

**HUBUNGAN PEMAPARAN PARTIKEL DEBU PADA  
PENGOLAHAN BATU KAPUR TERHADAP PENURUNAN  
KAPASITAS FUNGSI PARU**

**(Studi Kasus di Desa Karangdawa, Kecamatan Margasari,  
Kabupaten Tegal)**



**Tesis**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
Mencapai derajat Sarjana S-2 pada  
Program Studi Ilmu Lingkungan

**EDY SUCIPTO  
NIM. L4K-006010**

**PROGRAM MAGISTER ILMU LINGKUNGAN  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2007**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**HUBUNGAN PEMAPARAN PARTIKEL DEBU PADA  
PENGOLAHAN BATU KAPUR TERHADAP PENURUNAN  
KAPASITAS FUNGSI PARU**

**(Studi Kasus di Desa Karangdawa, Kecamatan Margasari,  
Kabupaten Tegal)**

Disusun oleh :

**EDY SUCIPTO  
NIM. L4K-006010**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
Pada Tanggal 16 Agustus 2007  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. Prof. Dr. dr. Anies, M.Kes, PKK

.....

2. Dra. Sunarsih, M.Si

.....

3. dr. Onny Setiani, Ph.D

.....

4. Ir. Danny Sutrisnanto, M.Eng

.....

**TESIS**

**HUBUNGAN PEMAPARAN PARTIKEL DEBU PADA  
PENGOLAHAN BATU KAPUR TERHADAP PENURUNAN  
KAPASITAS FUNGSI PARU**

**(Studi Kasus di Desa Karangdawa, Kecamatan Margasari,  
Kabupaten Tegal)**

Disusun oleh :

**EDY SUCIPTO  
NIM. L4K-006010**

Mengetahui  
Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama

Pembimbing Kedua

**Prof. Dr. dr. Anies, M.Kes, PKK**

**Dra. Sunarsih, M.Si**

Ketua Program Studi  
Ilmu Lingkungan

**Prof. Dr. Sudharto P. Hadi, MES**

## **PERNYATAAN**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis yang saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister dari Program Magister Ilmu Lingkungan seluruhnya merupakan hasil karya saya sendiri.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan normal, kaidah dan etika penulisan ilmiah

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian tesis ini bukan karya saya sendiri atau adanya plagiat dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sandang dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku.

Semarang,                    Agustus 2007

**Edy Sucipto**

## BIODATA PENULIS



N a m a : EDY SUCIPTO  
Tempat/tgl lahir : Tegal, 7 September 1971  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Alamat : Jl. Perkutut II No. 10 RT/RW : 04/05  
Kelurahan Randugunting, Kota Tegal

### PENDIDIKAN YANG DITEMPUH :

1. Tahun 1979 – 1985 : SD Negeri I Pagedangan
2. Tahun 1985 – 1988 : SMP Negeri I Adiwerna
3. Tahun 1988 – 1991 : SMA Negeri I Slawi
4. Tahun 1991 – 1994 : APK Depkes Purwokerto
5. Tahun 1999 – 2001 : Fakultas Kesehatan Masyarakat Undip Semarang
6. Tahun 2006 – Sekarang : Masuk Magister Ilmu Lingkungan Undip Semarang

### PEKERJAAN :

Sejak 1997 - Sekarang : Staf Sub Din Promosi Kesehatan pada Dinas  
Kesehatan Kabupaten Tegal

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke Hadirat Alloh SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sholawat dan salam pada uswah khasanah kita Nabi Besar Muhammad SAW beserta para pengikutnya yang setia menjalankan ajarannya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “*Hubungan Pemaparan Partikel Debu pada Pengolahan Batu Kapur terhadap Penurunan Kapasitas Fungsi Paru (Studi Kasus di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal*” dengan baik dan lancar.

Selesainya penulisan tesis ini tidak terlepas dari adanya bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya, kepada :

1. Prof. Dr. Sudharto P. Hadi, MES, selaku Ketua Program Pasca Sarjana Magister Ilmu Lingkungan Undip.
2. Ir. Agus Hadyarto, MT, selaku Sekretaris Program Pasca Sarjana Magister Ilmu Lingkungan Undip.
3. Prof. Dr. dr. Anies, M.Kes, PKK dan Dra. Sunarsih, M.Si, selaku Pembimbing 1 dan Pembimbing 2 Tesis
4. dr. Onny Setiani, Ph.D dan Ir. Danny Sutrisnanto, M.Eng, selaku Penguji 1 dan Penguji 2 Tesis
5. Bappenas dan Pemerintah Kabupaten Tegal yang membiayai dan memberi ijin tugas belajar pasca sarjana
6. Drs. Edy Suhartono, M.Si, selaku Pengelola Kelas Bappenas Program Pasca Sarjana Magister Ilmu Lingkungan Undip.
7. Staf administrasi Pengelola Kelas Bappenas Program Pasca Sarjana Magister Ilmu Lingkungan Undip.
8. Istri dan anakku, Kartika, Hanan, Echa yang selalu ayah cintai dan sayangi
9. Eyang, Mbah, Kakak-kakakku dan Adik-adikku

10. Teman-teman seperjuangan Angkatan 15 Bappenas

11. Semua pihak yang tidak bisa disebut satu persatu yang telah banyak memberikan motivasi dan dorongan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis telah berusaha melakukan yang terbaik dalam penulisan tesis ini, namun penulis menyadari masih banyak kekurangannya, baik menyangkut cara penulisan maupun materi yang terdapat didalamnya.

Akhir kata, penulis berharap banyak agar tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Semarang, Agustus 2007

**Edy Sucipto**

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	i
HALAMAN PERNYATAAN .....	ii
BIODATA PENULIS... ..	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
ABSTRAK/INTISARI.....	xv
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1. Latar Belakang .....	1
2. Perumusan Masalah.....	4
3. Tujuan Penelitian.....	5
4. Ruang Lingkup Penelitian.....	6
5. Manfaat Penelitian.....	6
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
1. Pengertian Batu Kapur.....	7
2. Proses Pengolahan Batu Kapur.....	8
3. Pengertian Pencemaran Udara.....	10
4. Klasifikasi Bahan Pencemar Udara.....	10
5. Pencemaran Debu pada Pengolahan Batu Kapur.....	12
6. Mekanisme Penimbunan Debu dalam Paru-paru.....	14
7. Jalan Udara Pernafasan ke Paru-paru.....	15
8. Fisiologi Pernafasan .....	16
9. Patofisiologi Pernafasan .....	17
10. Pengaruh Debu Terhadap Kesehatan.....	17

11. Penyakit Akibat Kerja .....	19
12. Pneumokoniosis Akibat Debu .....	20
13. Ambang Batas Debu .....	21
14. Pemeriksaan Fungsi Paru.....	22
15. Upaya Pengendalian.....	23
16. Kerangka Teori.....	24
17. Kerangka Konsep.....	25
18. Hipotesis.....	25
<b>III. METODE PENELITIAN</b>	
1. Desain Penelitian.....	26
2. Ruang Lingkup Penelitian.....	26
3. Populasi dan Sampel.....	28
4. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional.....	31
5. Teknik Pengumpulan Data.....	32
6. Pengolahan Data.....	34
7. Analisa Data .....	35
8. Instrumen Penelitian.....	36
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
1. Gambaran Umum Desa Karangdawa.....	37
2. Keadaam Geografi.....	37
3. Keadaan Demografi.....	38
4. Keadaan Sosial Ekonomi.....	39
5. Kondisi Kesehatan Masyarakat.....	40
6. Kondisi Sanitasi Lingkungan.....	41
7. Karakteristik Responden.....	42
8. Umur.....	43
9. Pendidikan.....	44
10. Penghasilan.....	45
11. Tingkat Pengetahuan.....	45

12. Kondisi Pengolahan Batu Kapur.....	47
13. Jenis Bahan Baku.....	48
14. Jumlah dan Jenis Tungku.....	48
15. Kondisi Keamanan dan Keselamatan Kerja.....	53
16. Pengolahan Limbah.....	54
17. Pemaparan partikel Debu dengan Penurunan Kapasistas fungsi Paru .....	57
18. Pemaparan Partikel Debu.....	57
19. Kapasitas Fungsi Paru.....	60
20. Uji Statistik Hubungan Pemaparan Partikel Debu dengan Penurunan Kapasitas Fungsi paru.....	62
21. Analisis Bivariat.....	62
22. Analisis Multivariat.....	65
23. Rencana Penanganan Pengolahan Batu Kapur.....	71
24. Perencanaan Pengelolaan Lingkungan Yang Sudah Dilakukan.....	71
25. Perencanaan Pengelolaan Lingkungan Yang Diusulkan.....	73
26. Rekomendasi.....	82
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
1. Kesimpulan.....	83
2. Saran.....	84
VI. RINGKASAN.....	86
DAFTAR PUSTAKA	
KUESIONER	
LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Distribusi Penduduk Menurut Golongan Umur di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal tahun 2006	38
Tabel 4.2. Distribusi Penduduk Menurut Tingkat Pendidikan di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal tahun 2006	39
Tabel 4.3. Distribusi Penduduk Menurut Pekerjaan di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal tahun 2006.	40
Tabel 4.4. Jenis Penyakit di Wilayah Puskesmas Margasari Kabupaten Tegal tahun 2006.	41
Tabel 4.5. Kondisi Sanitasi Lingkungan di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal tahun 2006.	42
Tabel 4.6. Usia Responden di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal tahun 2007.	43
Tabel 4.7. Pendidikan Responden di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal tahun 2007	44
Tabel 4.8. Penghasilan Responden di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal tahun 2007.	45
Tabel 4.9. Tingkat Pengetahuan Responden tentang Dampak Lingkungan Pengolahan Batu kapur di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal tahun 2007.	46
Tabel 4.10. Tingkat Pengetahuan Responden tentang Dampak Kesehatan Pengolahan Batu kapur di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal tahun 2007.	46

Tabel 4.11.	Jenis Bahan Bakar dalam Pengolahan Batu Kapur di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal tahun 2007.	51
Tabel 4.12	Asal Bahan Bakar dalam Pengolahan Batu Kapur di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal tahun 2007.	53
Tabel 4.13	Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dalam Pengolahan Batu Kapur di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal tahun 2007.	53
Tabel 4.14	Jenis Limbah yang Dihasilkan dalam Pengolahan Batu Kapur di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal tahun 2007.	54
Tabel 4.15	Jenis Bahan Bakar yang Paling Banyak Menghasilkan Asap dalam Pengolahan Batu Kapur di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal tahun 2007.	55
Tabel 4.16	Kondisi Limbah dalam Pengolahan Batu Kapur di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal tahun 2007	56
Tabel 4.17.	Hasil Pengukuran Kadar Debu Lokasi Penelitian di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal tahun 2007.	57
Tabel 4.18.	Kondisi Tobong di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal tahun 2007.	59
Tabel 4.19.	Hasil Pengukuran Kapasitas Fungsi paru di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal tahun 2007.	61
Tabel 4.20.	Uji Hubungan antara Pemaparan Partikel Debu (Letak Tobong) dengan Penurunan Kapasitas Fungsi Paru.	62

Tabel 4.21.	Uji Hubungan antara Pemaparan Partikel Debu (Status Responden) dengan Penurunan Kapasitas Fungsi Paru..	64
Tabel 4.22.	Alternatif Rencana Penanganan Dampak Pengolahan Batu Kapur di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal tahun 2007.	79

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Grafik Hasil Pemeriksaan Kualitas Udara Ambein di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal tahun 2004	3
Gambar 1.2. Kondisi Desa Karangdawa yang selalu diselimuti asap hasil pembakaran batu kapur	5
Gambar 2.1. Sistem Pernafasan.	16
Gambar 2.2. Kerangka Teori.	24
Gambar 2.3. Kerangka Konsep.	25
Gambar 3.1. Peta Letak Tungku Pembakaran.	27
Gambar 3.2. Pengukuran Kadar Partikel Debu.	34
Gambar 3.3. <i>Alat Low Volume Air Sampler</i> Merk Sibata.	36
Gambar 4.1. Peta Wilayah Administrasi Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal.	37
Gambar 4.2. Wawancara dengan Responden.	43
Gambar 4.3. Tungku Bentuk Persegi.	49
Gambar 4.4. Proses Pengolahan Batu Kapur di Tungku Bentuk Persegi	50
Gambar 4.5. Tungku Bentuk Silinder.	50
Gambar 4.6. Proses Pengolahan Batu Kapur di Tungku Bentuk Silinder	51
Gambar 4.7. Jenis Bahan Bakar.	52
Gambar 4.8. Asap Hasil Pembakaran Batu kapur.	56

Gambar 4.9. Pengukuran Kadar Debu di Pengolahan Batu Kapur.	59
Gambar 4.10 Diagram Rencana Penanganan Dampak Pengolahan Batu Kapur.	75

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1 : Kuesioner Penelitian
- Lampiran 2 : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Kadar Debu
- Lampiran 3 : Peta Lokasi Tobong dan Pengukuran Debu
- Lampiran 4 : Data Hasil Kuesioner
- Lampiran 5 : Hasil Analisis Data menggunakan SPSS
- Lampiran 6 : SK Gubernur Jawa Tengah Nomor 8 tahun 2001

**Hubungan Pemaparan Partikel Debu Pada Pengolahan Batu Kapur  
Terhadap Penurunan Kapasitas Fungsi Paru  
(Studi Kasus di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal)**

Edy Sucipto\*

Anies\*\*

Sunarsih\*\*\*

Program Studi Magister Ilmu Lingkungan  
Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro

**Abstrak**

Pengolahan batu gamping/kapur (*limestone*) di Desa Karangdawa mempunyai dampak yang positif dan negatif kepada masyarakat dan lingkungannya. Di satu pihak akan memberikan keuntungan berupa memberikan lapangan pekerjaan, mempermudah komunikasi dan transportasi serta akhirnya meningkatkan ekonomi dan sosial masyarakat. Di pihak lain dapat timbul dampak negatif karena paparan partikel debu yang terjadi pada proses pengolahan batu kapur tersebut. Dari pemeriksaan oleh Kantor Pedalda Kabupaten Tegal tahun 2004 hasil pengukuran Total Partikel Debu (TSP) di daerah pemukiman sekitar pembakaran kapur di Desa Karangdawa rata-ratanya sebesar  $893,25 \mu\text{gr}/\text{m}^3$  melebihi ambang batas baku mutu sesuai Kep. Gubernur Jawa Tengah No.8 Tahun 2001 yaitu  $230 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ .

Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkat pemaparan partikel debu, tingkat penurunan kapasitas fungsi paru dan hubungan pemaparan partikel debu pada pengolahan batu kapur terhadap penurunan kapasitas fungsi paru. Tipe penelitian ini adalah penelitian penjelasan (*explanatory research*), Metode pendekatan adalah *Cross Sectional*. Populasinya adalah pekerja, pemilik dan masyarakat disekitar pengolahan batu kapur, pengambilan sampel dengan teknik *purposive sampling*, jumlah sampel sebanyak 84 orang, analisis yang digunakan *bivariate* dengan uji *Chi-Square* dan Analisis *multivariate* dengan uji statistik *Discriminant Analysis*.

Hasil penelitian menunjukkan : Rata-rata TSP sebesar  $1.167 \mu\text{gr}/\text{m}^3$  telah melebihi ambang batas. Berdasarkan uji statistik *Chi-Square* dengan nilai  $\alpha = 5\%$ , ada hubungan yang bermakna antara pemaparan partikel debu (letak tobong) dengan penurunan kapasitas fungsi paru. Sedangkan fungsi diskriminannya  $z \text{ Score} = (-5,589) + (-3,936 \text{ Letak tobong})$  menunjukkan setiap ada satu tobong letaknya tidak terpisah dengan pemukiman penduduk dapat menurunkan kapasitas fungsi paru sekitar 4 orang (pekerja, pemilik dan penduduk). Untuk itu disarankan membuat filter udara pada cerobong untuk menangkap abu maupun partikel debu, sehingga udara yang keluar dari cerobong asap telah lebih bersih.

**Kata-kata kunci : Partikel Debu, Kapasits Fungsi Paru, Pengolahan Batu Kapur**

---

\*Mahasiswa Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro

\*\*Pembimbing Utama dari Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro

\*\*\*Pembimbing Kedua dari Fakultas MIPA Universitas Diponegoro

**The Relationship Between Dust Particle Exposure of Limestone Processing  
Industry and The Decrease of Pulmonary Function Capacity  
( A Case Study in Karangdawa Village, Margasari District, Tegal Regency)**

Edy Sucipto\*

Anies\*\*

Sunarsih\*\*\*

The Magistrate Study Programme of Environmental Science  
The Post Graduate of Diponegoro University

Limestone processing in Karangdawa village have positive and negative impact to the environment and society. It many give advantage in the form of giving work field, improve transportation and communications and also finally improve social and economics community. At others earn to arise negative impact because incurred mote that happened at the limestone processing process. From inspection by Office Pedalda Tegal Regency of year 2004 Total Suspended Particulate ( TSP) in settlement area about combustion calcify in Karangdawa Village flatten of equal to  $893,25 \mu\text{gr}/\text{m}^3$  exceed standart at quality of according to Decree Governor of Central Java No.8 Year 2001 that is  $230 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ .

This research was determine to the exposure level of dust particle, the Lung Capacity and Relationship between particle exposure and the decrease of pulmonary function Limestone Processing of the Lung Capacity. Type of this Research is explanatory research, method of Approach was Cross Sectional. Population is worker, owner and socialize around the limestone processing, intake of Sample with technique of purposive sampling, sum up sample as much 84 people, with analysis of bivariate used by test of Chi-Square and Analysis multivariate used by a statistical test of Discriminant Analysis.

Result from this research was : Mean of TSP is equal to  $1.167 \mu\text{gr}/\text{m}^3$  have exceeded boundary sill. Pursuant to statistical test with value = 5%, there is relation having a meaning of among dust particle ( situation tobong) with Decreasing of the Pulmonary Capacity. While discriminant function  $z\text{Score} = (- 5,589) + (- 3,936 \text{ Situation tobong})$  showing each every there is one tobong situation not apart with resident settlement can Decreasing of the Pulmonary Capacity about 4 people ( worker, resident and owner). Suggestion which can be submitted to make filter air at flue to catch ash and also mote, so that the secretory air from smokestack have filter.

**Key words : Dust Particle, the Pulmonary Capacity, Limestone Processing**

---

\* Student of the Environmental Science of the Diponegoro University

\*\* Prime Supervisor from the Faculty of Mediciness of the Diponegoro University

\*\*\* Secondary Supervisor from the Faculty of MIPA of the Diponegoro University

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1.Latar Belakang**

Pembangunan yang berwawasan lingkungan telah diterima sebagai suatu prinsip Pembangunan Nasional dengan berbagai peraturan pelaksanaannya. Walaupun demikian, dalam prakteknya mekanisme yang ditetapkan belum berjalan sebagaimana yang diharapkan. Isu tentang pencemaran sering dijumpai di media massa akibat dan dampak dari suatu kegiatan.<sup>1</sup>

Dengan diberlakukannya Undang-undang nomor 23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Undang-undang nomor 32 tahun 2004 tentang Pemerintah Daerah, maka pengelolaan lingkungan hidup menjadi salah satu kewenangan yang diserahkan kepada pemerintah daerah, seperti yang terjadi di Kabupaten Tegal. Salah satu strategi dalam rangka mendorong peningkatan kemampuan daerah adalah penyelenggaraan pemerintahan yang baik dan profesional di bidangnya untuk mencapai cita-cita pembangunan berwawasan lingkungan yang berkelanjutan.<sup>2</sup>

Dalam rangka mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan di Kabupaten Tegal diperlukan perencanaan yang terpadu, melibatkan semua dinas yang terkait dalam pengelolaan lingkungan hidup dan sumberdaya alam. Salah satu sumber daya alam yang ada di Kabupaten Tegal memerlukan pengelolaan yang terpadu adalah batu gamping yang terletak di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal.

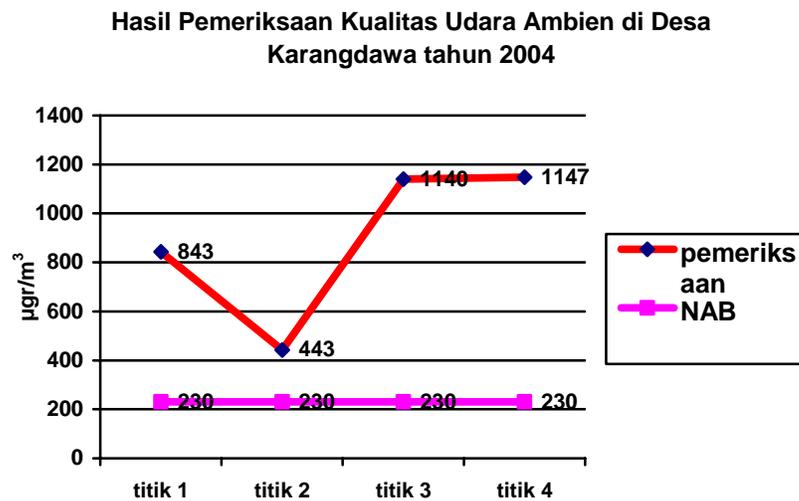
Pengolahan batu gamping/kapur (*limestone*) di Desa Karangdawa mempunyai dampak yang positif dan negatif kepada masyarakat dan

lingkungannya. Di satu pihak akan memberikan keuntungan berupa memberikan lapangan pekerjaan, mempermudah komunikasi dan transportasi serta akhirnya meningkatkan ekonomi dan sosial masyarakat. Di pihak lain dapat timbul dampak negatif karena paparan zat-zat yang terjadi pada proses pengolahan batu kapur tersebut. Apabila tidak mendapatkan penanganan yang baik akan menimbulkan dampak negatif pada lingkungan. Salah satu dampak negatif dari kegiatan pengolahan batu kapur tersebut adalah menurunnya kualitas lingkungan yang ditandai adanya pencemaran udara.<sup>2</sup>

Pengolahan batu kapur merupakan salah satu sumber pencemaran udara, dengan hasil yang ditimbulkan berupa gas seperti : CO<sub>2</sub>, CO, dan partikel debu. Partikel debu batu kapur ini dapat mengganggu kesehatan bila terhirup manusia, antara lain dapat mengganggu pernafasan, seperti sesak nafas ataupun terjadinya *pneumoconiosis*. Dampak negatif yang paling dirasakan secara langsung adalah pencemaran udara dari cerobong asap tobong pembakar kapur. Bahan bakar yang digunakan untuk membakar kapur kebanyakan menggunakan *blotong* atau *ersit*, yaitu residu dari sisa-sisa proses pabrik kimia. Dampak ini langsung dirasakan ketika menghirup asapnya, berupa rasa perih di mata, sesak napas, dan bila bahan tersebut tersentuh kulit secara langsung, akan terasa terbakar.<sup>3</sup>

Tahun 2004 Kantor Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah (Pedalda) Kabupaten Tegal mengadakan pemeriksaan Kualitas Udara Ambien/Udara Luar dan Kualitas Udara Emisi Sumber tidak bergerak di permukiman sekitar pembakaran kapur Desa Karangdawa. Hasil pengukuran kualitas udara emisi sumber tak bergerak menunjukkan bahwa partikel debu (TSP) melebihi baku mutu. Hasil pemeriksaan tersebut dari empat titik pemeriksaan yang diambil hasilnya adalah

sebagai berikut : a) Dukuh Karangasem Rt.01/Rw 5 dengan Total Partikel Debu 843,208 ( $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ ), b) Dukuh Apo 442,866 ( $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ ), c) Dukuh Karangasem (Kali Glugak) 1.140,445 ( $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ ), d) Dekat area Penambangan (titik 4) dengan Total Partikel Debu sebesar 1.146, 953 ( $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ ), dapat dilihat pada grafik di bawah ini :<sup>2</sup>



Gb.1.1. Hasil Pemeriksaan Kualitas Udara Ambien di Desa Karangdawa tahun 2004

Dari pemeriksaan tersebut dapat dilihat bahwa hasil pengukuran Total Partikel Debu (TSP) yang dilakukan pada empat titik lokasi pemeriksaan di daerah pemukiman sekitar pembakaran kapur di Desa Karangdawa telah melebihi baku mutu yang ditetapkan. Daerah yang dekat dengan area penambangan memiliki TSP paling besar yaitu 1.146,953  $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ , sedangkan daerah yang jauh dari lokasi pembakaran yaitu Dukuh Apo memiliki TSP sebesar 442,866  $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ . Dari hasil pemeriksaan di 4 (empat) titik rata-ratanya sebesar 893,25  $\mu\text{gr}/\text{m}^3$  melebihi ambang batas baku mutu udara ambien Keputusan Gubernur Jawa Tengah No.8 Tahun 2001 yaitu 230  $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ .

Debu adalah partikel benda padat yang terjadi karena proses mekanis. Debu ini merupakan hasil sampingan dari proses industri yang menggunakan bahan baku batuan seperti halnya pengolahan batu kapur. Keberadaan debu dalam lingkungan akan mengurangi nilai estetika dan dapat mengganggu kesehatan manusia. Debu dari proses industri yang terdapat di udara apabila terhirup oleh manusia dapat mengakibatkan penyakit *pneumoconiosis*, yaitu suatu penyakit pada paru-paru yang berupa penimbunan partikel debu. Debu yang masuk ke paru-paru sangat tergantung pada berbagai faktor. Faktor-faktor tersebut adalah meliputi ukuran partikel, bentuk, konsentrasi, daya larut, sifat kimiawi dan lama pemaparannya. Disamping itu juga dipengaruhi faktor individual seperti mekanisme pertahanan paru, anatomi dan fisiologi saluran nafas dan faktor imunologis.<sup>4</sup> Partikel debu dapat menimbulkan penurunan kapasitas vital paru-paru, sehingga akan mengurangi penggunaan optimal alat pernafasan untuk mengambil oksigen pada proses respirasi.<sup>5</sup>

Menurut hasil pemeriksaan kesehatan pekerja tambang batu kapur Desa Karangdawa tahun 2005 yang dilaksanakan Puskesmas Margasari penyakit ISPA menempati peringkat pertama sebanyak 46 orang (64 %). Hasil pemeriksaan kapasitas fungsi paru pekerja pembakaran batu kapur di Desa Karangdawa oleh Dinas Kesehatan Kabupaten Tegal tahun 2006, sebanyak 102 orang (49,76%) kapasitas fungsi parunya tidak normal.<sup>6</sup>

## **1.2. Perumusan Masalah**

Hasil observasi awal peneliti di Desa Karangdawa, Kecamatan Margasari, Kabupaten Tegal, yang terkenal dengan daerah penghasil kapur, tingkat pencemaran lingkungannya semakin parah. Daerah tersebut sekarang nampak sebagai daerah yang tak sehat, karena tingkat pencemaran yang sangat tinggi, terutama pencemaran udara yang berakibat semakin buruknya tingkat

kesehatan masyarakat. Sebagian besar tobong-tobong pembakaran berada di tengah perkampungan, sedangkan mata pencaharian terbesar mereka adalah penambang kapur. Inilah yang menjadi perhatian peneliti agar dapat memberikan masukan terutama kalangan eksekutif dan legislatif untuk mencari jalan penyelesaian terbaik, agar kegiatan penambangan kapur tetap berjalan tetapi tidak mencemari lingkungan dan gangguan kesehatan.<sup>3</sup>



Gb.1.2. Kondisi Desa Karangdawa yang selalu diselimuti asap hasil pembakaran batu kapur

Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti mengidentifikasi beberapa permasalahan pada pengolahan batu kapur di Desa Karangdawa, Kecamatan Margasari, Kabupaten Tegal sebagai berikut :

Apakah ada hubungan pemaparan partikel debu pada pengolahan batu kapur terhadap penurunan kapasitas fungsi paru pada pekerja, pemilik dan

penduduk di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal  
?

Apakah ada perbedaan pemaparan partikel debu pada pengolahan batu kapur terhadap penurunan kapasitas fungsi paru pada pekerja, pemilik dan penduduk di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

- 1.3.1. Mengetahui hubungan pemaparan partikel debu pada pengolahan batu kapur terhadap penurunan kapasitas fungsi paru pada pekerja, pemilik dan penduduk di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal.
- 1.3.2. Mengetahui perbedaan pemaparan partikel debu pada pengolahan batu kapur terhadap penurunan kapasitas fungsi paru pada pekerja, pemilik dan penduduk di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal.

### **1.4. Ruang Lingkup Penelitian**

- 1.4.1. Lingkup Keilmuan  
Penelitian ini merupakan penelitian di bidang Ilmu Lingkungan dan Kesehatan Masyarakat.
- 1.4.2. Lingkup Sasaran  
Sasaran dalam penelitian ini adalah pekerja, pemilik dan penduduk di sekitar pengolahan batu kapur di Desa Karangdawa, Kecamatan Margasari, Kabupaten Tegal.
- 1.4.3. Lingkup Waktu  
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Nopember 2006 s/d Maret 2007.

## **1.5. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan :

- 1.5.1. Dapat memberikan informasi mengenai pemaparan partikel debu, penurunan kapasitas fungsi paru masyarakat dan kesadaran masyarakat pada pengolahan batu kapur di desa Karangdawa kecamatan Margasari kabupaten Tegal.
- 1.5.2. Dapat memberikan masukan kepada Pemerintah Kabupaten Tegal dan instansi terkait dalam upaya pengelolaan penambangan batu kapur untuk perencanaan dan pengambilan kebijakan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pengertian Batu Kapur

Batu kapur adalah batuan sedimen berjenis khusus yang terbentuk dari kerangka hewan-hewan kecil lautan.<sup>7</sup> Batu kapur (gamping) dapat terjadi dengan beberapa cara, yaitu secara organik, secara mekanik, atau secara kimia. Sebagian besar batu kapur yang terdapat di alam terjadi secara organik, jenis ini berasal dari pengendapan cangkang/rumah kerang dan siput, *foraminifera* atau ganggang, atau berasal dari kerangka binatang koral/kerang. Batu kapur dapat berwarna putih susu, abu muda, abu tua, coklat bahkan hitam, tergantung keberadaan mineral pengotornya.<sup>8</sup>

Mineral karbonat yang umum ditemukan berasosiasi dengan batu kapur adalah *aragonit* ( $\text{CaCO}_3$ ), yang merupakan mineral *metastable* karena pada kurun waktu tertentu dapat berubah menjadi *kalsit* ( $\text{CaCO}_3$ ). Mineral lainnya yang umum ditemukan berasosiasi dengan batu kapur atau *dolomit*, tetapi dalam jumlah kecil adalah *Siderit* ( $\text{FeCO}_3$ ), *ankarerit* ( $\text{Ca}_2\text{MgFe}(\text{CO}_3)_4$ ), dan *magnesit* ( $\text{MgCO}_3$ ).<sup>8</sup>

Penggunaan batu kapur sudah beragam diantaranya untuk bahan kaptan, bahan campuran bangunan, industri karet dan ban, kertas, dan lain-lain. Batuan kapur ini sangat penting artinya sebagai bahan dasar dalam industri.<sup>8</sup>

Batuan kapur mempunyai sifat yang istimewa, bila dipanasi akan berubah menjadi kapur yaitu kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ) dengan terjadi proses dekarbonisasi (pelepasan gas  $\text{CO}_2$ ). Dalam perdagangan dapat dijumpai bermacam-macam hasil pembakaran kapur ini antara lain :<sup>9</sup>

##### 2.1.1. Kapur tohor atau *Quick lime*

Yaitu hasil langsung dari pembakaran batuan kapur yang berbentuk oksida-oksida dari kalsium atau magnesium

2.1.2. Kapur padam atau kapur mati (*hydrated lime/slake lime*) atau kapur sirih Adalah bentuk-bentuk oksida dari magnesium atau kalsium yang dibuat dari kapur keras yang diberi air sehingga berreaksi dan mengeluarkan panas. Bahan ini biasanya digunakan juga dalam adonan untuk pemasangan bata bangunan

2.1.3. Kapur hidrolik

Di sini CaO dan MgO bergabung secara kimia dengan pengotoran-pengotoran. Oksida-oksida kapur ini terhidrasi secara mudah dengan menambahkan air ataupun membiarkannya diudara terbuka, pada reaksi ini akan timbul panas. Kapur hidrolik yang dijual sebagai kapur hidrat mengandung beberapa kotoran (*impurities*) yang terdiri dari silika, alumina, oksida besi dan lainnya sehingga kapur hidrolik murni mungkin hanya mengandung 10-35% kapur bebas.

## **2.2. Proses Pengolahan Batu Kapur**

Sebelum kapur mati (kalsium karbonat) menjadi kalsium oksida (kapur hidup), terlebih dahulu diawali dengan proses pengolahan batu kapur. Proses pengolahan batu kapur terdiri dari beberapa tahap yaitu :<sup>2</sup>

2.2.1. Tahap Persiapan

Tahap persiapan ini merupakan tahap awal sebelum batu kapur dibakar.

Tahap persiapan ini meliputi :

a. Kegiatan Pengadaan batu kapur

Kegiatan pengadaan batu kapur merupakan kegiatan penambangan batu kapur di pegunungan kapur dengan menggunakan bahan peledak dan peralatan penambangan lainnya. Pemilik lahan penambangan batu kapur oleh masyarakat disebut *animer* , sedangkan orang yang memiliki tungku pembakaran batu kapur

disebut *penobong*. Penobong mendapatkan batu kapur (bahan mentah) langsung dari animer melalui koperasi Sentra Kapur.

b. Kegiatan Pengangkutan dan penimbunan batu kapur

Kegiatan pengangkutan batu kapur merupakan kegiatan untuk mengangkut batu kapur dari area penambangan kelokasi pembakaran. Pengangkutan batu gamping menggunakan truk tua dengan kapasitas angkut 3 ton.

Kegiatan penimbunan merupakan kegiatan menimbun atau menempatkan sementara batu gampin di sekitar lokasi pembakaran batu kapur sebelum dimasukkan kedalam tobong/tungku pembakar. Setelah diturunkan dari truk maka batu kapur ditumpuk di dekat tangga menuju lobang pembakaran.

2.2.2. Tahap Pembakaran

Tahap pembakaran merupakan tahapan dimana batuan kapur dibakar sampai menjadi kapur, kegiatan pembakaran ini diawali dengan kegiatan menyusun batu kapur kedalam tungku pembakaran (tobong). Tungku pembakaran yang digunakan terdiri dari dua jenis yaitu Tungku berbahan bakar minyak dengan pekerja di bagian pembakaran sebanya 6 orang, dan tungku dengan bahan bakar campuran kayu, oil suldge dan sebagainya, dengan jumlah pekerja 4 orang tiap tungku. Tenaga kerja ini bekerja selama 24 jam yang terbagi dalam 2 shift kerja. Tungku dengan bahan bakar minyak memerlukan waktu 5 jam untuk membakar batu menjadi kapur, sedangkan tungku dengan bahan bakar campuran memerlukan waktu 15 hari untuk membakar batu kapur.

Pada kapur yang diperdagangkan kemurnian kapur keras berkisar antara 88-94% dan jumlah oksidanya (CaO dan MgO) sekitar 92-98%. Pembakaran batu kapur di Desa Karangdawa menghasilkan kalsium oksida (CaO) dalam bentuk padat (bongkahan) maupun bubuk (powder)

yang siap untuk dijual. Bentuk dari kalsium oksida tersebut tergantung dari permintaan pasar.

### 2.2.3. Tahap Pemasaran

Tahap pemasaran merupakan tahap kapur sudah dibakar dan siap untuk dijual. Tahap ini meliputi :

#### a. Kegiatan penimbunan kapur

Kegiatan ini merupakan kegiatan mengambil dan menata kapur yang sudah matang dari dalam tungku pembakar dan ditata disekitar lokasi pembakaran atau langsung di angkut dengan truk untuk dipasarkan.

#### b. Kegiatan Penjualan kapur

Merupakan kegiatan untuk menjual atau memasarkan kapur baik melalui perorangan maupun melalui koperasi. Kapur tersebut diangkut dengan truk keluar daerah atau perusahaan tergantung permintaan pasar.

## 2.3. Pengertian Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah bertambahnya bahan atau substrat fisik atau kimia kedalam lingkungan udara normal yang mencapai sejumlah tertentu, sehingga dapat dideteksi oleh manusia (atau yang dapat dihitung dan diukur) serta dapat memberikan efek pada manusia, binatang, vegetasi, dan material. Selain itu pencemaran udara dapat pula dikatakan sebagai perubahan atmosfer oleh karena masuknya bahan kontaminan alami atau buatan ke dalam atmosfer tersebut.<sup>5</sup>

Asal pencemaran udara dapat diterangkan dengan 3 (tiga) proses yaitu atrisi (*attrition*), penguapan (*vaporization*) dan pembakaran (*combustion*). Dari ketiga proses tersebut di atas, pembakaran merupakan proses yang sangat dominan dalam kemampuannya menimbulkan bahan polutan.<sup>5</sup>

## 2.4. Klasifikasi Bahan Pencemar Udara

Bahan pencemar udara atau polutan dibagi menjadi dua bagian :<sup>5</sup>

### 2.4.1. Polutan Primer

Polutan primer adalah polutan yang dikeluarkan langsung dari sumber tertentu dan dapat berupa :

a. Gas, terdiri dari :

- Senyawa karbon, yaitu hidrokarbon, hidrokarbon teroksigenasi dan karbon oksida (CO atau CO<sub>2</sub>)
- Senyawa sulfur, yaitu sulfur oksida
- Senyawa nitrogen, yaitu nitrogen oksida dan amoniak
- Senyawa halogen, yaitu fluor, klorin, hidrogen klorida, hidrokarbon terklorinasi dan bromin.

b. Partikel

Partikel dalam atmosfer mempunyai karakteristik spesifik, dapat berupa zat padat pun suspensi aerosol cair. Bahan partikel tersebut dapat berasal dari proses kondensasi, proses dispersi misalnya proses menyemprot (*spraying*), maupun proses erosi bahan tertentu.

Asap (*smoke*) seringkali dipakai untuk menunjukkan campuran bahan partikulat (*particulate matter*), uap (*fumes*), gas dan kabut (*mist*). Adapun yang dimaksud dengan :

- asap adalah partikel karbon yang sangat halus (sering disebut sebagai jelaga) dan merupakan hasil dari pembakaran yang tidak sempurna
- Debu adalah partikel padat yang dapat dihasilkan oleh manusia atau alam dan merupakan hasil dari proses pemecahan suatu bahan.

- Uap adalah partikel bentuk gas yang merupakan hasil dari proses sublimasi, distilasi atau reaksi kimia
- Kabut adalah partikel cair dari reaksi kimia dan kondensasi uap air.

#### 2.4.2. Polutan Sekunder

Polutan sekunder biasanya terjadi karena reaksi dari dua atau lebih bahan kimia dari udara, misalnya reaksi fotokimia. Sebagai contoh adalah disosiasi  $\text{NO}_2$  yang menghasilkan N dan O radikal. Proses kecepatan dan arah reaksinya dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

- Konsentrasi relatif dari bahan reaktan
- Derajat fotoaktivasi
- Kondisi iklim
- Topografi lokal dan adanya embun

Polutan sekunder ini mempunyai sifat fisik dan sifat kimia yang tidak stabil. Termasuk dalam polutan sekunder ini adalah ozon, *Peroxy Acyl Nitrat (PAN)* dan *Formaldehid*.

### 2.5. Pencemaran Debu Pada Pengolahan Batu Kapur

debu adalah partikel-partikel zat padat yang disebabkan oleh kekuatan-kekuatan alami atau mekanis seperti pengolahan, penghancuran, pelembutan, pengepakan yang cepat, peledakan dan lain-lain dari bahan-bahan baik organik maupun anorganik, misalnya batu, kayu, arang batu, bijih logam dan sebagainya.<sup>4</sup>

#### 2.5.1. Macam-macam debu

Secara garis besar debu dapat dibagi atas 3 macam yaitu <sup>10</sup> :

##### a. Debu organik

Yaitu seperti debu kapur, debu daun-daunan dan sebagainya.

##### b. Debu mineral

Merupakan senyawa kompleks seperti arang batu,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiO}_3$  dan sebagainya.

c. Debu metal

Seperti timah hitam, arsen, Kadmium dan sebagainya.

### 2.5.2. Komposisi kimia debu

Ada tiga golongan komposisi kimia debu yang ditinjau berdasarkan sifatnya<sup>10</sup> :

a. *Inert dust*

Golongan debu ini tidak menyebabkan kerusakan atau reaksi *fibrosis* pada paru-paru. *Efeknya* sangat sedikit sekali pada penghirupan normal. Reaksi jaringan pada paru-paru terhadap jenis debu ini adalah :

- Susunan saluran nafas tetap utuh
- Tidak terbentuk jaringan parut (*fibrosis*) di paru-paru
- Reaksi jaringan potensial dapat pulih kembali dan tak menyebabkan gangguan paru – paru.

b. *Profilferative dust*

Golongan debu ini di dalam paru-paru akan membentuk jaringan parut (*fibrosis*). *Fibrosis* ini akan membuat pengerasan pada jaringan alveoli sehingga mengganggu fungsi paru. Contoh debu ini yaitu debu silika, kapur, asbes dan sebagainya.

c. Debu asam atau basa kuat

Golongan debu yang tidak ditahan dalam paru namun dapat menimbulkan efek iritasi. Efek yang ditimbulkan bisa efek keracunan secara umum misalnya debu arsen dan efek alergi, khususnya golongan debu organik.

### 2.5.3. Ukuran partikel debu

Debu merupakan partikel padat yang mempunyai ukuran diameter 0,1 - 50 mikron atau lebih. Partikel debu yang dapat dilihat

oleh mata adalah yang berukuran lebih dari 50 mikron. Sedang yang berukuran kurang dari 50 mikron hanya bisa dideteksi oleh mata biasa apabila terdapat pantulan cahaya yang kuat dari partikel debu tersebut. Untuk bisa melihat partikel debu yang berukuran kurang dari 10 mikron maka harus menggunakan suatu alat bantu seperti mikroskop.<sup>11</sup>

## 2.6. Mekanisme Penimbunan Debu

Dengan menarik nafas, udara yang mengandung debu masuk ke dalam paru-paru. Partikel debu yang dapat dihirup oleh pernafasan manusia mempunyai ukuran 0,1 mikron sampai 10 mikron. Pada hidung dan tenggorokan bagian bawah ada cilia yang berfungsi menahan benda-benda asing seperti debu dengan ukuran 5 – 10 mikron yang kemudian dikeluarkan bersama *secret* waktu nafas. Sedang yang berukuran 3 – 5 mikron ditahan pada bagian tengah jalan pernafasan.<sup>4</sup> Penumpukan dan pergerakan debu pada saluran nafas dapat menyebabkan peradangan jalan nafas. Peradangan yang terjadi dapat menyebabkan penyumbatan jalan nafas sehingga akhirnya dapat menurunkan fungsi paru.<sup>10</sup> Untuk partikel 1- 3 mikron dapat masuk ke *alveoli* paru – paru dan partikel 0,1 – 1 mikron tidak mudah hinggap di permukaan *alveoli* karena adanya gerakan *Brown*, tetapi akan membentur permukaan *alveoli* dan dapat tertimbun di *alveoli*. Debu yang masuk *alveoli* dapat menyebabkan pengerasan pada jaringan (*fibrosis*) dan bila 10 % *alveoli* mengeras akibatnya mengurangi elastisitasnya dalam menampung volume udara. Kemampuan elastisitas *alveoli* yang berkurang akan menyebabkan kemampuan untuk mengikat oksigen juga menurun. *Fibrosis* yang terjadi ini dapat menurunkan kapasitas vital paru.<sup>11</sup>

Debu kapur yang terhirup kedalam pernafasan akan mempengaruhi saluran nafas menjadi tidak efektif karena  $\text{CaCO}_3$  dan  $\text{MgCO}_3$  yang terkandung di dalam debu kapur akan menurunkan daya *recoil* dari paru pada saat ekspirasi. Dalam kondisi normal ekspirasi merupakan proses pasif yang terjadi akibat

kemampuan kembalinya paru (*recoil*) yang elastis ke keadaan semula. Di samping itu debu kapur juga dapat menimbulkan reaksi alergi sebagaimana debu yang lain seperti serpihan kayu, tenun, wol dan kapas. Hal ini merupakan reaksi hipersensitivitas tipe I dimana debu kapur yang menempel pada permukaan mukosa saluran nafas disertai dengan media reaksi *immunoglobulin E (IgE)* akan mengikat sel mukosa yang dapat berakibat sel mukosa akan melepaskan bahan vasoaktif termasuk *histamine*. Reaksi alergi ini menyebabkan terjadinya bronkhospriksi, meningkatnya sekresi *mucus*, dan meningkatnya *permeabilitas* kapiler sebagai akibat dari reaksi *histamine*<sup>12</sup>

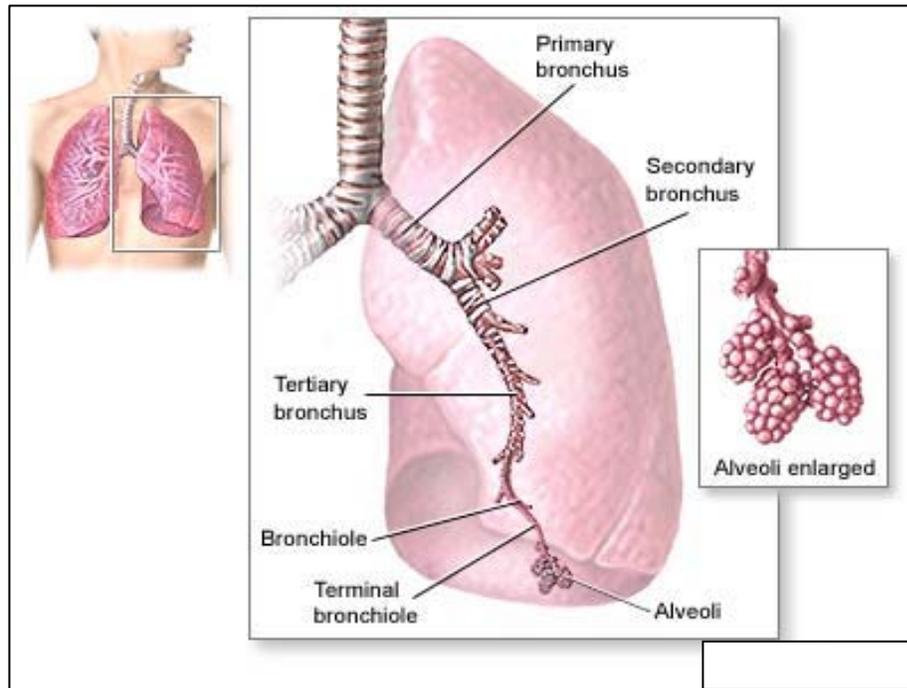
## 2.7. Jalan udara Pernafasan ke Paru-paru

Bahaya dari partikel debu dalam udara adalah interaksinya dengan jaringan paru. Saluran penghantar udara hingga mencapai paru-paru yaitu<sup>13</sup>:

- a. Hidung
- b. Rongga hidung
- c. *Faring* ( tekak )
- d. *Laring* ( pangkal tenggorok )
- e. *Trakea* ( batang tenggorok )
- f. *Bronkus* ( cabang-cabang tenggorok )
- g. *Bronkiolus terminalis*
- h. *Alveoli* ( gelembung paru-paru )

Adapun proses pernafasan adalah darah mengeluarkan karbondioksida yang dibawa oleh haemoglobine sebagai *karbondioksida haemoglobine*, karbondioksida dilepaskan ke dalam gelembung paru-paru menjadi haemoglobine (proses ekspirasi). Dan *haemoglobine* ini menangkap *oksihaemoglobine* (proses inspirasi).

Proses perjalanan debu dalam saluran pernafasan dapat dilihat pada gambar berikut ini :<sup>13</sup>



Gambar 2.1. Sistem pernafasan

## 2.8. Fisiologi Pernafasan

Fungsi paru-paru yang utama adalah untuk proses respirasi, yaitu pengambilan dari udara luar masuk ke dalam saluran nafas dan terus ke dalam darah. Oksigen digunakan untuk proses metabolisme dan karbon dioksida yang terbentuk pada proses tersebut dikeluarkan dari dalam darah ke udara luar. Adapun Proses respirasi dapat dibagi dalam 3 tahap utama yaitu <sup>14</sup> :

1. Ventilasi adalah proses keluar dan masuknya udara ke dalam paru, serta keluarnya karbon dioksida dari alveoli ke udara luar.
2. Difusi adalah berpindahnya oksigen dari alveoli ke dalam darah serta keluarnya karbon dioksida dari darah ke alveoli.
3. Perfusi adalah distribusi darah yang telah teroksigenasi di dalam paru untuk dialirkan ke seluruh tubuh.

Masuk keluarnya udara dari atmosfer ke dalam paru-paru dimungkinkan oleh peristiwa mekanik pernafasan yang dikenal sebagai inspirasi dan ekspirasi.

Pada masa inspirasi paru-paru berkembang sedangkan pada masa ekspirasi paru-paru menguncup.

Otot terpenting dalam proses insiprasi adalah diafragma. Proses inspirasi adalah proses yang aktif karena dalam proses ini terjadi kontraksi otot dan mengeluarkan energi. Sedangkan ekspirasi merupakan proses yang pasif karena dihasilkan akibat relaksasinya otot-otot yang berkontraksi selama inspirasi.

## **2.9. Patofisiologi Pernafasan**

Ada tiga jenis kelainan fisiologis yang menimbulkan insuffisiensi pernafasan yaitu <sup>15</sup> :

1. Disebabkan oleh ventilasi yang tidak memadai di alveoli
2. Berkurangnya difusi gas melalui membran pernafasan
3. Berkurangnya transpor oksigen dari paru-paru ke jaringan.

Gejala gangguan fungsi paru, seperti sesak nafas, nyeri dada dan penurunan yang cepat dari kapasitas ventilasi pada hari pertama masuk kerja memberikan kesan bahwa dalam debu kapas terdapat bahan yang menyebabkan edema dari bronchiolus. Pada stadium lanjut edema ini akan bersifat menetap pada setiap hari kerja.

Kegagalan pernafasan dapat terjadi akibat kelainan paru yang menyebabkan gangguan ventilasi atau aliran darah. Kelainan ventilasi yang biasa terjadi adalah obstruktif dan restriktif. Keadaan fungsi paru ini dapat dinilai atau diukur dengan menggunakan spirometri.

## **2.10. Pengaruh Debu Terhadap Kesehatan**

Debu di dalam udara yang kadarnya melampaui batas, dapat menyebabkan sebagai berikut <sup>16</sup> :

### 2.8.1. Keracunan lokal

#### a. Debu penyebab fibrosis

Yaitu karena sifatnya yang tidak larut, masuk ke dalam nafas bersama - sama udara pernafasan, diendapkan diparu-paru dan menyebabkan pengerasan jaringan. Contoh kristal silika bebas, kapur dan asbes.

#### b. Debu inert

Yaitu debu yang tidak berbahaya tetapi dapat mengganggu kenyamanan kerja. Contoh tanah.

#### c. Debu alergen

Yaitu debu penyebab alergi. Contoh debu organik

#### d. Debu iritan

Yaitu debu yang dapat mengakibatkan luka secara lokal. Contoh flour.

### 2.8.2. Infeksi saluran pernafasan atas

Yaitu suatu penyakit yang erat kaitannya dengan pencemaran yang diakibatkan oleh debu kapur, contohnya influenza. Partikel debu selain memiliki dampak terhadap kesehatan juga dapat menyebabkan gangguan sebagai berikut:

a. Gangguan estetis dan fisik seperti terganggunya pemandangan dan pelunturan warna bangunan dan pengotoran

b. Merusak kehidupan tumbuhan yang terjadi akibat adanya penutupan pori pori tumbuhan sehingga mengganggu jalannya fotosintesis

c. Merubah iklim global regional maupun internasional

d. Mengganggu perhubungan/ penerbangan yang akhirnya mengganggu kegiatan sosial ekonomi di masyarakat

e. Mengganggu kesehatan manusia seperti timbulnya iritasi pada mata, alergi, gangguan pernafasan dan kanker pada paru-paru.

Efek debu terhadap kesehatan sangat tergantung pada: Solubility (mudah larut), Komposisi Kimia, Konsentrasi Debu, dan Ukuran partikel debu

### **2.11. Penyakit Akibat Kerja**

Penyakit akibat kerja adalah setiap penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan atau lingkungan kerja. Penyakit akibat kerja terbesar yang sering ditemukan adalah yang disebabkan oleh faktor kimia. Berat ringannya penyakit dan cacat tergantung dari jenis dan tingkat sakit. Seringkali terjadi cacat yang berat sehingga pencegahan lebih baik dari pengobatan.<sup>16</sup>

Menurut Komisi Ahli WHO untuk Pemantauan Lingkungan dan Kesehatan dalam Kesehatan Kerja (1973) mendefinisikan penyakit akibat kerja sebagai gangguan kesehatan dimana terjadi gangguan mekanisme homeostatik dan kompensasi yang menyebabkan terjadi perubahan-perubahan biokimia, morfologi dan fungsional pada tenaga kerja yang disebabkan oleh suatu pekerjaan atau lingkungan kerja.<sup>16</sup>

Untuk mengantisipasi hal ini, maka langkah awal yang penting adalah pengenalan/identifikasi bahaya yang bisa timbul dan dievaluasi, kemudian dilakukan pengendalian. Karena itu, untuk mengantisipasi dan mengetahui kemungkinan bahaya di lingkungan kerja ditempuh tiga langkah utama, yakni :<sup>17</sup>

#### a. Pengenalan Lingkungan Kerja

Pengenalan lingkungan kerja ini biasanya dilakukan dengan cara melihat dan mengenal (*walk through inspection*), dan ini merupakan langkah dasar yang pertama-tama dilakukan dalam upaya kesehatan kerja

#### b. Evaluasi Lingkungan Kerja

Merupakan tahap penilaian karakteristik dan besarnya potensi-potensi bahaya yang mungkin timbul, sehingga bisa untuk menentukan prioritas dalam mengatasi permasalahan

c. Pengendalian Lingkungan Kerja

Pengendalian lingkungan kerja dimaksudkan untuk mengurangi atau menghilangkan pajanan terhadap agen yang berbahaya di lingkungan kerja. Kedua tahapan sebelumnya, pengenalan dan evaluasi, tidak dapat menjamin sebuah lingkungan kerja yang sehat. Jadi hanya dapat dicapai dengan teknologi pengendalian yang memadai untuk mencegah efek kesehatan yang merugikan kalangan para pekerja.

## **2.12. Pneumokoniosis Akibat Debu**

Pneumokoniosis adalah sekumpulan penyakit yang disebabkan oleh penimbunan debu-debu di dalam jaringan paru-paru. Biasanya berupa debu mineral. Tergantung dari jenis debu mineral yang ditimbun, nama penyakitnya pun berbeda-beda. Gejalanya pun berbeda-beda, tergantung dari derajat dan banyaknya debu yang ditimbun di dalam paru-paru <sup>17</sup>

Ketika bernafas, udara yang mengandung debu masuk ke dalam paru-paru. Tidak semua debu dapat menimbun di dalam jaringan paru-paru, karena tergantung besar ukuran debu tersebut. Debu-debu yang berukuran 5-10 mikron akan ditahan oleh jalan napas bagian atas, sedangkan yang berukuran 3-5 mikron ditahan di bagian tengah jalan napas. Partikel-partikel yang berukuran 1-3 mikron akan ditempatkan langsung di permukaan jaringan dalam paru-paru.<sup>17</sup>

Secara umum gejala-gejalanya antara lain batuk-batuk kering, sesak napas, kelelahan umum, berat badan berkurang dan lain-lain. Melihat gambaran foto rotgen menunjukkan adanya kelainan dalam paru-paru. Namun, pemeriksaan di tempat kerja harus menunjukkan adanya debu yang diduga sebagai penyebab pneumokoniosis. <sup>17</sup>

Untuk mengetahui adanya kecacatan secara dini dapat dilakukan melalui penilaian secara objektif maupun subyektif. Pemeriksaan fungsi paru dengan menggunakan spirometri merupakan penilaian objektif untuk evaluasi gangguan respirasi. Sedang penilaian subyektif adalah dengan melihat gejala yang terjadi seperti sesak nafas. Menurut *American Thoracic Society ( ATS )* derajat sesak nafas diklasifikasikan menjadi :<sup>4</sup>

- a. Kelas I : normal, tidak ada sesak nafas pada saat kerja.
- b. Kelas II : sesak ringan, Dapat berjalan kaki secara normal pada tempat yang datar tetapi sesak bila naik tangga.
- c. Kelas III : sesak sedang, tidak dapat mengikuti orang sehat pada tempat yang datar tetapi dapat berjalan sendiri dengan kecepatan lebih dari 1 km.
- d. Kelas IV : sesak berat, tidak dapat berjalan lebih dari 100 m tanpa istirahat.
- e. Kelas V : sangat sesak, sesak nafas sudah timbul bahkan waktu berbicara atau berpakaian.

### 2.13. Ambang Batas Debu

Ukuran debu sangat berpengaruh terhadap terjadinya penyakit pada saluran pernafasan. Dari hasil penelitian ukuran tersebut dapat mencapai target organ sebagai berikut:<sup>11</sup>

- a. 5-10 mikron = akan tertahan oleh saluran pernafasan bagian atas
- b. 3-5 Mikron akan tertahan oleh saluran pernafasan bagian tengah
- c. 1-3 mikron sampai dipermukaan alveoli
- d. 0,5-0,1 mikron hinggap dipermukaan alveoli/selaput lendir sehingga menyebabkan fibrosis paru
- e. 0,1-0,5 mikron melayang dipermukaan alveoli.

Menurut WHO 1996 ukuran debu partikel yang membahayakan adalah berukuran 0,1 – 5 atau 10 mikron. Depkes mengisaratkan bahwa ukuran debu yang membahayakan berkisar 0,1 sampai 10 mikron.<sup>11</sup>

#### **2.14. Pemeriksaan Fungsi Paru**

Pemeriksaan fungsi paru umumnya dilakukan dengan menggunakan suatu alat yang disebut spirometri. Dengan spirometri ini, dapat diketahui uji fungsi paru dasar yang meliputi *Vital Capacity (VC)*, *Force Vital Capacity (FVC)* dan *Forced Expiratory Volume in One Second (FEV1)*. *Vital Capacity* adalah jumlah udara maksimal yang dapat diekspirasi sesudah inspirasi maksimal sedang *Force Vital Capacity* adalah pengukuran kapuritas vital yang di dapat pada ekspirasi dengan dilakukan secepat dan sekuat mungkin. *Forced Expiratory Volume One Second* adalah volume udara yang dapat diekspirasi dalam waktu satu detik selama tindakan FVC.<sup>13</sup> Pemeriksaan ini akan memberikan gambaran mengenai keadaan fungsi paru tenaga kerja yang diperiksa.

Pada tes fungsi paru, tes dibagi dalam dua kategori yaitu tes yang berhubungan dengan fungsi ventilasi paru-paru dan dinding dada serta tes yang berhubungan dengan pertukaran gas. Pemeriksaan dengan spirometri ini adalah tes yang berhubungan dengan fungsi ventilasi paru-paru dan dinding dada. Hasil dari tes fungsi paru ini tidak dapat untuk mendiagnosa suatu penyakit paru-paru tapi hanya memberikan gambaran gangguan fungsi paru yang dapat dibedakan atas kelainan ventilasi obstruktif dan restriktif. Kelainan obstruktif adalah setiap keadaan hambatan aliran udara karena adanya sumbatan atau penyempitan saluran nafas.<sup>18</sup> Sedangkan gangguan restriktif adalah gangguan pada paru yang menyebabkan kekakuan paru sehingga membatasi pengembangan paru-paru.

Kelainan obstruktif akan mempengaruhi ekspirasi sedangkan gangguan restriktif mempengaruhi kemampuan inspirasi.<sup>13</sup>

Pada orang yang normal volume udara di dalam paru-paru bergantung pada besar dan bentuknya. Selain dari itu volume dan kapuritas udara ini, berubah-ubah yaitu berkurang pada keadaan tidur telentang dan bertambah dalam keadaan berdiri. Sedangkan kapasitas vital nilainya bergantung<sup>18</sup> :

- a. Posisi seseorang ketika kapasitas ini diukur.
- b. Proses ketuaan atau bertambahnya umur.
- c. Kekuatan otot pernafasan.
- d. Daya regang paru-paru dan rangka dada.

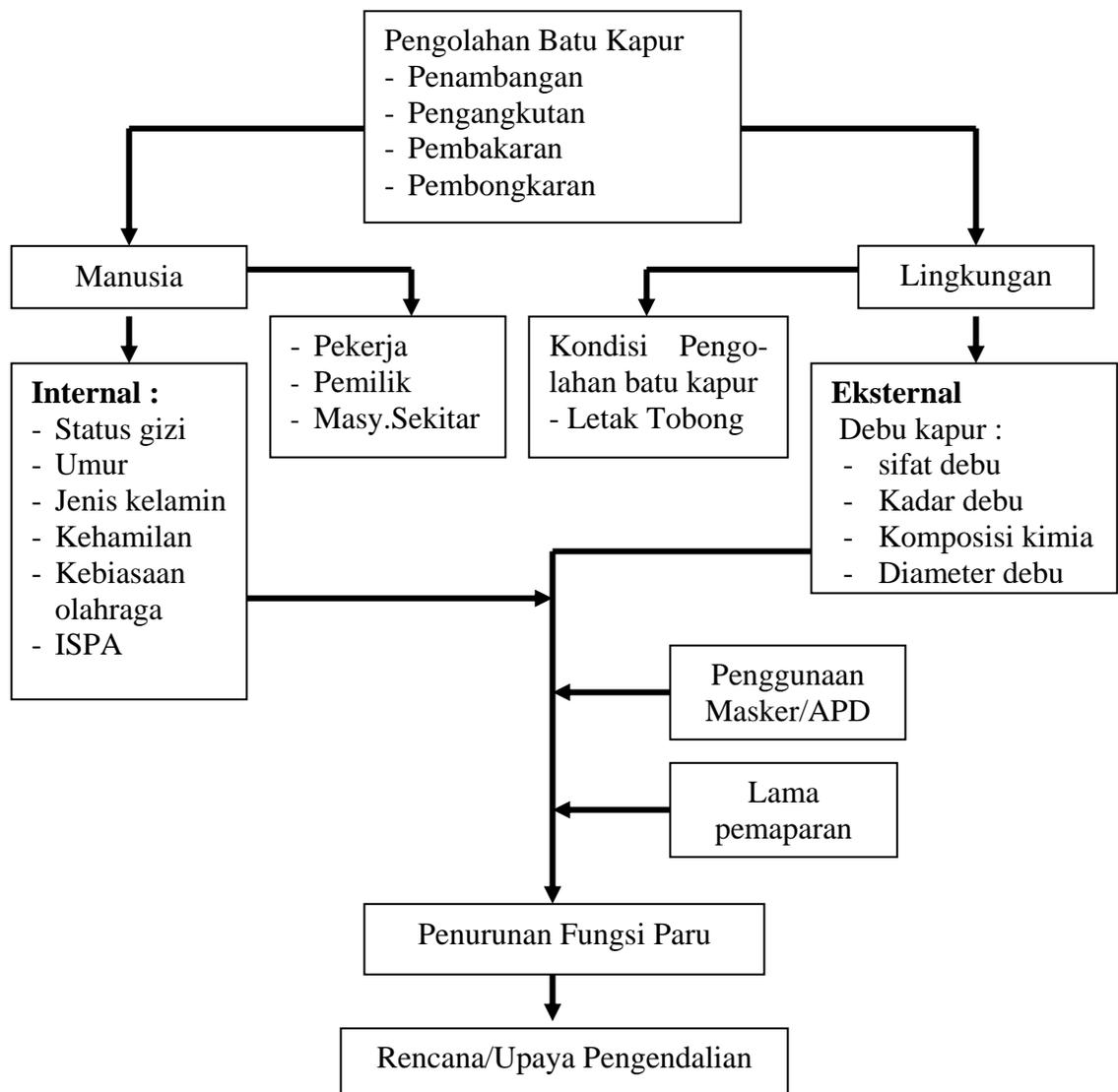
### **2.15. Upaya Pengendalian**

Penyakit akibat faktor pekerjaan bisa dihindarkan asal saja tenaga kerja mempunyai kemauan dan itikad yang baik untuk mencegahnya. Disini tenaga kerja mempunyai peranan yang penting dalam menghindari penyakit akibat kerja. Untuk penyakit akibat kerja yang disebabkan golongan debu, upaya pengendaliannya dapat dilakukan<sup>19</sup> :

- a. Substitusi yaitu mengganti bahan yang memiliki bahaya dengan bahan yang kurang berbahaya atau tidak berbahaya sama sekali.
- b. Ventilasi umum yaitu mengalirkan udara ke ruang kerja agar kadar debu yang ada dalam ruangan kerja menjadi lebih rendah dari kadar nilai ambang batas (NAB).
- c. Isolasi yaitu menutup proses, bahan atau alat kerja yang merupakan sumber debu agar tidak tersebar ke ruangan lain.
- d. Memodifikasi proses yaitu mengubah proses atau cara kerja sedemikian rupa agar hamburan debu yang dihasilkan berkurang.
- e. Mengadakan pemantauan terhadap lingkungan kerja yaitu pemantauan terhadap lingkungan kerja agar dapat diketahui apakah kadar debu yang dihasilkan sudah melampaui nilai ambang batas yang diperkenankan

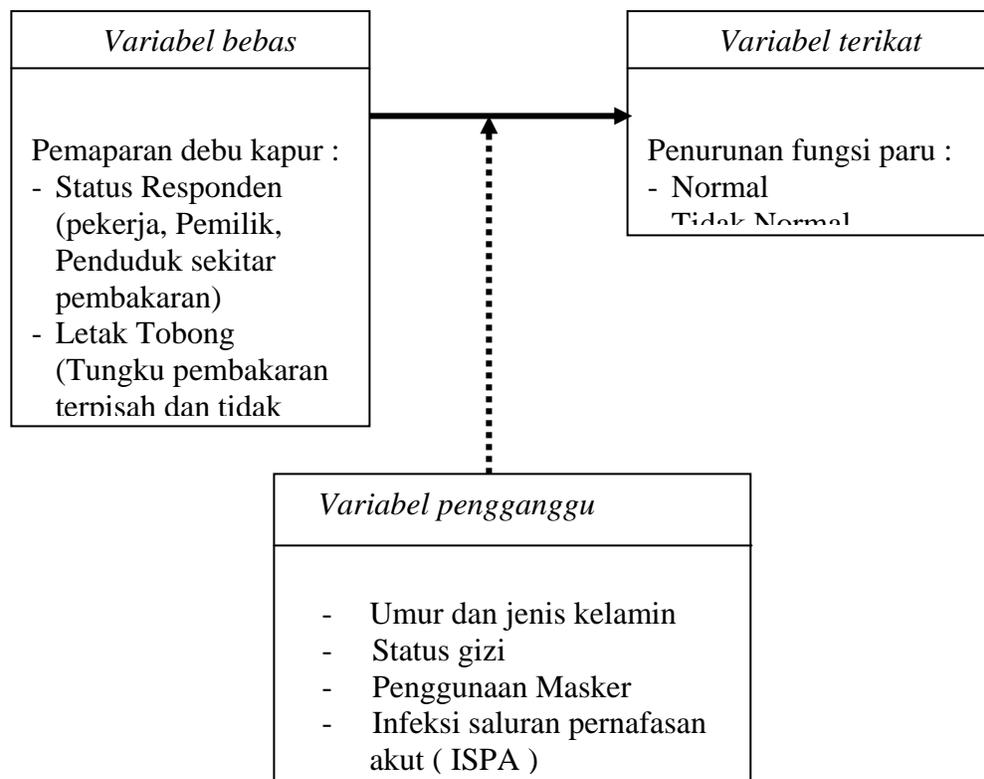
- f. Alat pelindung diri yaitu upaya perlindungan terhadap tenaga kerja agar terlindungi dari resiko bahaya yang dihadapi. Misalnya masker, sarung tangan, kaca mata dan pakaian pelindung.
- g. Penyuluhan tentang kesehatan dan keselamatan kerja secara intensif agar tenaga kerja tetap waspada dalam melaksanakan pekerjaannya.

### 2.16. Kerangka Teori



Gambar 2.2. Kerangka Teori

### 2.17. Kerangka Konsep



Gambar 2.3. Kerangka Konsep

### 2.18. Hipotesis

- a. Ada hubungan pemaparan partikel debu pada pengolahan batu kapur terhadap penurunan kapasitas fungsi paru pada pekerja, pemilik dan penduduk di desa Karangdawa kecamatan Margasari kabupaten Tegal.
- b. Ada perbedaan pemaparan partikel debu pada pengolahan batu kapur terhadap penurunan kapasitas fungsi paru pada pekerja, pemilik dan penduduk di desa Karangdawa kecamatan Margasari kabupaten Tegal

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Desain Penelitian**

Tipe penelitian ini adalah penelitian penjelasan (*explanatory research*), yaitu untuk menjelaskan hubungan kausal antara variabel-variabel melalui pengujian hipotesis. Penelitian ini bersifat kuantitatif disajikan data pengukuran univariat secara deskriptif dimana akan dihitung frekuensi, korelasi melalui chi-square dan memperbandingkan data dengan analisis diskriminan.

Metode dalam penelitian ini adalah metode epidemiologi dengan pendekatan *Cross Sectional*, karena variabel sebab dan akibat yang terjadi pada obyek penelitian diukur atau dikumpulkan dalam waktu yang bersamaan dan dilakukan pada situasi saat ini.<sup>20</sup>

#### **3.2. Ruang Lingkup Penelitian**

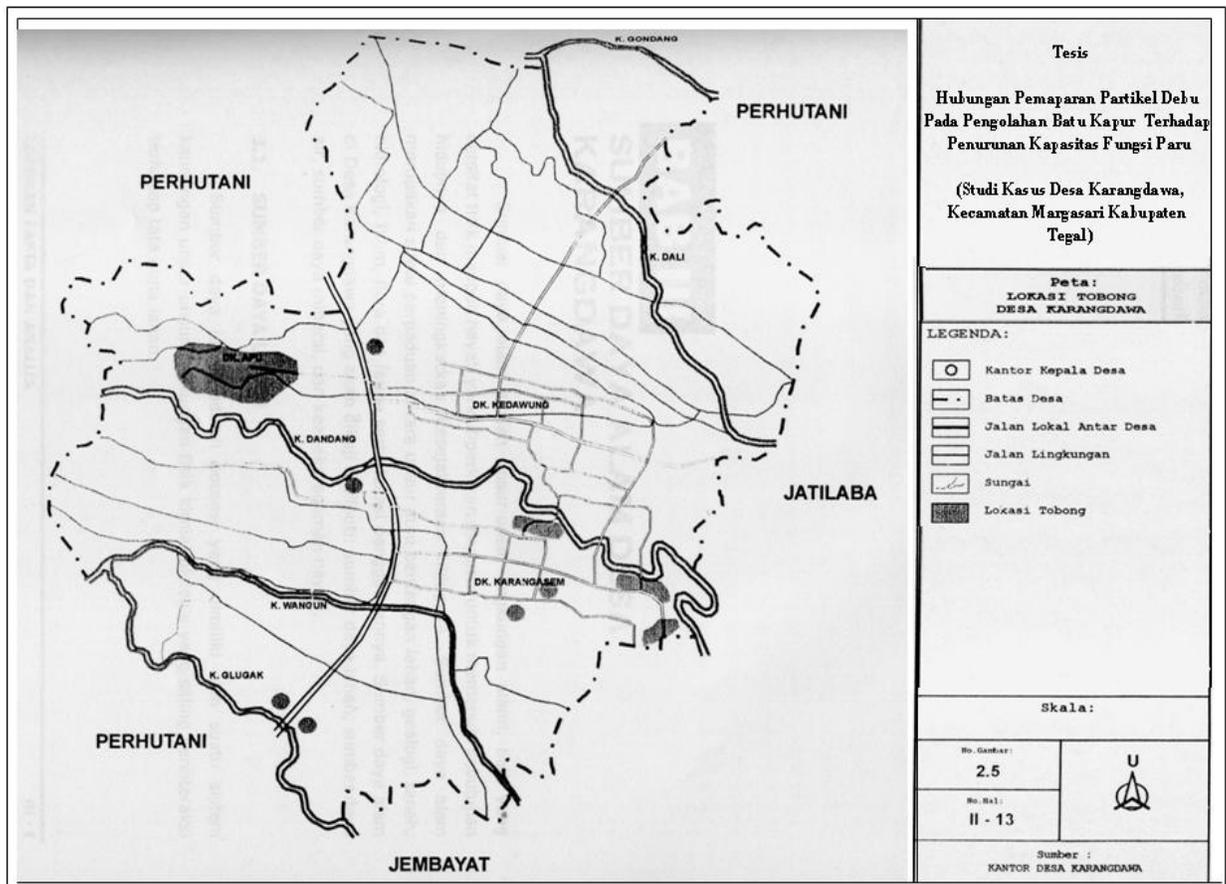
Penelitian ini memfokuskan pada pemaparan partikel debu dan penurunan fungsi paru pada pengolahan batu kapur di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal. Obyek penelitian ini adalah :

- a. Lokasi tungku pembakaran batu kapur yang terpisah dengan pemukiman penduduk yang terletak di Dukuh Apu
- b. Lokasi tungku pembakaran batu kapur yang tidak terpisah dengan pemukiman penduduk yang terletak di Dukuh Karangasem.

Sedangkan subyek penelitian ini terdiri dari :

- a. Pekerja di pengolahan batu kapur
- b. Pemilik tobong pembakaran batu kapur

- c. Penduduk yang bertempat tinggal di Dukuh Karangasem, yang pemukimannya tidak terpisah dengan tungku pembakaran (berjarak antara 50 m s/d 100 m dari tungku pembakaran)



Gb. 3.1. Peta Letak Tungku Pembakaran

Pada lokasi tungku peneliti melakukan pengukuran tingkat pencemaran udara (pengukuran kadar debu) dengan alat *Low Volume Air Sampler merk Sibata*, pengelolaan limbah, jenis tobong dan jenis bahan bakar yang digunakan. Data penurunan kapasitas fungsi paru, tinggi, berat badan masyarakat di desa

Karangdawa diambil dari Laporan Pengukuran Kapasitas Fungsi Paru Dinas Kesehatan Kabupaten Tegal tahun 2006. Sedangkan kondisi masyarakat diambil dari hasil wawancara. Hubungan antara obyek dan subyek penelitian dapat digambarkan pada tabel dibawah ini :

NO	KADAR DEBU/ LETAK TUNGKU	FUNGSI PARU	
		NORMAL	TIDAK NORMAL
1.	Pekerja - Terpisah - Tidak terpisah		
2.	Pemilik - Terpisah - Tidak terpisah		
3.	Penduduk - Terpisah - Tidak terpisah		

### 3.3. Populasi dan Sampel

Populasi penelitian ini adalah masyarakat di desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal yang terbagi menjadi 3 (tiga) kelompok yaitu :

- a. Kelompok pekerja : orang yang bekerja di tungku pembakar sebanyak 527 orang yang tersebar di 76 buah tungku pembakar yang ada

- b. Kelompok pemilik : orang yang memiliki tungku pembakar sebanyak 76 orang.
- c. Kelompok penduduk yang bertempat tinggal dekat dengan lokasi tungku pembakar (jarak antara 50 m s/d 100 m) sebanyak 60 KK

Jadi total jumlah populasi yang ada sebanyak 527 orang pekerja + 76 orang pemilik tungku pembakaran + 60 penduduk sekitar pembakaran batu kapur = 663 orang.

Pengambilan sampel dengan teknik *purposive sampling*. *Purposive sampling* atau disebut juga *sampling purposive* adalah teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu.<sup>21</sup> Dengan kata lain, sampel penelitian ini ditentukan oleh peneliti menurut pertimbangan kriteria tertentu yang telah ditetapkan sebelumnya. Untuk mendapatkan sampel yang *eligible* atau yang memenuhi syarat penelitian maka diterapkan kriteria inklusi dan eksklusi. Yang menjadi kriteria inklusi sampel yang diambil adalah sebagai berikut :

- a. Jenis kelamin : Laki-laki
- b. Umur : 18 – 45 tahun (usia produktif)
- c. Status Gizi : Gizi baik
- d. Status kesehatan : Tidak mempunyai riwayat penyakit paru  
Tidak sedang menderita ISPA

Jumlah sampel minimal yang harus diteliti menggunakan rumus menurut *Vincent Gaspersz*, penentuan besar sampel dengan menduga proporsi populasi dapat diformulasikan sebagai berikut :<sup>22</sup>

$$n = \frac{NZ^2P(1-P)}{NG^2 + Z^2P(1-P)}$$

Dimana : N = Ukuran populasi  
 Z = tingkat keandalan (*confidence level* = 95% sehingga  $Z_{\text{tabel}} = 1,96$ )  
 P = Proporsi populasi  
 G = Galat pendugaan

Berdasarkan data Profil Kesehatan Kabupaten Tegal tahun 2005 diketahui bahwa prevalensi penyakit ISPA di Desa Karangdawa sebesar 68%.<sup>23</sup> Selanjutnya data tersebut digunakan peneliti sebagai asumsi terhadap proporsi (P) penyakit ISPA, yaitu  $P = 0,68$  dan  $(1-P) = 0,32$ .

Menurut Vincent Gaspersz, penentuan galat pendugaan dalam penelitian ini dihitung berdasarkan langkah-langkah sbb :

Karena rasio ukuran contoh populasi (prevalensi ISPA),  $n/N = 100/663 = 0,151$  lebih besar daripada 0,05, maka sesuai ketentuan pendugaan ragam (*variance*) dari nilai proporsi adalah menggunakan formula sebagai berikut :

$$V(p) = \frac{P(1-P)}{n-1} \quad \text{dengan} \quad S_p = \sqrt{V(p)}$$

$$V(p) = \frac{0,68(0,32)}{100-1} = 0,002198$$

$$S_p = \sqrt{0,002198} = 0,0469$$

Dengan menggunakan taraf kepercayaan 95%, maka dapat ditentukan galat pendugaan nilai proporsi berdasarkan formula sebagai berikut :

$$BG_p = (t_{/2; n-1})(S_p) \quad \text{dan} \quad P(G_p < BG_p) = 0,95$$

$$\text{Nilai } (t_{/2; n-1}) = 1,987$$

$$\begin{aligned}
 BG_p &= (t_{0,05/2 : 100-1}) (S_p) \\
 &= (1,987) (0,0469) = 0,0932
 \end{aligned}$$

$$\text{sehingga : } P(G_p < BG_p) = 0,95$$

$$P(G_p < 0,0969) = 0,95$$

Artinya, dengan taraf kepercayaan 95%, galat pendugaan nilai proporsi tidak akan lebih besar daripada 0,0932

Berdasarkan nilai-nilai di atas maka penentuan besar sampel dengan menduga proporsi populasi dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{NZ^2P(1-P)}{NG^2 + Z^2P(1-P)} = \frac{663 \times 1,96^2 \times 0,68 \times 0,32}{(663 \times 0,0932^2) + (1,96^2 \times 0,68 \times 0,32)} \\
 &= 84,04 \text{ dibulatkan menjadi } 84
 \end{aligned}$$

Maka jumlah sampel di tiap kelompok ditetapkan sebagai berikut :

- |                        |                      |                  |
|------------------------|----------------------|------------------|
| 1. Kelompok pekerja    | ( 527 : 663 ) X 84 = | 66.77 = 66 orang |
| 2. Kelompok pemilik    | ( 76 : 663 ) X 84 =  | 9.63 = 10 orang  |
| 3. Kelompok masyarakat | ( 60 : 663 ) X 84 =  | 7.60 = 8 orang   |
|                        | Jumlah               | = 84 orang       |

### 3.4. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

#### 3.4.1. Variabel Penelitian

##### a. Variabel Bebas

Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah partikel debu kapur.

##### b. Variabel terikat

Dalam penelitian ini variabel terikatnya adalah penurunan fungsi paru.

##### c. Variabel pengganggu

Dalam penelitian ini yang menjadi variabel pengganggu adalah umur dan jenis kelamin, status gizi, olahraga, penggunaan masker dan infeksi saluran pernafasan akut (ISPA).

### 3.4.2. Definisi Operasional

#### a. Kadar debu kapur

Adalah jumlah kandungan debu yang terdapat di lingkungan pekerja pembakaran kapur. Diukur dengan alat *Low Volume Air Sampler* untuk mengetahui Total Partikel Debu (*Total Suspended Particulate/TSP*)

Satuan :  $\text{mg/m}^3$

Skala : rasio

Untuk analisis data dikategorikan :

Letak Tungku : 1 = Tungku Terpisah  
2 = Tungku Tidak Terpisah

Status Responden : 1 = Pekerja  
2 = Pemilik  
3 = Penduduk sekitar pembakaran

#### b. Kapasitas fungsi paru

Adalah gangguan faal paru yang disebabkan oleh debu kapur di dalam lingkungan kerja yang diukur dengan menggunakan Spirometri. Untuk mendapatkan data tentang kapasitas fungsi paru maka jenis pemeriksaan yang diambil adalah :

##### 1) FVC (*Force Vital Capacity*)

Adalah volume udara yang dapat diekspirasi dengan secepat dan sekuat mungkin setelah inspirasi maksimal yang diukur dengan Spirometri.

Satuan : ml

Skala : rasio

##### 2) FEV1 (*Forced Expiratory Volume in one second*)

Adalah volume udara yang dapat diekspirasi dalam waktu satu detik selama tindakan FVC yang diukur dengan alat *Spirometri*

Satuan : ml

Skala : rasio

Untuk analisis data dikategorikan : 1 = Normal

2 = Tidak Normal

### 3.5. Teknik Pengumpulan Data

**Alat ukur yang digunakan dalam hal ini adalah daftar kuesioner (formulir isian) dan data dokumen (laporan pengukuran kapasitas fungsi paru di desa Karangdawa dari dinas kesehatan, laporan pengelolaan lingkungan dari DLHKP, Laporan Pengolahan Batu Kapur dari Koperasi Batu Kapur, Profil Kesehatan Puskesmas Margasari, Data Umum Desa Karangdawa dari Pemerintah Desa Karangdawa dll). Pengumpulan data dalam penelitian ini diperoleh dari 2 (dua) sumber data sebagai berikut :**

#### 3.5.1. Data primer

Adalah data yang didapat langsung dari lapangan dengan menggunakan kuesioner serta melalui pengukuran terhadap responden. Adapun hasil data yang diambil adalah sebagai berikut :

#### 3.5.2. Hasil kuesioner

Yaitu biodata, riwayat kesehatan seperti sesak nafas, sakit dada, batuk-batuk serta penggunaan APD (masker/ penutup hidung), keterlibatan dalam pengolahan batu kapur.

#### 3.5.3. Pengukuran kadar partikel debu<sup>24</sup>

Pengukuran kadar debu menggunakan alat *Low Volume Air Sampler merk Sibata*. Pengukuran dilakukan oleh peneliti bersama bersama tim Laboratorium Kesehatan Lingkungan Kabupaten Tegal.

Prinsipnya adalah partikel debu ditangkap dengan filter fiber glass yang sudah diketahui beratnya serta volume udara yang dipompa dengan alat *Low volume Air Sampler*. Kemudian filter setelah dipompa ditimbang lagi, selisih beratnya dapat dihitung sebagai konsentrasi partikel debu. Adapun cara pengukurannya adalah sebagai berikut :

- a. Filter dikeringkan dalam inkubator  $110^{\circ}$  C, kemudian dinginkan dalam exicator selama 15 menit, lalu ditimbang (misal beratnya = A gram)
- b. Filter tersebut dipasang pada *Filter Holder*.
- c. Dipasang slang pada *Filter Holder* dan dihubungkan dengan *inlet* pada *vacum pump*.
- d. Tripot didirikan pada lokasi sampling dan *Filter Holder* dipasang pada *tripot*.
- e. *Vacum pump* dihidupkan dengan cara mengatur tombol ke posisi on.
- f. *Flow meter* diatur dengan kecepatan  $20 \text{ m}^3$  udara per menit.
- g. Pengambilan sampel selama 30 menit (t). Setelah selesai filter di lepas dengan menggunakan pinset dan dimasukkan kedalam amplop dan dihindarkan adanya kontaminasi.
- h. Kemudian *filter fiber glass* dibawa di laboratoium, keringkan dalam inkubator  $110^{\circ}$  C, dinginkan dalam exicator 15 menit, kemudian ditimbang (misal Beratnya =B gram)

Perhitungan :

$$\text{Konsetrasi debu} = \frac{(B-A)\text{gram}}{txQ} = X\text{mg}/\text{m}^3$$



### Gambar 3.2. Pengukuran Kadar Partikel Debu

#### 3.5.4. Data sekunder

Data sekunder diperoleh melalui dokumen-dokumen yang ada di Balai Desa Karangdawa, koperasi batu kapur, Puskesmas Margasari, Dinas Kesehatan dan DLHKP Kabupaten Tegal.

### 3.6. Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan dilakukan pengolahan data. Tahap pengolahan data sebagai berikut :

#### 3.6.1. Editing

Langkah ini dimaksudkan untuk melakukan pengecekan kelengkapan data, kesinambungan data dan keseragaman data

#### 3.6.2. Koding

Setelah dilakukan editing, langkah selanjutnya adalah melakukan pengkodean data untuk memudahkan pengolahannya.

#### 3.6.3. Entry Data

Memasukkan data yang telah dilakukan koding ke dalam *Variable Sheet SPSS version 11*.

#### 3.6.4. Tabulasi

Merupakan langkah untuk mengelompokkan data ke dalam suatu data tertentu menurut sifat-sifat yang dimiliki.

### 3.7. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan *Software Program SPSS version 11*.<sup>25</sup> Data yang diperoleh dari pengukuran dan hasil kuesioner diolah, diklasifikasikan dan disusun dalam bentuk narasi berdasarkan tabel. Adapun teknik analisisnya yaitu sebagai berikut :

#### 3.7.1. Analisis Univariate

Analisa *univariate* merupakan penyajian yang hanya mempersoalkan satu variabel yang dalam penyajiannya berbentuk tabel distribusi frekuensi. Analisa ini dilakukan pada keseluruhan variabel penelitian.

#### 3.7.2. Analisis Bivariate

Analisis *bivariate* dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat, karena variabel penelitian ini terkait dengan skala pengukuran data nominal/ordinal maka digunakan uji *Chi-Square*. Uji *Chi-Square* adalah teknik statistik yang digunakan untuk menguji hipotesis bila dalam populasi/sampel terdiri atas dua atau lebih kelas, data berbentuk nominal dan sampelnya besar.<sup>21</sup> Untuk menguji signifikansi dilakukan dengan menguji harga *Chi Square hitung* yang didapat dengan harga *Chi Square tabel*, pada taraf kesalahan dan  $\alpha$  tertentu.  $H_0$  ditolak bila harga *Chi Square hitung* > *Chi Square tabel* atau bila  $p \text{ value} < 0,05$  pada taraf kepercayaan 95%.

#### 3.7.3. Analisa multivariat

Dilakukan dengan menggunakan uji statistik analisis diskriminan (*Discriminant Analysis*). Analisis diskriminan

merupakan bentuk regresi dengan variabel terikat berbentuk non metrik atau kategori.<sup>26</sup> Uji analisis diskriminan (*Discriminant Analysis*) adalah teknik multivariat yang variabel dependennya menggunakan data katagorikal. Tujuan analisis diskriminan adalah untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang jelas antar grup pada variabel dependen (penurunan kapasitas fungsi paru). Jika ada perbedaan, variabel independen manakah yang membuat perbedaan tersebut (letak tobong dan status responden). Sedangkan tujuan yang kedua adalah membuat fungsi atau model diskriminan yang pada dasarnya mirip dengan persamaan regresi.<sup>27</sup>

### 3.8. Instrumen Penelitian

- a. Alat *Low Volume Air Sampler* merk Sibata
- b. Alat tulis
- c. Komputer
- d. Kuisisioner



Gambar 3.3. Alat *Low Volume Air Sampler* merk Sibata

## BAB IV

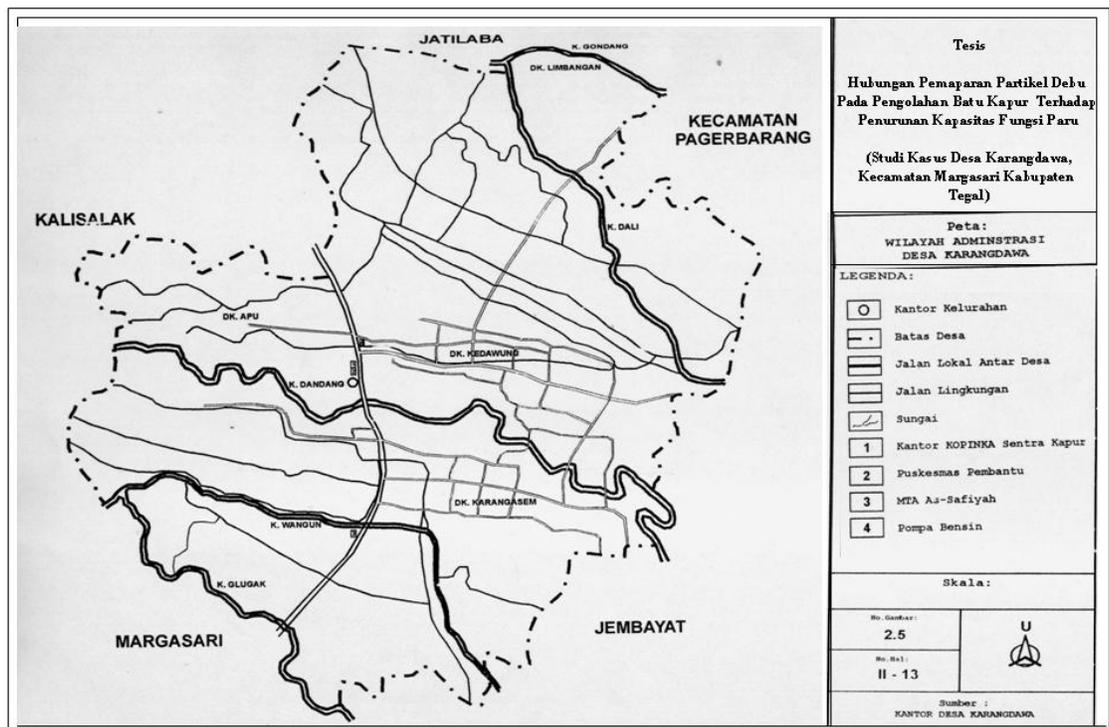
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Gambaran Umum Desa Karangdawa

##### 4.1.1. Keadaan Geografi <sup>28</sup>

Desa Karangdawa merupakan salah satu dari 13 desa yang ada di Kecamatan Margasari, Kabupaten Tegal. Desa Karangdawa terletak disebelah barat daya dari ibukota kabupaten dan berjarak  $\pm$  25 Km dari ibukota Kabupaten. Batas wilayah Desa Karangdawa secara Administratif adalah sebagai berikut :

- Sebelah utara : Desa Jatilaba dan Kecamatan Pagerbarang
- Sebelah timur : Desa Jembayat
- Sebelah barat : Desa Kali Salak dan Desa Jatilaba
- Sebelah selatan : Desa Margasari



Gambar 4.1. Peta wilayah administrasi Desa Karangdawa

Luas wilayah Desa Karangdawa adalah 648,825 Ha, yang terdiri dari tanah sawah ±329,100 Ha, pemukiman dan tegalan seluas ± 319,725 Ha. Sedangkan secara topografi Desa Karangdawa merupakan dataran rendah yang berada ± 65 meter diatas permukaan laut.

#### 4.1.2. Keadaan Demografi <sup>28</sup>

Wilayah Desa Karangdawa terbagi dalam 10 Rukun Warga (RW) dan 48 Rukun Tetangga (RT).Jumlah penduduk Desa Karangdawa Kecamatan Margasari pada Bulan Desember tahun 2006 sesesar 14.527 jiwa yang terdiri dari laki-laki 7.209 jiwa dan perempuan sebesar 7.318 jiwa.. Jumlah penduduk tersebut tersebar di 4 pedukuhan yang ada yaitu Dukuh Limbangan, Dukuh Apo, Dukuh Kedawung dan Dukuh Karangasem. Penduduk Desa Karangdawa yang terbanyak tinggal di Dukuh Kedawung dan Dukuh Karangasem.

Jumlah penduduk Desa Karangdawa menurut Golongan umur dapat dilihat seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Distribusi Penduduk menurut Golongan Umur Di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal Tahun 2006.

No.	Golongan Umur	Jumlah	Persentase
1.	0 – 6	3.873	26,7
2.	7 – 12	2.232	15,4
3	13 – 18	1.678	11,6
4.	19 – 24	910	6,3
5.	25 – 55	4.758	32,7
6.	56 – 79	966	6,6
7.	80 – keatas	110	0,7
	<b>Jumlah</b>	<b>14.527</b>	<b>100,0</b>

Sumber : Monografi Desa Karangdawa , 2006.

Dari Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa penduduk yang paling banyak adalah golongan umur 25 – 55 tahun yaitu sebesar 4.758 jiwa (32,7 %) dan golongan umur 0 – 6 tahun sebanyak 3.873 jiwa (26,7 %). Sedangkan jumlah paling sedikit adalah golongan umur 80 tahun ke atas sebesar 110 jiwa (0,7 %).

#### 4.1.3. Keadaan Sosial Ekonomi <sup>28</sup>

##### a. Tingkat Pendidikan Penduduk

Tingkat pendidikan penduduk Desa Karangdawa Kecamatan Margasari dapat dilihat seperti pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Distribusi Penduduk menurut Tingkat Pendidikan Di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal Tahun 2006.

No.	Tingkat Pendidikan	Jumlah	Persentase
1.	Belum Sekolah	2.243	24,4
2.	Tidak/Belum Tamat SD	6.135	66,8
3	Tamat SD	510	5,5
4.	Tamat SLTP	190	2,1
5.	Tamat SLTA	103	1,1
6.	Tamat Akademi/PT	9	0,1
	<b>Jumlah</b>	<b>9.190</b>	<b>100,0</b>

Sumber : Monografi Desa Karangdawa , 2006.

Dari Tabel 4.2. dapat diketahui bahwa jumlah penduduk menurut tingkat pendidikan, jumlah terbanyak adalah penduduk yang tidak/belum tamat SD yaitu sebesar 6.135 (66,8 %), dan penduduk yang belum sekolah sebesar 2.243 jiwa (24,4 %). Sedangkan penduduk yang mengenyam pendidikan Perguruan Tinggi sebesar 9 orang (0,1 %).

b. Mata Pencaharian Penduduk

Mata Pencaharian Penduduk Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal dapat dilihat pada Tabel 4.3. berikut :

Tabel 4.3. Distribusi Penduduk menurut Pekerjaan Di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal Tahun 2006.

No.	Pekerjaan	Jumlah	Persentase
1.	Petani	604	20,1
2.	Buruh	2.155	71,6
3	Pedagang	85	2,8
4.	Peternak	71	2,3
5.	Sopir	35	1,2
6.	PNS	32	1,0
7.	Pensiunan	20	0,7
8.	Pengrajin/Industri Kecil	5	0,2
9.	TNI/Polri	4	0,1
	<b>Jumlah</b>	<b>3.011</b>	<b>100,0</b>

Sumber : Monografi Desa Karangdawa , 2006.

Dari Tabel 4.3. dapat diketahui bahwa pekerjaan penduduk Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal sebagian besar adalah buruh yaitu sebesar 2.155 orang (71,57 %), dan sebagian lainnya adalah petani sebesar 604 orang (20,06 %).

4.1.4. Kondisi Kesehatan Masyarakat <sup>23</sup>

Kondisi kesehatan masyarakat Desa Karangdawa dapat diketahui dari data Puskesmas Margasari. Jenis Penyakit di Wilayah Puskesmas Margasari dapat dilihat seperti pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Jenis Penyakit di Wilayah Puskesmas Margasari Kabupaten Tegal Tahun 2006.

No.	Jenis Penyakit	Jumlah Kasus		Jumlah
		Baru	Lama	
1.	ISPA	472	743	1215
2.	Penyakit kulit alergi	81	139	220
3.	Penyakit kulit infeksi	58	117	175
4.	Penyakit rongga mulut lain	40	85	125
5.	Penyakit otot/sendi tulang	38	50	88
6.	Diare	18	45	63
7.	Penyakit lain sal.pernafasan	22	36	58
8.	Tekanan darah tinggi	6	26	32
9.	Scabies	8	18	26
10.	Disentri	11	13	24

Sumber : Data Puskesmas Margasari , 2006.

Dari Tabel 4.4. dapat diketahui bahwa penyakit ISPA (Infeksi Saluran Pernafasan Akut) menduduki peringkat pertama, kemudian disusul penyakit kulit alergi dan penyakit kulit infeksi. Dari data Profil Puskesmas Margasari sumbangan terbesar ISPA berasal dari Desa Karangdawa sebanyak 174 penderita, disusul desa Margasari sebanyak 113 penderita dan Desa Jatilaba sebanyak 97 penderita. Kedua desa tersebut wilayahnya berbatasan langsung dengan Desa Karangdawa.

#### 4.1.5. Kondisi Sanitasi Lingkungan <sup>23</sup>

Kondisi sanitasi lingkungan Desa Karangdawa dapat diketahui dari data Puskesmas Margasari. Kondisi sanitasi lingkungan di Desa Karangdawa dapat dilihat seperti pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Kondisi Sanitasi Lingkungan di di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal Tahun 2006.

No.	Sanitasi Lingkungan	Jumlah Rumah		MSK
		Diperiksa	Prosentase	
1.	Rumah Sehat	30	16,21	5
2.	Air Bersih	30	100	30
3	Jamban	30	90	27
4.	Tempat sampah	30	53	16
5.	SPAL	30	76	23

Sumber : Data Puskesmas Margasari , 2006.

Dari Tabel 4.5. dapat diketahui bahwa kondisi sanitasi lingkungan di Desa Karangdawa masih banyak yang belum memenuhi syarat kesehatan. Dari data Profil Puskesmas Margasari rumah yang memenuhi syarat kesehatan di Desa Karangdawa sebanyak 16,21%, rumah yang mempunyai tempat pembuangan sampah sebanyak 53%. Sedangkan air bersih di Desa Karangdawa tidak menjadi masalah, karena dari hasil pemeriksaan 100% sudah mempunyai sarana air bersih.

#### 4.2. Karakteristik Responden

Jumlah responden pada penelitian ini sebanyak 84 responden, yang terdiri dari penduduk sekitar pembakaran batu kapur, pemilik dan pekerja pada bagian pembakaran batu kapur baik pada tungku berbahan bakar minyak ataupun campuran, yang terdapat di dua titik lokasi pembakaran (dukuh Karangasem dan dukuh Apu). Berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan maka hanya responden yang memenuhi syarat saja yang dianalisa.



Gambar 4.2. Wawancara dengan responden

#### 4.2.1. Umur

Usia responden pada penelitian ini adalah usia responden yang masih dalam usia produktif. Adapun gambaran mengenai usia responden dapat dilihat seperti pada Tabel 4.6. berikut :

Tabel 4.6. Usia Responden Di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal Tahun 2007.

No.	Usia Responden	Frekuensi	Persentase
1.	18 – 20	3	3,6
2.	21 – 25	11	13,1
3.	26 – 30	15	17,9
4.	31 – 35	17	20,2
5.	36 – 40	17	20,2
6.	41 – 45	21	25,0
	<b>Jumlah</b>	<b>84</b>	<b>100,0</b>

Sumber : Data Primer , 2007.

Dari Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa responden terbanyak adalah golongan usia 41 – 45 tahun yaitu sebanyak 21 orang (25,0%), dan

jumlah terkecil adalah golongan usia 15 – 20 tahun yaitu sebanyak 3 orang (3,6%). Rata-rata umur responden berumur 34,8 tahun.

#### 4.2.2. Pendidikan

Pendidikan responden terbagi menjadi empat kelompok, yaitu tidak tamat Sekolah Dasar (SD), tamat Sekolah Dasar (SD), tamat Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama (SLTP), dan tamat Sekolah Lanjutan Tingkat Atas (SLTA). Pendidikan responden di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal dapat dilihat seperti pada Tabel 4.7. berikut :

Tabel 4.7. Pendidikan Responden Di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal Tahun 2007.

No.	Tingkat Pendidikan	Frekuensi	Persentase (%)
1.	Tidak tamat SD	40	47,6
2.	Tamat SD	34	40,5
3	Tamat SLTP	4	4,8
4.	Tamat SLTA	6	7,1
	<b>Jumlah</b>	<b>84</b>	<b>100,0</b>

Sumber : Data Primer , 2007.

Berdasarkan Tabel 4.7. tersebut dapat diketahui bahwa pendidikan responden di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal yang paling banyak tidak tamat SD yaitu sebanyak 40 orang (47,6%). Sedangkan yang paling sedikit adalah tamat SLTP sebanyak 4 orang (4,8%).

#### 4.2.3. Penghasilan

Penghasilan responden dalam kegiatan pengolahan batu kapur Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal dapat dilihat pada Tabel 4.8. berikut :

Tabel 4.8. Penghasilan Responden Di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal Tahun 2007.

No.	Penghasilan	Frekuensi	Persentase
1.	Rp.100.000,- s/d Rp.300.000,-	66	78,6
2.	>Rp.300.000,- s/d Rp.500.000,-	6	7,1
3	>Rp.500.000,- s/d Rp.700.000,-	7	8,3
4.	>Rp.700.000,-	5	6,0
	<b>Jumlah</b>	<b>84</b>	<b>100,0</b>

Sumber : Data Primer , 2007.

Berdasarkan Tabel 4.8. tersebut dapat diketahui bahwa penghasilan responden di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal yang paling banyak berpenghasilan Rp.100.000,- s/d Rp.300.000,- yaitu sebanyak 66 orang (78,6%) yang semuanya merupakan pekerja pada pembakaran batu kapur. Sedangkan yang paling sedikit berpenghasilan >Rp.700.000,- sebanyak 5 orang (6,0%).

#### 4.2.4. Tingkat Pengetahuan

Tingkat pengetahuan responden tentang dampak lingkungan dalam kegiatan pengolahan batu kapur di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal dapat dilihat pada Tabel 4.9. berikut :

Tabel 4.9. Tingkat Pengetahuan Responden tentang Dampak Lingkungan Pengolahan batu Kapur Di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal Tahun 2007.

No.	Tingkat Pengetahuan	Frekuensi	Persentase
1.	Tidak tahu	74	88,1
2.	Tahu	10	11,9
	<b>Jumlah</b>	<b>84</b>	<b>100,0</b>

Sumber : Data Primer, 2007.

Berdasarkan Tabel 4.9. tersebut dapat diketahui bahwa tingkat pengetahuan responden tentang dampak lingkungan dalam kegiatan pengolahan batu kapur di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal yang tidak tahu sebanyak 74 orang (88,1%) sedangkan yang tahu sebanyak 10 orang (11,9%). Dari 10 orang responden yang mengetahui, dampak lingkungan yang dihasilkan dari pengolahan batu kapur adalah adanya pencemaran debu (11,9%), pencemaran asap (86,9%) dan lainnya (1,2%).

Tingkat pengetahuan responden tentang dampak kesehatan dalam kegiatan pengolahan batu kapur di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal dapat dilihat pada Tabel 4.10. berikut :

Tabel 4.10. Tingkat Pengetahuan Responden tentang Dampak Kesehatan Pengolahan batu Kapur Di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal Tahun 2007.

No.	Tingkat Pengetahuan	Frekuensi	Persentase
1.	Tidak tahu	74	88,1
2.	Tahu	10	11,9
	<b>Jumlah</b>	<b>84</b>	<b>100,0</b>

Sumber : Data Primer , 2007.

Berdasarkan Tabel 4.10. tersebut dapat diketahui bahwa tingkat pengetahuan responden tentang dampak kesehatan dalam kegiatan pengolahan batu kapur di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal yang tidak tahu sebanyak 74 orang (88,1%) sedangkan yang tahu sebanyak 10 orang (11,9%). Dari 10 orang responden yang mengetahui, dampak kesehatan yang dihasilkan dari pengolahan batu kapur adalah sesak napas (42,9%), sakit dada (20,2%), batuk (22,6%), gatal-gatal (2,4%) dan lainnya (11,9%).

#### **4.3. Kondisi Pengolahan Batu Kapur**

Sumber daya mineral yang ada di Desa Karangdawa berupa bukit batuan kapur (*limestone*) seluas  $\pm$  16 Ha, yang pengelolaannya dilaksanakan Koperasi Industri Kerajinan Rakyat (Kopinkra) Sentra Kapur Desa Karangdawa. Sebagian besar masyarakat Desa Karangdawa melakukan pekerjaan pada industri pengolahan batu kapur sebagai pencahariannya. Sebagian kecil masyarakat mendirikan tungku pembakaran batu kapur yang letaknya tidak jauh dari pemukiman penduduk.

Endapan batu kapur di Desa Karangdawa mempunyai ciri-ciri berwarna putih, putih kecoklatan, sifat fisik keras dan mempunyai kandungan  $\text{CaCO}_3$  dengan ketebalan tanah penutup 0,5 – 1 meter. Berdasarkan data dari Koperasi Kopinkra Sentra Kapur tahun 2005, diketahui jumlah cadangan batu kapur yang dapat ditambang berdasarkan rencana penambangan seluas  $\pm$  16 Ha yang berupa bukit dengan ketebalan 10 – 30 meter adalah sebesar  $\pm$  43.750.000 ton merupakan cadangan tereka dan  $\pm$  24.350.000 ton cadangan terukur.<sup>8</sup>

Dengan kemampuan sarana pendukung, tenaga kerja dan kondisi dilapangan maka cadangan terukur yang dapat diambil sebesar  $\pm$  24.350.000 ton. Sehingga dengan produksi yang direncanakan untuk sementara sebesar 240 ton/hari, maka produksi untuk waktu satu tahun (300 hari kerja) adalah sebesar

72.000 ton. Umur tambang diperkirakan 338 tahun (dengan catatan penambangan masih menggunakan cara tradisional seperti saat ini).<sup>8</sup>

#### 4.3.1. Jenis Bahan Baku

Jenis bahan baku yang dipakai di Desa Karangdawa adalah endapan batu gamping (kapur) yang mempunyai cirri-ciri berwarna putih, putih kecoklatan, sifat fisik keras serta mempunyai kandungan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) sekitar 90%, bahan bakunya merupakan bahan galian golongan C dengan jenis galian batu gamping.

Sumber bahan baku diambil dari area penambangan seluas 16 Ha di pegunungan kapur yang terletak di sebelah barat Desa Karangdawa yang merupakan milik masyarakat Karangdawa. Jarak antara pegunungan kapur dengan Desa Karangdawa antara 2-3 Km dengan lebar jalan antara 5-6 m merupakan jalan lokal dengan kondisi jalan rusak berat.

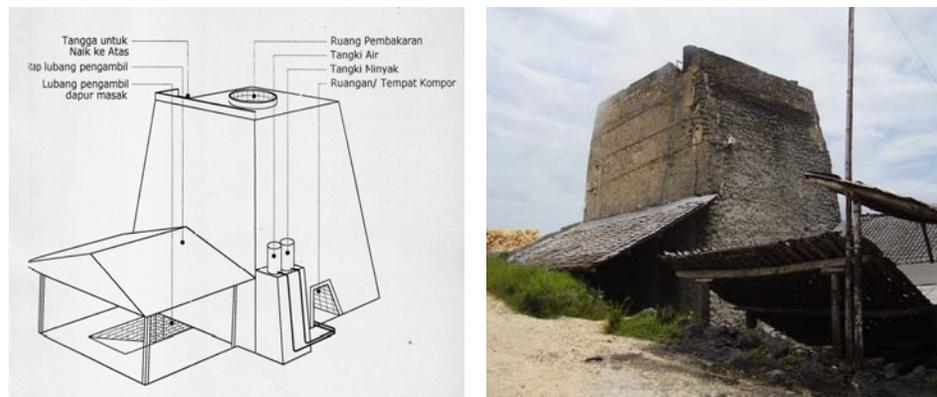
Penambangan batu kapur dengan menggunakan dinamite rakitan oleh *animer* (pemilik tambang). Pemilik tungku membeli bahan baku dari pemilik tambang. Setiap satu ton batu kapur seharga Rp.30.000,- s/d Rp.35.000,- harga tersebut belum termasuk retribusi masuk lokasi tambang. Retribusi ini diatur dan dikelola oleh Koperasi Kopinkra Sentra Kapur

#### 4.3.2. Jumlah dan Jenis Tungku

Berdasarkan hasil pengamatan dilapangan, di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari terdapat 76 buah tungku pembakaran batu kapur atau yang disebut masyarakat sekitar sebagai *tobong*. Bentuk tungku yang ada di Desa Karangdawa adalah tungku tegak system berkala karena kapasitasnya kecil dan merupakan industri kecil. Tungku pembakaran batu kapur tersebut ada dua jenis, yaitu tungku berbentuk persegi dan berbahan bakar minyak sebanyak 23 buah, dan tungku berbentuk silinder dan berbahan bakar campuran sebanyak 53 buah. Lokasi tungku berbahan bakar minyak berada di Dukuh Apo dan Dukuh Karangasem.

a. Tungku Bentuk Persegi<sup>29</sup>

Tungku berkala bentuk ini, sistem pembakarannya pada dua dapur (brander) di bawah, bahan bakar yang digunakan berupa minyak/residu dari oli bekas. Kejelekan dari sistem ini kematangan kapur tidak seragam, dibagian bawah akan terlalu matang sehingga jelek untuk bahan bangunan, sedangkan dibagian atas kematangannya kurang, ongkos produksi mahal, tenaga kerja banyak. Keuntungannya adalah waktu pembakaran singkat, asap yang dihasilkan sedikit dan naik ke atas karena tungkunya tinggi.



Gambar 4.3. Tungku Bentuk Persegi

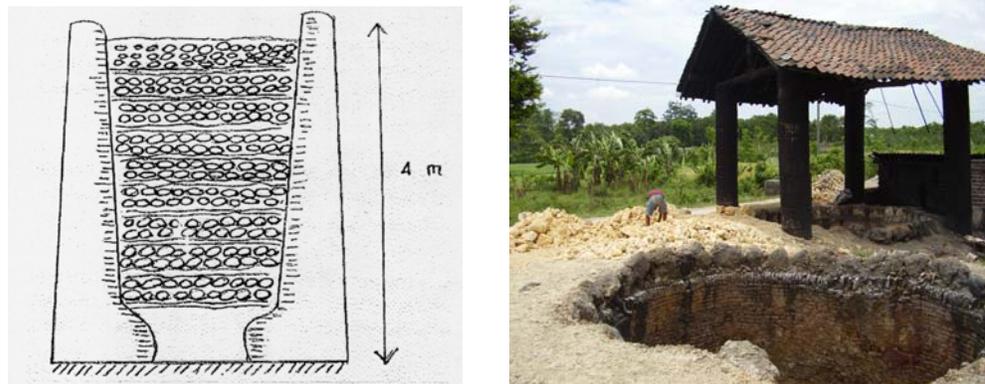
Tungku dengan bahan bakar minyak dapat berproduksi selama 24 jam dan setiap 4 jam sekali hasil kapur dapat diambil. Tungku jenis ini beroperasi dengan tenaga kerja sebanyak  $\pm 8 - 15$  orang, yang bekerja 24 jam dengan 2 shift kerja bergantian.



Gambar 4.4. Proses Pengolahan batu kapur di tungku bentuk persegi

b. Tungku Bentuk Silinder<sup>30</sup>

Tungku bentuk ini memakai sistem pembakaran serentak, yaitu dengan menyusun bahan bakar kayu atau bahan bakar campuran (ban bekas, blotong, limbah pabrik dll) dan batuan kapur secara berlapis-lapis. Keuntungan dengan cara ini adalah pembakaran dapat merata sehingga kematangannya seragam, ongkos produksi murah, tenaga kerja sedikit. Sedangkan kejelekannya adalah waktu yang dibutuhkan untuk pembakaran lama dan asap yang dihasilkan banyak berwarna hitam menyebar kesamping karena ketinggian tungku rata dengan tanah.



Gambar 4.5. Tungku Bentuk Silinder

Berbeda dengan tungku berbahan bakar minyak, tungku yang menggunakan bahan bakar campuran membutuhkan waktu  $\pm$  15 hari untuk sekali pembakaran. Tungku jenis ini memerlukan pekerja yang relatif lebih sedikit dibandingkan tungku dengan bahan bakar minyak, sebuah tungku berbahan bakar campuran dioperasikan oleh 5 orang pekerja dengan 2 shift dalam 24 jam.



Gambar 4.6. Proses Pengolahan batu kapur di tungku bentuk silinder

Jenis bahan bakar yang digunakan dalam pengolahan batu kapur Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal dapat dilihat pada Tabel 4.11. berikut :

Tabel 4.11. Jenis Bahan Bakar dalam Pengolahan Batu Kapur Di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal Tahun 2007.

No.	Jenis bahan bakar	Jumlah Responden	Persentase
1.	Kayu	0	0
2.	Bonggol jagung	0	0
3	Ban Bekas	0	0
4.	Aki bekas	0	0
5.	Blotong minyak	0	0
6.	Oli bekas	32	38,1
7.	Lainnya (semuanya)	52	61,9
	<b>Jumlah</b>	<b>84</b>	<b>100,0</b>

Sumber : Data Primer , 2007.

Hasil penelitian dari 84 responden menunjukkan bahwa jenis bahan bakar yang digunakan dalam pengolahan batu kapur sebanyak 32 orang (38,1%) memakai oli bekas, sedangkan yang memakai bahan bakar campuran sebanyak 52 (61,9%). Bahan bakar campuran yang banyak digunakan adalah kayu, ban bekas, blotong minyak, limbah pabrik cat, limbah pabrik sepatu/sandal dll.



Gambar 4.7. Jenis Bahan Bakar

Asal bahan bakar yang digunakan dalam pengolahan batu kapur Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal dapat dilihat pada Tabel 4.12. berikut :

Tabel 4.12. Asal Bahan Bakar dalam Pengolahan Batu Kapur Di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal Tahun 2007.

No.	Asal bahan bakar	Jumlah Responden	Persentase
1.	Industri	31	36,9
2.	Koperasi	0	0
3	Perorangan	53	63,1
	<b>Jumlah</b>	<b>84</b>	<b>100,0</b>

Sumber : Data Primer , 2007.

Hasil penelitian dari 84 responden menunjukkan bahwa asal bahan bakar yang digunakan dalam pengolahan batu kapur sebanyak 31 orang (36,9%) berasal dari industri, sedangkan yang berasal dari perorangan sebanyak 53 (63,1%). Bahan bakar yang berasal dari industri kebanyakan dipasok dari Jakarta berupa limbah industri (botong minyak, oli bekas dll). Sedangkan yang berasal dari perorangan berupa kayu dan sisa hasil panen (bonggol jagung dll)

#### 4.3.3. Kondisi Keamanan dan Keselamatan Kerja

Penggunaan alat pelindung diri (APD) pekerja dalam pengolahan batu kapur Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal dapat dilihat pada Tabel 4.13. berikut :

Tabel 4.13. Penggunaan alat pelindung diri (APD) dalam Pengolahan Batu Kapur Di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal Tahun 2007.

No.	Penggunaan APD	Jumlah Responden	Persentase
1.	Menggunakan	2	2,6
2.	Tidak menggunakan	74	97,4
	<b>Jumlah</b>	<b>76</b>	<b>100,0</b>

Sumber : Data Primer , 2007.

Hasil penelitian dari 76 responden menunjukkan bahwa yang menggunakan APD dalam pengolahan batu kapur sebanyak 2 orang (2,6%), sedangkan yang tidak menggunakan APD sebanyak 74 (97,4%).

Keamanan dan Keselamatan Kerja (K3) bagi pekerja di pengolahan batu kapur di Desa Karangdawa belum diterapkan sepenuhnya. Hal ini terlihat di lapangan, pekerja yang membawa/mengangkut batu kapur maupun di bagian pembakaran belum dilengkapi dengan alat penutup hidung (*masker*). Walaupun ada pekerja yang menggunakan kaos untuk menutup hidung belum sesuai dengan syarat K3 dan kesehatan.

Pemakaian pelindung kepala/helm untuk para pekerja juga belum terlihat dilapangan. Hal ini kemungkinan terkait dengan kurang sadarnya para pekerja untuk menjaga keselamatan mereka atau pemilik tungku yang belum menyediakan helm pengaman.

#### 4.3.4. Pengolahan Limbah

Jenis limbah yang dihasilkan dalam pengolahan batu kapur Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal dapat dilihat pada Tabel 4.14. berikut :

Tabel 4.14. Jenis limbah yang dihasilkan dalam Pengolahan Batu Kapur Di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal Tahun 2007.

No.	Jenis limbah	Jumlah Responden	Persentase
1.	Padat	62	73,8
2.	Cair	22	26,2
	<b>Jumlah</b>	<b>84</b>	<b>100,0</b>

Sumber : Data Primer , 2007.

Hasil penelitian dari 84 responden menunjukkan bahwa jenis limbah yang dihasilkan dalam pengolahan batu kapur sebanyak 62 orang (73,8%)

mengatakan berupa limbah padat, sedangkan sebanyak 22 (26,2%) mengatakan berupa limbah cair.

Limbah padat yaitu limbah yang dihasilkan dari pembakaran batu kapur berupa partikel debu/asap dan abu. Limbah padat lainnya adalah partikel hasil kapur yang berbentuk *powder* (bubuk). Bubuk kapur tersebut dapat beterbangan ke luar lokasi pembakaran, sampai ke halaman/pekarangan penduduk khususnya lokasi pembakaran yang berdekatan dengan pemukiman penduduk.

Sedangkan limbah cair yang dihasilkan berasal dari penggunaan bahan bakar limbah pabrik berupa blotong minyak, oli bekas yang ditampung dalam drum-drum. Apabila penyimpanan drum tidak baik mengakibatkan limbah tersebut tumpah ke tanah. Pada waktu musim hujan limbah yang tumpah ke tanah akan terbawa air masuk ke badan air atau meresap ke tanah sehingga dapat mencemari badan air atau air tanah.

Jenis bahan bakar yang paling banyak menghasilkan asap dalam pengolahan batu kapur Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal dapat dilihat pada Tabel 4.15. berikut :

Tabel 4.15. Jenis Bahan Bakar yang paling banyak menghasilkan asap dalam Pengolahan Batu Kapur Di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal Tahun 2007.

No.	Asal bahan baker	Jumlah Responden	Persentase
1.	Oli bekas	1	1,2
2.	Ban bekas/blotong minyak	83	98.8
	<b>Jumlah</b>	<b>84</b>	<b>100,0</b>

Sumber : Data Primer , 2007.

Hasil penelitian dari 84 responden menunjukkan bahwa jenis bahan bakar yang paling banyak menghasilkan asap dalam pengolahan batu kapur sebanyak 83 orang (98,8%) berpendapat berasal dari blotong minyak/ban bekas, sedangkan yang berpendapat oli bekas sebanyak satu (1,2%).

Berdasarkan pengamatan di lapangan ada dua jenis tungku pembakar. Tungku pembakar yang menggunakan bahan bakar campuran (blotong minyak/ban bekas/limbah) warna asapnya kehitam-hitaman dengan jumlah banyak dibandingkan tungku pembakar yang menggunakan bahan bakar oli bekas warna asapnya keputih-putihan dengan jumlah sedikit.



Gambar 4.8. Asap hasil pembakaran batu kapur

Kondisi limbah dalam kegiatan pengolahan batu kapur Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal dapat dilihat pada Tabel 4.16. berikut :

Tabel 4.16. Kondisi limbah dalam Kegiatan Pengolahan Batu Kapur Di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal Tahun 2007.

No.	Kondisi Limbah	Jumlah Responden	Persentase
1.	Ditangani/diolah	0	0
2.	Tidak ditangani/diolah	84	100,0
	<b>Jumlah</b>	<b>84</b>	<b>100,0</b>

Sumber : Data Primer , 2007.

Hasil penelitian dari 84 responden yang mengatakan bahwa limbah yang dihasilkan dalam pengolahan batu kapur tidak ditangani/diolah

sebanyak 84 orang (100,0%), sedangkan yang mengatakan ditangani/diolah tidak ada (0%). Jadi penanganan limbah pengolahan batu kapur berupa asap/debu belum ada, sedangkan untuk penanganan limbah oli bekas oleh pemilik tungku pembakar dibuatkan bak penampung permanen dari batu bata diruang beratap.

#### 4.4. Pemaparan Partikel Debu dengan Penurunan Kapasitas Fungsi Paru

##### 4.4.1. Pemaparan Partikel Debu

Kadar debu dalam penelitian ini diukur dengan menggunakan alat *Low Volume Air Sampler (LVAS)*. Lokasi yang diukur kadar debunya yaitu di dukuh Karangasem 2 (dua) titik yaitu tempat pembakaran Sdr.Suhadi dengan jarak 100 m dan perumahan penduduk milik Sdr.Sadum dengan jarak 50 m. Di dukuh Apu 2 (dua) titik yaitu perumahan penduduk Masjid Nurul Hidayah dengan jarak 1 km dan komplek/sentra pembakaran dengan jarak 50 m. Pengukuran dilakukan pada jam 10.00 WIB s/d 15.00 WIB. Pada waktu pemeriksaan (pengukuran) kualitas udara dilapangan kondisi cuaca cerah, suhu antara 32°C s/d 35°C, kelembaban antara 79-80%. Kadar debu di lokasi penelitian dapat dilihat seperti pada Tabel 4.17. berikut :

Tabel 4.17. Hasil Pengukuran Kadar Debu Lokasi Penelitian di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal tahun 2007.

No.	Titik Sampel	Lokasi	Kadar Debu
1.	Tungku Pembakaran Sdr. Suhadi	Dk.Karangasem Rt.1/1 Karangdawa Margasari	1.050 $\mu\text{gr}/\text{m}^3$
2.	Perumahan Penduduk Sdr. Sadum	Dk.Karangasem Rt.3/5 Karangdawa Margasari	1.283 $\mu\text{gr}/\text{m}^3$ .
3.	Perumahan Penduduk masjid Nurul Hidayah	Dukuh Apu Rt.1/8 Karangdawa Margasari	950 $\mu\text{gr}/\text{m}^3$
4.	Komplek/sentra Pembakaran batu kapur	Dukuh Apu Rt.1/8 Karangdawa Margasari	1.383 $\mu\text{gr}/\text{m}^3$

Sumber : Data Primer, 2007.

Dari hasil pemeriksaan di empat titik seperti pada tabel 4.17. tersebut dapat diketahui bahwa rata-rata Total Partikel Debu (TSP) sebesar  $1.167 \mu\text{gr}/\text{m}^3$  telah melebihi ambang batas baku mutu udara ambien sesuai dengan Keputusan Gubernur Jawa Tengah No.8 Tahun 2001 yaitu  $230 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ . Dari hasil pengukuran di empat titik lokasi tersebut semuanya telah jauh melebihi nilai ambang batas yang telah ditetapkan, sedangkan yang paling tinggi di Komplek/sentra pembakaran batu kapur sebesar  $1.383 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ .

Berdasarkan hasil pengukuran di atas, lokasi pemukiman yang dekat dengan lokasi pembakaran batu kapur kualitas udaranya menurun yaitu di RT 1/1 sebesar  $1.050 \mu\text{gr}/\text{m}^3$  dan RT 3/5 sebesar  $1.283 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ . Hal ini disebabkan debu dan asap yang terbawa angin akan masuk ke area pemukiman, terutama di Dukuh Karangasem yang sebagian masyarakatnya masih melakukan pembakaran yang lokasinya dekat dengan rumah.

Sedangkan di Dukuh Apu yang lokasi pembakaran batu kapurnya terpisah dengan pemukiman penduduk kualitas udaranya lebih baik dibandingkan dengan di Dukuh Karangasem walaupun masih melebihi ambang batas yaitu sebesar  $950 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ . Hal ini kemungkinan disebabkan debu dan asap hasil pembakaran batu kapur di komplek/sentra pembakaran kapur terbawa angin masuk ke pemukiman di Dukuh Apu. Sedangkan kualitas udara yang paling buruk pada Komplek/sentra Pembakaran batu kapur sebesar  $1.383 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ .

Dampak pemaparan debu yang melebihi ambang batas dan terus menerus dapat menurunkan fungsi faal paru berupa obstruktif. Akibat penumpukan debu yang tinggi di paru dapat menyebabkan kelainan dan kerusakan paru yang berarti. Penyakit akibat penumpukan debu pada paru disebut *pneumoconiosis*.<sup>6</sup>

Efek utama debu kapur terhadap manusia berupa kelainan paru baik bersifat akut dan kronis, terganggunya fungsi fisiologis, iritasi mata, iritasi

sensorik serta penimbunan bahan berbahaya dalam tubuh. Efek terhadap saluran pernafasan adalah terjadinya iritasi saluran pernafasan, peningkatan produksi lendir, penyempitan saluran pernafasan, lepasnya silia dan lapisan sel selaput lendir serta kesulitan bernafas.<sup>6</sup>



Gambar 4.9. Pengukuran Kadar Debu di Pengolahan Batu Kapur

Kondisi tobong tempat bekerja responden dalam kegiatan pengolahan batu kapur di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal dapat dilihat pada Tabel 4.18. berikut :

Tabel 4.18. Kondisi Tobong Di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal Tahun 2007.

No.	Kondisi Tobong	Frekuensi	Persentase
1.	Terpisah dengan pemukiman	32	38,1
2.	Tidak terpisah dengan pemukiman	52	61,9
	<b>Jumlah</b>	<b>84</b>	<b>100,0</b>

Sumber : Data Primer, 2007.

Berdasarkan Tabel 4.18. tersebut dapat diketahui bahwa kondisi tobong tempat responden bekerja di Desa Karangdawa Kecamatan

Margasari Kabupaten Tegal yang paling banyak bekerja pada tobong yang tidak terpisah dengan pemukiman sebanyak 52 orang (61,9%). Sedangkan yang paling sedikit bekerja pada tobong yang terpisah dengan pemukiman sebanyak 32 orang (38,1%). Kondisi tobong dapat berpengaruh terhadap besarnya pemaparan partikel debu, karena apabila tobong tidak terpisah dengan pemukiman partikel debu akan terbawa angin dan menyebar ke pemukiman.

Berdasarkan hasil pengamatan arah angin di lokasi penelitian, dapat diketahui bahwa arah angin pada pagi hari berbeda dengan siang dan sore hari. Pada pagi hari angin menuju ke utara, sedangkan pada siang dan sore hari angin menuju ke arah tenggara dan selatan. Arah angin berpengaruh pada besarnya pemaparan partikel debu. Di Dukuh Karangasem, arah angin baik pagi maupun sore hari membawa partikel debu ke arah pemukiman. Sedangkan di Dukuh Apu, arah angin pada sore hari/ke selatan akan membawa partikel debu dari sentra industri kapur ke arah pemukiman Dukuh Apu. Karena Sentra industri kapur terletak di sebelah utara pemukiman Dukuh Apu.

#### 4.4.2. Kapasitas Fungsi Paru

Dengan menggunakan hasil pemeriksaan kapasitas fungsi paru pekerja, pemilik dan masyarakat sekitar pembakaran batu kapur di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal yang dilaksanakan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten Tegal pada bulan Nopember 2006 sebanyak 205 orang. Dari 205 orang tersebut diambil secara acak sebanyak 84 orang sebagai responden yang kemudian diteliti sesuai dengan kriteria inklusi penelitian ini. Sehingga hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.19. berikut :

Tabel 4.19. Kapasitas Fungsi Paru Responden Di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal Tahun 2007.

No.	Fungsi Paru	Frekuensi	Persentase
1.	Normal	36	42,9
2.	Tidak normal	48	57,1
	<b>Jumlah</b>	<b>84</b>	<b>100,0</b>

Sumber : Dinas Kesehatan Kab.Tegal , 2006.

Berdasarkan Tabel 4.19. tersebut dapat diketahui bahwa kapasitas fungsi paru responden pada pembakaran batu kapur di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal yang normal sebanyak 36 orang (42,9%). Sedangkan yang tidak normal sebanyak 48 orang (57,1%). Kapasitas fungsi paru akan mempengaruhi pasokan oksigen ke dalam darah yang mengalir ke seluruh tubuh, apabila fungsi paru normal maka pasokan oksigen ke dalam darah yang mengalir ke seluruh tubuh juga berjalan baik.<sup>31</sup>

Kapasitas paru-paru yang sehat pada lelaki dewasa bisa mencapai 4.500 mililiter (ml) sampai 5.000 ml atau 4,5 sampai 5 liter udara. Sementara itu, pada perempuan, kemampuannya sekitar 3 hingga 4 liter.<sup>31</sup> Apabila udara dalam keadaan bersih maka paru-paru akan memasok oksigen saja, tapi apabila udara mengandung debu maka akan memasok oksigen beserta debu tersebut.

Ketika bernafas, udara yang mengandung debu masuk ke dalam paru-paru. Tidak semua debu dapat menimbun di dalam jaringan paru-paru, karena tergantung besar ukuran debu tersebut. Debu-debu yang berukuran 5-10 mikron akan ditahan oleh jalan napas bagian atas, sedangkan yang berukuran 3-5 mikron ditahan di bagian tengah jalan napas. Partikel-partikel yang berukuran 1-3 mikron akan ditempatkan langsung di permukaan jaringan dalam paru-paru.<sup>15</sup>

#### 4.4.3. Uji statistik Hubungan Pemaparan Partikel Debu dengan Penurunan Kapasitas Fungsi Paru

##### a. Analisis Bivariat

Analisis bivariat dimaksudkan untuk mengetahui hubungan antara variabel dependen dalam penelitian ini penurunan kapasitas fungsi paru dengan variabel independen dalam penelitian ini pemaparan partikel debu (letak tobong dan status responden) dengan menggunakan uji statistik *Chi-Square*.<sup>4</sup>

Uji Chi-Square digunakan untuk menguji apakah terdapat hubungan antara pemaparan partikel debu (letak tobong dan status responden) dengan penurunan kapasitas fungsi paru pada  $\alpha < 0,05$  dan Confidence Interval (CI) 95%. Uji Hubungan antara Pemaparan Partikel Debu (letak tobong) dengan Penurunan Kapasitas Fungsi Paru dapat dilihat pada tabel 4.20 dibawah ini :

Tabel 4.20. : Uji Hubungan antara Pemaparan Partikel Debu (letak tobong) dengan Penurunan Kapasitas Fungsi Paru

Letak Tobong	Kapasitas Fungsi Paru			<i>p-Value</i>
	Tidak Normal	Normal	Jumlah	
1. Terpisah	42 (50,0%)	10 (11,9%)	52 (61,9%)	0,0000*
2. Tidak terpisah	6 (7,1%)	26 (31,0%)	32 (38,1%)	
<b>Jumlah</b>	<b>48 (57,1%)</b>	<b>36 (42,9%)</b>	<b>84 (100%)</b>	

\* Bermakna pada  $\alpha < 0,05$ , Confidence Interval (CI) 95%

Tabel 4.20. menunjukkan hubungan antara pemaparan partikel debu (letak tobong) dengan penurunan kapasitas fungsi paru responden. Responden yang bekerja atau bertempat tinggal di sekitar tobong yang

terpisah dengan pemukiman mempunyai kapasitas fungsi paru tidak normal sebesar 42 orang (50,0%) dan yang normal sebesar 10 orang (11,9%). Sedangkan responden yang bekerja atau bertempat tinggal di sekitar tobong yang tidak terpisah dengan pemukiman mempunyai kapasitas fungsi paru tidak normal sebesar 6 orang (7,1%) dan yang normal sebesar 26 orang (31,0%).

Hasil uji statistik diperoleh nilai  $\alpha$  sebesar 0,000 lebih kecil dari 0,05 sehingga  $H_0$  ditolak, berdasarkan perhitungan tersebut berarti ada hubungan yang bermakna antara pemaparan partikel debu (letak tobong) dengan penurunan kapasitas fungsi paru. Hal ini sejalan dengan pernyataan Pradjnaparamita bahwa jika fungsi paru baik, otomatis pasokan oksigen kedalam darah seluruh tubuh juga berjalan baik. Salah satu penyebab penurunan fungsi paru adalah karena kondisi lingkungan yang buruk yaitu adanya polusi udara.<sup>31</sup> Hasil observasi di lapangan, kondisi lingkungan di pemukiman yang letak tobongnya tidak terpisah di desa karangdawa sangat buruk. Asap hasil pembakaran kapur yang mengandung partikel debu mencemari lingkungan pemukiman sehingga mempengaruhi kapasitas fungsi paru penduduk.

Hasil penelitian Rokhayati juga menyatakan bahwa ada hubungan yang bermakna antara jarak paparan debu batu gamping dengan kapasitas paru baik untuk parameter FVC maupun FEV1 dan hubungan tersebut kuat ( $r = 0,51-0,75$ ).<sup>32</sup> Jarak paparan debu batu gamping dapat mempengaruhi kapasitas paru masyarakat disebabkan oleh beberapa hal antara lain : arah angin, kecepatan angin, suhu, tinggi cerobong asap, cuaca dan kepadatan lalu lintas.<sup>32</sup>

Sedangkan Uji Hubungan antara Pemaparan Partikel Debu (status responden) dengan Penurunan Kapasitas Fungsi Paru dilihat pada tabel 4.21 dibawah ini :

Tabel 4.21. : Uji Hubungan antara Pemaparan Partikel Debu (status responden) dengan Penurunan Kapasitas Fungsi Paru

Status Responden	Kapasitas Fungsi Paru			<i>p-Value</i>
	Tidak Normal	Normal	Jumlah	
1. Pekerja	39 (46,3%)	27 (32,1%)	66 (78,6%)	0,788*
2. Pemilik	5 (6,0%)	5 (6,0%)	10 (11,9%)	
2. Penduduk	4 (4,8%)	4 (4,8%)	8 (9,5%)	
<b>Jumlah</b>	<b>48 (57,1%)</b>	<b>36 (42,9%)</b>	<b>84 (100%)</b>	

\* Bermakna pada  $\alpha < 0,05$ , Confidence Interval (CI) 95%

Tabel 4.21. menunjukkan hubungan antara pemaparan partikel debu (status responden) dengan penurunan kapasitas fungsi paru responden. Responden yang bekerja pada pengolahan batu kapur mempunyai kapasitas fungsi paru tidak normal sebanyak 39 orang (46,3%) dan yang normal sebanyak 27 orang (32,1%). Responden sebagai pemilik pengolahan batu kapur mempunyai kapasitas fungsi paru tidak normal sebanyak 5 orang (6,0%) dan yang normal sebanyak 5 orang (6,0%). Sedangkan responden sebagai penduduk yang bertempat tinggal di sekitar pengolahan batu kapur mempunyai kapasitas fungsi paru tidak normal sebanyak 4 orang (4,8%) dan yang normal sebanyak 4 orang (4,8%).

Hasil uji statistik diperoleh nilai  $\alpha$  sebesar 0,788 lebih besar dari 0,05 sehingga  $H_0$  diterima, berdasarkan perhitungan tersebut berarti tidak ada hubungan yang bermakna antara pemaparan partikel debu (status responden) dengan penurunan kapasitas fungsi paru. Hal ini sejalan dengan pernyataan Pradjnaparamita bahwa penurunan kapasitas

fungsi paru tergantung pada kondisi fisik dan kemampuan beradaptasi seseorang dengan lingkungannya.<sup>31</sup>

Selain komponen debu faktor instrinsik individu pekerja/ masyarakat juga ikut mempengaruhi, yang meliputi mekanisme pertahanan paru, anatomi dan fisiologi saluran pernafasan serta faktor imunologis.<sup>33</sup> Penilaian paparan pada manusia yang perlu dipertimbangkan antara lain sumber paparan atau jenis industri, lamanya paparan, paparan sumber lain, pol aktifitas sehari-hari dan faktor penyerta yang potensial seperti umur, jenis kelamin, etnis, kebiasaan merokok dan faktor alergen.<sup>33</sup>

Hasil observasi di lapangan, kondisi fisik/faktor instrinsik dan faktor penyerta yang potensial lainnya baik pada pekerja, pemilik maupun penduduk di desa karangdawa berbeda. Peneliti tidak memasukan kondisi /faktor instrinsik dan faktor penyerta yang potensial lainnya dalam penelitian ini sehingga pengaruhnya terhadap penurunan kapasitas fungsi paru tidak dapat dilihat.

#### b. Analisis Multivariat

Analisis multivariat dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar sumbangan secara bersama-sama seluruh faktor resiko terhadap kejadian penurunan fungsi paru. Dalam penelitian ini faktor resikonya adalah letak tobong dan status responden dengan menggunakan uji statistik multivariat analisis diskriminan dua faktor.

Uji analisis diskriminan (*Discriminant Analysis*) adalah teknik multivariat yang variabel dependennya menggunakan data katagorikal. Tujuan analisis diskriminan adalah untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang jelas antar grup pada variabel dependen (penurunan kapasitas fungsi paru). Jika ada perbedaan, variabel independen

manakah yang membuat perbedaan tersebut (letak tobong dan status responden). Sedangkan tujuan yang kedua adalah membuat fungsi atau model diskriminan yang pada dasarnya mirip dengan persamaan regresi.<sup>26</sup> Hasil uji analisis diskriminan dengan menggunakan *SPSS version. 11* dapat dilihat di bawah ini :

**Tests of Equality of Group Means**

	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
STATUS	,995	,407	1	82	,525
LETAK_T	,630	48,240	1	82	,000

Tabel diatas adalah hasil pengujian untuk setiap variabel bebas yang ada. Keputusan bisa diambil lewat dua cara :<sup>27</sup>

a. Dengan angka Wilk's Lambda

Angka Wilk's Lambda berkisar 0 sampai 1. Jika angka mendekati 0, data tiap grup cenderung berbeda, sedangkan jika angka mendekati 1, data tiap grup cenderung sama. Dari tabel terlihat angka Wilk's Lambda berkisar antara 0,630 dan 0,995. Hal ini berarti status responden (pekerja, pemilik dan penduduk) baik yang kapasitas fungsi parunya normal maupun tidak normal ternyata tidak berbeda secara nyata. Sedangkan letak tobong (terpisah dan tidak terpisah) antara kapasitas fungsi paru yang normal dengan yang tidak normal ada perbedaan secara nyata.

b. Dengan F test

Dengan melihat angka Sig. pada tabel di atas jika Sig. > 0,05 berarti tidak ada perbedaan antar grup sedangkan jika Sig. < 0,05 berarti ada perbedaan antar grup. Pada variabel status responden angka Sig. diatas 0,05 (0,525), hal ini berarti status responden (pekerja, pemilik

dan penduduk) tidak mempengaruhi normal atau tidak normalnya kapasitas fungsi paru. Sedangkan pada variabel letak tobong angka Sig. di bawah 0,05 (0,000), hal ini berarti letak tobong (terpisah dan tidak terpisah) mempengaruhi normal atau tidak normalnya kapasitas fungsi paru

Jadi kesimpulannya ada perbedaan antara letak tobong dengan penurunan kapasitas fungsi paru. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ahmadi bahwa semakin jauh dari sumber pencemar partikel debu semakin menurun bahkan pada radius tertentu tidak mengganggu yaitu tingkat partikel debu pada jarak 50 m sebesar 2,150 mg/m<sup>3</sup>, jarak 100 m sebesar 1,103 mg/m<sup>3</sup> dan jarak 150 m sebesar 0,754 mg/m<sup>3</sup>.<sup>34</sup>

Perbedaan jarak paparan debu mempengaruhi besarnya kadar debu disuatu daerah. Kecepatan dan arah udara akan membawa partikel debu dari sumber pencemaran menyebar pada daerah di sekitar pabrik tersebut. Jarak dapat mengurangi pencemaran partikel debu dan kebisingan di industri pembakaran batu gamping.<sup>35</sup>

Hasil penelitian letak tobong yang tidak terpisah dengan pemukiman di Desa Karangdawa lebih banyak dibandingkan dengan yang terpisah. Apabila letak tobong tidak terpisah dengan pemukiman maka paparan debunya akan semakin tinggi sehingga terjadi penurunan kapasitas fungsi paru.

**Structure Matrix**

	Function
	1
LETAK_T	1,000
STATUS <sup>a</sup>	,048

Pooled within-groups correlations between discriminating variables and standardized canonical discriminant functions  
Variables ordered by absolute size of correlation within function.

a. This variable not used in the analysis.

Tabel Structure Matrix menjelaskan korelasi antara variabel independen dengan fungsi diskriminan yang terbentuk. Pada tabel di atas terlihat variabel letak tobong paling erat hubungannya dengan faktor diskriminan. Sedangkan variabel status responden tidak dapat dimasukkan kedalam model diskriminan (perhatikan tanda huruf a didekat variabel tersebut).

#### Canonical Discriminant Function Coefficients

	Function
	1
LETAK_T	2,564
(Constant)	-3,541

Unstandardized coefficients

Tabel di atas mempunyai fungsi yang hampir mirip dengan persamaan regresi berganda, yang dalam analisis diskriminan disebut sebagai Fungsi Diskriminan :

$$z\text{Score} = -3,541 + 2,564 \text{ Letak tobong}$$

Kegunaan fungsi ini untuk mengetahui apakah responden dalam penelitian ini masuk pada grup yang satu, ataukah tergolong pada grup lainnya.

#### Classification Function Coefficients

	FUNGSI_P	
	tidak normal	normal
LETAK_T	7,396	11,323
(Constant)	-4,854	-10,443

Fisher's linear discriminant functions

Tabel di atas sama seperti tampilan Unstandarized (Canonical) sebelumnya, fungsi diskriminan dari Fisher pada prinsipnya membuat

semacam persamaan regresi, dengan pembagian berdasarkan kode grup :

- Responden yang mempunyai kapasitas fungsi paru dalam katagori tidak normal

$$zScore = -4,854 + 7,396 \text{ Letak tobong}$$

- Responden yang mempunyai kapasitas fungsi paru dalam katagori normal

$$zScore = -10,443 + 11,332 \text{ Letak tobong}$$

- Selisih diantara responden yang mempunyai kapasitas fungsi paru dalam katagori tidak normal dan normal

$$(-4,854 + 7,396 \text{ Letak tobong}) - (-10,443 + 11,332 \text{ Letak tobong})$$

atau

$$zScore = (-5,589) + (-3,936 \text{ Letak tobong})$$

Dari hasil persamaan ini dapat diartikan bahwa setiap ada satu tobong letaknya tidak terpisah dengan pemukiman penduduk dapat menurunkan kapasitas fungsi paru sekitar 4 orang (pekerja, pemilik dan penduduk sekitar tobong).

Perhatikan a score dari fungsi Fisher hampir sama dengan fungsi unstandardized sebelumnya :

$$zScore = -3,541 + 2,564 \text{ Letak tobong}$$

**Classification Results<sup>b,c</sup>**

			Predicted Group Membership		Total
			tidak normal	normal	
Original	Count	tidak normal	42	6	48
		normal	10	26	36
	%	tidak normal	87,5	12,5	100,0
		normal	27,8	72,2	100,0
Cross-validated <sup>a</sup>	Count	tidak normal	42	6	48
		normal	10	26	36
	%	tidak normal	87,5	12,5	100,0
		normal	27,8	72,2	100,0

a. Cross validation is done only for those cases in the analysis. In cross validation, each case is classified by the functions derived from all cases other than that case.

b. 81,0% of original grouped cases correctly classified.

c. 81,0% of cross-validated grouped cases correctly classified.

Pada bagian Original, terlihat bahwa mereka yang pada data awal adalah tergolong tidak normal, dan dari klasifikasi fungsi diskriminan tetap pada kelompok sedikit adalah 42 orang. Sedangkan dengan model diskriminan, mereka yang awalnya masuk grup tidak normal ternyata menjadi anggota grup normal adalah 6 orang.

Demikian juga dengan grup normal, yang tetap pada grup normal sejumlah 26 orang, dan yang meleset adalah 10 orang. Dengan demikian ketepatan prediksi dari model adalah :

$$(42+26) / 84 = 0,81 \text{ atau } 81\%$$

Oleh karena angka ketepatan tinggi (81%), model diskriminan di atas dapat digunakan untuk analisis diskriminan. Atau penafsiran tentang berbagai tabel yang ada valid untuk digunakan.

Dari proses diskriminan di atas, mulai dari uji variabel sampai analisis output, didapat kesimpulan yang terkait dengan tujuan uji diskriminan pada penelitian ini :

- Ada perbedaan yang signifikan antara kapasitas fungsi paru yang tidak normal dengan yang normal. Hal ini dibuktikan pada analisis Wilk's Lamda.
- Variabel yang membuat kapasitas fungsi paru berbeda adalah letak tobong. Hal ini terlihat pada step analysis awal, baik pada bagian Variable in Analysis maupun Variable Not in Analysis.
- Model atau fungsi diskriminan untuk penelitian ini adalah

$$z \text{ Score} = (-5,589) + (-3,936 \text{ Letak tobong})$$

Dari hasil persamaan ini dapat diartikan bahwa setiap ada satu tobong letaknya tidak terpisah dengan pemukiman penduduk dapat menurunkan kapasitas fungsi paru sekitar 4 orang (pekerja, pemilik dan penduduk sekitar tobong).

- Model (fungsi) diskriminan di atas mempunyai ketepatan mengklasifikasi kasus sebesar 81%. Karena di atas 50%, ketepatan model dianggap tinggi, dan model di atas bisa digunakan untuk mengklasifikasi sebuah kasus pada tipe penurunan kapasitas fungsi paru tertentu.

Hail persamaan fungsi diskriminan tersebut di atas sejalan dengan penelitian Rohayati, bahwa *Kapasitas paru (FVC) = 48,674 + 0,142 (jarak paparan debu)*, yang artinya FVC akan bertambah sebesar 0,142% bila jarak paparan bertambah 1 (satu) meter. *Kapasitas paru (FEV1) = 40,312 + 0,158 (jarak paparan debu)*, yang artinya FEV1 akan bertambah sebesar 0,158% bila jarak paparan bertambah 1 (satu) meter.<sup>32</sup>

#### **4.5. Rencana Penanganan Pengolahan Batu Kapur**

Dari hasil analisis statistik baik bivariat maupun multivariat ternyata ada hubungan paparan kadar partikel debu dengan penurunan kapasitas fungsi paru dan ada perbedaan antara paparan kadar partikel debu dengan penurunan kapasitas fungsi paru. Sehingga diperlukan adanya penangan dampak dari pengolahan batu kapur di desa Karangdawa kecamatan Margasari Kabupaten Tegal. Yang perlu ditangani dan direncanakan dalam hal ini adalah dampak/penyebabnya yaitu pencemaran debu tanpa meninggalkan akibatnya yaitu penurunan kapasitas fungsi paru.

##### **4.5.1. Perencanaan Pengelolaan Lingkungan Yang Sudah Dilakukan**

Pengelolaan lingkungan mempunyai maksud sebagai upaya dalam mencegah, mengendalikan dan menanggulangi dampak lingkungan hidup yang bersifat negatif dan meningkatkan dampak positif yang timbul sebagai akibat dari pengolahan batu kapur. Dari hasil observasi dan wawancara di

lapangan perencanaan pengelolaan yang sudah dilakukan pada pengolahan batu kapur di Desa Karangdawa adalah :

a. Faktor Penyebab (Kadar Debu)

Pengelolaan lingkungan untuk mengurangi kadar debu belum dilaksanakan pada pengolahan batu kapur di Desa Karangdawa. Hasil penelitian menunjukkan masih banyak pemilik tungku yang menggunakan tungku bentuk silinder dan bahan bakar campuran (blotong minyak, limbah pabrik dll) sehingga waktu yang dibutuhkan untuk pembakaran lama dan asap yang dihasilkan banyak berwarna hitam menyebar kesamping karena ketinggian tungku rata dengan tanah.

Semua tungku pembakaran batu kapur belum dilengkapi dengan filter penangkap debu. Pada tahun 2005 pernah diujicoba oleh Dinas Perindustrian modifikasi tungku dengan bahan bakar batu bara tetapi gagal karena pembakaran tidak sempurna sehingga kapur yang dihasilkan kualitasnya jelek.

b. Media Transmisi (Industri Batu Kapur)

Pada tahun 1980an Pemerintah Kabupaten Tegal merelokasi industri batu kapur ke Sentra Industri Kapur di dekat penambangan batu kapur Dukuh Apu, tetapi karena ongkos produksinya mahal, pemilik tungku banyak yang kembali lagi ke pemukiman. Untuk penanganan limbah pengolahan batu kapur berupa asap/debu belum ada, sedangkan untuk penanganan limbah oli bekas oleh pemilik tungku pembakar dibuatkan bak penampung permanen dari batu bata diruang beratap.

Pemerintah Kabupaten Tegal belum mempunyai kebijakan khusus tentang pengolahan batu kapur di Desa Karangdawa. Pengaturan tentang pengolahan batu kapur diatur secara umum dalam Peraturan Daerah Kabupaten Tegal No.4 tahun 2002 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup di Kabupaten Tegal.

c. Masyarakat terpajan

Keamanan dan Keselamatan Kerja (K3) bagi pekerja di pengolahan batu kapur di Desa Karangdawa belum diterapkan sepenuhnya. Hal ini terlihat di lapangan, pekerja yang membawa/mengangkut batu kapur maupun di bagian pembakaran belum dilengkapi dengan alat penutup hidung (*masker*). Walaupun ada pekerja yang menggunakan kaos untuk menutup hidung belum sesuai dengan syarat K3 dan kesehatan.

d. Penderita penurunan fungsi paru

Pemerintah Kabupaten Tegal melalui Dinas Kesehatan setiap tahun mengadakan pemeriksaan gratis pada masyarakat di sekitar pengolahan batu kapur (di Desa Karangdawa, Desa Jatilaba dll) untuk mengukur kapasitas fungsi paru. Sedangkan untuk pelayanan pengobatan disediakan di Puskesmas Pembantu Desa Karangdawa secara gratis.

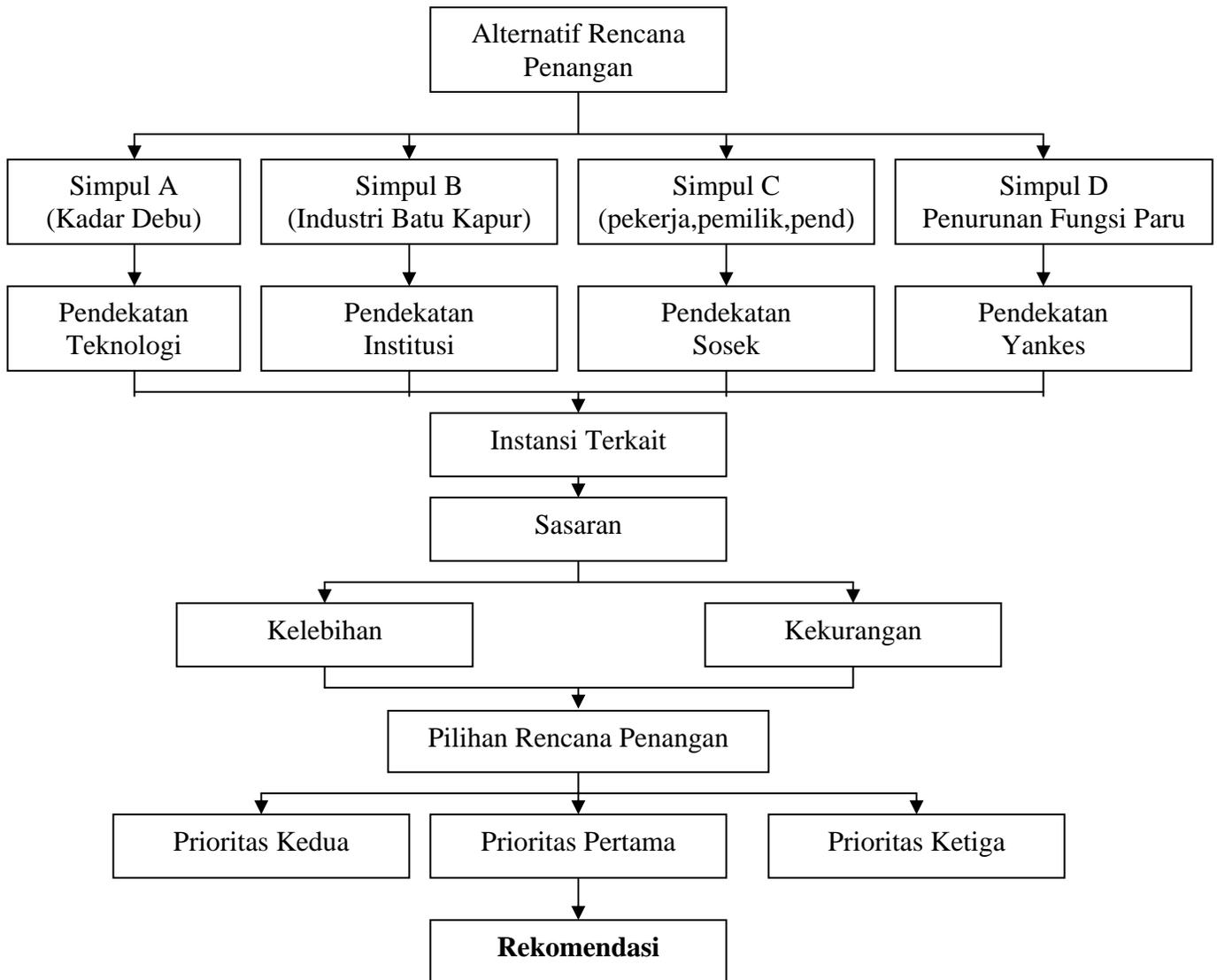
#### **4.5.2. Perencanaan Pengelolaan Lingkungan Yang Diusulkan**

Penanganan dampak pengolahan pengolahan batu kapur berupa penurunan kapasitas fungsi paru tidak hanya pada tingkat hilir yaitu berupa pendekatan kuratif (pengobatan) tapi seharusnya dalam penanganan suatu penyakit yang paling tepat adalah manajemen berbasis lingkungan<sup>36</sup>. Mengingat faktor-faktor lingkungan sangat dominan dalam proses kejadian suatu penyakit, maka manajemen berbasis lingkungan harus dilibatkan dalam upaya-upaya pencegahan maupun pengendaliannya. Manajemen berbasis lingkungan untuk penanggulangan penyakit, dimulai dari tingkat hulu menuju hilir. Perhatian utama pada faktor penyebab, media transmisi, dengan memperhatikan faktor penduduk sebagai obyek yang terjangkau atau terpajan, sebelum melakukan penanganan pada manusia yang menderita penyakit.<sup>37,38</sup>

Dalam proses terjadinya penurunan fungsi paru pada pengolahan batu kapur, pada hakekatnya dapat diuraikan dalam empat simpul,<sup>37,38</sup> Simpul A merupakan simpul paling hulu, yaitu sumber penyakit, dalam hal ini berupa kadar debu. Simpul B, merupakan komponen lingkungan yang berupa media transmisi penyakit tersebut, dalam hal ini industri pengolahan batu kapur. Simpul C adalah pekerja, pemilik dan penduduk sekitar pengolahan batu kapur. Sedangkan Simpul D atau simpul yang paling hilir adalah penduduk yang dalam keadaan sakit atau terganggu kesehatannya setelah mendapat pajanan oleh komponen lingkungan, dalam hal ini penurunan fungsi paru.<sup>38</sup>

Simpul A atau pemaparan kadar debu, merupakan titik yang secara konstan maupun sporadis menimbulkan pajanan. Prinsip penanggulangan yang utama adalah pada Simpul A. Apabila manajemen pada simpul A tidak dapat dilakukan karena adanya keterbatasan-keterbatasan teknis maupun sosial, seyogyanya segera melaksanakan manajemen pada Simpul B atau manajemen pada media transisi. Manajemen pada Simpul B diharapkan dapat mengurangi atau bahkan meniadakan paparan partikel debu.<sup>38</sup>

Rencana penanganan pemaparan debu pada pengolahan batu kapur di Desa Karangdawa dapat digunakan untuk mengurangi dampak pengolahan batu kapur yang sudah ada dan memberi masukan untuk perencanaan pengolahan batu kapur yang akan datang sehingga tidak mencemari lingkungan. Rencana penanganannya dapat dilihat pada diagram di bawah ini :



Gambar 4.10 : Diagram Rencana Penanganan Dampak Pengolahan Batu Kapur<sup>2,36,37</sup>

Penanganan dampak dari pengolahan batu kapur di Desa Karangdawa, Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal dengan upaya secara terpadu dalam melakukan pemanfaatan, penataan, pemeliharaan dan

pengendalian lingkungan hidup, sehingga pelestarian potensi sumber daya alam dapat tetap dipertahankan dan kerusakan lingkungan dapat dicegah. Upaya penanganan dampak harus mempertimbangkan atau mempergunakan pendekatan teknologi, kemudian harus dapat dipadukan dengan pendekatan sosial ekonomi dimana teknologi yang dipakai harus layak secara ekonomi dan dapat diterima masyarakat. Serta pendekatan secara institusi dimana teknologi yang dipakai dapat dilaksanakan oleh institusi yang ada. Penangan dampak dimaksudkan untuk menangani dampak lingkungan yang terjadi seminimal mungkin. Sedangkan pendekatan yang terakhir adalah pendekatan pelayanan kesehatan berupa pemeriksaan dan pengobatan secara rutin kesehatan pekerja, pemilik dan penduduk Desa Karangdawa. Keempat pendekatan tersebut diuraikan dibawah ini :

a. Pendekatan Teknologi

Pendekatan teknologi adalah pendekatan yang dilakukan dengan cara penerapan teknologi. Teknologi yang diterapkan diharapkan yang tepat, efektif dan sesuai dengan kondisi lingkungan setempat. Untuk pembakaran batu kapur di desa Karangdawa dari hasil pengamatan dilapangan pendekatan teknologi yang dapat diterapkan adalah :

- Pembuatan bak penampung sementara abu hasil pembakaran, kemudian dibuang ke lokasi tertentu (TPA).
- Pembuatan bak penampungan bahan bakar seperti residu oli bekas, blotong minyak, kayu dll sebelum bahan bakar tersebut dibakar.
- Melengkapi tungku pembakaran yang ada dengan alat penangkap debu secara sederhana dan cerobong yang cukup tinggi
- Menggunakan bahan bakar yang sedikit menimbulkan dampak terhadap lingkungan hidup
- Mendesign perletakan pembakaran batu kapur beserta pengolahan limbahnya secara sederhana

- Mencari alternatif pengolahan batu kapur lain seperti jenis tungku pembakaran dengan menggunakan bahan bakar batu bara

b. Pendekatan Institusi

Pendekatan institusi adalah pendekatan mekanisme kelembagaan yang ditempuh dalam menangani dampak. Dari hasil pengamatan di lapangan pendekatan institusi yang dapat diterapkan di desa Karangdawa antara lain :

- Pemerintah Kabupaten Tegal dalam hal ini dinas terkait mensyaratkan bagi pemilik tungku untuk melakukan penanganan/pengelolaan terhadap dampak lingkungan yang terjadi. Pengelolaan lingkungan tersebut berupa pembuatan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) atau Upaya Pengelolaan Lingkungan (UKL) dan Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL) atau penanganan dampak secara sederhana. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.11 tahun 2006 tentang Jenis Usaha atau Kegiatan yang wajib dilengkapi dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL), maka industri pengolahan yang berada di daerah rural atau pedesaan dengan luas > 30 Ha wajib AMDAL. Adapun industri pengolahan batu kapur di desa karangdawa diperkirakan kurang dari 30 Ha, jadi tidak wajib AMDAL tetapi melaksanakan UKL dan UPL.
- Pemerintah Kabupaten Tegal bekerjasama dengan dunia perbankan untuk turut membantu memberikan pinjaman lunak kepada pemilik tungku yang ada di dukuh Karangasem untuk merelokasi tungku miliknya ke tempat yang telah ada, yaitu sentra pembakaran batu kapur di dukuh Apu. Dan juga pemilik tungku yang lainnya untuk

mengganti/mendesain ulang tungku pembakaran batu kapur yang ramah lingkungan.

- Pemerintah Kabupaten Tegal bekerjasama dengan dinas/instansi terkait dan masyarakat serta pemilik tungku untuk melakukan reboisasi/penghijauan dengan menanam pohon di sekitar tungku pembakaran.

c. Pendekatan Sosial Ekonomi

Pendekatan sosial ekonomi adalah pendekatan yang dilakukan dengan mengadakan penyuluhan dan mengajak peran serta aktif masyarakat dalam menangani dampak tidak hanya pemilik/pekerja pembakaran batu kapur. Dari hasil pengamatan di lapangan pendekatan sosial ekonomi yang dapat diterapkan di desa Karangdawa antara lain :

- Memberikan penyuluhan oleh instansi terkait pada pemilik, pekerja dan masyarakat sekitar lokasi untuk melaksanakan perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) dengan cara peningkatan kebersihan lingkungan, peningkatan gizi, tidak merokok dan minum miras dll untuk meningkatkan mutu kualitas hidup yang lebih baik
- Mensosialisasikan program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K-3) kepada para pemilik dan pekerja tungku. Mewajibkan para pekerja menggunakan masker (penutup hidung) dan helm pelindung kepala. Masker dan helm tersebut disediakan oleh para pemilik tungku
- Mencari masukan dari tokoh masyarakat, pemerintah dan masyarakat desa Karangdawa melalui pertemuan, wawancara langsung atau penyebaran kuesioner untuk mencari alternatif terbaik dalam menangani dampak pembakaran batu kapur.
- Para pemilik tungku mensyaratkan adanya surat keterangan sehat bagi para pekerja sebelum diterima sebagai tenaga kerja dan setiap

enam bulan dilakukan pemeriksaan kesehatan (deteksi dini) bagi para pekerja dengan biaya dibebankan kepada pemilik tungku.

d. Pendekatan Pelayanan Kesehatan

Pendekatan pelayanan kesehatan adalah pendekatan yang dilakukan dengan mengadakan pemeriksaan berkala bagi pekerja, pemilik dan penduduk disamping melakukan pengobatan bagi penduduk yang terkena penyakit akibat pengolahan batu kapur. Dari hasil pengamatan di lapangan pendekatan pelayanan kesehatan yang dapat diterapkan di desa Karangdawa antara lain :

- Mengadakan pemeriksaan berkala bagi pekerja, pemilik dan penduduk disamping melakukan pengobatan bagi penduduk yang terkena penyakit akibat pengolahan batu kapur

Tabel 4.22. Alternatif Rencana Penanganan Pengolahan Batu Kapur di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal tahun 2007

No.	Alternatif Penanganan Dampak	Instansi Terkait	Sasaran	Kelebihan	Kekurangan
1.	<p>Teknologi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bak penampung abu hasil pembakaran</li> <li>- Bak penampung bahan bakar</li> <li>- Alat penangkap debu sederhana</li> <li>- Pemakaian bahan bakar ramah lingkungan</li> <li>- Reboisasi</li> </ul>	<p>DLHKP DPU Dinkes Disperindag Koperasi Puskesmas Kecamatan Desa</p>	<p>Pemilik Pemilik Pemilik Pemilik Masy.</p>	<p>Meminimalkan debu,biaya murah Meminimalkan cemaran,biaya murah Meminimalkan debu,perawatan mudah Meminimalkan debu, Mengurangi sebaran debu</p>	<p>Sifat penanganan sementara  Belum teruji efektifitasnya  Pembakaran lama</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relokasi tungku pembakaran</li> <li>- Design perletakan tungku</li> <li>- Penggantian jenis tungku</li> </ul>		Pemilik  Pemilik pemilik	Mengurangi dampak yg luas  Meminimalkan dampak Meminimalkan sebaran asap	Perlu lokasi, biaya mahal, dampak sosial Perlu lahan luas Biaya mahal, butuh waktu lama
2.	Sosial Ekonomi <ul style="list-style-type: none"> <li>- Penyuluhan PHBS</li> <li>- Sosialisasi K3</li> <li>- Kir Dokter</li> <li>- Masukan Toma</li> </ul>	DLHKP Dinkes Disperindag	Pekerja Pemilik Masy Pekerja Pemilik Pekerja Pemilik Masy.	Dampak luas, biaya murah  Dampak luas, biaya murah Meminimalkan biaya pengobatan Dampak luas, biaya murah	Biaya mahal
3.	Institusi <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pembuatan AMDAI/UKL/UPL</li> <li>- Bantuan pinjaman</li> </ul>	DLHKP Setda Perbankan	Pemilik  Pemilik	Dampak luas,  Dampak luas,	
4.	Yankes <ul style="list-style-type: none"> <li>- Surat keterangan sehat</li> <li>- Pemeriksaan dan pengobatan rutin</li> </ul>	Dinkes	Pekerja  Pekerja Pemilik Penddk	Dampak luas,  Dampak luas,	Biaya mahal

Dari tabel 4.22 di atas dapat ditentukan skala prioritas pelaksanaan rencana penanganan dampak terhadap lingkungan. Skala prioritas ini berdasarkan pada kemudahan pelaksanaan, kemurahan biaya dan dapat segera dilaksanakan. Adapun skala prioritas untuk penanganan dampak pengolahan batu kapur adalah sebagai berikut :

a. Prioritas Pertama :

- Pembuatan bak penampungan sementara abu hasil pembakaran batu kapur dan pembuatan bak penampung bahan bakar cair dan padat
- Merencanakan dan mendesain alat penangkap debu yang sederhana untuk mengurangi sebaran debu dan cerobong yang cukup tinggi
- Mengadakan penyuluhan secara intensif program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K-3) dan mewajibkan para pekerja menggunakan masker (penutup hidung) dan helm pelindung kepala
- Membuat Perda khusus tentang pengolahan batu kapur di Desa Karangdawa yang mencakup tentang :
  - 1) Perencanaan pengelolaan lingkungan jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang
  - 2) Persyaratan pembuatan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) dan UKL/UPL
  - 3) Larangan penggunaan bahan bakar yang berbahaya (blotong minyak, limbah B3 dll)

b. Prioritas Kedua :

- Melakukan reboisasi di sekitar tungku pembakaran oleh pemilik tungku
- Menggunakan bahan bakar yang dampaknya minimal terhadap lingkungan

c. Prioritas Ketiga

- Merelokasi tungku pembakaran batu kapur yang dekat pemukiman ke luar daerah pemukiman (sentra pembakaran batu kapur di dukuh Apu)
- Merencanakan design perletakan tungku pembakaran batu kapur beserta pengolahan limbahnya secara sederhana

Disamping melakukan penanganan dampak pengolahan batu kapur tersebut diatas pendekatan sosial ekonomi dan pendekatan institusi juga selalu dilaksanakan secara rutin dengan melibatkan sektor terkait. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat, pemilik dan pekerja akan bahayanya dampak

pengolahan batu kapur dan juga meningkatkan pengetahuan masyarakat sehingga dapat mencegah terjadinya pencemaran udara serta meningkatkan kesehatan.

#### 4.6. Rekomendasi

Rekomendasi digunakan untuk menindaklanjuti penanganan dampak pengolahan batu kapur di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal. Dengan melihat prioritas rencana penanganan maka yang dapat dilaksanakan dalam mengurangi pencemaran debu adalah :

- Pembuatan bak penampungan sementara abu hasil pembakaran batu kapur, bak penampung bahan bakar cair (residu oli bekas) dan penampungan bahan bakar padat (kayu, limbah pabrik dll). Bak-bak tersebut dibangun di dekat tungku untuk memudahkan operasional pembakaran batu kapur. Ukuran bak tersebut disesuaikan dengan kebutuhan dan jenis tungkunya. Kegiatan bak penampungan dapat segera dilaksanakan oleh pemilik tungku
- Merencanakan dan mendesain alat penangkap debu yang sederhana untuk mengurangi sebaran debu. Dengan alat penangkap debu *Sistem Trae* yaitu sistem penangkap debu/asap dengan memasukan debu/asap ke ruang yang sudah dialiri air dari atas secara bertahap turun ke bawah.<sup>2,29</sup> Peralatan ini dapat dibuat sendiri oleh pemilik tungku dan merupakan sistem yang biayanya murah.
- Untuk merubah perilaku masyarakat ke arah yang lebih baik Dinas Kesehatan bekerjasama dengan Dinas Perindustrian secara aktif mengadakan penyuluhan tentang program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K-3) dan mewajibkan para pekerja menggunakan masker (penutup hidung) dan helm pelindung kepala.
- Membuat Perda khusus tentang pengolahan batu kapur di Desa Karangdawa yang mencakup tentang :
  - 1) Perencanaan pengelolaan lingkungan jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang
  - 2) Persyaratan pembuatan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL)

- 3) Larangan penggunaan bahan bakar yang berbahaya (blotong minyak, limbah B3 dll)

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **1.6. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 5.1. Rata-rata total partikel debu (TSP) pada lokasi pengolahan batu kapur di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal sebesar  $1.167 \mu\text{gr}/\text{m}^3$  telah melebihi ambang batas baku mutu udara ambien sesuai dengan Keputusan Gubernur Jawa Tengah No.8 Tahun 2001 yaitu  $230 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ .
- 5.2. Hasil pengukuran kapasitas fungsi paru pada pekerja, pemilik dan penduduk sekitar pembakaran batu kapur oleh Dinas Kesehatan di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal yang normal sebanyak 36 orang (42,9%). Sedangkan yang tidak normal sebanyak 48 orang (57,1%).
- 5.3. Hasil uji statistik hubungan pemaparan partikel debu pada pengolahan batu kapur terhadap penurunan kapasitas fungsi paru di desa Karangdawa Kecamatan Margasari kabupaten Tegal menunjukkan hasil bahwa ada hubungan yang bermakna antara pemaparan partikel debu (letak tobong) dengan penurunan kapasitas fungsi paru ( $p\text{-value} = 0,000$  lebih kecil dari  $\alpha = 0,05$ )
- 5.4. Hasil uji statistik perbedaan pemaparan partikel debu pada pengolahan batu kapur terhadap penurunan kapasitas fungsi paru di desa Karangdawa Kecamatan Margasari kabupaten Tegal menunjukkan bahwa :

- a. Ada perbedaan antara letak tobong dengan penurunan kapasitas fungsi paru. Pada variabel letak tobong angka Sig. di bawah 0,05 (0,000), hal ini berarti letak tobong (terpisah dan tidak terpisah) mempengaruhi normal atau tidak normalnya kapasitas fungsi paru.
- b. Model atau fungsi diskriminan untuk penelitian ini adalah :

$$z \text{ Score} = (-5,589) + (-3,936 \text{ Letak tobong})$$

Dari hasil persamaan ini dapat diartikan bahwa setiap ada satu tobong letaknya tidak terpisah dengan pemukiman penduduk dapat menurunkan kapasitas fungsi paru sekitar 4 orang (pekerja, pemilik dan penduduk sekitar tobong).

## 1.7.Saran

### 5.2.1. Kepada Pengusaha Pengolahan Batu Kapur :

- a. Pengusaha pembakaran batu kapur atau pemilik tungku pembakaran agar meminimalkan penyebaran debu batu kapur dengan melakukan pendekatan teknologi yaitu dengan membuat filter udara pada cerobong untuk menangkap abu maupun partikel debu, sehingga udara yang keluar dari cerobong asap telah lebih bersih.
- b. Pengusaha pembakaran batu kapur juga hendaknya membuat bak-bak penampungan sementara abu hasil pembakaran, bak-bak penampungan bahan bakar dan batu kapur yang sudah matang, sehingga tidak tercecer di sekitar lokasi pabrik pembakaran batu kapur.

### 5.2.2. Kepada Pekerja dan Masyarakat Sekitar Pengolahan Batu Kapur

- a. Melaksanakan perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) dengan cara peningkatan kebersihan lingkungan, peningkatan gizi, tidak merokok dan minum miras dll untuk meningkatkan mutu kualitas hidup yang lebih baik.

- b. Melaksanakan pemeriksaan kesehatan secara berkala untuk mengetahui secara dini gangguan kesehatan yang dirasakan.

#### 5.2.3. Kepada Instansi Terkait

- a. Untuk merubah perilaku masyarakat ke arah yang lebih baik Dinas Kesehatan bekerjasama dengan Dinas Perindustrian secara aktif mengadakan penyuluhan tentang program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K-3) dan mewajibkan para pekerja menggunakan masker (penutup hidung) dan helm pelindung kepala.
- b. Membuat Perda khusus tentang pengolahan batu kapur di Desa Karangdawa yang mencakup tentang :
  - Perencanaan pengelolaan lingkungan jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang
  - Persyaratan pembuatan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL)
  - Larangan penggunaan bahan bakar yang berbahaya (blotong minyak, limbah B3 dll)

## **BAB VI**

### **RINGKASAN**

#### **PENDAHULUAN**

### **1. Latar Belakang**

Dengan diberlakukannya Undang-undang nomor 23 tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Undang-undang nomor 32 tahun 2004 tentang Pemerintah Daerah, maka pengelolaan lingkungan hidup menjadi salah satu kewenangan yang diserahkan kepada pemerintah daerah, seperti yang terjadi di Kabupaten Tegal. Salah satu strategi dalam rangka pendorong peningkatan kemampuan daerah adalah penyelenggaraan pemerintahan yang baik dan profesional di bidangnya untuk mencapai cita-cita pembangunan berwawasan lingkungan yang berkelanjutan.

Dalam rangka mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan di Kabupaten Tegal diperlukan perencanaan yang terpadu, melibatkan semua dinas yang terkait dalam pengelolaan lingkungan hidup dan sumberdaya alam. Salah satu sumber daya alam yang ada di Kabupaten Tegal memerlukan pengelolaan yang terpadu adalah batu gamping yang terletak di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal.

Pengolahan batu gamping/kapur (*limestone*) di Desa Karangdawa mempunyai dampak yang positif dan negatif kepada masyarakat dan lingkungannya. Di satu pihak akan memberikan keuntungan berupa memberikan lapangan pekerjaan, mempermudah komunikasi dan transportasi serta akhirnya meningkatkan ekonomi dan sosial masyarakat. Di pihak lain dapat timbul dampak negatif karena paparan zat-zat yang terjadi pada proses pengolahan batu kapur tersebut. Apabila tidak mendapatkan penanganan yang baik akan menimbulkan dampak negatif pada lingkungan. Salah satu dampak negatif dari kegiatan pengolahan batu kapur tersebut adalah menurunnya kualitas lingkungan yang ditandai adanya pencemaran udara.

Pengolahan batu kapur merupakan salah satu sumber pencemaran udara, dengan hasil yang ditimbulkan berupa gas seperti : CO<sub>2</sub>, CO, dan partikel debu. Partikel debu batu kapur ini dapat mengganggu kesehatan bila terhirup manusia, antara lain dapat mengganggu pernafasan, seperti sesak nafas ataupun terjadinya infeksi saluran pernafasan akut (ISPA).

Tahun 2004 Kantor Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah (Pedalda) Kabupaten Tegal mengadakan pemeriksaan Kualitas Udara Ambien/Udara Luar dan Kualitas Udara Emisi Sumber tidak bergerak di permukiman sekitar pembakaran kapur Desa Karangdawa. Dari pemeriksaan tersebut dapat dilihat

bahwa hasil pengukuran Total Partikel Debu (TSP) yang dilakukan pada empat titik lokasi pemeriksaan di daerah pemukiman sekitar pembakaran kapur di Desa Karangdawa telah melebihi baku mutu yang ditetapkan. Daerah yang dekat dengan area penambangan memiliki TSP paling besar yaitu  $1.146,953 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ , sedangkan daerah yang jauh dari lokasi pembakaran yaitu Dukuh Apu memiliki TSP sebesar  $442,866 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ . Dari hasil pemeriksaan di 4 (empat) titik rata-ratanya sebesar  $893,25 \mu\text{gr}/\text{m}^3$  melebihi ambang batas baku mutu udara ambien Keputusan Gubernur Jawa Tengah No.8 Tahun 2001 yaitu  $230 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ .

Menurut hasil pemeriksaan kesehatan pekerja tambang batu kapur Desa Karangdawa tahun 2005 yang dilaksanakan Puskesmas Margasari penyakit ISPA menempati peringkat pertama sebanyak 46 orang (64 %). Hasil pemeriksaan kapasitas fungsi paru pekerja pembakaran batu kapur di Desa Karangdawa oleh Dinas Kesehatan Kabupaten Tegal tahun 2006, sebanyak 102 orang (49,76%) kapasitas fungsi parunya tidak normal.

## **2. Perumusan Masalah**

Hasil observasi awal peneliti di Desa Karangdawa, Kecamatan Margasari, Kabupaten Tegal, yang terkenal dengan daerah penghasil kapur, tingkat pencemaran lingkungannya semakin parah. Daerah tersebut sekarang nampak sebagai daerah yang tak sehat, karena tingkat pencemaran yang sangat tinggi, terutama pencemaran udara yang berakibat semakin buruknya tingkat kesehatan masyarakat. Sebagian besar tobong-tobong pembakaran berada di tengah perkampungan, sedangkan mata pencaharian terbesar mereka adalah penambang kapur. Inilah yang menjadi perhatian peneliti agar dapat memberikan masukan terutama kalangan eksekutif dan legislatif untuk mencari jalan penyelesaian terbaik, agar kegiatan penambangan kapur tetap berjalan tetapi tidak mencemari lingkungan dan gangguan kesehatan.

## **3. Tujuan Penelitian**

Mengetahui hubungan pemaparan partikel debu pada pengolahan batu kapur terhadap penurunan kapasitas fungsi paru di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal.

# **METODE PENELITIAN**

## **1. Desain Penelitian**

Tipe penelitian ini adalah penelitian penjelasan (*explanatory research*), Penelitian ini bersifat kuantitatif dengan metode pendekatan *Cross Sectional*.

## 2. Populasi dan Sampel

Populasi penelitian ini adalah masyarakat di desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal yang terbagi menjadi 3 (tiga) kelompok yaitu sebanyak 527 orang pekerja + 76 orang pemilik tungku pembakaran + 60 penduduk sekitar pembakaran batu kapur, sehingga totalnya 663 orang. Pengambilan sampel dengan teknik *purposive sampling*. Jumlah sampel minimal yang harus diteliti menggunakan rumus menurut *Vincent Gaspersz*, Dari hasil perhitungan didapatkan sample sebesar 84 orang.

## 3. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan *Software Program SPSS version 11*. Adapun teknik analisisnya yaitu Analisis *bivariate* digunakan uji *Chi-Square*. Analisa *multivariate* dilakukan dengan menggunakan uji statistik analisis diskriminan (*Discriminant Analysis*).

## TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Pengertian Batu Kapur

Batu kapur adalah batuan sedimen berjenis khusus yang terbentuk dari kerangka hewan-hewan kecil lautan. Batu kapur (Gamping) dapat terjadi dengan beberapa cara, yaitu secara organik, secara mekanik, atau secara kimia. Sebagian besar batu kapur yang terdapat di alam terjadi secara organik, jenis ini berasal dari pengendapan cangkang/rumah kerang dan siput, foraminifera atau ganggang, atau berasal dari kerangka binatang koral/kerang. Batu kapur dapat berwarna putih susu, abu muda, abu tua, coklat bahkan hitam, tergantung keberadaan mineral pengotornya.

### 2. Pencemaran Debu pada Pengolahan Batu Kapur

Debu adalah partikel-partikel zat padat yang disebabkan oleh kekuatan-kekuatan alami atau mekanis seperti pengolahan, penghancuran, pelembutan, pengepakan yang cepat, peledakan dan lain-lain dari bahan-bahan baik organik maupun anorganik, misalnya batu, kayu, arang batu, bijih logam dan sebagainya. Dengan menarik nafas, udara yang mengandung debu masuk ke dalam paru-paru. Partikel debu yang dapat dihirup oleh pernafasan manusia mempunyai ukuran 0,1 mikron sampai 10 mikron. Pada hidung dan tenggorokan bagian bawah ada cilia yang berfungsi menahan benda-benda asing seperti debu dengan ukuran 5–10 mikron yang kemudian dikeluarkan bersama secret waktu nafas. Sedang yang berukuran 3–5 mikron ditahan pada bagian tengah jalan pernafasan. Penumpukan dan pergerakan debu pada

saluran nafas dapat menyebabkan peradangan jalan nafas. Peradangan yang terjadi dapat menyebabkan penyumbatan jalan nafas sehingga akhirnya dapat menurunkan fungsi paru. Untuk partikel 1-3 mikron dapat masuk ke alveoli paru – paru dan partikel 0,1–1 mikron tidak mudah hinggap di permukaan alveoli karena adanya gerakan Brown, tetapi akan membentur permukaan alveoli dan dapat tertimbun di alveoli. Debu yang masuk alveoli dapat menyebabkan pengerasan pada jaringan (fibrosis) dan bila 10 % alveoli mengeras akibatnya mengurangi elastisitasnya dalam menampung volume udara. Kemampuan elastisitas alveoli yang berkurang akan menyebabkan kemampuan untuk mengikat oksigen juga menurun. Fibrosis yang terjadi ini dapat menurunkan kapasitas vital paru.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Keadaan Umum

Desa Karangdawa terletak disebelah barat daya dari ibukota kabupaten dan berjarak  $\pm 25$  Km dari ibukota Kabupaten. Luas wilayah Desa Karangdawa adalah 648,825 Ha, yang terdiri dari tanah sawah  $\pm 329,100$  Ha, pemukiman dan tegalan seluas  $\pm 319,725$  Ha. Sedangkan secara topografi Desa Karangdawa merupakan dataran rendah yang berada  $\pm 65$  meter diatas permukaan laut.

### 2. Kondisi Pengolahan Batu Kapur

Sumber daya mineral yang ada di Desa Karangdawa berupa bukit batuan kapur (*limestone*) seluas  $\pm 16$  Ha, yang pengelolaannya dilaksanakan Koperasi Industri Kerajinan Rakyat (Kopinkra) Sentra Kapur Desa Karangdawa. Sebagian besar masyarakat Desa Karangdawa melakukan pekerjaan pada industri pengolahan batu kapur sebagai pencahariannya. Sebagian kecil masyarakat mendirikan tungku pembakaran batu kapur yang letaknya tidak jauh dari pemukiman penduduk.

Endapan batu kapur di Desa Karangdawa mempunyai ciri-ciri berwarna putih, putih kecoklatan, sifat fisik keras dan mempunyai kandungan  $\text{CaCO}_3$  dengan ketebalan tanah penutup 0,5 – 1 meter. Berdasarkan data dari Koperasi Kopinkra Sentra Kapur, diketahui jumlah cadangan batu kapur yang dapat ditambang berdasarkan rencana penambangan seluas  $\pm 16$  Ha yang berupa bukit dengan ketebalan 10 – 30 meter adalah sebesar  $\pm 43.750.000$  ton merupakan cadangan tereka dan  $\pm 24.350.000$  ton cadangan terukur. Sehingga dengan produksi yang direncanakan untuk sementara sebesar 240 ton/hari, maka produksi untuk waktu satu tahun (300 hari kerja) adalah sebesar 72.000 ton. Umur tambang diperkirakan 338 tahun (dengan catatan penambangan masih menggunakan cara tradisional seperti saat ini).

### **3. Pemaparan Partikel Debu dengan Penurunan Kapasitas Fungsi Paru**

#### **1. Pemaparan Partikel Debu**

Kadar debu dalam penelitian ini diukur dengan menggunakan alat *Low Volume Air Sampler (LVAS)*. Dari hasil pemeriksaan di empat titik seperti tersebut dapat diketahui bahwa rata-rata Total Partikel Debu (TSP) sebesar  $1.167 \mu\text{gr}/\text{m}^3$  telah melebihi ambang batas baku mutu udara ambien sesuai dengan Keputusan Gubernur Jawa Tengah No.8 Tahun 2001 yaitu  $230 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ . Dari hasil pengukuran di empat titik lokasi tersebut semuanya telah jauh melebihi nilai ambang batas yang telah ditetapkan, sedangkan yang paling tinggi di Komplek/sentra pembakaran batu kapur sebesar  $1.383 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ . Hal ini disebabkan debu dan asap yang terbawa angin akan masuk ke area pemukiman, terutama di Dukuh Karangasem yang sebagian masyarakatnya masih melakukan pembakaran yang lokasinya dekat dengan rumah.

Sedangkan di Dukuh Apu yang lokasi pembakaran batu kapurnya terpisah dengan pemukiman penduduk kualitas udaranya lebih baik dibandingkan dengan di Dukuh Karangasem walaupun masih melebihi ambang batas yaitu sebesar  $950 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ . Hal ini kemungkinan disebabkan debu dan asap hasil pembakaran batu kapur di komplek/sentra pembakaran kapur terbawa angin masuk ke pemukiman di Dukuh Apu.

#### **2. Kapasitas Fungsi Paru**

Dengan menggunakan hasil pemeriksaan kapasitas fungsi paru pekerja, pemilik dan masyarakat sekitar pembakaran batu kapur di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal yang dilaksanakan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten Tegal pada bulan Nopember 2006 sebanyak 205 orang. Dari 205 orang tersebut diambil secara acak sebanyak 84 orang sebagai responden yang kemudian diteliti sesuai dengan kriteria inklusi penelitian ini. Hasilnya dapat diketahui bahwa kapasitas fungsi paru responden pada pembakaran batu kapur di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal yang normal sebanyak 36 orang (42,9%). Sedangkan yang tidak normal sebanyak 48 orang (57,1%).

### **4. Uji statistik Hubungan Pemaparan Partikel Debu dengan Penurunan Kapasitas Fungsi Paru**

#### **i. Bivariat**

Hasil uji statistik dengan nilai  $\alpha = 0,05$  ada hubungan yang bermakna antara pemaparan partikel debu (letak tobong) dengan penurunan kapasitas fungsi paru. Hal ini sejalan dengan pernyataan Pradjanaparamita bahwa jika fungsi paru baik, otomatis pasokan oksigen kedalam darah seluruh tubuh juga berjalan baik. Salah satu penyebab penurunan fungsi paru adalah

karena kondisi lingkungan yang buruk yaitu adanya polusi udara. Hasil observasi di lapangan, kondisi lingkungan di pemukiman yang letak tobongnya tidak terpisah di desa karangdawa sangat buruk. Asap hasil pembakaran kapur yang mengandung partikel debu mencemari lingkungan pemuki-man sehingga mempengaruhi kapasitas fungsi paru penduduk.

Sedangkan Uji Hubungan antara Pemaparan Partikel Debu (status responden) dengan Penurunan Kapasitas Fungsi Paru dari hasil uji statistik tidak ada hubungan yang bermakna antara pemaparan partikel debu (status responden) dengan penurunan kapasitas fungsi paru. Hal ini sejalan dengan pernyataan Pradjnaparamita bahwa penurunan kapasitas fungsi paru tergantung pada kondisi fisik dan kemampuan beradaptasi seseorang dengan lingkungannya. Hasil observasi di lapangan, kondisi fisik masyarakat baik pekerja, pemilik maupun penduduk di desa karangdawa berbeda. Peneliti tidak memasukan kondisi fisik dan kemampuan beradaptasi seseorang dalam penelitian ini sehingga pengaruhnya terhadap penurunan kapasitas fungsi paru tidak dapat dilihat.

## ii. **Multivariat**

Dari hasil proses uji diskriminan, mulai dari uji variabel sampai analisis output, didapat kesimpulan yang terkait dengan tujuan uji diskriminan pada penelitian ini :

- Ada perbedaan yang signifikan antara kapasitas fungsi paru yang tidak normal dengan yang normal. Hal ini dibuktikan pada analisis Wilk's Lamda. Variabel yang membuat kapasitas fungsi paru berbeda adalah letak tobong.
- Model atau fungsi diskriminan untuk penelitian ini adalah  
$$Z \text{ Score} = (-5,589) + (-3,936 \text{ Letak tobong})$$

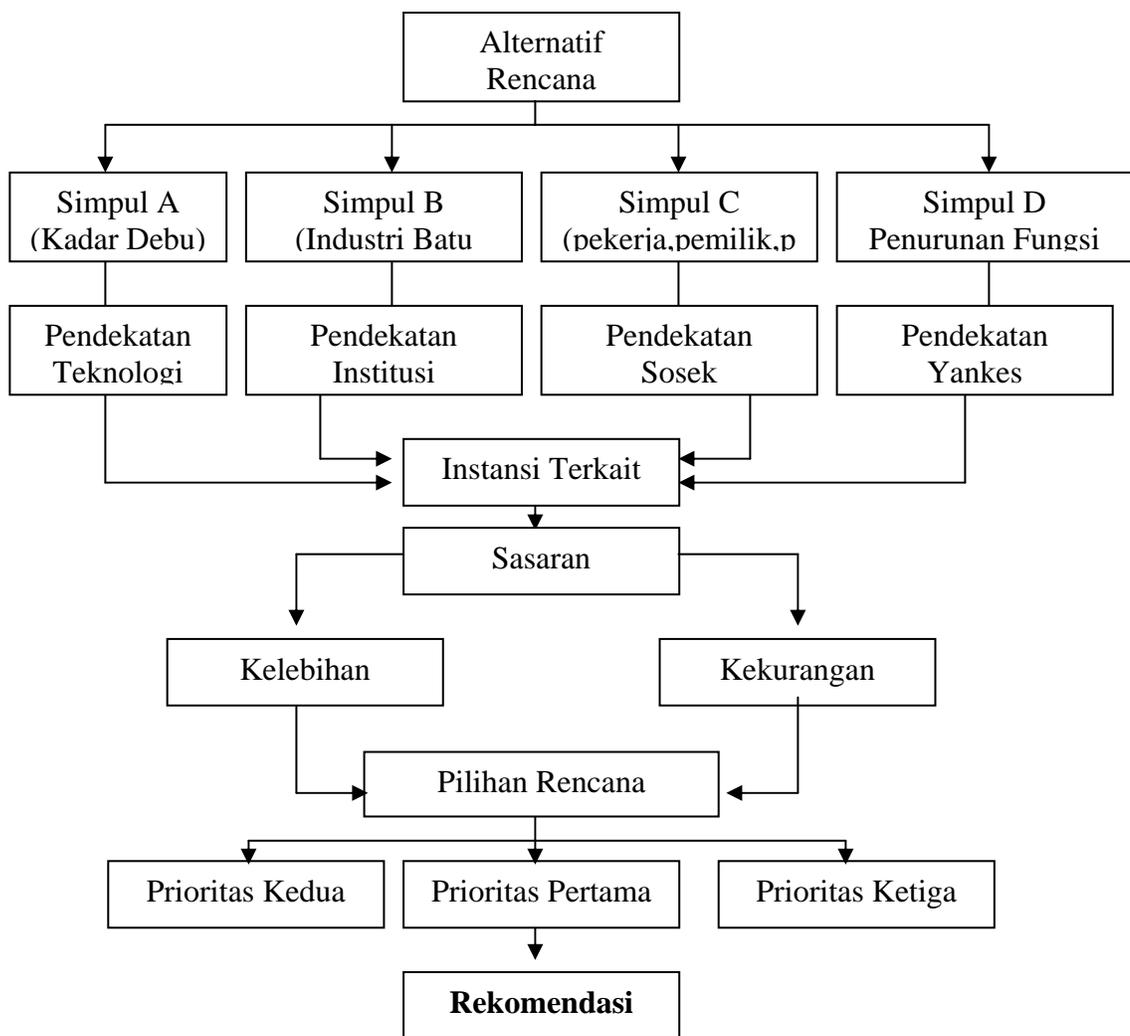
Dari hasil persamaan ini dapat diartikan bahwa setiap ada satu tobong letaknya tidak terpisah dengan pemukiman penduduk dapat menurunkan kapasitas fungsi paru sekitar 4 orang (pekerja, pemilik dan penduduk sekitar tobong).

## 5. **Rencana Penanganan Dampak Pengolahan Batu Kapur**

Dari hasil analisis statistik ternyata ada hubungan pemaparan kadar partikel debu dengan penurunan kapasitas fungsi paru. Sehingga diperlukan adanya penanganan dampak dari pengolahan batu kapur di desa Karangdawa kecamatan Margasari Kabupaten Tegal. Dalam proses terjadinya penurunan fungsi paru pada pengolahan batu kapur, pada hakekatnya dapat diuraikan dalam empat simpul, Simpul A merupakan simpul paling hulu, yaitu sumber penyakit, dalam hal ini berupa kadar debu. Simpul B, merupakan komponen lingkungan yang berupa media transmisi penyakit tersebut, dalam hal ini industri pengolahan batu kapur.

Simpul C adalah pekerja, pemilik dan penduduk sekitar pengolahan batu kapur. Sedangkan Simpul D atau simpul yang paling hilir adalah penduduk yang dalam keadaan sakit atau terganggu kesehatannya setelah mendapat pajanan oleh komponen lingkungan, dalam hal ini penurunan fungsi paru.

Rencana penanganan paparan debu pada pengolahan batu kapur di Desa Karangdawa dapat digunakan untuk mengurangi dampak pengolahan batu kapur yang sudah ada dan memberi masukan untuk perencanaan pengolahan batu kapur yang akan datang sehingga tidak mencemari lingkungan. Rencana penanganannya dapat dilihat pada diagram di bawah ini :



Gambar 1. Diagram Rencana Penanganan Dampak Pengolahan Batu Kapur

Penanganannya melalui empat pendekatan yaitu:

a. Pendekatan Teknologi

- Pembuatan bak penampung sementara abu hasil pembakaran, kemudian dibuang ke lokasi tertentu (TPA).
- Pembuatan bak penampungan bahan bakar seperti residu oli bekas, blotong minyak, kayu dll sebelum bahan bakar tersebut dibakar.
- Melengkapi tungku pembakaran yang ada dengan alat penangkap debu secara sederhana

b. Pendekatan Sosial Budaya

- Memberikan penyuluhan oleh instansi terkait pada pemilik, pekerja dan masyarakat sekitar lokasi untuk melaksanakan perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) dengan cara peningkatan kebersihan lingkungan, peningkatan gizi, tidak merokok dan minum miras dll untuk meningkatkan mutu kualitas hidup yang lebih baik
- Mensosialisasikan program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K-3) kepada para pemilik dan pekerja tungku. Mewajibkan para pekerja menggunakan masker (penutup hidung) dan helm pelindung kepala. Masker dan helm tersebut disediakan oleh para pemilik tungku

c. Pendekatan Institusi

- Dinas Kesehatan dan Dinas Perindustrian Kabupaten Tegal melalui Program Kesehatan Kerja agar lebih mengintensifkan pembinaan dan penyuluhan kepada pekerja industri batu kapur agar mau menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) untuk mengurangi pemaparan debu.
- Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Tegal mensyaratkan bagi pemilik tungku untuk melakukan penanganan/pengelolaan terhadap dampak lingkungan yang terjadi berupa pembuatan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL)

d. Pendekatan Pelayanan Kesehatan

- Para pemilik tungku mensyaratkan adanya surat keterangan sehat bagi para pekerja sebelum diterima sebagai tenaga kerja dan setiap enam bulan dilakukan pemeriksaan kesehatan bagi para pekerja dengan biaya dibebankan kepada pemilik tungku.
- Mengadakan pemeriksaan berkala bagi pekerja, pemilik dan penduduk disamping melakukan pengobatan bagi penduduk yang terkena penyakit akibat pengolahan batu kapur

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **1. Kesimpulan**

- a. Rata-rata total partikel debu (TSP) sebesar  $1.167 \mu\text{gr}/\text{m}^3$  telah melebihi ambang batas baku mutu udara ambien sesuai dengan Keputusan Gubernur Jawa Tengah No.8 Tahun 2001 yaitu  $230 \mu\text{gr}/\text{m}^3$ .
- b. Hasil pengukuran kapasitas fungsi paru di Desa Karangdawa Kecamatan Margasari Kabupaten Tegal yang normal sebanyak 36 orang (42,9%). Sedangkan yang tidak normal sebanyak 48 orang (57,1%).
- c. Hasil uji statistik ada hubungan yang bermakna antara pemaparan partikel debu (letak tobong) dengan penurunan kapasitas fungsi paru ( $p\text{-value} = 0,000$  lebih kecil dari  $\alpha = 0,05$ )
- d. Hasil uji statistik perbedaan pemaparan partikel debu pada pengolahan batu kapur terhadap penurunan kapasitas fungsi paru menunjukkan bahwa :
  - Ada perbedaan antara letak tobong dengan penurunan kapasitas fungsi paru. Pada variabel letak tobong angka Sig. di bawah 0,05 (0,000), hal ini berarti letak tobong (terpisah dan tidak terpisah) mempengaruhi normal atau tidak normalnya kapasitas fungsi paru.
  - Fungsi diskriminannya adalah :  $z \text{ Score} = (-5,589) + (-3,936 \text{ Letak tobong})$   
Yang artinya bahwa setiap ada satu tobong letaknya tidak terpisah dengan pemukiman penduduk dapat menurunkan kapasitas fungsi paru sekitar 4 orang (pekerja, pemilik dan penduduk sekitar tobong).

## 2. Saran

- a. Pengusaha pembakaran batu kapur membuat filter udara pada cerobong untuk menangkap abu maupun partikel debu. Pengusaha pembakaran batu kapur membuat bak-bak penampungan sementara abu hasil pembakaran, bak-bak penampungan bahan bakar dan batu kapur yang sudah matang,
- b. Untuk merubah perilaku masyarakat ke arah yang lebih baik Dinas Kesehatan bekerjasama dengan Dinas Perindustrian secara aktif mengadakan penyuluhan tentang program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K-3) dan mewajibkan para pekerja menggunakan masker (penutup hidung) dan helm pelindung kepala.
- c. Membuat Perda khusus tentang pengolahan batu kapur di Desa Karangdawa yang mencakup tentang :
  - Perencanaan pengelolaan lingkungan jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang
  - Persyaratan pembuatan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL)
  - Larangan penggunaan bahan bakar yang berbahaya (blotong minyak, limbah B3 dll)

## DAFTAR PUSTAKA

1. Samekto, Adji, 2005, *Kapitalisme, Modernisasi dan Kerusakan Lingkungan*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta
2. Kantor Pedalda kabupaten tegal, 2005, *Kajian Dampak Pengolahan Batu Kapur Terhadap Lingkungan*, Tegal
3. Heri Setiardi, 2006, *Pencemaran Akibat Pembakaran Kapur*, <http://www.suaramerdeka.com>, Download, 6 Oktober 2006
4. Suma'mur P.K.,1986, *Higene Perusahaan dan Keselamatan Kerja* cetakan kelima, Gunung Agung, Jakarta
5. Mukono, H.J, 1997, *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya terhadap Gangguan Saluran Pernafasan*, Airlangga University Press, Surabaya
6. Puskesmas Margasari, 2005, *Laporan Hasil Pemeriksaan Kesehatan Gratis Pekerja Tambang Batu Gamping Desa Karangdawa bulan Nopember 2005*, Margasari
7. Curtis, Neil, 2000, *Batu dan Mineral, Menyelidiki dan Memahami Geologi*, Interaksara, Jakarta
8. Kelompok Program Teknologi Informasi Pertambangan, 2005, *Batu Kapur/Gamping*, <http://www.tekmira.esdm.go.id>, Download, 2 Juli 2007
9. Kasri, Nurlini, 1999, *Kawasan Kars di Indonesia, Potensi dan Pengelolaan Lingkungannya*, Kantor Menteri Lingkungan Hidup, Jakarta
10. Depkes R I, 1993, *Upaya Kesehatan Kerja Sektor In formal di Indonesia* cetakan ke 2 , Depkes RI, Jakarta
11. Pujiastuti, Wiwiek, Pusat Kesehatan Kerja,Depkes RI, 2002, *Debu sebagai bahan pencemar yang membahayakan kesehatan kerja*, <http://www.depkes.go.id>, Download, 22 September 2006
12. Ernoto, GT, 2003, *Pengaruh Merokok Terhadap Fungsi Paru Pada Pengolahan Batu Kapur di Desa Darmakradenan*, UNS, Surakarta

13. Sylvia A. Price and Lorraine M. Wilson alih bahasa Dr Peter Anugrah, 1994, *Patofisiologi* edisi 4, EGC, Jakarta
14. Diknakertrans Propinsi Jawa Tengah, 2002, *Panduan Praktikum Hiperkes*, Badan Pengembangan Keselamatan Kerja & Hiperkes, Semarang.
15. Sanusi, Chandra, 1986, *Kelainan – kelainan Sistem Pernafasan*, EGC, Jakarta.
16. Depnaker RI, 1986, *Modul Kursus Tertulis bagi Dokter Hiperkes, Proyek Hiperkes Pusat Pelayanan Ergonomi*, Depnaker, Jakarta.
17. Anies, 2005, *Penyakit Akibat Kerja, Berbagai penyakit Akibat Lingkungan Kerja dan Upaya Penanggulangannya*, Elex Media Komputindo, Jakarta
18. Ali, M. Bendong, 1997, *Penyakit Paru Kerja, Majalah Kesehatan Masyarakat Indonesia*, Tahun XXV nomor 4, Jakarta
19. Soeripto, 1992, *Faktor Lingkungan Kerja Sebagai Penyebab Penyakit Paru Akibat Kerja, Majalah Hiperkes* volume XVI/4 – 5, Depnaker, Jakarta.
20. Notoatmodjo, Soekidjo, 1993, *Metodologi Penelitian Kesehatan*, Rineka Cipta, Jakarta
21. Sugiyono, 2000, *Statistika Untuk Penelitian*, Jakarta, Alfabeta
22. Gaspersz, Vincent, 1991, *Teknik Penarikan Contoh untuk Penelitian Survey*, PT Tarsito Bandung
23. Dinas Kesehatan Kabupaten Tegal, 2005, *Profil Kesehatan Kabupaten Tegal Tahun 2004*, Tegal
24. Direktorat PLP, Depkes R I, 1999, *Petunjuk Pengukuran Kualitas Udara*, Depkes RI, Jakarta
25. Santoso, Singgih, 1999, *SPSS Mengolah Data Statistik Secara Profesional*, PT. Elex Media Komputindo, Gramedia, Jakarta
26. Ghozali, Imam, 2006, *Aplikasi Analisis Multivariaet dengan Program SPSS*, Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang
27. Santoso, Singgih, 2005, *Menggunakan SPSS Untuk Statistik Multivariat*, PT. Elex Media Komputindo, Gramedia, Jakarta

28. Dinas PMKB&Kesos Kabupaten Tegal, 2005, *Daftar Isian Potensi dan Tingkat Perkembangan Desa Karangdawa, Kecamatan Margasari, Tegal*
29. UNEP, 2006, *Jenis Tungku, Refraktori dan Isolasi*, <http://www.energiefficiencyasia.or.id>, Download, 6 April 2007
30. Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara, 2006, *Pembakaran Kapur dalam Tungku Sistem Berkala dengan Kombinasi Bahan Bakar Kayu-Batubara*, <http://www.tekmira.esdm.go.id>, Download, 6 April 2007
31. Pradjnaparamita, 2003, *Paru-paru Sehat, Napas pun Lega*, <http://www.kompas.com>, Download, 28 April 2007
32. Rokhayati, Eti, 2006, *Studi Tentang Jarak Paparan Debu Batu Gamping dengan Kapasitas Paru pada Masyarakat di Sekitar Pabrik Batu Gamping*, Laporan Penelitian
33. Utomo, Budi, 2005, *Faktor-Faktor Resiko Penurunan Kapasitas Paru Pekerja Tambang Batu Kapur*, Laporan Penelitian
34. Achmadi, UF, 1999, *Hubungan antara Jarak dengan Kadar Debu pada Daerah Pertambangan batu Kapur*, Laporan Penelitian
35. Raharjo, 2000, *Pencemaran Udara*, Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta
36. Anies, 2005, *Mewaspai Penyakit Lingkungan*, Elex Media Komputindo, Jakarta
37. Anies, 2006, *Manajemen Berbasis Lingkungan*, Elex Media Komputindo, Jakarta
38. Anies, 2007, *Mengatasi Gangguan Kesehatan Masyarakat Akibat Radiasi Elektromagnetik dengan Manajemen Berbasis Lingkungan*, Pidato Pengukuhan Guru Besar FK UNDIP, Semarang