

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PENGARUH KARAKTERISTIK PEKERJA DAN PEKERJAAN  
TERHADAP FUNGSI PARU PADA KARYAWAN UNIT  
FERMENTASI PT. INDO ACIDATAMA, Tbk.  
KEMIRI, KEBAKKRAMAT,  
KARANGANYAR**



**Amelia Octa Lukityastuti  
R.0009010**

**PROGRAM DIPLOMA III HIPERKES DAN KESELAMATAN  
KERJA  
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
Surakarta  
2012**

*commit to user*

**PENGESAHAN PERUSAHAAN**

**Tugas Akhir dengan judul : Pengaruh Karakteristik Pekerja dan Pekerjaan Terhadap Fungsi Paru Pada Karyawan Unit Fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar.**

Amelia Octa Lukityastuti, NIM : R.0009010, Tahun : 2012

Pada Hari .....Tanggal **23 MAY 2012** .....

**Vice Exc. Off to Corporate**



**Ir. Edy Darmawan, MM**

**Safety Inspector**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Setyo Budi', written over a faint grid or background.

**Setyo Budi**

**ABSTRAK**  
**PENGARUH KARAKTERISTIK PEKERJA DAN PEKERJAAN**  
**TERHADAP FUNGSI PARU KARYAWAN UNIT**  
**FERMENTASI PT. INDO ACIDATAMA Tbk.**  
**KEMIRI, KEBAKKRAMAT,**  
**KARANGANYAR**

Amelia<sup>\*)</sup>, Sumardiyono<sup>\*)</sup>, dan Cr.Siti Utari<sup>\*)</sup>

**Tujuan** : Salah satu bidang pekerjaan yang perlu mendapat perhatian adalah penyakit akibat kerja pada industri kimia. Bekerja di industri kimia merupakan salah satu jenis pekerjaan yang berisiko tinggi terhadap terjadinya gangguan fungsi paru. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara karakteristik pekerja dan karakteristik pekerjaan terhadap fungsi paru pada karyawan unit Fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar.

**Metode** : Penelitian ini dilaksanakan menggunakan metode analitik dengan pendekatan *cross sectional*, jumlah sampel sebanyak 30 orang. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah karakteristik pekerja (umur, status gizi, kebiasaan merokok, dan kebiasaan olahraga), karakteristik pekerjaan (masa kerja). Variabel terikat dalam penelitian ini adalah fungsi paru. Analisis dilakukan secara univariat dan bivariat menggunakan uji statistik *Chi Square* sehingga dapat diketahui korelasi kemaknaan antara variabel bebas dan terikat.

**Hasil** : Hasil analisis menggunakan *Chi Square Test* umur terhadap fungsi paru menunjukkan  $p= 0,538$ . Status gizi terhadap fungsi paru menunjukkan  $p= 1,000$ . Masa kerja terhadap fungsi paru menunjukkan  $p= 1,000$ . Kebiasaan merokok terhadap fungsi paru menunjukkan  $p= 0,290$ . Kebiasaan olahraga terhadap fungsi paru menunjukkan  $p= 0,613$ .

**Simpulan** : Hasil uji statistik terhadap seluruh variabel penelitian dinyatakan tidak signifikan ( $p > 0,05$ ), sehingga menunjukkan tidak adanya pengaruh karakteristik pekerja dan pekerjaan terhadap fungsi paru pada karyawan unit Fermentasi PT. Indo Acidatama. Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar.

**Kata kunci** : **Karakteristik Pekerja dan Pekerjaan, Fungsi Paru**

---

\*) Prodi Diploma III Hiperkes dan KK FK UNS

**ABSTRACT**  
**THE INFLUENCE OF EMPLOYEES AND JOBS CHARACTERISTIC**  
**TOWARD LUNGS FUNCTION OF THE FERMENTATION UNIT**  
**EMPLOYEES OF PT. INDO ACIDATAMA Tbk.**  
**KEMIRI, KEBAKKRAMAT,**  
**KARANGANYAR**

**Amelia<sup>\*)</sup>, Sumardiyono<sup>\*)</sup>, and Cr. Siti Utari<sup>\*)</sup>**

**Objective** : One of important things which is necessary to get attention from working, especially working in chemical industry, is disease as the effect of working on it. Working in chemical industry is one of the most risky jobs for its susceptibility towards lungs function disturbance. The objective of this research is to find out the correlation between employees and jobs characteristic toward lungs function of the fermentation unit employees of PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar.

**Method** : This research is held through analytical method with cross sectional approach. Thirty employees are chosen to be the samples. Free variables in this research are employees characteristic (including age, nutritional status, smoking habit, and sport habit), and jobs characteristic (including working period). Meanwhile, lungs function is the bound variable in this research. The analysis held in univariat and bivariat method using Chi Square statistic test in order to find out the correlation between free and bound variable.

**Result** : Several analysis result of Chi Square test, are: age towards lungs function shows  $p = 0,538$ . The nutritional status towards lungs function shows  $p = 1,000$ . Working period towards lungs function shows  $p = 1,000$ . Smoking habit towards lungs function shows  $p = 0,290$ . While sport habit towards lungs function shows  $p = 0,613$ .

**Conclusion** : The result of the statistic test towards the entire variables are stated to be insignificant ( $p > 0,05$ ). Therefore it shows inexistence of employees and jobs characteristic influence to lungs function of the fermentation unit employees of PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar.

**Keyword** : **Employees and Jobs Characteristic, Lungs Function**

---

<sup>\*)</sup> Diploma III Study Program Industrial Hygiene, Occupational Health and Safety, Medical Faculty, Sebelas Maret University

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat, anugerah, karunia, kesehatan, kekuatan, dan kemudahan dalam pelaksanaan magang serta penyusunan laporan Tugas Akhir dengan judul **”Pengaruh Karakteristik Pekerja Dan Pekerjaan Terhadap Fungsi Paru Pada Karyawan Unit Fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar”**.

Penulisan laporan penelitian ini merupakan syarat untuk menyelesaikan pendidikan di Program Diploma III Higiene Perusahaan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (D.III Hiperkes & KK), Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta, dan juga menambah keilmuan, wawasan, serta pengalaman yang tidak ternilai harganya bagi penulis.

Dalam pembuatan laporan ini penulis banyak mendapat bantuan, pengarahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu tidak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr Zainal Arifin Adnan, dr. Sp.PD-KR-FINASIM selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Bapak Sumardiyono, SKM., M.Kes, selaku Ketua Program Diploma III Hiperkes dan Keselamatan Kerja Universitas Sebelas Maret Surakarta dan selaku Dosen Pembimbing I.
3. Ibu. Dra. Cr. Siti Utari, M.Kes, selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan saran dalam penyusunan laporan ini.
4. Ibu. dr. Isna Qadrijati, M.Kes, selaku Dosen Penguji yang telah memberikan arahan dan saran serta kemudahan bagi penulis selama ujian berlangsung.
5. Pimpinan Perusahaan PT. Indo Acidatama. Tbk. yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan magang.
6. Bapak Ir. Edy Darmawan, MM, selaku *Vice Executif Officer to Cooperate* yang telah membimbing dan mengarahkan kami dalam melaksanakan magang.
7. Bapak Setyo Budi, selaku *Safety Inspector* yang telah membimbing dan mengarahkan kami dalam melaksanakan magang.
8. Semua karyawan PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar atas segala bantuan dan dukungan yang diberikan.
9. Keluarga tercinta, Papa, Mama, Kakak, atas segala doa, cinta, dukungan, dan motivasinya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan lancar.
10. Arimatea Hendry, atas segala doa, cinta, dan dukungan, dan motivasinya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan lancar.
11. Sahabat (Winda, Anggun, Kunti, Hartini) dan teman-teman angkatan 2009 atas doa dan dukungannya serta semangat yang diberikan kepada penulis.
12. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas segala bantuan yang diberikan kepada penulis dalam penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Untuk itu saran dan kritik membangun dari pembaca akan penulis terima dengan tangan terbuka. Besar harapan penulis agar laporan ini dapat bermanfaat sebagaimana mestinya.

Surakarta, Juni 2012  
Penulis,

Amelia Octa Lukityastuti



## DAFTAR ISI

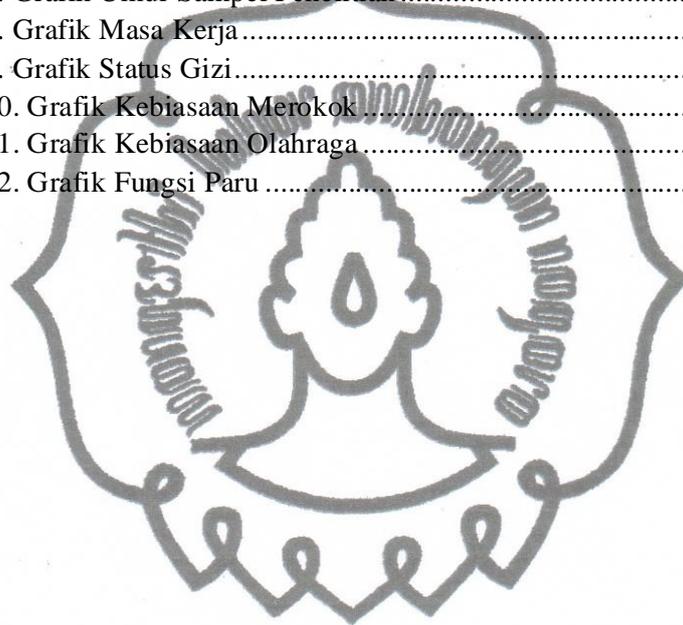
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PERUSAHAAN.....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan masalah .....	5
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II. LANDASAN TEORI.....	8
A. Tinjauan Pustaka .....	8
B. Kerangka Pemikiran.....	36
C. Hipotesis.....	39
BAB III. METODE PENELITIAN .....	40
A. Jenis Penelitian .....	40
B. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	40
C. Populasi Penelitian .....	40
D. Teknik <i>Sampling</i> .....	40
E. Sampel Penelitian .....	41
F. Variabel Penelitian .....	41
G. Definisi Operasional.....	41
H. Sumber Data .....	43
I. Instrumen Penelitian.....	44
J. Teknik Pengumpulan Data .....	46
K. Analisis Data .....	47
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	48
A. Hasil Penelitian.....	48
B. Pembahasan .....	65
BAB V. SIMPULAN DAN SARAN .....	72
A. Simpulan .....	72
B. Saran .....	73
DAFTAR PUSTAKA .....	74
LAMPIRAN	

**DAFTAR TABEL**

Tabel 1. Nilai Restriktif.....	31
Tabel 2. Nilai Obstruktif .....	31
Tabel 3. Data Sampel Penelitian .....	51
Tabel 4. Data Pengukuran Variabel Penelitian .....	52
Tabel 5. Hasil Pengukuran Fungsi Paru.....	53
Tabel 6. Distribusi Frekuensi Umur.....	54
Tabel 7. Distribusi Frekuensi Masa kerja .....	55
Tabel 8. Distribusi Frekuensi Status Gizi .....	56
Tabel 9. Distribusi Frekuensi Kebiasaan Merokok .....	57
Tabel 10. Distribusi Frekuensi Kebiasaan Olahraga.....	58
Tabel 11. Distribusi Frekuensi Fungsi Paru.....	59
Tabel 12. Tabulasi Silang Umur dengan Fungsi Paru .....	60
Tabel 13. Tabulasi Silang Masa Kerja dengan Fungsi Paru .....	61
Tabel 14. Tabulasi Silang Status Gizi dengan Fungsi Paru .....	62
Tabel 15. Tabulasi Silang Kebiasaan Merokok dengan Fungsi Paru .....	63
Tabel 16. Tabulasi Silang Kebiasaan Olahraga dengan Fungsi Paru.....	64

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1. Sistem Pernafasan Manusia.....	13
Gambar 2. Proses Inspirasi.....	17
Gambar 3. Pross Ekspirasi .....	18
Gambar 4. Uji Fungsi Paru.....	28
Gambar 5. Bagan Kerangka Pemikiran.....	38
Gambar 6. Alat Spirometer .....	44
Gambar 7. Grafik Umur Sampel Penelitian .....	54
Gambar 8. Grafik Masa Kerja.....	55
Gambar 9. Grafik Status Gizi.....	56
Gambar 10. Grafik Kebiasaan Merokok.....	57
Gambar 11. Grafik Kebiasaan Olahraga.....	58
Gambar 12. Grafik Fungsi Paru .....	59



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Standart Operasional Prosedur Operasi Fermentasi.
- Lampiran 2. Jadwal Perawatan Rutin Bulan Februari 2012.
- Lampiran 3. *Medical Check Up* Foto Rontgen Karyawan PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat Karanganyar Bulan Januari 2012.
- Lampiran 4. Hasil Uji Statistik Menggunakan SPSS.



## BAB I PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Tingkat kecelakaan fatal di negara-negara berkembang empat kali lebih tinggi dibanding negara-negara industri. Di negara-negara berkembang, kebanyakan kecelakaan dan penyakit akibat kerja terjadi di bidang-bidang pertanian, perikanan dan perikanan, pertambangan dan konstruksi. Tingkat buta huruf yang tinggi dan pelatihan yang kurang memadai mengenai metode-metode keselamatan kerja mengakibatkan tingginya angka kematian yang terjadi karena kebakaran dan pemakaian zat-zat berbahaya yang mengakibatkan penderitaan dan penyakit yang serius termasuk kanker, penyakit jantung dan stroke. Praktek-praktek ergonomis yang kurang memadai mengakibatkan gangguan pada otot, yang mempengaruhi kualitas hidup dan produktivitas kerja. Selain itu, masalah-masalah sosial kejiwaan di tempat kerja seperti stress ada hubungannya dengan masalah-masalah kesehatan (ILO, 2004).

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah kepentingan pengusaha, pekerja dan pemerintah di seluruh dunia. Menurut perkiraan ILO, setiap tahun di seluruh dunia 2 juta orang meninggal karena masalah-masalah akibat kerja. Dari jumlah ini, 354.000 orang mengalami kecelakaan fatal. Disamping itu, setiap tahun ada 270 juta pekerja yang mengalami kecelakaan akibat kerja dan 160 juta yang terkena penyakit akibat kerja. Biaya yang harus

*commit to user*

dikeluarkan untuk bahaya-bahaya akibat kerja ini amat besar. ILO memperkirakan kerugian yang dialami sebagai akibat kecelakaan-kecelakaan dan penyakit-penyakit akibat kerja setiap tahun lebih dari US\$1.25 triliun atau sama dengan 4% dari Produk Domestik Bruto (ILO, 2004).

Undang-Undang No. 23 Tahun 1992 tentang Kesehatan memberikan ketentuan mengenai kesehatan kerja dalam Pasal 23 yang menyebutkan bahwa kesehatan kerja dilaksanakan supaya semua pekerja dapat bekerja dalam kondisi kesehatan yang baik tanpa membahayakan diri mereka sendiri atau masyarakat, dan supaya tenaga kerja dapat mengoptimalkan produktivitas kerja sesuai dengan program perlindungan tenaga kerja (Departemen Kesehatan, 2002).

Salah satu bidang pekerjaan yang perlu mendapat perhatian adalah penyakit akibat kerja pada pekerja industri kimia. Kelompok pekerja ini perlu mendapat perhatian karena jumlahnya yang terus berkembang, sementara itu risiko penyakit akibat kerjanya cukup besar. Industri kimia dapat diberi batasan sebagai industri yang ditandai dengan penggunaan proses-proses yang berhubungan dengan perubahan-perubahan kimiawi dan komposisi suatu zat. Oleh karena pada industri kimia, bahan-bahan berbahaya telah diuraikan banyak dipakai, diolah dan diproduksi, serta memiliki bahaya potensial yang cukup besar. Namun, saat ini industri kimia telah mengembangkan proses produksi dengan tingkat keamanan yang cukup tinggi untuk menjamin keselamatan kerja. Dalam usaha keselamatan kerja, hal-hal yang harus mendapat perhatian adalah sifat bahaya bahan kimia, perencanaan pabrik,

perlindungan terhadap tenaga kerja, serta pemeriksaan kesehatan terhadap tenaga kerja (Suma'mur, 1993). Hal tersebut dimaksudkan untuk mengurangi terjadinya kecelakaan akibat kerja dan penyakit akibat kerja.

PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar merupakan industri kimia, keadaannya memerlukan kesadaran dan pengertian semua karyawannya untuk dapat menyadari dan mengerti akan bahaya yang selalu ada di sekitarnya sehingga tercipta keselamatan dan kesehatan kerja. PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar memproduksi alkohol (*ethanol*), asam cuka (*acetic acid/asam asetat*), *ethyl asetat* serta spirtus. Jelas bahwa di PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar banyak terdapat bahan-bahan kimia dengan sifat yang berbeda termasuk pengaruh baik atau buruknya bagi karyawan ataupun masyarakat di sekitar pabrik. Oleh karena itu, penggunaan alat pelindung diri seperti sarung tangan, kacamata pelindung, masker dan sebagainya sangat penting demi menjaga keselamatan dan kesehatan diri maupun orang lain. Daerah-daerah larangan merokok harus dipatuhi agar PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar selalu dalam keadaan aman dan sehat.

Unit fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar merupakan unit yang berperan dalam proses awal pembuatan alkohol. Dalam proses fermentasi, didapatkan hasil samping berupa gas CO<sub>2</sub>. Oleh karena itu, salah satu penyakit akibat kerja pada pekerja industri kimia khususnya di unit fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar yang mungkin timbul adalah gangguan fungsi paru akibat

menghirup gas CO<sub>2</sub>. Bila gas CO<sub>2</sub> terhirup dalam kadar yang tinggi dan dalam waktu yang cukup lama, maka akan menimbulkan gangguan kesehatan. Dari beberapa teori, diketahui bahwa gangguan fungsi paru pada pekerja dipengaruhi oleh banyak faktor di antaranya adalah penyebab langsung dan penyebab tidak langsung (Price dan Wilson, 1995). Penyebab langsung dalam hal ini adalah kadar gas CO<sub>2</sub> di udara dan kadar total gas CO<sub>2</sub> yang terhisap, sedangkan penyebab tidak langsung dari faktor karakteristik pekerja dan karakteristik pekerjaan. Ketahanan individu dari pekerja sangat sulit untuk diukur, pekerja yang terpapar oleh lingkungan yang sama dalam periode waktu yang sama mungkin akan menunjukkan perkembangan derajat penyakit paru yang berbeda. Beberapa faktor penyebab tidak langsung atau karakteristik pekerja yang mungkin berpengaruh adalah umur, status gizi, riwayat penyakit, kebiasaan olah raga, kebiasaan merokok, dan pola hidup. Karakteristik pekerjaan yang mempengaruhi antara lain adalah masa kerja dan penggunaan masker (Price dan Wilson, 1995).

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis tertarik untuk mengambil judul tentang “Pengaruh Karakteristik Pekerja dan Pekerjaan Terhadap Fungsi Paru Pada Karyawan Unit Fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar.

## B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah umur mempengaruhi fungsi paru pada karyawan unit fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar ?
2. Apakah status gizi mempengaruhi fungsi paru pada karyawan unit fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar ?
3. Apakah kebiasaan olahraga mempengaruhi fungsi paru pada karyawan unit fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar ?
4. Apakah kebiasaan merokok mempengaruhi fungsi paru pada karyawan unit fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar ?
5. Apakah masa kerja mempengaruhi fungsi paru pada karyawan unit fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar ?

## C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh umur terhadap fungsi paru pada karyawan unit fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar.
2. Untuk mengetahui pengaruh status gizi terhadap fungsi paru pada karyawan unit fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar.

3. Untuk mengetahui pengaruh kebiasaan olahraga terhadap fungsi paru pada karyawan unit fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar.
4. Untuk mengetahui pengaruh kebiasaan merokok terhadap fungsi paru pada karyawan unit fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar.
5. Untuk mengetahui pengaruh masa kerja terhadap fungsi paru pada karyawan unit fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Penelitian yang dilakukan ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada :

1. Bagi Mahasiswa
  - a. Mengetahui beberapa faktor risiko yang berpengaruh terhadap fungsi paru pada karyawan unit fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar.
  - b. Dapat mengukur kapasitas paru pada karyawan unit fermentasi serta melakukan observasi langsung terhadap aktivitas karyawan unit fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar.
  - c. Mahasiswa dapat mengaplikasikan keilmuan yang didapat selama berada di bangku kuliah dalam dunia kerja yang nyata dan untuk menambah wawasan, pengetahuan dan pengalaman di lapangan mengenai masalah keselamatan dan kesehatan kerja dan lingkungan hidup.

## 2. Bagi Perusahaan

- a. Mengenal faktor risiko yang berpengaruh terhadap fungsi paru pada karyawan unit fermentasi PT. Indo acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar sehingga dapat menjadi acuan dalam penyusunan program peningkatan keselamatan dan kesehatan kerja di lingkungan perusahaan maupun masyarakat sekitar.
- b. Dapat digunakan sebagai dasar untuk memberikan informasi yang bermanfaat kepada karyawan dan masyarakat sekitar untuk melaksanakan tindakan koreksi sehingga tercipta lingkungan kerja yang aman dan nyaman.

## 3. Bagi Program Diploma III Hiperkes dan Keselamatan Kerja

- a. Membekali mahasiswa dalam mengimplementasikan ilmu yang diterima selama perkuliahan dalam dunia kerja serta mempersiapkan mahasiswa menjadi tenaga kerja yang kompeten dalam bidang hiperkes dan keselamatan kerja.
- b. Menambah studi kepustakaan yang diharapkan dapat bermanfaat untuk pengembangan ilmu pengetahuan.
- c. Menjalin terbinanya kerjasama yang baik antara Program Diploma III Hiperkes dan Keselamatan Kerja dengan PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Tinjauan Pustaka

##### 1. Pengaruh Lingkungan Kerja Terhadap Kesehatan

Menurut Suma'mur (2009), dalam ruang atau di tempat kerja biasanya terdapat faktor-faktor yang menjadi sebab penyakit akibat kerja sebagai berikut :

##### a. Golongan Fisik

- 1) Suara yang bisa menyebabkan pekak atau tuli
- 2) Radiasi sinar-sinar Ro atau sinar-sinar radioaktif yang menyebabkan antara lain penyakit susunan darah dan kelainan-kelainan kulit.
- 3) Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan *heat stroke*, *heat cramps*, atau *hyperpyrexia*, sedangkan suhu rendah antara lain menimbulkan *frosbite*.
- 4) Tekanan yang tinggi menyebabkan *caisson disease*.
- 5) Penerangan lampu yang kurang baik misalnya menyebabkan kelainan pada indera penglihatan atau kesilauan yang memudahkan terjadinya kecelakaan.
- 6) Getaran mekanis dapat menyebabkan gangguan kenikmatan.
- 7) Bau-bauan dapat mengganggu kesehatan paru atau pernafasan.

##### b. Golongan Kimia, yaitu :

- 1) Debu yang menyebabkan pneumokoniosis

*commit to user*

- 2) Uap yang diantaranya menyebabkan *metal fume fever*, dermatitis, atau keracunan
  - 3) Gas, misalnya keracunan oleh CO, H<sub>2</sub>S, dan lain-lain.
  - 4) Larutan, misalnya dapat menyebabkan dermatitis.
  - 5) Awan atau kabut, misalnya racun serangga, racun jamur dan lain-lain yang menimbulkan keracunan.
- c. Golongan Infeksi/Biologis
- 1) Bakteri
  - 2) Virus
  - 3) Jamur
- d. Golongan Fisiologis
- Disebabkan oleh kesalahan-kesalahan konstruksi mesin, sikap badan kurang baik, salah cara melakukan pekerjaan yang semuanya menimbulkan kelelahan fisik bahkan lambat laun terjadi perubahan fisik pada tubuh pekerja.
- e. Golongan Mental-Psikologis

Hal ini terlihat misalnya pada hubungan kerja yang tidak baik, atau misalnya keadaan yang membosankan/monotoni.

## 2. Sistem Pernafasan Manusia

### a. Saluran Pernafasan

Saluran pernafasan adalah saluran yang mengangkut udara antara atmosfer dan alveolus, yaitu tempat terakhir yang merupakan

satu-satunya tempat pertukaran gas-gas antara udara dan darah dapat berlangsung (Zullies, 2011).

Saluran pernafasan dari hidung sampai bronkiolus dilapisi oleh membran mukosa yang bersilia. Ketika udara masuk ke rongga hidung, udara akan disaring, dihangatkan dan dilembabkan. Ketiga proses ini merupakan fungsi utama dari mukosa pernafasan, yang terdiri dari epitel toraks bertingkat, bersilia, dan bersel goblet. Permukaan epitel diliputi oleh lapisan mukus yang disekresikan oleh sel goblet dan kelenjar serosa. Partikel debu yang kasar akan disaring oleh bulu-bulu hidung, sedangkan partikel halus akan terperangkap dalam lapisan mukus. Gerakan silia akan mendorong lapisan mukus ke dalam sistem pernafasan bawah menuju faring, di mana mukus akan tertelan atau dibatukkan (Zullies, 2011).

Selanjutnya udara akan dilembabkan dan dihangatkan dengan panas yang berasal dari jaringan di bawahnya yang kaya akan pembuluh darah, sehingga ketika udara mencapai saluran nafas bawah hampir bebas debu, bersuhu mendekati suhu tubuh, dan kelembabannya mencapai 100%. Setelah itu, udara mengalir turun melalui trakea, bronkus, bronkiolus, dan sampai ke duktus alveolus (Zullies, 2011).

## b. Jenis Saluran Pernafasan

### 1) Nares Anterior

Adalah saluran-saluran dalam rongga hidung. Saluran-saluran itu bermuara ke dalam bagian yang dikenal sebagai

vestibulum (rongga hidung). Vestibulum ini dilapisi dengan epitelium bergaris yang bersambung dengan kulit. Lapisan nares anterior memuat sejumlah kelenjar sebaceous yang ditutupi oleh bulu kasar. Kelenjar-kelenjar itu bermuara ke dalam rongga hidung (Evelyn, 2009)

## 2) Rongga Hidung

Rongga hidung dilapisi selaput lendir yang sangat kaya akan pembuluh darah, dan bersambung dengan lapisan faring dan dengan selaput lendir semua sinus yang mempunyai lubang masuk ke dalam rongga hidung. Daerah pernafasan dilapisi dengan epitelium silinder dan sel epitel berambut yang mengandung sel cangkir atau sel lendir. Sekresi dari sel itu membuat permukaan nares basah dan berlendir (Evelyn, 2009).

Fungsi rongga hidung adalah menyaring, menghangatkan dan melembabkan udara (Zullies, 2011).

## 3) Faring

Faring adalah pipa berotot yang berjalan dari dasar tengkorak sampai persambungannya dengan esofagus pada ketinggian tulang rawan krikoid. Maka letaknya di belakang hidung (*nasofaring*), di belakang mulut (*orofaring*) dan di belakang laring (Evelyn, 2009). Fungsi faring adalah sebagai jalan masuk bagi udara, makanan, dan minuman (Zullies, 2011).

#### 4) Laring

Laring terletak di depan bagian terendah faring yang memisahkannya dari kolumna vertebra, berjalan dari faring sampai ketinggian vertebra servikalis dan masuk ke dalam trakea di bawahnya. Laring terdiri atas kepingan tulang rawan yang diikat bersama oleh ligamen dan membran. Di dalam laring terdapat pita suara (Evelyn, 2009).

#### 5) Trakea

Trakea sebagai jalan nafas utama. Trakea atau batang tenggorok panjangnya kira-kira 9 cm. Trakea tersusun atas 16 sampai 20 lingkaran tak lengkap berupa cincin tulang rawan yang diikat bersama oleh jaringan fibrosa dan yang melingkapi lingkaran di sebelah belakang trakea, selain itu juga memuat beberapa jaringan otot (Evelyn, 2009).

#### 6) Bronkus

Bronkus sebagai cabang jalan nafas. Bronkus memiliki struktur yang sama dengan trakea dan dilapisi oleh jenis sel yang sama. Bronkus kanan lebih lebar dan lebih pendek daripada yang kiri. Bronkus kiri lebih panjang dan lebih langsing daripada bronkus kanan (Evelyn, 2009).

#### 7) Bronkiolus

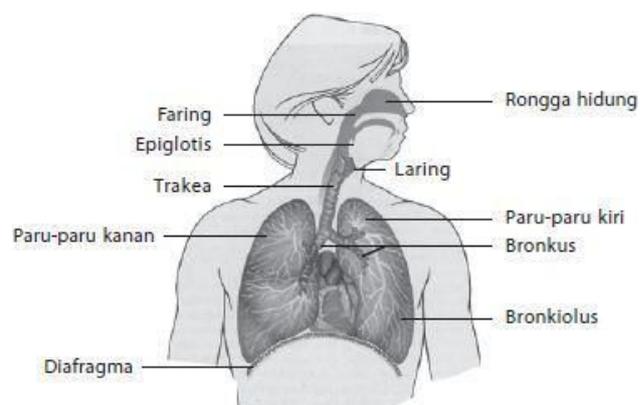
Bronkiolus merupakan cabang terkecil dari bronkus.

## 8) Paru-paru

Paru-paru ada dua, merupakan alat pernafasan utama. Paru-paru mengisi rongga dada, terletak di sebelah kanan, kiri, dan di tengah dipisahkan oleh jantung beserta pembuluh darah. Paru-paru adalah organ yang berbentuk kerucut dengan puncak di atas dan muncul sedikit lebih tinggi dari klavikula di dalam dasar leher (Evelyn, 2009).

## 9) Alveolus

Alveolus merupakan tempat pertukaran oksigen dan karbondioksida. Alveolus dilingkupi oleh kapiler pulmoner, dan di daerah tempat terjadinya pertukaran gas oksigen dan karbondioksida membrannya sangat tipis. Ada kurang lebih 300 juta alveolus pada paru-paru manusia, dan area total dinding alveolus yang kontak dengan kapiler pada kedua belah paru-paru kira-kira  $70-75 \text{ m}^2$  atau seluas lapangan tenis (Zullies, 2011).



Sumber: *Biology: Discovering Life*, 1991

Gambar 1. Sistem pernafasan manusia

Sumber : Budisma, 2011

*commit to user*

c. Fungsi Sistem Pernafasan

Fungsi sistem pernafasan adalah mengambil oksigen dari atmosfer ke dalam sel-sel tubuh dan untuk mentransport karbondioksida yang dihasilkan oleh sel-sel tubuh kembali ke atmosfer (Syaiffudin, 2009).

d. Proses-Proses Dalam Respirasi

Menurut Guyton (1996), proses respirasi dapat dibagi menjadi empat golongan utama yaitu :

1) Ventilasi Pulmonar (Pernafasan)

Adalah pemasukan dan pengeluaran udara di antara atmosfer dan alveolus paru.

2) Respirasi Eksternal

Adalah difusi oksigen dan karbondioksida di antara alveolus dan darah.

3) Respirasi Internal

Adalah difusi oksigen dan karbondioksida antara sel darah dan sel-sel jaringan.

4) Respirasi Seluler

Adalah transport oksigen dan karbondioksida di dalam darah dan cairan tubuh ke dan dari sel.

e. Mekanisme Pernafasan

Mekanisme Pernafasan menurut Syaiffudin (2009), adalah sebagai berikut :

Paru-paru dan dinding dada dalam keadaan normal memiliki struktur yang elastis dan terdapat lapisan cairan tipis yang memisah paru-paru dan dinding dada. Posisi paru-paru dengan mudah bergeser pada dinding dada. Tekanan pada ruangan antara paru-paru dan dinding dada berada di bawah tekanan atmosfer. Paru-paru akan teregang dan berkembang pada waktu bayi baru lahir. Pada waktu akhir respirasi kecenderungan *recoil* (pergeseran) dinding dada diimbangi oleh kecenderungan dinding dada untuk bergeser ke arah yang berlawanan (Syaiffudin, 2009).

Otot diafragma yang terletak di bagian dalam dan luar interkostalis, kontraksinya bertambah dalam. Rongga toraks menutup dan mengeras ketika udara masuk ke dalam paru-paru, di luar muskulus interkostalis akan menekan tulang iga dan mengendalikan luas rongga toraks yang menyokong pada saat ekspirasi sehingga bagian luar interkostalis dari ekspirasi menekan bagian perut. Kekuatan diafragma ke arah atas membantu mengembalikan volume dari rongga pleura (Syaiffudin, 2009).

Pada waktu menarik nafas dalam, maka otot akan berkontraksi, tetapi pengeluaran pernafasan berada dalam proses yang pasif. Ketika diafragma menutup, penarikan nafas melalui isi rongga dada kembali membesar, paru-paru dan dinding badan bergerak, kemudian diafragma dan tulang dada menutup ke posisi semula. Aktivitas bernafas

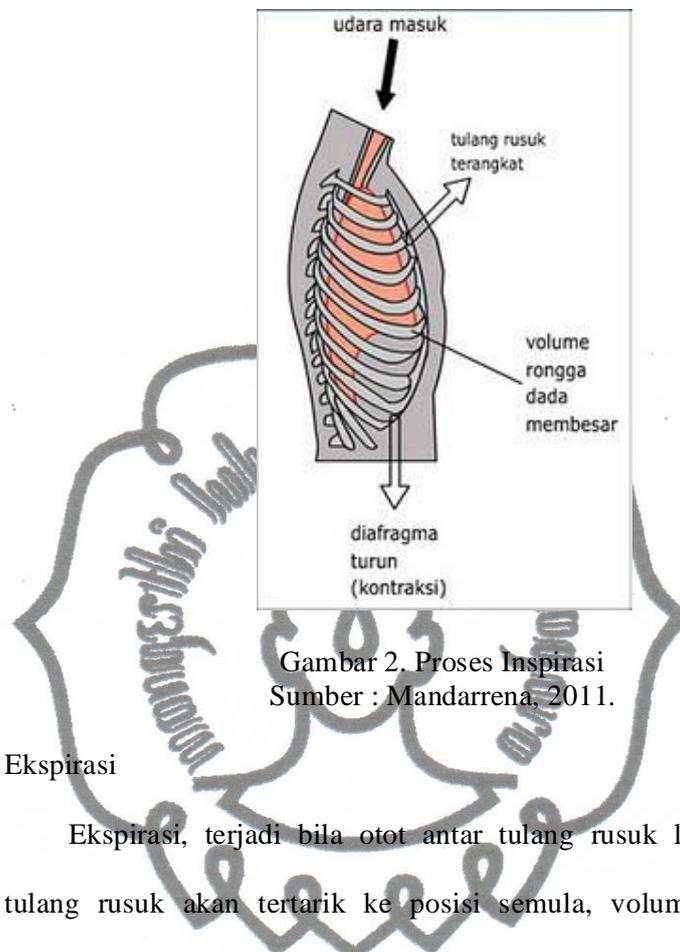
merupakan dasar yang meliputi gerak tulang rusuk sewaktu bernafas dalam dan volume udara bertambah (Syaiffudin, 2009).

f. Gerakan Udara Masuk Paru-Paru

Paru-paru merupakan struktur elastis yang dapat mengempis seperti balon bila tidak ada kekuatan untuk mempertahankan pengembangannya sewaktu mengeluarkan semua udaranya melalui trakea. Antara paru-paru dan dinding rongga dada tidak terdapat perlekatan. Paru-paru mengapung dalam rongga dada dan dikelilingi oleh lapisan tipis berisi cairan pleura yang menjadi pelumas bagi gerakan paru-paru dalam rongga dada. Ketika melakukan pengembangan dan berkontraksi, maka paru-paru dapat bergeser secara bebas karena terlumas rata (Syaiffudin, 2009).

g. Inspirasi

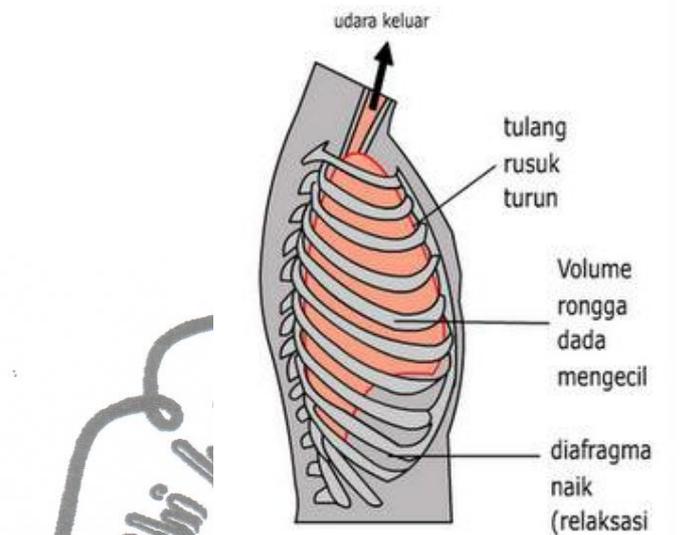
Inspirasi, terjadi bila otot antar tulang rusuk luar berkontraksi, tulang rusuk terangkat, volume rongga dada membesar, paru-paru mengembang, sehingga tekanan udaranya menjadi lebih kecil dari udara atmosfer, sehingga udara masuk (Mandarrena, 2011).



Gambar 2. Proses Inspirasi  
Sumber : Mandarrena, 2011.

#### h. Ekspirasi

Ekspirasi, terjadi bila otot antar tulang rusuk luar berelaksasi, tulang rusuk akan tertarik ke posisi semula, volume rongga dada mengecil, tekanan udara rongga dada meningkat, tekanan udara dalam paru-paru lebih tinggi dari udara atmosfer, akibatnya udara keluar (Mandarrena, 2011).



Gambar 3. Proses Ekspirasi  
Sumber : Mandarrena, 2011

i. Volume dan Kapasitas Paru

1) Volume Paru

Menurut Guyton (1996), ada empat volume paru yang bila semua dijumlahkan sama dengan volume maksimal paru yang mengembang.

a) Volume tidal

Merupakan volume udara yang dihirup dan dihembuskan di setiap pernafasan normal, jumlahnya  $\pm 500$  ml.

b) Volume cadangan inspirasi

Merupakan volume tambahan udara yang dapat diinspirasi di atas volume tidal normal, jumlahnya  $\pm 3000$  ml.

c) Volume cadangan ekspirasi

Merupakan jumlah udara yang masih dapat dikeluarkan dengan ekspirasi tidal yang jumlah normalnya  $\pm 1100$  ml.

d) Volume sisa/residu

Volume udara yang masih tersisa di dalam paru-paru setelah ekspirasi kuat dan maksimal atau ekspirasi paksa, volume ini  $\pm 1200$  ml.

2) Kapasitas Paru

Kapasitas paru menurut Guyton (1996) adalah sebagai berikut :

a) Kapasitas inspirasi

Sama dengan volume tidal ditambah dengan volume cadangan inspirasi, jumlahnya  $\pm 3500$  ml. Kapasitas inspirasi merupakan jumlah udara yang dapat dihirup oleh seseorang mulai pada tingkat inspirasi normal dan mengembangkan paru-parunya sampai jumlah maksimum.

b) Kapasitas sisa fungsional

Sama dengan volume cadangan ekspirasi ditambah volume sisa, jumlah udara yang tersisa di dalam paru-paru pada akhir ekspirasi normal  $\pm 2300$  ml.

c) Kapasitas vital

Sama dengan volume cadangan inspirasi ditambah dengan volume tidal dan volume cadangan ekspirasi. Kapasitas vital merupakan jumlah udara maksimum yang dapat

dikeluarkan dari paru-paru setelah ia mengisinya sampai batas maksimum dan kemudian mengeluarkan sebanyak-banyaknya  $\pm$  4600 ml.

d) Kapasitas total paru

Adalah volume maksimum pengembangan paru-paru dengan usaha inspirasi yang sebesar-besarnya kira-kira 5800 ml.

3. Kegagalan Pernafasan

Kegagalan pernafasan adalah suatu keadaan di mana paru-paru gagal melaksanakan fungsi pertukaran gas dan mempertahankan pH darah, sehingga menyebabkan kadar CO<sub>2</sub> dalam darah meningkat. Keadaan ini ditimbulkan oleh karena kelainan di dalam paru, termasuk sindroma gawat pernafasan (*respiratory distress syndrome*) pada orang dewasa atau kelainan di luar paru yang disebabkan antara lain oleh karena kegagalan otot pernafasan maupun kelainan pada pusat respirasi di batang otak (Rab, 1996).

Kegagalan pernafasan menurut Rab (1996), dapat di bagi menjadi dua yakni :

- a. Tipe I, kegagalan pernafasan akibat kegagalan ventilasi (*pump failure*) yang disebut juga “hiperkapnia”
- b. Tipe II, yaitu kegagalan akibat parenkim paru yang disebut juga dengan “hipoksemia”

Menurut Rab (1996), faktor-faktor yang menentukan terjadinya kegagalan paru, yakni :

a. Kadar O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> di dalam darah

Bila kadar O<sub>2</sub> dalam arteri di bawah 50 mmHg dapat mengakibatkan kematian, bila kadar CO<sub>2</sub> di atas 50 mmHg mengakibatkan kerusakan susunan saraf pusat bahkan dapat menimbulkan koma.

b. Lamanya proses yang terjadi.

Makin lama proses terjadinya peningkatan CO<sub>2</sub> dan penurunan O<sub>2</sub> maka makin buruk pengaruhnya terhadap tubuh.

c. Cepat lambatnya keadaan hipoksemia dan hiperkapnia yang terjadi.

Makin cepat proses hipoksemia atau hiperkapnia maka makin buruk pula pengaruhnya terhadap tubuh karena tubuh tidak dapat mengadaptasi keadaan tersebut, walaupun tekanan CO<sub>2</sub> belum mencapai 50 mmHg.

Menurut Rab (1996), kelainan inspirasi dapat terjadi oleh karena tiga sebab yakni :

- a. Bila jaringan paru-paru diambil alih oleh jaringan ikat sehingga elastisitas paru-paru menjadi berkurang.
- b. Bila tegangan permukaan paru-paru menjadi lebih tinggi sehingga diperlukan daya yang lebih besar untuk mengembangkan paru-paru.
- c. Terdapatnya hambatan dari dinding toraks.

#### 4. Patofisiologi Umum Saluran Pernafasan

Gangguan saluran pernafasan menurut Zullies (2011), secara umum dapat digolongkan menjadi 4, yaitu :

- a. Adanya sumbatan saluran pernafasan
- b. Kegagalan difusi gas di alveolus
- c. Keterbatasan kapasitas dan ekspansibilitas rongga dada
- d. Kegagalan pemicuan ventilasi

Sumbatan/obstruksi saluran pernafasan merupakan gangguan paling sering terjadi dan mempengaruhi saluran pernafasan kecil (*small airways*, yang meliputi bronkiolus dan cabang-cabangnya). Gangguan ini bisa disebabkan oleh bronkokonstriksi, inflamasi, atau sekresi mukus yang berlebihan. Saluran pernafasan besar (*larger airways*, yaitu trakea dan bronkus) dapat juga mengalami sumbatan, misalnya karena ada benda asing atau makanan yang terhirup, yang biasanya terjadi pada anak-anak balita.

Gangguan difusi alveolar kronis, dimana terjadi kegagalan transfer gas oksigen dan karbondioksida, umumnya disebabkan oleh penebalan membran alveolus misalnya karena adanya inflamasi yang menyebabkan fibrosis. Cedera paru karena trauma mekanik dapat juga menyebabkan kerusakan alveolus yang mengurangi kapasitas difusi. Semua ini bisa menyebabkan hiposekemia.

Gangguan ekspansibilitas paru seringkali merupakan masalah yang berasal dari luar paru-paru. Misalnya penyakit pleural, dapat menyebabkan keterbatasan ekspansibilitas paru. Pneumotoraks, misalnya yaitu masuknya

udara di dalam rongga pleural atau antara pleura dengan dinding rongga dada, dapat menyebabkan paru-paru menjadi kolaps/tertekan.

Sedangkan kegagalan ventilasi, dapat disebabkan oleh kurangnya picuan ventilasi terhadap otot-otot pernafasan, atau kurangnya reseptor pernafasan untuk berespon terhadap stimulus karena sesuatu hal. Beberapa penyebabnya antara lain trauma kepala, gangguan sistem saraf pusat, kerusakan otot respirasi karena penyakit, kerusakan neuromuskular, dan kegemukan.

Dari gangguan-gangguan tersebut muncul berbagai gejala tidak khas yang timbul sebagai tanda adanya gangguan pada sistem pernafasan antara lain sesak nafas, nafas berbunyi, batuk dan sputum, batuk darah, hiperinflasi, dan nyeri dada (Zullies, 2011).

a. Sesak nafas (*dyspnea*)

Sesak nafas adalah perasaan sulit bernafas dan merupakan gejala yang paling sering dijumpai. Hal ini terutama berkaitan dengan beberapa proses patofisiologis penyakit, seperti adanya obstruksi saluran nafas (pada asma, penyakit paru obstruksi kronis), perubahan ekspansibilitas paru (pada fibrosis interstisial, gagal jantung kongestif), adanya kelemahan otot pernafasan, atau adanya kelemahan akibat hiperinflasi paru (pada emfisema). Tanda obyektif yang dapat diamati antara lain adalah nafas yang cepat, terengah-engah, bernafas dengan bibir tertarik ke dalam, hiposekemia (berkurangnya oksigen dalam

darah) dan hiperkapnia (meningkatnya kadar karbondioksida dalam darah) (Zullies, 2011).

b. Nafas berbunyi

Bunyi mengi (*wheezes*) adalah suara pernafasan yang disebabkan oleh mengalirnya udara melalui saluran nafas yang sempit akibat konstiksi atau sekresi mukus yang berlebihan, dan terdengar lebih jelas pada saat menghembuskan nafas. Ini bisa merupakan pertanda obstruksi, atau merupakan masalah kardiovaskuler (Zullies, 2011).

c. Batuk dan sputum

Batuk merupakan gejala paling umum gangguan saluran pernafasan. Batuk bisa merupakan tanda adanya gangguan pernafasan jika terjadi secara persisten, atau diikuti nyeri atau produksi sputum yang berlebihan. Lamanya batuk dapat mengindikasikan penyebab tertentu suatu gangguan pernafasan. Selain itu, jenis batuk juga dapat memberikan informasi tentang penyebab gangguan yang terjadi. Batuk kering misalnya, sering terjadi pada batuk alergi, atau awal serangan asma. Batuk produktif disebabkan karena pembentukan sputum. Warna, volume, dan konsistensinya dapat membantu mengidentifikasi gangguan yang terjadi. Sputum yang mukoid (berwarna putih keabuan) biasanya dihasilkan pada bronkitis kronis, alveolitis fibrosis, atau asma. Sedangkan mukus yang purulen (hijau atau kuning, mengandung nanah) menunjukkan adanya infeksi bakteri. Sputum yang

berwarna merah muda dan berbusa merupakan tanda dari edema paru-paru akut. Sputum yang banyak sekali dan purulen mungkin menyatakan adanya proses supuratif, seperti asbes paru (Zullies, 2011).

Hemoptisis atau batuk darah, atau sputum yang mengandung darah, merupakan gejala yang memperingatkan adanya kemungkinan infeksi paru akut, seperti pneumonia atau TBC. Hemoptisis juga bisa menunjukkan kemungkinan penyakit serius seperti edema paru, kanker paru, atau embolisme paru (Zullies, 2011).

d. Hiperinflasi

Karena ekspirasi lebih sulit daripada inspirasi, gangguan obstruksi saluran nafas dapat menyebabkan udara terperangkap di dalam paru, maka tidak semua gas yang dihirup dapat dikeluarkan sebelum ekspirasi berikutnya. Dengan demikian, rongga dada akan membesar. Hiperinflasi biasanya terjadi bersamaan dengan sulitnya bernafas sehingga bibir tertarik ke dalam (*pursed lip breathing*) (Zullies, 2011).

e. Nyeri dada

Nyeri pada organ pernafasan bisa disebabkan oleh inflamasi atau infeksi pleural. Pneumotoraks juga dapat menyebabkan nyeri dada yang mirip. Radang trakea atau bronkus dan emboli paru juga memberikan rasa nyeri. Namun banyak penyakit lain yang mungkin juga menyebabkan nyeri dada seperti trauma, gangguan kardiovaskuler,

kanker, dll., sehingga nyeri dada ini merupakan tanda yang kurang spesifik untuk gangguan sistem pernafasan (Zullies, 2011).

#### 5. Gas Karbondioksida

Gas karbondioksida termasuk dalam golongan gas asfiksian biasa yang artinya gas ini menjadi berbahaya bila kadarnya dalam udara pernafasan cukup menurunkan kadar oksigen. Kadar oksigen yang lebih rendah dari 14% akan mengakibatkan terjadinya hiperventilasi paru dan anoksia jaringan (Harrington dan Gill, 2005).

Karbondioksida terdapat di alam sebagai produk pembakaran dan oksidasi bertahap, sehingga terdapat dimana saja asal ada bahan organik atau yang dapat terbakar. Dalam industri, karbondioksida ditemukan sebagai hasil samping peragian, oven kokas, pembakaran tungku di medula dan pembuangan sampah. Karbondioksida juga banyak dipakai sebagai gas industri, misalnya pengkarbonan minuman, pembuatan bir, dan pendinginan. Karbon dioksida lebih berat daripada udara dan dalam bentuk pekat dapat menimbulkan timbunan atmosfer inert pada ruangan yang tidak berventilasi, seperti di tempat pembuangan air kotor (Harrington dan Gill, 2005).

Karbondioksida, mampu merangsang pusat pernafasan untuk menimbulkan hiperpne. Hal ini mulai terjadi pada konsentrasi 3%, sedangkan pada kadar 10% atau lebih akan cepat terjadi kehilangan kesadaran. Perlu juga diingat bahwa meskipun efek toksik asfiksian biasa

mudah pulih bila dijauhkan dari pemajanan dan segera diberi oksigen. (Harrington dan Gill, 2005).

Gas CO<sub>2</sub> dalam kadar yang tinggi juga mengganggu kesehatan. Udara pernafasan yang mengandung 3% gas tersebut menyebabkan *dyspnoea* dan pusing kepala, sedangkan kadarnya di udara yang 10% mengakibatkan gangguan penglihatan, tinnitus, tremor, dan pingsan setelah satu menit berada di udara demikian. Nilai ambang batas untuk CO<sub>2</sub> adalah 5000 bds (Suma'mur, 2009).

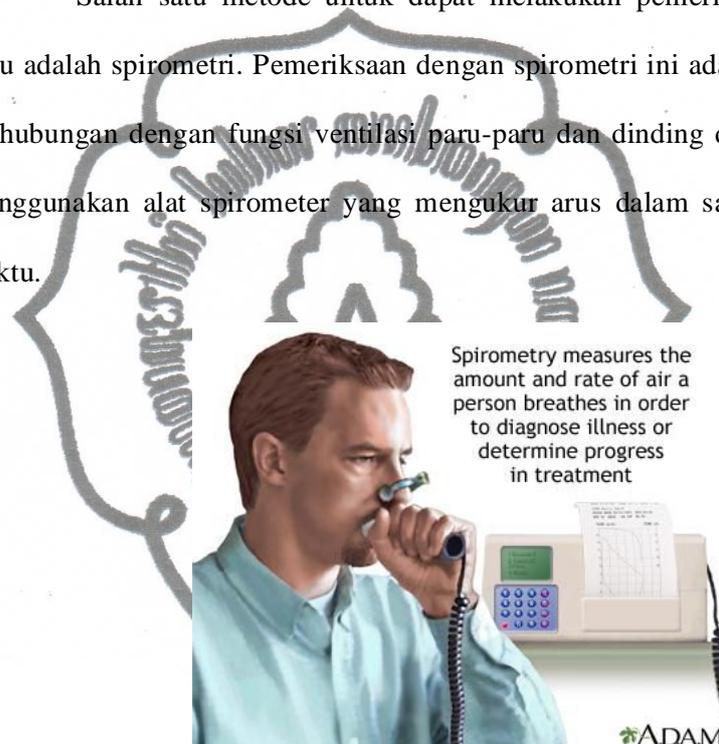
Walaupun karbondioksida mempunyai efek langsung yang sangat kecil atas perangsangan neuron di area kemosensitif, ia memiliki efek tak langsung yang sangat besar. Ia bereaksi dengan air jaringan untuk membentuk asam karbonat. Akibatnya bila konsentrasi karbondioksida dalam darah meningkat, tekanan CO<sub>2</sub> di dalam cairan interstisial medula oblongata dan dalam cairan serebrospinalis juga meningkat. Dan di dalam kedua cairan ini karbondioksida segera bereaksi dengan air untuk membentuk ion hidrogen, yang kemudian merangsang pernafasan (Guyton, 1996).

#### 6. Uji Fungsi Paru

Fungsi paru yang utama adalah untuk respirasi, yaitu penambahan oksigen dari udara luar masuk ke dalam saluran nafas dan terus ke dalam darah. Oksigen digunakan untuk proses metabolisme, dan karbondioksida yang terbentuk pada proses tersebut dikeluarkan dari dalam darah ke udara luar. Proses respirasi dibagi atas dua tahap utama yaitu: proses ventilasi,

yaitu proses keluar masuknya udara ke dalam paru serta keluarnya CO<sub>2</sub> dari alveoli ke dalam darah; proses perfusi, yaitu distribusi darah yang telah teroksigenasi di dalam paru untuk dialirkan ke seluruh tubuh (Effendi dan Jasmeiny, 1993).

Salah satu metode untuk dapat melakukan pemeriksaan fungsi paru adalah spirometri. Pemeriksaan dengan spirometri ini adalah tes yang berhubungan dengan fungsi ventilasi paru-paru dan dinding dada, dengan menggunakan alat spirometer yang mengukur arus dalam satuan isi dan waktu.



Gambar 4. Uji Fungsi Paru  
Sumber : Zullies, 2011.

Spirometer adalah alat untuk merekam fungsi paru. Responden diminta menghirup nafas sedalam-dalamnya dan kemudian menghembuskannya secara kuat dan cepat melalui katup yang tersedia (Zullies, 2011).

Uji ini sangat menguntungkan karena merupakan uji paling sederhana dan paling murah serta terbukti dapat diandalkan untuk tujuan epidemiologi (Guyton, 1994).

Namun demikian, uji ini hanya menunjukkan pengaruh yang ditimbulkan oleh penyakit terhadap fungsi paru, tidak dapat untuk mendapatkan diagnosis dasar. Tetapi, beberapa penyakit mempunyai gambaran gangguan fungsi khas dan dapat dibedakan antara kelainan ventilasi obstruktif dan restriktif. Gangguan ventilasi obstruktif mempengaruhi kemampuan ekspirasi, sedangkan gangguan ventilasi restriktif mempengaruhi kemampuan inspirasi (Zullies, 2011).

Kelainan obstruktif (kelainan pada ekspirasi) adalah setiap keadaan hambatan aliran udara karena adanya sumbatan atau penyempitan saluran nafas. Kelainan obstruktif akan mempengaruhi kemampuan ekspirasi. Sedangkan kelainan restriktif (kelainan pada inspirasi) adalah gangguan pada paru yang menyebabkan kekakuan paru sehingga membatasi pengembangan paru-paru. Gangguan restriktif mempengaruhi kemampuan inspirasi (Guyton, 1994).

Dikenal beberapa jenis spirometer antara lain *water sealed spirometer*. Alat ini terdiri dari alat untuk bernafas, penangkap CO<sub>2</sub> (*soda lime*), alat pencatat spirogram (kimograf), alat ini terdiri dari penghisap (piston) di dalam silinder, di antara piston dan silinder terdapat semacam lapisan plastik. Sedangkan *spirometer wedge*, *spirometer piston*, *spirometer bellows*, terdiri dari alat yang dapat mengembang dan mengempis akibat

pernafasan, terbuat dari karet dan plastik. Ketiga alat ini dihubungkan dengan pena untuk mencatat pergerakan pada kertas grafik yang berputar dengan kecepatan tetap. Spirometer elektronik mudah dibawa serta mudah digunakan dan hasilnya langsung tertera setelah pemeriksaan (Guyton, 1994).

#### 7. Parameter Faal Paru

Menurut Zullies (2011), beberapa parameter yang dapat menggambarkan fungsi pernafasan antara lain :

##### a. FVC (*Forced Vital Capacity*)

Adalah ukuran kapasitas vital yang didapat dari ekspirasi yang sekuat dan secepat mungkin. Volume udara ini pada keadaan normal nilainya kurang lebih hampir sama dengan kapasitas vital (VC), tetapi pada responden yang mengalami obstruksi akan terlihat pengurangan yang nyata akibat adanya hambatan pada ekspirasi dan udara terperangkap di dalam paru-paru.

##### b. FEV (*Forced Expiratory Volume*)

Yaitu volume udara yang dapat diekspirasi kuat-kuat dalam waktu standar. Biasanya FEV diukur selama detik pertama ekspirasi yang dipaksakan dan disebut FEV<sub>1</sub>. FEV sangat penting untuk mengetahui adanya gangguan kapasitas ventilasi. Nilai yang kurang dari 1 liter selama detik pertama menunjukkan gangguan fungsi paru yang berat. Nilai terprediksi pada orang normal dapat diperkirakan dari nomogram yang dipengaruhi oleh umur, jenis kelamin, dan tinggi

badan. Pada umumnya, orang dewasa muda yang sehat akan memiliki FVC sebanyak 4-5 liter, dan FEV<sub>1</sub> sedikitnya 75% dari volume tersebut. Pada kondisi normal tersebut perbandingan antara FEV<sub>1</sub>/FVC (disebut *forced expiratory ratio*) akan sedikitnya 0,75. Perbandingan yang bernilai > 0,75 menunjukkan adanya pernafasan yang efisien.

Menurut McKay, Ray, dan Edward (1994), dasar pemeriksaan fungsi paru-paru, terbagi dua yaitu nilai restriktif dan nilai obstruktif, kriterianya seperti pada tabel berikut :

Tabel 1. Nilai Restriktif

No	% FEV/FVC	%FVC	Kesimpulan
1		>80	Normal
2	>75	60-79	Restriktif Ringan
3		30-59	Restriktif Sedang
4		<30	Restriktif Berat

Sumber : McKay, Ray, dan Edward, 1994.

Tabel 2. Nilai Obstruktif

No	% FVC	% FEV/FVC	Kesimpulan
1		>75	Normal
2	>75	60-74	Obstruktif Ringan
3		30-59	Obstruktif Sedang
4		<30	Obstruktif Berat

Sumber McKay, Ray, dan Edward, 1994.

## 8. Faktor Risiko Gangguan Fungsi Paru

Menurut Price dan Wilson (1995), faktor risiko gangguan fungsi paru pada pekerja dapat dikelompokkan ke dalam dua kelompok, yaitu penyebab langsung dan penyebab tidak langsung. Penyebab langsung adalah paparan gas yang terhirup dan penyebab tidak langsung adalah beberapa variabel yang merupakan karakteristik pekerja. Berikut ini adalah karakteristik pekerja yang berhubungan dengan gangguan fungsi paru :

### a. Riwayat Penyakit

Dalam beberapa penelitian diperoleh hasil bahwa seseorang yang mempunyai riwayat menderita penyakit paru berhubungan secara bermakna dengan terjadinya gangguan fungsi paru. Seseorang yang pernah mengidap penyakit paru cenderung akan mengurangi ventilasi perfusi sehingga alveolus akan terlalu sedikit mengalami pertukaran udara. Akibatnya akan menurunkan kadar oksigen dalam darah. Banyak ahli berkeyakinan bahwa penyakit emfisema kronik, pneumonia, asma bronkiale, tuberculosis dan sianosis akan memperberat kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja yang terpapar oleh debu organik dan anorganik (Price dan Wilson, 1995).

### b. Umur

Umur merupakan variabel yang penting dalam hal terjadinya gangguan fungsi paru. Semakin bertambahnya umur, terutama yang disertai dengan kondisi lingkungan yang buruk serta kemungkinan terkena suatu penyakit, maka kemungkinan terjadinya penurunan fungsi

paru dapat terjadi lebih besar. Seiring dengan pertambahan umur, kapasitas paru juga akan menurun. Kapasitas paru orang berumur 30 tahun ke atas rata-rata 3.000 ml sampai 3.500 ml, dan pada orang yang berusia 50 tahunan kapasitas paru kurang dari 3.000 ml (Guyton, 1994).

Secara fisiologis dengan bertambahnya umur maka kemampuan organ-organ tubuh akan mengalami penurunan secara alamiah tidak terkecuali gangguan fungsi paru dalam hal ini kapasitas vital paru. Kondisi seperti ini akan bertambah buruk dengan keadaan lingkungan yang berdebu dan faktor-faktor lain seperti kebiasaan merokok, tidak tersedianya juga penggunaan masker yang tidak disiplin, lama paparan serta riwayat penyakit yang berkaitan dengan saluran pernafasan (Price dan Wilson, 1995). Rata-rata pada umur 30-40 tahun seseorang akan mengalami penurunan fungsi paru yang dengan semakin bertambah umur semakin bertambah pula gangguan yang terjadi (Guyton, 1994).

#### c. Status Gizi

Kaitan antara status gizi dengan penyakit paru dan sistem pernafasan sampai saat ini masih sedikit mendapat perhatian. Kebanyakan buku-buku teks membahas permasalahan ini secara sepintas. Kurangnya kajian gizi dalam hubungannya dengan penyakit paru ini dapat dijelaskan sebagai berikut : pertama, dari tiga penyakit paru yang umum terjadi (asthma, penyakit paru obstruksi kronik/PPOK, dan emfisema) dan kanker paru telah mempunyai etiologi yang jelas. Dalam kasus asma, faktor genetik dan paparan *allergen* telah diketahui

menjadi etiologi yang utama. Sementara itu PPOK dan kanker paru diketahui sebagai hasil dari paparan asap rokok. Pengaruh faktor genetik dan atopy pada asma, dan kebiasaan merokok pada PPOK dan kanker paru telah diketahui sangat kuat. Kedua, peran dari status gizi adalah secara tidak langsung misalnya pada penyakit *cystic fibrosis*. Namun demikian, penelitian epidemiologis saat ini telah menunjukkan akan peran penting gizi terhadap fungsi paru, terutama yang berkaitan dengan konsumsi zat gizi yang merupakan sumber antioksidan (Sridhar, 1999).

d. Kebiasaan Olahraga

Kebiasaan olahraga dapat membantu meningkatkan kapasitas vital paru. Individu yang mempunyai kebiasaan olah raga memiliki tingkat kesegaran jasmani yang baik. Menurut Wilmore (1994), secara umum olah raga akan meningkatkan total kapasitas paru. Pada banyak individu yang melakukan olah raga secara teratur maka kapasitas vital paru akan meningkat meskipun hanya sedikit, tetapi pada saat yang bersamaan *residual volume* atau jumlah udara yang tidak dapat berpindah atau keluar dari paru akan menurun. Selanjutnya untuk meningkatkan kapasitas vital paru, olah raga yang dilakukan hendaknya memperhatikan 4 hal, yaitu mode atau jenis olah raga, frekuensi, durasi, dan intensitasnya (Wilmore, 1994).

e. Kebiasaan Merokok

Salah satu hal yang paling penting untuk dikontrol pada orang dengan gangguan fungsi paru adalah kebiasaan merokok. Penggunaan tembakau oleh pekerja dan populasi umum menunjukkan kecenderungan peningkatan di seluruh dunia. Dari tahun 1920-1966, konsumsi tembakau dalam berbagai bentuk terus meningkat di tempat kerja, dengan kandungan bahan kimia yang efek biologinya belum banyak diteliti. Rokok mengandung sejumlah besar bahan berbahaya, yaitu kurang lebih sebanyak 4000 bahan yang telah diidentifikasi (Subiantoro, 2000).

Pada saat merokok terjadi suatu proses pembakaran tembakau dan *nikotina tabacum* dengan mengeluarkan polutan partikel padat dan gas. Diantaranya yang membahayakan kesehatan baik bagi perokok maupun orang di sekitarnya adalah tar (*balangkin*), nikotin, karbon monoksida (CO) atau asap rokok, nitrogen sianida, benzopirin, dimetil nitrosamine, N-nitroson nikotin, katekol, fenol dan akrolein. Asap rokok merangsang sekresi lendir sedangkan nikotin akan melumpuhkan silia, sehingga fungsi pembersihan jalan nafas terhambat. Konsekuensinya menumpuknya sekresi lendir yang menyebabkan batuk-batuk, banyaknya dahak dan sesak nafas (Subiantoro, 2000).

Penurunan fungsi paru pada orang dewasa normal bukan perokok sekitar 20-30 tahun ml/tahun. Pada perokok sekitar 30-40 ml/tahun, serta terdapat hubungan yang sangat jelas antara jumlah

rokok yang dihisap setiap tahun dan lama merokok dengan fungsi paru (Effendi dan Jasmeiny, 1993).

f. Masa Kerja

Seseorang akan mengalami gangguan fungsi paru bila menghirup debu/gas berbahaya dalam waktu yang cukup lama. Waktu yang dibutuhkan seseorang yang terpapar oleh debu/gas berbahaya untuk terjadinya gangguan fungsi paru kurang lebih 10 tahun. Variabel masa kerja akan menunjukkan bahwa semakin lama masa kerja seseorang, maka akan sangat berpengaruh terhadap penurunan kapasitas paru yang pada akhirnya akan menyebabkan gangguan fungsi paru (Faidawati, 2003).

**B. Kerangka Pemikiran**

Variabel yang diteliti dalam penelitian ini meliputi variabel bebas adalah variabel karakteristik pekerja yang meliputi variabel umur, status gizi, kebiasaan olah raga, dan kebiasaan merokok sedangkan variabel karakteristik pekerjaan yang meliputi variabel masa kerja. Adapun sebagai variabel terikat adalah gangguan fungsi paru.

Semakin bertambahnya umur, terutama yang disertai dengan kondisi lingkungan yang buruk serta kemungkinan terkena suatu penyakit, maka kemungkinan terjadinya penurunan fungsi paru dapat terjadi lebih besar. Seiring dengan pertambahan umur, kapasitas paru juga akan menurun (Guyton, 1994). Secara fisiologis dengan bertambahnya umur maka kemampuan organ-organ tubuh akan mengalami penurunan secara alamiah tidak terkecuali

gangguan fungsi paru dalam hal ini kapasitas vital paru. Kondisi ini bertambah buruk bila di lingkungan kerja menghirup gas CO<sub>2</sub>. Gas CO<sub>2</sub> akan terakumulasi di dalam tubuh yang menyebabkan konsentrasi CO<sub>2</sub> dalam darah meningkat sehingga mengakibatkan terjadinya gangguan fungsi paru (Guyton, 1996).

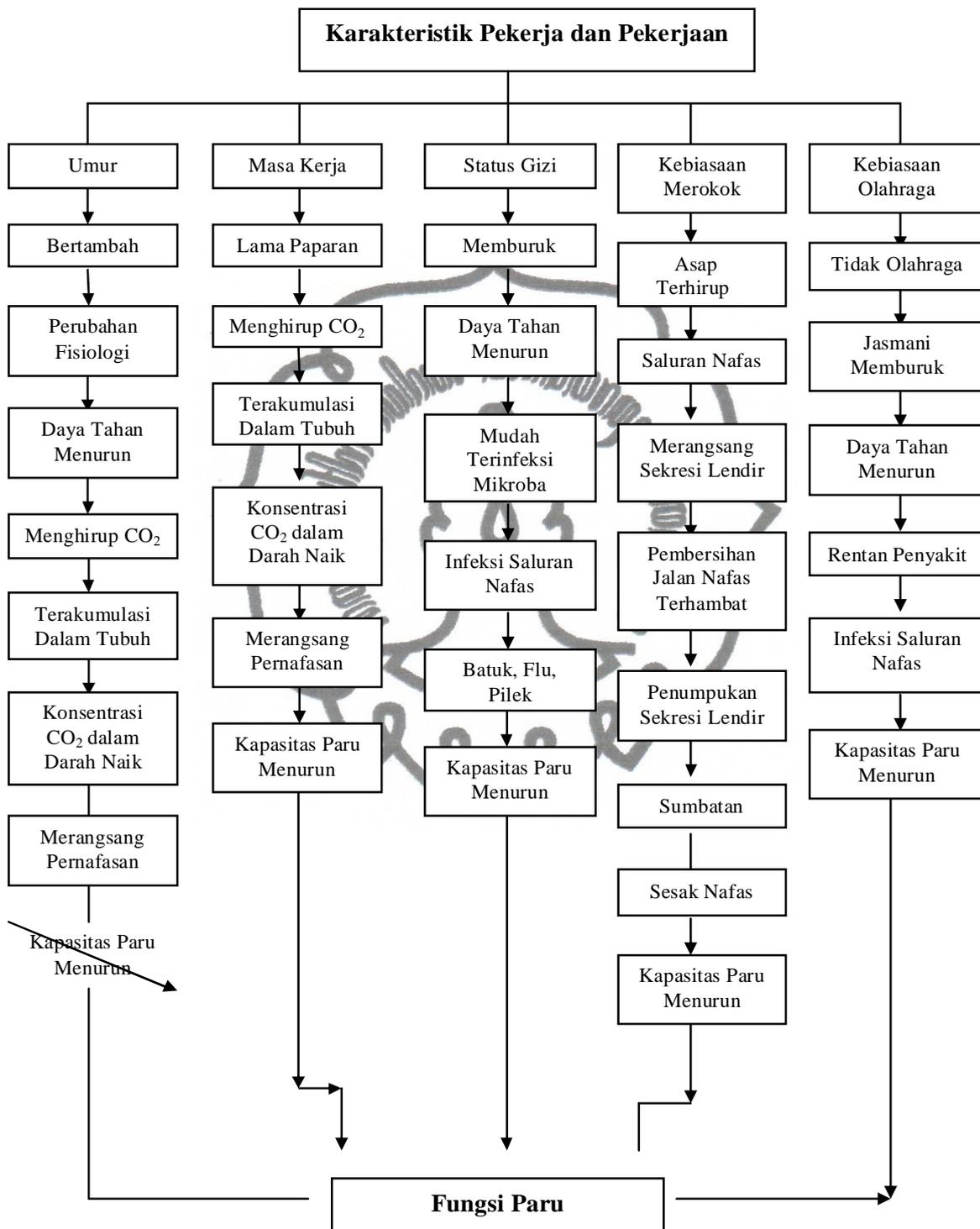
Status gizi buruk akan menyebabkan daya tahan tubuh seseorang akan menurun, sehingga dengan menurunnya daya tahan tubuh, seseorang akan mudah terinfeksi oleh mikroba. Berkaitan dengan infeksi saluran nafas apabila terjadi secara berulang-ulang dan disertai batuk berdahak, akan dapat menyebabkan terjadinya bronchitis kronis (Murray dan Lopez, 2006).

Asap rokok merangsang sekresi lendir sedangkan nikotin akan melumpuhkan silia, sehingga fungsi pembersihan jalan nafas terhambat. Konsekuensinya menumpuknya sekresi lendir yang menyebabkan terjadinya sumbatan, batuk-batuk, banyaknya dahak dan sesak nafas yang selanjutnya akan menurunkan kapasitas paru (Effendy dan Jasmeiny, 1993).

Masa kerja yang lama ditambah dengan menghirup gas CO<sub>2</sub> mengakibatkan Gas CO<sub>2</sub> akan terakumulasi di dalam tubuh yang menyebabkan konsentrasi CO<sub>2</sub> dalam darah meningkat sehingga mengakibatkan terjadinya gangguan fungsi paru.

Kebiasaan olahraga dapat membantu meningkatkan kapasitas vital paru. Apabila seseorang tidak berolahraga maka keadaan jasmaninya akan memburuk sehingga daya tahan tubuh seseorang akan menurun yang berakibat mudah terinfeksi mikroba selain itu terjadi penurunan kapasitas paru yang berakibat terjadinya gangguan fungsi paru. Berikut ini adalah bagan kerangka pemikiran yang dapat penulis sajikan :

*commit to user*



Gambar 5. Bagan Kerangka Pemikiran

### C. Hipotesis

Hipotesis yang penulis sajikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Ada pengaruh negatif umur terhadap fungsi paru pada karyawan unit fermentasi PT . Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar.
2. Ada pengaruh negatif status gizi terhadap fungsi paru pada karyawan unit fermentasi PT . Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar.
3. Ada pengaruh negatif kebiasaan olahraga terhadap fungsi paru pada karyawan unit fermentasi PT . Indo Acidatama Tbk . Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar.
4. Ada pengaruh negatif kebiasaan merokok terhadap fungsi paru pada karyawan unit fermentasi PT . Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar.
5. Ada pengaruh negatif masa kerja terhadap fungsi paru pada karyawan unit fermentasi PT . Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar.

### BAB III

#### METODE PENELITIAN

##### A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian epidemiologi observasional analitik dengan pendekatan *cross sectional*. Dipilih pendekatan ini dengan pertimbangan segi biaya, tenaga dan waktu yang terbatas, sehingga pendekatan *cross sectional* dipandang yang paling tepat (Sugiyono, 1999).

##### B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Unit Fermentasi PT. Indo Acidatama. Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar selama 1 (satu) bulan pada tanggal 1 sampai dengan 29 Februari 2012 pada setiap hari kerja yaitu Senin sampai Jum'at pukul 08.00 – 15.00 WIB.

##### C. Populasi Penelitian

Populasi adalah keseluruhan kelompok subjek yang akan diteliti. Populasi dalam penelitian ini berjumlah 30 orang yang melakukan pekerjaan di Unit Fermentasi maupun unit lain yang melakukan pekerjaan berhubungan dengan unit fermentasi yang terdiri dari karyawan unit Fermentasi, Mekanik, dan Safety unit.

##### D. Teknik Sampling

Teknik *sampling* yang digunakan adalah *sampling* jenuh yaitu teknik penentuan sampel bila semua anggota populasi digunakan sebagai sampel. Hal ini sering dilakukan bila jumlah populasinya relatif kecil.

*commit to user*

### E. Sampel Penelitian

Sampel adalah bagian dari populasi yang akan diteliti. Dalam penelitian ini diambil sebanyak 30 orang karyawan yang melakukan pekerjaan di Unit Fermentasi maupun unit lain yang melakukan pekerjaan berhubungan dengan unit fermentasi PT. Indo Acidatama. Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar, yang terdiri dari karyawan unit Fermentasi, Mekanik, dan *Safety unit*.

### F. Variabel Penelitian

#### 1. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah karakteristik pekerja meliputi umur, status gizi, kebiasaan merokok, kebiasaan olahraga, dan karakteristik pekerjaan yaitu masa kerja.

#### 2. Variabel Terikat

Fungsi Paru.

### G. Definisi Operasional

#### 1. Umur

Definisi : jumlah tahun yang diukur sejak kelahiran sampai ulang tahun terakhir.

Alat ukur : wawancara

Satuan/hasil :  $\geq 40$  tahun atau  $< 40$  tahun

Skala Pengukuran : ordinal

#### 2. Status Gizi

Definisi : Rasio antara berat badan dengan kuadrat tinggi badan.

Alat ukur : tinggi badan dengan meteran pengukur dan berat badan dengan timbangan injak.

Rumus IMT = Berat badan (Kg) /Tinggi badan (m)<sup>2</sup>

Satuan/hasil ukur : < 18 = gizi kurang

18,5-25,0 = gizi baik

> 25,0 = gizi lebih

Skala pengukuran : ordinal

### 3. Kebiasaan Olahraga

Definisi : Banyaknya kegiatan olah raga yang dilakukan responden dalam satu minggu. (Banyaknya kegiatan artinya jumlah hari yang digunakan untuk olah raga).

Alat ukur : wawancara

Satuan/hasil ukur : Sesuai dengan anjuran Depkes (2002), olahraga jika minimal 3 kali seminggu, sedangkan jika < 3 kali seminggu berarti kurang berolahraga.

Skala pengukuran : ordinal

### 4. Kebiasaan Merokok

Definisi : Adalah Jumlah batang rokok yang dihisap per hari oleh responden sebagai suatu rutinitas.

Alat ukur : wawancara

Satuan/hasil ukur : Kriteria kebiasaan merokok berdasarkan *American Thoracic Society*, (2004) :

- a. Perokok : orang yang telah merokok lebih dari 20 bungkus per tahun atau satu batang rokok per hari selama satu tahun dan masih merokok sampai satu tahun terakhir.
- b. Bukan perokok : orang yang tidak pernah merokok.

Skala pengukuran : ordinal

#### 5. Masa Kerja

Definisi : jumlah tahun yang dihitung sejak diterima sebagai karyawan sampai tahun dilakukan penelitian.

Alat ukur : wawancara

Satuan/hasil ukur :  $\geq 20$  tahun dan  $< 20$ .

Skala pengukuran : ordinal

#### 6. Fungsi Paru

Definisi : Kapasitas paru yang dilihat dari nilai % FEV<sub>1</sub>.

Alat ukur : Spirometer merek Autospiro AS. 300.

Satuan/hasil ukur : Normal, apabila nilai % FEV<sub>1</sub>  $\geq 75$ .

Obstruktif, apabila nilai % FEV<sub>1</sub>  $< 75$

Skala pengukuran : ordinal

### H. Sumber Data

#### 1. Data Primer

Data yang diperoleh secara langsung dari responden dan dari pengukuran yang dilakukan. Data primer dalam penelitian ini antara lain data uji fungsi paru yang diperoleh dengan pengukuran spirometri, tinggi

badan, dan berat badan pada setiap responden, wawancara langsung, dan observasi lapangan.

## 2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari dokumen-dokumen perusahaan atau referensi yang sesuai dengan objek yang sedang diteliti. Adapun data sekunder dalam penelitian ini meliputi teori yang sesuai dengan topik penelitian, artikel dan dari dokumen perusahaan.

## I. Instrumen Penelitian

### 1. Spirometer



Gambar 6. Alat Spirometer Autospiro

Alat ini digunakan untuk mengetahui kapasitas paru-paru untuk menentukan tingkat kesulitan paru-paru yang kemungkinan dialami oleh responden.

Cara penggunaan alat :

- Menghidupkan/menjalankan *switch* kurang lebih 30 menit sebelum alat digunakan. Hal ini penting untuk memanaskan kabel transduser.

*commit to user*

- b. Memasang kabel untuk *mouth piece* ke transduser.
- c. Memasang kabel AC, lalu menghidupkan alat (saklar “ON”)
- d. Memasukkan data identitas responden yaitu jenis kelamin, umur, tinggi badan pada *ID Selector*.
- e. Pengukuran *Forced Vital Capacity* (FVC)
  - 1) Menekan tombol FVC (lampu menyala) dan start/stop (lampu menyala).  
Berita *Expire Fully* pada LCD menunjukkan pengukuran siap dimulai.
  - 2) Responden menghirup nafas semaksimal mungkin (inspirasi maksimum), jepit hidung dipasang, kemudian menghembuskan nafas semaksimal mungkin (ekspirasi maksimum) dengan sekuat-kuatnya dan secepat-cepatnya melalui *mouth piece* sampai tuntas. Setelah selesai lampu start/stop mati secara otomatis dan jepit hidung dilepas.
  - 3) Melihat data dengan menekan kunci Curve/Data. Akan muncul data hasil pengukuran pada LCD.
  - 4) Jika ingin mencetak, tekan tombol print/stop (lampu menyala).  
Secara otomatis alat mencetak data.
  - 5) Setelah selesai lampu akan mati secara otomatis.

## J. Teknik Pengumpulan Data

### 1. Observasi

Suatu kegiatan yang dilakukan dengan pengamatan langsung terhadap obyek yang diteliti untuk mendapatkan data penelitian yang sesuai dengan fakta.

### 2. Pengukuran

Pengukuran yang dilakukan adalah pengukuran fungsi paru, tinggi badan, dan berat badan pada karyawan unit fermentasi serta karyawan unit lain yang masih berhubungan dengan kegiatan di unit fermentasi misalnya Mekanik, serta *Safety unit* PT. Indo Acidatama Tbk, Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar.

### 3. Wawancara

Suatu aktivitas atau interaksi tanya jawab terhadap pihak-pihak tertentu dalam suatu departemen yang terkait dengan obyek permasalahan yang diteliti yang meliputi identitas, umur, masa kerja, status gizi, kebiasaan merokok, dan kebiasaan olahraga, serta kondisi tempat kerja.

### 4. Dokumentasi

Suatu kegiatan mengumpulkan dan mempelajari dokumen-dokumen dari perusahaan yang terkait dengan obyek permasalahan yang diteliti antara lain tentang prosedur kerja di unit fermentasi dan hasil rekap *medical check up* rontgen paru karyawan.

## 5. Studi kepustakaan

Dilakukan untuk memperoleh pengetahuan secara teknis, yaitu dengan membaca literatur yang berhubungan dengan faktor yang berpengaruh terhadap gangguan fungsi paru antara lain umur, masa kerja, status gizi, kebiasaan merokok, dan kebiasaan olahraga.

## K. Analisis Data

Data dianalisis dan diinterpretasikan dengan menguji hipotesis menggunakan program komputer SPSS for Windows Release 16.0 dengan tahapan analisis sebagai berikut :

### 1. Analisis Univariat

Analisis univariat dilakukan dengan cara membuat distribusi dan frekuensi dari setiap variabel, hasil analisis ini disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan narasi.

### 2. Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk menguji hubungan antara 2 variabel yaitu masing-masing variabel bebas dengan variabel terikat. Uji statistik yang akan digunakan adalah uji *Chi Square*, sehingga dapat diketahui korelasi kemaknaan antara variabel bebas dan terikat. Jika nilai  $p < 0,05$  maka hasil uji dinyatakan signifikan artinya ada pengaruh antara variabel bebas terhadap variabel terikat. Jika nilai  $p > 0,05$  maka hasil uji dinyatakan tidak signifikan artinya tidak ada pengaruh antara variabel bebas terhadap variabel terikat.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

##### 1. Unit Fermentasi Area 200

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Indo Acidatama. Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar bersamaan dengan pelaksanaan magang pada tanggal 1 sampai dengan 29 Februari 2012. Sebelum pengukuran diadakan pengamatan langsung terhadap lingkungan kerja, jalannya proses produksi dan keadaan dari tenaga kerja.

Unit fermentasi bertujuan melakukan proses fermentasi tetes menjadi *mash* yang mengandung alkohol dengan kadar 12%. Unit fermentasi terdiri dari 3 tahap yaitu tahap pembibitan dilakukan di tangki *seed fermenter*, perkembangbiakan dilakukan di tangki *pre fermenter*, dan tahap fermentasi sesungguhnya dilakukan di tangki *main fermenter*.

##### a. *Seed Fermenter*

Tangki *seed fermenter* berfungsi sebagai tempat pembiakan yeast. Sebelum digunakan, tangki *seed fermenter* disterilisasi terlebih dahulu menggunakan *steam/uap*. Kemudian molasses/tetes tebu dari tangki FC 206 dipompa dengan *screw pump* dan dicampur dengan *process water* dari *hopper process water* FC 207 yang telah dipompa dengan *screw pump* 202 di dalam mixer. Kemudian diumpankan ke dalam *seed fermenter* FB 209 menggunakan *hose pipe*.

*commit to user*

Media yang berupa molasses, *water process*, nutrisi kemudian disterilisasi menggunakan *steam* dan dibiarkan selama 3 hari sampai mencapai suhu 33° C. Setelah dingin, yeast dinokulasikan. Yeast yang digunakan adalah strain Kyowa.

Proses yang terjadi di *seed fermenter* adalah aerob. Udara yang diperlukan dialirkan melalui *blower* dan sebelum masuk ke *seed fermenter*, udara dilewatkan dulu melalui saringan bakteri untuk mencegah kontaminasi dengan udara luar. Waktu inkubasi di *seed fermenter* adalah 14 jam.

b. *Pre Fermenter*

Tangki *pre fermenter* berfungsi sebagai tempat pembiakan yeast. Tangki *pre fermenter* di PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar berjumlah 2 buah. Sebelum digunakan untuk pre fermentasi, tangki disterilisasi terlebih dahulu dengan *steam*.

Molasses, *water process*, dan nutrisi kemudian dipasteurisasi lalu didinginkan dengan sistem *surface area* sampai 32°C, setelah *yeast culture* ditransfer dari *seed fermenter* ke *pre fermenter*. Proses di dalam *pre fermenter* adalah aerob dengan masa inkubasi selama 16 jam.

c. *Main Fermenter*

Tangki *main fermenter* berfungsi sebagai tempat fermentasi utama secara anaerob. Sebelum digunakan, *main fermenter* dibersihkan dengan air dan disterilisasi dengan *steam*. Setelah itu didinginkan

dengan *blower*. Setelah dingin, dilakukan pengisian mula-mula *water process* selama 15 menit.

Setelah itu dimasukkan molasses dan pemasukan *water process* tetap berlangsung selama 25 menit dari mulai pengisian. Kemudian ditransfer *yeast culture* dari *pre fermenter* secara gravitasi. Selama *transfer yeast*, pengisian *water process* dan molasses tetap berjalan. Selama 4 jam dari dimulainya pengisian, dilakukan aerasi udara. Pengisian bertahap dengan interval waktu tertentu di antara tiap-tiap tahap. Ke dalam main fermenter diumpangkan nutrisi berupa urea. Selama fermentasi, suhu dijaga tetap 34°C. Waktu fermentasi berlangsung selama 36-48 jam. *Mash* yang dihasilkan kemudian dipompakan ke area 300.

Berdasarkan hasil wawancara dengan karyawan tentang kondisi lingkungan kerja khususnya di Unit Fermentasi, pengaruh paling besar yang dikeluhkan karyawan adalah menghirup gas CO<sub>2</sub> yang berasal dari proses fermentasi yang sedang berlangsung. Kadang-kadang karyawan merasakan sesak nafas dan pusing ketika menghirup gas CO<sub>2</sub> dalam waktu yang lama. Namun, untuk membuktikan gas tersebut memang gas CO<sub>2</sub>, penulis mengalami kesulitan karena tidak adanya alat untuk mendeteksi gas tersebut.

## 2. Deskripsi Variabel (Sajian Data)

Dalam penelitian ini diambil sampel sebanyak 30 orang karyawan yang melakukan pekerjaan di Unit Fermentasi maupun unit lain yang

melakukan pekerjaan berhubungan dengan unit fermentasi PT. Indo Acidatama. Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar, yang terdiri dari karyawan unit Fermentasi, Mekanik dan *Safety unit*. Berikut ini adalah data yang diperoleh peneliti tentang keadaan umum sampel penelitian :

Tabel 3. Data Sampel Penelitian

No	Nama Responden	Jenis Kelamin	Masa Kerja (th)	Umur (th)	Berat Badan (kg)	Tinggi Badan (cm)
1	SR	L	24	48	64	167
2	ML	L	23	51	56	157
3	SKR	L	22	44	62	166
4	SHT	L	22	43	65	169
5	SKT	L	24	47	67	166
6	SG	L	18	39	68	164
7	JS	L	16	39	74	170
8	SKM	L	20	46	64	157
9	WW	L	24	45	65	161
10	BS	L	20	44	70	165
11	SK	P	20	47	90	161
12	KA	L	20	45	65	162
13	SRT	L	20	40	61	170
14	SNB	L	20	42	64	169
15	BA	L	18	35	90	167
16	DR	L	23	44	46	161
17	SM	L	23	46	55	165
18	SS	L	22	45	56	165
19	WL	L	24	47	51	163
20	RJ	L	20	40	56	169
21	AS	L	20	40	60	160
22	JJ	L	20	42	80	166
23	ES	L	24	50	54	164
24	PW	L	17	49	70	165
25	KR	L	4	26	97	172
26	GN	L	18	49	57	164
27	SP	L	2	21	50	160
28	SP	L	24	47	63	163
29	AST	L	24	49	58	158
30	SNA	L	23	44	65	157

Sumber : Hasil pengukuran pada tanggal 10-17 Februari 2012

Variabel dalam penelitian ini antara lain masa kerja, status gizi, kebiasaan merokok, kebiasaan olahraga. Berikut ini adalah data pengukuran variabel pada masing-masing responden :

Tabel 4. Data Pengukuran Variabel Penelitian

No	Nama Responden	Jenis Kelamin	IMT	Status Gizi	Kebiasaan Olahraga	Kebiasaan Merokok
1	SR	L	22,9	Baik	Tidak	Tidak
2	ML	L	22,7	Baik	Tidak	Ya
3	SKR	L	22,5	Baik	Ya	Ya
4	SHT	L	22,8	Baik	Ya	Ya
5	SKT	L	24,1	Baik	Tidak	Tidak
6	SG	L	25,3	Lebih	Tidak	Tidak
7	JS	L	25,6	Lebih	Ya	Tidak
8	SKM	L	26	Lebih	Ya	Tidak
9	WW	L	25,1	Lebih	Tidak	Tidak
10	BS	L	25,7	Lebih	Tidak	Tidak
11	SK	P	34,7	Lebih	Tidak	Tidak
12	KA	L	24,8	Baik	Tidak	Ya
13	SRT	L	21,1	Baik	Tidak	Ya
14	SNB	L	22,4	Baik	Ya	Ya
15	BA	L	32,3	Lebih	Ya	Tidak
16	DR	L	17,7	Kurang	Tidak	Tidak
17	SM	L	20,2	Baik	Tidak	Tidak
18	SS	L	20,6	Baik	Tidak	Ya
19	WL	L	19,2	Baik	Tidak	Tidak
20	RJ	L	19,6	Baik	Tidak	Ya
21	AS	L	23,4	Baik	Tidak	Ya
22	JJ	L	29,0	Lebih	Ya	Ya
23	ES	L	20,1	Baik	Ya	Ya
24	PW	L	25,7	Lebih	Ya	Ya
25	KR	L	32,8	Lebih	Ya	Ya
26	GN	L	21,2	Baik	Tidak	Ya
27	SP	L	19,5	Baik	Ya	Tidak
28	SP	L	23,7	Baik	Ya	Ya
29	AST	L	23,2	Baik	Tidak	Ya
30	SNA	L	26,4	Lebih	Ya	Ya

Sumber : Hasil pengukuran pada tanggal 10-17 Februari 2012

Pengukuran Fungsi Paru dilakukan dengan alat spirometer Autospiro AS.

300. Berikut ini adalah tabel hasil pengukuran fungsi paru pada responden :

*commit to user*

Tabel 5. Hasil Pengukuran Fungsi Paru

No	Nama Responden	Jenis Kelamin	%FEV <sub>1</sub>
1	SR	L	100
2	ML	L	70,2
3	SKR	L	98,9
4	SHT	L	99,5
5	SKT	L	54,3
6	SG	L	66,4
7	JS	L	100
8	SKM	L	66,9
9	WW	L	99,2
10	BS	L	95,7
11	SK	P	87,8
12	KA	L	96,9
13	SRT	L	99
14	SNB	L	100
15	BA	L	89,5
16	DR	L	83,7
17	SM	L	83,7
18	SS	L	59,8
19	WL	L	85,9
20	RJ	L	95,4
21	AS	L	100
22	JJ	L	100
23	ES	L	100
24	PW	L	89,4
25	KR	L	100
26	GN	L	100
27	SP	L	99,1
28	SP	L	88,9
29	AST	L	92,3
30	SNA	L	98,6

Sumber : hasil pengukuran pada tanggal 10-17 Februari 2012

### 3. Analisis Data

#### a. Univariat

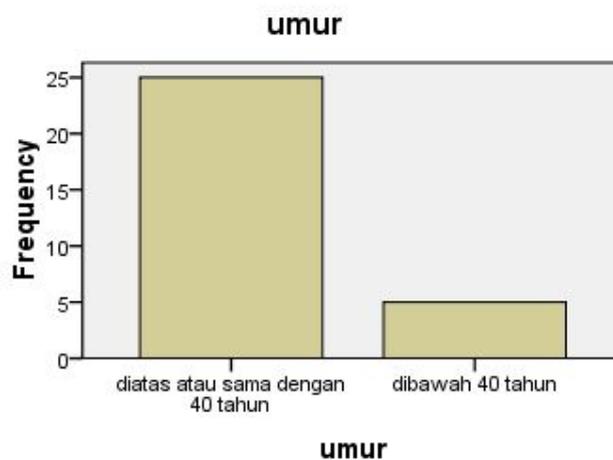
##### 1) Distribusi Frekuensi Umur Sampel Penelitian

Umur sampel menyebar diantara usia 21-51 tahun, dengan rata-rata 43,13 tahun. Dengan pertimbangan bahwa pada usia 30-40

tahun seseorang mulai mengalami penurunan fungsi paru ( Guyton, 1994), maka variabel umur dikelompokkan dalam dua kriteria yaitu  $\geq 40$  tahun dan  $< 40$  tahun. Berikut adalah distribusi frekuensi umur sampel :

Tabel 6. Distribusi Frekuensi Umur

Umur	Jumlah	Prosentase
$\geq 40$ tahun	25 orang	83,3 %
$< 40$ tahun	5 orang	16,7 %



Gambar 7. Grafik Umur Sampel Penelitian

Dari gambar di atas, tampak sebagian besar sampel masuk dalam kriteria umur  $\geq 40$  tahun.

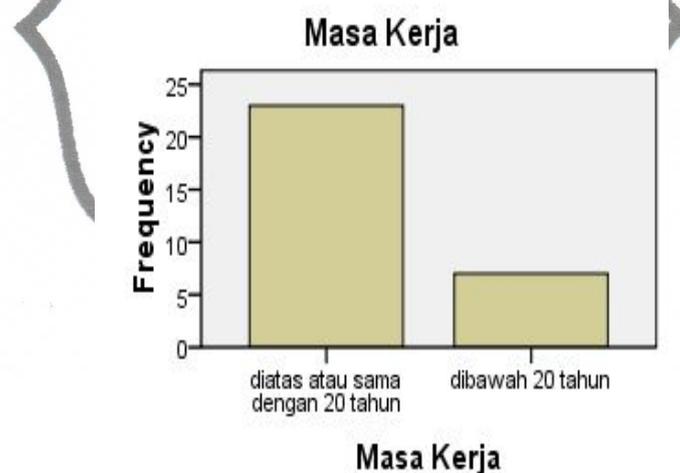
2) Distribusi Frekuensi Masa Kerja Sampel Penelitian

Masa kerja dari sampel penelitian adalah minimal 2 tahun, dan maksimal 25 tahun, dengan rata-rata sebanyak 20,03 tahun.

Maka pengelompokannya adalah masa kerja  $\geq 20$  tahun dan  $< 20$  tahun. Berikut ini adalah distribusi frekuensi masa kerja sampel penelitian :

Tabel 7. Distribusi Frekuensi Masa Kerja

Masa Kerja	Jumlah	Prosentase
$\geq 20$ tahun	23 orang	76,7 %
$< 20$ tahun	7 orang	23,3 %



Gambar 8. Grafik Masa Kerja

Dari grafik di atas tampak bahwa sebagian besar sampel termasuk dalam kategori masa kerja  $\geq 20$  tahun.

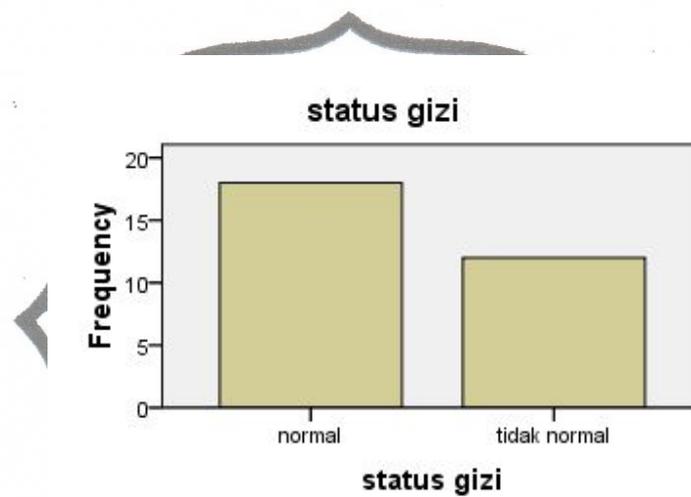
### 3) Distribusi Frekuensi Status Gizi Sampel Penelitian

Dari 30 sampel penelitian, rata-rata indeks masa tubuhnya (IMT) adalah sebesar 24. Dengan nilai IMT terkecil 17,7 dan terbesar 34,7. Berikut adalah distribusi frekuensinya :

*commit to user*

Tabel 8. Distribusi Frekuensi Status Gizi

Status Gizi	Jumlah	Prosentasse
Normal	18 orang	60 %
Tidak Normal	12 orang	40 %



Gambar 9 . Grafik Status Gizi

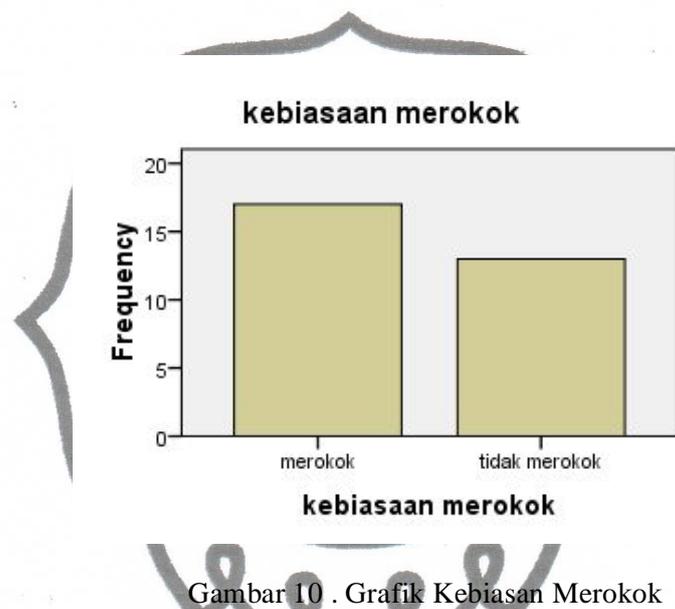
Dari hasil di atas, diketahui bahwa sebagian besar sampel termasuk dalam kategori gizi normal.

#### 4) Distribusi Frekuensi Kebiasaan Merokok

Dari 30 orang sampel penelitian dibedakan menjadi kategori merokok dan tidak merokok. Distribusi frekuensinya adalah sebagai berikut :

Tabel 9. Distribusi Frekuensi Kebiasaan Merokok

Kebiasaan Merokok	Jumlah	Prosentasse
Merokok	17 orang	56,7 %
Tidak Merokok	13 orang	43,3 %



Gambar 10 . Grafik Kebiasaan Merokok

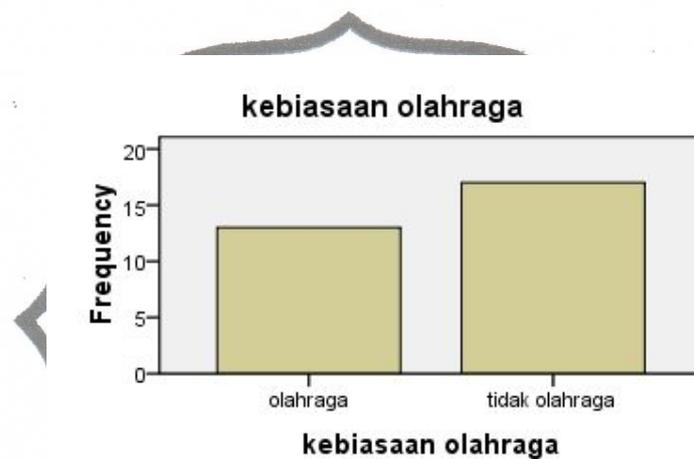
Dari hasil di atas, tampak bahwa sebagian besar sampel masuk dalam kategori merokok.

##### 5) Distribusi Frekuensi Kebiasaan Olahraga Sampel Penelitian

Dari 30 orang sampel penelitian dibedakan menjadi kategori olahraga dan tidak olahraga. Distribusi frekuensinya adalah sebagai berikut :

Tabel 10. Distribusi Frekuensi Kebiasaan Olahraga

Kebiasaan Olahraga	Jumlah	Prosentase
Olahraga	13 orang	43,3 %
Tidak Olahraga	17 orang	56,7 %



Gambar 11. Grafik Kebiasaan Olahraga

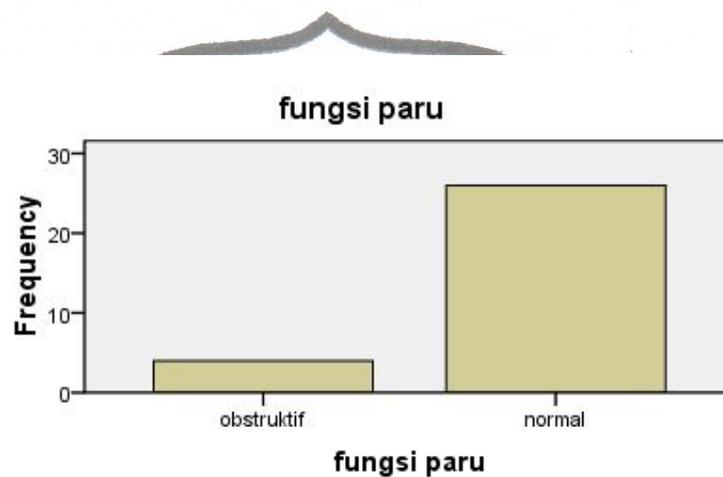
Dari hasil di atas, tampak bahwa sebagian besar sampel masuk dalam kategori tidak berolahraga.

#### 6) Distribusi Frekuensi Fungsi Paru Sampel Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan % FEV<sub>1</sub> sampel penelitian mempunyai rata-rata sebesar 90,03 dengan nilai minimal 54,3 dan maksimal 100. Selanjutnya dengan pengelompokan sampel menjadi dua, yaitu obstruksi dan normal, berikut ini adalah gambaran distribusi frekuensi variabel fungsi paru :

Tabel 11. Distribusi Frekuensi Fungsi Paru

Fungsi Paru	Jumlah	Prosentasse
Obstruktif	4 orang	13,3 %
Normal	26 orang	86,7 %



Gambar 12. Grafik Fungsi Paru

Dari hasil diatas, tampak bahwa sebagian besar sampel penelitian tidak mengalami obstruksi paru atau normal.

#### b. Bivariat

Analisis bivariat merupakan analisis untuk mengetahui hubungan antara dua variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Berikut ini rincian dari analisis bivariat :

##### 1) Hubungan Umur dengan Fungsi Paru

Hasil tabulasi silang antara umur dengan fungsi paru tersaji pada tabel 12 :

Tabel 12. Tabulasi Silang Umur dengan Fungsi Paru

Umur	Fungsi Paru		Total
	Obstruktif	Normal	
$\geq 40$ tahun	3 orang	22 orang	25 orang
$< 40$ tahun	1 orang	4 orang	5 orang
Total	4 orang	26 orang	30 orang

Dari tabel di atas, dapat diartikan responden yang berumur  $\geq 40$  tahun yang mengalami obstruksi paru sebanyak 3 orang dan yang fungsi parunya normal sebanyak 22 orang. Sedangkan responden yang berumur  $< 40$  tahun yang mengalami obstruksi paru sebanyak 1 orang dan yang fungsi parunya normal sebanyak 4 orang.

Tabel 2x2 ini tidak layak untuk diuji *Chi Square* karena ada nilai *expected count* yang kurang dari 5 sebanyak 75 %. Syarat *Chi Square*, tidak boleh ada nilai *expected count* yang kurang dari 5 lebih dari 20% dari jumlah sel. Maka hasil uji yang dilihat adalah hasil *Fisher's Exact Test*. Nilai signifikasinya (p) adalah 0,538. Oleh karena  $p > 0,05$  maka hasil uji dinyatakan tidak signifikan. Kesimpulannya tidak ada pengaruh umur terhadap fungsi paru.

## 2) Hubungan Masa Kerja dengan Fungsi Paru

Hasil tabulasi silang antara masa kerja dengan fungsi paru tersaji pada tabel 13 :

Tabel 13. Tabulasi Silang Masa Kerja dengan Fungsi Paru

Masa Kerja	Fungsi Paru		Total
	Obstruktif	Normal	
$\geq 20$ tahun	3 orang	20 orang	23 orang
$< 20$ tahun	1 orang	6 orang	7 orang
Total	4 orang	26 orang	30 orang

Dari tabel di atas, dapat diartikan responden yang masa kerjanya  $\geq 20$  tahun yang mengalami obstruksi paru sebanyak 3 orang dan yang fungsi parunya normal sebanyak 20 orang. Sedangkan responden yang masa kerjanya  $< 20$  tahun yang mengalami obstruksi paru sebanyak 1 orang dan yang fungsi parunya normal sebanyak 6 orang.

Tabel 2x2 ini tidak layak untuk diuji *Chi Square* karena ada nilai *expected count* yang kurang dari 5 sebanyak 50 %. Syarat *Chi Square*, tidak boleh ada nilai *expected count* yang kurang dari 5 lebih dari 20% dari jumlah sel. Maka hasil uji yang dilihat adalah hasil *Fisher's Exact Test*. Nilai signifikasinya (p) adalah 1,000. Oleh karena  $p > 0,05$  maka hasil uji dinyatakan tidak signifikan. Kesimpulannya tidak ada pengaruh masa kerja terhadap fungsi paru.

### 3) Hubungan Status Gizi dengan Fungsi Paru

Hasil tabulasi silang antara status gizi dengan fungsi paru tersaji pada tabel 14 :

Tabel 14. Tabulasi Silang Status Gizi dengan Fungsi Paru

Status Gizi	Fungsi Paru		Total
	Obstruktif	Normal	
Tidak Normal	2 orang	10 orang	12 orang
Normal	2 orang	16 orang	18 orang
Total	4 orang	26 orang	30 orang

Dari tabel di atas, dapat diartikan responden yang memiliki status gizi tidak normal yang mengalami obstruksi paru sebanyak 2 orang dan yang fungsi parunya normal sebanyak 10 orang. Sedangkan responden yang memiliki status gizi normal yang mengalami obstruksi paru sebanyak 2 orang dan yang fungsi parunya normal sebanyak 16 orang.

Tabel 2x2 ini tidak layak untuk diuji *Chi Square* karena ada nilai *expected count* yang kurang dari 5 sebanyak 50 %. Syarat *Chi Square* tidak boleh ada nilai *expected count* yang kurang dari 5 lebih dari 20% dari jumlah sel. Maka hasil uji yang dilihat adalah hasil *Fisher's Exact Test*. Nilai signifikasinya ( $p$ ) adalah 1,000. Oleh karena  $p > 0,05$  maka hasil uji dinyatakan tidak signifikan. Kesimpulannya tidak ada pengaruh status gizi terhadap fungsi paru.

## 4) Hubungan Kebiasaan Merokok dengan Fungsi Paru

Hasil tabulasi silang antara kebiasaan merokok dengan fungsi paru tersaji pada tabel 15 :

Tabel 15. Tabulasi Silang Kebiasaan Merokok dengan Fungsi Paru

Kebiasaan Merokok	Fungsi Paru		Total
	Obstruktif	Normal	
Merokok	1 orang	16 orang	17 orang
Tidak Merokok	3 orang	10 orang	13 orang
Total	4 orang	26 orang	30 orang

Dari tabel di atas, dapat diartikan responden yang memiliki kebiasaan merokok yang mengalami obstruksi paru sebanyak 1 orang dan yang fungsi parunya normal sebanyak 16 orang. Sedangkan responden yang tidak memiliki kebiasaan merokok yang mengalami obstruksi paru sebanyak 3 orang dan yang fungsi parunya normal sebanyak 10 orang.

Tabel 2x2 ini tidak layak untuk diuji *Chi Square* karena ada nilai *expected count* yang kurang dari 5 sebanyak 50 %. Syarat *Chi Square* tidak boleh ada nilai *expected count* yang kurang dari 5 lebih dari 20% dari jumlah sel. Maka hasil uji yang dilihat adalah hasil *Fisher's Exact Test*. Nilai signifikasinya (p) adalah 0,290. Oleh karena  $p > 0,05$  maka hasil uji dinyatakan tidak signifikan. Kesimpulannya tidak ada pengaruh kebiasaan merokok terhadap fungsi paru.

## 5) Hubungan Kebiasaan Olahraga dengan Fungsi Paru

Hasil tabulasi silang antara kebiasaan olahraga dengan fungsi paru tersaji pada tabel 16 :

Tabel 16. Tabulasi Silang Kebiasaan Olahraga dengan Fungsi Paru

Kebiasaan Olahraga	Fungsi Paru		Total
	Obstruktif	Normal	
Tidak Olahraga	3 orang	14 orang	17 orang
Olahraga	1 orang	12 orang	13 orang
Total	4 orang	26 orang	30 orang

Dari tabel di atas, dapat diartikan responden yang tidak memiliki kebiasaan olahraga yang mengalami obstruksi paru sebanyak 3 orang dan yang fungsi parunya normal sebanyak 14 orang. Sedangkan responden yang memiliki kebiasaan olahraga yang mengalami obstruksi paru sebanyak 1 orang dan yang fungsi parunya normal sebanyak 12 orang.

Tabel 2x2 ini tidak layak untuk diuji *Chi Square* karena ada nilai *expected count* yang kurang dari 5 sebanyak 50 %. Syarat *Chi Square* tidak boleh ada nilai *expected count* yang kurang dari 5 lebih dari 20% dari jumlah sel. Maka hasil uji yang dilihat adalah hasil *Fisher's Exact Test*. Nilai signifikasinya (p) adalah 0,613. Oleh karena  $p > 0,05$  maka hasil uji dinyatakan tidak signifikan. Kesimpulannya tidak ada pengaruh kebiasaan olahraga terhadap fungsi paru.

## B. Pembahasan

Dari 5 variabel bebas (umur, masa kerja, status gizi, kebiasaan merokok, dan kebiasaan olahraga) yang masuk dalam model analisis bivariat, semuanya tidak bermakna secara statistik artinya seluruhnya menunjukkan hasil yang tidak signifikan yaitu tidak ada pengaruhnya terhadap fungsi paru.

Berikut adalah penjelasan dari masing-masing variabel tersebut :

### 1. Umur

Dalam penelitian ini umur merupakan variabel dikotomi yang dikelompokkan menjadi dua yaitu  $\geq 40$  tahun dan  $< 40$  tahun. Hasil analisis bivariat menunjukkan variabel ini dianggap tidak berkontribusi terhadap terjadinya gangguan fungsi paru pada pekerja unit fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar karena nilai  $(p) = 0,538 > 0,05$ .

Hasil penelitian ini tidak sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa secara fisiologis dengan bertambahnya umur maka kemampuan organ-organ tubuh akan mengalami penurunan secara alamiah, termasuk dalam hal ini adalah gangguan fungsi paru. Kondisi seperti ini akan bertambah buruk dengan keadaan lingkungan yang berdebu dan faktor-faktor lain seperti kebiasaan merokok, tidak tersedianya masker juga penggunaan yang tidak disiplin, lama paparan serta riwayat penyakit yang berkaitan dengan saluran pernafasan (Price dan Wilson, 1995).

Hasil penelitian juga tidak sejalan dengan penelitian Nugraheni pada pekerja penggilingan padi menunjukkan rata-rata pada umur 30-40 tahun seseorang akan mengalami penurunan fungsi paru yang dengan semakin bertambah umur maka semakin bertambah pula gangguan yang terjadi (Nugraheni, 2004).

Hasil yang berbeda dengan penelitian terdahulu dalam penelitian ini kemungkinan penyebabnya adalah pekerja yang umurnya  $\geq 40$  tahun tidak semuanya mempunyai masa kerja  $> 20$  tahun, dan sebanyak 13 orang dari 30 sampel tidak merokok, berdasarkan rekap medis tidak ditemukan riwayat penyakit paru pada seluruh sampel penelitian, dan kemungkinan kadar  $CO_2$  yang terhirup masih dalam batas aman.

## 2. Masa Kerja

Dalam penelitian ini masa kerja dikategorikan menjadi 2 kelompok yaitu masa kerja  $\geq 20$  tahun dan masa kerja  $< 20$  tahun. Hasil analisis bivariat menunjukkan variabel ini dianggap tidak berkontribusi terhadap terjadinya gangguan fungsi paru pada pekerja unit fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk karena nilai  $(p) = 1,000 > 0,05$ .

Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan pendapat Morgan dan Parkes yang menyatakan seseorang yang terpapar oleh debu dalam waktu lama akan berisiko untuk mengalami gangguan fungsi paru (Faidawati, 2003). Hasil penelitian juga tidak sejalan dengan penelitian

Heri Sumanto yang menunjukkan hasil dari penelitian tersebut diketahui lama paparan akan menurunkan kapasitas paru sebesar 35,3907 ml per satu tahun masa kerja (Budiono, 2007).

Hasil penelitian ini juga tidak sesuai dengan teori bahwa seseorang akan mengalami gangguan fungsi paru bila menghirup debu/gas berbahaya dalam waktu  $\geq 20$  tahun. Variabel masa kerja akan menunjukkan bahwa semakin lama masa kerja seseorang, maka akan sangat berpengaruh terhadap penurunan kapasitas paru yang pada akhirnya akan menyebabkan gangguan fungsi paru.

Hasil yang berbeda dengan penelitian terdahulu ini kemungkinan disebabkan karena pekerja yang memiliki masa kerja  $\geq 20$  tahun tidak semuanya perokok, berdasarkan rekam medis seluruh sampel tidak memiliki riwayat penyakit paru, dan didukung dengan status gizi yang baik serta kebiasaan olahraga yang rutin. Sehingga walaupun masa kerjanya  $\geq 20$  tahun, namun kesehatan mereka tetap terjaga dan tidak mengalami gangguan fungsi paru. Selain itu kemungkinan kadar CO<sub>2</sub> yang terhirup masih dalam batas aman.

### 3. Status Gizi

Dalam penelitian ini status gizi merupakan variabel dikotomi yang dikelompokkan menjadi dua, yaitu tidak normal jika  $IMT < 18,5$  atau  $> 25,0$  dan normal jika  $IMT \geq 18,5-25,0$ . Hasil analisis bivariat menunjukkan variabel ini dianggap tidak berkontribusi terhadap terjadinya gangguan fungsi paru pada karyawan unit

fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar karena nilai  $(p) = 0,538 > 0,05$ .

Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan hasil penelitian Budi Utomo, yang menyatakan bahwa status gizi merupakan variabel yang berpengaruh terhadap terjadinya gangguan fungsi paru karena memiliki risiko  $IMT < 18,5$  dalam penelitian tersebut menunjukkan nilai  $(p) = 0,03 < 0,05$  (Utomo, 2005).

Tidak adanya pengaruh status gizi terhadap fungsi paru dalam penelitian ini kemungkinan disebabkan oleh 18 orang atau 60% karyawan memiliki status gizi normal, sedangkan hanya 12 orang atau 40% karyawan memiliki status gizi tidak normal.

Berdasarkan teori yang menyebutkan bahwa penelitian epidemiologis saat ini telah menunjukkan akan peran penting gizi terhadap fungsi paru, terutama yang berkaitan dengan konsumsi zat gizi yang merupakan sumber antioksidan (Sridhar, 1999) yang dapat mencegah terjadinya kanker paru dan penyakit paru obstruktif kronis (PPOK). Selain itu kebiasaan olahraga yang teratur juga sangat mendukung sehingga dapat meningkatkan daya tahan tubuh para karyawan walaupun sering terpapar gas  $CO_2$  dalam waktu yang cukup lama dan karyawan dapat terhindar dari penyakit paru atau penyakit pernafasan lainnya dan kemungkinan kadar  $CO_2$  yang terhirup masih dalam batas aman.

#### 4. Kebiasaan Merokok

Hasil analisis bivariat menunjukkan bahwa kebiasaan merokok tidak berhubungan secara signifikan terhadap gangguan fungsi paru pada karyawan unit fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar karena nilai  $(p) = 0,290 > 0,05$ .

Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan hasil penelitian lain yang dilakukan oleh Gold *et al* yang menyatakan bahwa kebiasaan merokok pada pekerja yang terpapar oleh gas memperbesar kemungkinan untuk terjadinya gangguan fungsi paru (Gold *et al*, 2005). Penelitian lain oleh Faidawati juga menunjukkan hasil bahwa paparan debu/gas ditambah dengan kebiasaan merokok pada pekerja akan memberikan dampak kumulatif terhadap timbulnya gangguan fungsi paru. Hal ini disebabkan asap rokok akan menghilangkan bulu-bulu silia di saluran pernafasan yang berfungsi sebagai penyaring udara yang masuk dalam pernafasan (Faidawati, 2003).

Teori menyebutkan bahwa penurunan fungsi paru pada orang dewasa normal bukan perokok sekitar 20-30 tahun ml/tahun. Pada perokok sekitar 30-40 ml/tahun serta terdapat hubungan yang sangat jelas antara jumlah rokok yang dihisap setiap tahun dan lama merokok dengan fungsi paru (Effendi dan Jasmeiny, 1993).

Hasil yang berbeda dengan penelitian terdahulu ini kemungkinan disebabkan karena meskipun 17 orang atau 56,7% pekerja merokok, namun pekerja bukan tipe perokok berat, sehingga

dengan pengelompokan variabel kebiasaan merokok ini, maka hasil uji statistik bivariat tidak menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara kebiasaan merokok terhadap fungsi paru. Selain itu kebiasaan olahraga yang rutin dan status gizi yang baik juga dapat mencegah terjadinya gangguan fungsi paru, serta kemungkinan kadar CO<sub>2</sub> yang terhirup masih dalam batas yang aman.

#### 5. Kebiasaan Olahraga

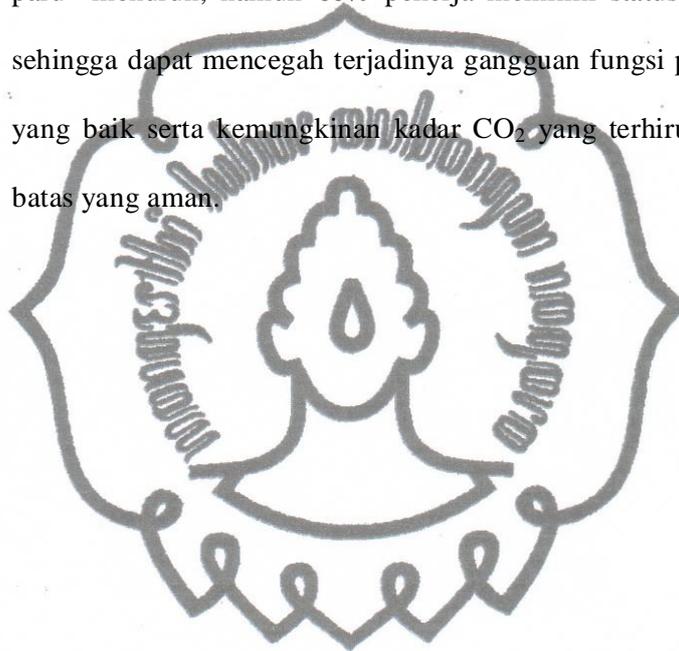
Hasil analisis bivariat menunjukkan bahwa kebiasaan olahraga tidak berhubungan secara signifikan terhadap gangguan fungsi paru pada karyawan unit fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar karena nilai  $(p) = 0,613 > 0,05$ .

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Dorce Mengkidi yang menyatakan bahwa kebiasaan berolahraga bukan merupakan faktor risiko untuk terjadi gangguan fungsi paru pada karyawan karena nilai signifikansi  $(p) = 0,105 > 0,05$  (Mengkidi, 2006).

Berdasarkan teori, kebiasaan olahraga dapat membantu meningkatkan kapasitas vital paru. Individu yang mempunyai kebiasaan olahraga memiliki tingkat kesegaran jasmani yang baik. Menurut Wilmore (1994), secara umum olah raga akan meningkatkan total kapasitas paru. Pada banyak individu yang melakukan olah raga secara teratur maka kapasitas vital paru akan meningkat meskipun hanya sedikit. Selanjutnya untuk meningkatkan kapasitas vital paru,

olah raga yang dilakukan hendaknya memperhatikan 4 hal, yaitu mode atau jenis olah raga, frekuensi, durasi, dan intensitasnya.

Hasil yang tidak signifikan kemungkinan disebabkan karena 17 orang atau 56,7% pekerja tidak berolahraga, sehingga kapasitas paru menurun, namun 60% pekerja memiliki status gizi yang baik sehingga dapat mencegah terjadinya gangguan fungsi paru, pola hidup yang baik serta kemungkinan kadar CO<sub>2</sub> yang terhirup masih dalam batas yang aman.



## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### A. Simpulan

1. Umur tidak berpengaruh terhadap fungsi paru pada karyawan unit fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar karena hasil *Chi Square Test* menunjukkan  $p = 0,538$  ( $p > 0,05$ ).
2. Status gizi tidak berpengaruh terhadap fungsi paru pada karyawan unit fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar karena hasil *Chi Square Test* menunjukkan  $p = 1,000$  ( $p > 0,05$ ).
3. Masa kerja tidak berpengaruh terhadap fungsi paru pada karyawan unit fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar karena hasil *Chi Square Test* menunjukkan  $p = 1,000$  ( $p > 0,05$ ).
4. Kebiasaan merokok tidak berpengaruh terhadap fungsi paru pada karyawan unit fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar karena hasil *Chi Square Test* menunjukkan  $p = 0,290$  ( $p > 0,05$ ).
5. Kebiasaan olahraga tidak berpengaruh terhadap fungsi paru pada karyawan unit fermentasi PT. Indo Acidatama Tbk. Kemiri, Kebakkramat, Karanganyar karena hasil *Chi Square Test* menunjukkan  $p = 0,613$  ( $p > 0,05$ ).

## B. Saran

1. Berdasarkan survei di lapangan, bahwa seluruh sampel penelitian tidak menggunakan masker dengan baik atau hanya kadang-kadang bahkan tidak pernah sama sekali, maka disarankan agar karyawan selalu menggunakan masker dengan baik saat bekerja, serta menggunakan masker gas di unit fermentasi sehingga dapat menurunkan risiko terjadinya gangguan fungsi paru.
2. Berdasarkan hasil penelitian, bahwa sampel penelitian ternyata lebih banyak yang tidak melakukan kebiasaan olahraga, sehingga disarankan agar perusahaan memiliki program kegiatan olahraga bersama misalnya senam pagi atau jalan sehat minimal seminggu sekali. Meskipun bukan olahraga yang berat, namun olahraga tersebut dapat dengan mudah dilakukan oleh semua karyawan sehingga karyawan yang tidak sempat berolahraga di rumah atau yang tidak mampu melakukan olahraga sesuai dengan fasilitas olahraga yang telah disediakan oleh perusahaan, tenaga kerja akan mengikuti kegiatan olahraga tersebut sehingga kesehatan tenaga kerja akan lebih terjaga dan terhindar dari penyakit paru atau penyakit lainnya.