingkungan kerja yang berada di luar ruangan.
- f) Pekerjaan dan perawatan rutin dilakukan ketika pekerjaan yang menghasilkan panas sedang tidak dilakukan untuk lingkungan kerja yang berada di dalam ruangan.

5) Penggantian cairan tubuh

Secara alami, tubuh berkeringat untuk menurunkan suhu tubuh dan dapat mengurangi cairan tubuh. Apabila cairan tubuh tidak digantikan maka pekerja akan mengalami dehidrasi dan meningkatkan risiko terjadinya *heat strain*. penting untuk meminum air sebelum, selama, dan setelah bekerja di tempat yang panas. Pekerja harus minum dua gelas air (0,5 liter) sebelum bekerja, dan satu gelas air setiap dua puluh menit bekerja di tempat yang panas. Pada lokasi yang sangat panas memungkinkan untuk minum air lebih dari itu. Pemberi kerja diwajibkan menyediakan air minum dengan suhu 10°C sampai 15°C yang ditempatkan di area tempat kerja (WorksafeBC, 2007:17).

c. Perlindungan Personal

Pakaian kerja melindungi pekerja dari paparan langsung lingkungan kerja yang panas dan membantu mendinginkan tubuh dari panas. Pakaian kerja yang dibuat dari katun dan sutra dapat membantu udara lewat untuk mendinginkan tubuhnya melalui evaporasi keringat dari kulit. Pekerjaan yang terpapar sinar matahari langsung sebaiknya mengenakan pakaian dengan warna cerah untuk membantu tubuh tetap dingin (WorksafeBC, 2007:18). Pakaian dengan warna cerah menghalangi atau mengurangi efek panas radiasi (NCDOL, 2011:4).

2.2 Sistem Regulasi Suhu Tubuh

2.2.1 Peran Hipotalamus

Menurut Guyton *et al.* (2006:894), suhu tubuh hampir sepenuhnya diatur oleh mekanisme umpan balik saraf dan hampir semua dijalankan oleh pusat regulasi suhu di hipotalamus. Selama mekanisme umpan balik berlangsung, terdapat detektor suhu untuk menentukan suhu tubuh yang terlalu tinggi ataupun terlalu rendah.

a. Peran hipotalamus anterior-area *preoptic* dalam mendeteksi suhu

Hipotalamus anterior-area *preoptic* ditemukan mengandung banyak saraf sensitif terhadap panas, dan 1/3 saraf-saraf sensitif terhadap dingin. Saraf-saraf tersebut berfungsi sebagai sensor suhu untuk mengatur suhu tubuh. Saraf-saraf yang sensitif terhadap panas naik 2 sampai 10 kali lipat untuk merespon kenaikan suhu tubuh sebesar 10°C. Sedangkan, saraf-saraf yang sensitif terhadap dingin akan naik ketika suhu tubuh turun. Saat area *preoptic* panas, kulit akan segera mengeluarkan keringat, sementara pembuluh darah kulit melebar. Hal ini merupakan respon tubuh untuk menghilangkan panas sehingga suhu tubuh normal kembali. Oleh karena itu, hipotalamus-area *preoptic* mempunyai fungsi sebagai pusat kontrol suhu tubuh.

b. Deteksi suhu tubuh oleh reseptor di kulit dan jaringan

Selain terdapat di hipotalamus, reseptor suhu juga terdapat di bagian tubuh lain yang berperan dalam mengatur regulasi suhu tubuh. Bagian tubuh tersebut adalah kulit dan beberapa jaringan di tubuh. Kulit sebagai reseptor dingin dan panas. Ketika kulit kedinginan, maka tubuh akan menaikkan suhunya dengan menggigil, penghambatan keringat, dan vasokonstriksi.

Reseptor suhu di dalam tubuh ditemukan sebagian besar di tulang belakang, di dalam perut (*abdominal viscera*), dan sekitar pembuluh darah di atas abdomen dan toraks. Reseptor di dalam tubuh mempunyai fungsi yang berbeda dari reseptor kulit karena reseptor di dalam tubuh mengungkapkan suhu inti tubuh bukan suhu kulit.

c. Hipotalamus posterior menggabungkan sensor suhu pusat dan perifer

Sensor suhu dari hipotalamus anterior-area *preoptic* juga disalurkan ke area hipotalamus posterior. Sinyal dari area *preoptic* dan area lainnya di dalam tubuh digabungkan untuk mengatur produksi panas di dalam tubuh (Guyton *et al.*, 2006:895).

2.2.2 Regulasi Suhu Tubuh

Tubuh dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu bagian inti tubuh dan permukaan tubuh. Bagian inti tubuh terdiri dari sistem organ yang meliputi otak, jantung, paru-paru dan sistem pencernaan. Suhu pada bagian inti tubuh harus berada pada suhu 37,2 °C sampai 37,7 °C (99 °F sampai 100 °F) agar dapat berfungsi dengan normal. Permukaan tubuh terdiri atas lapisan otot, lemak dan kulit. Permukaan tubuh menjaga inti tubuh dan membantu tubuh dalam melakukan perpindahan panas dengan lingkungan sekitar. Normalnya, permukaan tubuh memiliki suhu 5 °F sampai 6 °F lebih rendah dibandingkan dengan suhu inti tubuh, tergantung dengan beban kerja dan kondisi lingkungan (NCDOL, 2011:2).

Suhu inti tubuh dipertahankan tetap konstan sekitar 37°C dalam berbagai kondisi lingkungan (Hunt, 2011:7). Sistem pengaturan suhu tubuh (*thermoregulatory system*) diatur oleh hipotalamus di otak. Hipotalamus mengatur tekanan otot, tekanan pembuluh darah, dan pengaturan kelenjar keringat. Hipotalamus memiliki kemampuan merespon panas dan dingin yang berfungsi menerima informasi suhu tubuh dan mengirimkan pesan ke kulit, otot, dan organ lainnya untuk mengatur suhu tubuh agar tetap normal. Suhu inti tubuh yang tinggi dapat mengganggu reaksi kimia tubuh serta struktur dan fungsi protein. Ancaman kesehatan serius bagi tenaga kerja di lingkungan panas yaitu terjadinya *thermal strain disorders*. Suhu inti tubuh yang mencapai 43°C dapat menyebabkan kematian (*heat stroke*). Demikian juga, apabila suhu inti tubuh turun menjadi 34°C menyebabkan menggigil, pada suhu 26,5°C menyebabkan tenaga kerja tidak responsif, dan kematian dapat terjadi apabila suhu inti tubuh mencapai 25°C (Larranaga, 2011:892).

Kemampuan manusia beradaptasi dengan temperatur lingkungan secara umum dilihat dari perubahan suhu tubuh. Manusia dianggap mampu beradaptasi dengan perubahan temperatur lingkungan, apabila perubahan suhu tubuh masih pada batas yang aman. Rata-rata suhu tubuh normal manusia berkisar antara 36,66°C sampai 37°C diukur melalui oral (Guyton *et al.*, 2006:889). Apabila suhu lingkungan lebih rendah daripada suhu tubuh normal, maka panas tubuh akan keluar secara evaporasi dan ekspirasi sehingga tubuh dapat mengalami kehilangan panas. Namun, apabila suhu lingkungan lebih tinggi daripada suhu normal, maka peningkatan suhu tubuh terjadi karena tubuh menerima panas dari lingkungan (Hendra, 2009). Tubuh menjaga suhu konstan agar sistem organ tubuh dapat berfungsi optimal. Ketika panas terus diproduksi oleh tubuh, panas yang hilang ke lingkungan harus tetap seimbang untuk mencegah fluktuasi kenaikan suhu inti tubuh.

Respon tubuh terhadap suhu diberikan secara otomatis mengikuti pendeteksian perubahan suhu di dalam tubuh (Hunt, 2011:11). Sensor suhu (*thermosensors*) terletak di pembuluh darah, rongga perut, sistem saraf, di bawah lapisan epidermis kulit dan terpusat di hipotalamus. Sensor suhu sensitif terhadap suhu dingin maupun panas, dan memberikan reaksi untuk menaikkan atau menurunkan suhu tubuh. Impuls saraf dari reseptor berjalan menuju tulang belakang dan dilaksanakan oleh hipotalamus sebagai pusat pengatur suhu. Hipotalamus dapat mengubah jumlah panas yang disimpan ataupun yang dikeluarkan oleh efektor suhu. Hal ini mencakup vasomotor pembuluh darah kulit, aktivasi kelenjar keringat di kulit, dan kontraksi otot (seperti menggigil). Selain itu, proses pertukaran panas tubuh terdiri dari konduksi, konveksi, radiasi, dan evaporasi. Area *preoptic*-hipotalamus posterior bertanggung jawab mengaktifkan produksi panas ataupun mendorong efektor untuk menghilangkan panas tubuh (Makjavic *et al.* dalam Hunt, 2011:11).

Seluruh proses biologis seperti aktivitas mekanis, reaksi kimia dan transpor aktif memerlukan energi dalam bentuk *Adenosine Triphosphate* (ATP). Karbohidrat, lemak dan protein dalam makronutrien dibongkar untuk proses metabolisme dan menghasilkan energi. Sekitar 40 persen dari energi ini disimpan

dalam rantai ATP yang digunakan untuk aktivitas eksternal. Sedangkan 60 persen sisanya keluar sebagai panas (McArdle dalam Hunt, 2011:7). Metabolisme basal diperlukan tubuh untuk menjaga kelangsungan hidup, dari metabolisme basal tersebut tubuh menghasilkan panas. Saat dalam keadaan istirahat sekitar 1,2 kkal/menit energi panas dihasilkan dalam metabolisme, sedangkan saat beraktivitas metabolisme yang dihasilkan dapat lebih meningkat. Jumlah panas yang dihasilkan harus seimbang dengan jumlah panas yang hilang untuk mencegah efek yang merugikan dari naiknya suhu inti tubuh yang melebihi batas aman (Nadel dalam Hunt, 2011:7).

Sistem saraf dan sistem endokrin secara otomatis mengatur distribusi aliran darah bersama dengan sistem organ. Sistem sirkulasi mengirimkan oksigen dan nutrisi ke semua jaringan. Namun, apabila pekerjaan di lingkungan panas terus berlanjut, jantung akan mencapai titik dimana tidak dapat memenuhi kebutuhan sistem organ tubuh dan menghilangkan panas tubuh. Selama beraktivitas, pada awalnya pembuluh darah di tubuh dan kulit menyempit (vasokonstriksi) untuk mengurangi aliran darah ke kulit dan memindahkan darah kaya oksigen ke otot-otot yang bekerja. Saat otot terus-menerus bekerja, suhu inti tubuh akan naik dan menyebabkan pelebaran pembuluh darah kulit sehingga aliran darah meningkat (Hunt, 2011:14). Sebagai upaya menghilangkan panas di dalam tubuh, sistem saraf secara otomatis mengurangi agen yang menyebabkan penyempitan pembuluh darah (vasokonstriktor) sehingga mekanisme pelebaran pembuluh darah terjadi (NIOSH, 2016:26). Aliran darah ke kulit akan tetap naik bersamaan dengan suhu inti tubuh mencapai 38°C.

Tubuh merespon peningkatan suhu inti tubuh dengan mengeluarkan keringat dan menaikkan aliran darah ke kulit untuk menghilangkan panas. Berkeringat disebabkan oleh pelebaran pembuluh darah periperal di kulit yang bertanggung jawab untuk sistem regulasi suhu tubuh manusia (NIOSH, 2016:26). Pembesaran aliran darah kulit mempercepat transfer panas dari tubuh ke kulit dengan konveksi. Peningkatan aliran darah ke kulit menyebabkan suhu kulit naik. Perbedaan suhu antara kulit dan lingkungan sekitarnya memudahkan untuk menghilangkan panas melalui konveksi dan radiasi. Selain itu, kenaikan suhu

tubuh menaikkan tekanan relatif uap air kulit ke tekanan uap air lingkungan sehingga tingkat evaporasi naik untuk menghilangkan panas tubuh. Apabila panas yang dihasilkan dan dikeluarkan oleh tubuh seimbang maka suhu inti tubuh akan stabil (Hunt, 2011:13).

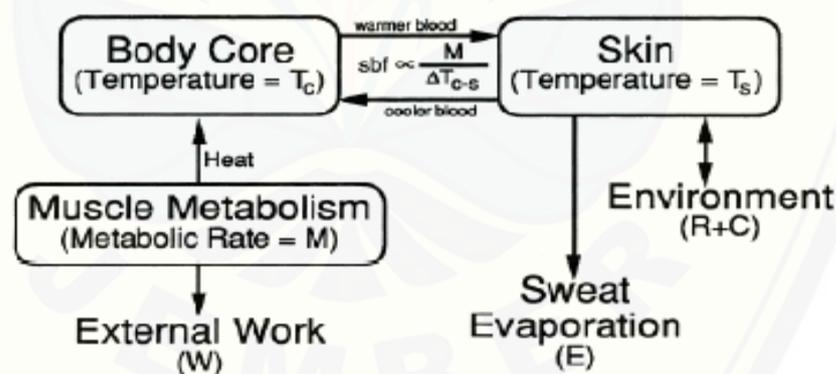
Evaporasi keringat merupakan cara utama untuk menghilangkan panas tubuh ke lingkungan selama beraktivitas. Kelenjar keringat terletak di lapisan kulit epidermis dan seluruh tubuh. Sebagian keringat terdiri dari air, dan ditemukan juga dalam jumlah yang sedikit *sodium chloride*, urea, asam lactic, dan *pottasium chloride*. Suhu tubuh naik saat melakukan kerja fisik, sehingga keringat akan keluar. Respon tubuh untuk mengeluarkan keringat ditemukan pada suhu 37,3°C (Bruno *et al.* dalam Hunt, 2011:13). Jumlah keringat yang keluar berbanding lurus dengan peningkatan suhu inti tubuh. Jumlah keringat yang keluar selama melakukan aktivitas fisik sebesar 0,5 liter/jam sampai 2 liter/jam (Sawka *et al.* dalam Hunt, 2011:14). Keringat yang keluar secara evaporasi kira-kira sebesar 580 kkal/L. Peningkatan jumlah keringat disebabkan oleh peningkatan kerja kelenjar keringat dan pengeluaran kelenjar keringat. Apabila aktivitas fisik terus berlanjut, maka kerja kelenjar keringat dan pengeluaran keringat akan meningkat.

Ketika tenaga kerja bekerja secara terus-menerus, kebutuhan oksigen akan meningkat. Tekanan jantung secara relatif stabil, tetapi pusat volume darah vena menurun karena pelebaran pembuluh darah kulit. Jumlah darah yang dipompa jantung tiap denyut (SV) menurun, sehingga denyut jantung harus naik untuk mempertahankan curah jantung. Volume sirkulasi darah akan menurun akibat dehidrasi dari keringat, sedangkan sistem regulasi mempertahankan sirkulasi darah yang cukup untuk kerja otot dan transfer panas ke kulit (NIOSH, 2016:27).

Peran penting sistem kardiovaskular pada pengaturan panas tubuh yaitu mengedarkan darah yang hangat dari inti tubuh ke kulit untuk mentransfer panas ke lingkungan. Ketika tubuh dalam keadaan istirahat, aliran darah ke kulit kira-kira sebesar 200-500 ml/menit, tetapi saat mengalami *heat strain* akan naik sebesar 7 sampai 8 ml/menit. Distribusi kembali aliran darah ke kulit menyebabkan penurunan aliran darah ke otot, *splanchnic*, dan renal. Selama

beraktivitas di lingkungan panas, darah secara bersamaan membutuhkan suplai oksigen ke otot yang bekerja dan membawa panas dari inti tubuh ke kulit. Namun saat *heat strain* terjadi, aliran darah ke otot menurun sekitar 25 persen, dari 2,4 ml/gr menit menjadi 2,1 ml/gr menit karena peningkatan permintaan darah ke kulit. Mekanisme distribusi kembali darah ke otot dan kulit saat kondisi dehidrasi menyebabkan kontraksi volume plasma (Gonzales *et al.* dalam NIOSH, 2016:27). Penurunan volume plasma menyebabkan peningkatan denyut jantung dan permintaan oksigen. Pendistribusian kembali darah selama bekerja di tempat panas dapat meningkatkan *cardiovascular strain*. Hal ini disebabkan oleh peningkatan permintaan oksigen ke otot-otot yang bekerja dan tuntutan tambahan jantung untuk meningkatkan aliran darah ke kulit (Hunt, 2011:15). Selama tekanan panas berlangsung baik dalam kondisi bekerja maupun istirahat terjadi peningkatan denyut jantung (HR), curah jantung (CO) dan jumlah darah yang dipompa jantung (SV) (NIOSH, 2016:27).

Berikut merupakan skema proses interaksi antara temperatur tubuh manusia dengan temperatur lingkungan (Bernard dalam Hendra, 2009):



Gambar 2.1 Proses Regulasi Tubuh Manusia (Sumber: Bernard dalam Hendra, 2009)

Panas yang dihasilkan dari aktivitas fisik dan proses metabolisme tubuh menyebabkan suhu inti tubuh naik. Panas tubuh dipindahkan dari tubuh ke lingkungan atau sebaliknya melalui aliran darah dari atau ke permukaan kulit. Penyerapan atau pengeluaran panas dari lingkungan ke permukaan kulit atau sebaliknya terjadi melalui konveksi (C) dan radiasi (R), sedangkan pengeluaran

panas dari permukaan kulit terjadi melalui evaporasi (E) dengan keringat. Darah yang memiliki suhu lebih tinggi ditransfer ke permukaan kulit, sedangkan darah yang memiliki suhu lebih rendah dikembalikan ke inti tubuh. *Skin blood flow* (sbf) merupakan hasil pembagian antara *metabolic rate* (M) dengan selisih antara suhu inti tubuh dengan suhu permukaan kulit.

2.3 Beban Kerja

2.3.1 Pengertian Beban Kerja

Beban kerja adalah beban yang ditanggung tenaga kerja yang sesuai dengan jenis pekerjaannya (Suma'mur, 2009:363). Beban kerja adalah kemampuan tubuh tenaga kerja dalam menerima pekerjaan. Berdasarkan sudut pandang ergonomi, setiap beban kerja yang diterima oleh seseorang harus sesuai dan seimbang terhadap kemampuan fisik maupun psikologis tenaga kerja yang menerima beban kerja tersebut. Menurut Peraturan Menteri dalam Negeri Nomor 12 tahun 2008, beban kerja adalah besaran pekerjaan yang harus dipikul oleh suatu jabatan/unit organisasi dan merupakan hasil kali antara volume kerja dan norma waktu.

Beban kerja dikategorikan menjadi dua yaitu beban kerja fisik dan beban kerja mental. Beban kerja fisik disebut juga *manual operation* yaitu kondisi performansi kerja sepenuhnya akan tergantung pada manusia yang berfungsi sebagai sumber tenaga ataupun pengendali kerja. Kerja fisik akan mengakibatkan perubahan fungsi pada alat tubuh yang dapat dideteksi melalui beberapa parameter. Parameter tersebut adalah konsumsi oksigen, denyut nadi, peredaran darah dalam paru-paru, temperatur tubuh, konsentrasi asam laktat dalam darah, komposisi kimia dalam darah dan urin. Beban kerja mental adalah suatu istilah yang menggambarkan suatu pekerjaan mengolah informasi melalui pikiran. Beban kerja mental akan terasa pada pekerjaan yang monoton dan juga interaksi antar karyawan dengan karyawan atau karyawan dengan atasan yang kurang baik (Sujoso, 2012:85).

Beban kerja yang berat akan mengakibatkan stres kerja baik fisik maupun mental dan timbulnya reaksi-reaksi emosional, seperti sakit kepala, gangguan pencernaan dan mudah marah. Ketika beban kerja meningkat, kebutuhan tubuh

terhadap oksigen juga meningkat. Jantung harus berdetak lebih cepat untuk memenuhi kebutuhan oksigen ke seluruh tubuh. Oksigen akan dibakar di otot dan jaringan lain, kelebihan panas yang dihasilkan dari proses pembakaran tersebut harus ditransfer dari inti tubuh ke kulit dengan bantuan aliran darah. Pada saat yang bersamaan, darah harus memenuhi dua fungsi yang berbeda. Pertama, darah harus memenuhi kebutuhan oksigen bagi otot akibat beban kerja yang meningkat. Kedua, sistem pengaturan suhu tubuh di otak mengarahkan darah untuk menghilangkan kelebihan panas dari inti tubuh ke kulit. Ketika beban kerja semakin tinggi, jantung akan kesulitan dalam memenuhi kebutuhan tersebut. Hal ini menyebabkan peningkatan denyut jantung dan suhu inti tubuh, diikuti dengan penurunan kemampuan kerja otot untuk mempertahankan tingkat kerja yang tetap tinggi tanpa mengalami kelelahan (NCDOL, 2011:2).

2.3.2 Pengukuran Beban Kerja

Pengukuran beban kerja dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai tingkat efektivitas dan efisiensi kerja organisasi berdasarkan banyaknya pekerjaan yang harus diselesaikan dalam jangka waktu satu tahun. Beban kerja fisik dapat diukur secara objektif dengan metode langsung dan metode tidak langsung. Metode pengukuran langsung yaitu dengan cara mengukur energi yang dikeluarkan (*energy expenditure*) dan menilai beban kerja berdasarkan kebutuhan kalori. Pengukuran energi yang dikeluarkan (*energy expenditure*) melalui asupan oksigen selama bekerja dapat dilihat dari semakin berat beban kerja maka semakin banyak energi yang dikonsumsi atau dikeluarkan. Metode ini lebih akurat, tetapi hanya dapat mengukur waktu kerja yang singkat dan membutuhkan peralatan yang mahal. Penilaian beban kerja berdasarkan kalori yaitu semakin berat pekerjaan maka semakin besar energi yang dibutuhkan untuk bekerja (Sujoso, 2012:85).

Metode pengukuran beban kerja secara tidak langsung yaitu dengan menghitung denyut nadi selama kerja. Penggunaan nadi kerja untuk menilai berat ringannya beban kerja mempunyai beberapa keuntungan. Selain mudah, cepat dan murah juga tidak diperlukan peralatan yang mahal serta hasilnya cukup *reliable*.

Di samping itu, tidak terlalu mengganggu proses kerja dan tidak menyakiti orang yang diperiksa. Berdasarkan hal tersebut, maka denyut nadi lebih mudah dan dapat digunakan untuk menghitung indeks beban kerja (Tarwaka *et al.*, 2004:100).

Pengukuran denyut nadi selama bekerja merupakan metode untuk menilai *cardiovascular strain*. Salah satu peralatan yang dapat digunakan untuk menghitung denyut nadi adalah telemetri dengan menggunakan rangsangan *Electro Cardio Graph* (ECG). Namun apabila peralatan tersebut tidak tersedia, maka dapat dicatat secara manual memakai *stopwatch* dengan metode 10 denyut (Kilbon dalam Tarwaka, 2004:100). Denyut nadi kerja dapat dihitung dengan metode sebagai berikut:

$$\text{Denyut Nadi} \left(\frac{\text{denyut}}{\text{menit}} \right) = \frac{10 \text{ denyut}}{\text{waktu penghitungan}} \times 60$$

Kepekaan denyut nadi terhadap perubahan pembebanan yang diterima tubuh cukup tinggi. Denyut nadi akan segera berubah seirama dengan perubahan pembebanan, baik yang berasal dari beban mekanik, fisik, maupun kimiawi. Astrand dan Rodahl dalam Tarwaka (2004:101) menyatakan bahwa denyut nadi mempunyai hubungan linier yang tinggi dengan asupan oksigen pada waktu kerja. Salah satu cara yang sederhana untuk menghitung denyut nadi adalah dengan merasakan denyutan pada arteri radialis di pergelangan tangan.

Denyut nadi untuk mengestimasi indek beban kerja fisik terdiri dari beberapa jenis yang didefinisikan oleh Grandjean dalam Tarwaka (2004:101):

- a. Denyut nadi istirahat adalah rerata denyut nadi sebelum pekerjaan dimulai.
- b. Denyut nadi kerja adalah rerata denyut nadi saat bekerja.
- c. Nadi kerja adalah selisih antara denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja.

Peningkatan denyut nadi mempunyai peran penting dalam peningkatan *cardiac output* dari istirahat sampai kerja maksimum. Manuaba dan Vanwongerghem dalam Tarwaka (2004:101) menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kardiovaskular (*Cardiovascular load = % CVL*) yang dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ CVL} = \frac{100 \times (\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{(\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat})}$$

Dimana denyut nadi maksimum untuk laki-laki adalah selisih antara 220 dengan umur responden, sedangkan untuk perempuan adalah selisih antara 200 dengan umur responden. Dari hasil perhitungan % CVL tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi sebagai berikut:

- a. Beban kerja normal : < 30%
- b. Beban kerja ringan : 30% - < 60%
- c. Beban kerja sedang : 60% - < 80%
- d. Beban kerja berat : 80% - < 100%
- e. Beban kerja sangat berat : \geq 100%

2.4 Heat Strain

2.4.1 Pengertian Heat Strain

Tenaga kerja yang terpapar panas di lingkungan kerja akan mengalami *heat strain*. *Heat strain* adalah respon 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 (NIOSH, 2016:59). *Heat strain* adalah respon fisiologis tubuh terhadap tekanan panas yang diterima oleh seseorang. Respon fisiologis tersebut bertujuan untuk menghilangkan kelebihan panas di dalam tubuh (OSHA, 2012). Menurut *Occupational Safety and Health Service* (1997:17), *heat strain* merupakan dampak akut atau kronis yang diakibatkan oleh paparan tekanan panas yang dialami oleh seseorang dari aspek fisik maupun mental. Sebagai akibat dari pajanan tekanan panas, tubuh akan melakukan respon fisiologis sebagai usaha untuk menghilangkan panas melalui pengeluaran keringat, peningkatan suhu inti tubuh, denyut jantung, tekanan darah, dan penurunan berat badan.

Tingkat risiko dan keparahan *heat strain* dapat sangat bervariasi pada masing-masing tenaga kerja. Respon 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. Beberapa pengaruh tersebut antara lain:

- a. Respon awal pada mental
Tingkat kemarahan yang tinggi, agresif, suasana hati yang berubah-ubah (*mood changes*) dan depresi.
- b. Respon fisik
Aktivitas jantung mengalami kenaikan, pengeluaran keringat, ketidakseimbangan air dan garam di dalam tubuh, dan perubahan aliran darah di kulit.
- c. Kombinasi respon mental dan fisik
Ketidakmampuan melaksanakan tugas yang berat, performa kerja yang buruk, mudah lelah, dan kurang konsentrasi sehingga banyak melakukan kesalahan dalam bekerja.

Heat strain merupakan istilah yang digunakan untuk mendeskripsikan efek yang terjadi pada tubuh akibat paparan tekanan panas. Suhu inti tubuh manusia dipertahankan sekitar 37°C. Suhu tubuh manusia yang terlalu tinggi dapat mengganggu reaksi kimia tubuh serta struktur dan fungsi protein. Ancaman kesehatan serius bagi tenaga kerja di lingkungan panas yaitu terjadinya *thermal strain disorders* (Larranaga, 2011:892). Efek fisik dari *heat strain* bermacam-macam mulai dari gangguan kecil seperti ruam pada kulit, pingsan, hingga gangguan yang serius seperti terhentinya keringat dan *heat stroke* (OSHS, 1997:18). Respon fisiologis tubuh terhadap tekanan panas (*heat strain*) bertujuan untuk menghilangkan panas dari tubuh.

2.4.2 Gejala *Heat Strain*

Heat strain ditandai dengan meningkatnya suhu tubuh lebih dari 38°C (Siswanto, 1991). Reaksi yang terjadi seperti vasodilatasi, denyut jantung meningkat, temperatur kulit meningkat, dan suhu inti tubuh yang awalnya

menurun menjadi meningkat. Paparan panas yang terus berlanjut dapat meningkatkan resiko terjadinya gangguan kesehatan akibat iklim kerja panas. *Heat strain* yang berlebihan juga dapat menurunkan berat badan.

Sakit kepala biasanya tanda awal dari gejala *heat strain*, tetapi tanda awal tersebut biasanya tidak dianggap serius oleh tenaga kerja yang tidak pernah mendapatkan pelatihan tentang pengelolaan tekanan panas. Beberapa tanda dan gejala awal *heat strain* antara lain kram otot, peningkatan pola pernafasan dan denyut nadi, kelemahan, keringat yang banyak, biang keringat, pusing, pingsan, dan penurunan performansi kerja (OSHS, 1997:18).

Tanda dan gejala lanjutan *heat strain* apabila paparan tekanan panas masih berlanjut antara lain peningkatan gangguan pernafasan, denyut nadi yang awalnya kuat kemudian menjadi lemah, sakit kepala berat, kram otot yang parah, kulit yang berkeringat dingin menjadi panas, dan berhentinya keringat. Terhentinya keringat merupakan gejala *heat strain* yang berat. Ketika keringat berhenti, suhu inti tubuh akan naik dengan cepat dan apabila suhu inti tubuh mencapai 41°C atau lebih tinggi maka *heat stroke* dapat terjadi (OSHS, 1997:19).

Pemantauan fisiologis perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya *heat related disorders* yang dapat mengganggu kesehatan pekerja. Menurut *National Institute of Occupational Safety and Health* (2016:120), metode pemantauan fisiologis yang digunakan untuk mencegah terjadinya *heat related disorders*, antara lain:

a. Riwayat paparan panas

Pemantauan paparan panas terhadap tenaga kerja dilakukan dengan cara wawancara terhadap pekerja melalui kuesioner atau dengan laporan kesehatan yang tersedia di jasa pelayanan kesehatan. Tenaga kerja harus menjelaskan kepada pelayanan kesehatan yang tersedia sebelum memulai atau kembali bekerja di lingkungan panas. Informasi tambahan yang diperlukan untuk pemantauan riwayat paparan panas meliputi riwayat penyakit yang berhubungan dengan tekanan panas yang berisiko terjadi lagi, status aklimatisasi, kondisi kesehatan yang sudah ada sebelumnya, obat dan suplemen yang sedang dikonsumsi yang dapat mempengaruhi toleransi tubuh terhadap tekanan panas (NIOSH, 2016:120).

b. Denyut jantung

Cara menilai denyut jantung dengan mengukur denyut nadi di pergelangan tangan selama satu menit atau pemantauan denyut jantung terus-menerus dengan *chest strap*. Penggunaan *chest strap* untuk mendapatkan data denyut jantung bisa dilakukan selama shift kerja berlangsung. Pemantauan dilakukan sebelum bekerja, ketika istirahat atau setelah paparan panas berlangsung (kira-kira 1 atau 3 menit setelah pekerjaan selesai). Indikasi terjadinya *heat strain* ketika denyut jantung lebih besar dari 180 denyut per menit dikurangi umur pekerja ($HR > 180 \text{ bpm} - \text{umur pekerja}$).

Denyut jantung harus turun dengan cepat ketika pekerja bekerja di tempat yang dingin. Denyut jantung akan tetap naik pada pekerja yang mengalami *heat strain*. Kelemahan dari metode ini, antara lain:

- 1) Banyaknya faktor di luar tekanan panas yang menyebabkan denyut jantung naik, meliputi aktivitas fisik, kondisi fisiologis, demam karena infeksi, serangan jantung, dan dehidrasi.
- 2) Konsumsi obat-obatan seperti *beta blocker* atau kondisi kesehatan yang sudah ada sebelumnya seperti *sinus bradycardia*, hipotiroidisme yang dapat meningkatkan denyut jantung.
- 3) Kehilangan data saat menggunakan *chest strap* dapat terjadi ketika kehilangan kontak dengan kulit saat tenaga kerja bekerja dan terlalu banyak berkeringat.

c. Suhu tubuh

Suhu tubuh merupakan salah satu cara pemantauan *heat strain*. Suhu tubuh menurun lebih lambat daripada denyut jantung ketika terpapar tekanan panas. Pengukuran suhu tubuh dilakukan di oral, membran timpani, dan rektal. Pengukuran suhu tubuh di oral menggunakan termometer oral. Pengukuran dilakukan saat awal bekerja, saat tenaga kerja bekerja, dan setelah bekerja. Suhu oral lebih rendah $0,6^{\circ}\text{C}$ dari suhu inti tubuh. Pengukuran suhu tubuh di oral tidak akurat jika pengukuran dilakukan setelah makan atau minum. Pengukuran suhu tubuh di membran timpani menggunakan termometer inframerah. Pengukuran dilakukan saat tenaga kerja sedang bekerja dan setelah bekerja. Pengukuran suhu

tubuh di membran timpani lebih akurat dibandingkan dengan pengukuran suhu di oral. Kelemahan pengukuran suhu tubuh di membran timpani yaitu kesalahan pembacaan suhu apabila terdapat kotoran yang menyumbat di telinga, dan pengukuran di telinga tidak bisa digunakan terhadap tenaga kerja yang mempunyai infeksi di telinga atau pernah melakukan operasi di telinga. Suhu tubuh di rektal mencerminkan besarnya suhu inti tubuh. Hasil pengukuran suhu di rektal lebih tinggi dibandingkan dengan pengukuran suhu di oral dan membran timpani (NIOSH, 2016:121).

d. Berat badan

Pemantauan berat badan dapat dilakukan dengan mengukur berat badan dengan *bathroom scale*. Pengukuran berat badan dilakukan saat awal bekerja dan setelah terpapar tekanan panas. Kekurangan metode ini yaitu saat dilakukan pengukuran berat badan di *bathroom scale*, tenaga kerja harus memakai pakaian dalam saja, karena untuk menghindari ketidakakuratan pengukuran akibat berat keringat yang diserap oleh pakaian agar hasilnya akurat (NIOSH, 2016:121). Namun, pengukuran berat badan pekerja yang hanya memakai pakaian dalam saja tidak sopan untuk dilakukan di tempat kerja. Oleh karena itu, pengukuran berat badan dengan *bathroom scale* dapat dilakukan dengan syarat pekerja memakai pakaian seminimal mungkin, melepaskan alas kaki, dan melepaskan atribut yang dapat mengganggu hasil pengukuran.

e. Tekanan darah

Tekanan darah diukur dengan alat sfigmomanometer yang menunjukkan nilai sistole dan diastole. Pengukuran dilakukan sebelum dan setelah bekerja. Saat pengukuran tekanan darah berlangsung, lengan tenaga kerja harus lurus dan kaki tidak boleh menyilang. Tekanan darah tidak pulih dengan cepat ketika tenaga kerja mengalami *heat related disorders*. Selain itu, dehidrasi dapat mempengaruhi tekanan darah sehingga dehidrasi perlu diikuti dalam penilaian *heat strain* (NIOSH, 2016:122).

f. Tingkat pernapasan

Pemantauan tingkat pernapasan dilakukan dengan cara menghitung napas per menit dengan *stopwatch*. Pengukuran napas dilakukan sebelum dan setelah

bekerja. Tingkat pernapasan tidak akan kembali secara cepat seperti keadaan awal, ketika tenaga kerja mengalami *heat related disorders*. Tingkat pernapasan dipengaruhi oleh faktor lain seperti metabolisme *acidosis* dari produksi *lactate* saat terjadi metabolisme anaerob (NIOSH, 2016:122).

g. Tingkat kewaspadaan (*alertness*)

Penilaian tingkat kewaspadaan dilihat dari perubahan kondisi mental seperti bingung, berperilaku aneh, dan kehilangan kesadaran saat di lingkungan panas yang mengindikasikan terjadinya *heat stroke*. Penilaian dilakukan ketika tenaga kerja sedang bekerja dan setelah bekerja. Apabila terdapat perubahan status mental, tenaga kerja harus segera berpindah ke tempat yang lebih dingin dan segera dilakukan perawatan medis. Korban *heat stroke* sering tidak sadar dengan penurunan fungsi kapasitas tubuhnya, sehingga perlu dilakukan pemantauan sesama tenaga kerja terhadap gejala-gejala yang muncul untuk mencegah terjadinya *heat related disorders* (NIOSH, 2016:123).

Menurut Siswanto (1991), beberapa indeks yang dapat digunakan untuk menentukan besarnya *heat strain*, antara lain:

a. Perubahan suhu inti tubuh

Suhu inti tubuh adalah istilah fisiologis yang digunakan untuk menggambarkan suhu internal tubuh. Manusia mempunyai komponen dalam menjaga keseimbangan energi dan keseimbangan suhu tubuh pada kisaran 37°C. Suhu inti tubuh menunjukkan jumlah panas di dalam tubuh. Suhu inti tubuh merupakan alat ukur terbaik *heat strain* (Bishop dalam Wan, 2006:9). Suhu inti tubuh digunakan untuk mengestimasi timbulnya *heat strain* selama tekanan panas berlangsung. Menurut *National Institute for Occupational Safety and Health* (2016:21), suhu inti tubuh pekerja di atas 38°C tidak diizinkan. Hal ini akan menimbulkan risiko terjadinya *heat exhaustion* sebesar 25 persen ketika suhu inti tubuh sebesar 39,2°C dan suhu kulit sebesar 38°C. Risiko lebih besar terjadinya *heat exhaustion* ketika suhu inti tubuh mencapai 40°C dengan diikuti kenaikan suhu kulit, keadaan ini sangat berbahaya bagi pekerja. Apabila suhu inti tubuh mencapai lebih dari 41°C berakibat terjadinya *heat stroke* yang mengancam keselamatan pekerja.

Suhu tubuh normal manusia diukur di oral berkisar antara 36,1°C sampai 37,5°C. Rata-rata suhu inti tubuh normal manusia berkisar antara 36,66°C sampai 37°C. Pengukuran suhu tubuh di rektal lebih tinggi daripada pengukuran di oral sebesar 0,65°C, sedangkan pengukuran suhu di membran timpani 0,6°C lebih rendah dari pengukuran suhu di oral. Ketika panas diproduksi terlalu banyak di dalam tubuh akibat kerja fisik yang berat, suhu tubuh akan naik sebesar 38,33°C sampai 40°C (Guyton *et al.*, 2006:799). Apabila suhu tubuh sampai di bawah 35°C atau meningkat hingga 40,6°C maka beberapa reaksi kimia dan aktivitas enzim dalam tubuh akan terganggu serta kematian terjadi apabila suhu tubuh menurun hingga di bawah 27°C atau meningkat hingga di atas 42°C (Siswanto, 1991).

Selama paparan panas berlangsung, kenaikan atau penurunan suhu di hipotalamus dan suhu rektal besarnya sama. Suhu rektal mencerminkan suhu inti tubuh dan panas tubuh, karena suhu rektal digunakan sebagai standar suhu inti tubuh dan semua pengukuran suhu inti tubuh diputuskan dari pengukuran suhu rektal. Namun, pengukuran suhu rektal dinilai tidak cocok dan invasif untuk dilakukan di lingkungan kerja, maka digunakan pengganti untuk mengukur suhu inti tubuh yaitu pengukuran suhu di oral, membran timpani di telinga, dan kulit (Wan, 2006:10).

b. Pengeluaran keringat

Respon tubuh terhadap tekanan panas dapat dilihat dari banyaknya keringat yang dihasilkan oleh tubuh. Banyak keringat akan ditentukan oleh jumlah kelenjar keringat yang aktif dan banyaknya keringat yang diproduksi oleh kelenjar keringat tersebut. Seseorang yang telah beraklimatisasi dapat mengeluarkan keringat sebanyak 1 sampai 1,5 kg per jam dan keadaan ini berlangsung sampai beberapa jam. Keringat menetes pada permukaan kulit apabila intensitas keringat telah mencapai 1/3 dari kapasitas evaporasi maksimal (Siswanto, 1991).

Pengeluaran keringat dari kulit mendorong proses pendinginan pada suhu lingkungan yang panas sekaligus mempertahankan suhu inti tubuh. Lingkungan yang panas dengan tingkat kelembaban yang tinggi akan mempengaruhi jumlah keringat yang akan mengalami evaporasi. Keringat yang tidak mengalami evaporasi tidak akan menyebabkan pelepasan panas dari tubuh (NIOSH, 2016).

Pengukuran keringat dijadikan salah satu indikator dalam memprediksi terjadinya *heat strain* pada seseorang. Beberapa metode untuk memprediksi pengeluaran keringat salah satunya menggunakan rumus yang ditetapkan dalam ISO 7933 *hot environments - analytical determination and interpretation of thermal stress using calculation of required sweat rate (SWreq)*. Pengukuran pengeluaran keringat yang paling sederhana adalah dengan menghitung selisih jumlah berat badan sebelum bekerja dan setelah bekerja, kemudian ditambah dengan jumlah cairan yang dikonsumsi selama bekerja dan dibagi dengan jumlah waktu kerja.

Menurut Siswanto (1991), satu gram keringat dapat mengeliminasi panas tubuh sebanyak 0,58 kkal dan banyak keringat yang menguap akan ditentukan oleh perbedaan antara tekanan uap air pada kulit dan tekanan parsial uap air yang terdapat dalam udara atmosfer. Apabila udara suatu ruang telah jenuh terhadap uap air maka penguapan keringat tidak berlangsung lagi sehingga suhu tubuh akan meningkat dan produksi keringat akan terganggu apabila suhu tubuh meningkat hingga 1,2°C. Oleh sebab itu, suhu tubuh pekerja yang terpapar panas diusahakan agar tidak melebihi batas aman yaitu 38°C.

c. Denyut nadi

Denyut jantung adalah jumlah denyutan jantung per satuan waktu, biasanya dalam satuan menit. Sedangkan denyut nadi adalah denyutan arteri dari gelombang darah yang mengalir melalui pembuluh darah sebagai akibat dari denyutan jantung. Denyut nadi sering diambil di pergelangan tangan untuk memperkirakan denyut jantung. Denyut nadi merupakan frekuensi irama denyut atau detak jantung yang dapat dipalpasi atau diraba di permukaan kulit pada tempat tertentu. Pada waktu istirahat, jantung berdenyut kira-kira 70 denyut per menit. Kecepatan denyut jantung berkurang dalam waktu tidur dan bertambah karena emosi, aktivitas kerja, demam dan banyak rangsangan lainnya. Denyut nadi seseorang akan terus meningkat apabila suhu tubuh meningkat kecuali apabila tenaga kerja telah teraklimatisasi terhadap suhu udara yang tinggi (Siswanto, 1991). Denyut jantung yang optimal untuk setiap individu berbeda-beda tergantung waktu dilaksanakannya pengukuran denyut jantung tersebut. Variasi dalam denyut jantung sesuai dengan jumlah oksigen yang diperlukan oleh

tubuh saat itu. Denyut jantung atau juga dikenal dengan denyut nadi merupakan tanda penting dalam bidang medis yang bermanfaat untuk mengevaluasi dengan cepat kesehatan atau mengetahui kebugaran seseorang secara umum.

Denyut jantung menggambarkan sistem sirkulasi dan respon efektor vasomotor terhadap lingkungan dan kondisi metabolik. Respon kardiovaskular terhadap pekerjaan dan tekanan panas ditandai dengan redistribusi darah ke otot-otot yang bekerja dan ke kulit yang dibutuhkan untuk mengeluarkan panas di dalam tubuh. Curah jantung akan naik jika tuntutan pekerjaan yang berhubungan dengan kerja fisik tinggi. Denyut jantung digunakan sebagai indeks curah jantung untuk orang sehat yang bekerja di lingkungan panas. Pada kondisi kerja yang stabil dan panas, perubahan denyut jantung merefleksikan perubahan suhu inti tubuh, sehingga denyut jantung digunakan sebagai indeks pengukuran *heat strain* (Wan, 2006:13).

Denyut jantung seseorang dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu beban kerja fisik dan beban tambahan misalnya tekanan panas. Reaksi denyut jantung berlangsung cepat dan berbanding lurus dengan penggunaan energi atau peningkatan beban kerja pada berbagai jenis pekerjaan. Denyut jantung maksimum untuk orang dewasa adalah 180 sampai 200 denyut per menit dan keadaan ini biasanya hanya dapat berlangsung beberapa menit saja. Logan dan Bernard (dalam Wan, 2006:14) menyatakan bahwa denyut nadi selama satu menit digunakan untuk mengukur *heat strain* pada pekerja di peleburan aluminium. Denyut nadi kurang dari 110 denyut per menit mengindikasikan tingkat *heat strain* yang rendah, sedangkan denyut nadi yang lebih besar dari 120 denyut per menit mengindikasikan tingkat *heat strain* yang sangat tinggi. Faktor yang dapat mempengaruhi denyut jantung adalah beban kerja, jenis kelamin, umur, keadaan fisik, suhu serta kondisi psikologis pekerja.

Denyut nadi dapat diraba di bagian tubuh sebagai berikut (Siswanto, 1991):

- 1) Pergelangan tangan bagian depan sebelah atas pangkal ibu jari tangan (arteri radialis),
- 2) Leher sebelah kiri atau kanan depan otot *sterno cleido mastoidues* (arteri carolis),

3) Dada sebelah kiri tepat di apex jantung (arteri temporalis).

Peningkatan denyut nadi merupakan indikasi yang dipercaya terhadap terjadinya tekanan panas. Denyut nadi seseorang menunjukkan kombinasi dari panas lingkungan, tingkat pekerjaan, peningkatan suhu tubuh dan kondisi kesehatan jantung (Hunt, 2011).

Berikut ini merupakan tanda-tanda jika *heat strain* sedang terjadi, antara lain (OSHS, 1997: 19):

a. Dehidrasi

Keringat merupakan cara tubuh untuk mengatur suhu tubuh. Tubuh menghasilkan keringat untuk mendinginkan tubuhnya melalui penguapan. Kehilangan cairan lebih dari 10 persen berat badan merupakan tingkat dehidrasi yang berbahaya yang dapat terjadi dengan cepat ketika seseorang bekerja di lingkungan panas. Dehidrasi tingkat sedang yaitu berat badan seseorang turun hingga 5 persen dari berat badannya dan diikuti dengan rasa haus, meskipun haus bukan indikator yang dapat diandalkan untuk menilai status dehidrasi seseorang. Jika dehidrasi tidak ditangani dengan baik maka orang tersebut akan mengalami kelelahan, sikap cepat marah, sakit kepala, dan pusing. Tanda utama dehidrasi secara klinis yaitu jarang kencing, dan perubahan status mental serta kepribadian seseorang. Dehidrasi yang disebabkan oleh pajanan panas sangat berbahaya bagi termoregulasi di dalam tubuh karena dapat mengurangi volume darah dan meningkatkan hematokrit yang dapat meningkatkan viskositas darah. Efek dari dehidrasi selama pajanan panas berhubungan dengan peningkatan penyimpanan panas dalam tubuh dan menyebabkan *heat strain*.

Pengendalian terhadap dehidrasi yaitu mengganti cairan dan garam yang telah hilang melalui keringat. Air yang diminum bersuhu ruangan (20°C sampai 25°C) dan dianjurkan minum air rata-rata 100 ml sampai 150 ml air setiap 15 menit sampai 20 menit. Garam hanya dapat diganti melalui diet atau dengan resep dokter yang dianjurkan (OSHS, 1997:19).

b. *Heat syncope*

Heat syncope atau pingsan biasanya terjadi karena berdiri terlalu lama atau secara tiba-tiba berdiri dari posisi duduk atau terlentang. Misalnya, kegagalan

sementara pembuluh darah yang mengakibatkan penggabungan darah di pembuluh darah perifer sehingga terjadi penurunan diastolik ke jantung. Gejala *heat syncope* meliputi sakit kepala, pusing, dan tidak sadarkan diri (pingsan). Faktor yang menyebabkan *heat syncope* yaitu dehidrasi dan kurangnya daya aklimatisasi seseorang. Pekerja yang pingsan biasanya akan pulih dengan cepat bila ia duduk atau berbaring. Bagaimanapun, pemulihan tekanan darah yang stabil dan denyut nadi membutuhkan waktu kira-kira satu atau dua jam (NIOSH, 2016:57).

c. *Heat rashes*

Heat rashes disebut juga *prickly heat (miliaria rubra)* merupakan masalah paling umum yang terjadi pada lingkungan kerja yang panas. Gejala-gejala *heat rashes* antara lain munculnya bercak merah dan gatal-gatal yang ekstrim di daerah kulit yang terus menerus lembab oleh keringat serta di area tubuh dengan baju yang ketat dan juga terjadi sensasi seperti tertusuk-tusuk pada area kulit yang berkeringat. Hal ini terjadi pada kulit yang terus-menerus dibasahi oleh keringat dan tidak bisa menguap karena lapisan keratin kulit menyerap air, bengkak, dan menghalangi mekanisme saluran keringat. Bila tidak segera diobati, *papule* dapat terinfeksi dan berkembang menjadi infeksi oleh bakteri *Staphylococcus* (NIOSH, 2016:57).

Penyakit kulit lain yaitu *miliaria crystallina* muncul di kulit yang berkeringat yang sebelumnya terluka di permukaannya, umumnya pada area kulit yang terbakar sinar matahari. Selain itu, terdapat penyakit kulit lainnya *miliaria profunda* terjadi ketika saluran keringat tersumbat di bawah permukaan kulit. Pada banyak kasus, ruam-ruam tersebut dapat hilang ketika seseorang kembali ke lingkungan dengan suhu dingin dan/atau kering, sehingga permukaan kulit dapat kering dan ruam-ruam tersebut dapat sedikit berkurang. Meskipun *heat rashes* tidak berbahaya, tetapi dapat merusak area kulit dan mengurangi produksi keringat yang berdampak pada berkurangnya penguapan dan sistem termoregulasi. Kulit yang basah dan rusak dapat juga menyerap toksis kimia dengan cepat dan merusak kulit. Pada eksperimen yang disebabkan oleh *heat*

rashes (miliaria rubra), kapasitas berkeringat sembuh dalam tiga sampai empat minggu (NIOSH, 2016:57).

d. *Heat cramps*

Gejala dari *heat cramps* adalah rasa nyeri dan kejang pada kaki, tangan, dan abdomen serta banyak mengeluarkan keringat. Hal ini disebabkan karena ketidakseimbangan cairan dan garam di dalam tubuh selama melakukan kerja fisik yang berat di lingkungan kerja yang panas. *Heat cramps* merupakan kejang otot yang terjadi karena penurunan drastis tingkat *sodium chloride* di dalam darah. Ketidakseimbangan garam dalam kondisi panas biasanya muncul dalam dua cara, antara lain (OSHS, 1997:20):

- 1) Pada orang yang tidak teraklimatisasi secara alami maka kandungan garam di dalam keringat cukup tinggi. Kehilangan garam saat berkeringat tidak diganti dengan asupan garam yang cukup dan ditambah lagi diet garam selama bekerja di lingkungan yang panas,
- 2) Pada pekerja yang minum air secara bebas tapi tidak mengganti garam yang hilang.

Kram sering terjadi pada otot saat digunakan untuk bekerja. Kram dapat terjadi selama bekerja atau setelah bekerja. Kondisi ini dapat diringankan dengan istirahat, minum air yang cukup, dan keseimbangan elektrolit di dalam cairan tubuh.

e. *Heat exhaustion*

Heat exhaustion merupakan gangguan yang serius akibat suhu tinggi dimana terjadi penipisan cairan tubuh (dehidrasi) dan elektrolit. Faktor utama yang menyebabkan *heat exhaustion* (OSHS, 1997:21), meliputi:

- 1) Peningkatan pelebaran pembuluh darah dengan penurunan kapasitas sirkulasi darah untuk menghilangkan panas yang berasal dari lingkungan, aktivitas, dan metabolisme pencernaan,
- 2) Penurunan volume darah akibat dehidrasi, penyatuan cairan di bagian bawah tubuh, dan pembesaran pembuluh darah akibat kekurangan garam (ketidakseimbangan elektrolit).

Heat exhaustion terjadi ketika tubuh tidak bisa lagi mengalirkan darah menuju organ-organ vital di dalam tubuh dan dalam waktu yang sama tidak dapat mengirimkan darah menuju kulit untuk mengurangi suhu tubuh.

f. *Heat stroke*

Heat stroke adalah masalah kesehatan akut disebabkan paparan panas yang menaikkan suhu tubuh di atas 41°C dan adanya kegagalan mekanisme regulasi suhu tubuh. Cidera terjadi pada sistem saraf pusat dengan ciri tiba-tiba tidak sadarkan diri yang didahului vertigo, mual, sakit kepala, gangguan otak, perilaku ganjil, dan kelebihan suhu tubuh (NIOSH, 2016:47). *Heat stroke* merupakan masalah kesehatan yang sangat serius berkaitan dengan iklim kerja panas. *Heat stroke* terjadi apabila tubuh tidak dapat lagi menjaga keseimbangan panas sehingga suhu tubuh meningkat pada level kritis. Tingkat kematiannya sangat tinggi, terutama jika tidak segera dilakukan penanganan. *Heat stroke* menyebabkan gangguan pada sistem saraf pusat, dan gejala-gejala seperti sawan (*convulsion*), koma, melebarnya pupil mata, suhu inti tubuh mencapai 41°C atau lebih, dan biasanya kulit menjadi kering (OSHS, 1997:21).

2.4.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi *Heat Strain*

Faktor lingkungan yang mempengaruhi *heat strain* adalah tekanan panas yang merupakan kombinasi dari suhu udara, kelembaban udara, panas radiasi, dan kecepatan angin. Selain itu, beberapa faktor tenaga kerja yang mempengaruhi terjadinya *heat strain* adalah umur, jenis kelamin, indeks massa tubuh yang berlebih (obesitas), aklimatisasi, konsumsi alkohol serta obat-obatan (NIOSH, 2016:33). Faktor tenaga kerja lainnya yang dapat mempengaruhi *heat strain* adalah penyakit kronis seperti diabetes melitus dan hipertensi.

Bekerja dalam lingkungan panas akan mempercepat denyut jantung. Denyut jantung ini dapat digunakan untuk mengukur tekanan panas, karena pergerakan pertambahan darah menyebabkan permukaan kulit memerah. Kecepatan maksimum denyut jantung adalah 180 denyut sampai 120 denyut per menit. Respon panas setiap orang berbeda-beda. Hal ini terkait dengan beberapa faktor, sebagai berikut (Subaris, 2007:46):

- a. Kemampuan aklimatisasi yaitu penyesuaian tubuh terhadap panas.
- b. Obat-obatan yang diresepkan dokter, misal obat *diuretics* dan *antihypertensive*. Obat-obatan ini dapat mengganggu sirkulasi darah dan respon jantung.
- c. Alkohol. Alkohol dapat meningkatkan volume urine dan kemungkinan dapat mengalami *heat stroke*.
- d. Umur. Semakin tua umur seseorang respon terhadap panas akan sulit karena penurunan efisiensi jantung. Selain itu, semakin tua semakin sulit berkeringat sehingga memperkecil kemampuan untuk menurunkan suhu inti tubuh.
- e. Kondisi fisik. Respon seseorang terhadap iklim kerja panas akan mudah bila kondisi fisiknya sehat. Orang dengan tubuh bugar dapat menoleransi tekanan panas dengan baik dan kecil kemungkinannya menderita gangguan kesehatan terkait tekanan panas.
- f. Status gizi seseorang. Obesitas merupakan faktor risiko terjadinya gangguan kesehatan terkait panas karena kelebihan lemak dalam tubuh akan meningkatkan insulasi. Hal ini dapat mengurangi pengeluaran panas dari dalam tubuh. Orang dengan berat badan berlebih juga memproduksi panas lebih banyak selama beraktivitas (WorsafeBC, 2007:8).

Ketika seseorang terpapar tekanan panas maka secara fisiologis tubuh akan merespon dengan cara mengatur suhu inti tubuh agar tetap aman. Respon fisiologis tubuh terhadap tekanan panas disebut dengan *heat strain*. Variabel-variabel utama yang digunakan untuk monitoring *heat strain* untuk pencegahan terjadinya *heat related disorders* yaitu riwayat paparan panas, denyut jantung atau denyut nadi, suhu inti tubuh, berat badan, tekanan darah, kecepatan pernapasan, dan kewaspadaan (*alertness*) (NIOSH, 2016:120). Respon seseorang terhadap tekanan panas berbeda-beda disebabkan oleh adanya beberapa faktor individu yang mempengaruhinya.

Beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya *heat strain*, antara lain:

- a. Umur

Pada umumnya umur tenaga kerja yang lebih tua (40 sampai 65 tahun) memiliki kemampuan lebih rendah dalam mengatasi panas karena fungsi jantung

sudah mulai berkurang dan produksi keringat lebih lambat (WorksafeBC, 2007:8). Kekuatan maksimum jantung untuk memompa darah menurun seiring dengan bertambahnya umur sehingga kemampuan tubuh untuk menyalurkan panas dari inti tubuh ke permukaan kulit menjadi terhambat. Hal ini menyebabkan suhu inti tubuh meningkat yang merupakan salah satu indikasi terjadinya *heat strain* (NCDOL, 2011:5).

Tenaga kerja yang berumur di atas 40 tahun sebaiknya tidak ditempatkan di tempat kerja yang panas karena kelenjar keringat menunjukkan respon yang lebih lambat terhadap beban panas metabolik dan lingkungan panas. Analisis yang dilakukan di penambangan emas Afrika Selatan selama 5 tahun menunjukkan peningkatan kasus *heat strain* seiring dengan peningkatan umur pada tenaga kerja. Kasus *heat strain* per 100.000 tenaga kerja 10 kali lipat lebih besar terjadi pada laki-laki berumur di atas 40 tahun dibanding laki-laki berumur di bawah 25 tahun. Jumlah cairan tubuh yang semakin menurun menjadi faktor yang menyebabkan tingginya kasus *heat strain* fatal dan non fatal pada kelompok yang lebih tua (NIOSH, 2016:35).

b. Jenis kelamin

Pria pada umumnya memiliki daya tahan tubuh terhadap panas yang lebih baik daripada wanita. Seorang wanita lebih tahan terhadap suhu dingin daripada suhu panas. Hal ini disebabkan karena tubuh seorang wanita mempunyai jaringan dengan daya konduksi yang lebih rendah terhadap dingin dan daya konduksi yang lebih besar terhadap panas dibandingkan pria, sehingga wanita akan lebih banyak memberikan reaksi perifer apabila bekerja dengan cuaca yang panas (Siswanto, 1991). Selain itu, terdapat perbedaan aklimatisasi antara laki-laki dan wanita. Wanita tidak dapat beraklimatisasi dengan baik seperti laki-laki, karena wanita memiliki kapasitas kardiovaskuler yang lebih kecil.

Perempuan yang memiliki beban kerja yang sama dengan laki-laki rata-rata akan merasa dirugikan. Saat perempuan bekerja pada kondisi kapasitas oksigen yang sama dengan laki-laki, maka performa mereka akan sedikit lebih rendah dibanding laki-laki karena terdapat perbedaan kapasitas termoregulasi pada waktu yang berbeda selama siklus menstruasi yang dialami oleh perempuan (NIOSH,

2016:36). Kapasitas kardiovaskuler dan termoregulasi yang dimiliki oleh perempuan lebih rendah dibandingkan dengan laki-laki, sehingga saat berada di lingkungan yang panas perempuan akan lebih rentan untuk mengalami *heat strain* dibandingkan dengan laki-laki.

c. Status gizi

Berat badan lebih atau obesitas dapat mempengaruhi seseorang terkena penyakit akibat tekanan panas (*heat related disorders*). Seseorang yang obesitas mempunyai risiko 3,5 kali terkena penyakit akibat tekanan panas. Peningkatan berat badan akan membutuhkan energi lebih banyak untuk melakukan kegiatan sehingga akan membutuhkan oksigen yang lebih banyak pula. Peningkatan lapisan subkutan akan meningkatkan pemisah antara kulit dengan jaringan terdalam. Lapisan lemak akan menghambat pemindahan panas dari otot menuju kulit (NIOSH, 2016:37). 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.

d. Status aklimatisasi

Aklimatisasi adalah kemampuan adaptasi tubuh terhadap lingkungan kerja yang panas. Tenaga kerja yang terbiasa bekerja di lingkungan kerja yang panas memiliki risiko yang rendah untuk terkena penyakit akibat pajanan panas dibandingkan dengan pekerja yang tidak terbiasa (WorksafeBC, 2007:7).

Ketika tenaga kerja secara tiba-tiba bekerja di tempat yang panas, tenaga kerja akan mengalami ketidaknyamanan dan beberapa gejala. Gejala yang tampak antara lain peningkatan suhu inti tubuh dan denyut nadi, keluhan sakit kepala, dan gejala lainnya yang berkaitan dengan penyakit akibat tekanan panas. Adaptasi terhadap lingkungan yang panas diperlukan untuk meminimalkan risiko terjadinya penyakit akibat tekanan panas. Proses aklimatisasi merupakan salah satu cara tubuh untuk melakukan adaptasi terhadap lingkungan. Aklimatisasi membuat produksi keringat meningkat dengan keringat yang menjadi lebih encer dan denyut jantung menurun. Setelah terpajan panas selama tujuh sampai empat belas hari, tenaga kerja akan memiliki suhu inti tubuh dan denyut jantung yang rendah,

dan meningkatnya produksi keringat untuk mengurangi gejala akibat tekanan panas atau *thermoregulatory strain* (NIOSH, 2016: 31).

Aklimatisasi memiliki tiga fungsi utama, yaitu (WorksfaeBC, 2007:15):

1) Kebugaran jantung meningkat

Baik denyut jantung maupun suhu inti tubuh akan tetap rendah meskipun bekerja di lingkungan kerja yang panas.

2) Kemampuan berkeringat meningkat

Tenaga kerja yang teraklimatisasi akan berkeringat lebih cepat dan lebih cepat untuk mendinginkan tubuh.

3) Kadar garam dalam keringat menjadi rendah

Kadar garam yang rendah dalam keringat dapat mencegah terjadinya kekurangan garam (*salt depletion*), meskipun tetap akan ada pengurangan kadar garam yang signifikan disebabkan oleh peningkatan volume keringat.

Aklimatisasi biasanya diperoleh setelah pajanan bertahap terhadap lingkungan kerja yang panas selama tujuh hari berturut-turut, tetapi dapat juga mencapai tiga minggu pajanan. Waktu yang diperlukan untuk aklimatisasi dipengaruhi oleh faktor individu. Pekerja yang lebih tua dengan penyakit jantung membutuhkan waktu yang lebih panjang dan jadwal aklimatisasi yang lebih bertahap daripada pekerja yang lebih muda. Jadwal aklimatisasi juga sangat bervariasi, tergantung jenis aktivitas yang dilakukan tenaga kerja dan kondisi lingkungan sekitar. Keuntungan dari aklimatisasi adalah pekerja dapat membuang panas lebih cepat daripada panas yang diserap oleh tubuh. Kemampuan aklimatisasi akan menghilang setelah pekerja meninggalkan pekerjaannya selama seminggu. Oleh karena itu, pada hari pertama setelah cuti selama lebih dari satu minggu sebaiknya tenaga kerja bekerja dengan kapasitas yang lebih kecil dibandingkan biasanya (WorksfaeBC, 2007:16).

Dampak akibat tekanan panas yaitu *heat strain* mudah terjadi pada tenaga kerja yang tidak teraklimatisasi. Aklimatisasi dapat dicapai dalam waktu tujuh hari. Setelah tujuh hari berada di tempat panas, tenaga kerja mampu bekerja tanpa pengaruh tekanan panas. Hal ini tergantung dari aklimatisasi setiap individu yang dilihat dari beban kerja sehingga diperlukan variasi kerja. Jadwal aklimatisasi

dimulai dengan pajanan 50 persen saat hari pertama kerja untuk mengantisipasi kelebihan beban kerja. Pada hari berikutnya ditingkatkan 10 persen setiap harinya, sehingga mencapai 100 persen pada hari keenam. Aklimatisasi terhadap panas akan bertahan selama satu minggu jika tidak terpajan panas, daya aklimatisasi seseorang akan hilang setelah tiga minggu tidak terpajan panas. Tenaga kerja yang sudah lama cuti, tenaga kerja baru, dan buruh kontrak dari lokasi yang iklim kerja yang lebih dingin dan belum teraklimatisasi sehingga harus menjadi pertimbangan ketika menyusun jadwal kerja di lingkungan kerja yang panas. Pada umumnya, tenaga kerja harus diizinkan menjalani proses aklimatisasi selama satu sampai dua minggu.

e. Status hidrasi

Air merupakan syarat bagi tubuh manusia agar berfungsi secara efektif. Jumlah keseluruhan air di dalam tubuh sekitar 60 persen dari berat badan. Cairan di dalam tubuh dibagi menjadi dua bagian yaitu cairan intraseluler dan cairan ekstraseluler. Cairan intraseluler ditemukan di dalam sel tubuh sebesar 67 persen total air di dalam tubuh. Sedangkan, cairan ekstraseluler terdapat di plasma darah sebesar 8 persen dan di antara membran sel dan pembuluh darah sebesar 25 persen (Hunt, 2011:16). Air di dalam tubuh dapat hilang melalui keringat, buang air kecil, buang air besar, dan pernapasan. Makan dan minum merupakan cara untuk mengganti cairan tubuh yang hilang.

Menurut Suma'mur (2009), pekerjaan di tempat panas harus diperhatikan secara khusus kebutuhan air dan garam sebagai pengganti cairan tubuh yang hilang. Lingkungan kerja yang panas dan beban kerja berat diperlukan minimal 2,8 liter air minum, bagi tenaga kerja dengan pekerjaan ringan dianjurkan 1,9 liter air minum. Kadar garam tidak boleh lebih tinggi melainkan sekitar 0,2 persen (Siswanto, 1991). Tenaga kerja yang bekerja di lingkungan kerja panas diharuskan minum air tanpa menunggu tenaga kerja merasa haus dan dianjurkan minum sebanyak 250 ml setiap 30 menit. Menurut WorksafeBC (2007:18), tenaga kerja harus minum air sebanyak dua gelas (1/2 liter) sebelum mulai bekerja di lingkungan panas dan satu gelas selama 20 menit selama bekerja. Tenaga kerja tidak harus menunggu sampai haus untuk mengganti cairan yang hilang. Pemberi

kerja perlu memberikan fasilitas air minum dekat dengan tenaga kerja yang terpapar panas. Air minum tidak perlu dalam keadaan dingin, air minum cukup berada dalam suhu 10°C sampai 15°C. Cairan yang mengandung kopi atau alkohol tidak cocok bagi tenaga kerja yang terpajan panas karena minuman tersebut dapat meningkatkan risiko dehidrasi. Selain minum air, konsumsi buah-buahan juga dapat mengganti cairan tubuh yang hilang.

Di dalam tubuh, kelenjar endokrin membantu tubuh untuk mempertahankan keseimbangan cairan dengan penurunan volume plasma dan kenaikan osmolalitas plasma. Osmolalitas plasma merupakan konsentrasi larutan yang dinyatakan sebagai jumlah partikel zat terlarut per kilogram seluruh cairan tubuh, apabila tercapai keseimbangan antara cairan intrasel dan ekstrasel maka osmolalitas plasma mewakili osmolalitas seluruh cairan tubuh. Saat osmoreseptor mendeteksi perubahan volume plasma dan kenaikan osmolalitas plasma, maka hipotalamus merangsang kelenjar pituitari untuk melepaskan *anti-deuretic hormone* (ADH). Sehingga, meningkatkan penyerapan kembali air di ginjal dan munculnya rasa haus untuk mengembalikan volume plasma dan osmolalitas menjadi normal kembali.

Apabila cairan yang hilang di dalam tubuh tidak diganti, maka dehidrasi atau *hypohydration* akan terjadi. Kehilangan cairan tubuh selama bekerja di tempat panas terjadi melalui keringat. Pada kondisi olahraga ataupun bekerja dengan pakaian yang sulit untuk melepaskan panas, volume rata-rata keringat berkisar antara 0,5 liter per jam sampai 2 liter per jam. Dehidrasi merupakan faktor risiko terjadinya *heat strain* terutama bagi pekerja yang bekerja di lingkungan kerja panas (Hunt, 2011:17).

f. Kondisi Kesehatan

Menurut Bishop (dalam Fauzi, 2013:22), demam dapat menimbulkan efek pada sistem saraf dan suhu tubuh di atas kondisi normal. Hal ini berarti tenaga kerja yang demam akan menghasilkan penyimpanan panas lebih tinggi dari kondisi normal, kondisi ini sangat berbahaya bagi kesehatan tenaga kerja. Selain itu, paparan tekanan panas terhadap seseorang yang sehat menyebabkan berbagai reaksi fisiologis yang penting untuk termoregulasi.

Penyakit jantung dan pengobatannya seperti diet rendah garam memperlemah kemampuan tubuh untuk menghilangkan kelebihan panas. Kondisi kesehatan lainnya yang berisiko terhadap terjadinya *heat related disorders* yaitu diabetes mellitus, *cystic fibrosis*, dan hipertiroidisme (WorksafeBC, 2007:8). Kondisi tersebut mengurangi kemampuan tubuh untuk beradaptasi dengan perubahan suhu lingkungan yang terjadi. Penyakit diabetes mellitus menyebabkan gangguan pelebaran pembuluh darah saat mengalirkan darah menuju kulit untuk melepaskan panas. Penurunan respon keringat juga terjadi pada penderita penyakit diabetes mellitus yang berpotensi mempengaruhi kemampuan tubuh untuk mempertahankan suhu inti. Beberapa perubahan metabolik tersebut dapat menurunkan kemampuan toleransi tubuh terhadap suhu panas.

Kondisi kesehatan lainnya yang dapat membuat seseorang mengalami *heat strain* antara lain tekanan darah tinggi (hipertensi), penyakit pernapasan, dan penyakit kulit (*rashes*) (OSHS, 1997:70). Hipertensi ditandai dengan terjadinya elevasi resistensi perifer dan disertai dengan berbagai perubahan sirkulasi perifer. Perubahan tersebut dapat menyebabkan gangguan dalam pengendalian aliran darah pada kulit dan berakibat pada melemahnya regulasi suhu inti tubuh. Saat melakukan aktivitas, penderita hipertensi mengalami *heat strain* lebih besar dibandingkan kelompok dengan tekanan darah normal (Kenny dalam Fadilah, 2014:34). Penyakit kulit kronis seperti *rashes*, dermatitis, kulit yang baru sembuh dari luka bakar, dan penyakit kulit lainnya dapat mengurangi kemampuan tubuh berkeringat (WorksafeBC, 2007:8).

g. Konsumsi obat-obatan

Beberapa obat yang diresepkan memiliki pengaruh terhadap sistem termoregulasi di dalam tubuh. Menurut WorksafeBC (2007:8), obat-obatan yang dapat menyebabkan masalah ketika bekerja di lingkungan panas meliputi obat *anticholinergic*, *antihistamines*, *antipsychotic phenothiazines*, *beta blockers*, *calcium channel blockers*, *cyclic antidepressants*, *diuretics*, *lithium*, *monoamino oxidase inhibitors*. Golongan obat-obatan antihipertensi, diuretik dan antidepresan yang telah diresepkan untuk pengobatan terapeutik dapat mempengaruhi sistem termoregulasi. Obat-obatan tersebut mempunyai efek terhadap aktivitas sistem

saraf pusat, peredaran darah, dan pengaturan cairan tubuh sehingga berpotensi menghambat daya toleransi tubuh terhadap panas (NIOSH, 2016:37). Beberapa obat dapat menaikkan suhu inti tubuh dan menurunkan kemampuan tubuh untuk menghilangkan panas.

h. Konsumsi alkohol

Alkohol mempunyai pengaruh terhadap terjadinya *heat related disorders*. Alkohol dapat mengganggu fungsi sistem saraf pusat dan perifer yang bekerja sama dengan hipohidrosis dengan menekan produksi hormon antidiuretik (ADH). Konsumsi alkohol selama bekerja tidak diperbolehkan karena dapat mengurangi toleransi panas dan meningkatkan risiko terjadinya *heat related disorders* (NIOSH, 2016:38). Menurut WorksafeBC (2007:9), konsumsi alkohol meningkatkan kehilangan air di dalam tubuh dan menyebabkan dehidrasi pekerja meskipun pekerja sudah teraklimatisasi.

2.4.4 Pengukuran *Heat Strain*

Indeks *heat strain* berdasarkan parameter fisiologis yang diusulkan oleh McArdle *et al.* pada tahun 1947 yang mengembangkan metode penilaian *heat strain* menggunakan parameter fisiologis tingkat pengeluaran keringat selama empat jam dalam kondisi iklim yang berbeda-beda. Namun, produksi keringat tidak secara efektif dapat menentukan *heat strain*. Indeks fisiologis untuk menilai *heat strain* bergantung pada suhu rektal (T_{re}), denyut jantung (HR), suhu kulit (T_{sk}), dan tingkat pengeluaran keringat (msw) (Robinson *et al.* dalam Moran, 1998:129). Kedua metode tersebut hanya dapat digunakan untuk laki-laki sehat yang sudah teraklimatisasi.

Pada tahun 1960, Hall dan Plote (dalam Moran, 1998:129) mengusulkan penilaian *heat strain* berdasarkan simpanan panas dalam tubuh, suhu rektal, denyut jantung, dan tingkat pengeluaran keringat. Perhitungan yang rumit menjadi alasan metode tersebut tidak dapat digunakan secara luas (universal). Hubac *et al.* (dalam Moran, 1998:129) menyatakan bahwa terdapat metode lain untuk mengevaluasi *heat strain* berdasarkan *heat strain index* (HSI), pengukuran denyut

jantung dan tingkat pengeluaran keringat. Namun, indeks ini dikembangkan untuk pekerjaan selama delapan jam tanpa istirahat, dimana metode ini begitu rumit.

Metode penilaian *heat strain* menggunakan *physiological strain index* (PSI) diperkenalkan pertama kali pada tahun 1998 oleh Moran *et al.*. Metode *physiological strain index* ini berdasarkan pada pengukuran denyut jantung dan suhu tubuh, yang dimasukkan dalam rumus sebagai berikut:

$$PSI = 5 \frac{(Tret - Tro)}{(39,5 - Tro)} + 5 \frac{(HRt - HRo)}{(180 - HRo)}$$

$$PSI = 5 \frac{(Tret - 36,5)}{(39,5 - 36,5)} + 5 \frac{(HRt - 60)}{(180 - 60)}$$

Keterangan:

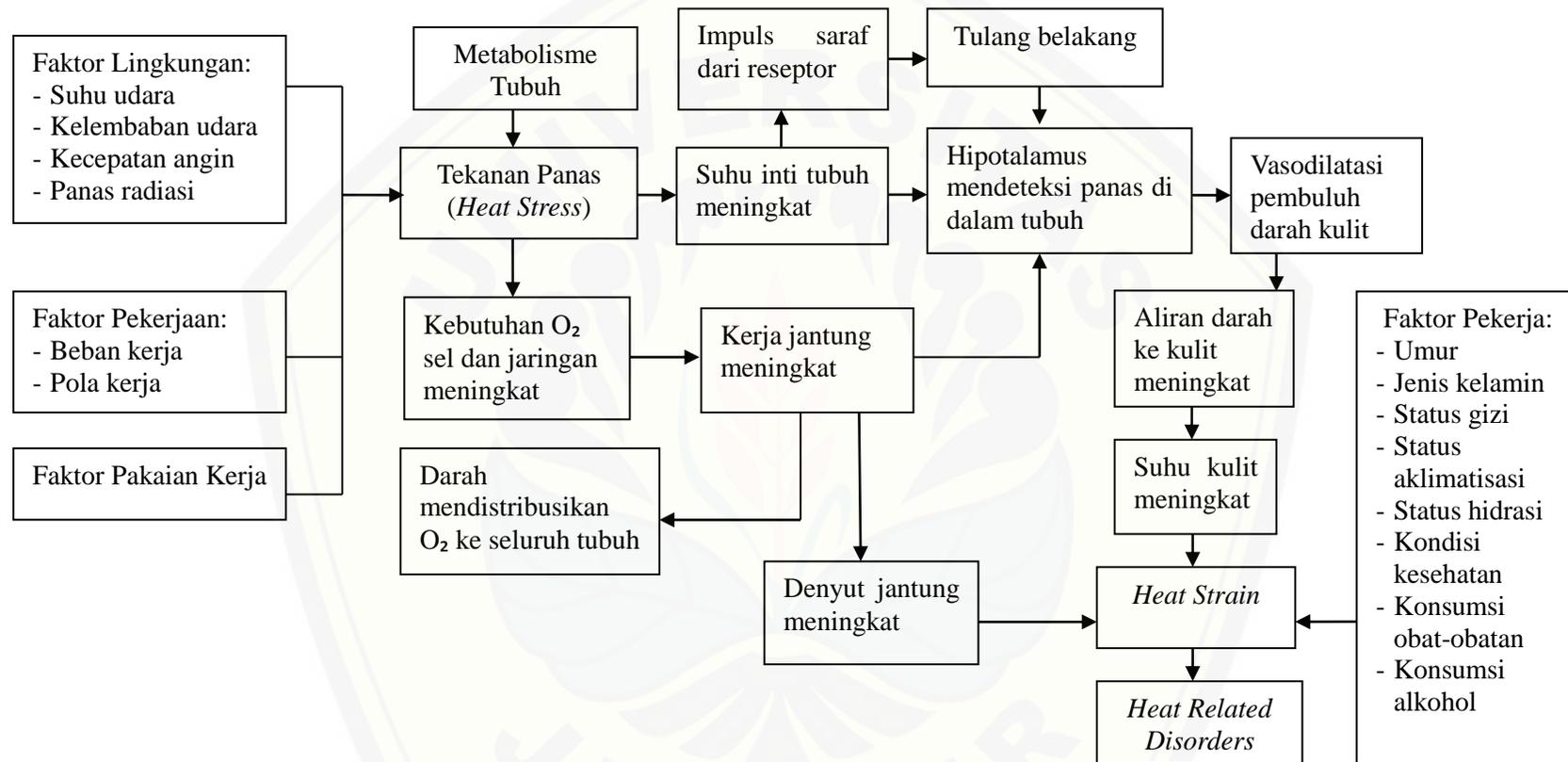
- Tret = suhu inti tubuh saat kerja (°C)
Tro = standar suhu tubuh terendah (°C)
HRt = denyut jantung saat kerja (bpm)
Hro = denyut jantung terendah (bpm)

T dan HR menggambarkan kombinasi sistem pengaturan panas (suhu inti tubuh) dan beban kerja jantung (denyut jantung), sedangkan angka 5 menunjukkan konstanta yang digunakan pada rumus PSI tersebut. Tret dan HRt diukur dalam waktu yang sama selama paparan tekanan panas berlangsung. Indeks nilai PSI berkisar antara 0 sampai 10, dimana nilai suhu inti tubuh yaitu $36,5^{\circ}\text{C} \leq Tret \leq 39,5^{\circ}\text{C}$ dan nilai denyut nadi yaitu $60 \text{ bpm} \leq HR \leq 180 \text{ bpm}$.

Angka 36,5 merupakan standar suhu tubuh terendah dan angka 60 merupakan denyut jantung terendah, sedangkan angka 39,5 merupakan standar suhu tubuh tertinggi dan angka 180 merupakan denyut jantung tertinggi. Hasil perhitungan PSI kemudian dibedakan menjadi beberapa tingkatan *heat strain*, sebagai berikut (Moran, 1998:131):

- a. Tidak mengalami *heat strain* : 0 - 2
- b. *Heat strain* kategori rendah : 3 - 4
- c. *Heat strain* kategori sedang : 5 - 6
- d. *Heat strain* kategori tinggi : 7 - 8
- e. *Heat strain* kategori sangat tinggi : 9 - 10

2.5 Kerangka Teori



Gambar 2.2 Kerangka Teori

Kerangka teori ini modifikasi dari: OSHS (1997), Guyton *et al.* (2006), WorksafeBC (2007), ACGIH (2011), Hunt, (2011), NIOSH, (2016).

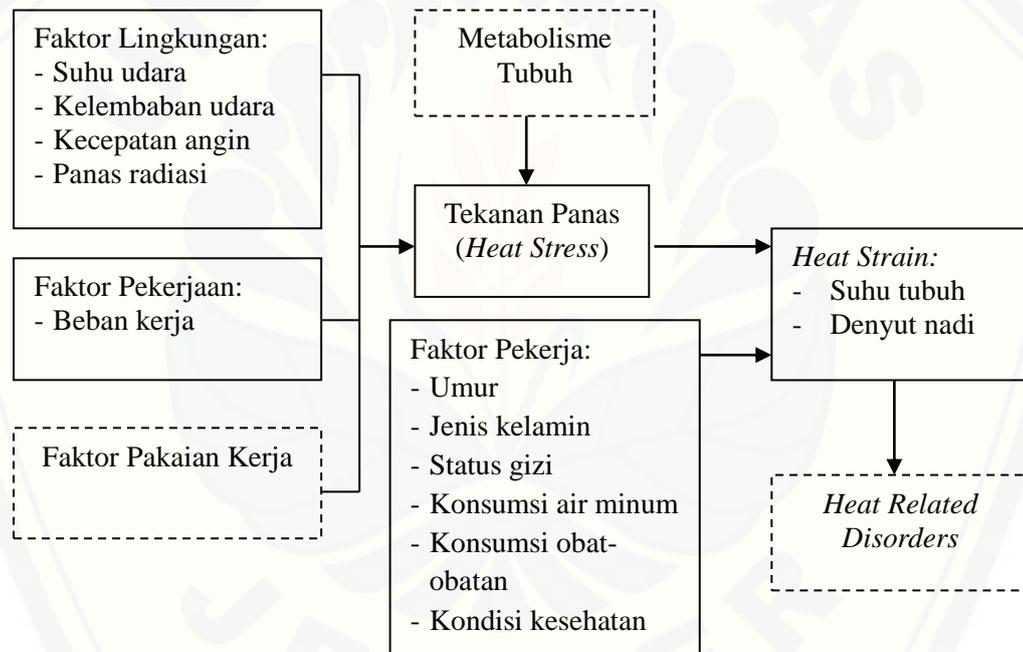
Berdasarkan kerangka teori pada Gambar 2.2, diketahui bahwa tekanan panas (*heat stress*) terbentuk dari faktor lingkungan yaitu suhu udara, kelembaban udara, kecepatan angin, dan panas radiasi, dari faktor pekerjaan yaitu beban kerja, dan pola kerja, dari pakaian kerja, dan dari metabolisme tubuh (ACGIH, 2011). Tekanan panas menyebabkan suhu inti tubuh dan kerja jantung meningkat. Ketika suhu inti tubuh meningkat, impuls saraf dari reseptor menuju ke tulang belakang, dan memberikan informasi ke hipotalamus. Hipotalamus mendeteksi adanya kelebihan panas di dalam tubuh sehingga hipotalamus merespon untuk menghilangkan panas tubuh. Panas di dalam tubuh dikeluarkan dengan vasodilatasi pembuluh darah kulit. Panas dibawa oleh aliran darah ke kulit sehingga suhu kulit meningkat (Hunt, 2011:14). Apabila suhu kulit terus meningkat menyebabkan *heat strain*. Namun, apabila suhu kulit yang naik mengalami evaporasi keringat maka suhu tubuh normal kembali. Selain itu, tekanan panas menyebabkan kebutuhan oksigen sel dan jaringan di dalam tubuh meningkat. Jantung memompa darah lebih cepat untuk mendistribusikan darah kaya oksigen ke seluruh tubuh. Kerja jantung yang meningkat menyebabkan denyut jantung meningkat, dimana peningkatan denyut jantung merupakan salah satu gejala *heat strain* (OSHS, 1997:18). Selain faktor lingkungan, pekerjaan, dan pakaian kerja, faktor pekerja juga merupakan faktor terjadinya *heat strain* yaitu umur, jenis kelamin, status gizi, status aklimatisasi, status hidrasi, kondisi kesehatan, konsumsi obat-obatan, dan konsumsi alkohol (NIOSH, 2016:33). *Heat strain* dapat berubah menjadi *heat related disorders* yang sangat berbahaya bagi tenaga kerja apabila tidak segera dilakukan penanganan.

2.6 Kerangka Konsep

Konsep adalah suatu abstraksi yang dibentuk dengan menggeneralisasikan suatu pengertian, sehingga konsep tidak dapat diukur dan diamati secara langsung. Konsep hanya dapat diamati atau diukur melalui konstruk yang lebih dikenal dengan variabel. Variabel merupakan atribut dari bidang keilmuan atau kegiatan tertentu, dinamakan variabel karena ada variasinya (Sugiyono, 2011:38).

Sedangkan, kerangka konsep merupakan model konseptual tentang hubungan antar variabel yang tersusun dari berbagai teori yang telah dideskripsikan.

Kerangka konsep di bawah ini didasarkan pada beberapa faktor yang mempengaruhi *heat strain*. Faktor-faktor tersebut meliputi tekanan panas dan faktor pekerja. Tekanan panas terdiri dari faktor lingkungan, pekerjaan, pakaian kerja dan metabolisme tubuh. Faktor pekerja terdiri dari umur, jenis kelamin, status gizi, konsumsi air minum, konsumsi obat-obatan, kondisi kesehatan. Variabel terikat (*dependent variable*) dalam penelitian ini adalah *heat strain* dan variabel bebasnya (*independent variable*) adalah tekanan panas dan faktor pekerja.



Keterangan:

- : variabel yang diteliti
 : variabel yang tidak diteliti

Gambar 2.3 Kerangka Konsep

2.7 Hipotesis Penelitian

Hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian, dimana rumusan masalah penelitian telah dinyatakan dalam bentuk kalimat pertanyaan (Sugiyono, 2011:159). Hipotesis berfungsi untuk menentukan ke arah pembuktian, artinya hipotesis ini merupakan pernyataan yang harus dibuktikan (Notoatmodjo, 2012:21). Berdasarkan tujuan khusus penelitian dan kerangka konseptual, maka dapat dirumuskan hipotesis penelitian yaitu sebagai berikut:

- a. Ada hubungan tekanan panas dengan *heat strain* pada pekerja di industri kerupuk Kelurahan Giri Kecamatan Giri Kabupaten Banyuwangi.
- b. Ada hubungan faktor pekerja dengan *heat strain* pada pekerja di industri kerupuk Kelurahan Giri Kecamatan Giri Kabupaten Banyuwangi.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian observasional analitik. Penelitian observasional analitik adalah penelitian yang melakukan pengamatan atau pengukuran terhadap berbagai jenis variabel penelitian tanpa berupaya melakukan intervensi dan mencari hubungan antara variabel yang satu dengan variabel lainnya. Pada penelitian observasional analitik dilakukan analisis terhadap data sehingga diperlukan hipotesis yang harus diformulasikan sebelum penelitian dimulai untuk divalidasi dengan data empiris yang dikumpulkan (Sastroasmoro, 2011:108). Di dalam penelitian ini, peneliti hanya melakukan wawancara dan pengukuran suhu tubuh dan denyut nadi saat kerja, status gizi, beban kerja serta pengukuran iklim kerja lingkungan tanpa melakukan intervensi atau memberikan perlakuan. Peneliti hanya ingin mengetahui hubungan tekanan panas dan faktor pekerja dengan *heat strain* pada pekerja pembuat kerupuk di Kelurahan Giri Kecamatan Giri Kabupaten Banyuwangi.

Berdasarkan waktu penelitian, penelitian ini termasuk penelitian *cross sectional* karena variabel bebas (*independent variable*) yaitu tekanan panas dan faktor pekerja, serta variabel terikat (*dependent variable*) yaitu *heat strain* akan dilakukan observasi dan pengukuran variabel pada satu saat tertentu. Artinya, setiap subyek penelitian hanya diobservasi satu kali dan pengukuran variabel dilakukan pada saat pemeriksaan tersebut. Hal ini tidak berarti bahwa semua subyek penelitian diobservasi pada waktu yang sama (Notoatmodjo, 2012:38). Pada penelitian *cross sectional*, peneliti tidak melakukan tindak lanjut terhadap penelitian yang dilakukan (Sastroasmoro, 2011:112).

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di industri kerupuk Kelurahan Giri Kecamatan Giri Kabupaten Banyuwangi yaitu di industri kerupuk ikan tengiri (Muhaimin), UD Sumber Rasa, dan industri kerupuk Usman.

3.2.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian untuk menyusun proposal, mengumpulkan data, pengolahan data, sampai pada hasil penelitian dilaksanakan selama bulan Maret 2017 sampai Oktober 2017.

3.3 Populasi dan Sampel Penelitian

3.3.1 Populasi Penelitian

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri dari obyek atau subjek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2011:80). Populasi dari penelitian ini adalah semua pekerja di industri kerupuk Kelurahan Giri Kecamatan Giri Kabupaten Banyuwangi berjumlah 91 orang.

3.3.2 Sampel Penelitian

Sampel penelitian adalah bagian dari populasi yang dipilih dengan cara tertentu hingga dianggap dapat mewakili populasinya (Sastroasmoro, 2011:90).

Penentuan besar sampel dalam penelitian ini menggunakan perhitungan dengan rumus, sebagai berikut:

$$n = \frac{\left(Z_{1-\frac{\alpha}{2}}\right)^2 p(1-p)N}{d^2(N-1) + \left(Z_{1-\alpha/2}\right)^2 pq}$$

$$n = \frac{(1,96^2)0,5(1-0,5)91}{(0,1^2)(91-1) + (1,96^2)0,5(0,5)}$$

$$n = \frac{(3,8416) 0,25 (91)}{0,01 (90) + (3,8416)0,25}$$

$$n = \frac{87,3964}{1,8604}$$

$$n = 46,97 \approx 47$$

Keterangan:

n = besar sampel

N = besar populasi

d = presisi absolut kesalahan (0,1)

$Z_{1-\alpha/2}$ = nilai Z pada kurva normal untuk $\alpha = 0,05 = 1,96$

p = nilai proporsi sebesar 0,5

q = $(1 - p) = (1 - 0,5) = 0,5$

Jumlah sampel minimal ditambah 10% sebagai antisipasi *drop out*, dengan perhitungan sebagai berikut (Sastroasmoro dan Ismail, 2012:376).

$$n' = \frac{n}{1 - f}$$

$$n' = \frac{47}{1 - 0,1}$$

$$n' = 52,22 \approx 52$$

Keterangan:

n' = jumlah sampel penelitian

n = besar sampel yang dihitung

f = perkiraan proporsi *drop out*, kira-kira 10% ($f = 0,1$)

Berdasarkan perhitungan penentuan besar sampel tersebut, peneliti memperoleh besar sampel sebanyak 52 orang. Sampel tersebut akan diambil di 3 industri kerupuk Kelurahan Giri Kecamatan Giri Kabupaten Banyuwangi.

3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *cluster sampling* yaitu pengambilan sampel yang berdasarkan pada kelompok-kelompok (*cluster-cluster*) tertentu. Peneliti tidak mendaftarkan semua anggota kelompok atau unit yang ada dalam populasi tetapi cukup mendaftarkan banyaknya kelompok yang ada di dalam populasi tersebut, kemudian mengambil beberapa sampel berdasarkan kelompok-kelompok tersebut (Notoatmodjo, 2012:123). Pada penelitian ini, terdapat 3 industri kerupuk di Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi dan terdapat 4 tupoksi kerja yang dijadikan *cluster* dengan populasi sebanyak 91 orang. Jumlah pekerja yang dijadikan sampel pada setiap industri kerupuk ditentukan secara proporsional, berdasarkan jumlah populasi pada setiap industri. Pengambilan sampel pada setiap industri kerupuk dilakukan secara *random*.

Banyaknya sampel dari setiap industri kerupuk ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$ni = \frac{nh}{N} \times n$$

Keterangan:

ni = besarnya sampel untuk sub populasi

nh = jumlah pekerja per industri

N = jumlah populasi

n = besar sampel

Tabel 3.1 Distribusi Besar Sampel di Setiap Industri Kerupuk Kelurahan Giri Kecamatan Giri Kabupaten Banyuwangi

No.	Industri Kerupuk	Jumlah Populasi	Besar Sampel
1	Industri Kerupuk Ikan Tengiri (Muhaimin)	13	7
2	UD. Sumber Rasa	70	41
3	Industri Kerupuk Usman	8	4
Jumlah		91	52

Setelah mendapatkan besar sampel di setiap industri, maka ditentukan jumlah responden pada setiap tupoksi kerja. Distribusi besar sampel berdasarkan tupoksi kerja dapat dilihat pada Tabel 3.2, sebagai berikut:

Tabel 3.2 Distribusi besar sampel berdasarkan tupoksi kerja di Industri Kerupuk Kelurahan Giri Kecamatan Giri Kabupaten Banyuwangi

No.	Industri Kerupuk	Tupoksi Kerja	Jumlah Pekerja	Besar Sampel	Sumber Panas
1	Industri Kerupuk Ikan Tengiri (Muhaimin)	a. Pengadonan	3	2	Tempat kukus, boiler
		b. Pencetakan	6	3	Tempat kukus, boiler
		c. Pengukusan	2	1	Tempat kukus, boiler
		d. Penjemuran	2	1	Sinar Matahari
2	UD Sumber Rasa	a. Pengadonan	4	2	Tempat kukus, boiler
		b. Percetakan	46	27	Tempat kukus, boiler
		c. Pengukusan	8	5	Tempat kukus, boiler
		d. Penjemuran	12	7	Sinar Matahari
3	Industri Kerupuk Usman	a. Pengadonan	2	1	Pembakaran kayu, tempat kukus
		b. Percetakan	2	1	Pembakaran kayu, tempat kukus
		c. Pengukusan	2	1	Pembakaran kayu, tempat kukus
		d. Penjemuran	2	1	Sinar Matahari
Jumlah			91	52	

3.3.4 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria inklusi adalah kriteria atau ciri-ciri yang perlu dipenuhi oleh setiap anggota populasi yang dapat diambil sebagai sampel. Kriteria eksklusi adalah ciri-ciri anggota populasi yang tidak dapat diambil sebagai sampel (Notoatmodjo,2012:130).

Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah:

- a. Pekerja yang tidak mengalami demam saat penelitian dilakukan,
- b. Pekerja yang tidak memiliki infeksi telinga atau pernah melakukan operasi di telinga (sebagai syarat untuk bisa diukur suhu tubuhnya di membran timpani),
- c. Pekerja yang beraklimatisasi. Hal ini diketahui dari lama pekerja bekerja di industri kerupuk yaitu 7 hari kerja tanpa libur terhitung dari saat penelitian dilakukan.

Kriteria eksklusi dalam penelitian ini adalah:

- a. Pekerja pembuat kerupuk yang pada saat penelitian dilakukan minum kopi.

3.4 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

3.4.1 Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, obyek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2011:38). Variabel-variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

- a. Variabel bebas (*independent variable*)

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab perubahannya atau timbulnya variabel terikat (Sugiyono,2011:39). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah tekanan panas dan faktor pekerja.

- b. Variabel terikat (*dependent variable*)

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas (Sugiyono, 2011:39). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah *heat strain*.

3.4.2 Definisi Operasional

Tabel 3.3 Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi Operasional	Kategori	Teknik Pengambilan Data	Skala Data
<i>Variabel Dependent</i>					
1.	<i>Heat Strain</i>	Respon fisiologis tubuh akibat paparan tekanan panas, yang diukur dengan termometer untuk menentukan besarnya suhu tubuh dan perabaan arteri <i>radialis</i> selama satu menit saat paparan panas berlangsung untuk mengetahui denyut nadi saat kerja.	1. 0 – 2: Tidak mengalami <i>heat strain</i> , 2. 3 – 4: <i>Heat strain</i> kategori rendah, 3. 5 – 6: <i>Heat strain</i> kategori sedang, 4. 7 – 8: <i>Heat strain</i> kategori tinggi, 5. 9 – 10: <i>Heat strain</i> kategori sangat tinggi (Moran, 1998:131).	Pengukuran suhu melalui membran timpani dengan termometer inframerah digital dan pengukuran denyut nadi saat kerja dengan perabaan di arteri <i>radialis</i> selama satu menit.	Ordinal
a.	Suhu Tubuh	Keseimbangan produksi panas dan pengeluaran panas dari tubuh yang diukur dalam unit panas disebut derajat.	Derajat Celcius (°C)	Pengukuran suhu tubuh melalui membran timpani dengan termometer digital inframerah.	Rasio
b.	Denyut Nadi	Denyutan arteri dari gelombang darah yang mengalir melalui pembuluh darah dalam satu menit sebagai respon dari detak jantung.	Denyut/menit	Perabaan arteri <i>radialis</i> pada pangkal ibu jari di pergelangan tangan dengan jari tengah dan jari telunjuk selama satu menit.	Rasio
<i>Variabel Independent</i>					
2.	Umur	Lama waktu hidup responden sejak dilahirkan sampai dilakukan penelitian.	1. ≤ 40 tahun 2. > 40 tahun (NIOSH, 2016:35).	Wawancara menggunakan kuesioner	Ordinal
3.	Jenis Kelamin	Ciri fisik dan biologis yang membedakan laki-laki dan perempuan.	1. Laki-laki 2. Perempuan	Wawancara menggunakan kuesioner	Nominal

No.	Variabel	Definisi Operasional	Kategori	Teknik Pengambilan Data	Skala Data
4.	Status Gizi	Keadaan gizi pekerja yang dihitung berdasarkan indeks massa tubuh (IMT) yang diukur dengan cara berat badan dalam satuan kilogram (kg) dibagi dengan tinggi badan dalam satuan meter kuadrat (meter ²). Rumus: $IMT = \frac{BB \text{ (kg)}}{TB^2 \text{ (m}^2\text{)}}$ (Supariasa <i>et al.</i> , 2012:60).	1. < 17,0 : kurus tingkat berat, 2. 17,0 – 18,5 : kurus tingkat ringan, 3. > 18,5 – 25,0 : normal, 4. > 25,0 – 27,0 : gemuk tingkat ringan, 5. > 27,0 : gemuk tingkat berat (Depkes dalam Supariasa <i>et al.</i> , 2012:61).	Pengukuran berat badan dengan <i>bathroomscale</i> dan tinggi badan dengan <i>microtoise</i> pada pekerja sebelum bekerja dengan kondisi pekerja memakai baju seminimal mungkin.	Ordinal
5.	Konsumsi air minum	Konsumsi air putih pekerja selama pekerja bekerja. (1 gelas = 240 ml)	1. < 8 gelas 2. ≥ 8 gelas (WorksafeBC, 2007:18).	Wawancara menggunakan kuesioner	Ordinal
6.	Konsumsi obat-obatan	Konsumsi obat yang berisiko menimbulkan <i>heat strain</i> (obat antidepresan, diuretik atau antihipertensi) pada pekerja dalam waktu 24 jam.	1. Ya 2. Tidak	Wawancara menggunakan kuesioner	Nominal
7.	Kondisi Kesehatan	Responden yang menderita penyakit jantung, hipertensi, diabetes mellitus yang sudah didiagnosis oleh dokter sebelumnya.	1. Sakit 2. Tidak sakit	Wawancara menggunakan kuesioner	Nominal
8.	Beban Kerja	Aktivitas responden dalam menerima beban dari luar tubuhnya berupa beban kerja fisik yang diukur dengan parameter denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja.	1. Normal: %CLV < 30% 2. Ringan: %CVL 30 < 60% 3. Sedang: %CVL 60 < 80% 4. Berat: %CVL 80 < 100% 5. Sangat Berat: %CVL > 100% (Tarwaka <i>et al.</i> , 2004:101-102).	Pengukuran denyut nadi secara manual pada arteri radialis menggunakan ujung jari sebelum dan saat bekerja, masing-masing diukur sebanyak dua kali.	Ordinal

No.	Variabel	Definisi Operasional	Kategori	Teknik Pengambilan Data	Skala Data
9.	Tekanan Panas	Paparan panas di lingkungan kerja yang berasal dari kombinasi suhu udara, suhu radiasi, kelembaban udara, dan aktivitas fisik pekerja dengan parameter penilaiannya menggunakan indeks suhu basah dan bola (ISBB) yang terdiri dari suhu kering, suhu basah alami, dan suhu bola. Rumus: ISBB <i>indoor</i> = 0,7 sba + 0,3 sb ISBB <i>outdoor</i> = 0,7 sba + 0,2 sb + 0,1 sk ISBB rata – rata $\frac{ISBB1 t1 + ISBB2 t2 + \dots + ISBBn tn}{t1 + t2 + \dots + tn}$	1. ISBB ≤ NAB 2. ISBB > NAB	Pengukuran tekanan panas dengan digital <i>quest tempt</i> di beberapa titik kerja yang terdapat aktivitas pekerja selama jam kerja berlangsung.	Ordinal
a.	Suhu udara	Ukuran kuantitatif terhadap temperatur (panas atau dingin).	Derajat Celcius (°C)	Digital <i>quest tempt</i>	Rasio
b.	Suhu radiasi	Panas yang dihasilkan dari mesin produksi yang menghasilkan panas ataupun sinar matahari.	Derajat Celcius (°C)	Digital <i>quest tempt</i>	Rasio
c.	Kelembaban udara	Kelembaban udara adalah kandungan uap air dalam udara.	Persen (%)	Digital <i>quest tempt</i>	Rasio

3.5 Sumber Data

3.5.1 Data Primer

Data primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data (Sugiyono, 2011:137). Data primer dalam penelitian ini diperoleh

dari hasil wawancara langsung pada pekerja pembuat kerupuk dengan menggunakan kuesioner mengenai identitas diri, umur, jenis kelamin, konsumsi air minum, konsumsi obat-obatan, dan kondisi kesehatan serta pengukuran status gizi, iklim kerja panas (tekanan panas), beban kerja dan *physiological strain index* pada pekerja pembuat kerupuk.

3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah sumber yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya dokumen (Sugiyono, 2011:137). Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari Dinas Perindustrian Perdagangan dan Pertambangan Kabupaten Banyuwangi yaitu jumlah industri kecil dan menengah (IKM) di Kabupaten Banyuwangi khususnya industri pembuatan kerupuk di Kelurahan Giri Kecamatan Giri Kabupaten Banyuwangi, jumlah tenaga kerja di setiap industri kerupuk di Kecamatan Giri Kabupaten Banyuwangi.

3.6 Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

3.6.1 Teknik Pengumpulan Data

Teknik perolehan data pada penelitian ini dilakukan melalui observasi, pengukuran, wawancara, dan dokumentasi.

a. Observasi

Observasi atau pengamatan adalah suatu prosedur yang terencana yang meliputi melihat, mendengar, dan mencatat sejumlah dan taraf aktivitas tertentu atau situasi yang ada hubungannya dengan masalah yang diteliti (Notoatmodjo, 2012:131). Penulis melakukan observasi untuk memperoleh informasi tentang proses kerja dan kondisi lingkungan kerja di industri pembuatan kerupuk.

b. Pengukuran

Pada penelitian ini terdapat empat pengukuran yang dilakukan, yaitu:

- 1) Pengukuran status gizi pekerja dengan melakukan pengukuran berat badan dan tinggi badan pekerja. Pengukuran status gizi pada pekerja dilakukan sebelum bekerja sebanyak satu kali.

- 2) Pengukuran beban kerja pekerja. Pengukuran ini dilakukan untuk menentukan iklim kerja panas atau tekanan panas sesuai dengan beban kerja pekerja berdasarkan Permenakertrans nomor 13 tahun 2011 tentang nilai ambang batas faktor fisika dan faktor kimia di tempat kerja. Pengukuran beban kerja dilakukan sebelum dan saat bekerja, masing-masing diukur sebanyak dua kali. Denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat diukur selama satu menit.
- 3) Pengukuran tekanan panas di beberapa titik lingkungan kerja, setiap titik pengukuran diukur menggunakan digital *questempt* minimal selama 10 menit atau sampai angka di monitor digital *questempt* stabil (tidak berubah-ubah). Jumlah titik pengukurannya disesuaikan dengan jumlah sumber panas dan luas area yang terpajan panas dimana terdapat aktivitas pekerja di area tersebut.
- 4) Pengukuran *heat strain* pekerja dengan mengukur suhu inti tubuh dan denyut nadi per menit pekerja selama bekerja dengan paparan panas di lingkungan kerja. Denyut nadi diukur selama satu menit, sedangkan suhu inti tubuh diukur sampai termometer digital inframerah memberikan kode bahwa pengukuran suhu tubuh telah selesai (minimal 1 detik).

c. Wawancara

Wawancara adalah suatu metode yang dipergunakan untuk mengumpulkan data, dimana peneliti mendapatkan keterangan atau informasi secara lisan dari seseorang sasaran penelitian (responden), atau bercakap-cakap berhadapan muka dengan orang tersebut (Notoatmodjo, 2012:139). Wawancara dalam penelitian ini dilakukan untuk memperoleh data mengenai umur, jenis kelamin, konsumsi air minum, konsumsi obat-obatan selama 24 jam, dan kondisi kesehatan pekerja di industri kerupuk Kelurahan Giri Kecamatan Giri Kabupaten Banyuwangi.

d. Dokumentasi

Dokumentasi adalah catatan peristiwa yang sudah berlalu. Dokumentasi bisa berbentuk tulisan, gambar, atau karya-karya monumental dari seseorang. Dokumentasi merupakan pelengkap dari penggunaan metode observasi dan wawancara dalam penelitian (Sugiyono, 2011:240). Dokumentasi dalam

penelitian ini digunakan untuk memperoleh data awal sebagai latar belakang penelitian dan data terkait jumlah industri kecil menengah (IKM) di Kabupaten Banyuwangi khususnya industri kerupuk di Kelurahan Giri Kecamatan Giri Kabupaten Banyuwangi serta jumlah pekerja setiap industri kerupuk di Kelurahan Giri Kecamatan Giri Kabupaten Banyuwangi.

3.6.2 Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen penelitian adalah alat-alat yang akan digunakan peneliti dalam pengumpulan data (Notoatmodjo, 2012:152). Instrumen tersebut digunakan sebagai alat untuk mendapatkan informasi tentang variabel yang diteliti. Pada penelitian ini, instrumen pengumpulan data yang digunakan adalah kuesioner untuk wawancara, *bathroomscale* dan *microtoise* untuk mengukur status gizi responden, termometer digital inframerah dan pengukuran denyut nadi per menit selama bekerja untuk mengukur *heat strain*, pengukuran denyut nadi secara manual pada *arteri radialis* sebelum dan saat tenaga kerja bekerja untuk mengukur beban kerja fisik, *thermocouple* atau digital *questem 36* untuk mengukur tekanan panas.

a. Kuesioner

Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawabnya (Sugiyono, 2011:142). Kuesioner dalam penelitian ini digunakan dalam melakukan wawancara terhadap responden untuk memperoleh data tentang umur, jenis kelamin, konsumsi air minum, konsumsi obat-obatan selama 24 jam dan kondisi kesehatan pekerja di industri kerupuk Kelurahan Giri Kecamatan Giri Kabupaten Banyuwangi.

b. Pengukuran Status Gizi

Alat ukur yang digunakan untuk mengukur berat badan (BB) adalah *bathroomscale* dan untuk mengukur tinggi badan (TB) adalah *microtoise* yang nantinya dapat digunakan untuk menentukan indeks massa tubuh (IMT).

1) Pengukuran berat badan dengan *bathroomscale*

Langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut:

- a) Jarum penunjuk berat badan harus menunjuk angka nol.
 - b) Pakaian yang dikenakan diusahakan seminim mungkin, baju atau pakaian yang tebal dan alas kaki harus dilepas.
 - c) Responden berdiri di atas *bathroomscale* dan angka yang ditunjuk oleh jarum penunjuk adalah berat badan responden.
- 2) Pengukuran tinggi badan dengan *microtoise*

Langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut (Ningtyas, 2010:49):

- a) *Microtoise* ditempelkan dengan paku pada dinding yang lurus datar setinggi 2 meter dari lantai. Pada dinding lantai yang rata, angka menunjukkan angka nol.
 - b) Alas kaki dilepas. Responden harus berdiri tegak seperti sikap siap sempurna dalam baris-berbaris. Kaki lurus serta tumit, pantat, punggung, dan kepala bagian belakang menempel pada dinding dan muka menghadap lurus ke depan.
 - c) *Microtoise* diturunkan sampai rapat pada kepala bagian atas, siku-siku harus menempel pada dinding. Saat pembacaan hasil, pengukur sejajar dengan *microtoise*. Baca angka pada skala yang tampak pada lubang dalam gulungan *microtoise*. Angka yang muncul tersebut menunjukkan tinggi badan yang diukur.
- 3) Perhitungan status gizi

Perhitungan IMT adalah sebagai berikut (Supariasa *et al.*, 2012:60):

$$\text{IMT} = \frac{\text{Berat Badan (kg)}}{\text{Tinggi Badan (m)} \times \text{Tinggi Badan (m)}}$$

c. Pengukuran Beban Kerja

Pengukuran beban kerja fisik digunakan untuk menentukan tingkat indeks suhu basah dan bola yang dianjurkan sesuai dengan Permenakertrans nomor 13 tahun 2011 tentang nilai ambang batas faktor fisika dan faktor kimia di tempat kerja. Pengukuran beban kerja dilakukan secara manual dengan menghitung denyut nadi pada arteri radialis selama satu menit. Pengukuran dilakukan sebelum bekerja dan saat bekerja, serta masing-masing pengukuran dilakukan sebanyak dua kali. Prosedur perhitungan denyut nadi:

- 1) Telunjuk dan jari tengah diletakkan di pangkal ibu jari pergelangan tangan responden,
- 2) Analisis arteri radialis di pergelangan tangan ditekan dengan jari sampai merasakan denyut nadi,
- 3) Responden harus dalam keadaan duduk ,
- 4) Setelah menemukan denyut nadi, jumlah denyut nadi dihitung sampai satu menit.

Setelah denyut nadi sebelum dan saat kerja diukur, lalu masukkan ke dalam rumus ini untuk mengetahui tingkat beban kerja melalui *cardiovascular load* (%CVL).

$$\% \text{ CVL} = \frac{100 \times (\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{(\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat})}$$

Pengukuran beban kerja pekerja diketahui melalui parameter denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja. Pengukuran denyut nadi pekerja dilakukan masing-masing dua kali yaitu pukul 06.30 WIB dilakukan pengukuran denyut nadi istirahat ke-1, pukul 10.00 WIB dilakukan pengukuran denyut nadi kerja ke-1, pukul 12.10 WIB dilakukan pengukuran denyut nadi istirahat ke-2, dan pukul 13.30 WIB dilakukan pengukuran denyut nadi kerja ke-2. Jeda waktu pengukuran denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat didapat dari 8 jam kerja (7 jam waktu kerja, 1 jam waktu istirahat) dikali 60 menit dibagi 2 (pengukuran denyut masing-masing dua kali), jadi hasilnya 3 jam 30 menit.

d. Pengukuran Tekanan Panas

Berdasarkan SNI-16-7061-2004 tentang pengukuran iklim kerja panas (tekanan panas) dengan parameter ISBB, pengukuran tekanan panas dilakukan sekali setiap titiknya. Tekanan panas diukur menggunakan digital *questempt* 36 minimal selama 10 menit setiap titiknya atau sampai angka di monitor digital *questempt* stabil (tidak berubah-ubah). Badan Standardisasi Nasional (2004:2) menyatakan bahwa jumlah titik pengukuran tekanan panas di lingkungan kerja disesuaikan dengan kebutuhan dan tujuan dari kegiatan yang dilakukan. Jumlah titik pengukuran dipengaruhi oleh jumlah sumber panas dan luas area yang

terpajan panas dimana terdapat aktivitas pekerja di area tersebut. Letak titik pengukuran ditentukan pada lokasi tempat pekerja melakukan pekerjaan. Secara *professional judgment*, peneliti boleh saja menetapkan setiap area dengan luas area 5 x 5 meter diwakili oleh satu titik pengukuran. Namun, pendekatan umum yang digunakan untuk menentukan suatu titik pengukuran adalah area yang panas dan merupakan zona aktivitas dan pergerakan pekerja selama bekerja di area tersebut. Selama kita yakin bahwa semua area kerja yang mempunyai indikasi menyebabkan tekanan panas pada pekerja sudah diukur, maka jumlah titik pengukuran yang diperoleh dianggap cukup (Hendra, 2009). Pengukuran tekanan panas ini menggunakan digital *questempt* 36.

Langkah-langkah pengukuran tekanan panas, sebagai berikut (Hendra, 2009):

- 1) Meletakkan alat pada titik pengukuran dan menyesuaikan ketinggian sensor dengan kondisi tenaga kerja,
- 2) Membuka tutup termometer suhu basah alami dan tutup ujung termometer dengan kain katun. Setelah itu, basahi sumbu yang terdapat di dalam termometer dengan aquadest sampai wadah hampir terisi penuh untuk menjamin agar termometer dalam kondisi basah selama pengukuran,
- 3) Menyalakan alat dan biarkan alat selama beberapa menit untuk proses adaptasi dengan kondisi titik pengukuran,
- 4) Setelah melewati masa adaptasi, aktifkan tombol untuk *logging* atau proses penyimpanan data dan data temperatur lingkungan akan disimpan di dalam memori alat berdasarkan kelipatan waktu yang digunakan (*logging rate*). Waktu pengukuran mulai dihitung sejak proses *logging* berjalan,
- 5) Biarkan alat di titik pengukuran sesuai dengan waktu pengukuran yang diinginkan,
- 6) Bila telah selsesai, non aktifkan fungsi *logging* dan kemudian alat bisa dipindahkan ke tempat yang lain atau data yang ada sudah bisa dipindahkan ke komputer atau dicetak,
- 7) Bila pengukuran dilanjutkan ke titik pengukuran yang lain tanpa harus melakukan pemindahan data, maka langkah pengukuran diulangi dari poin 3.

Setelah melakukan pengukuran, data hasil pengukuran dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

- 1) Rumus untuk lingkungan kerja yang terpajan oleh cahaya matahari (*outdoor*):

$$\text{ISBB} = 0,7 \text{ suhu basah alami} + 0,2 \text{ suhu bola} + 0,1 \text{ suhu kering}$$

- 2) Rumus untuk lingkungan kerja yang tidak terpajan sinar matahari (*indoor*):

$$\text{ISBB} = 0,7 \text{ suhu basah alami} + 0,3 \text{ suhu bola}$$

- 3) Rumus untuk pengukuran yang dilakukan secara berselang-selang:

$$\text{ISBB rata - rata} = \frac{\text{ISBB1 } t_1 + \text{ISBB2 } t_2 + \dots + \text{ISBBn } t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

- e. Pengukuran *Heat Strain*

Pengukuran *heat strain* dengan metode *physiological strain index* (PSI) menggunakan indikator suhu inti tubuh dan denyut nadi per menit saat kerja. Waktu pengukuran *heat strain* dilakukan saat pekerja sedang bekerja dan terpapar tekanan panas (Moran, 1998:129). Namun, jumlah pengukuran yang harus dilakukan untuk menilai *heat strain* pada pekerja tidak dijelaskan, sehingga peneliti hanya melakukan pengukuran suhu tubuh pekerja sebanyak satu kali, dan pengukuran denyut nadi kerja dilakukan sebanyak dua kali lalu dirata-rata, serta hasil pengukurannya dimasukkan ke dalam rumus PSI.

Prosedur pengukuran denyut nadi, sebagai berikut:

- 1) Telunjuk dan jari tengah diletakkan di pangkal ibu jari pergelangan tangan responden,
- 2) Analisis arteri radialis di pergelangan tangan ditekan dengan jari sampai merasakan denyut nadi,
- 3) Responden harus dalam keadaan duduk,
- 4) Setelah menemukan denyut nadi, jumlah denyut nadi dihitung sampai satu menit.

National Institute for Occupational Safety and Health (2016:121) menyatakan bahwa pengukuran suhu inti tubuh melalui membran timpani lebih akurat dibandingkan dengan pengukuran di oral. Pengukuran suhu tubuh melalui telinga (membran timpani) dengan menggunakan termometer digital inframerah merk onemed yang sudah terkalibrasi pabrik.

Prosedur pengukuran suhu tubuh, sebagai berikut:

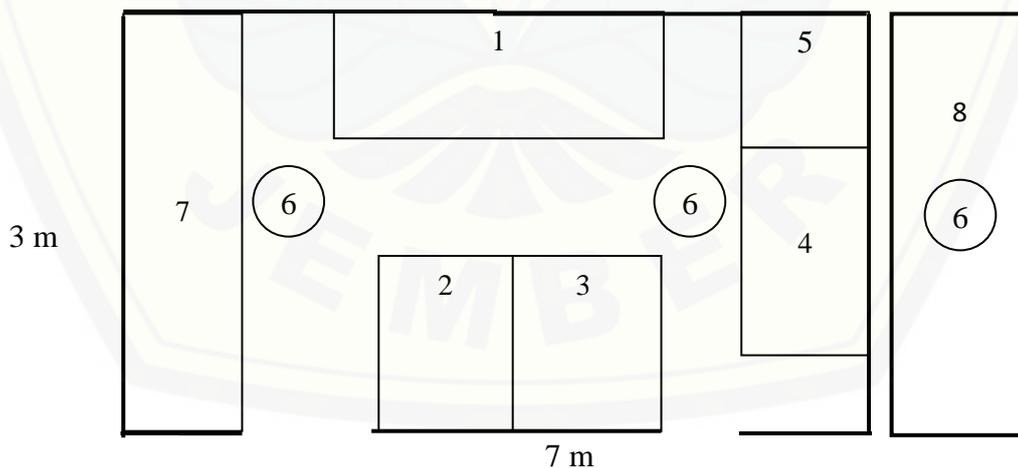
- 1) Aktifkan termometer digital inframerah,
- 2) Termometer inframerah dimasukkan ke dalam lubang telinga secara perlahan, dan tekan tombol scan,
- 3) Tahan termometer sampai termometer memberikan kode bahwa pengukuran telah selesai (indikatornya bunyi pada termometer),
- 4) Kemudian, cabut termometer digital inframerah dari liang telinga dan baca hasil pengukurannya pada layar termometer,
- 5) Hasil pengukuran suhu tubuh di membran timpani (telinga) ditambahkan $0,6^{\circ}\text{C}$ untuk mendapatkan suhu inti tubuh.

Suhu inti tubuh dan denyut nadi yang sudah diukur dimasukkan ke dalam rumus *physiological strain index* untuk mendapatkan nilai indeks *heat strain* (Moran, 1998:129):

$$PSI = 5 \frac{(T - 36,5)}{(39,5 - 36,5)} + 5 \frac{(HR - 60)}{(180 - 60)}$$

3.6.3 Denah Pabrik Kerupuk

a. Industri Kerupuk Ikan Tengiri (P.Muhaimin)



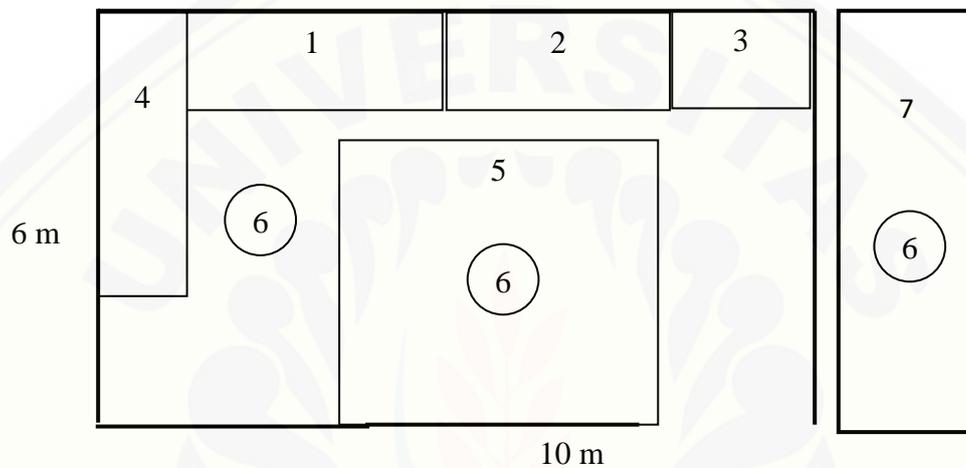
Gambar 3.1 Denah Pabrik Kerupuk Ikan Tengiri

Keterangan:

- 1) *Storage*
- 2) *Mixer*

- 3) Pengukus
- 4) Sumber panas/tungku pembakaran
- 5) Air rebusan
- 6) Titik pengukuran tekanan panas
- 7) Area percetakan kerupuk
- 8) Area penjemuran

b. Industri Kerupuk Usman

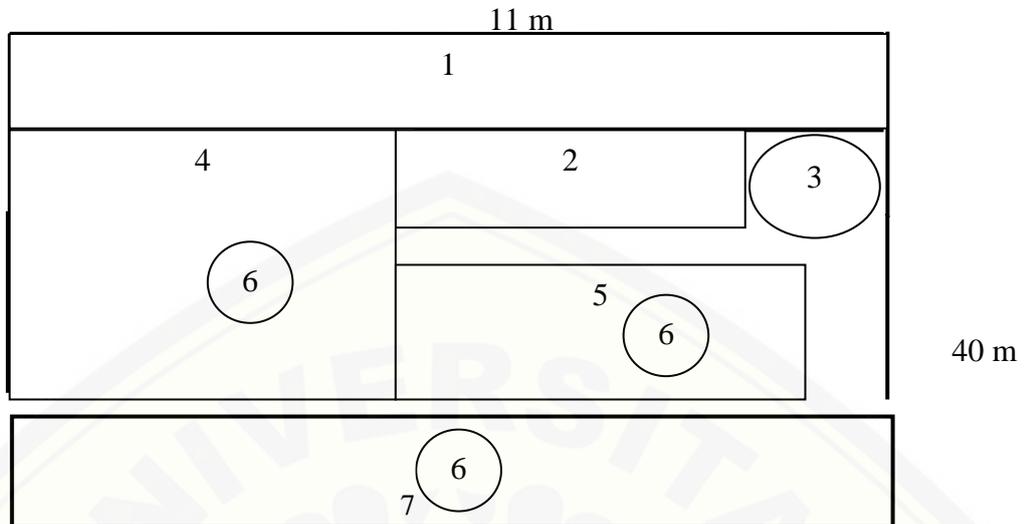


Gambar 3.2 Denah Pabrik Kerupuk Usman

Keterangan:

- 1) Tempat pembakaran kayu
- 2) Tempat membuat adonan
- 3) *Storage* (kayu, tepung)
- 4) Pengukus
- 5) Area percetakan
- 6) Titik pengukuran tekanan panas
- 7) Area penjemuran

c. Industri Kerupuk UD. Sumber Rasa



Gambar 3.3 Denah Pabrik Kerupuk UD Sumber Rasa

Keterangan:

- 1) Tempat meletakkan kerupuk yang sudah dikukus
- 2) Tempat pengukusan
- 3) Ketel
- 4) Area percetakan
- 5) Area percetakan
- 6) Titik pengukuran tekanan panas
- 7) Area penjemuran

3.7 Teknik Pengolahan dan Penyajian Data

3.7.1 Teknik Pengolahan Data

Sebelum data disajikan, maka untuk mempermudah analisis dilakukan beberapa hal sebagai berikut:

a. Pemeriksaan data (*editing*)

Editing adalah memeriksa daftar pertanyaan yang telah diserahkan oleh para pengumpul data. Pemeriksa daftar pertanyaan meliputi kelengkapan jawaban, keterbacaan tulisan, dan relevansi jawaban. Tujuannya adalah mengurangi kesalahan atau kekurangan yang ada di daftar pertanyaan (Saryono, 2011:176).

b. Pemberian tanda (*coding*)

Coding adalah pengklasifikasian hasil observasi yang sudah ada. Biasanya klasifikasi dilakukan dengan cara memberi tanda atau kode berbentuk angka pada masing-masing jawaban (Saryono, 2011:177).

c. Tabulasi (*tabulating*)

Kegiatan ini dilakukan dengan cara memasukkan data yang diperoleh ke dalam tabel-tabel sesuai dengan variabel yang diteliti (Saryono, 2011:177).

3.7.2 Teknik Penyajian Data

Penyajian data adalah salah satu kegiatan dalam pembuatan laporan hasil penelitian yang telah dilakukan agar dapat dipahami, dianalisis sesuai dengan tujuan yang diinginkan dan kemudian ditarik kesimpulan sehingga menggambarkan hasil penelitian (Budiarto, 2002:41). Data yang diperoleh dari hasil wawancara dan pengukuran disajikan dalam bentuk teks atau narasi dan tabel yang dianalisis serta ditarik kesimpulan sehingga dapat menggambarkan hasil penelitian.

3.8 Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis univariat dan bivariat menggunakan *software SPSS for Windows version*. Pada penelitian ini menggunakan dua prosedur analisis data, yaitu:

a. Analisis Univariat (Analisis Deskriptif)

Analisis univariat digunakan untuk mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi (Notoatmodjo, 2012:182). Pada penelitian ini, analisis univariat digunakan untuk menggambarkan variabel bebas yaitu faktor pekerja (terdiri dari umur, jenis kelamin, status gizi, konsumsi air minum, konsumsi obat-obatan, dan kondisi kesehatan), dan variabel terikat yaitu *heat strain* pada pekerja di industri kerupuk Kelurahan Giri Kecamatan Giri Kabupaten Banyuwangi.

b. Analisis Bivariat

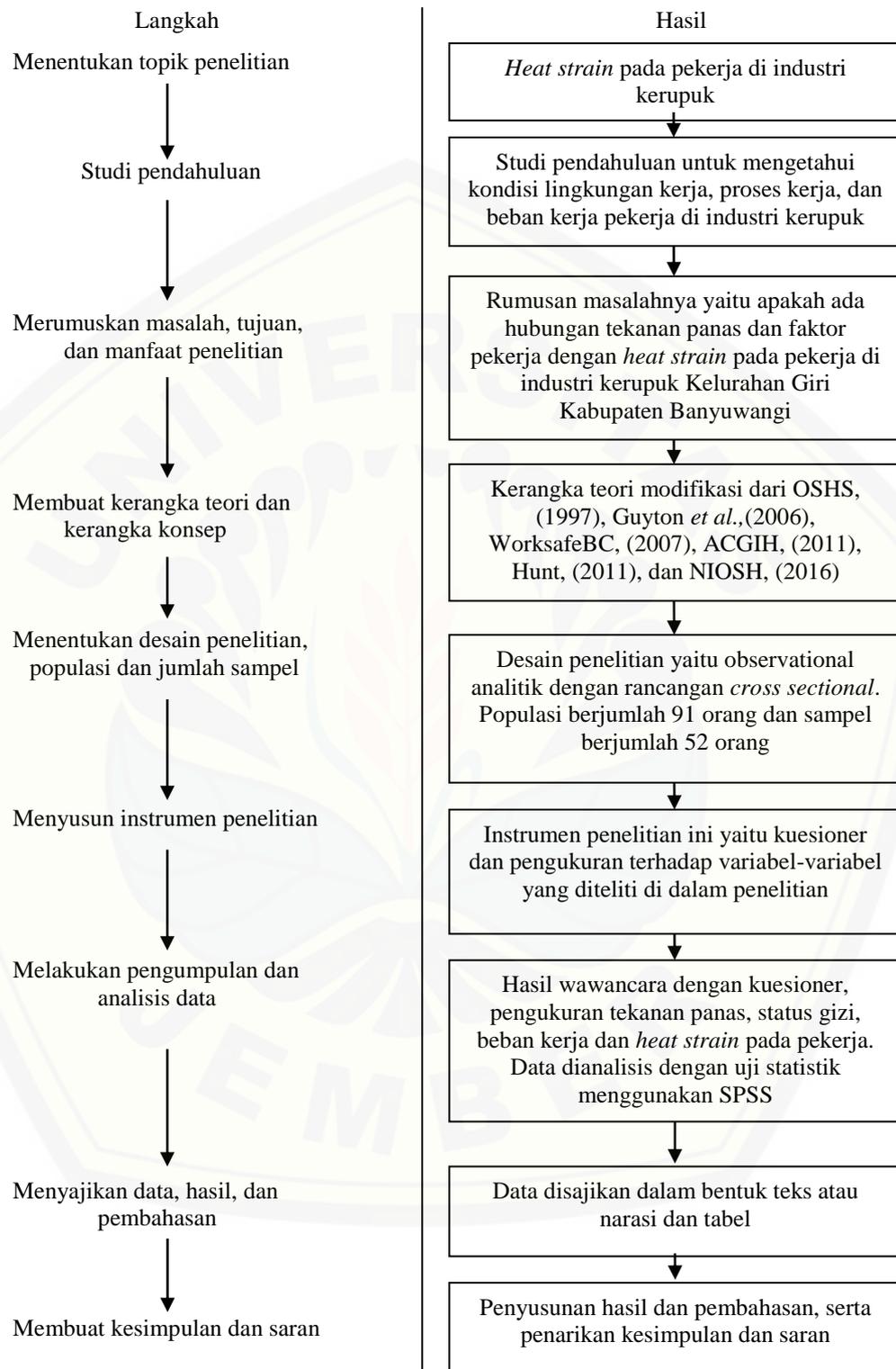
Analisis bivariat dilakukan terhadap dua variabel yang diduga berhubungan atau berkorelasi (Notoatmodjo, 2012:183). Analisis bivariat menganalisis hubungan tekanan panas dan faktor pekerja dengan kejadian *heat strain*.

Tabel 3.4 Analisis Data Penelitian

No.	Jenis Data	Jenis Analisis Data
1.	Hubungan tekanan panas dengan <i>heat strain</i>	<i>Rank Spearman</i>
2.	Hubungan faktor pekerja (umur, status gizi, konsumsi air) dengan <i>heat strain</i>	<i>Rank Spearman</i>
3.	Hubungan faktor pekerja (jenis kelamin, konsumsi obat-obatan, kondisi kesehatan) dengan <i>heat strain</i>	<i>Cramer Coefficient C</i>

Uji statistik pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *software SPSS for Windows*. Interval kepercayaan yang digunakan adalah 95% atau *level of significancy* 5% (0,05). Hipotesis nihil (H_0) ditolak jika $p < \alpha$, artinya variabel yang diteliti dinyatakan ada hubungan atau ada pengaruh yang signifikan. Namun sebaliknya, jika $p > \alpha$ maka H_0 diterima artinya antara variabel satu dengan variabel lainnya tidak ada hubungan atau pengaruh.

3.9 Alur Penelitian



Gambar 3.4 Alur Penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Hasil pengukuran tekanan panas di 3 industri kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi rata-rata di UD Sumber Rasa sebesar 28,5 °C, di industri kerupuk tengiri (Pak Muhaimin) sebesar 28,7 °C, dan di industri kerupuk Usman sebesar 27,8 °C.
- b. Sebagian besar responden berada dalam kelompok umur < 40 tahun sebesar 32 responden, distribusi responden dengan jenis kelamin perempuan lebih banyak daripada laki-laki sebesar 45 responden, sebagian besar responden berstatus gizi gemuk tingkat berat sebesar 20 responden, sebagian besar responden mengonsumsi air minum saat bekerja < 8 gelas sebesar 34, sebagian besar responden tidak mengonsumsi obat-obatan sebesar 50 responden, dan sebagian besar responden tidak menderita penyakit jantung, hipertensi dan *diabetes mellitus* sebesar 50 responden.
- c. Hasil pengukuran beban kerja pekerja pembuat kerupuk di 3 industri kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi yaitu sebagian besar responden memiliki beban kerja sedang sebesar 28 responden, beban kerja berat sebesar 16 responden, dan beban kerja rendah sebesar 8 responden.
- d. Tekanan panas memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian *heat strain* ($p = 0,006$) pada pekerja pembuat kerupuk di Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi.
- e. Faktor pekerja yaitu jenis kelamin ($p = 0,001$), status gizi ($p = 0,008$), dan konsumsi air minum ($p = 0,015$) memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian *heat strain* pada pekerja pembuat kerupuk di Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi. Namun, faktor pekerja yaitu umur ($p = 0,371$), konsumsi obat-obatan (0,851), kondisi kesehatan (0,851) tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan *heat strain* pada pekerja pembuat kerupuk di Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi.

5.2 Saran

a. Bagi Pemilik Industri

- 1) Perlu dilakukan pengendalian secara teknis. Pengendalian teknis yang bisa dilakukan yaitu memasang ventilasi yang memadai dan memasang *exhaust fan* agar udara yang panas di tempat kerja bisa keluar dan diganti dengan udara yang lebih sejuk. Pemberian sekat/pembatas pada sumber panas agar panas tidak menyebar ke lingkungan sekitar yang dapat menaikkan suhu lingkungan kerja.
- 2) Perlu dilakukan pengendalian secara administratif. Pengendalian administratif yang dapat dilakukan yaitu memberikan sosialisasi/*edukasi* mengenai kebutuhan air minum pada pekerja di lingkungan yang panas dan menyediakan air minum yang cukup serta dapat dijangkau pekerja agar konsumsi air minum selama bekerja meningkat. Misalnya dengan menambahkan air galon yang matang dan bersih di area tempat kerja.
- 3) Menyediakan alat pelindung diri bagi pekerja misalnya pakaian yang berbahan katun yang dapat menyerap keringat dan berwarna terang untuk menjaga kulit tetap kering sehingga terhindar dari biang keringat yang dapat mengganggu evaporasi keringat dari kulit ke lingkungan, dan menggunakan penutup kepala bagi pekerja penjemuran agar sinar matahari tidak langsung terkena kulit kepala.
- 4) Pemilik industri bekerjasama dengan Dinas terkait, misalnya kerjasama dengan Dinas Kesehatan untuk dilakukan pemeriksaan kesehatan rutin 6 bulan sekali pada pekerja industri kerupuk di fasilitas kesehatan.
- 5) Pembentukan pos Upaya Kesehatan Kerja (pos UKK) di lokasi kelompok kerja industri kerupuk untuk memecahkan masalah kesehatan pada kelompok pekerja di industri kerupuk. Pos UKK dibentuk di lokasi kelompok pekerja dengan jumlah minimal 10 pekerja dan maksimal 50 pekerja dengan jenis pekerjaan yang sama.

b. Bagi Pekerja

- 1) Pekerja harus memenuhi kebutuhan konsumsi air minum saat bekerja di tempat yang panas. Bagi pekerja yang bekerja di lingkungan panas dengan

beban kerja berat dianjurkan minum air putih minimal sebesar 2,8 liter (setara 12 gelas air minum dengan ukuran gelas 240 ml). Pekerja dengan beban kerja ringan dianjurkan minum air putih sebesar 1,9 liter (setara 8 gelas air minum dengan ukuran gelas 240 ml). Selain itu, pekerja diharuskan minum tanpa menunggu haus dan dianjurkan minum sebanyak 250 ml setiap 30 menit.

- 2) Pekerja harus menjaga pola hidup sehat dengan banyak mengonsumsi sayuran dan buah-buahan untuk menjaga berat badan normal.

c. Bagi Peneliti Lain

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait tekanan panas dengan kejadian *heat strain*, dengan penambahan indikator *heat strain* seperti tekanan darah pekerja sebelum dan sesudah bekerja, dan perubahan tingkat pernapasan pekerja sebelum dan saat terpapar panas.

d. Bagi Pemerintah

Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi, dan Dinas Perindustrian Perdagangan dan Pertambangan serta Dinas Kesehatan Kabupaten Banyuwangi dapat melakukan pembinaan dan pengawasan pekerja di bidang K3 yaitu dengan melaksanakan penyuluhan dan sosialisasi mengenai bahaya kecelakaan dan penyakit akibat kerja serta hal-hal apa saja yang diperlukan untuk pekerja yang bekerja di lingkungan yang panas.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, R. 2013. Faktor yang Mempengaruhi Kejadian Heat Strain Pada Tenaga Kerja yang Terpapar Panas di PT. Aneka Boga Makmur. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*. Volume 2, Nomor 2 Juli-Desember: 145-153.
- American Conference of Governmental Industrial Hygienist. 2011. *Threshold Limit Value for Chemical Substances and Physical Agent & Biological Exposure Indices*. United States: Author.
- Anjani, S. 2013. Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Keluhan Subyektif pada Pekerja yang Terpapar Tekanan Panas (*Heat Stress*) di Pengasapan Ikan Industri Rumah Tangga Kelurahan Ketapang Kecamatan Kendal. *Skripsi*. Semarang: Program Studi S1 Kesehatan Masyarakat Universitas Dian Nuswantoro.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Banyuwangi. 2016. *Statistik Daerah Kecamatan Giri 2016*. Banyuwangi: BPS Banyuwangi.
- Badan Pusat Statistik. 2016. *Keadaan Angkatan Kerja di Indonesia Agustus 2016*. Jakarta: BPS.
- Badan Pusat Statistik. 2015. *Statistik 70th Indonesia Merdeka*. Jakarta: BPS.
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. *SNI 7269:2009: Penilaian Beban Kerja Berdasarkan Tingkat Kalori Menurut Pengeluaran Energi*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2004. *SNI 16-7061-2004: Pengukuran Iklim Kerja (Panas) dengan Parameter Indeks Suhu Basah dan Bola*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2004. *SNI 16-7063-2004: Nilai Ambang Batas Iklim Kerja (Panas), Kebisingan, Getaran Tangan-Lengan dan Radiasi Sinar Ungu di Tempat Kerja*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2009. *Penilaian Beban Kerja Berdasarkan Tingkat Kebutuhan Kalori Menurut Pengeluaran Energi*. Jakarta: BPS.

- Budiarto, E. 2002. *Biostatistika Untuk Kedokteran dan Kesehatan Masyarakat*. Jakarta:Agung Ceto.
- Fadhilah, R. 2014. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Heat Strain pada Pekerja Pabrik Kerupuk di Wilayah Kecamatan Ciputat Timur Tahun 2014. *Skripsi*. Jakarta: Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Fajrin, N., Naiem, F., dan Rahim, R. 2014. Faktor yang Berhubungan dengan Keluhan Kesehatan Akibat Tekanan Panas Pada Pekerja Instalasi Laundry Ruma Sakit di Kota Makassar. Sulawesi Selatan: Universitas Hasanuddin. [diakses tanggal 19 Januari 2018]. <http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/11359>.
- Fauzi, Z. 2013. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Suhu Tubuh Pekerja Pabrik Tahu di Kecamatan Ciputat Tahun 2013. *Skripsi*. Jakarta: Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Guyton, dan Hall. 2006. *Textbook of Medical Physiology Eleventh Edition*. Amerika Serikat: ELSEVIER SAUNDERS.
- Hendra. 2009. Tekanan Panas dan Metode Pengukurannya di Tempat Kerja. *Semiloka*. Jakarta: Semiloka Keterampilan Pengukuran Bahaya Fisik dan Kimia di Tempat Kerja. 24 Februari 2009.
- Hunt, A.P. 2011. Heat Strain, Hydration Status, and Symptoms of Heat Illness in Surface Mine Workers. *Tesis*. Australia: Queensland University of Technology.
- International Labour Organization. 2015. *Tren Ketenagakerjaan dan Sosial di Indonesia 2014-2015: Memperkuat Daya Saing dan Produktivitas Melalui Pekerjaan Layak*. Jakarta: International Labour Organization.
- Larranaga, M.D. 2011. *Applied Physiology of Thermoregulation and Exposure Control*. Dalam Occupational Environment: Its Evaluation, Control, and Management 3rd Edition. Editor D.H. Anna. Amerika: AIHA.

- Maulidiani, A. 2013. Gambaran Keluhan Subjektif Pekerja Akibat Tekanan Panas di Area Peleburan, Proses Sekunder, dan Pengecoran Slab Steel Plant (SSP) PT Krakatau Steel Cilegon, Banten Tahun 2012. *Skripsi*. Jakarta: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.
- Moran, D.S., Shitzer, A., dan Pandolf, K.B. 1998. *A Physiological Strain Index to Evaluate Heat Stress*.
- Muflichatun. 2006. Hubungan Antara Tekanan Panas, Denyut Nadi dan Produktivitas Kerja Pada Pekerja Pandai Besi Paguyupan Wesi Aji Donorejo Batang. *Skripsi*. Semarang: Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang.
- NC Department of Labor. 2011. *A Guide to Preventing Heat Stress and Cold Stress*. Amerika Serikat: N.C. Department of Labor.
- Ningtyas, F. 2010. *Penentuan Status Gizi Secara Langsung*. Jember: Jember University Press.
- National Institute for Occupational Safety and Health. 2016. *Criteria for a Recommended Standard: Occupational Exposure to Heat and Hot Environments*. Amerika Serikat: National Institute for Occupational Safety and Health.
- Notoatmodjo, S. 2012. *Metode Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Occupational Safety and Health Administration. 2012. *Heat Stress: Defining, Evaluating and Preventing*. Amerika Serikat: Occupational Safety and Health Administration.
- Occupational Safety and Health Standards. 1997. *Guidelines for The Management of Extremes of Temperature*. New Zealand: Occupational Safety and Health Services.
- Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 12 Tahun 2008. *Pedoman Analisis Beban Kerja di Lingkungan Departemen Dalam Negeri dan Pemerintah Daerah*. 20 Februari 2008. Jakarta.

- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2011. *Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja*. 28 Oktober 2011. Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2011 Nomor 684. Jakarta.
- Sari, N. 2014. Pengaruh Iklim Kerja Panas Terhadap Dehidrasi dan Kelelahan Pada Tenaga Kerja Bagian Boiler di PT Albasia Sejahtera Mandiri Kabupaten Semarang. *Skripsi*. Surakarta: Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Saryono. 2011. *Metodologi Penelitian Kesehatan: Penuntun Praktis Bagi Pemula*. Yogyakarta: Mitra Cendikia Press.
- Sastroasmoro, S., Ismael, S. 2011. *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Klinis Edisi ke-4*. Jakarta: Sagung Seto.
- Siregar, H.R. 2008. *Upaya Pengendalian Efek Fisiologis Akibat Heat Stress pada Pekerja Industri Kerupuk Tiga Bintang Kecamatan Binjai Utara Tahun 2008*. *Tesis*. Medan: Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.
- Siswanto, A. 1991. *Tekanan Panas*. Surabaya: Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja Jawa Timur.
- Subaris, H. 2007. *Hygiene Lingkungan Kerja (Pedoman bagi Tenaga Kesehatan di Rumah Sakit, Puskesmas, dan Instansi Lainnya serta Dosen, Mahasiswa)*. Jogjakarta: MITRA CENDIKIA Press.
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sujoso, A. 2012. *Dasar-Dasar Keselamatan & Kesehatan Kerja*. Jember: Jember University Press.
- Suma'mur. 2009. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: Sagung Seto.
- Supariasa, I.D.N., Bakri, B., dan Fajar, I. 2012. *Penilaian Status Gizi*. Jakarta: EGC.

Tarwaka, Bakri, S.H., dan Sudiajeng, L. 2004. *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas Ed 1*. Surakarta: UNIBA PRESS.

Telan, A.B. 2012. Pengaruh Tekanan Panas Terhadap Perubahan Tekanan Darah dan Denyut Nadi Pada Tenaga Kerja di Industri Pandai Besi Desa Hadipolo Kecamatan Jekulo Kabupaten Kudus Jawa Tengah. *Tesis*. Semarang: Magister Kesehatan Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970. *Keselamatan Kerja*. 12 Januari 1970. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1970 Nomor 1. Jakarta.

Utami, T. 2004. *Program Intervensi dalam Upaya Pengendalian Tekanan Darah dan Temperatur Tubuh Pekerja Akibat Heat Stress di Instalasi Gizi Rumah Sakit dr. Pirngadi Medan*. Tesis. Sumatera Utara: Program Magister Kesehatan Kerja Program Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara.

Wan, M. 2006. *Assessment of Occupational Heat Strain*. *Disertasi*. Amerika Serikat: Departement of Environmental and Occupational Health College of Public Health University of South Florida.

WorksafeBC. 2007. *Preventing Heat Stress at Work*. Columbia: WorksafeBC.

Wulandari, J. 2015. Faktor yang Mempengaruhi Respon Fisiologis Tenaga Kerja Akibat Heat Stress di Confined Space (Studi di Unit Heater Superabsorbent Polymer Plant PT Nippon Shokubai Indonesia). *Tugas Akhir*. Surabaya: Fakultas Vokasi Program Studi Hiperkes dan Keselamatan Kerja.

Lampiran A. Lembar Informasi Penelitian



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

Jalan Kalimantan 37 Kampus Tegal Boto Kontak Pos 159 Jember 68121
Telepon (0331) 337878, 322995, 322996, 331743 Faksimile (0331) 322995
Laman: www.fkm.unej.ac.id

**Judul: Tekanan Panas, Faktor Pekerja, dan Beban Kerja dengan Kejadian
Heat Strain Pada Pekerja Pembuat Kerupuk (Studi di Industri
Kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi)**

LEMBAR INFORMASI PENELITIAN

Dengan hormat,

Dalam rangka penulisan skripsi yang merupakan tugas akhir dalam memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan perkuliahan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember dan mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat (S.KM.) pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember, maka peneliti memohon kesediaan Anda untuk menjadi subyek dalam penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Tekanan Panas, Faktor Pekerja, dan Beban Kerja dengan Kejadian *Heat strain* Pada Pekerja Pembuat Kerupuk(studi di industri kerupuk kelurahan Giri kabupaten Banyuwangi).

Untuk mendukung keperluan data dalam penelitian ini, Anda akan mendapatkan tiga jenis perlakuan, yaitu:

1. Mengisi kuesioner yang berisi pertanyaan mengenai umur, jenis kelamin, konsumsi air minum, konsumsi obat-obatan, dan kondisi kesehatan. Diharapkan agar Anda sebagai subyek dalam penelitian ini dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan yang peneliti berikan dengan sejujur-jujurnya.
2. Melakukan pengukuran berat badan (BB) dan tinggi badan (TB) untuk mengetahui status gizi Anda.
3. Melakukan pengukuran suhu tubuh melalui membran timpani dan denyut nadi per menit selama bekerja untuk mengukur tingkat *heat strain*.

- Melakukan pengukuran denyut nadi sebelum dan saat bekerja selama satu menit untuk menentukan tingkat beban kerja.

Segala biaya dalam penelitian ini ditanggung oleh peneliti.

Dengan demikian apabila Anda bersedia untuk menjadi subyek dalam penelitian ini, maka diharapkan untuk bersedia menandatangani surat pernyataan persetujuan untuk ikut serta dalam penelitian.

Atas perhatian dan kerjasamanya, saya mengucapkan terima kasih.

Banyuwangi,.....

Peneliti

Fariya Eka Prastyawati

Lampiran B. *Informed Consent*



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

Jalan Kalimantan 37 Kampus Tegal Boto Kontak Pos 159 Jember 68121

Telepon (0331) 337878, 322995, 322996, 331743 Faksimile (0331) 322995

Laman: www.fkm.unej.ac.id

**Judul: Tekanan Panas, Faktor Pekerja, dan Beban Kerja dengan Kejadian
Heat Strain Pada Pekerja Pembuat Kerupuk (Studi di Industri
Kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi)**

INFORMED CONSENT PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :

Bersedia untuk mengisi kuesioner penelitian yang berisi pertanyaan mengenai umur, jenis kelamin, konsumsi air minum, konsumsi obat-obatan, dan kondisi kesehatan, melakukan pengukuran berat badan dan tinggi badan untuk mengetahui status gizi, serta melakukan pengukuran suhu tubuh dengan menggunakan termometer dan pengukuran denyut nadi selama satu menit saat bekerja untuk mengetahui tingkat *heat strain*, dan melakukan pengukuran denyut nadi sebelum dan saat bekerja selama satu menit untuk menentukan tingkat beban kerja. Prosedur penelitian tidak akan memberikan dampak dan risiko apapun pada saya. Saya telah diberikan penjelasan tentang hal tersebut dan saya telah diberikan kesempatan untuk bertanya mengenai hal-hal yang belum dimengerti dan telah mendapatkan jawaban yang jelas dan benar.

Dengan ini saya menyatakan sukarela untuk ikut sebagai subyek dalam penelitian ini.

Banyuwangi,.....

Responden

(.....)

Lampiran C. Kuesioner Penelitian



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

Jalan Kalimantan 37 Kampus Tegal Boto Kontak Pos 159 Jember 68121

Telepon (0331) 337878, 322995, 322996, 331743 Faksimile (0331) 322995

Laman: www.fkm.unej.ac.id

**Judul: Tekanan Panas, Faktor Pekerja, dan Beban Kerja dengan Kejadian
Heat Strain Pada Pekerja Pembuat Kerupuk (Studi di Industri
Kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi)**

Nama :

Nomor Responden :

PETUNJUK PENGISIAN

- Mohon dengan hormat kesediaan Saudara untuk menjawab seluruh pertanyaan yang ada.
- Mohon pertanyaan dijawab dengan sejujur-jujurnya.

I. Faktor Pekerja

- Jenis kelamin :
- Tanggal lahir/Umur :/.....tahun
- Lama bekerja di industri kerupuk: : < 7 hari / ≥ 7 hari

Konsumsi Air Minum

- Berapa gelas Anda minum air putih selama bekerja? (1 gelas = 240 ml)
 - < 8 gelas
 - ≥ 8 gelas

Kondisi Kesehatan dan Konsumsi Obat-obatan

- Apakah Anda pernah atau sedang menderita penyakit sebagai berikut?
 - Hipertensi (darah tinggi)
 - Penyakit jantung

- c. Diabetes mellitus
 - d. Penyakit kulit (bintil merah pada kulit/*rashes*)
 - e. Penyakit pernapasan
 - f. Penyakit lainnya,.....
5. Jika pernah atau sedang menderita penyakit di atas, pengobatan apa yang Anda lakukan?
- a. Obat modern
 - b. Obat tradisional
6. Apakah Anda sedang mengonsumsi obat dalam waktu 24 jam ini?
(obat untuk penyakit jantung, hipertensi, diabetes mellitus, demam)
- a. Ya
 - b. Tidak
7. Jika ya, obat untuk sakit apa?
.....
8. Obat apa yang Anda konsumsi?
.....

Obat-obatan/ zat kimia yang berisiko meningkatkan *heat strain* (OSHS, 1997:70) dan mempengaruhi toleransi panas terhadap seseorang (DOD dalam NIOSH, 2016:39):

No.	Jenis-jenis obat yang mempengaruhi toleransi seseorang terhadap panas	Keterangan
1.	Obat antidepresan (Contoh: trisiklik, imipramine, amitriptyline, protriptyline)	
2.	Obat hypnotics/ obat tidur	
3.	Psikotropika (Contoh: Phenothiazines)	
4.	Narkotics (Contoh: Cannabis, Morphine)	
5.	Beta blockers (Contoh: atenolol, betaxolol)	
6.	Amfetamin/ Amphetamine/ Alfa-Metil-Fenetilamin/ beta-fenil-isopropilamin/ benzedrin, cocaine, ecstasy	
7.	Anaesthetics/ obat bius (Contoh: acetaminophen, aspirin)	
8.	Ergogenic stimulants (Contoh: ephedrine/ ephedra)	
9.	Lithium	
10.	Diuretics	
11.	Calcium channel blockers (Contoh: amlodipine, verapamil)	
12.	Ethanol	
13.	Barbiturates	
14.	Laxatives	
15.	Antispasmodics	
16.	Antikolinergik (Contoh: atropine, benzotropine, trihexyphenidyl)	
17.	Antihistamin	

Lampiran D. Lembar Pengukuran Status Gizi



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

Jalan Kalimantan 37 Kampus Tegal Boto Kontak Pos 159 Jember 68121

Telepon (0331) 337878, 322995, 322996, 331743 Faksimile (0331) 322995

Laman: www.fkm.unej.ac.id

**Judul: Tekanan Panas, Faktor Pekerja, dan Beban Kerja dengan Kejadian
Heat Strain Pada Pekerja Pembuat Kerupuk (Studi di Industri
Kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi)**

Nama :

Nomor Responden :

Waktu Pengukuran :

Hasil Pengukuran

Berat Badan (BB) : kilogram

Tinggi Badan (TB) : meter

$$IMT = \frac{BB \text{ (kg)}}{TB^2 \text{ (m x m)}}$$

IMT :

Keterangan:

No.	Kategori Status Gizi	IMT
1.	Kurus tingkat berat	< 17,0
2.	Kurus tingkat ringan	17,0 – 18,5
3.	Normal	> 18,5 – 25,0
4.	Gemuk tingkat ringan	> 25,0 – 27,0
5.	Gemuk tingkat berat	> 27,0

Sumber: *Depkes dalam Supriasa et al., 2012:61*

Lampiran E. Lembar Pengukuran *Heat strain*



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

Jalan Kalimantan 37 Kampus Tegal Boto Kontak Pos 159 Jember 68121

Telepon (0331) 337878, 322995, 322996, 331743 Faksimile (0331) 322995

Laman: www.fkm.unej.ac.id

**Judul: Tekanan Panas, Faktor Pekerja, dan Beban Kerja dengan Kejadian
Heat Strain Pada Pekerja Pembuat Kerupuk (Studi di Industri
Kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi)**

Nama :

Nomor Responden :

Waktu Pengukuran :

Pengukuran *Physiological Strain Index*

Suhu Tubuh Sebelum Kerja :

Suhu Tubuh Saat Kerja :

Denyut Nadi Saat Kerja :

$$PSI = 5 \frac{(T_{ret} - 36,5)}{(39,5 - 36,5)} + 5 \frac{(HRt - 60)}{(180 - 60)}$$

Physiological Strain Index (PSI) :

Keterangan:

No.	Tingkat <i>Heat strain</i>	PSI
1.	Tidak mengalami <i>heat strain</i>	0 – 2
2.	<i>Heat strain</i> kategori rendah	3 – 4
3.	<i>Heat strain</i> kategori sedang	5 – 6
4.	<i>Heat strain</i> kategori tinggi	7 – 8
5.	<i>Heat strain</i> kategori sangat tinggi	9 - 10

Sumber: Moran, 1998:131

Lampiran F. Lembar Pengukuran Beban Kerja



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

Jalan Kalimantan 37 Kampus Tegal Boto Kontak Pos 159 Jember 68121
Telepon (0331) 337878, 322995, 322996, 331743 Faksimile (0331) 322995
Laman: www.fkm.unej.ac.id

**Judul: Tekanan Panas, Faktor Pekerja, dan Beban Kerja dengan Kejadian
Heat Strain Pada Pekerja Pembuat Kerupuk (Studi di Industri
Kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi)**

Nama :
Umur :
Jenis Kelamin :

Pengukuran Beban Kerja

Pengukuran ke-	Denyut Nadi	
	Sebelum kerja (denyut/menit)	Saat kerja (denyut/menit)
1.		
2.		

Denyut nadi maksimum untuk laki-laki = 220 dikurangi umur responden.

Denyut nadi maksimum untuk perempuan = 200 dikurangi umur responden.

$$\% CVL = \frac{100 \times (\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{(\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat})}$$

Keterangan:

No.	Beban Kerja	% CVL
1.	Beban kerja normal	< 30%
2.	Beban kerja ringan	30% - 60%
3.	Beban kerja sedang	60% - < 80%
4.	Beban kerja berat	80% - < 100%
5.	Beban kerja sangat berat	≥ 100%

Sumber: Tarwaka et al., 2004:101-102

Lampiran G. Lembar Pengukuran Iklim Kerja Panas (Tekanan Panas)



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

Jalan Kalimantan 37 Kampus Tegal Boto Kontak Pos 159 Jember 68121

Telepon (0331) 337878, 322995, 322996, 331743 Faksimile (0331) 322995

Laman: www.fkm.unej.ac.id

**Judul: Tekanan Panas, Faktor Pekerja, dan Beban Kerja dengan Kejadian
Heat Strain Pada Pekerja Pembuat Kerupuk (Studi di Industri
Kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi)**

Nama Perusahaan :

Tanggal Pengukuran :

Pelaksana :

No.	Lokasi	Waktu Pengukuran	Suhu Kering (°C)	Suhu Basah (°C)	Suhu Bola (°C)	ISBB (°C)

Lampiran H. Hasil Pengukuran Iklim Kerja Panas (Tekanan Panas)



**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR
DINAS TENAGA KERJA DAN TRANSMIGRASI
UNIT PELAKSANA TEKNIS KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
(UPT K3)**

Jl. Dukuh Menanggal 122 Telepon 8280440, 8294490, Fax. 8294277 Surabaya 60234
Email : uptk3sby@gmail.com ; hpkkjtm@yahoo.com



LHU ini merupakan hasil pada lokasi dan saat pengukuran
LAPORAN HASIL PENGUJIAN
No. PT.17 / IX / 2017

Form. 5.10 – 04 h
Terbitan/Revisi :
4/0

- I Nama Pengguna Jasa : Mahasiswa Unej Jember (Fariya Eka)
- II Alamat : Jl.M.H Thamrin Giri, Banyuwangi
- III Jenis Pengukuran : IKLIM KERJA SETEMPAT
- IV Tanggal Pengukuran : 22-9-2017
- V Alat yang digunakan : HEAT STRESS APPARATUS QUESTEMP 36
- VI Hasil Pengukuran :

No	Lokasi Pengukuran	Jam (WIB)	Sk (°C)	Sb (°C)	Sg (°C)	ISBB (°C)	RH (%)	Jenis Ventilasi	Beban Kerja
1	Area Pengukuran Pabrik Kerupuk UD. Sumber Rasa	10.00	34.2	27.1	34.7	28.9	51.3	A+B	Berat
2	Area Cetak Pabrik Kerupuk UD. Sumber Rasa	10.10	34.0	27.0	34.7	28.5	51.7	A+B	Sedang
3	Area Penjemuran Pabrik Kerupuk UD. Sumber Rasa	10.20	31.7	25.2	37.2	28.2	48.0	A	Berat
4	Area Pengukuran Pabrik Kerupuk Pak Muhaimin	10.50	33.4	26.4	34.8	29.0	54.7	A	Berat
5	Area Cetak Pabrik Kerupuk Pak Muhaimin	11.00	33.3	26.2	35.0	28.9	55.5	A	Sedang
6	Area Penjemuran Pabrik Kerupuk Pak Muhaimin	11.10	33.0	25.6	35.2	28.2	52.5	A	Berat
7	Area Pengukuran Pabrik Kerupuk Pak Usman	12.40	32.3	25.7	33.7	27.7	58.0	A	Berat
8	Area Cetak Pabrik Kerupuk Pak Usman	12.50	32.2	25.6	33.8	28.0	56.7	A	Sedang
9	Area Penjemuran Pabrik Kerupuk Pak Usman	13.00	32.1	25.3	33.9	27.8	56.0	A	Berat

Catatan :

- B adalah jenis ventilasi Buatan, Jenis ventilasi Buatan berasal dari kipas angin
- A adalah jenis ventilasi Alami, berasal dari pintu, jendela
- Waktu pengukuran cuaca cerah.
- NAB Intensitas Iklim Kerja Indeks Suhu Basah Dan Bola (ISBB) yang diperkenankan berdasarkan PERATURAN MENTERI TENAGA KERJA DAN TRANSMIGRASI REPUBLIK INDONESIA NOMOR PER. 13/MEN/X/2011 :

Pengaturan Waktu Kerja Setiap Jam	ISBB (°C)		
	Beban Kerja		
Waktu Kerja	Ringan	Sedang	Berat
75% - 100%	31,0	28,0	-
50%-75%	31,0	29,0	27,5
25%-50%	32,0	30,0	29,0
0%-25%	32,2	31,1	30,5

Mengetahui,
An. KEPALA UPT K3 SURABAYA
KASI PELAYANAN TEKNIS

PURWANTI UTAMI, S.Sos.M.Si.
NIP. 19700321 1999603 2 002

Surabaya, 3 Oktober 2017
MANAJER TEKNIK

SLAMET SKM
NIP. 19630111 198803 1 012

Lampiran I. Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

Jalan Kalimatan 37 Kampus Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121

Telepon (0331) 337878, 322995, 322996, 331743 Faksimile (0331) 322995

Laman : www.fkm.unej.ac.id

Nomor : 4072 / UN25.1.12 / SP / 2017

Lampiran : Satu bendel

28 AUG 2017

Hal : Permohonan Ijin Penelitian

Yth. Bapak Muhaimin
Pemilik Industri Kerupuk Tengiri
Banyuwangi

Dalam rangka menyelesaikan penyusunan skripsi mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember, maka kami mohon dengan hormat ijin bagi mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini, untuk melaksanakan penelitian :

N a m a : Fariya Eka Prastyawati

N I M : 102110101064

Judul penelitian : Hubungan Antara Tekanan Panas dan Faktor Pekerja Dengan Heat Strain Pada Pekerja Pembuat Kerupuk (Studi Di Industri Kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi)

Tempat penelitian : Industri Kerupuk Tengiri Banyuwangi

Lama penelitian : Agustus – Oktober 2017

Sebagai bahan pertimbangan bersama ini kami lampirkan proposal penelitian.

Atas perhatian dan perkenannya kami sampaikan terima kasih.



Dr. Farida Wahyu Ningtyias, M.Kes.
NIP 198010092005012002



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

Jalan Kalimatan 37 Kampus Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121
Telepon (0331) 337878, 322995, 322996, 331743 Faksimile (0331) 322995
Laman : www.fkm.unej.ac.id

Nomor : 4072 / UN25.1.12 / SP / 2017

Lampiran : Satu bendel

Hal : Permohonan Ijin Penelitian

28 AUG 2017

Yth. Bapak Usman
Pemilik Industri Kerupuk
Banyuwangi

Dalam rangka menyelesaikan penyusunan skripsi mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember, maka kami mohon dengan hormat ijin bagi mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini, untuk melaksanakan penelitian :

N a m a : Fariya Eka Prastyawati
N I M : 102110101064
Judul penelitian : Hubungan Antara Tekanan Panas dan Faktor Pekerja Dengan Heat Strain Pada Pekerja Pembuat Kerupuk (Studi Di Industri Kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi)
Tempat penelitian : Industri Kerupuk Banyuwangi
Lama penelitian : Agustus – Oktober 2017

Sebagai bahan pertimbangan bersama ini kami lampirkan proposal penelitian.

Atas perhatian dan perkenannya kami sampaikan terima kasih.



Dr. Farida Wahyu Ningtyias, M.Kes.
NIP 198010092005012002



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

Jalan Kalimatan 37 Kampus Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121
Telepon (0331) 337878, 322995, 322996, 331743 Faksimile (0331) 322995
Laman : www.fkm.unej.ac.id

Nomor : 4071 / UN25.1.12 / SP / 2017

28 AUG 2017

Lampiran : Satu bendel

Hal : Permohonan Ijin Penelitian

Yth. Pimpinan UD. Sumber Rasa
Kabupaten Banyuwangi
Banyuwangi

Dalam rangka menyelesaikan penyusunan skripsi mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember, maka kami mohon dengan hormat ijin bagi mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini, untuk melaksanakan penelitian :

N a m a : Fariya Eka Prastyawati

NIM : 102110101064

Judul penelitian : Hubungan Antara Tekanan Panas dan Faktor Pekerja Dengan Heat Strain Pada Pekerja Pembuat Kerupuk (Studi Di Industri Kerupuk Kelurahan Giri Kabupaten Banyuwangi)

Tempat penelitian : UD. Sumber Rasa Kabupaten Banyuwangi

Lama penelitian : Agustus – Oktober 2017

Sebagai bahan pertimbangan bersama ini kami lampirkan proposal penelitian.

Atas perhatian dan perkenannya kami sampaikan terima kasih.



Dr. Farida Wahyu Ningtyias, M.Kes.
NIP 198010092005012002



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

Jalan Kalimantan I/93 Kampus Bumi Tegal Boto Kotak Pos 159 Jember 68121

Telepon (0331) 337878, 322995, 322996, 331743 Faksimile (0331) 322995

Laman : www.fkm.unej.ac.id

Nomor : 4226 /UN25.1.12/SP/2017

07 SEP 2017

Hal : Permohonan Ijin Peminjaman Alat

Yth. Kepala Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja
Jawa Timur

Dalam rangka menyelesaikan penyusunan skripsi mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember, maka kami mohon dengan hormat ijin untuk peminjaman alat bagi mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini :

Nama : Fariya Eka Prastyawati
NIM : 102110101064
Kegiatan : Peminjaman alat pengukuran iklim kerja (questemp) untuk penelitian
Tempat Peminjaman Alat : Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja Jawa Timur

Adapun teknis dan ketentuan peminjaman alat kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara.

Atas perhatian dan kerjasamanya kami sampaikan terima kasih.



Dr. Farida Wahyu Ningtyias, M. Kes.
NIP 198010092005012002

Lampiran J. Dokumentasi Penelitian



Gambar 1. Pengukuran denyut nadi pekerja



Gambar 2. Pengukuran tekanan panas 1



Gambar 3. Pengukuran suhu tubuh pekerja



Gambar 4. Pengukuran tinggi badan pekerja



Gambar 5. Pengukuran tekanan panas 2



Gambar 6. Wawancara dengan pekerja



Gambar 7. Pengukuran berat badan



Gambar 8. Penjemuran kerupuk

Lampiran K. Output SPSS

a. Hubungan antara umur dengan *heat strain*

			<i>Heat strain</i>	Umur
Spearman's rho	<i>Heat strain</i>	Correlation Coefficient	1.000	-.127
		Sig. (2-tailed)	.	.371
		N	52	52
	Umur	Correlation Coefficient	-.127	1.000
		Sig. (2-tailed)	.371	.
		N	52	52

b. Hubungan antara jenis kelamin dengan *heat strain*

Case Processing Summary						
	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
<i>Heat strain</i> * Jenis Kelamin	52	100.0%	0	0.0%	52	100.0%

			Jenis Kelamin		Total
			Laki-laki	Perempuan	
<i>Heat strain</i>	tidak <i>heat strain</i>	Count	0	5	5
		Expected Count	.7	4.3	5.0
	<i>heat strain</i> kategori rendah	Count	5	40	45
		Expected Count	6.1	38.9	45.0
	<i>heat strain</i> kategori sedang	Count	2	0	2
		Expected Count	.3	1.7	2.0
Total		Count	7	45	52
		Expected Count	7.0	45.0	52.0

Symmetric Measures

		Value	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Phi	.516	.001
	Cramer's V	.516	.001
	Contingency Coefficient	.459	.001
N of Valid Cases		52	

c. Hubungan antara status gizi dengan *heat strain*

Correlations

			<i>Heat strain</i>	Status Gizi
Spearman's rho	<i>Heat strain</i>	Correlation Coefficient	1.000	.366**
		Sig. (2-tailed)	.	.008
		N	52	52
	Status Gizi	Correlation Coefficient	.366**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.008	.
		N	52	52

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

d. Hubungan antara konsumsi air minum dengan *heat strain*

Correlations

			<i>Heat strain</i>	Konsumsi Air Minum
Spearman's rho	<i>Heat strain</i>	Correlation Coefficient	1.000	.336*
		Sig. (2-tailed)	.	.015
		N	52	52
	Konsumsi Air Minum	Correlation Coefficient	.336*	1.000
		Sig. (2-tailed)	.015	.
		N	52	52

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

e. Hubungan antara konsumsi obat-obatan dengan *heat strain*

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
<i>Heat strain</i> * KonsumsiObat	52	100.0%	0	0.0%	52	100.0%

HeatStrain * KonsumsiObat Crosstabulation

			Konsumsi Obat		Total
			Ya	Tidak	
<i>Heat strain</i> tidak <i>heat strain</i>	Count		0	5	5
	Expected Count		.2	4.8	5.0
<i>heat strain</i> kategori rendah	Count		2	43	45
	Expected Count		1.7	43.3	45.0
<i>heat strain</i> kategori sedang	Count		0	2	2
	Expected Count		.1	1.9	2.0
Total	Count		2	50	52
	Expected Count		2.0	50.0	52.0

Symmetric Measures

			Value	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Phi		.079	.851
	Cramer's V		.079	.851
	Contingency Coefficient		.079	.851
N of Valid Cases			52	

f. Hubungan antara kondisi kesehatan dengan *heat strain*

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
<i>Heat strain</i> * KondisiKesehatan	52	100.0%	0	0.0%	52	100.0%

HeatStrain * KondisiKesehatan Crosstabulation

			Kondisi Kesehatan		Total
			Ya	Tidak	
<i>Heat strain</i> tidak <i>heat strain</i>	Count	0	5	5	
	Expected Count	.2	4.8	5.0	
<i>heat strain</i> kategori rendah	Count	2	43	45	
	Expected Count	1.7	43.3	45.0	
<i>heat strain</i> kategori sedang	Count	0	2	2	
	Expected Count	.1	1.9	2.0	
Total	Count	2	50	52	
	Expected Count	2.0	50.0	52.0	

Symmetric Measures

		Value	Approx. Sig.
Nominal by Nominal	Phi	.079	.851
	Cramer's V	.079	.851
	Contingency Coefficient	.079	.851
N of Valid Cases		52	

g. Hubungan antara tekanan panas dengan *heat strain*

Correlations

			<i>Heat strain</i>	Tekanan Panas
Spearman's rho	<i>Heat strain</i>	Correlation Coefficient	1.000	.378**
		Sig. (2-tailed)	.	.006
		N	52	52
	Tekanan Panas	Correlation Coefficient	.378**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.006	.
		N	52	52

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Lampiran L. Hasil Penelitian

No.	Nama	Bagian Kerja	Tekanan Panas/ ISBB (°C)	Beban Kerja	BB (kg)	TB (m)	IMT	Tingkat Heat Strain
1	Responden 1	Pencetakan	28,5 °C	BK Ringan	50	1,50	22,22	Tidak HS
2	Responden 2	Pencetakan	28,5 °C	BK Ringan	56	1,47	25,9	HS rendah
3	Responden 3	Pencetakan	28,5 °C	BK Sedang	55	1,48	25,10	HS rendah
4	Responden 4	Pencetakan	28,5 °C	BK Sedang	61	1,50	27,1	HS rendah
5	Responden 5	Pencetakan	28,5 °C	BK Sedang	60	1,51	26,31	HS rendah
6	Responden 6	Pencetakan	28,5 °C	BK Sedang	52	1,46	24,39	HS rendah
7	Responden 7	Pencetakan	28,5 °C	BK Ringan	38	1,43	18,58	Tidak HS
8	Responden 8	Pencetakan	28,5 °C	BK Ringan	76	1,53	32,46	HS rendah
9	Responden 9	Pencetakan	28,5 °C	BK Sedang	60	1,46	28,14	HS rendah
10	Responden 10	Pencetakan	28,5 °C	BK Ringan	52	1,53	22,21	HS rendah
11	Responden 11	Pencetakan	28,5 °C	BK Sedang	62	1,51	27,19	HS rendah
12	Responden 12	Pencetakan	28,5 °C	BK Sedang	54	1,43	26,40	HS rendah
13	Responden 13	Pencetakan	28,5 °C	BK Sedang	57	1,48	26,02	HS rendah
14	Responden 14	Pencetakan	28,5 °C	BK Sedang	63	1,58	25,23	HS rendah
15	Responden 15	Pencetakan	28,5 °C	BK Sedang	45	1,56	18,49	Tidak HS
16	Responden 16	Pencetakan	28,5 °C	BK Sedang	64	1,51	28,06	HS rendah
17	Responden 17	Pencetakan	28,5 °C	BK Ringan	67	1,56	27,53	HS rendah
18	Responden 18	Pencetakan	28,5 °C	BK Sedang	68	1,51	29,82	HS rendah
19	Responden 19	Pencetakan	28,5 °C	BK Ringan	52	1,48	23,73	Tidak HS
20	Responden 20	Pencetakan	28,5 °C	BK Sedang	64	1,59	25,31	HS rendah
21	Responden 21	Pencetakan	28,5 °C	BK Sedang	65	1,60	25,39	HS rendah
22	Responden 22	Pencetakan	28,5 °C	BK Sedang	45	1,43	22,00	HS rendah
23	Responden 23	Pencetakan	28,5 °C	BK Sedang	52	1,56	21,36	HS rendah
24	Responden 24	Pencetakan	28,5 °C	BK Sedang	68	1,51	29,87	Tidak HS
25	Responden 25	Pencetakan	28,5 °C	BK Sedang	58	1,46	27,20	HS rendah
26	Responden 26	Pencetakan	28,5 °C	BK Sedang	58	1,50	25,77	HS rendah
27	Responden 27	Pencetakan	28,5 °C	BK Ringan	56	1,43	27,38	HS rendah
28	Responden 28	Penjemuran	28,2 °C	BK Berat	58	1,50	25,77	HS rendah
29	Responden 29	Penjemuran	28,2 °C	BK Berat	64	1,53	27,33	HS rendah
30	Responden 30	Penjemuran	28,2 °C	BK Berat	63	1,57	25,55	HS rendah
31	Responden 31	Penjemuran	28,2 °C	BK Berat	60	1,52	25,96	HS rendah
32	Responden 32	Penjemuran	28,2 °C	BK Berat	70	1,51	30,70	HS rendah
33	Responden 33	Penjemuran	28,2 °C	BK Berat	59	1,49	26,57	HS rendah
34	Responden 34	Penjemuran	28,2 °C	BK Berat	58	1,46	27,20	HS rendah
35	Responden 35	Pengadonan	28,5 °C	BK Sedang	63	1,48	28,76	HS rendah
36	Responden 36	Pengadonan	28,5 °C	BK Sedang	45	1,45	21,40	HS rendah
37	Responden 37	Pengukusan	28,9 °C	BK Berat	68	1,60	26,56	HS rendah
38	Responden 38	Pengukusan	28,9 °C	BK Berat	63	1,48	28,76	HS rendah
39	Responden 39	Pengukusan	28,9 °C	BK Berat	60	1,47	27,76	HS rendah
40	Responden 40	Pengukusan	28,9 °C	BK Berat	62	1,57	25,15	HS rendah
41	Responden 41	Pengukusan	28,9 °C	BK Berat	67	1,57	27,18	HS rendah
42	Responden 42	Pengadonan	28,9 °C	BK Sedang	60	1,58	24,03	HS rendah
43	Responden 43	Pengukusan	27,7 °C	BK Berat	46	1,53	19,65	HS rendah
44	Responden 44	Pencetakan	28,9 °C	BK Sedang	65	1,53	27,76	HS rendah
45	Responden 45	Penjemuran	28,2 °C	BK Berat	44	1,55	18,31	HS rendah
46	Responden 46	Pencetakan	27,7 °C	BK Sedang	54	1,45	25,68	HS rendah
47	Responden 47	Pencetakan	27,7 °C	BK Sedang	47	1,45	22,35	HS rendah

48	Responden 48	Pengadonan	28,9 °C	BK Sedang	62	1,56	25,47	HS rendah
49	Responden 49	Penjemuran	27,8 °C	BK Berat	68	1,57	27,58	HS sedang
50	Responden 50	Pencetakan	28,0 °C	BK Sedang	60	1,57	24,34	HS rendah
51	Responden 51	Pengadonan	28,0 °C	BK Sedang	60	1,50	26,66	HS rendah
52	Responden 52	Pengukusan	27,7 °C	BK Berat	67	1,56	27,53	HS sedang

