



**FAKTOR INDIVIDU, FAKTOR PEKERJAAN DAN GEJALA PENYAKIT  
PARU OBSTRUKTIF KRONIK (PPOK) PADA PEKERJA  
BAGIAN PEMURNIAN BELERANG  
(Studi pada Pertambangan PT. Candi Ngrimbi di Gunung Ijen)**

**SKRIPSI**

Oleh

**M. Iqbal Hanif Mufti  
NIM 122110101070**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**



**FAKTOR INDIVIDU, FAKTOR PEKERJAAN DAN GEJALA PENYAKIT  
PARU OBSTRUKTIF KRONIK (PPOK) PADA PEKERJA  
BAGIAN PEMURNIAN BELERANG  
(Studi pada Pertambangan PT. Candi Ngrimbi di Gunung Ijen)**

**SKRIPSI**

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

Oleh

**M. Iqbal Hanif Mufti  
NIM 122110101070**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER  
2017**

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Iqbal Hanif Mufti

NIM : 122110101070

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: *Faktor Individu, Faktor Pekerjaan dan Gejala Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) pada Pekerja Bagian Pemurnian Belerang (Studi pada Pertambangan PT. Candi Ngrimbi di Gunung Ijen)* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 12 Januari 2017

Yang menyatakan,

M. Iqbal Hanif Mufti

NIM 122110101070

**PENGESAHAN**

Skripsi yang berjudul *Faktor Individu, Faktor Pekerjaan dan Gejala Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) pada Pekerja Bagian Pemurnian Belerang (Studi pada Pertambangan PT. Candi Ngrimbi di Gunung Ijen)* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember pada:

Hari : Rabu  
Tanggal : 16 Agustus 2017  
Tempat : Ruang Sidang, Gedung Baru FKM Universitas Jember

Pembimbing	Tanda Tangan
1. DPU : Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes NIP. 197509142008121002	(.....)
2. DPA : Anita Dewi Moelilyaningrum, S.KM., M.Kes NIP. 198111202005012001	(.....)

Penguji	Tanda Tangan
1. Ketua : Yunus Ariyanto, S.KM., M.Kes NIP. 197904112005011002	(.....)
2. Sekretaris : dr. Ragil Ismi Hartanti, M.Sc NIP. 198110052006042002	(.....)
3. Anggota : Jamrozi, S.H NIP. 196202091992031004	(.....)

Mengesahkan  
Dekan,

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

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Faktor Individu, Faktor Pekerjaan dan Gejala Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) pada Pekerja Bagian Pemurnian Belerang (Studi pada Pertambangan PT. Candi Ngrimbi di Gunung Ijen)*. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan akademis dalam rangka menyelesaikan Program Pendidikan Strata Satu (S1) Kesehatan Masyarakat di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

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

1. Allah SWT, atas segala limpahan rahmat, hidayah, kebaikan, kekuatan dan kasih sayang-Nya sehingga saya bisa menyelesaikan skripsi ini dengan luar biasa;
2. Bapak Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M. Kes., selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) yang telah memberikan bimbingan, motivasi, saran, dan pengarahan sehingga skripsi ini dapat disusun dan terselesaikan dengan baik. Serta terimakasih juga telah mengajarkan hal yang paling berharga yaitu kesabaran, keikhlasan, dan kebaikan dalam menjalani hidup;
3. Ibu Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM., M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA), yang telah bersedia membimbing saya dengan sabar, terimakasih atas ilmu kegigihan, pantang menyerah, dan kejujuran yang selalu diajarkan;
4. Tim penguji skripsi terimakasih telah bersedia meluangkan waktu dan memberikan saran juga masukan;
5. Bu Irma Prasetyowati, S.KM., M.Kes. selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
6. Bapak/Ibu dosen Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja PT. Candi Ngrimbi, Pekerja tambang belerang telah membantu dan bekerja sama demi terselesainya skripsi ini;

7. Keluarga saya, Bapak Mustafa, Ibu Titik Asnida, Ibu Nelma Endawati, M. Ihsan Fikri Mufti, dan Hafizul Maulana Mufti yang senantiasa setia mencurahkan do'a, kasih sayang, dukungan, dan semangat yang tidak ada hentinya kepada saya;
8. Teman-teman sejawatku seluruh keluarga Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) 2012 terimakasih atas waktu, masukan, arahan, nasihat, dan suka duka yang telah kita lalui bersama selama berada di Jember;
9. Teman-teman Banyuwangi, teman-teman PHBS, teman-teman CBS, teman-teman Magang, teman-teman PBL Kelompok 2, seluruh warga FKM, teman-teman Mapakesma, teman-teman Komplids, teman-teman Arkesma, teman-teman OPA Jember terima kasih banyak atas dukungan dan motivasinya;
10. Semua orang di kehidupan saya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Kami menyadari bahwa di dunia ini tidak ada yang sempurna. Oleh karena itu, kami juga mengharapkan saran dan kritik dari para pembaca sehingga penulis dapat mengembangkan makalah ini menjadi lebih baik lagi. Semoga skripsi ini dapat memberikan sumbang pikir yang positif bagi pengembangan dan peningkatan kualitas sumber daya manusia di Indonesia.

Jember, Agustus 2017

Penulis

## RINGKASAN

**Faktor Individu, Faktor Pekerjaan dan Gejala Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) pada Pekerja Bagian Pemurnian Belerang (Studi pada Pertambangan PT. Candi Ngrimbi di Gunung Ijen);** M. Iqbal Hanif Mufti; 122110101070; 2017: 64 halaman; Bagian Kesehatan Lingkungan dan Keselamatan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Belerang melimpah di beberapa daerah salah satunya adalah di Jawa Timur yaitu di Gunung Ijen, Kabupaten Banyuwangi. Belerang yang dihasilkan dari aktivitas vulkanik berupa belerang dioksida ( $\text{SO}_2$ ) atau sebagai hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ), yang dapat teroksidasi menjadi belerang dioksida dan sulfat di atmosfer. Belerang dioksida dapat dideteksi oleh indera manusia bila konsentrasinya antara 0,3-1 ppm. Belerang dioksida pada lokasi pemurnian dihasilkan dari proses pembakaran belerang. Sulfur dioksida dapat menyebabkan iritasi membran mukosa akut, iritasi saluran pernapasan. Dampak kronis yang dapat disebabkan oleh belerang dioksida dapat menyebabkan gangguan pernapasan dan beresiko menjadi Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK). Penyakit Paru Obstruktif Kronik dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu, kebiasaan merokok, hiperaktivitas bronkus, infeksi saluran napas berulang, dan defisiensi antitripsin alfa-1. Penyakit paru obstruktif kronik biasanya ditandai dengan gejala batuk kronik, batuk berdahak, dan sesak saat melakukan aktivitas. Masa kerja dan penggunaan alat pelindung diri berpengaruh terhadap munculnya gejala Penyakit Paru Obstruktif Kronik pada pekerja. Kontak pekerja dengan belerang dioksida terjadi selama proses pemurnian belerang, mulai dari pemasakan, penyaringan, dan pengkristalan. Hal tersebut menyebabkan pekerja terpapar oleh belerang dioksida selama bekerja di lokasi pemurnian belerang PT. Candi Ngrimbi. Kadar  $\text{SO}_2$  sangat berpengaruh terhadap kemungkinan terjadinya Penyakit Paru Obstruktif Kronik. Menurut SNI 19-0232 nilai ambang batas  $\text{SO}_2$  adalah  $5,2 \text{ mg/m}^3$ . Pengukuran kadar  $\text{SO}_2$  dilakukan pada tiga titik dan dilakukan pada saat jam kerja yaitu pukul 11.00-12.00 WIB. Keterbatasan alat pelindung diri yang dimiliki oleh pekerja menyebabkan pekerja lebih rentan mengalami Penyakit Paru Obstruktif Kronik. Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan faktor individu, faktor pekerjaan dan

gejala penyakit paru obstruktif kronik pada pekerja bagian pemurnian belerang. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh pekerja pada pemurnian belerang PT. Candi Ngrimbi yaitu sebanyak 24 orang dengan kriteria eksklusi apabila terdapat pekerja dengan riwayat penyakit paru. Sampel pada penelitian ini diambil dengan teknik total sampling, karena populasi kurang dari 30 orang. Variabel penelitian ini adalah usia, status gizi, kebiasaan merokok, masa kerja, dan upaya pembatasan diri dari paparan. Pengambilan data dilakukan dengan cara wawancara, pengukuran dan observasi menggunakan kuesioner serta pengujian kadar belerang dioksida. Pengujian kadar belerang dioksida dilakukan oleh UPT K3 Surabaya dengan menggunakan minipump dan implinger dengan arbsorben belerang dioksida. Data kemudian diolah secara deskriptif yaitu dalam bentuk tabel dan teks. Hasil penelitian menunjukkan sebagian besar responden berusia 45-54 tahun sebanyak 34,8%, memiliki status gizi normal dengan proporsi 82,6%, 78,3% pekerja adalah perokok, 61,1% merokok antara 10-20 batang perhari, 60,9% pekerja memiliki masa kerja 5-10 tahun, dan 69,6% pekerja tidak melakukan upaya pembatasan diri dari paparan. Semua pekerja mengalami gangguan pernapasan saat bekerja, 78,3% pekerja mengalami batuk (berdahak dan tidak berdahak), dan pekerja yang mengalami sesak sebanyak 60,9%. Hasil pengukuran kadar belerang dioksida oleh UPT K3 Surabaya memiliki rata-rata 7,1469 mg/m<sup>3</sup>. Pekerja dengan rentang usia >55 tahun sebanyak 83,3% mengalami gejala Penyakit paru obstruktif kronik. Pekerja dengan status gizi normal 63,2% mengalami gejala Penyakit paru obstruktif kronik. Pekerja yang merokok 72,2% mengalami gejala Penyakit paru obstruktif kronik dan jumlah batang yang dihisap per hari >20 batang mengalami gejala Penyakit paru obstruktif kronik dengan proporsi 80%. Pekerja dengan masa kerja >10 tahun mengalami gejala Penyakit paru obstruktif kronik dengan proporsi 75%. Pekerja yang tidak melakukan upaya pembatasan diri 68,8% mengalami gejala Penyakit paru obstruktif kronik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan masukan kepada pihak perusahaan untuk melakukan pembinaan dan penyuluhan pada para pekerja. Pihak perusahaan juga perlu mengevaluasi dan mengawasi penggunaan alat pelindung diri oleh pekerja. Keterlibatan puskesmas setempat sangat diperlukan sehingga pekerja lebih mudah mendapatkan pengetahuan tentang lingkungan kerja dan dampak kesehatan yang mungkin mereka alami.



***SUMMARY***

**Individual Factors, Occupational Factors and Chronic Obstructive Pulmonary Disease Symptoms (COPD) on Sulfur Purification Workers (Study on Mining PT Candi Ngrimbi at Mount Ijen);** M. Iqbal Hanif Mufti; 122110101070; 2017: 64 pages; Department of Environmental Health and Occupational Health Safety, Faculty of Public Health University of Jember.

Sulfur is abundant in some areas, one of which is in East Java, namely in Mount Ijen, Banyuwangi Regency. Sulfur generated from volcanic activity in sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) or as hydrogen sulfide (H<sub>2</sub>S), which can be oxidized to sulfur dioxide and sulfate in the atmosphere. Sulfur dioxide can be detected by the human senses when the concentration is between 0.3-1 ppm. Sulfur dioxide at the purification site is produced from the sulfur reward process. Sulfur dioxide can cause acute mucous membrane irritation, respiratory irritation. Chronic effects that can be caused by sulfur dioxide can cause respiratory distress and are at risk of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). Chronic obstructive pulmonary disease can be caused by several factors namely, smoking habits, bronchial hyperactivity, recurrent respiratory tract, infection and alpha-1 antitrypsin deficiency. Chronic obstructive pulmonary disease usually with chronic cough symptoms, cough with phlegm, and dispneu when doing activities. The working period and use of personal protective equipment is also has some effects to increase Chronic Obstructive Pulmonary Disease symptoms on workers. The contact of worker with sulfur dioxide happen during the sulfur purification process, from cooking, filtering, and crystallizing. This causes workers to be exposed to sulfur dioxide during the operation of the sulfur purification site of PT. Candi Ngrimbi. SO<sub>2</sub> content is very influential on the possibility of Chronic Obstructive Pulmonary disease. According to SNI 19-0232 SO<sub>2</sub> boundary value is 5.2 mg/m<sup>3</sup>. Measurements SO<sub>2</sub> levels are done at three points and done during the working hours is at 11:00 to 12:00 pm. Limitations of personal protective equipment owned by workers cause workers more vulnerable to suffer Chronic Obstructive Pulmonary Disease. This study aims was to describe the individual factors, occupational factors and symptoms of chronic obstructive pulmonary disease in workers sulfur purification section. This research is a descriptive research. The population in this study is all workers on sulfur purification PT. Candi Ngrimbi as many as 24 people with exclusion

criteria. The sample in this study was taken with total sampling technique, because less than 30 people. The variables of this study were age, nutritional status, smoking habits, tenure, and gallant efforts from exposure. The data were collected by using wawanca, measurement and observation using questionnaire and testing of sulfur dioxide content. Testing of sulfur dioxide content is done by UPT K3 Surabaya by using minipump and impinger with sulfur dioxide arbsorbent. Data then processed descriptively in the form of tables and text. The results showed that most of the respondents aged 45-54 years were 34.8%, had normal nutritional status with the proportion of 82.6%, 78.3% of workers were smokers, 61.1% smoked between 10-20 cigarettes per day, 60, 9% of workers have a working period of 5-10 years, and 69.6% of workers do not make a prominent effort from exposure. All workers experienced respiratory distress while working, 78.3% of workers had cough (phlegm and no sputum), and workers who experienced a deficiency of 60.9%. The result of measurement of sulfur dioxide by UPT K3 Surabaya has an average of 7,146 mg/m<sup>3</sup>. Relationship with elderly workers 55 years old. 83.3% symptoms of chronic obstructive pulmonary disease. Normal nutritional status 63.2% had chronic obstructive pulmonary disease symptoms. Workers who smoked 72.2% experienced symptoms of chronic obstructive pulmonary disease and number of sticks exposed per day > 20 sticks experienced symptoms of chronic obstructive pulmonary disease with a proportion of 80%. Workers > 10 years of age experience symptoms of chronic obstructive pulmonary disease weighing 75%. Workers who did not make a complementary effort 68.8% experienced chronic obstructive pulmonary disease symptoms. The results of this study is expected to be input material to the company to conduct coaching and counseling to the workers. Companies also need to evaluate and supervise when workers use their personal safety equipment. The involvement of local health centers is necessary for workers to gain knowledge about the work environment and possible health effects.

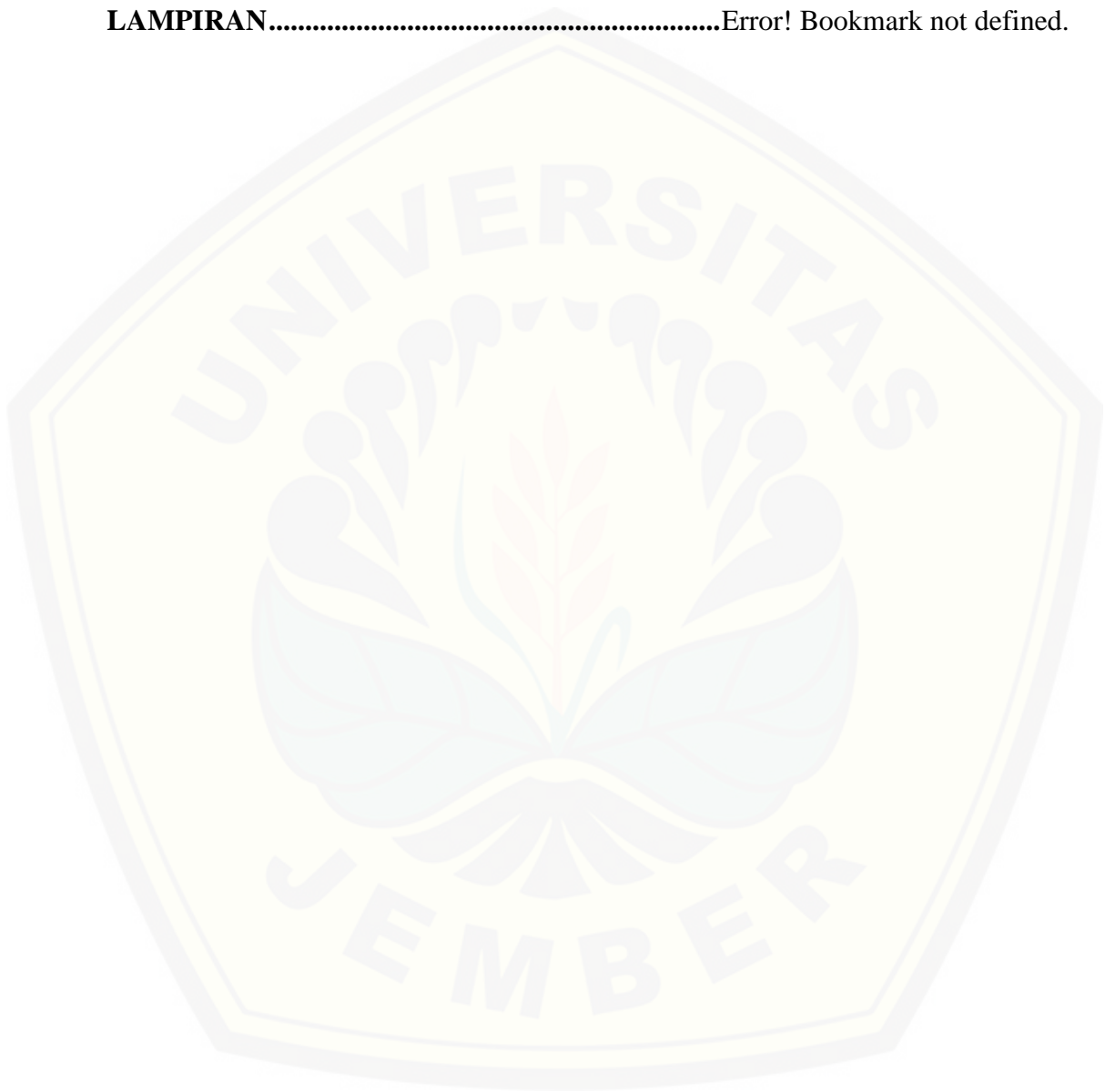
DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>iv</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	<b>5</b>
1.3.1 Tujuan Umum.....	5
1.3.2 Tujuan Khusus.....	5
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	<b>5</b>
1.4.1 Manfaat teoritis.....	5
1.4.2 Manfaat Praktis.....	6
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1 Belerang dan Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>)</b> .....	<b>7</b>
<b>2.2 Sistem Pernafasan dan Anatomi Sistem Pernafasan</b> .....	<b>10</b>
<b>2.3 Volume dan Kapasitas Paru</b> .....	<b>15</b>
2.3.1 Volume Paru .....	15
2.3.2 Kapasitas Paru .....	15

<b>2.4 PPOK (Penyakit Paru Obstruktif Kronik)</b> .....	<b>16</b>
2.4.1 Definisi PPOK (Penyakit Paru Obstruktif Kronik) .....	16
2.4.2 Patogenesis PPOK (Penyakit Obstruktif Kronik).....	17
2.4.3 Faktor Resiko dan Gejala PPOK Penyakit Paru Obstruktif Kronik .....	18
<b>2.5 Diagnosis PPOK</b> .....	<b>20</b>
2.5.1 Gambaran Klinis.....	20
2.5.2 Diagnosis PPOK.....	21
2.5.3 Pemeriksaan PPOK .....	22
<b>2.6 Karakteristik Individu</b> .....	<b>25</b>
2.6.1 Usia.....	26
2.6.2 Kebiasaan Merokok.....	26
2.6.3 Status Gizi .....	26
<b>2.7 Karakteristik Pekerjaan</b> .....	<b>27</b>
2.7.1 Masa Kerja.....	27
2.7.2 Upaya Pembatas Diri dari Paparan .....	27
<b>2.8 Kerangka Teori</b> .....	<b>29</b>
<b>2.9 Kerangka Konsep</b> .....	<b>30</b>
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>32</b>
<b>3.1 Jenis Penelitian</b> .....	<b>32</b>
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	<b>32</b>
<b>3.3 Penentuan Populasi dan Sampel</b> .....	<b>33</b>
3.3.1 Populasi Penelitian .....	33
3.3.2 Sampel Penelitian .....	33
<b>3.4 Variabel dan Definisi Operasional</b> .....	<b>35</b>
3.4.1 Variabel Penelitian .....	35
3.4.2 Definisi Operasional .....	35
<b>3.5 Data dan Sumber Data</b> .....	<b>37</b>
<b>3.6 Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data</b> .....	<b>37</b>
3.6.1 Teknik Pengumpulan Data .....	37
3.6.2 Instrumen Pengumpulan Data .....	39

<b>3.7 Teknik Pengolahan dan Analisis Data.....</b>	<b>39</b>
3.7.1 Pengolahan Data .....	39
3.7.2 Teknik Analisis Data .....	40
<b>3.8 Alur Penelitian.....</b>	<b>41</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>42</b>
<b>4.1 Hasil Penelitian.....</b>	<b>42</b>
4.1.1 Gambaran Umum PT. Candi Ngrimbi.....	43
4.1.2 Faktor Individu (Usia, Status Gizi dan Kebiasaan Merokok) Pekerja Bagian Pemurnian Belerang PT. Candi Ngrimbi .....	44
4.1.3 Faktor Pekerjaan (Masa Kerja dan Upaya Pembatasan Diri) Pekerja Bagian Pemurnian Belerang .....	45
4.1.4 Gambaran Gejala PPOK Pekerja Bagian Pemurnian Belerang PT. Candi Ngrimbi .....	46
4.1.5 Kadar SO <sub>2</sub> di Udara .....	48
4.1.6 Faktor Individu (Usia, Status Gizi dan Kebiasaan Merokok) dengan Gejala PPOK .....	48
4.1.7 Faktor Pekerjaan (Masa Kerja dan Upaya Pembatasan Diri dari Paparasi) dengan Gejala PPOK.....	50
<b>4.2 Pembahasan .....</b>	<b>51</b>
4.2.1 Faktor Individu (Usia, Status Gizi, dan Kebiasaan Merokok) Pekerja Bagian Pemurnian Belerang PT. Candi Ngrimbi .....	51
4.2.2 Faktor Pekerjaan Pekerja (Masa Kerja dan Upaya Pembatasan Diri) pada Bagian Pemurnian Belerang PT. Candi Ngrimbi.....	54
4.2.3 Kadar SO <sub>2</sub> di Udara .....	55
4.2.4 Faktor Individu (usia, status gizi, dan kebiasaan merokok) dengan Gejala PPOK .....	55
4.2.5 Faktor Pekerjaan (Masa Kerja dan Upaya Pembatasan Diri) dengan Gejala PPOK .....	61
<b>4.3 Keterbatasan Penelitian.....</b>	<b>62</b>

<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>63</b>
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	<b>63</b>
<b>5.2 Saran</b> .....	<b>63</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>65</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	Error! Bookmark not defined.

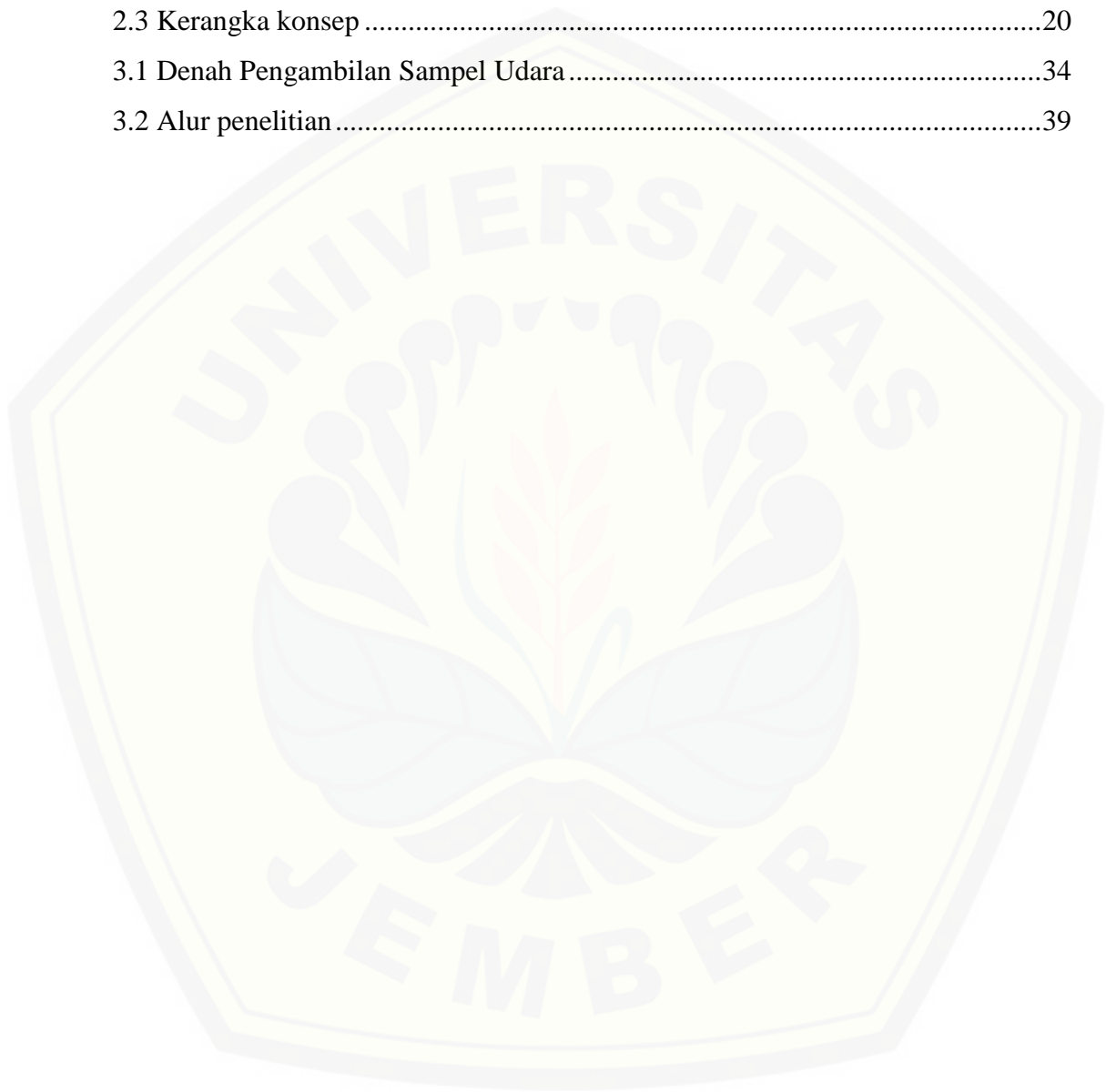


**DAFTAR TABEL**

2.1 Pengaruh SO Terhadap Manusia .....	9
2.2 Perbedaan Paru Kanan dan Kiri .....	12
2.3 Skala Sesak .....	20
2.4 Indikator Kunci untuk Mendiagnosis .....	21
3.1 Definisi Operasional .....	35
4.1 Distribusi Responden Berdasarkan Umur .....	44
4.2 Distribusi Responden Berdasarkan Status Gizi .....	44
4.3 Distribusi Responden Berdasarkan Kebiasaan Merokok .....	45
4.4 Distribusi Responden Berdasarkan Jumlah Batang Rokok Dihisap per Hari .....	45
4.5 Distribusi Responden Berdasarkan Masa Kerja .....	46
4.6 Distribusi Responden Berdasarkan Upaya Pembatasan Diri .....	46
4.7 Kadar SO <sub>2</sub> Di Udara pada Bagian Pemurnian Belerang PT. Candi Ngrimbi .....	47
4.8 Gambaran Gangguan Pernapasan Responden .....	47
4.9 Gambaran Gejala PPOK Responden .....	48
4.10 Distribusi Usia dan Gejala PPOK Pada Responden .....	48
4.11 Distribusi Statusgizi dan PPOK Pada Responden .....	49
4.12 Distribusi Kebiasaan Merokok dan Gejala PPOK Pada Responden .....	49
4.13 Distribusi Jumlah Batang Rokok Per Hari dan Gejala PPOK pada Responden .....	50
4.14 Distribusi Masakerja Dan Gejala PPOK Pada Responden .....	50
4.15 Distribusi Upaya Pembatasan Diri Dan Gejala PPOK Pada Responden .....	51

**DAFTAR GAMBAR**

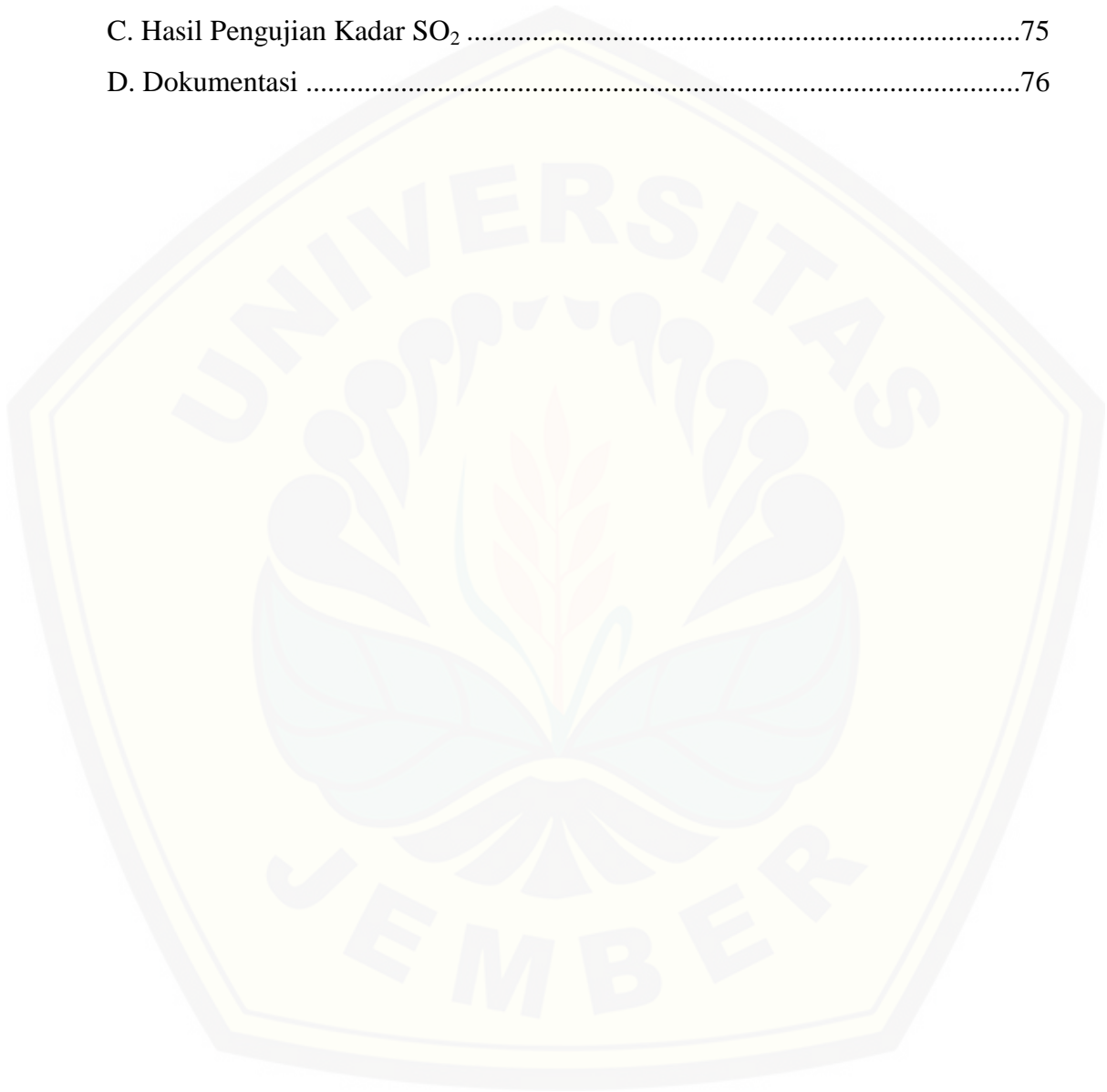
2.1 Denah lokasi pemurnian belerang PT. Candi Ngrimbi .....	8
2.2 Kerangka teori .....	29
2.3 Kerangka konsep .....	20
3.1 Denah Pengambilan Sampel Udara .....	34
3.2 Alur penelitian .....	39





**DAFTAR LAMPIRAN**

A. Lembar Persetujuan (Informed Consent) .....	72
B. Lembar Kuesioner Wawancara .....	73
C. Hasil Pengujian Kadar SO <sub>2</sub> .....	75
D. Dokumentasi .....	76



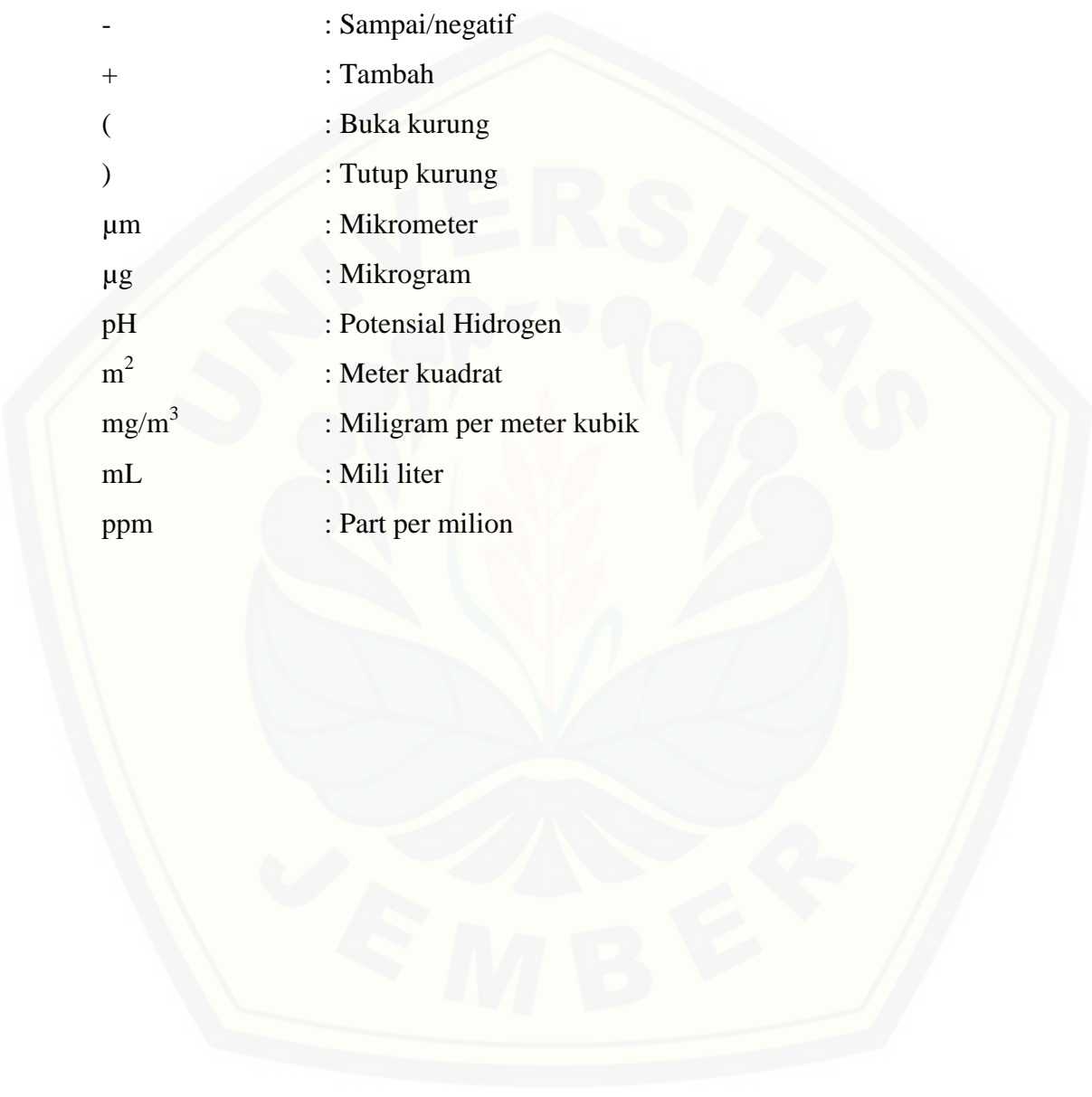
## DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI

### Daftar Singkatan

PPOK	: Penyakit Paru Obstruktif Kronik
APD	: Alat Pelindung Diri
SO <sub>2</sub>	: Sulfur Dioksida
SO <sub>3</sub>	: Sulfur Trioksida
H <sub>2</sub> O	: Air
CS <sub>2</sub>	: Carbon Disulfida
H <sub>2</sub> S	: Hidrogen Sulfida
KVP	: Kapasitas Vital Paru-Paru
VR	: Volume Residu
VEP1	: Volume Ekspirasi Paksa Satu Detik
NAB	: Nilai Ambang Batas
UPT	: Unit Pelaksana Teknis
K3	: Keselamatan dan Kesehatan Kerja
SKRT	: Survei Kesehatan Rumah Tangga
WHO	: <i>World Health Organization</i>
COPD	: <i>Chronic Obstruktive Lung Disease</i>
MDPL	: Meter Diatas Permukaan Laut

### Daftar Notasi

>	: Lebih dari
<	: Kurang dari
≤	: Kurang dari sama dengan
≥	: Lebih dari sama dengan
=	: Sama dengan
α	: Alfa
%	: Persen
°	: Derajat



;	: Titik koma
:	: Titik dua
,	: Koma
.	: Titik
-	: Sampai/negatif
+	: Tambah
(	: Buka kurung
)	: Tutup kurung
$\mu\text{m}$	: Mikrometer
$\mu\text{g}$	: Mikrogram
pH	: Potensial Hidrogen
$\text{m}^2$	: Meter kuadrat
$\text{mg}/\text{m}^3$	: Miligram per meter kubik
mL	: Mili liter
ppm	: Part per milion

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan banyak gunung dan pegunungan. Gunung tersebut terbagi menjadi gunung berapi dan gunung tidak berapi. Gunung Ijen merupakan salah satu gunung berapi yang terdapat di ujung timur pulau Jawa. Kompleks gunung Ijen adalah suatu gunung api yang terdiri atas beberapa gunung api yang tumbuh di sekitar dinding dan di dalam kaldera Ijen Tua (Zaenuddin *et al.*, 2012 : 110). Gunung Ijen memiliki ketinggian 2.386 meter di atas permukaan laut. Gunung Ijen sebagian masuk kedalam wilayah Kabupaten Banyuwangi dan Kabupaten Bondowoso, dengan ketinggian tepi kawah 2386 mdpl dan Danau Kawah 2145 mdpl. Jika di akses dari Kabupaten Banyuwangi maka gunung Ijen berjarak sekitar 33 km dari Banyuwangi ke Paltuding. Dari Paltuding ke kawah berjarak 3 km yang harus ditempuh dengan berjalan kaki sekitar 90 menit.

Gunung Ijen banyak sekali dikunjungi oleh wisatawan baik lokal maupun asing, namun selain sebagai objek wisata gunung Ijen juga menyimpan sumber daya alam Belerang. Belerang ini sudah dimanfaatkan sejak puluhan tahun silam oleh masyarakat sekitar. Pada tahun 1970-an pengelolaan pertambangan Belerang ini dibawah oleh PT. Candi Ngrimbi sampai sekarang. Belerang dihasilkan dari proses sublimasi gas-gas belerang yang terdapat dalam asap solfatara yang bersuhu sekitar 200 °C. Rata-rata PT. Candi Ngrimbi dapat menghasilkan Belerang 8 ton/hari. Jumlah tersebut baru sekitar 20% dari potensi yang sesungguhnya disediakan oleh alam (Witiri dan Sumiarti, 2010).

Belerang atau sulfur adalah suatu elemen kimia dengan simbol S dan nomor atom 16. Keberadaan belerang di alam dapat berupa elemen murni atau bersenyawa dengan elemen lain (Gabriel, 2001:69). Dua per tiga dari jumlah belerang di atmosfer berasal dari berbagai sumber alam seperti gunung berapi. Sebagian besar terdapat dalam bentuk H<sub>2</sub>S dan oksida (Kristanto, 2002:116).

Belerang berwarna kuning pucat, padatan yang rapuh, yang tidak larut dalam air tapi mudah larut dalam CS<sub>2</sub> (karbon disulfida). Senyawa belerang tidak selalu berbahaya bagi kesehatan. Faktor-faktor yang menentukan apakah senyawa tersebut berbahaya bagi tubuh antara lain, dosis, lama paparan dan cara kontak. Umur, jenis, kelamin, diet, genetika, gaya hidup dan tingkat kesehatan perlu juga untuk dipertimbangkan (Pritcard, 2007).

Masalah keselamatan dan kesehatan yaitu pekerja terpapar langsung dengan bahan kimia yang dikeluarkan seperti gas sulfatara (S, SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S), uap fumarol (uap air panas (H<sub>2</sub>O), gas nitrogen), gas asam arang, CO, hidrogen klorida, hidrogen fluorida dapat mengancam para pekerja setiap saat (Ma'rufi, 2014). Menurut Salirawati *et al.* (2007:126), belerang mempunyai 3 macam biloks, yaitu -2, +4 dan +6. Senyawa yang penting adalah SO<sub>2</sub> yang berupa gas berbau khas, tidak berwarna, merusak pernapasan dan dapat larut dalam air. SO<sub>2</sub> dihasilkan dari pembakaran belerang, dengan reaksi  $S + O_2 = SO_2$ .

Proses penambangan belerang pada Gunung Ijen tidak hanya pengambilan belerang dari kawah tetapi juga terdapat proses lanjutan. Proses tersebut adalah proses pembersihan belerang dari benda-benda seperti batu, pasir yang menempel pada belerang saat proses penambangan belerang dari kawah. Proses pemurnian ini dilakukan pada desa Jambu, Kabupaten Banyuwangi dan terletak pada daerah sepi penduduk. Berdasarkan observasi peneliti terdapat total 24 pekerja yang dibagi menjadi 2 shift. Pergantian shift terjadi setiap hari dengan cara satu hari kerja dan satu hari libur. Setiap shift memiliki jam kerja selama 12 jam, yaitu dari pukul 05.00 – 17.00 WIB.

Proses pemurnian belerang yang dilakukan PT. Candi Ngrimbi masih menggunakan metode tradisional. Belerang yang berbentuk padat dimasak pada beberapa tungku dengan panci besar berukuran 1 x 1,5 m<sup>2</sup>. Setelah belerang mencair selanjutnya belerang diambil dengan menggunakan gayung dan dimasukkan pada saringan. Selanjutnya belerang cair yang telah dicairkan akan didinginkan untuk dibiarkan menjadi padat kembali.

Penyakit Paru Obstruktif Kronik yang selanjutnya disebut PPOK dikenal sebagai penyakit jalan nafas obstruktif kronik. Penyakit Paru Obstruktif Kronik

(PPOK) adalah penyakit paru yang dapat dicegah dan diobati, ditandai oleh hambatan aliran udara yang tidak sepenuhnya reversibel dan bersifat progresif (PDPI, 2011: 5). Penyakit ini tidak hanya mempengaruhi jalan nafas namun juga parenkim paru dan sirkulasi pulmonal (Francis, 2011:60). Pada PPOK selain terjadi inflamasi paru, juga terjadi inflamasi sistemik yang akan mempengaruhi berbagai organ tubuh. Inflamasi sistemik PPOK ditandai dengan meningkatnya marker inflamasi dalam sirkulasi darah. Beberapa penelitian menemukan marker inflamasi sistemik meningkat pada keadaan PPOK stabil dan eksaserbasi (Putri *et al.*, 2016: 34).

PPOK seringkali timbul pada usia pertengahan akibat merokok dalam waktu yang lama (PDPI, 2011: 5). *World Health Organization* (WHO) menyebutkan terdapat beberapa faktor risiko terjadinya PPOK antara lain merokok, polusi udara di dalam maupun di luar ruangan, debu kerja dan bahan kimia, dan seringnya saluran napas bawah terinfeksi selama masa kanak-kanak. Asap tembakau merupakan penyebab utama terjadinya PPOK termasuk juga pada bekas perokok atau perokok pasif (Putra *et al.*, 2016: 21).

Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK) merupakan salah satu penyakit yang memiliki beban kesehatan tertinggi. *World Health Organization* (WHO) dalam *Global Status of Non-communicable Diseases* tahun 2010 mengkategorikan PPOK ke dalam empat besar penyakit tidak menular yang memiliki angka kematian yang tinggi setelah penyakit kardiovaskular, keganasan dan diabetes. Laporan *GOLD* 2014 menjelaskan bahwa biaya untuk kesehatan yang diakibatkan PPOK adalah 56% dari total biaya yang harus dibayar untuk penyakit respirasi (Soeroto dan Suryadinata, 2014:83).

Di Indonesia tidak ada data yang akurat tentang kekerapan PPOK. Pada Survei Kesehatan Rumah Tangga (SKRT) 1986 asma, bronkitis kronik dan emfisema menduduki peringkat ke-5 sebagai penyebab kesakitan terbanyak dari 10 penyebab kesakitan utama. SKRT Depkes RI 1992 menunjukkan angka kematian karena asma, bronkhitis kronik dan emfisema menduduki peringkat ke-6 dari 10 penyebab tersering kematian di Indonesia (PDPI, 2011: 6).

Faktor risiko utama berkembangnya penyakit PPOK terdiri dari faktor paparan lingkungan (rokok, pekerjaan, polusi udara, dan infeksi) dan faktor resiko *host* (usia, jenis kelamin, adanya riwayat gangguan fungsi paru, dan predisposisi genetik yaitu defisiensi *antitripsin* (AAT) (Ikawati, 2011). Para pekerja pada bagian pemurnian belerang berpotensi terpapar uap belerang melalui inhalasi. Inhalasi uap belerang dapat menyebabkan iritasi pada mukosa hidung dan paru-paru (Pritcard, 2007). Penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) adalah masalah kesehatan yang saat ini tengah menjadi perhatian dunia. Tahun 2020, diperkirakan PPOK akan menempati urutan kelima penyakit berbahaya di dunia dan penyebab kematian urutan ketiga di dunia. PPOK adalah salah satu penyakit kronik yang tumbuh dengan cepat di negara maju maupun negara berkembang dan diderita sekitar 5–19% populasi berusia di atas 40 tahun (Kurnia dan Keman, 2014:139).

Menurut Hudoyo, faktor yang berperan dalam peningkatan PPOK adalah: Kebiasaan merokok yang masih tinggi (laki-laki di atas 15 tahun 60-70 %), Pertambahan penduduk, meningkatnya usia rata-rata penduduk dari 54 tahun pada tahun 1960-an menjadi 63 tahun pada tahun 1990-an, Industrialisasi, dan Polusi udara terutama di kota besar, di lokasi industri, dan di pertambangan.

Pekerja dibagian pemurnian belerang PT. Candi Ngrimbi berpotensi menderita PPOK karena paparan uap belerang. Berdasarkan data dan fakta yang telah disebutkan mengenai PPOK, maka peneliti selanjutnya akan menggambarkan karakteristik individu, karakteristik pekerjaan dengan gejala PPOK pada pekerja pemurnian belerang PT. Candi Ngrimbi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimanakah gambaran faktor individu, faktor pekerjaan terhadap gejala Penyakit Paru Obstruktif Kronik pada pekerja bagian pemurnian belerang PT. Candi Ngrimbi ?”.

## 1.3 Tujuan Penelitian

### 1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji gejala Penyakit Paru Obstruktif Kronik pada pekerja pemurnian belerang PT. Candi Ngrimbi.

### 1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Memberikan gambaran umum PT. Candi Ngrimbi
- b. Mengidentifikasi faktor individu (usia, status gizi, dan kebiasaan merokok) pada pekerja PT. Candi Ngrimbi.
- c. Mengidentifikasi faktor pekerjaan (masa kerja dan upaya pembatasan diri dari paparan) pada pekerja PT. Candi Ngrimbi.
- d. Mengidentifikasi gejala Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) pada pekerja PT. Candi Ngrimbi.
- e. Mengukur kadar SO<sub>2</sub> diudara pada Bagian Pemurnian Belerang PT. Candi Ngrimbi.
- f. Menggambarkan gejala PPOK berdasar faktor individu (usia, status gizi, dan kebiasaan merokok).
- g. Menggambarkan gejala PPOK berdasar faktor pekerjaan (masa kerja dan upaya pembatasan diri dari paparan).

## 1.4 Manfaat Penelitian

### 1.4.1 Manfaat teoritis

Penelitian ini dapat menjadi bahan referensi dalam pengembangan ilmu pengetahuan tentang gambaran gejala PPOK pada pekerja pemurnian belerang PT. Candi Ngrimbi.



#### 1.4.2 Manfaat Praktis

a. Bagi Peneliti

Sebagai sarana untuk meningkatkan wawasan dan pengalaman dalam pengaplikasian pengetahuan yang diperoleh dari perkuliahan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

b. Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

Menambah wawasan dan pengetahuan baru serta menambah reverensi civitas akademika di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

c. Bagi PT. Candi Ngrimbi dan Penambang

Sebagai bahan evaluasi bagi PT. Candi Ngrimbi terhadap munculnya gejala PPOK pada pekerja dibagian pemurnian belerang, sehingga dapat mencari solusi dari gejala ini.

d. Bagi Pekerja PT. Candi Ngrimbi

Sebagai acuan terhadap derajat kesehatan pekerja dengan memberikan salinan dari skripsi.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Belerang dan Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>)

Belerang melimpah di beberapa daerah salah satunya adalah di Jawa Timur yaitu di Kabupaten Banyuwangi tepatnya di Gunung Ijen Kecamatan Licin Kabupaten Banyuwangi. Kecamatan Licin di Kabupaten Banyuwangi merupakan salah satu kecamatan yang memangku Keberadaan Gunung Ijen. Gunung Ijen sebagai salah satu sumber penggalan belerang terbesar di Jawa Timur berperan besar pada perkembangan masyarakat di daerah sekitar lokasi penggalan tersebut (Khotijah, Tanpa Tahun: 66).

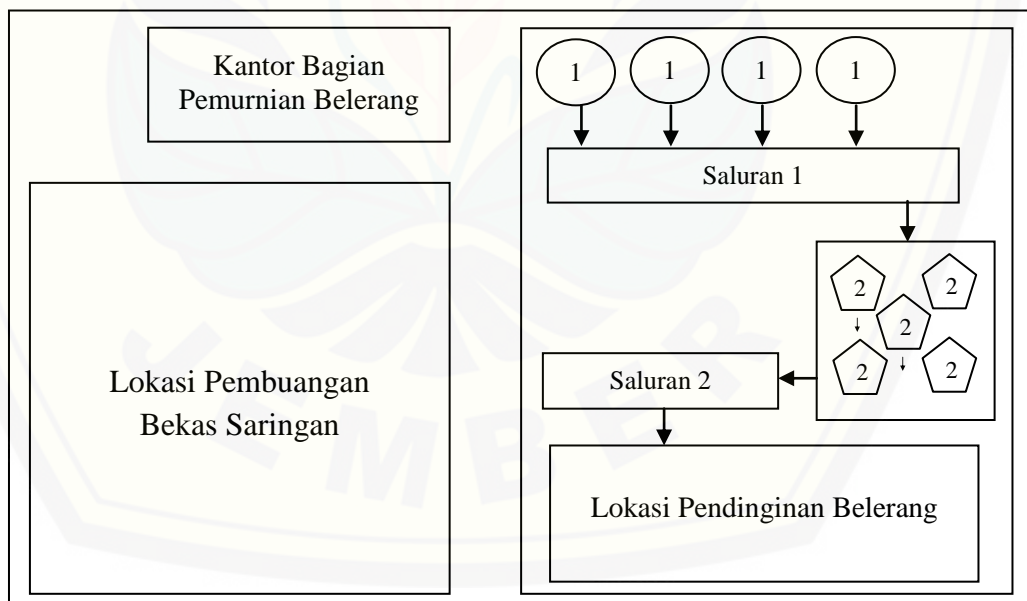
Belerang yang dihasilkan dari aktivitas vulkanik berupa belerang dioksida atau sebagai hidrogen sulfida, yang dapat teroksidasi menjadi belerang dioksida dan sulfat di atmosfer. Pencemaran belerang oksida di atmosfer juga dapat disebabkan aktivitas manusia atau juga proses alami. Gas belerang oksida (SO<sub>x</sub>) terdiri atas gas SO<sub>2</sub> dan gas SO<sub>3</sub> yang keduanya mempunyai sifat berbeda. Gas SO<sub>2</sub> berbau tajam dan tidak mudah terbakar, sedangkan gas SO<sub>3</sub> bersifat sangat reaktif, mudah bereaksi dengan uap air yang ada di udara untuk membentuk asam sulfat atau H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Konsentrasi gas SO<sub>2</sub> di udara akan mulai terdeteksi indera manusia bila konsentrasinya berkisar antara 0,3 – 1 ppm. Daya iritasi SO<sub>2</sub> pada setiap orang ternyata tidak sama. Pada orang yang sensitif, konsentrasi SO<sub>2</sub> sebesar 1-2 ppm dapat menyebabkan iritasi tenggorokan, sedangkan pada kasus lain iritasi dapat terjadi bila konsentrasi SO<sub>2</sub> sebesar 6 ppm (Sopiah, 2005: 340-341).

Menurut Turk *et al.* (dalam Indrasti *et al.*, Tanpa Tahun: 107) Dalam konsentrasi tertentu gas SO<sub>2</sub> dapat mengakibatkan penyakit paru-paru dan kesulitan bernafas terutama bagi penderita asma, *bronchitis*, dan penyakit pernafasan lainnya. Reaksi kimia SO<sub>2</sub> di atmosfer dipengaruhi oleh temperatur, kelembaban, intensitas cahaya, dan karakteristik permukaan partikulat (Sopiah, 2005: 341).

Sulfur Dioksida ( $\text{SO}_2$ ) berasal dari sisa pembakaran bahan bakar fosil baik minyak tanah atau bahan bakar premium dari kendaraan bermotor. Keberadaannya di udara dapat berbentuk  $\text{SO}_3$  atau  $\text{SO}_2$ , dimana bentuk-bentuk tersebut dapat mengalami perubahan, sehingga sering dinamakan sebagai Sox (Raharjo, 2009: 7). Sulfur dioksida merupakan gas tidak berwarna dengan bau menyengat dan mempunyai kerapatan dua kali udara. Pemakaian sulfur dioksida banyak ditemukan pada industri kimia dan kertas, pemutih, fumigasi, pendingin, pengawet, serta merupakan hasil sampingan peleburan bijih sulfida (Harrington dan Gill, 2003:149).

Sulfur dioksida dapat mengurangi pandangan penglihatan karena keterkaitannya dalam reaksi antara senyawa kimia organik dengan nitrogen oksida yang membentuk partikel kecil. Reaksi oksidasi sulfur dioksida menjadi sulfur trioksida, jika terkena air akan terbentuk tetapan kecil asam sulfat, yang juga dapat mengurangi pandangan penglihatan (Sartono, 2001: 202)

a. Denah Lokasi Pemurnian Belerang



Keterangan gambar :

1. Tungku pemasakan belerang
2. Saringan belerang

Gambar 3.1 Denah Lokasi Pemurnian Belerang PT. Candi Ngrimbi

b. Nilai Ambang Batas Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>)

Nilai Ambang Batas adalah standar faktor bahaya di tempat kerja sebagai pedoman pengendalian agar tenaga kerja masih dapat menghadapinya tanpa mengakibatkan penyakit atau gangguan kesehatan dalam pekerjaan sehari-hari untuk waktu tidak lebih dari 8 jam sehari atau 40 jam seminggu (SNI 19-0232, 2005: 1). Nilai ambang batas SO<sub>2</sub> di tempat kerja adalah 5,2 mg/m<sup>3</sup> atau 2 ppm (SNI 19-0232, 2005: 25).

Tabel 2. 1 Pengaruh SO<sub>2</sub> terhadap manusia (Öztürk 2005 dalam Türk dan Kavraz 2011)

SO <sub>2</sub> (ppm)	Durasi Paparan	Dampak
0.037-0.092	Rata-rata tahunan	Dengan 185 µg m <sup>-3</sup> konsentrasi asap, peningkatan penyakit saluran pernapasan dan penyakit paru-paru.
0.007	Rata-rata tahunan	Dengan konsentrasi partikel yang tinggi, perkembangan dalam penyakit saluran pernapasan pada anak-anak
0.11-0.19	24 jam	Dalam konsentrasi partikel yang rendah, peningkatan penyakit saluran pernapasan pada orang tua.
0.19	24 jam	Peningkatan penyakit saluran pernapasan kronis pada orang dewasa
0.19	24 jam	Dalam konsentrasi partikel rendah, peningkatan dapat diamati pada kematian.
0.25	24 jam	Dengan 750 mg m <sup>-3</sup> konsentrasi asap, peningkatan angka kematian harian dapat diamati. Tiba-tiba peningkatan morbiditas.
0.5	10 menit	Pada pasien asma, peningkatan bernapas resistensi selama latihan (mobilitas).
5	24 jam	Pada orang sehat, peningkatan resistensi bernapas.
10	10 menit	Bronchospasm (karakteristik asma dan bronkhitis)
20		Iritasi pada mata, batuk

- c. Dampak Akut dan Kronik Sulfur Dioksida
  - 1. Dampak akut dari paparan Sulfur Dioksida

Sulfur Dioksida dapat menyebabkan iritan membran mukosa akut, iritasi saluran pernapasan sedemikian berat sehingga orang harus segera menjauh dari gas tersebut. Kegagalan menjauh dengan segera dapat menyebabkan edema paru dan kematian, tukak dan parut kornea.
  - 2. Dampak kronik dari paparan Sulfur Dioksida

Sulfur Dioksida dapat menyebabkan penurunan sensasi kecap dan penghidu, bronkhitis kronis serta katarak. Salah satu cara untuk mencegah timbulnya dampak diatas adalah menghindari paparan, mendapatkan oksigen cukup baik dengan pernapasan normal ataupun dengan pernapasan buatan. (Harrington dan Gill, 2003:149).

## 2.2 Sistem Pernafasan dan Anatomi Sistem Pernafasan

Sistem pernafasan menyediakan sarana, sehingga darah dibuat mengandung oksigen dan dibersihkan dari karbon dioksida; menopang produksi energi aerob dan berpesan dalam homeostatis asam-basa (Tao dan Kendal, 2013: 11). Sistem pernafasan harus memiliki kemampuan untuk merespons dengan cepat berbagai kebutuhan tubuh dan memainkan peran penting dalam memperbaiki dan mempertahankan homeostatis di dalam jaringan. Komponen utama struktur sistem pernafasan adalah dua set paru yang terletak di dalam rangka toraks. Paru kanan terbagi menjadi tiga lobus; atas, tengah, dan bawah, dan paru kiri terbagi menjadi dua lobus (Francis, 2011:1).

Sistem pernapasan terdiri atas paru-paru dan sistem saluran yang menghubungkan jaringan paru dengan lingkungan luar paru yang berfungsi untuk menyediakan oksigen untuk darah dan membuang karbondioksida. Sistem pernapasan secara umum terbagi atas :

- a. Bagian Konduksi Bagian konduksi terdiri atas rongga hidung, nasofaring, laring, trakea, bronkus, dan bronkiolus. Bagian ini berfungsi untuk menyediakan saluran udara untuk mengalir ke dan dari paru-paru untuk membersihkan, membasahi, dan menghangatkan udara yang diinspirasi.

- b. Bagian Respirasi Bagian ini terdiri dari alveoli, dan struktur yang berhubungan. Pertukaran gas antara udara dan darah terjadi dalam alveoli. Selain struktur diatas terdapat pula struktur yang lain, seperti bulu-bulu pada pintu masuk yang penting untuk menyaring partikel-partikel Universitas Sumatera Utara yang masuk. Sistem pernafasan memiliki sistem pertahanan tersendiri dalam melawan setiap bahan yang masuk yang dapat merusak (Alsagaff, 2002).

Pada orang dewasa yang bugar dan sehat, udara inspirasi memasuki saluran napas biasanya melalui lubang hidung. Mulut merupakan jalur masuk alternatif tetapi bukan merupakan pintu masuk utama bagi udara inspirasi. Selama perjalanannya melewati jalan napas, udara dihangatkan dan disaturasi dengan uap air (Ganong dalam Francis, 2011:3). Secara umum sistem respirasi terdiri atas saluran nasal dan mulut, faring, trakea, bronki, bronkioli, pulmonal, dan otot yang mengatur respirasi (Tao dan Kendal, 2013:27).

Komponen utama sistem pernafasan adalah dua set paru yang terletak didalam rangka toraks. Paru kanan terbagi menjadi tiga lobus; atas, tengah, dan bawah, serta paru kiri terbagi menjadi dua lobus (Francis, 2011:1). Masing-masing paru dilapisi oleh suatu membran tipis yaitu pleura viseral yang bersinambung dengan pleura parietal yang melapisi dinding toraks, diafragma, perikardium, dan mediastinum. Celah antara lapisan parietal dan viseral sangat tipis pada kondisi sehat dan terlubrikasi oleh cairan pleura (Ward *et al.*, dalam Francis, 2011:1).

Paru-paru, baik pada saat ekspirasi maupun inspirasi, dapat dikembangkan dan dikontraksikan dengan dua cara, yaitu dengan gerakan turun dan naik dari diafragma untuk memperbesar atau memperkecil diafragma, depresi dan elevasi costa untuk meningkatkan dan menurunkan diameter anteroposterior dari rongga dada. Pada pernapasan normal dan tenang biasanya hanya memakai gerakan dari diafragma. Selama inspirasi, kontraksi dari diafragma akan menarik permukaan bawah paru ke bawah. Kemudian selama ekspirasi, diafragma akan berelaksasi dan sifat elastik daya lenting paru, dinding dada dan perut akan menekan paru-

paru (Gildea, 2009). Terdapat perbedaan antara paru kanan dan kiri, seperti pada tabel 2.2 sebagai berikut:

Tabel 2. 2 Perbedaan paru kanan dan kiri (Tao dan Kendal, 2013:30):

	Kanan	Kiri
Lobus	Tiga (superior, medius, dan inferior)	Dua (superior dengan lingula, dan inferior)
Tempat masuk bronkus rinsipalis	Sudut lebih kecil (lebih berkesinambungan dengan trakea)	Lebih tajam sudut (deviasi lebih besar dari trakea)
Bentuk Bronkus prinsipalis	Lebih pendek dan lebih lebar (penyimpangan lebih besar)	Lebih panjang dan sempit
Tempat masuk A. pulmonalis	Disebelah anterior terhadap bronkus prinsipalis dekster	Disebelah superior terhadap bronkus prinsipalis sinister

Berikut anatomi saluran pernafasan dari hidung hingga masuk ke paru:

a. Hidung

Hidung adalah pintu masuk utama udara yang terhirup; lapisan epitel mukosa nasofaring adalah bagian yang terpajan alergen inhalan, toksikan, dan partikel dengan konsentrasi paling tinggi. Dengan demikian, wajar jika selain berfungsi sebagai penghirup udara, hidung dan kanal napas atas juga memiliki dua fungsi penting tambahan. Menyaring partikel besar agar tidak masuk ke kanal napas penghantar dan kanal alveolus dan menghangatkan dan melembabkan udara saat masuk ke tubuh (Ganong, 2008:659).

b. Faring (Tekak)

Faring adalah suatu kantong fibromuskuler yang bentuknya seperti corong, yang besar di bagian atas dan sempit di bagian bawah serta terletak pada bagian anterior kolum vertebra (Arjun, 2011). Menurut Rusmanjono (dalam Efiaty *et al.*, 2007:217-218) mengatakan kantong fibromuskuler mulai dari dasar tengkorak terus menyambung ke esophagus setinggi vertebra servikal ke-6. Ke atas, faring berhubungan dengan rongga hidung melalui koana, ke depan berhubungan dengan rongga mulut melalui ismus orofaring, sedangkan dengan laring di bawah berhubungan melalui aditus laring dan ke bawah berhubungan dengan esophagus.

Panjang dinding posterior faring pada orang dewasa kurang lebih 14 cm; bagian ini merupakan bagian dinding faring yang terpanjang. Dinding faring dibentuk oleh (dari dalam keluar) selaput lendir, fascia faringobasiler, pembungkus otot dan sebagian fascia bukokofaringeal.

c. Laring (Pangkal Tenggorokan)

Saluran udara ini dibentuk oleh sembilan tulang kartilago yaitu 1 tulang kartilago tiroidea, 1 epiglotis, 1 kartilago krikoid, 2 aritenoid, 2 kornikulata, 2 kuneiformis. Inilah yang disebut “kotak suara”, bila terjadi infeksi/tumor di daerah ini akan menyebabkan perubahan suara atau suara menjadi terdengar parau atau menjadi bisu (tidak mengeluarkan suara sama sekali) akibat putusnya persarafan pita suara. Kartilago tiroidea berfungsi untuk melindungi dinding bagian anterior dan lateral saluran. Epiglotis berbentuk daun dan berfungsi untuk melindungi glottis saat terbuka sehingga tidak terjadi aspirasi makanan dan minuman saat menelan atau minum (Purba, 2011).

d. Trakea (Batang Tenggorokan)

Trakea memiliki komposisi yang keras tetapi tetap bersifat fleksibel (bentuknya seperti pipa), dan terletak di anterior esophagus. Trakea melekat pada kartilago krikoid (pada level vertebrae C6) dan berakhir pada mediastinum bercabang ke kiri dan kanan primer bronkial (pada vertebrae level T5). Akhir ujung trakea disebut juga karina dan akan menjadi bronkus kiri dan kanan. Trakea dilapisi epitel pernafasan. Trakea berbentuk huruf “C” yang terdiri kartilago hialin untuk melindungi saluran pernafasan saat proses menelan supaya saat esophagus melakukan gerak peristaltis propulsif tidak terganggu/mengakibatkan tersangkut. Otot trakea terletak pada bagian posterior dan melekat pada ujung kartilago trakea (Purba, 2011).

e. Bronkus

Pada ujung trakea yang disebut karina akan membentuk bronkus primer. Di dalam paru-paru bronkus primer bercabang menjadi bronkus sekunder (tiga cabang pada paru-paru kanan dan dua cabang pada paru kiri). Bronkus sekunder kemudian bercabang lagi menjadi bronkus tersier menjadi sepuluh cabang.



Bronkus tersier kemudian kembali bercabang menjadi bronkiolus, percabangan ini membentuk *bronchial tree* atau pohon bronkial (Purba, 2011).

f. Alveolus

Alveoli adalah suatu ruang yang terbentuk oleh jaringan epitel yang merupakan tempat terjadinya pertukaran gas. Pada tiap paru manusia, terdapat sekitar 150 juta alveoli. Alveoli yang berkelompok akan membentuk duktus alveoli komunis dan membentuk saku alveolar. Di dalam alveoli terdapat tiga sel, yaitu:

1. Sel epitel gepeng alveolar. Sel epitel gepeng alveolar merupakan sel primer yang membentuk dinding alveoli, lapisan yang dibentuk hanya selapis sel gepeng, sehingga dinding alveoli sangat tipis sehingga mempermudah untuk proses difusi gas.
2. Sel septa. Sel septa berfungsi mensekresikan surfaktan yang berfungsi untuk mengurangi tegangan permukaan, sehingga dapat mencegah perlekatan dan mempermudah pertukaran gas. Surfaktan adalah campuran kompleks fosfolipid yaitu dipalmitoylphosphatidylcholine, protein, dan ion-ion seperti  $Ca^{2+}$ . Dengan adanya surfaktan maka alveoli tidak kolaps atau tetap mengembang karena tarikan antara molekul air di berbagai tempat di alveoli dapat dikurangi.
3. Sel debu. Sel debu disebut juga makrofag alveolar, sel ini merupakan golongan monosit yang menetap di jaringan paru-paru, berfungsi untuk memfagositkan/memakan debu, debris, bakteri, virus, atau benda asing/patogen yang terhirup oleh kita.

Pertukaran gas (respirasi eksternal) terjadi di alveoli melewati membran respiratorius yang merupakan gabungan membran epitel alveolar dan endotel kapiler pulmonalis. Lapisan ini ketebalannya hanya 0,5  $\mu\text{m}$ , sangat tipis sekali, memudahkan gas (oksigen dan karbon dioksida) berdifusi melewati membran respiratorius (Purba, 2011).

## 2.3 Volume dan Kapasitas Paru

### 2.3.1 Volume Paru

Menurut Guyton (2007) volume paru terbagi menjadi 4 bagian, yaitu:

- a. *Volume Tidal* adalah volume udara yang diinspirasi atau diekspirasi pada setiap kali pernafasan normal. Besarnya  $\pm 500$  ml pada rata-rata orang dewasa.
- b. *Volume Cadangan Inspirasi* adalah volume udara ekstra yang diinspirasi setelah volume tidal, dan biasanya mencapai  $\pm 3000$  ml.
- c. *Volume Cadangan Eskpirasi* adalah jumlah udara yang masih dapat dikeluarkan dengan ekspirasi maksimum pada akhir ekspirasi normal, pada keadaan normal besarnya  $\pm 1100$  ml.
- d. *Volume Residu*, yaitu volume udara yang masih tetap berada dalam paru-paru setelah ekspirasi kuat. Besarnya  $\pm 1200$  ml.

### 2.3.2 Kapasitas Paru

Kapasitas paru merupakan gabungan dari beberapa volume paru dan dibagi menjadi empat bagian, yaitu:

- a. *Kapasitas Inspirasi*, sama dengan volume tidal + volume cadangan inspirasi. Besarnya  $\pm 3500$  ml, dan merupakan jumlah udara yang dapat dihirup seseorang mulai pada tingkat ekspirasi normal dan mengembangkan paru sampai jumlah maksimum.
- b. *Kapasitas Residu Fungsional*, sama dengan volume cadangan inspirasi + volume residu. Besarnya  $\pm 2300$  ml, dan merupakan besarnya udara yang tersisa dalam paru pada akhir eskpirasi normal.
- c. *Kapasitas Vital*, sama dengan volume cadangan inspirasi + volume tidal + volume cadangan ekspirasi. Besarnya  $\pm 4600$  ml, dan merupakan jumlah udara maksimal yang dapat dikeluarkan dari paru, setelah terlebih dahulu mengisi paru secara maksimal dan kemudian mengeluarkannya sebanyak-banyaknya.
- d. Kapasitas Vital paksa (KVP) atau *Forced Vital Capacity* (FVC) adalah volume total dari udara yg dihembuskan dari paru-paru setelah inspirasi maksimum yang diikuti oleh ekspirasi paksa minimum. Hasil ini didapat

setelah seseorang menginspirasi dengan usaha maksimal dan mengekspirasi secara kuat dan cepat ( Ganong, 2008).

- e. Volume ekspirasi paksa satu detik (VEP1) atau *Forced Expiratory Volume in One Second* (FEV1) adalah volume udara yang dapat dikeluarkan dengan ekspirasi maksimum per satuan detik. Hasil ini didapat setelah seseorang terlebih dahulu melakukakn pernafasan dalam dan inspirasi maksimal yang kemudian diekspirasikan secara paksa sekuat-kuatnya dan semaksimal mungkin, dengan cara ini kapasitas vital seseorang tersebut dapat dihembuskan dalam satu detik.
- f. *Kapasitas Paru Total*, sama dengan kapasitas vital + volume residu. Besarnya  $\pm 5800\text{ml}$ , adalah volume maksimal dimana paru dikembangkan sebesar mungkin dengan inspirasi paksa. Volume dan kapasitas seluruh paru pada wanita  $\pm 20 - 25\%$  lebih kecil daripada pria, dan lebih besar pada atlet dan orang yang bertubuh besar daripada orang yang bertubuh kecil dan astenis (Guyton, 2007).

## 2.4 PPOK (Penyakit Paru Obstruktif Kronik)

### 2.4.1 Definisi PPOK (Penyakit Paru Obstruktif Kronik)

PPOK dikenal sebagai penyakit jalan nafas obstruktif kronik (*chronic obstructive airway disease*, COAD) atau penyakit paru obstruktif kronik (*chronic obstructive lung disease*, COLD). Konsensus umum telah dicapai antara Inggris, Eropa, dan Amerika bahwa istilah sekarang '(*chronic obstructive pulmonary disease*) (COPD)' merupakan istilah yang harus digunakan (BTS 1997, GOLD Guidelines 200, NICE 2004). Istilah penyakit paru obstruktif kronik (*chronic obstructif pulmonary disease*) menyatakan bahwa penyakit ini tidak hanya mempengaruhi jalan nafas; penyakit ini juga mengenai parenkim paru dan sirkulasi pulmonal (Francis, 2011; 60).

PPOK terdiri dari bronkitis kronik dan emfisema atau gabungan keduanya. Bronkitis kronik Kelainan saluran napas yang ditandai oleh batuk kronik berdahak minimal 3 bulan dalam setahun, sekurang-kurangnya dua tahun berturut - turut, tidak disebabkan penyakit lainnya. Emfisema Suatu kelainan anatomis paru yang

ditandai oleh pelebaran rongga udara distal bronkiolus terminal, disertai kerusakan dinding alveoli (PDPI, 2003:2).

#### 2.4.2 Patogenesis PPOK (Penyakit Obstruktif Kronik)

Hambatan aliran udara merupakan perubahan fisiologi utama pada PPOK yang diakibatkan oleh adanya perubahan yang khas pada saluran nafas bagian proksimal, perifer, parenkim dan vaskularisasi paru yang dikarenakan adanya suatu inflamasi yang kronik dan perubahan struktural pada paru. Terjadinya peningkatan penebalan pada saluran nafas kecil dengan peningkatan formasi folikel limfoid dan deposisi kolagen dalam dinding luar salurannafas mengakibatkan restriksi pembukaan jalan nafas. Lumen saluran nafas kecil berkurang akibat penebalan mukosa yang mengandung eksudat inflamasi, yang meningkat sesuai berat sakit (Khairani, 2013:7-8).

Pada bronkitis kronik terdapat pembesaran kelenjar mukosa bronkus, metaplasia sel goblet, inflamasi, hipertrofi otot polos pernapasan serta distorsi akibat fibrosis. Emfisema ditandai oleh pelebaran rongga udara distal bronkiolus terminal, disertai kerusakan dinding alveoli. Secara anatomik dibedakan tiga jenis emfisema:

- a. Emfisema sentriasinar, dimulai dari bronkiolus respiratori dan meluas ke perifer, terutama mengenai bagian atas paru sering akibat kebiasaan merokok lama
- b. Emfisema panasinar (panlobuler), melibatkan seluruh alveoli secara merata dan terbanyak pada paru bagian bawah
- c. Emfisema asinar distal (paraseptal), lebih banyak mengenai saluran napas distal, duktus dan sakus alveoler.

Proses terlokalisir di septa atau dekat pleura Obstruksi saluran napas pada PPOK bersifat ireversibel dan terjadi karena perubahan struktural pada saluran napas kecil yaitu : inflamasi, fibrosis, metaplasia sel goblet dan hipertropi otot polos penyebab utama obstruksi jalan napas (PDPI, 2003:3).

### 2.4.3 Faktor Resiko dan Gejala PPOK Penyakit Paru Obstruktif Kronik

#### a Faktor Resiko

##### 1. Kebiasaan merokok.

Dalam pencatatan riwayat merokok perlu diperhatikan:

##### a) Riwayat merokok

- 1) Perokok aktif
- 2) Perokok pasif
- 3) Bekas perokok

b) Derajat berat merokok dengan Indeks Brinkman (IB), yaitu perkalian jumlah rata-rata batang rokok dihisap sehari dikalikan lama merokok dalam tahun :

- 1) Ringan : 0-200
- 2) Sedang : 200-600
- 3) Berat : >600

##### 2. Polusi udara

- a) Polusi di dalam ruangan dapat berupa asap rokok atau atau asap kompor.
- b) Polusi diluar ruangan dapat berupa gas buang kendaraan bermotor atau debu jalanan.
- c) Polusi tempat kerja dapat berupa bahan kimia, zat iritasi, gas beracun

##### 3. Riwayat infeksi saluran napas bawah berulang

Infeksi virus dan bakteri berperan dalam patogenesis dan progresifitas PPOK. Kolonisasi bakteri menyebabkan inflamasi jalan napas, berperan secara bermakna menimbulkan eksaserbasi. Infeksi saluran napas berat pada anak akan menyebabkan penurunan fungsi paru dan meningkatkan gejala respirasi pada saat dewasa.

##### 4. Sosial ekonomi

Sosial ekonomi sebagai faktor risiko terjadinya PPOK belum dapat dijelaskan secara pasti. Paparan polusi di dalam dan luar ruangan, pemukiman yang padat, nutrisi yang jelek, dan faktor lain yang

berhubungan dengan status sosial ekonomi kemungkinan dapat menjelaskan hal ini. Malnutrisi dan penurunan berat badan dapat menurunkan kekuatan dan ketahanan otot respirasi, karena penurunan masa otot dan kekuatan serabut otot. Kelaparan dan status anabolik/katabolik berkembang menjadi emfisema pada percobaan binatang.

#### 5. Gen

PPOK adalah penyakit poligenik dan contoh klasik dari interaksi gen-lingkungan. Faktor risiko genetik yang paling sering terjadi adalah kekurangan alpha-1 antitrypsin sebagai inhibitor dari protease serin. Sifat resesif ini jarang, paling sering dijumpai pada individu origin Eropa Utara. Ditemukan pada usia muda dengan kelainan emphysema panlobular dengan penurunan fungsi paru yang terjadi baik pada perokok atau bukan perokok dengan kekurangan alpha-1 antitripsin yang berat. Banyak variasi individu dalam hal beratnya emfisema dan penurunan fungsi paru. (PDPI, 2011; 14).

#### b. Gejala

PPOK sudah dapat dicurigai pada hampir semua pasien berdasarkan tanda dan gejala. Diagnosis lain seperti asma, TB paru, bronkiektasis, keganasan dan penyakit paru kronik lainnya dapat dipisahkan. Anamnesis lebih lanjut dapat menegakkan diagnosis (Jindal *et al.*, 2004). Menurut *COPD Health Center* dan Stephens (dalam Khairani, 2013:10) menjelaskan bahwa gejala klinis yang biasa ditemukan pada penderita PPOK adalah sebagai berikut.

##### 1. Batuk kronik

Batuk kronik adalah batuk hilang timbul selama 3 bulan dalam 2 tahun terakhir yang tidak hilang dengan pengobatan yang diberikan. Batuk dapat terjadi sepanjang hari atau intermiten. Batuk kadang terjadi pada malam hari.

## 2. Berdahak kronik

Hal ini disebabkan karena peningkatan produksi sputum. Kadang kadang pasien menyatakan hanya berdahak terus menerus tanpa disertai batuk. Karakteristik batuk dan dahak kronik ini terjadi pada pagi hari ketika bangun tidur.

## 3. Sesak napas

Terutama pada saat melakukan aktivitas. Seringkali pasien sudah mengalami adaptasi dengan sesak nafas yang bersifat progressif lambat sehingga sesak ini tidak dikeluhkan. Anamnesis harus dilakukan dengan teliti, gunakan ukuran sesak napas sesuai skala sesak:

Tabel 2. 3 Skala Sesak (COPD Health Center dan Stephens, dalam Khairani, 2013:10)

Skala Sesak	Keluhan Sesak Berkaitan dengan Aktivitas
0	Tidak ada sesak kecuali dengan aktivitas berat
1	Sesak mulai timbul bila berjalan cepat atau naik tangga 1 tingkat
2	Berjalan lebih lambat karena merasa sesak
3	Sesak timbul bila berjalan 100 m atau setelah beberapa menit
4	Sesak bila mandi atau berpakaian

## 2.5 Diagnosis PPOK

### 2.5.1 Gambaran Klinis

#### a. Anamnesis

1. Riwayat merokok atau bekas perokok dengan atau tanpa gejala pernapasan.
2. Riwayat terpajan zat iritan yang bermakna di tempat kerja.
3. Riwayat penyakit emfisema pada keluarga.
4. Terdapat faktor predisposisi pada masa bayi/anak, misal berat badan lahir rendah (BBLR), infeksi saluran napas berulang, lingkungan asap rokok dan polusi udara.
5. Batuk berulang dengan atau tanpa dahak - Sesak dengan atau tanpa bunyi mengi (PDPI, 2003).

- b. *Pink puffer*. Gambaran yang khas pada emfisema, penderita kurus, kulit kemerahan dan pernapasan *pursed – lips breathing*.
- c. *Blue bloater*. Gambaran khas pada bronkitis kronik, penderita gemuk sianosis, terdapat edema tungkai dan ronki basah di basal paru, sianosis sentral dan perifer.
- d. *Pursed - lips breathing*. Adalah sikap seseorang yang bernapas dengan mulut mencucu dan ekspirasi yang memanjang. Sikap ini terjadi sebagai mekanisme tubuh untuk mengeluarkan retensi CO<sub>2</sub> yang terjadi sebagai mekanisme tubuh untuk mengeluarkan retensi CO<sub>2</sub> yang terjadi pada gagal napas kronik (PDPI,2003).

### 2.5.2 Diagnosis PPOK

Gejala dan tanda PPOK sangat bervariasi, mulai dari tanda dan gejala ringan hingga berat. Pada pemeriksaan fisis tidak ditemukan kelainan sampai ditemukan kelainan yang jelas dan tanda inflasi paru (PDPI, 2011:24). Diagnosis PPOK dipertimbangkan bila timbul tanda dan gejala yang secara rinci diterangkan pada tabel berikut:

Tabel 2.4 Indikator kunci untuk mendiagnosis PPOK (PDPI, 2011:24)

Gejala	Keterangan
Sesak	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Progresif (sesak bertambah berat seiring berjalannya waktu)</li> <li>• Bertambah berat dengan aktivitas</li> <li>• Persistent (menetap sepanjang hari)</li> <li>• Dijelaskan oleh bahasa pasien sebagai “Perlu usaha untuk bernapas”</li> <li>• Berat, sukar bernapas, terengah-engah</li> </ul>
Batuk Kronik	Hilang timbul dan mungkin tidak berdahak
Batuk kronik berdahak	Setiap batuk kronik berdahak dapat mengindikasikan PPOK
Riwayat terpajan faktor resiko	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asap rokok</li> <li>• Debu dan bahan kimia di tempat kerja</li> <li>• Asap dapur</li> </ul>



### 2.5.3 Pemeriksaan PPOK

#### a. Pemeriksaan fisik.

PPOK dini umumnya tidak ada kelainan.

##### 1. Inspeksi

- a) *Pursed - lips breathing* (mulut setengah terkatup mencucu)
- b) *Barrel chest* (diameter antero
- c) posterior dan transversal sebanding)
- d) Penggunaan otot bantu napas
- e) Hipertropi otot bantu napas
- f) Pelebaran sela iga
- g) Bila telah terjadi gagal jantung kanan terlihat denyut vena jugularis leher dan edema tungkai.
- h) Penampilan *pink puffer* atau *blue bloater*.

##### 2. Palpasi

- a) Pada emfisema fremitus melemah
- b) Sela iga melebar.

##### 3. Perkusi

- a) Pada emfisema hipersonor dan batas jantung mengecil
- b) Letak diafragma rendah
- c) Hepar terdorong ke bawah.

##### 4. Auskultasi

- a) Suara napas vesikuler normal, atau melemah
- b) Terdapat ronki dan atau mengi pada waktu bernapas biasa atau pada ekspirasi paksa
- c) Ekspirasi memanjang
- d) Bunyi jantung terdengar jauh.

## b. Pemeriksaan Penunjang

### 1. Pemeriksaan Rutin

#### a) Spirometri (VEP1, VEP1 prediksi, KVP, VEP1/KVP)

1) Obstruksi ditentukan oleh nilai VEP1 prediksi (%) dan atau VEP1/KVP (%). Obstruksi: % VEP1 (VEP1/VEP1 pred) < 80% VEP1% (VEP1/KVP) < 75 %.

2) VEP1 merupakan parameter yang paling umum dipakai untuk menilai beratnya PPOK dan memantau perjalanan penyakit.

3) Apabila spirometri tidak tersedia atau tidak mungkin dilakukan, APE meter walaupun kurang tepat, dapat dipakai sebagai alternatif dengan memantau variabiliti harian pagi dan sore, tidak lebih dari 20%.

#### b) Uji bronkodilator.

1) Dilakukan dengan menggunakan spirometri, bila tidak ada gunakan APE meter.

2) Setelah pemberian bronkodilator inhalasi sebanyak 8 hisapan, 15 - 20 menit kemudian dilihat perubahan nilai VEP1 atau APE, perubahan VEP1 atau APE < 20% nilai awal dan < 200 ml.

3) Uji bronkodilator dilakukan pada PPOK stabil

#### c) Darah rutin. Hb, Ht, leukosit

#### d) Radiologi.

Foto toraks PA dan lateral berguna untuk menyingkirkan penyakit paru lain. Pada emfisema terlihat gambaran:

1) Hiperinflasi

2) Hiperlusen

3) Ruang retrosternal melebar

4) Jantung menggantung (jantung pendulum / *tear drop / eye drop appearance*).

## 2. Pemeriksaan khusus (tidak rutin)

### a) Faal paru

- 1) Volume Residu (VR), Kapasiti Residu Fungsional (KRF), Kapasiti Paru Total (KPT), VR/KRF, VR/KPT meningkat
- 2) DLCO menurun pada emfisema
- 3) Raw meningkat pada bronkitis kronik
- 4) Sgaw meningkat
- 5) Variabiliti Harian APE kurang dari 20 %

### b) Uji latih kardiopulmoner.

- 1) Sepeda statis (ergocycle)
- 2) Jentera (treadmill)
- 3) Jalan 6 menit, lebih rendah dari normal

### c) Uji provokasi bronkus

Untuk menilai derajat hipereaktiviti bronkus, pada sebagian kecil PPOK terdapat hipereaktiviti bronkus derajat ringan

### d) Uji coba kortikosteroid

Menilai perbaikan faal paru setelah pemberian kortikosteroid oral (prednison atau metilprednisolon) sebanyak 30 - 50 mg per hari selama 2 minggu yaitu peningkatan VE<sub>P1</sub> pascabronkodilator > 20 % dan minimal 250 ml. Pada PPOK umumnya tidak terdapat kenaikan faal paru setelah pemberian kortikosteroid

### e) Analisis gas darah

Terutama untuk menilai :

- 1) Gagal napas kronik stabil
- 2) Gagal napas akut pada gagal napas kronik

f) Radiologi

1) CT - Scan resolusi tinggi.

Mendeteksi emfisema dini dan menilai jenis serta derajat emfisema atau bula yang tidak terdeteksi oleh foto toraks polos.

2) Scan ventilasi perfusi.

Mengetahui fungsi respirasi paru

g) Elektrokardiografi

Mengetahui komplikasi pada jantung yang ditandai oleh Pulmonal dan hipertrofi ventrikel kanan.

h) Ekokardiografi

Menilai fungsi jantung kanan

i) Bakteriologi

Pemeriksaan bakteriologi sputum pewarnaan Gram dan kultur resistensi diperlukan untuk mengetahui pola kuman dan untuk memilih antibiotik yang tepat. Infeksi saluran napas berulang merupakan penyebab utama eksaserbasi akut pada penderita PPOK di Indonesia.

j) Kadar alfa-1 antitripsin

Kadar antitripsin alfa-1 rendah pada emfisema herediter (emfisema pada usia muda), defisiensi antitripsin alfa-1 jarang ditemukan di Indonesia (PDPI, 2003; 4-6).

## 2.6 Karakteristik Individu

Bahaya di lingkungan kerja seperti paparan gas dapat menimbulkan efek gangguan fungsi pernafasan. Beberapa faktor dari karakteristik pekerja itu sendiri juga dapat mempengaruhi keadaan paru seperti umur kebiasaan merokok, riwayat penyakit, kebiasaan penggunaan alat pelindung diri, status gizi, kebiasaan olahraga dan masa kerja (Karabella, 2011).

### 2.6.1 Usia

Kapasitas difusi paru, ventilasi paru, ambilan oksigen, kapasitas vital paru dan semua parameter faal paru yang lain akan menurun sesuai dengan pertambahan usia, setelah mencapai titik maksimal pada usia dewasa muda. Kekuatan otot maksimal pada usia 20-40 tahun dan akan berkurang sebanyak 20% setelah usia 40 tahun. Kebutuhan zat tenaga terus meningkat sampai akhirnya menurun setelah usia 40 tahun. Berkurangnya kebutuhan tenaga tersebut dikarenakan telah menurunnya kekuatan fisik (Prasetyo, 2010).

### 2.6.2 Kebiasaan Merokok

Merokok dapat menyebabkan perubahan struktur dan fungsi saluran pernafasan dan jaringan paru. Apabila kondisi lingkungan kerja seorang perokok memiliki tingkat konsentrasi debu yang tinggi maka dapat menyebabkan gangguan fungsi paru yang ditandai dengan penurunan fungsi paru. Asap rokok dapat menghilangkan bulu-bulu silia di saluran pernafasan yang berfungsi sebagai penyaring udara yang masuk ke hidung. Kebiasaan merokok perlu mendapat perhatian khusus karena pajanan kerja dan merokok dapat memberikan efek kumulatif terhadap kapasitas vital paksa paru (Karabella, 2011 dalam Wulandari, 2014:5). Kondisi yang membuat kadar oksigen sekitar kita rendah adalah jika kita berada di atas ketinggian, seperti di gunung, berada di ruangan tertutup tanpa sirkulasi udara yang baik atau sirkulasi udara baik tetapi dipenuhi asap rokok. Seorang perokok juga akan mengalami hipoksia kronis yang jelas akan mengganggu kesehatannya (Syam, 2012:2).

### 2.6.3 Status Gizi

Kesehatan dan daya kerja sangat erat kaitannya dengan tingkat gizi seseorang. Tubuh memerlukan zat-zat makanan untuk pemeliharaan tubuh, perbaikan kerusakan sel jaringan. Zat makanan tersebut diperlukan untuk bekerja dan meningkat sepadan dengan lebih beratnya pekerjaan (Suma'mur, 2009). Orang yang tinggi kurus biasanya mempunyai kapasitas vital lebih besar dari orang yang gemuk pendek, status gizi yang berlebihan dengan adanya timbunan

lemak dapat menurunkan *compliance* dinding dada dan paru sehingga ventilasi paru akan terganggu akibatnya kapasitas vital paru akan menurun (Prasetyo, 2010).

## **2.7 Karakteristik Pekerjaan**

### **2.7.1 Masa Kerja**

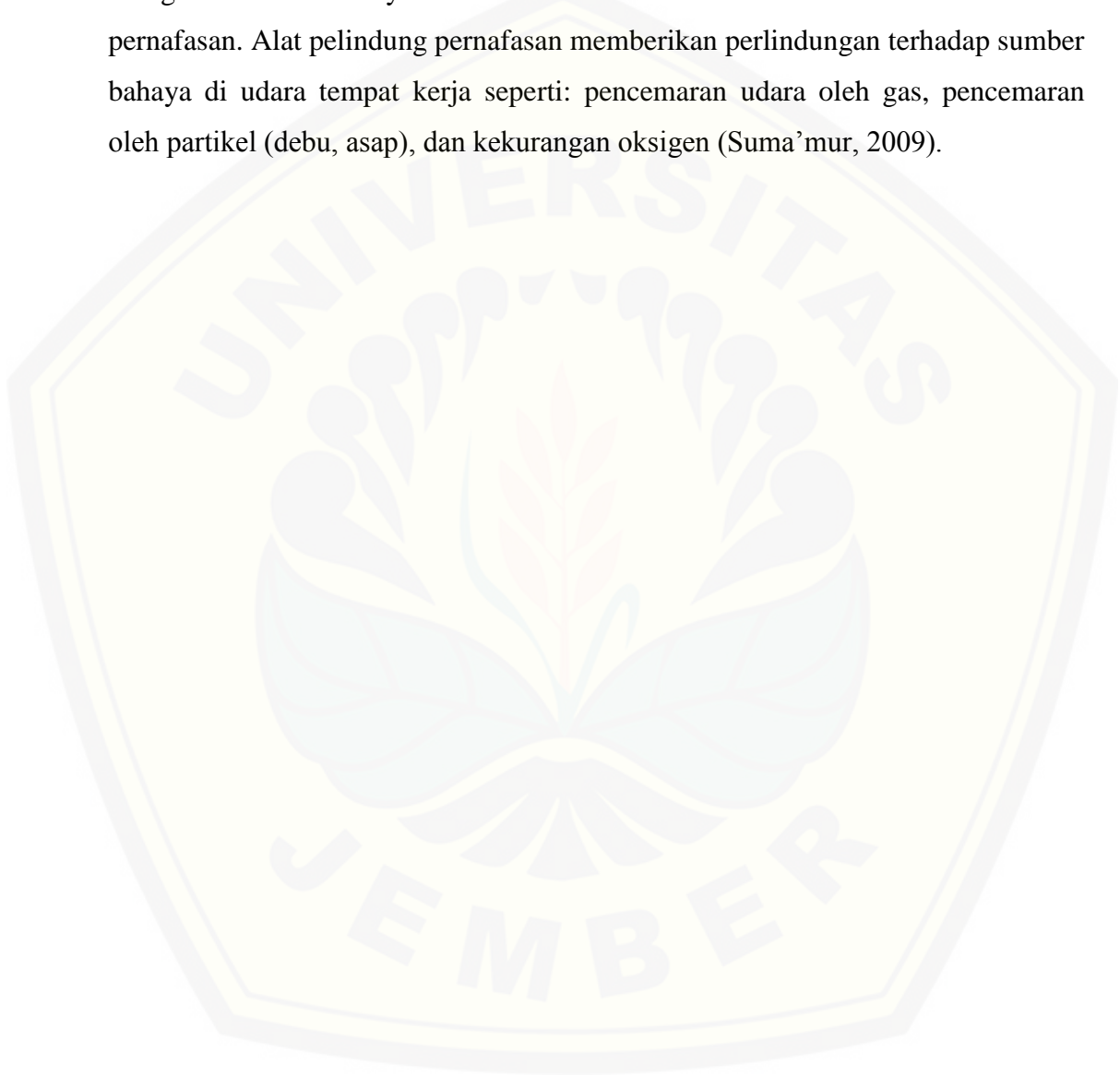
Masa kerja menentukan lama paparan seseorang terhadap faktor risiko. Berarti semakin lama seseorang dalam bekerja maka semakin banyak dia telah terpapar bahaya yang ditimbulkan oleh lingkungan kerja tersebut dan kemungkinan besar orang itu mempunyai risiko yang besar terkena penyakit akibat pekerjaan itu (Suma'mur, 2009).

Dari penelitian yang dilakukan Budiono (2007) diperoleh hasil bahwa masa kerja ( $\geq 10$  tahun) merupakan faktor risiko terjadinya gangguan fungsi paru pada pekerja pengecatan mobil. Berbagai penelitian yang dihubungkan dengan fungsi paru, dilaporkan bahwa pada industri keramik gejala klinik umumnya timbul setelah 5 tahun, pada industri penggilingan padi gangguan paru umumnya terjadi setelah terpapar 5 tahun, pada industri pengolahan kayu gangguan paru umumnya terjadi setelah terpapar 5-6 tahun. Dengan keberagaman waktu terjadinya gangguan fungsi paru tersebut tentunya setiap pekerja harus mendapatkan perhatian yang lebih baik (Wulandari, 2014:2).

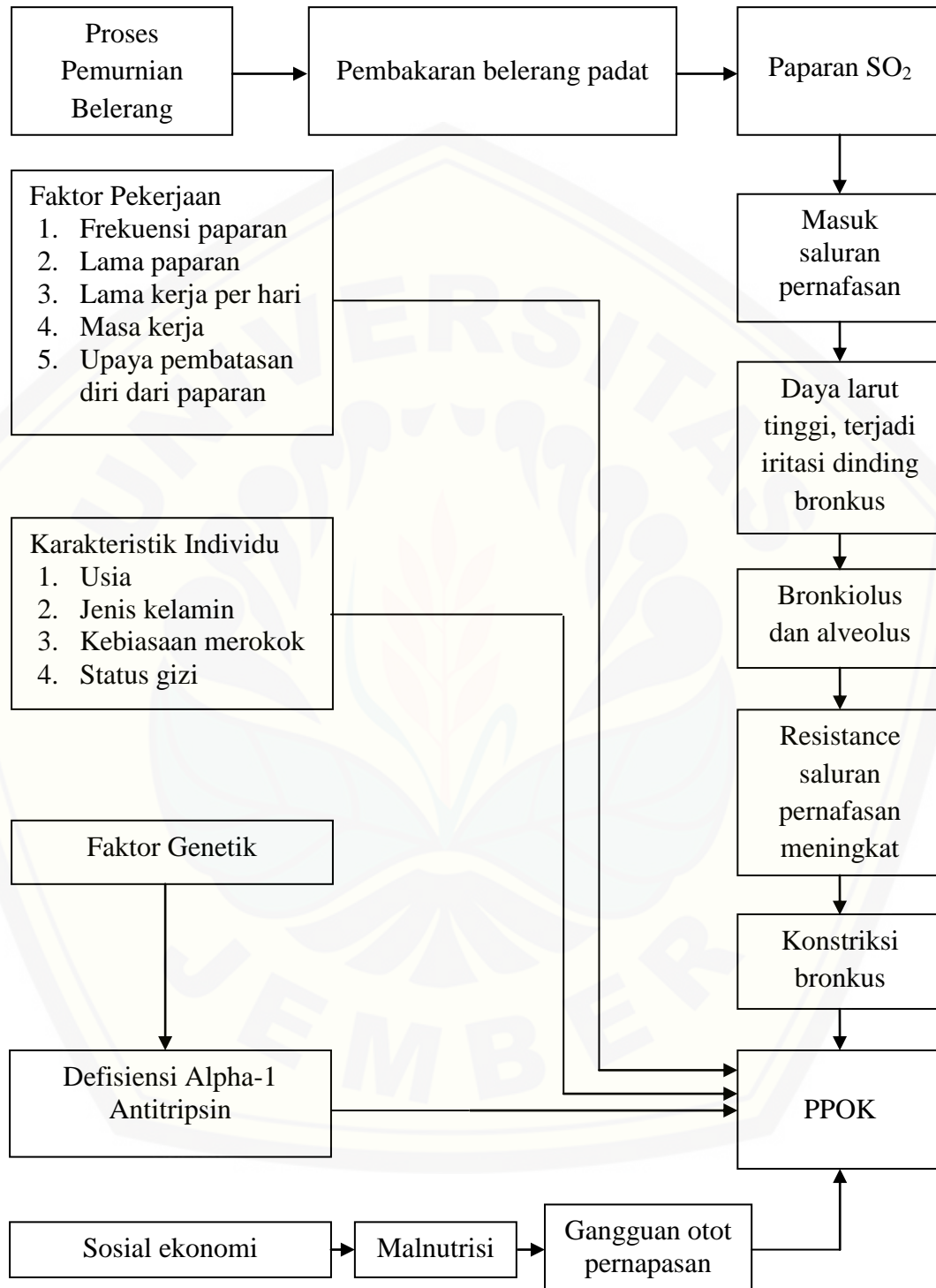
### **2.7.2 Upaya Pembatas Diri dari Paparan**

Alat pelindung diri seringkali dipersepsikan sebagai suatu perangkat canggih yang harus dibeli dengan harga mahal, sehingga menimbulkan persepsi bagi pengelola usaha untuk tidak mengupayakannya. Pekerja juga merasa tidak nyaman menggunakan alat pelindung diri karena dianggap membatasi gerak mereka dalam bekerja. Untuk itu, perlu dipahami bahwa alat pelindung diri dapat diupayakan dengan cara yang sederhana disesuaikan dengan kemampuan pengguna, sebagai contoh masker berkarbon aktif dapat dibuat sendiri dan relatif tidak membutuhkan biaya besar untuk pengadaannya (Irawati, 2010:73).

Alat pelindung pernafasan adalah bagian dari alat pelindung diri yang digunakan untuk melindungi pernafasan terhadap gas, uap, debu, atau udara yang terkontaminasi di tempat kerja yang dapat bersifat racun ataupun korosi. Pelindung pernafasan adalah alat yang penting, mengingat 90% kasus keracunan sebagai akibat masuknya bahan-bahan kimia beracun atau korosi lewat saluran pernafasan. Alat pelindung pernafasan memberikan perlindungan terhadap sumber bahaya di udara tempat kerja seperti: pencemaran udara oleh gas, pencemaran oleh partikel (debu, asap), dan kekurangan oksigen (Suma'mur, 2009).



## 2.8 Kerangka Teori



Gambar 2.2 Kerangka Teori

Sumber: Modifikasi Mukono (2011), PDPI (2011), Sartono (2001), dan Gill (2003)



## 2.9 Kerangka Konsep



Gambar 2.3 Kerangka Konsep

Keterangan:

————— : Diteliti

----- : Tidak diteliti

Kerangka konseptual berisi tentang variabel yang akan diteliti yang ditentukan dengan berbagai pertimbangan. Variabel tersebut adalah variabel independen (kadar SO<sub>2</sub>, usia, masa kerja, status gizi, frekuensi paparan, lama paparan dan upaya pembatasan diri) dan variabel dependen yaitu gejala PPOK.

Berdasarkan gambar 2.2 tentang kerangka konsep peneliti ingin menjabarkan gejala PPOK yang dipengaruhi oleh kadar gas SO<sub>2</sub> usia, kebiasaan merokok, masa kerja, status gizi, dan upaya pembatasan diri dari paparan. Gas SO<sub>2</sub> yang terdapat di area pemurnian belerang berdasarkan tinjauan pustaka dan teori yang ada merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan terjadinya PPOK.

Karakteristik individu merupakan faktor penting dalam terjadinya PPOK, akan tetapi peneliti ingin mengesampingkan jenis kelamin dari pekerja dikarenakan seluruh pekerja adalah laki-laki sehingga data tersebut homogen. Faktor pekerjaan dan penggunaan APD juga dapat mempengaruhi gejala PPOK berdasarkan penjelasan dari tinjauan pustaka. Lama paparan dan frekuensi paparan diabaikan karena jam kerja responden sama sehingga data tersebut homogen.

### **BAB 3. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan menggunakan pendekatan kuantitatif. Penelitian deskriptif adalah suatu metode dalam meneliti suatu kelompok manusia, suatu obyek, suatu set kondisi, suatu sistem pemikiran, ataupun suatu kelas peristiwa pada masa sekarang. Tujuan dari penelitian deskriptif ini adalah untuk membuat deskripsi, gambaran atau lukisan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antar fenomena yang diselidiki (Nazir, 2014: 43).

Pendekatan kuantitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positif dan digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif (Sugiyono, 2012: 8). Metode penelitian ini disebut sebagai metode observasional karena dalam penelitian ini memungkinkan keadaan ikut berperan serta di dalamnya, sehingga peneliti hanya melakukan pengukuran-pengukuran saja tanpa memberikan perlakuan-perlakuan atau intervensi lain ke obyek penelitian (Nazir, 2003: 89). Peneliti ingin mengidentifikasi gejala PPOK pada pekerja pemurnian belerang PT. Candi Ngrimbi.

#### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini akan dilakukan di Desa Jambu Kecamatan Licin, Kabupaten Banyuwangi. Alasan peneliti memilih tempat tersebut sebagai lokasi penelitian karena berdasarkan observasi studi pendahuluan yang diperoleh peneliti pada 15 Januari 2017, wilayah tersebut satu-satunya tempat pemurnian belerang yang dikelola PT. Candi Ngrimbi dan di Kabupaten Banyuwangi. Proses pemurnian belerang ini memiliki potensi untuk mencemari udara dan menimbulkan gangguan paru pada pekerja. Penelitian akan dilakukan mulai dari bulan Januari 2017 sampai dengan bulan Juli tahun 2017

### 3.3 Penentuan Populasi dan Sampel

#### 3.3.1 Populasi Penelitian

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas: obyek/subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2014: 117). Populasi dalam penelitian adalah sejumlah subyek besar yang mempunyai karakteristik tertentu. Karakteristik subyek ditentukan sesuai dengan ranah dan tujuan penelitian (Susila *et. al.*, 2015: 86).

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pekerja pemurnian belerang PT. Candi Ngrimbi yang berjumlah 24 orang. Jumlah pekerja ini lebih sedikit dari penambang belerang yang bekerja di area gunung Ijen. Kriteria eksklusi populasi dalam penelitian ini adalah apabila terdapat pekerja dengan riwayat penyakit paru.

#### 3.3.2 Sampel Penelitian

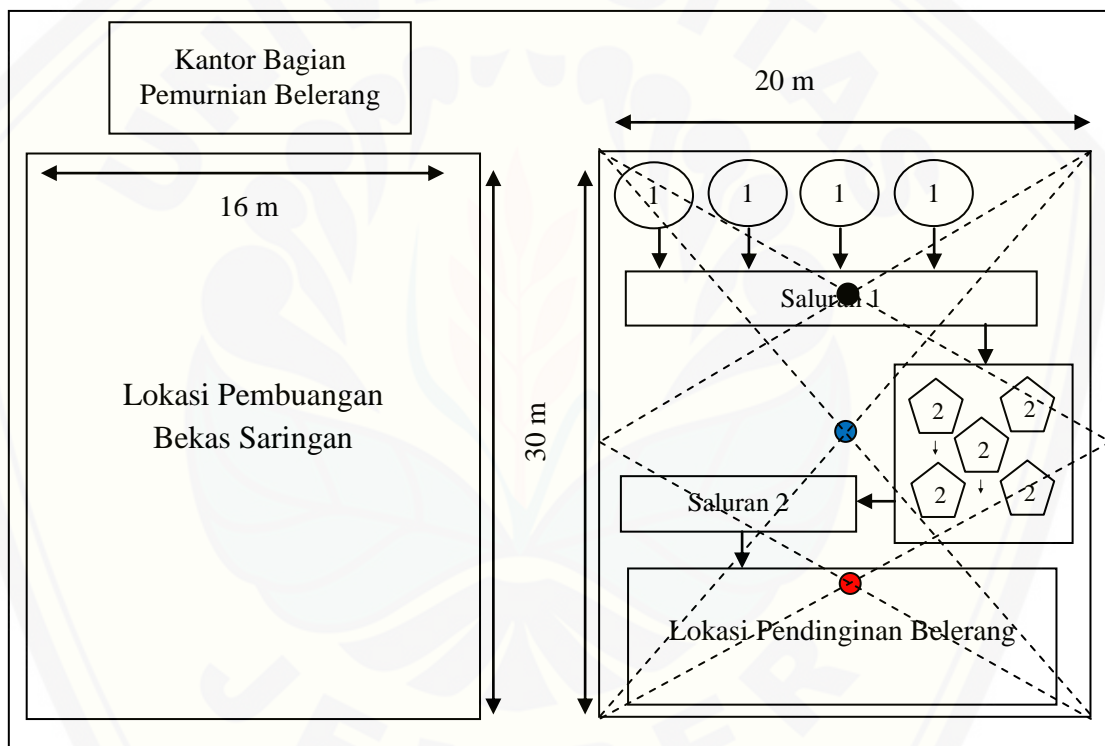
Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut (Sugiyono, 2014: 118). Sampel penelitian dapat diartikan sebagai bagian dari populasi untuk diteliti dan dianggap mewakili semua populasi penelitian, dalam pengambilan sampel digunakan teknik tertentu agar dapat mewakili populasi (Sastroasmoro dan Ismail, 2014: Notoadmojo 2012).

Penelitian ini menggunakan seluruh populasi untuk dijadikan sampel, karena jumlah populasi pekerja hanya 24 orang. Teknik sampling ini biasa disebut sampling jenuh. Sampling jenuh adalah teknik penentuan sampel bila semua anggota populasi dijadikan sampel. Hal ini dilakukan jika jumlah populasi kurang dari 30 orang, atau penelitian yg ingin membuat generalisasi kesalahan yang sangat kecil (Sugiyono, 2012:85). Terdapat 1 orang dengan riwayat penyakit paru maka sampel dalam penelitian ini adalah 23 orang.

### 3.3.3 Sampel Udara

Sampel lingkungan kerja adalah gas  $\text{SO}_2$  yang muncul akibat proses pembakaran belerang pada proses pemurnian belerang PT. Candi Ngrimbi. Pengambilan sampel dilakukan pada saat jam kerja (pada pukul 11.00-12.00) perusahaan pada tanggal 25 Mei 2017. Pengukuran dilakukan satu kali pada tiga titik, tiap titik diukur selama 30 menit yang dilakukan oleh petugas dari UPT K3 Surabaya.

Berikut denah pengambilan sampel kadar  $\text{SO}_2$  di udara:



Keterangan gambar :

- |                              |   |                    |
|------------------------------|---|--------------------|
| 1. Tungku pemasakan belerang | ● | Titik Pengukuran 1 |
| 2. Saringan belerang         | ● | Titik Pengukuran 2 |
|                              | ● | Titik Pengukuran 3 |

Gambar 3.1 Denah Pengambilan Sampel Udara

### 3.4 Variabel dan Definisi Operasional

#### 3.4.1 Variabel Penelitian

Variabel mengandung pengertian ukuran atau ciri yang dimiliki oleh anggota-anggota suatu kelompok yang berbeda dengan yang dimiliki oleh kelompok lain. Definisi lain mengatakan bahwa variabel adalah sesuatu yang digunakan sebagai ciri, sifat, atau ukuran yang dimiliki atau didapatkan oleh satuan penelitian tentang sesuatu konsep pengertian tertentu, misalnya umur, jenis kelamin, pendidikan, status perkawinan, pekerjaan, pengetahuan, pendapatan, penyakit, dan sebagainya (Notoatmodjo, 2012:103). Variabel dalam penelitian ini adalah usia, status gizi, kebiasaan merokok, masa kerja, dan upaya pembatasan diri dari paparan dan kadar SO<sub>2</sub> di lokasi pemurnian belerang PT Candi Ngrimbi serta gejala PPOK pada pekerja.

#### 3.4.2 Definisi Operasional

Definisi operasional adalah suatu definisi yang dinyatakan dalam kriteria atau operasi yang dapat diuji secara khusus. Menurut Susila et. al. (2015: 70), menjelaskan bahwa mendefinisikan variabel secara operasional ialah mendeskripsikan variabel penelitian sedemikian rupa sehingga bersifat spesifik dan terukur.

Tabel 3. 1 Variabel yang Diteliti, Definisi Operasional, Pengumpulan data, Kategori Penilaian, dan Skala Data

No.	Variabel yang diteliti	Definisi Operasional	Teknik Pengumpulan Data	Kategori Penilaian
1.	Kadar SO <sub>2</sub>	Konsentrasi SO <sub>2</sub> di lokasi Pemurnian Belerang PT. Candi Ngrimbi	Pengukuran	1. Dibawah NAB: ≤5,2 mg/m <sup>3</sup> 2. Diatas NAB: >5,2 mg/m <sup>3</sup> Sumber: (SNI 19-0232, 2005: 25)
2.	Usia	Lama hidup responden sejak lahir sampai ulang tahun terakhir sesuai dengan kartu identitas penduduk	Wawancara dengan kuesioner	1. 15-24 tahun 2. 25-34 tahun 3. 35-44 tahun 4. 45-55 tahun 5. >55 tahun Sumber : (BPSD, 2007)

No.	Variabel yang diteliti	Definisi Operasional	Teknik Pengumpulan Data	Kategori Penilaian
3.	Masa Kerja	Lama kerja responden bekerja di bagian pemurnian belerang PT. Candi Ngrimbi	Wawancara dengan kuesioner	1. <5 tahun 2. 5-10 tahun 3. >10 tahun Sumber : (Barthos, 1999)
4.	Status Gizi`	Keadaan gizi responden yang dihitung dengan menggunakan Indeks Massa Tubuh	Wawancara dengan kuesioner menggunakan microtoise dan bathroomscale	1. <17 Kekurangan berat badan tingkat berat 2. 17-18,5 Kekurangan berat badan tingkat ringan 3. >18,5-25 Normal 4. >25-27 Kelebihan berat badan tingkat ringan 5. >27 Kelebihan berat badan tingkat berat Sumber : (Supariyasa <i>et al.</i> , 2014:61)
5.	Kebiasaan Merokok	Kegiatan membakar dan menghisap rokok responden	Wawancara dengan kuesioner	1. Ya, bila terbiasa merokok 2. Tidak, bila tidak merokok
6.	Jumlah Batang Rokok Per Hari	Perilaku responden membakar dan menghisap asap rokok dinyatakan dengan jumlah batang rokok per hari	Wawancara dengan kuesioner	1. Tidak Merokok 2. Merokok <10 batang per hari : Perokok ringan 3. Merokok 10-20 batang per hari : Perokok sedang 4. Merokok >20 batang sehari : Perokok Berat Sumber : (Bustam, 2007)
7.	Upaya Pembatasan Diri	Kegiatan menggunakan alat pelindung diri atau usaha mengurangi kontak dengan SO <sub>2</sub> untuk keselamatan.	Observasi	1. Ya, bila melakukan upaya pembatasan diri inhalasi (masker atau kain yang dibasahi). 2. Tidak, bila tidak melakukan upaya pembatasan diri inhalasi (masker atau kain yang dibasahi).
8.	Gejala PPOK	Gejala gangguan pernafasan yang terdiri dari bronkhitis kronik dan enfisema atau gabungan keduanya ditandai hambatan aliran udara di saluran napas meliputi sesak, batuk kronik, batuk kronik berdahak	Wawancara dengan kuesioner	1. Ya, bila mengalami salah satu gejala sesak nafas, batuk kronik, dan batuk kronik berdahak. 2. Tidak, bila tidak mengalami sesak nafas, batuk kronik, dan batuk kronik berdahak.

### 3.5 Data dan Sumber Data

Data adalah bahan mentah yang perlu diolah sehingga menghasilkan informasi atau keterangan, baik kualitatif maupun kuantitatif yang menunjukkan fakta atau juga dapat didefinisikan sebagai kumpulan fakta atau angka atau segala sesuatu yang dapat dipercaya kebenarannya sehingga dapat digunakan sebagai dasar untuk menarik suatu kesimpulan (Siregar, 2013: 16).

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari subjek penelitian dengan menggunakan alat pengukuran atau alat pengambilan data langsung pada subjek sebagai sumber informasi yang dicari (Susila *et. al.*, 2015: 105). Data primer penelitian ini didapatkan dari pengukuran, observasi dan wawancara langsung pada pekerja pemurnian belerang PT. Candi Ngrimbi. Data primer yang diambil meliputi usia, masa kerja, status gizi, kebiasaan merokok, penggunaan APD, frekuensi paparan, lama paparan dan pengukuran SO<sub>2</sub>.

### 3.6 Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

#### 3.6.1 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah prosedur yang sistematis dan standar untuk memperoleh data yang diperlukan (Nazir, 2014: 153). Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya:

a. Wawancara

Wawancara adalah suatu metode yang dipergunakan untuk mengumpulkan data, dimana peneliti mendapatkan keterangan atau informasi secara lisan dari seseorang sasaran penelitian (responden), atau bercakap-cakap berhadapan muka dengan orang tersebut (*face to face*) (Notoatmodjo, 2012: 139). Wawancara dilakukan peneliti untuk mendapatkan informasi mengenai usia, masa kerja, kebiasaan merokok, penggunaan APD, frekuensi paparan, lama paparan yang terjadi pada pekerja pemurnian belerang PT. Candi Ngrimbi.

b. Observasi

Pengamatan adalah suatu prosedur yang berencana, yang antara lain meliputi melihat, mendengar, dan mencatat sejumlah, dan taraf aktivitas tertentu atau situasi tertentu yang ada hubungannya dengan masalah yang diteliti



(Notoatmodjo, 2012: 131). Observasi disini dilakukan ketika mengamati penggunaan APD oleh pekerja bagian pemurnian belerang PT. Candi Ngrimbi.

c. Pengukuran

Pengukuran dilakukan untuk mendapatkan data tinggi badan, berat badan, dan kadar  $\text{SO}_2$  di lokasi pemurnian belerang PT. Candi Ngrimbi. Pengukuran tinggi badan dan berat badan dilakukan untuk mengetahui status gizi pekerja pemurnian belerang PT. Candi Ngrimbi. Pengukuran kadar  $\text{SO}_2$  yang terdapat pada lokasi pemurnian belerang PT. Candi Ngrimbi.

1. Pengukuran tinggi badan dilakukan dengan *microtoise* dan pengukuran tinggi badan dilakukan dengan timbangan. Selanjutnya data yang didapat akan dihitung dengan menggunakan perhitungan Indeks Massa Tubuh.
2. Pengukuran  $\text{SO}_2$  dilakukan oleh pihak ketiga yaitu, UPT K3 Surabaya. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 titik dengan durasi selama 30 menit per titik. Titik pengukuran dipilih berdasarkan sebaran dari posisi tiap pekerja. Tiap titik dibedakan waktu mulai pengukuran selama 5 menit. Penelitian dilakukan pada pukul 11.25-11.55 untuk titik pertama, pukul 11.30-12.00 untuk titik kedua, dan 11.35-12.05 untuk titik ketiga. Pengukuran ini dilakukan dengan langkah sebagai berikut.

a) Persiapan

- 1) Menyiapkan 3 Minipump
- 2) Menyiapkan 3 Implinger
- 3) Mengisi Implinger dengan absorben  $\text{SO}_2$
- 4) Menyatukan Minipump dengan Implinger menggunakan selang

b) Pengambilan sampel udara

- 1) Meletakkan Minipump dan Implinger pada titik-titik yang sudah ditentukan
- 2) Minipump 1 diletakkan pada pukul 11.25 wib, Minipump 2 diletakkan pada pukul 11.30 wib, dan Minipump 3 diletakkan pada pukul 11.35 wib.

3) Mengambil Minipump dan Implinger setelah 30 menit. Pengambilan masing-masing Minipump disesuaikan dengan waktu awal peletakkan alat.

c) Pemeriksaan sampel udara

Pemeriksaan sampel udara SO<sub>2</sub> dilakukan oleh UPT K3 Surabaya. Sampel yang telah diambil dari Bagian Pemurnian Belerang PT. Candi Ngrimbi dibawa ke Surabaya untuk pemeriksaan lebih lanjut. Peneliti akan menerima hasil pengukuran dalam bentuk print out dan *softcopy* dari UPT K3 Surabaya.

### 3.6.2 Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data adalah alat bantu yang digunakan peneliti untuk membantu peneliti memperoleh data yang dibutuhkan atau yang berkaitan dengan alat yang digunakan untuk mengumpulkan data (Susila *et. al.*, 2015: 108). Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- a. Kuesioner untuk wawancara kepada responden. Pada lembar kuesioner berisi pertanyaan-pertanyaan karakteristik individu, faktor pekerjaan, pengukuran tinggi badan (diukur) dan pengukuran berat badan (diukur).
- b. Mikrotoise sebagai alat pengukur tinggi badan
- c. *Bathroom scale* (timbangan berat badan)
- d. Alat ukur kadar SO<sub>2</sub> adalah Minipump dan Implinger dengan Arbsorben SO<sub>2</sub>

## 3.7 Teknik Pengolahan dan Analisis Data

### 3.7.1 Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan oleh peneliti kemudian dianalisis agar memberikan arti yang dapat digunakan dalam memecahkan masalah dalam penelitian.

a. *Editing*

Hasil wawancara atau pengamatan dari lapangan harus dilakukan penyuntingan (*editing*) terlebih dahulu. Secara umum *editing* merupakan

kegiatan untuk pengecekan dan perbaikan isian formulir atau kuesioner tersebut. *Editing* dilakukan untuk mengkoreksi kembali setiap daftar pertanyaan yang telah diisi. *Editing* meliputi kelengkapan pengisian, kesalahan pengisian dan konsistensi dari setiap jawaban.

*b. Coding*

Setelah semua kuesioner diedit atau disunting, selanjutnya dilakukan pengkodean atau *coding*, yakni mengubah data berbentuk kalimat atau huruf menjadi data angka atau bilangan. *Coding* atau pemberian kode ini sangat berguna dalam memasukkan data (*data entry*).

*c. Entry*

Data, yakni jawaban-jawaban dari masing-masing responden yang dalam bentuk kode (angka atau huruf) dimasukkan ke dalam program atau *software* komputer untuk kemudian diolah.

*d. Cleaning*

Setelah semua data yang diperoleh dari kuesioner atau lembar observasi selesai dimasukkan ke dalam pengolah data, maka perlu dilakukan pengecekan kembali untuk meminimalisir kesalahan kode, ketidaklengkapan, kesalahan input, atau sebagainya, baru kemudian dilakukan pembetulan atau koreksi. Proses ini disebut dengan pembersihan data.

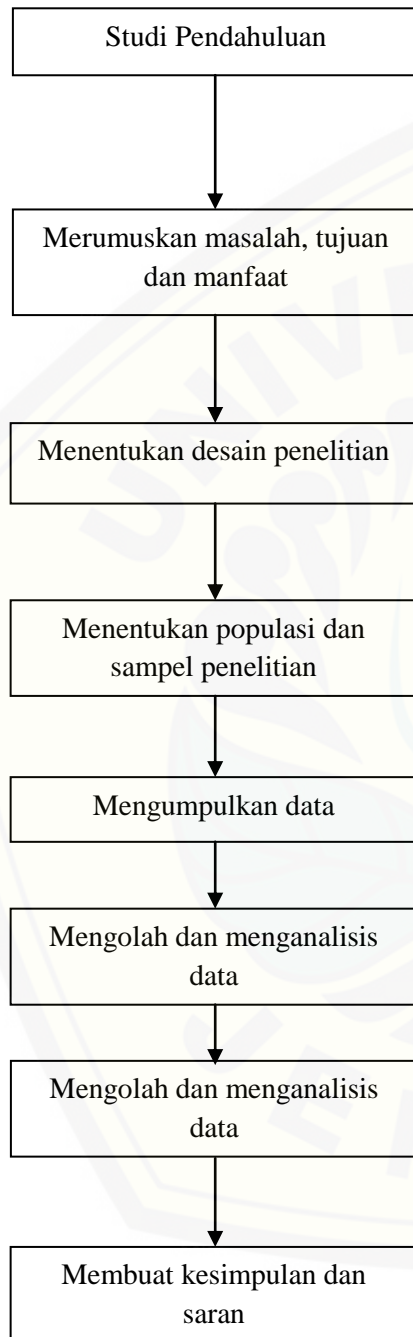
### 3.7.2 Teknik Analisis Data

Analisis data merupakan bagian penting dalam metode ilmiah karena dapat memberikan arti dan makna yang berguna dalam memecahkan masalah penelitian. Menurut Notoatmodjo (2010: 180), analisis data bertujuan untuk memperoleh gambaran dari hasil penelitian yang dirumuskan dalam tujuan penelitian, serta memperoleh kesimpulan secara umum dari penelitian.

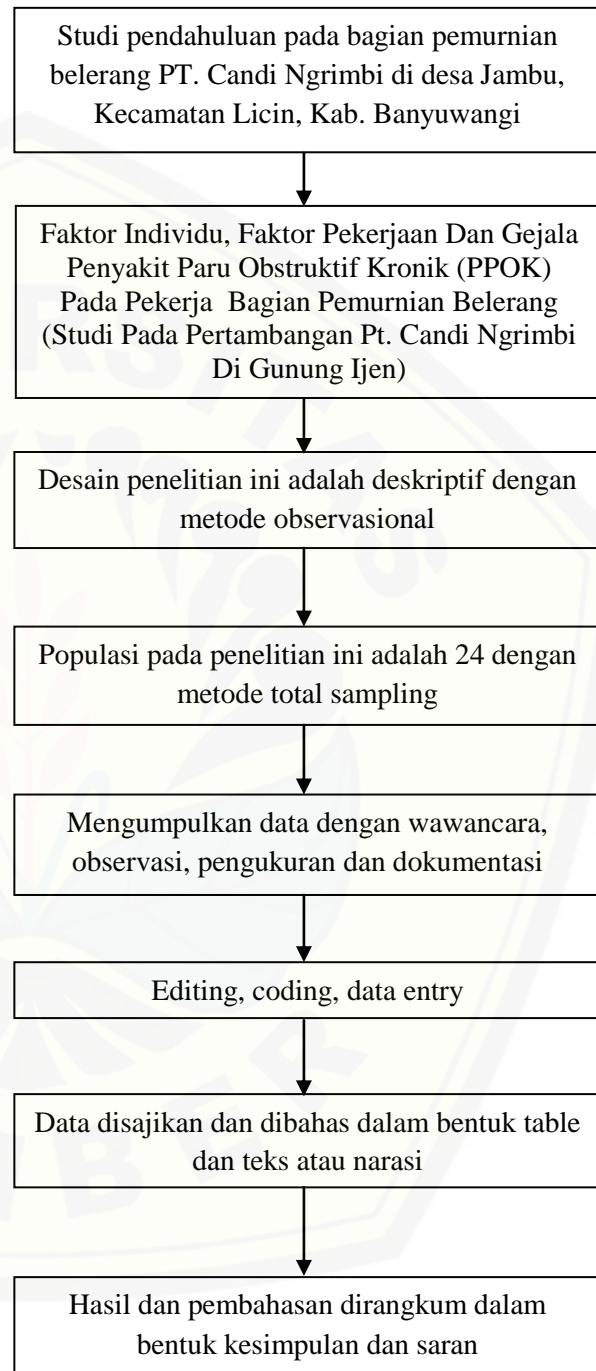
Data yang diperoleh berdasarkan penelitian di atas pada tahap selanjutnya dilakukan analisis data. Analisis data yang dilakukan peneliti dalam hal ini adalah teknik analisis deskriptif. Analisis deskriptif bertujuan untuk menjelaskan atau mendeskripsikan karakteristik setiap variabel penelitian (Notoatmojo, 2010: 182).

### 3.8 Alur Penelitian

Langkah :



Hasil :



Gambar 3.2 Alur Penelitian

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Penelitian yang telah dilakukan mengenai faktor individu, faktor pekerjaan dan gejala PPOK pada pekerja Bagian Pemurnian Belerang PT. Candi Ngrimbi memberikan kesimpulan sebagai berikut:

1. Responden terbanyak berusia 45-55 tahun, sebagian besar memiliki status gizi normal, dan sebagian besar responden adalah perokok dengan 10-20 batang per hari.
2. Kebanyakan responden sudah bekerja lebih dari 5-10 tahun di PT. Candi Ngrimbi dan hanya sedikit responden yang melakukan upaya pembatasan diri terhadap paparan.
3. Ketika berada di area pemurnian belerang, semua pekerja menyatakan pernah mengalami sesak nafas, dan sebagian besar pekerja mengalami gejala PPOK.
4. Rerata kadar  $\text{SO}_2$  pada Bagian Pemurnian Belerang PT. Candi Ngrimbi melebihi NAB  $5,2 \text{ mg/m}^3$ , yaitu  $7,2 \text{ mg/m}^3$
5. Responden dengan usia  $>55$  tahun sebagian besar mengalami gejala PPOK, responden dengan status gizi normal paling banyak mengalami gejala PPOK, dan sebagian besar responden dengan kebiasaan merokok  $>20$  batang mengalami gejala PPOK.
6. Kebanyakan responden dengan masa kerja  $>10$  tahun mengalami gejala PPOK, dan pekerja yang melakukan upaya pembatasan diri sebagian besar tidak mengalami gejala PPOK.

### 5.2 Saran

#### a. Bagi Pekerja Tambang

Pekerja tambang harus meningkatkan upaya mereka dalam melakukan pembatasan kontak dengan paparan. Penggunaan APD seperti *respirator Protector NP306* atau masker yang sesuai dengan standar area pemurnian belerang dapat menjadi solusi. Pekerja juga perlu mengurangi kebiasaan merokok

karena ini merupakan salah satu penyebab utama terjadinya PPOK. Pekerja harus meningkatkan kepeduliannya terhadap kesehatan mereka sendiri seperti melakukan *check up* rutin ke puskesmas atau pelayanan kesehatan terdekat.

b. Bagi Perusahaan

PT. Candi Ngrimbi diharapkan memberikan alat pelindung diri kepada pekerja Bagian Pemurnian Belerang. Melakukan pengawasan dan pengarahan kepada pekerja mengenai bahaya SO<sub>2</sub> jika dihirup dalam konsentrasi tinggi dan jangka waktu yang lama. Perlu juga untuk melakukan kerja sama dengan puskesmas setempat untuk membantu melakukan penyuluhan dan pemeriksaan kondisi kesehatan pekerja. Hal ini dikarenakan PPOK bukanlah penyakit yang akan sembuh dengan sendirinya, sehingga perlu penanganan lebih lanjut.

Pihak perusahaan juga perlu melakukan kelola lingkungan. Area pemurnian belerang yang sudah terbuka perlu dilakukan perpanjangan jalur penyaringan sehingga konsentrasi SO<sub>2</sub> tidak menumpuk pada satu titik. Hal ini juga membuat pekerja lebih leluasa dalam bekerja.

c. Bagi Peneliti Lain

Melakukan penelitian lebih lanjut mengenai paparan SO<sub>2</sub> dan PPOK dengan menggunakan tes spirometri dan diagnosis dari dokter agar lebih akurat. Selain itu diharapkan untuk menelusuri asupan gizi dari pekerja dan aktivitas pekerja selama di rumah untuk menghindari bias penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alsagaff, H. dan Mukty, A. 2002. *Dasar-dasar Ilmu Penyakit Paru*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Arjun S. J. 2011. Pharynx Anatomy. [serial online]. <http://emedicine.medscape.com/article/1949347-overview#showall>. [10 Februari 2017].
- Barthos dan Basir. 1999. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Budiono, I. 2007. *Faktor Risiko Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Pengecatan Mobil: Studi pada Bengkel Pengecatan Mobil di Kota Semarang*. Tesis. Semarang: Program Studi Magister Epidemiologi Universitas Diponegoro Semarang.
- Efiaty A.S., Nurbaiti I., Jenny B. dan Ratna D.R.. 2007 *Buku Ajar Ilmu Kesehatan Telinga Hidung Tenggorok Kepala & Leher*. Jakarta.
- Fasitasari, M. 2013. Terapi Gizi pada Lanjut Usia dengan Penyakit Paru Obstruktif Kronik. *Sains Medika* 5(1):50-61. [serial online]. <http://lib.unnes.ac.id/18348/1/6450407130.pdf>. 14 Juni 2017
- Francis, Caia. 2011. *Perawatan Respirasi*. Penerbit Erlangga: Jakarta.
- Gabriel, J. F. 2001. *Fisika lingkungan*. Jakarta: Hipokrates.
- Ganong, W. F. (2008). *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran Edisi 22*. Jakarta: EGC.
- Gildea, T.R. 2009. Pulmonary Function Testing. *Cleveland Clinic*. [serial online]. <http://www.clevelandclinicmeded.com/medicalpubs/diseasemanagement/pulmonary/pulmonary-function-testing>. [11 Februari 2017]
- Guyton, A. C. dan Hall, J. E. 2007. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Jakarta: EGC.
- Hanley, M. E. Chapter 2. The History & Physical Examination in Pulmonary. *Medicine*. In: Hanley ME, Welsh CH, eds. *CURRENT Diagnosis & Treatment in Pulmonary Medicine*. New York: McGraw-Hill; 2003. [serial online]. <http://www.accessmedicine.com/content.aspx?aID=575132>. [12 Februari 2016]
- Harrington, J. M. dan Gill, E. S. 2003. *Buku Saku Kesehatan Kerja*. Jakarta: EOC

- Irawati, Y. 2010. *Analisis Resiko Kesehatan Paparan Xylene pada Pekerja Bengkel Sepatu 'X' di Kawasan Perkampungan Industri Kecil (PIK) Pulogadung Jakarta Timur 2010*. Tesis. Depok: Fakultas Kesehatan Masyarakat Kekhususan Kesehatan Lingkungan Universitas Indonesia.
- Ikawati, Z. 2011. *Penyakit system pernafasan dan tatalaksana terapinya*. Yogyakarta: Bursa Ilmu.
- Indrasti N. S., Yani, M., dan Manik, S. P. Tanpa Tahun. Penghilangan Gas SO<sub>2</sub> (Sulfur Dioksida) dengan Teknik Biofilter Menggunakan *Thiobacillus sp.* pada Media Serbuk Gergaji, Kompos dan Tanah. *Jurnal Industri Pertanian*. 14930;107-111. [serial online]. <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnaltin/article/view/4382/2949> [16 Februari 2017]
- Inswiasri. 2008. *Paradigma Kejadian Penyakit karena Paparan Merkuri*. Jakarta: Jurnal Ekologi Kesehatan Vol. 7. No.2 ISSN 775-785
- Junita, N. R. 2013. *Risiko Keracunan Merkuri (Hg) pada Pekerja Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI) di Desa Cisarua Kecamatan Nanggung Kabupaten Bogor Tahun 2013*. Jakarta: Skripsi Universitas Islam Negeri Syarif
- Hidayatullah.Jindal S. K., Gupta D., Anggarwal A. N. 2004. Guidelines for Management of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) in India. *Indian J Chest Dis Allied Sci*. [serial online]. <http://medind.nic.in/iae/t04/i2/iaet04i2p137.pdf>. [11 Februari 2017]
- Karabella, H. K. 2011. *Hubungan Lingkungan Tempat Kerja dan Karakteristik Pekerja terhadap Kapasitas Vital Paru (KVP) pada Pekerja Bagian Plant PT. Sibelco Lautan Minerals Jakarta*. Skripsi. Jakarta: Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Hidayatullah.
- Khairani, F. 2013. *Hubungan Antara Skor COPD Assessment Test (CAT) dengan Rasio FEV1/FVC pada Pasien Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK)*. Tesis. Semarang: Program Pendidikan Sarjana Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Kedokteran.
- Khumaidah. 2009. *Analisis Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Mebel PT. Kota Jati Furnindo Desa Sewawal Kecamatan Mlonggo Kabupaten Jepara*. Tesis. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Khotijah, S. dan Purnomo, N. S. Tanpa Tahun. Strategi Bertahan Hidup Penambang Belerang di Desa Tamansari Kecamatan Licin Kabupaten Banyuwangi. [serial online].



<http://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/71652/Mohamad%20Firdaus.pdf?sequence=1>. [16 Februari 2017]

Kurnia, L.A. dan Keman, S. 2014. Analisis Risiko paparan Debu PM 2,5 Terhadap Kejadian Penyakit Paru Obstruktif Kronik pada Pekerja Bagian Boiler Perusahaan Lem di Probolinggo. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 7(2):118-125. [serial online]. <http://journal.unair.ac.id/download-fullpapers-kesling0c64123aadfull.pdf>. [16 Februari 2017]

Kristanto P. 2002. Ekologi industri. Yogyakarta: ANDI.

Liswanti, Y., Raksanagara, A.S., Yunita,S. 2015. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kepatuhan Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) serta Kaitannya Terhadap Status Kesehatan pada Petugas Pengumpul Sampah Rumah Tangga di Kota Tasikmalaya Tahun 2014. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*. 12(1):196-200. [serial online]. <http://ejurnal.stikes-bth.ac.id/index.php/P3M/article/viewFile/34/34>. [19 Juni 2017]

Luthfiah, F.N. 2011. *Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Industri KapurDesaPadalarang Kabupaten Bandung Barat Tahun 2011*. Skripsi. Depok: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.

Ma'rufi, Sujoso, Hartanti dan Indrayani. 2014. *Identifikasi Keluhan Kesehatan Akibat Paparan Bahan Pencemaran Belerang: Studi Kasus pada Pekerja di Taman Wisata Alam Ijen Kabupaten Banyuwangi*. Prosiding. Diseminarkan di Fakultas Kedokteran Universitas Udayana Bali pada Seminar Nasional Penyakit Tidak Menular Tanggal 12-13 September 2014.

Mukono, H. J. 2010. *Toksikologi Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University Press.

Mukono, H. J. 2011. *Aspek Kesehatan Pencemaran Udara*. Surabaya: Airlangga University Press.

Nazir, M. 2014. *Metode Penelitian*. Bogor: Ghalia Indonesia.

Notoadmojo, S. 2012. *Metode Penelitian Kesehatan*. Jakarta : Rineka Cipta.

Novarianti. 2013. *Analisis Faktor Risiko Paparan Merkuri (Hg) pada Penambang Emas di Kelurahan Kawatuna Kota Palu Sulawesi Tengah Tahun 2013*. Tidak Dipublikasikan. Tesis. Makassar: Universitas Hasanuddin.

Oemiati, R. 2013. Kajian Epidemiologis Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK). *Media Litbangkes* 23(2):82-88. [serial online].

<https://media.neliti.com/media/publications/20807-ID-kajian-epidemiologis-penyakit-paru-obstruktif-kronik-ppok.pdf>. [14 Juni 2017]

PDPI. 2003. Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK): Pedoman Diagnosis dan Penatalaksanaan Di Indonesia. [serial online]. <http://www.klikPerhimpunanDokterParuIndonesia.com/konsensus/konsensus-ppok/ppok.pdf>. [26 Desember 2016]

PDPI. 2011. PPOK (Penyakit Paru Obstruktif Kronik): Diagnosis dan Penatalaksanaan. [serial online]. <http://dralf.net/wp-content/uploads/2016/10/262446069-Guideline-PPOK-Lengkap.pdf>. [30 Maret 2017]

Prasetyo, D. R. 2010. *Faktor-Faktor yang Berhubungan Dengan Kapasitas Vital Paru Pada Pekerja Bengkel Las Di Pisangan Ciputat Tahun 2010*. Skripsi. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.

Pritcard, J. D. 2007. Sulphuric acid: health effects of chronic/repeated exposure (human). [serial online]. <http://www.hpa.org.uk>. [17 Desember 2016]

Purba, B. A. 2011. Fisiologi Respirasi. [serial online]. [http://staff.ui.ac.id/system/files/users/elisna.syahrudin/material/fisiologi\\_pirasi05.pdf](http://staff.ui.ac.id/system/files/users/elisna.syahrudin/material/fisiologi_pirasi05.pdf) [10 Februari 2016]

Putra, D. P., Rahmatullah, P., Novitasari, A. 2012. Hubungan Usia, Lama Kerja, dan Kebiasaan Merokok dengan Fungsi Paru pada Juru parkir di Jalan Pandanaran Semarang. *Jurnal Kedokteran Muhammadiyah*, 1 (3):7-12.

Putra, D. P., Bustamam, N., dan Chairani, A. 2016. Hubungan Berhenti Merokok dengan Tingkat Keparahan Penyakit Paru Obstruktif Kronik Berdasarkan GOLD 2013. *Jurnal Respirasi Indonesia*, 36(1):20-27. [serial online]. <http://jurnalrespirologi.org/wp-content/uploads/2016/06/JRI-Jan-2016-36-1-20-27.pdf>. [1 Februari 2017]

Putri, A. N., Khairisyaf, O., Mediso, I., dan Sabri, Y. S., 2016. Hubungan Derajat PPOK dan Gejala Eksaserbasi pada Penderita PPOK dengan Komponen Sindrom Metabolik. *Jurnal Respirasi Indonesia*, 36(1):33-40. [serial online]. <http://jurnalrespirologi.org/wp-content/uploads/2016/06/JRI-Jan-2016-36-1-33-40.pdf>. [1 Februari 2017]

Raharjo, M. 2009. Dampak Pencemaran Lingkungan Udara pada Lingkungan dan Kesehatan Manusia. [serial online]. [17 Maret 2017]

Ridha, I. 2013. *Dyspneu Et Causa Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK) pada Laki-Laki Kepala Keluarga dengan Riwayat Merokok >25 Tahun dan Pengetahuan Rendah*. *Medula*. 2(1):79-88. [serial online].

- <http://jukeunila.com/wp-content/uploads/2015/12/100-176-1-SM.pdf>. [19 Juni 2017]
- Riski, R. 2013. *Hubungan Antara Masa Kerja dan Pemakaian Masker Sekali Pakai dengan Kapasitas Vital Paru pada Pekerja Bagian Composting di PT. Zeta Agro Corporation Brebes*. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Salawati, L. 2016. Hubungan Merokok dengan Derajat Penyakit Paru Obstruktif Kronik. *Jurnal Kedokteran SyahKuala*. 16(3):165-169. [serial online]. <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/JKS/article/download/6481/5317>. [19 Juni 2017]
- Salirawati, D., Sari, F. M. K., dan Suprihatiningrum, J. 2007. *Belajar Kimia secara Menarik SMA/MA Kelas XII*. Jakarta: Grasindo
- Sartono. 2001. *Racun dan Keracunan*. Jakarta: Widya Medika
- Sastroasmoro, S., dan Ismael. 2014. *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Klinis*. Jakarta : Sagung Seto.
- Siregar, S. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif: Dilengkapi Perbandingan Perhitungan Manual & SPSS*. Edisi Pertama. Jakarta: Prenadamedia Group.
- SNI 19-0232. 2005. *Nilai Ambang Batas (NAB) zat kimia di udara tempat kerja*. [serial online]. <http://etd.repository.ugm.ac.id/index.php?mod=download&sub=DownloadFile&act=view&typ=html&id=66759&ftyp=potongan&potongan=S2-2013-323025-chapter1.pdf>. [31 Maret 2017]
- Soeroto, A. Y. dan Suryadinata, H. 2014. Penyakit Paru Obstruktif Kronik. *Ina J Chest Crit and Emerg Med*. [serial online]. [http://www.respirologi.com/upload/file\\_1455191247.pdf](http://www.respirologi.com/upload/file_1455191247.pdf). [17 Februari 2017]
- Solichin, R. 2016. *Analisis Risiko Kesehatan Paparan Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>) pada Masyarakat di Permukiman Penduduk Sekitar Industri PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang Tahun 2016*. Skripsi. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Sopiah, N. 2005. Transformasi Kimia Senyawa Belerang, Dampak dan Penanganannya. *Jurnal Teknologi Lingkungan P3TL-BPPT*. [serial online]. <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=62243&val=4561>. [16 Februari 2017]

- Sugiyono. 2012. *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Bandung: CV. Alfabeta Bandung.
- Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Bandung: CV. Alfabeta Bandung.
- Suma'mur, P. K. 2009. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: CV. Sagung Seto.
- Suradi. 2007. *Pengaruh Rokok pada Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) Tinjauan Patogenesis, Klinis dan Sosial*. Pidato Pengukuhan Guru Besar. [serial online]. [http://eprints.uns.ac.id/963/1/pengukuhan\\_suradi.pdf](http://eprints.uns.ac.id/963/1/pengukuhan_suradi.pdf). [15 Juni 2017]
- Susila dan Suyanto. 2015. *Metodologi Penelitian Cross Sectional*. Klaten: Bosscript
- Syam, A. F. 2012. *Dampak Hipoksia Bagi Kesehatan*. Artikel. Harian Seputar Indonesia, Sumber Referensi Terpercaya. [serial online]. <http://staff.blog.ui.ac.id/ari.fahrial/files/2012/04/Dampak-Hipoksi-bagi-Kesehatan.pdf>. [15 Februari 2016].
- Tao, L. dan Kendal, K. 2013. *Sinopsis Organ Sistem Pulmonogi*. Tangerang: Karisma Publishing Group.
- Turbaga, G. A. 2013. Hubungan Antara Kebiasaan Merokok dengan Penyakit Paru Obstruktif Kronis pada Wanita di Rumah Sakit HA. Rotinsulu Bandung Periode 2011-2012. [serial online]. [http://elibrary.unisba.ac.id/files2/Skr\\_13-01\\_09031.pdf](http://elibrary.unisba.ac.id/files2/Skr_13-01_09031.pdf). [03 Juli 2017]
- Türk YA, Kavraz M. 2011. Air pollutants and its effects on human healthy: the case of the city of Trabzon. Moldoveanu AM. *Advanced Topics in Environmental Health and Air Pollution Case Studies*. Croatia(HR): InTech. 251-268. [serial online]. <http://www.interchopen.com/books/advanced-topics-inenvironmentalhealth-and-air-pollution-case-studies/air-pollutants-and-its-effects-onhuman-healthy-the-case-of-the-city-of-trabzon>. [02 April 2017]
- Wardiyatun, S dan Hartini, E. 2009. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kadar Merkuri dalam Urine pada Pekerja Tambang Emas Di Desa Rengas Tujuh Kecamatan Tumbang Titi Kabupaten Ketapang Kalimantan Barat. 8(2). [serial online]. [http://www.dinus.ac.id/wbsc/assets/dokumen/majalah/Faktor-faktor\\_Yang\\_Berhubungan\\_Dengan\\_Kadar\\_Merkuri\\_Dalam\\_Urine\\_pada\\_P](http://www.dinus.ac.id/wbsc/assets/dokumen/majalah/Faktor-faktor_Yang_Berhubungan_Dengan_Kadar_Merkuri_Dalam_Urine_pada_P)

[ekerja Tambang Emas di Desa Rengas Tujuh Kecamatan Tumbang Tit i Kabupaten Ketapang Kalimantan Barat.pdf](#). [23 Juni 2017]

- Wittiri, S. R. & Sumarti, S. 2010. Artikel Gunung Ijen Penghasil Belerang Terbesar. [serial online]. <http://www.esdm.go.id/berita/56-artikel/3509kawahijenpenghasilbelerangterbesar.html?tmpl=component&print=1&page=>. [31 Maret 2017]
- Wulandari, D. A. 2014. *Karakteristik dan kapasitas Vital Paksa Paru Pekerja bagian Produksi Aspal Hotmix PT. Sabaritha Perkasa Abadi Tahun 2014*. Skripsi. Medan: Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara.
- Wulandari, R., Setiani, O., dan Astorina, N. Y. D. 2015. Hubungan Masa Kerja Terhadap Gangguan Fungsi Paru pada Petugas Penyapu Jalan di Protokol 3, 4 dan 6 Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-journal)*. [serial online]. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkm>. [03 Juni 2017]
- Zaennudin, A., Wahyudin, D., Sumarmayadi, M., dan Kusdinar, E. 2012. Prakiraan Bahaya Letusan Gunung Api Ijen Jawa Timur. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, 3(2):109-132. [serial online]. <http://www.bgl.esdm.go.id/publication/kcfinder/files/article/JLBG%2020120204.pdf> [16 Februari 2017]

## Lampiran A. Informed Consent



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
**UNIVERSITAS JEMBER**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT**

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

Telepon 0331-337878, 331743 Faksimile 0331-322995

Laman : [www.fkm.unej.ac.id](http://www.fkm.unej.ac.id)

**INFORMED CONCENT**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : .....

Alamat : .....

Usia : .....tahun

Menyatakan persetujuan saya untuk membantu dengan menjadi subjek dalam penelitian yang dilakukan oleh:

Nama : M. Iqbal Hanif Mufti

Judul : Faktor Individu, Faktor Pekerjaan Dan Gejala Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) Pada Pekerja Bagian Pemurnian Belerang (Studi pada Pertambangan PT. Candi Ngrimbi di Gunung Ijen)

Prosedur penelitian ini tidak menimbulkan risiko atau dampak apapun terhadap saya dan keluarga saya. Saya telah diberi penjelasan mengenai hal tersebut dan saya diberi kesempatan untuk menanyakan hal-hal yang belum jelas dan telah diberikan jawaban dengan jelas dan benar.

Dengan ini, saya menyatakan secara sukarela dan tanpa tekanan untuk ikut serta sebagai subjek penelitian. Dan akan memberikan informasi yang benar dan jelas atas segala pertanyaan yang diajukan oleh peneliti.

Banyuwangi,

2017

(\_\_\_\_\_)

## Lampiran B. Lembar Kuesioner Wawancara



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

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

Telepon 0331-337878, 331743 Faksimile 0331-322995

Laman : [www.fkm.unej.ac.id](http://www.fkm.unej.ac.id)

## KUESIONER WAWANCARA

Keterangan pengumpul data	
Nama pengumpul data	
Tanggal pengumpul data	

Profil responden	
Nama responden	
Umur responden	
Tanda tangan responden	

1. Sudah berapa lama Anda bekerja dibagian pemurnian belerang ?

- < 5 tahun                       5-10 tahun  
 > 10 tahun

2. Apakah anda melakukan upaya pembatasan diri terhadap SO<sub>2</sub> saat bekerja ?

- Ya, sebutkan.....  
 Tidak

3. Apakah anda merokok ?

- Ya,     batang/hari                       Tidak

4. Apakah anda pernah mengalami gangguan pernafasan selama bekerja ?

- Ya, sebutkan.....  
 Tidak

## Lampiran B. Lembar Kuesioner Wawancara



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

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

Telepon 0331-337878, 331743 Faksimile 0331-322995

Laman : [www.fkm.unej.ac.id](http://www.fkm.unej.ac.id)**PEMERIKSAAN FISIK**

5. Pengukuran Berat Badan :..... Kg

6. Pengukuran Tinggi Badan :..... cm

IMT :..... Kg/m<sup>2</sup>**GEJALA PPOK**

7. Apakah anda sering merasakan sesak ?

 Ya, jelaskan..... Tidak

8. Apakah anda mengalami batuk yang terjadi terus menerus ?

 Ya, tidak berdahak       Ya, berdahak Tidak

9. Pekerja mengalami gejala dengan kategori

 Ringan Sedang Berat



Lampiran C. Hasil Pengujian Kadar SO<sub>2</sub>

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

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



*LHU ini merupakan hasil pada lokasi dan saat pengukuran*  
**LAPORAN HASIL PENGUJIAN**  
No. LAB.029 / V /2017

- I Nama Pengguna Jasa : MAHASISWA FKM UNEJ  
a.n IQBAL, Sampling di Banyuwangi  
II Alamat : Jember  
III Jenis Pengukuran : Kadar SO<sub>2</sub>  
IV Tanggal Pengukuran : 25 Mei 2017  
V Hasil Pengukuran :

No	Lokasi Pengukuran	Jam (WIB)	Kadar Terukur (mg/m <sup>3</sup> )	Suhu Kering (°C)	RH (%)
1	Area Depan	11.25-11.55	7,7801	30,2	64
2	Area Tengah	11.30-12.00	7,4325	28,4	69
3	Area Belakang	11.35-12.05	6,2281	29,1	65

Catatan :

Nilai Ambang Batas ( NAB ) SO<sub>2</sub> menurut Permenakertrans No: 13/MEN/X/2011, : 0,25 mg/m<sup>3</sup>

Mengetahui,  
An. KEPALA UPT K3 SURABAYA  
Kasi Pelayanan Teknis

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

Surabaya, 5 Juni 2017  
MANAJER TEKNIK

  
S. L. A. M. E. T. S. K. M.  
NIP. 19630111 198803 1 012

Lampiran D. Dokumentasi



Gambar 1. Panci Pemasakan Belerang



Gambar 2. Proses Penyaringan



Gambar 3. Penampungan belerang



Gambar 4. Area Pendinginan



Gambar 5. Pengukuran Tinggi Badan



Gambar 6. Pengukuran Berat Badan



Gambar 7. Alat Pengukur Kadar SO<sub>2</sub>



Gambar 8. Proses Pemasangan Alat