



**ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN
PADA AIR TANAH DAN UDARA
(Studi di Kawasan Gunung Kapur Akibat Kegiatan Industri
Desa Grenden Kecamatan Puger Kabupaten Jember)**

SKRIPSI

Oleh

**Salsabila Purnamasari
NIM 142110101043**

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



**ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN
PADA AIR TANAH DAN UDARA
(Studi di Kawasan Gunung Kapur Akibat Kegiatan Industri
Desa Grenden Kecamatan Puger Kabupaten Jember)**

SKRIPSI

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

Oleh

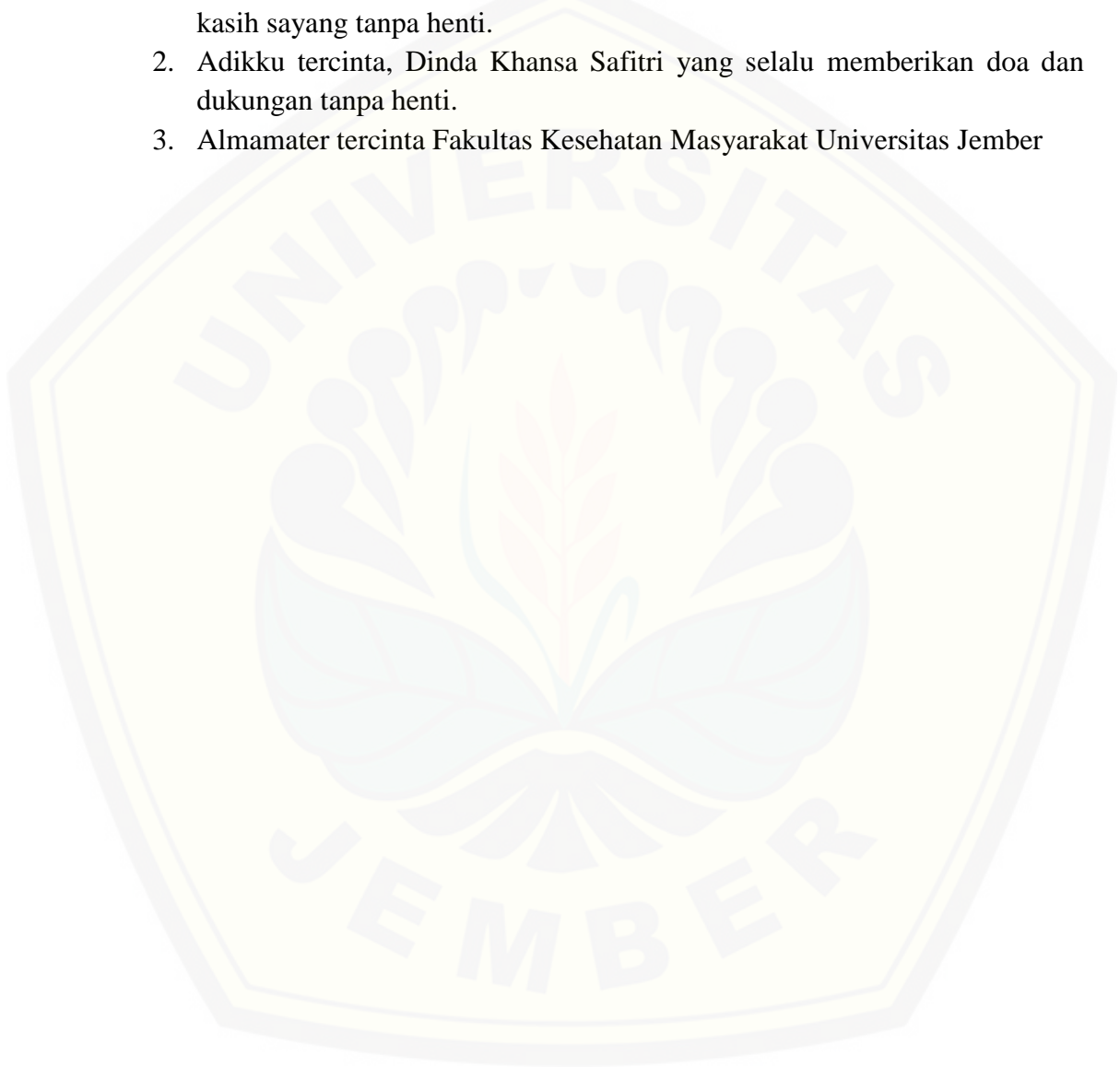
**Salsabila Purnamasari
NIM 142110101043**

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

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya Bapak Hari Arbiantara dan Ibu Triana Lindriati yang telah mendidik dan memberi dukungan saya selama ini dengan penuh kasih sayang tanpa henti.
2. Adikku tercinta, Dinda Khansa Safitri yang selalu memberikan doa dan dukungan tanpa henti.
3. Almamater tercinta Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember



MOTTO

“Study is a long term habit, never stop as long as we live”



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Salsabila Purnamasari

NIM : 142110101043

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan pada Air Tanah dan Udara (Studi di Kawasan Gunung Kapur Akibat Kegiatan Industri Desa Grenden Kecamatan Puger Kabupaten Jember)* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, 17 September 2018

Yang menyatakan,

Salsabila Purnamasari

NIM 142110101043

PEMBIMBINGAN

SKRIPSI

**ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN
PADA AIR TANAH DAN UDARA
(Studi di Kawasan Gunung Kapur Akibat Kegiatan Industri
Desa Grenden Kecamatan Puger Kabupaten Jember)**

Oleh

**Salsabila Purnamasari
NIM 142110101043**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan pada Air Tanah dan Udara (Studi di Kawasan Gunung Kapur Akibat Kegiatan Industri Desa Grenden Kecamatan Puger Kabupaten Jember)* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember pada:

Hari : Kamis
Tanggal : 26 Juli 2018
Tempat : Ruang Sidang 1 FKM UNEJ

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

Penguji		
1. Ketua	: Rahayu Sri Pujiati, S.KM., M.Kes NIP. 197708282003122001	(.....)
2. Sekretaris	: Andrei Ramani, S.KM., M.Kes NIP. 198008252006041005	(.....)
3. Anggota	: Erwan Widiyatmoko, S.T. NIP. 197802052000121003	(.....)

Mengesahkan

Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Jember

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

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat terselesaikannya skripsi dengan judul *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan pada Air Tanah dan Udara (Studi di Kawasan Gunung Kapur Akibat Kegiatan Industri Desa Grenden Kecamatan Puger Kabupaten Jember)*, sebagai salah satu persyaratan akademis dalam rangka menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Pada kesempatan ini kami menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) dan Ibu Anita Dewi Mulyaningrum, S.KM., M.Kes selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) yang telah memberikan petunjuk, koreksi serta saran hingga terwujudnya skripsi ini.

Terimakasih dan penghargaan kami sampaikan pula kepada yang terhormat:

1. Ibu Irma Prasetyowati, S.KM., M.Kes., selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
2. Bapak Dr. Isa Ma'rufi S.KM., M.Kes., selaku Ketua Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
3. Ibu Rahayu Sri Pujiati, S.KM., M.Kes., selaku Ketua Penguji dari Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.
4. Bapak Andrei Ramani, S.KM., M.Kes., selaku Sekretaris Penguji dari Bagian Biostatistika dan Epidemiologi.
5. Bapak Erwan Widiyatmoko, S.T., selaku Anggota Penguji dan Ketua Laboratorium Kesehatan Daerah Jember.
6. Seluruh bapak dan ibu dosen yang telah memberikan ilmu.
7. Pihak Puskesmas Puger Bagian Kesehatan Lingkungan yang telah membantu hingga selesainya penelitian.
8. Pihak BBTCL-PP Surabaya yang telah membantu proses penelitian.

9. Sahabat-sahabatku serta saudara terdekatku, Yuni Ribti Fitriyani, Nanda Galib Putri, Laily Ida Arisa, Susanti Sugi Rahayu dan Febri Dyah Perwita serta Alvina Nur Asmy yang selalu memberikan motivasi dan dukungan selama masa perkuliahan ini.
 10. Teman-teman BEM FKM UNEJ, AIESEC in Universitas Jember, dan JMKI Jember terima kasih telah mengajarkan dan memberikan banyak pengalaman berharga yang mungkin tidak akan didapat di bangku perkuliahan saja.
 11. Teman-teman angkatan 2014, Kelompok 5 PBL dan kelompok magang yang telah memberikan banyak pengalaman berharga.
 12. Semua pihak yang membantu, terimakasih atas kerjasama yang baik, hanya Allah yang bisa membalas dengan memberikan kebaikan dan pahala berlipat
- Skripsi ini telah kami susun dengan optimal, namun tidak menutup kemungkinan adanya kekurangan, oleh karena itu kami dengan tangan terbuka menerima masukan yang membangun. Semoga tulisan ini berguna bagi semua pihak yang memanfaatkannya.

Jember, September 2018

Penulis

RINGKASAN

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan pada Air Tanah dan Udara (Studi di Kawasan Gunung Kapur Akibat Kegiatan Industri Desa Grenden Kecamatan Puger Kabupaten Jember); Salsabila Purnamasari; 142110101043; 2018; 118 halaman; Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Desa Grenden merupakan daerah di Kecamatan Puger yang memiliki pegunungan kapur, dimana terdapat beberapa industri pengolahan batu kapur. Hal tersebut mengakibatkan Desa Grenden mengalami perkembangan ekonomi, namun juga mendapat dampak merugikan seperti risiko kesehatan pada masyarakat yang tinggal di kawasan gunung kapur. Kandungan kalsit yang sebagian besar menyusun batu kapur mengakibatkan pencemaran yang mengakibatkan dampak kesehatan. Risiko kesehatan akibat kalsit yang tersebar melalui air tanah dan udara dapat diketahui menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis risiko kesehatan lingkungan pada air tanah dan udara di kawasan gunung kapur Desa Grenden Kecamatan Puger. Penelitian ini adalah penelitian observasional deskriptif. Sampel pada penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu sampel lingkungan dan sampel manusia. Sampel lingkungan yang diambil adalah sampel air sumur warga yang akan diuji kesadahan airnya dan sampel udara ambien dengan parameter *Total Suspended Particle (TSP)*. Jumlah sumur yang diambil sampelnya sebanyak 32 sumur dimana terdapat di Dusun Krajan 1 dan Dusun Kapuran, sedangkan sampel udara diambil pada 3 titik. Sampel manusia yang diambil adalah penduduk yang sampel air sumurnya diambil dan dekat dengan titik pengambilan sampel udara. Survei yang dilakukan pada sampel manusia bertujuan untuk mengetahui berat badan, laju ingesti, waktu pajanan, frekuensi pajanan dan durasi.

Berdasarkan hasil penelitian rata-rata kandungan kapur pada sumur warga adalah sebesar 207,906 mg/L, dengan nilai maksimum 530 mg/L dan minimum

111 mg/L. Sampel udara yang didapat pada titik 1, 2 dan 3 memiliki kandungan *TSP* sebesar 0,024 mg/Nm³, 0,054 mg/Nm³ dan 0,113 mg/Nm³. Nilai *reference concentration (RfC)* dan *Derived No Effect Levels (DNELs)* pada kedua agen risiko yaitu kapur dan *TSP* digunakan sebagai nilai dosis respons untuk karakterisasi risiko atau menilai *risk quotients (RQs)*. Karakterisasi risiko pada populasi menunjukkan bahwa akibat pajanan kapur melalui ingesti melebihi satu (*RQs* > 1), sedangkan *ECR* akibat pajanan *TSP* melalui inhalasi lebih dari satu (*ECR* > 1).

Pengelolaan risiko, terutama melalui ingesti dapat dilakukan dengan cara menurunkan konsentrasi kapur pada air sumur warga sampai pada batas aman yaitu 159,21 mg/L dan juga mengurangi laju asupan sampai pada 1,990125 liter/hari. Pada jalur inhalasi, pengelolaan risiko dilakukan dengan menurunkan konsentrasi debu *TSP* sampai batas aman yaitu 0,000621 mg/m³ dan juga durasi pajanan aman sampai 100 hari. Hal tersebut dapat dilakukan dengan memasak air terlebih dahulu, menambahkan soda abu dan kapur, menukar ion dengan menggunakan zeolit, mengadakan akses air minum selain dari air sumur (air isi ulang atau air PDAM). Untuk pengelolaan risiko akibat paparan melalui udara dapat dilakukan dengan penanaman tanaman hijau, penyiraman tanah setiap hari dan pemasangan filter udara. Tahap terakhir, yaitu komunikasi risiko dilakukan antara dua pihak yaitu pemerintah dan industri, yang selanjutnya dilaksanakan kepada masyarakat.

SUMMARY

Environmental Health Risk Assessment on Ground Water and Air (Study in The Limestone Area Due to Industrial Activities in Grenden Village Puger District Jember Regency); Salsabila Purnamasari; 142110101043; 2018; 118 Pages; Department of Environmental Health and Occupational Safety of The Public Health Faculty, Jember University.

Grenden village is one of areas in Puger District that have limestone area, which also have a lot of industrial and quarry limestone. However, in spite of remarkable contribution towards economic development, some adverse impacts have been noticed such as the health risk among the inhabitant around limestone areas. That adverse impacts could happen because limestone contains of chemical which largely contains of calcite. Health risk caused by lime exposure through ground water and air could be known by using Environmental Health Risk Assessment (EHRA).

The purpose of this research is analyzing environmental health risk through ground water and air in limestone area of Grenden Village Puger District. This research is observasional descriptive, that have two kinds of sample which is environment sample and human sample. Environmental sample in this research is 32 wells water of inhabitant and ambient air sample on three points that located at Krajan 1 Subvillage and Kapuran Subvillage. Each ground water sample and ambient air sample will be inspected through their water hardness parameter and Total Suspended Particle (TSP) parameter. While, human sample (respondent) is inhabitant whose well water already took in this research and also near air sample point's location. Respondents were subjected to anthropometric surveys for body weight, ingestion rate, exposure times, exposure frequency and duration time.

Based on the research results, water hardness well's limestone area have average 207.906 mg/L with maximum 530 mg/L and minimum 111 mg/L. While, TSP in ambient air at point 1, 2 and 3 are 0.024 mg/Nm³, 0.054 mg/Nm³ and

0.113 mg/Nm³. Reference concentration (RfC) and Derived No Effect Levels (DNELs) of both risk agent, water hardness and TSP, were employed as dose-response quantity to characterize health risk quotients (RQs). Risk characterization on population shows that RQs of water hardness exposure through ingestion is greater than one (RQs > 1), while ECR of TSP exposure through inhalation is also greater than one (ECR > 1).

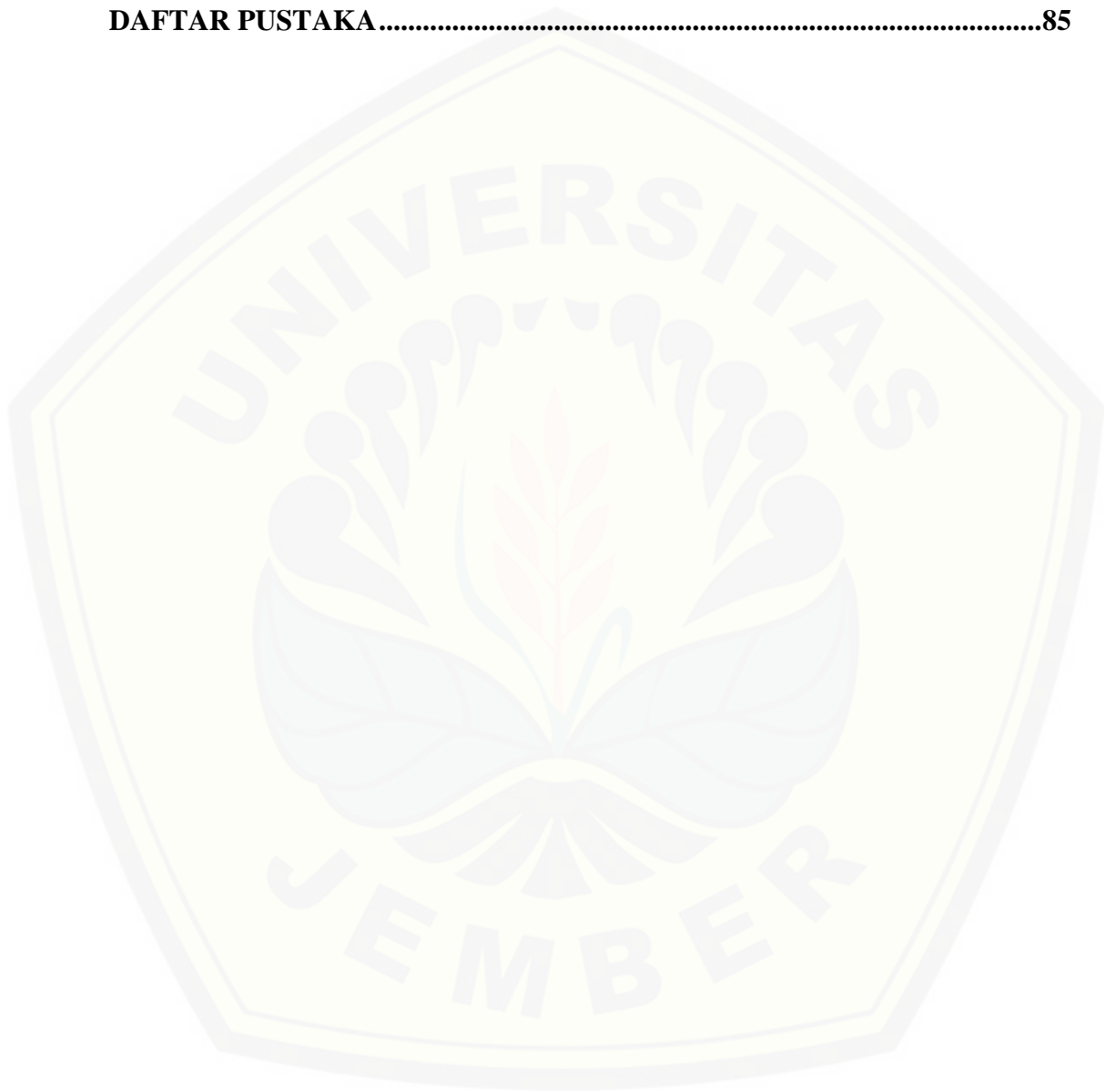
Risk management could be done by reducing water hardness concentration on well water until 159.21 mg/L and also reducing the ingestion rate until 1.990125 litre/day. Beside that, reducing TSP (dust total) concentration until 0.000621 mg/m³ and exposure duration until 100 days was needed. Adding sodium carbonate and lime, heating the water, using zeolit, and accessing drinking water from another sources (water refill and PDAM) is the step that could be done in order to manage the risks. Beside that planting the trees, watering the ground every day and using air filter is another step that also could be done.

DAFTAR ISI

	Halaman
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Gunung Kapur Puger	6
2.2 Batu Kapur	7
2.3 Pencemaran Air Oleh Kapur	8
2.4 Pencemaran Udara Oleh Kapur	11
2.5 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan	15
2.5.1 Metode, Teknik dan Prosedur ARKL	15
2.5.2 Identifikasi bahaya	16
2.5.3 Analisis Pemajanan	16
2.5.4 Analisis dosis-respon	17
2.5.5 Karakterisasi Risiko	18
2.6 Kerangka Teori	20
2.7 Kerangka Konsep	21
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Jenis Penelitian	22
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.3 Populasi, Sampel dan Tempat Pengambilan Sampel	22
3.3.1 Populasi Penelitian	22
3.3.2 Sampel Manusia	23
3.3.3 Sampel Lingkungan	23
3.3.4 Kriteria Sampel	23
3.3.5 Teknik Pengambilan Sampel	24
3.4 Variabel dan Definisi Operasional	26

3.5	Prosedur Pengambilan Sampel	28
3.6	Prosedur Penelitian	29
3.6.1	Pengambilan Sampel Air	29
3.6.2	Pengujian Kesadahan	30
3.6.3	Pengambilan Sampel Udara	30
3.6.4	Persiapan Contoh Uji Udara	31
3.6.5	Pengujian Contoh Uji Udara	31
3.7	Data dan Sumber Data	31
3.7.1	Data Primer	31
3.7.2	Data Sekunder	31
3.7.3	Teknik Pengelolaan Data	32
3.8	Teknik Penyajian Data dan Analisis Data	33
3.9	Kerangka Alur Penelitian	34
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Hasil	35
4.1.1	Gambaran Umum Desa Grenden Kecamatan Puger	35
4.1.2	Hasil Pengukuran Kesadahan Air	39
4.1.3	Hasil Pengukuran Kandungan <i>TSP</i> Udara Ambien	42
4.1.4	Pajanan Kapur pada Air Sumur dan <i>TSP</i> pada Udara Ambien di Kawasan Gunung Kapur Desa Grenden Kec. Puger	43
4.1.5	Analisis Dosis Respon	54
4.1.6	Karakterisasi Risiko	54
4.1.7	Pengelolaan Risiko	60
4.1.7	Komunikasi Risiko	62
4.2	Pembahasan	62
4.2.1	Identifikasi Bahaya	62
4.2.2	Analisis Paparan	66
4.2.3	Analisis Dosis Respon	74
4.2.4	Karakterisasi Risiko	75
4.2.5	Pengelolaan Risiko	78
4.2.6	Komunikasi Risiko	81

BAB 5. PENUTUP	83
5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran	84
DAFTAR PUSTAKA.....	85



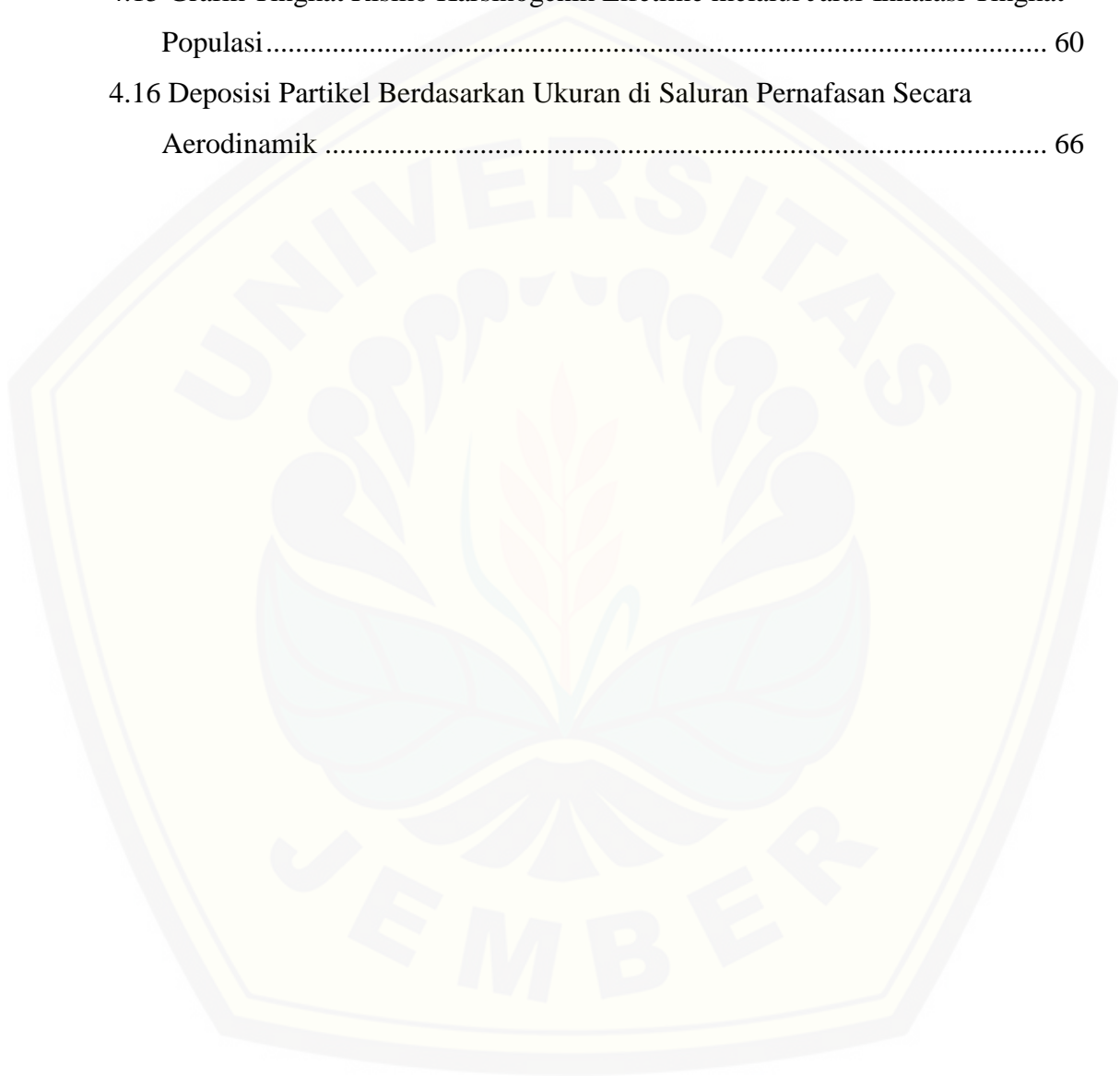
DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Daftar Perusahaan Pengolahan Kapur di Desa Grenden.....	7
2.2 Ukuran Dinding Sumur	10
2.3 Derajat Kesadahan Air	11
2.4 Bentuk Partikulat dalam Udara	13
2.5 Informasi ISPU untuk Parameter Partikulat Udara	13
2.6 Baku Mutu Partikel <i>TSP</i> di Udara.....	14
3.1 Jumlah Sampel Air Sumur	24
3.2 Definisi Operasional Penelitian.....	27
4.1 Distribusi Tingkat Pendidikan Penduduk Desa Grenden.....	37
4.2 Distribusi Status Pekerjaan Penduduk Desa Grenden Tahun 2017	38
4.3 Banyaknya Penduduk usia 10 Tahun Keatas yang Bekerja Selama Seminggu yang Lalu menurut Kelompok Umur dan Lapangan Usaha Utama.....	38
4.4 Hasil Pengujian Kesadahan Air Sumur.....	41
4.6 Karakteristik Responden	46

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Gunung Kapur di Desa Grenden, Kecamatan Puger.....	6
2.2 Bagan Kerangka Teori	20
2.3 Bagan Kerangka Konsep.....	21
3.1 Titik Pengambilan Sampel Air.....	25
3.2 Titik Pengambilan Sampel Udara	26
3.3 Alat HVAS	29
3.4 Kerangka Alur Penelitian.....	34
4.1 Grafik Distribusi Jenis Kelamin Berdasarkan Kelompok Umur	36
4.2 Peta Persebaran Titik Pengambilan Sampel Air Sumur.....	39
4.3 Peta Persebaran Titik Pengambilan Sampel Udara Ambien	39
4.4 Grafik Intake Non Karsinogenik (Ink) Lifetime melalui Jalur Ingesti Tingkat Individu	48
4.5 Grafik Intake Non Karsinogenik (Ink) Lifetime melalui Jalur Ingesti Tingkat Populasi.....	49
4.6 Grafik Intake Non Karsinogenik (Ink) Lifetime melalui Jalur Inhalasi Tingkat Individu	50
4.7 Grafik Intake Non Karsinogenik (Ink) Lifetime melalui Jalur Inhalasi Tingkat Populasi.....	51
4.8 Grafik Intake Karsinogenik (Ik) Lifetime melalui Jalur Inhalasi Tingkat Individu	52
4.9 Grafik Intake Karsinogenik (Ik) Lifetime melalui Jalur Inhalasi Tingkat Populasi.....	54
4.10 Grafik Tingkat Risiko Non Karsinogenik Lifetime melalui Jalur Ingesti Tingkat Individu.....	55
4.11 Grafik Tingkat Risiko Non Karsinogenik Lifetime melalui Jalur Ingesti Tingkat Populasi	56
4.12 Grafik Tingkat Risiko Non Karsinogenik Lifetime melalui Jalur Inhalasi Tingkat Individu.....	57

4.13 Grafik Tingkat Risiko Non Karsinogenik Lifetime melalui Jalur Inhalasi Tingkat Populasi	58
4.14 Grafik Tingkat Risiko Karsinogenik Lifetime melalui Jalur Inhalasi Tingkat Individu	59
4.15 Grafik Tingkat Risiko Karsinogenik Lifetime melalui Jalur Inhalasi Tingkat Populasi	60
4.16 Deposisi Partikel Berdasarkan Ukuran di Saluran Pernafasan Secara Aerodinamik	66



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Informed Consent.....	90
B. Kuesioner Penelitian.....	91
C. Hasil Analisis Data menggunakan SPSS.....	93
D. Rekapitulasi Kuesioner Hasil Wawancara dengan Responden dan Penghitungan Nilai Asupan pada Jalur Ingesti.....	108
E. Rekapitulasi Kuesioner Hasil Wawancara dengan Responden dan Penghitungan Nilai Asupan pada Jalur Inhalasi.....	112
F. Foto Kegiatan.....	116
G. Hasil Pengukuran Udara.....	118

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki sumber daya alam yang melimpah, dengan kondisi geografis yang beragam. Salah satu kondisi geografis yang merupakan sumber daya alam di Indonesia adalah pegunungan kapur yang tersebar diberbagai provinsi. Jawa Timur merupakan salah satu provinsi yang memiliki beberapa pegunungan kapur yang tersebar di Pacitan Selatan, Blitar Selatan, Pulau Nusa Barung, Ujung Blambangan, Bukit Rembang, Dander, Babad Selatan, Madura bagian Utara dan Selatan, serta Pantai Puger (Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, 1978).

Desa Grenden merupakan salah satu daerah di Kecamatan Puger yang memiliki pegunungan kapur yang merupakan bahan galian golongan C berupa batu gamping dan mangan. Kecamatan Puger berkembang menjadi salah satu pusat penambangan batu kapur, batu gamping dan batu mangan di Kabupaten Jember. Eksplorasi batu gamping telah dilaksanakan sejak tahun 1960an dengan luas lahan 30 hektar dari 279 hektar area bukit setinggi 80 meter. Setiap tahunnya, hasil tambang batu gamping mengalami peningkatan, dimana pada tahun 2017 Desa Grenden menghasilkan 475.251 ton batu gamping. Hal tersebut mengakibatkan Desa Grenden memiliki berbagai macam industri pengolahan batu kapur mulai dari penambangan, pembakaran hingga pabrik semen (BPS, 2017).

Industri yang terdapat di Desa Grenden membawa dampak positif bagi masyarakat berupa lapangan pekerjaan, dimana 13,6% penduduk di kawasan Gunung Kapur Desa Grenden bekerja sebagai buruh di industri pembakaran dan penambangan batu kapur. Lokasi industri pengolahan batu kapur tersebut juga tidak jauh dari lokasi pemukiman penduduk yaitu sekitar 100-200 meter, sehingga secara tidak langsung mempengaruhi aspek kesehatan lingkungan setempat. Hal tersebut dikarenakan berbagai macam pencemaran dapat ditimbulkan oleh sebuah industri terutama pencemaran melalui udara dan air yang berdampak pada kesehatan masyarakat sekitarnya. Berdasarkan data Puskesmas Kecamatan Puger Tahun 2016, Desa Grenden memiliki jumlah penyakit bronkitis akut lebih banyak

jika dibandingkan dengan desa lainnya yaitu Desa Puger Kulon, Puger Wetan, Mojosari, dan Mojomulyo. Jumlah penyakit bronkitis akut sebanyak 206 kasus. Selain itu, jumlah penyakit rheumatoid arthritis masuk ke dalam 15 besar penyakit di Kecamatan Puger dengan jumlah 786 kasus.

Risiko kesehatan dari pegunungan kapur dapat timbul dikarenakan adanya kandungan bahan kimia dalam batu kapur di mana paling banyak disusun oleh kalsit dan sedikit besi, magnesium, karbonat, silika, alumina dan bahan kimia lainnya. Sedangkan batu kapur murni tersusun 90-95% CaO atau 75-90% CaCO₃ (Kundig *et. al*, 1997). Menurut Langer (2001), pencemaran di daerah gunung kapur terjadi melalui beberapa media yaitu udara, air tanah dan permukaan yang dapat masuk ke tubuh melalui oral dan inhalasi. Penduduk Desa Grenden banyak yang memanfaatkan air tanah untuk kegiatan sehari-harinya, yang dapat dilihat pada data Puskesmas Kecamatan Puger Bulan Desember Tahun 2017 sebanyak 5.040 KK menggunakannya sebagai air baku untuk air minum. Hal tersebut menunjukkan bahwa penduduk Desa Grenden berisiko untuk terpajan oleh kapur melalui air sumur yang masih digunakan sebagai air minum.

Berdasarkan PERMENKES RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air, kadar kapur dalam air tidak boleh melebihi 500 mg/L. Apabila melebihi kadar tersebut dapat menimbulkan beberapa penyakit seperti hiperkalsemia dan sindrom alkali (WHO, 2011). Hasil penelitian Sengupta (2013) menunjukkan bahwa penyakit kardiovaskular, kanker, mortalitas akibat cerebrovaskular, alzheimer, dermatitis atopik pada anak-anak, batu ginjal, gangguan kesehatan reproduksi, gangguan pencernaan serta konstipasi dapat terjadi akibat adanya konsumsi kapur dalam air yang cukup tinggi.

Nilai ambang batas debu kapur berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No.41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara adalah 230 µg/Nm³ untuk TSP (pengukuran 24 jam). Apabila melebihi ambang batas tersebut, dapat menimbulkan berbagai penyakit saluran pernafasan seperti iritasi saluran pernafasan, penambahan produksi lendir, penyempitan saluran nafas, kehilangan silia dan membran mukus, serta *Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)* yang bersifat irreversibel tetapi tidak mengakibatkan kanker. (Tolinggiet.al, 2014)

Sejauh ini pengkajian kawasan gunung kapur yang banyak dilakukan adalah kajian secara epidemiologis serta aspek kesehatan dan keselamatan kerja pada penambangan dan pengolahan batu kapur. Namun kajian risiko yang bersifat prediktif pada daerah tempat tinggal penduduk di kawasan gunung kapur belum dilakukan di berbagai media yang berpotensi untuk menyebarkan toksikan pada manusia. Oleh karena itu perlu adanya kajian guna memprediksi dampak kesehatan paparan kapur berlebih pada penduduk di daerah Gunung Kapur Puger dengan cara melakukan Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) untuk proyeksi pajanan sepanjang hayat (*lifetime*) serta waktu-waktu penggalannya. Menurut Siswanto (2003), ARKL adalah suatu pendekatan untuk pencermatan potensi dan besarnya risiko yang dimulai dengan mendeskripsikan masalah lingkungan yang telah terjadi dan dikenal, dan melibatkan dengan penetapan risiko pada kesehatan manusia yang berkaitan dengan masalah lingkungan yang bersangkutan. Dalam metode ini terdapat beberapa tahapan yang harus dilaksanakan yaitu identifikasi bahaya, analisis pajanan/eksposur, analisis dosis respons, karakterisasi risiko, dan manajemen risiko (Soemirat, 2013). Pada akhirnya, dengan menggunakan metode ini diharapkan dapat merumuskan pilihan-pilihan manajemen agar risiko kesehatan dapat dikendalikan (Rahmanet, *al.*, 2008).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang maka dapat digali permasalahan yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah bagaimana risiko kesehatan lingkungan pada air tanah dan udara dalam kaitannya dengan kandungan kapur di kawasan Gunung Kapur, Desa Grenden, Kecamatan Puger?

1.3 Tujuan

a. Tujuan Umum

Secara umum penelitian bertujuan untuk menganalisis risiko kesehatan lingkungan pada air tanah dan udara kawasan Gunung Kapur Desa Grenden Kecamatan Puger.

b. Tujuan khusus

- 1) Mengidentifikasi bahaya kesehatan lingkungan berupa kapur pada air dan *TSP* pada udara yang terdapat di kawasan Gunung Kapur Desa Grenden Kecamatan Puger
- 2) Menganalisis pajanan/eksposur berupa kapur dan *TSP* pada masyarakat di kawasan Gunung Kapur Desa Grenden Kecamatan Puger.
- 3) Menilai dosis respon berupa kapur dan *TSP* pada masyarakat di kawasan Gunung Kapur Desa Grenden Kecamatan Puger.
- 4) Mengkarakterisasi risiko yang terdapat di kawasan Gunung Kapur Desa Grenden Kecamatan Puger berupa kapur dan *TSP*.
- 5) Memberikan alternatif manajemen risiko yang dapat diimplementasikan di kawasan Gunung Kapur Desa Grenden Kecamatan Puger.
- 6) Memberikan alternatif komunikasi risiko yang dapat dilakukan pada komponen masyarakat, instansi/dinas dan industri yang berpengaruh di kawasan Gunung Kapur Desa Grenden Kecamatan Puger.

1.4 Manfaat

a. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini dapat berperan dalam memberikan dan mengembangkan ilmu pengetahuan tentang kesehatan masyarakat di bidang ilmu kesehatan masyarakat.

b. Manfaat Praktis

- 1) Bagi mahasiswa: memberikan informasi terkait ARKL dari air tanah dan udara dalam kaitannya dengan kandungan kapur di kawasan Gunung Kapur Puger.
- 2) Bagi pemerintah: memberikan informasi terkait gambaran gangguan kesehatan sehingga dapat diketahui risiko dan keamanan daerah pemukiman Gunung Kapur Puger. Hal ini dapat membantu pemerintah dalam membuat kebijakan terkait kesehatan.

- 3) Bagi penduduk: memberikan informasi mengenai risiko dan bahaya adanya kandungan kapur pada air tanah dan udara daerah Gunung Kapur Puger, sehingga dapat diminimalisasi penggunaannya sehari-hari.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gunung Kapur Puger

Gunung kapur adalah kawasan yang memiliki karakteristik relief dan drainase yang khas, terutama disebabkan oleh tingkat pelarutan batu-batuannya yang mendalam. Pencemaran udara dan perairan yang disebabkan oleh kegiatan pertambangan, pengolahan dan transportasi batu kapur/gamping merupakan ancaman kerusakan yang dapat terjadi di kawasan gunung kapur. Hal ini dikarenakan adanya erosi yang membawa partikel tanah mengandung kapur pada badan perairan sekitar lokasi pertambangan dan juga kegiatan industri dapat menghasilkan debu yang dapat mencemari udara (Rahmasari, 2013).



Sumber: <http://grenden-cyber.blogspot.co.id>

Gambar 2.1 Gunung Kapur di Desa Grenden, Kecamatan Puger

Gunung Kapur yang terdapat di Kecamatan Puger tersebar di beberapa wilayah desa yaitu di Desa Grenden, Puger Kulon, Puger Wetan dan Kasiyan yang berjarak kurang lebih 38 km dari pusat Kota Jember. Kandungan komposisi kimia batu kapur yang terdapat di kawasan tersebut adalah CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , FeO_3 , MgO , Na_2O , dan H_2O . Kandungan kimia dalam batu kapur tersebut menyebabkan batu kapur dimanfaatkan sebagai bahan baku industri oksidasi yang memproduksi *ethilene*, kapur tohor (CaO), serta bahan baku industri kimia untuk memproduksi pupuk, bubuk pembersih, insektisida, fungisida, bahan pengisi (*filler*), cat, semen, dan bahan pemantap tanah (BPS, 2017).

Terdapat 13 perusahaan yang terdaftar dalam Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Jember yang mempunyai ijin pertambangan, serta terdaftar juga di Kantor Desa Grenden. Setiap perusahaan pertambangan dan pengolahan memiliki luas area dan lokasi pertambangan yang berbeda-beda. Adapun lokasi masing-masing perusahaan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Daftar Perusahaan Pengolahan Kapur di Desa Grenden

No.	Nama Perusahaan	Lokasi
1	CV. Bangun Artha Mineral	Dusun Kapuran RT 03 RW 07
2	PT. Cement Imasko Asiatik	Dusun Kapuran RT 03 RW 07
3	CV. Berkat Jaya Abadi	Dusun Kapuran RT 03 RW 07
4	UD. Panen Raya	Dusun Kapuran RT 03 RW 07
5	PT. Imasko Pacific Mineral	Dusun Kapuran RT 03 RW 07
6	CV. Susanti Mega Perkasa	Dusun Kapuran RT 03 RW 07
7	CV. Karya Nusantara	Dusun Kapuran RT 03 RW 07
8	CV. Gunung Klabad	Dusun Krajan I RT 04 RW 16
9	CV. Dwijoyo	Dusun Krajan I RT 04 RW 16
10	PT. Mina Sutra Perkasa	Dusun Krajan I RT 04 RW 16
11	UD. Uspri Gunung Kencana	Dusun Krajan I RT 04 RW 16
12	CV. Hargo Mulyo	Dusun Krajan I RT 04 RW 16
13	UD. Putra Guwo Lowo	Dusun Krajan I RT 04 RW 16

Sumber: Data Desa Grenden Kecamatan Puger Tahun 2017 dan Data Dinas Perindustrian dan Perdagangan Tahun 2016

2.2 Batu Kapur

Batu kapur adalah batuan padat yang mengandung banyak kalsium karbonat (Lukman *et al.*, 2012). Mineral karbonat yang umum ditemukan berasosiasi dengan batu kapur adalah aragonit, yang merupakan mineral *metastable* karena pada kurun waktu tertentu dapat berubah menjadi kalsit. Kapur secara alami terdapat di alam dalam bentuk padat, ekstraksi dari air laut dan proses industri (Oregon Department of Human Services, 1998).

Sifat fisik kapur seperti morfologi, fase, ukuran dan distribusi ukuran harus dimodifikasi menurut bidang pengaplikasiannya. Bentuk morfologi dan fase kapur terkait dengan kondisi sintesis seperti, konsentrasi reaktan, suhu, waktu *aging* dan zat adiktif alam (Kirboga dan Oner, 2013). Kalsit merupakan fase yang paling stabil dan banyak digunakan dalam industri cat, kertas, *magnetic recording*, industri tekstil, detergen, plastik dan kosmetik (Lailiyah *et al.*, 2012). Kapur bersifat tidak mudah terbakar, tidak berbau, berwarna putih atau ada juga yang

tidak berwarna seperti kristal. Berat molekul dari kapur adalah 100,09 dan memiliki titik didih 825 °C pada aragonit dan 1339 °C pada jenis kalsit. Kapur tidak dapat larut dalam air dan alkohol, tetapi dapat larut pada *dilute acids* (CDC, 1995).

2.3 Pencemaran Air oleh Kapur

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Dari definisi tersebut dapat diartikan bahwa pencemaran dapat terjadi secara sengaja maupun tidak sengaja yang menurunkan kualitas air sehingga tidak dapat berfungsi sebagai mana mestinya. Fungsi atau kegunaan air yang dimaksud tersebut dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Kelas satu: air yang dapat diminum langsung tanpa harus diolah terlebih dahulu.
- b. Kelas dua: air baku yang dapat diolah menjadi air minum dan keperluan rumah tangga.
- c. Kelas tiga: air untuk keperluan peternakan dan perikanan.
- d. Kelas empat: air untuk pertanian dan usaha perkotaan, listrik tenaga air dan industri (Effendi, 2003).

Menurut Todd (1980) pencemaran air bergantung pada struktur geologi, aliran air tanah, tipe dan konsentrasi dari pencemar, kesinambungan pembuangan limbah serta modifikasi yang dilakukan manusia terhadap sistem air tanah. Salah satu modifikasi yang dilakukan manusia adalah jenis konstruksi sumur, yang telah diatur dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M/2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum. Jenis sumur dangkal merupakan sarana untuk menyadap dan menampung air tanah dari akuifer yang digunakan sebagai sumber air baku untuk air minum dan mampu menghasilkan 400 liter setiap hari untuk satu keluarga. Persyaratan yang harus dipenuhi oleh sumur dangkal adalah sebagai berikut:

- a. Jarak antara sumber pengotor (kaku, lubang sampah, tempat pembuangan air limbah) dan sumur adalah 10 meter.
- b. Pada sumur komunal, jarak maksimal antara perumahan dengan sumur adalah 50 meter.
- c. Pada sumur gali atau sumur yang bangunannya terdiri dari dinding sumur, lantai sumur dan bibir sumur harus dibuat dari bahan yang kedap air dan kuat (pasangan batu bata, batu kali, atau beton) serta dilengkapi kerekan pengambilan air timba.
- d. Dalam rangka mencegah merembesnya air ke dalam sumur, dinding sumur harus sedalam minimal 3 (tiga) meter dari permukaan tanah atau sampai pada keadaan batuan tidak menunjukkan gejala mudah retak atau runtuh.
- e. Dalam rangka mencegah air bekas masuk ke dalam sumur, bibir sumur harus setinggi 0,8 meter dari permukaan tanah.
- f. Agar pengambilan air dapat higienis mungkin, bangunan sumur gali harus dilengkapi dengan sarana untuk mengambil dan menimba air seperti timba dengan kerekan, timba dengan gulungan atau pompa tangan.
- g. Bangunan harus dilengkapi dengan saluran pembuangan air bekas dengan jarak sampai 10 meter. Saluran pembuang harus dibuat kedap air dan licin dengan kemiringan 2% ke arah sarana pengolahan air buangan atau badan penerima atau sumur resapan air buangan.
- h. Lantai harus permukaannya tidak licin dan kedap air. Ukuran lantai tipe IA, IB atau II adalah minimal 100 cm dari dinding sumur atas bagian luar dengan kemiringan lantai 1 – 5% ke arah saluran pembuangan.
- i. Saluran pembuangan dibuat licin dan kedap air dengan kemiringan 2% ke arah sarana pengolahan air buangan dan badan penerima.

Tabel 2.2 Ukuran Dinding Sumur

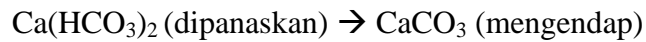
No.	Tipe	Ukuran penampang min. (cm)		Tinggi dinding (cm)		Tebal dinding (cm)	
				Atas	Bawah	Atas	Bawah
1.	IA	Diameter 80	Sisi 80	80	≥ 300	½ bata	½ bata
2.	IB	Diameter 80	Sisi 80	80	≥ 300	½ bata	10 cm
3.	II	Diameter 80	Sisi 80	80	Tergantung kedalaman muka air tanah terendah	½ bata	10 cm

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M/2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum

Selain itu, ciri-ciri air yang mengalami pencemaran sangat bervariasi bergantung pada jenis air dan polutannya atau komponen yang mengakibatkan polusi. Terdapat beberapa jenis polutan di lingkungan antara lain berupa padatan, bahan buangan yang membutuhkan oksigen (*oxygen-demanding wastes*), mikroorganisme, logam berat, komponen organik sintetis, nutrisi tanaman, minyak, senyawa organik dan mineral, bahan radioaktif dan panas, serta bahan pencemar lain. Padatan terbagi menjadi beberapa bagian yaitu padatan terendap (sedimen), padatan tersuspensi dan koloid, padatan terlarut, serta minyak dan lemak. Dalam hal ini, kapur masuk dalam kategori padatan terlarut, dimana merupakan padatan-padatan yang mempunyai ukuran lebih kecil daripada padatan tersuspensi. Padatan ini terdiri dari senyawa-senyawa anorganik dan organik yang larut air, mineral dan garam-garamnya (Fardiaz, 1992).

Adanya ion kalsium (Ca) dan magnesium di dalam air dapat menyebabkan sifat kesadahan terhadap air tersebut. Air yang mempunyai tingkat kesadahan terlalu tinggi sangat merugikan. Kesadahan air dibedakan menjadi dua jenis, yaitu kesadahan sementara (*temporer*) dan kesadahan tetap (*permanen*). Air dengan kesadahan sementara dikarenakan oleh keberadaan garam-garam karbonat (CO_3^{2-}) dan bikarbonat (HCO_3^-) dari kalsium (Ca) dan magnesium (Mg), sedangkan kesadahan tetap dikarenakan adanya garam-garam klorida (Cl^-) dan sulfat (SO_4^{2-}) dari kalsium (Ca) dan magnesium (Mg). Garam karbonat adalah garam yang tidak larut, sedangkan garam bikarbonat adalah garam yang larut. Adanya air dan karbon dioksida di udara dapat mengubah garam karbonat menjadi garam bikarbonat yang larut. Hal tersebut membuktikan bahwa semakin tinggi kadar

CO₂ di udara semakin tinggi kelarutannya (Fardiaz, 1992). Adapun persamaan reaksi dari proses tersebut adalah sebagai berikut:



Kesadahan air tersebut bersifat sementara karena dapat dihilangkan dengan cara pemanasan, yang mana apabila dipanaskan akan membentuk garam kalsium karbonat yang tidak larut dan mengendap sehingga dapat dengan mudah dihilangkan. Adapun tingkat kesadahan air berdasarkan konsentrasi ppm dari CaCO₃ dan ion Ca dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Derajat Kesadahan Air

Derajat Kesadahan	CaCO ₃ (ppm)	Ion Ca= (ppm)
Lunak	< 50	< 2.9
Agak sadah	50 – 100	2.9 – 5.9
Sadah	100 – 200	5.9 – 11.9
Sangat sadah	>200	> 11.9

Sumber: Fardiaz, 1992.

Berdasarkan PERMENKES RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air, kadar kapur dalam air minum tidak boleh melebihi 500 mg/L. Konsumsi kalsium yang tinggi dapat meningkatkan risiko *nephrolithiasis* (batu ginjal), kanker *coorectal*, hipertensi, *stroke* dan penyakit arteri koroner. Kejadian epidemiologi mengindikasikan bahwa mengurangi konsumsi kalsium dapat mengurangi kejadian batu ginjal. Hal ini bertolak belakang dengan adanya penelitian lain dimana peningkatan kejadian batu ginjal berhubungan dengan konsumsi suplemen kalsium diatas 2500 mg/hari. (CDC, 1995)

Air yang mengandung kapur dapat masuk dalam tubuh manusia yaitu melalui ingesti dan kontak dermal. Apabila kontak dengan mata dapat mengakibatkan kemerahan, perih dan inflamasi pada *eyelids*. Sedangkan kontak dengan kulit mengakibatkan kekeringan pada kulit dan iritasi lokal tingkat sedang. (CDC, 1995)

2.4 Pencemaran Udara oleh Kapur

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No.02/MENKELH/1988, yang dimaksud dengan pencemaran udara adalah

masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan/atau komponen lain ke dalam udara dan/atau berubahnya tatanan (komposisi) udara oleh kegiatan manusia atau proses alam, sehingga kualitas udara menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Pencemaran pada umumnya disebabkan oleh bahan pencemar udara yang terbagi menjadi dua jenis yaitu polutan primer dan polutan sekunder. Polutan udara primer, yaitu polutan yang mencakup 90% dari jumlah polutan udara seluruhnya atau polutan yang dikeluarkan langsung dari sumber tertentu, yang mana dapat dibedakan menjadi lima kelompok sebagai berikut: senyawa karbon (CO dan CO₂), senyawa sulfur (sulfur dioksida), senyawa nitrogen (nitrogen oksida dan amoniak), senyawa halogen dan partikel debu (Mukono, 2008).

Partikel memiliki beberapa sifat fisik penting yaitu sifat optis dan ukuran dimensinya yang berkisar antara $2 \cdot 10^{-4}$ mikron - 500 mikron (Kristanto, 2002). Keberadaan debu di udara ditimbulkan oleh beberapa aktivitas seperti pengolahan, penghancuran, pelembutan, pengepakan dan aktivitas lainnya sehingga menghasilkan partikel-partikel baik dari zat organik maupun anorganik seperti batu, kayu, bijih, logam, arang batu, butir-butir zat padat serta bahan lainnya (Suma'mur, 1988). Seperti jenis debu lainnya, partikel kapur merupakan partikulat pencemar udara. Beberapa partikulat yang dapat mencemari udara dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Adapun berdasarkan ukurannya, pencemar udara berupa partikulat diklasifikasikan menjadi tiga jenis yaitu *TSP* (Total Suspended Particulate atau total partikel melayang) dengan diameter maksimum sekitar 45 μg , *PM₁₀* (particulate matter) dengan diameter kurang dari 10 μg dan *PM_{2,5}* dengan diameter kurang dari 2,5 μg (Suhariyono dan Tanjung, 2004). Menurut Fardiaz (1992) terdapat hubungan antara ukuran partikel polutan dengan sumbernya. Partikel yang berukuran 10 μg dihasilkan dari proses mekanis seperti erosi angin, penghancuran, penyemprotan dan pelindasan benda-benda oleh kendaraan atau pejalan kaki. Partikel yang berukuran 1 – 10 μg biasanya berupa tanah, produk pembakaran dari industri lokal dan dari garam laut.

Tabel 2.4 Bentuk Partikulat dalam Udara

No.	Komponen	Bentuk
1.	Karbon	
2.	Besi	$\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{Fe}_3\text{O}_4$
3.	Magnesium	MgO
4.	Kalsium	CaO
5.	Aluminium	Al_2O_3
6.	Sulfur	SO_2
7.	Titanium	TiO_2
8.	Karbonat	CO_3
9.	Silikon	SiO_2
10.	Fosfor	P_2O_3
11.	Kalium	K_2O
12.	Natrium	Na_2O

Sumber: *BPLHD Jabar, 2009*

Dalam rangka mengetahui tingkat bahaya suatu partikel dalam udara di suatu tempat, terdapat standar yang didapatkan dari hasil pengamatan yang disebut Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) yang telah tertulis pada Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (BAPEDAL) no. Kep-107/KABAPEDAL/11/1997 tentang Pedoman Teknis Perhitungan Pelaporan Serta Informasi ISPU. Dalam Pedoman tersebut mengkategorikan ISPU untuk parameter partikulat udara dan efeknya terhadap kesehatan. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.5

Tabel 2.5 Informasi ISPU untuk Parameter Partikulat Udara

ISPU	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM _{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Kategori	Fisik
0-50	0-75	1-15	1-50	Baik	Tidak ada efek
51-100	76-260	16-65	51-150	Sedang	Terjadi penurunan pada jarak pandang
101-200	261-375	66-150	151-350	Tidak sehat	Jarak pandang turun dan terjadi pengotoran udara dimana-mana
201-300	376-625	151-250	351-420	Sangat tidak sehat	Sensitivitas meningkat pada pasien berpenyakit ashtma dan bronkitis
>300	>625	>251	>421	Berbahaya	Tingkat berbahaya bagi semua populasi yang terpapar

Sumber: *Kep-107/KABAPEDAL/11/1997*

Berdasarkan OSHA kadar kapur dalam udara yang diperbolehkan yaitu $15 \text{ mg}/\text{m}^3$ dalam udara (total partikel debu) dan $5 \text{ mg}/\text{m}^3$ (yang dihirup) selama 8 jam. Sedangkan Nilai Ambang Batas debu TSP berdasarkan Peraturan Pemerintah

RI No.41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Baku Mutu Partikel *TSP* di Udara

No.	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku mutu	Metode analisis	Peralatan
1.	<i>TSP</i> (debu)	24 jam 1 tahun	230 $\mu\text{g} / \text{Nm}^3$ 90 $\mu\text{g} / \text{Nm}^3$	Gravimetric	Hi - Vol

Sumber: *Peraturan Pemerintah RI No.41 Tahun 1999*

Kapur yang berada dalam udara dapat masuk dalam tubuh melalui inhalasi (sistem pernafasan). Beberapa penelitian laboratorium menunjukkan bahwa semakin kecil ukuran partikel maka akan semakin besar kemungkinannya untuk tersangkut di paru-paru. Hal ini dikarenakan ukuran partikel menentukan masuknya partikel ke dalam sistem pernafasan (Fardiaz, 1992). Selain itu hal yang menentukan parahnya efek kesehatan yang ditimbulkan adalah tingkat toksisitas bahan pencemar. Partikel dengan ukuran lebih besar dari 5 μg akan terhenti dan terkumpul terutama di dalam hidung dan tenggorokan, sedangkan untuk partikel yang berukuran 5 μg dapat masuk ke paru-paru tetapi dapat segera dikeluarkan oleh gerakan silia sehingga tidak sampai ke bronchi (kantung udara). Selain itu partikel yang dapat terkumpul di dalam paru-paru dan bronchioli adalah partikel dengan ukuran 0,5 – 5, tetapi sebagian besar dapat dikeluarkan oleh silia dalam waktu 2 jam. Apabila partikel terhirup masuk dan menetap di paru-paru dalam jangka waktu yang lama dapat menimbulkan peradangan serta infeksi. Kerusakan tambahan ditimbulkan oleh partikel berukuran kecil (kurang dari 0,5 μg) karena dapat menembus dan menetap di alveoli. Partikel kecil tersebut akhirnya masuk ke aliran darah sehingga mengalir ke tempat lain (Hunter, 2004).

Penyakit pernafasan akibat paparan partikel dapat dikategorikan berdasarkan penyebab jenis partikel pencemarnya, yaitu penyakit akibat partikel zat organik dan partikel zat anorganik. Penyakit akibat partikel organik adalah pneumonosis dan proses granulomatosis akut, sedangkan penyakit akibat partikel anorganik adalah respons fibrosis pada paru yang dapat bersifat fokal ataupun difus. Selain hal tersebut, letak terdeposisinya partikel juga dapat menimbulkan jenis penyakit yang berbeda-beda. Apabila partikel terdeposisi dalam rongga hidung dapat menyebabkan rinitis, *hay fever*, perforasi septum nasalis serta

karsinoma nasali, sedangkan partikel yang terdeposisi pada trakea dan bronkus menyebabkan bronkokonstriksi, bronkitis sampai COPD, dan dapat menyebabkan kanker paru. Untuk deposisi pada parenkim (asinus) menyebabkan pneumonitis (Djojodibroto, 2012).

Menurut ACGIH (1991) efek pada paparan akut mengakibatkan pilek, bersin-bersin, dan batuk. Sedangkan efek pada paparan kronik dapat mengakibatkan risiko silikosis. Selain itu, penelitian pada penduduk lanjut usia menunjukkan bahwa tingginya angka kematian diakibatkan oleh penyakit kardiovaskuler, penyakit paru dan pneumonia (Hunter, 2004).

2.5 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL), suatu pendekatan untuk pencermatan potensi dan besarnya risiko yang dimulai dengan mendeskripsikan masalah lingkungan yang telah terjadi dan dikenal, dan melibatkan dengan penetapan risiko pada kesehatan manusia yang berkaitan dengan masalah lingkungan yang bersangkutan. Ada 4 langkah dalam pendekatan ini yaitu (1) identifikasi bahaya (2) evaluasi dosis-respon (3) pengukuran pajanan, (4) penetapan risiko (Siswanto, 2003).

2.5.1 Metode, Teknik dan Prosedur ARKL

Kajian ARKL dimulai dengan memeriksa secara teliti apakah data dan informasi sudah tersedia mengenai hal-hal berikut:

- a. Jenis spesi kimia *risk agent*
- b. *Reference dose* untuk setiap jenis spesi kimia *risk agent*
- c. Media lingkungan (udara, air, tanah, pangan) tempat *risk agent* berada
- d. Konsentrasi *risk agent* dalam media lingkungan yang bersangkutan
- e. jalur-jalur pajanan *risk agent* disesuaikan dengan media lingkungannya
- f. populasi dan sub populasi yang berisiko
- g. Gangguan kesehatan (penyakit-penyakit atau gejala-gejala penyakit) yang terindikasi akibat pajanan *risk agent* yang berpengaruh pada kesehatan semua populasi berisiko.

Apabila data dan informasi dari langkah 1 sampai dengan 4 telah terkumpul, maka ARKL sudah dapat dikerjakan, yang mana terdapat dua jenis kajian ARKL ARKL meja dan ARKL lengkap (NRC,1983):

- a. *Desktop Evaluation* (evaluasi di atas meja) atau yang disebut ARKL meja dilakukan untuk menghitung perkiraan risiko dengan segera tanpa harus mengumpulkan data dan informasi baru di lapangan. Dalam rangka menghitung asupan, ARKL meja hanya membutuhkan konsentrasi *risk agent* dalam media lingkungan bermasalah, *reference dose* dari *risk agent* dan nilai *default* faktor-faktor antropometri pemajanan.
- b. *Field Study* (kajian lapangan) atau yang disebut ARKL lengkap. ARKL lengkap didasarkan pada data lingkungan dan faktor-faktor pemajanan antropometri sebenarnya yang didapat dari lapangan. Informasi jalur pemajanan dan populasi berisiko sangat dibutuhkan dalam kajian ini.

2.5.2 Identifikasi bahaya

Identifikasi bahaya yang merupakan tahap awal ARKL adalah langkah identifikasi terhadap sifat dan jenis serta kemampuan yang melekat pada suatu *risk agent* yang dapat menyebabkan dampak buruk pada organisme, sistem atau sub populasi. Dalam tahapan ini merupakan teknik penentuan apakah ada atau tidak ada bahaya, pengenalan jenis bahaya dan potensi terjadinya pajanan terhadap bahaya, sampai seberapa jauh pajanan terjadi dalam frekuensi dan durasi seberapa serta bagaimana dampak untuk selanjutnya. Kecelakaan yang pernah terjadi, pemeriksaan lingkungan kerja, wawancara dengan pekerja, informasi dari industri dan data keselamatan bahan merupakan beberapa hal yang dapat digunakan untuk mengetahui keberadaan bahaya di lingkungan (Soemirat, 2013).

2.5.3 Analisis Pemajanan

Pajanan diartikan sebagai pengalaman kontak dengan suatu *agent*/benda asing/*xenobiotik* untuk jangka waktu tertentu pada titik reseptor. Analisis pajanan bertujuan untuk mengenali jalur-jalur pajanan *risk agent* agar jumlah asupan yang diterima individu dalam populasi berisiko dapat dihitung. *Risk agent* dapat berada

di berbagai media yaitu tanah, air, makanan dan udara. Jalur pajanan juga terbagi menjadi beberapa macam yaitu melalui jalur inhalasi dan ingesti. Adapun data *intake* didapat dari persamaan dibawah ini (Soemirat, 2013):

$$I = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{AVG}}$$

Dengan :

- I : Asupan/*intake* (mg/kg/hari).
- C : Konsentrasi *risk agent* (mg/L untuk air dan m³/jam untuk udara).
- R : Laju asupan (m³/ jam untuk inhalasi, L/hari untuk air minum, mg/hari untuk makanan).
- t_E : Waktu pajanan dalam sehari (jam/hari).
- f_E : Frekuensi pajanan tahunan (hari/tahun).
- D_t : Durasi pajanan (tahun).
- W_b : Berat badan (kg).
- t_{AVG} : Periode waktu rata-rata (D_t x 365 hari/tahun untuk zat non karsinogenik, 70 tahun x 365 hari/tahun untuk zat karsinogen).

Nilai R (laju asupan), t_E (waktu pajanan), f_E (frekuensi pajanan tahunan), D_t (durasi pajanan), W_b (berat badan) dan t_{AVG} (periode waktu rata-rata) baik jalur ingesti dan inhalasi pada ARKL meja menggunakan angka *default* dari EPA. Dalam ARKL lengkap, data dan informasi mengenai C, R, t_E, f_E, D_t, dan W_b dikumpulkan dari populasi berisiko dengan wawancara dan pengukuran.

2.5.4 Analisis dosis-respon

Analisis dosis respon adalah penetapan nilai-nilai kuantitatif toksisitas *risk agent* untuk setiap bentuk spesi kimianya yang. Dalam tahap ini menggunakan nilai *reference dose* yang dibedakan untuk pajanan oral (melalui ingesti) disebut RfD dan untuk inhalasi disebut RfC. Data-data RfD dan RfC zat-zat kimia dalam berbagai spesi termasuk rumusnya telah tersedia dalam IRIS (*Integrated Risk Information System*). Nilai *reference dose* bukan merupakan dosis mutlak, namun hanya referensi. Jika dosis yang diterima melebihi RfD atau RfC maka

kemungkinan responden atau populasi untuk mendapatkan risiko menjadi lebih besar (WHO, 2010).

2.5.5 Karakterisasi Risiko

Karakterisasi risiko adalah perhitungan kualitatif, jika memungkinkan secara kuantitatif, meliputi kemungkinan terjadinya potensi dampak buruk suatu agen pada organisme, sistem atau sub populasi beserta faktor ketidakpastiannya. Pada tahap ini, perhitungan kuantitatif digunakan untuk mengetahui apakah suatu *risk agent* pada konsentrasi tertentu berisiko menimbulkan gangguan kesehatan pada responden/populasi atau tidak. Karakterisasi risiko dilakukan dengan membandingkan atau membagi *intake* dengan *reference dose* dari *risk agent* yang didapat dari hasil penghitungan rumus sebelumnya (WHO,2010).

Perhitungan karakterisasi risiko terbagi menjadi dua, yaitu:

a. Karakterisasi risiko pada efek non karsinogenik

Tingkat risiko untuk efek non karsinogenik dinyatakan dalam *Risk Quotient* (RQ). Rumus untuk menentukan RQ adalah sebagai berikut:

$$RQ = \frac{I}{RfD/RfC}$$

Dengan:

Intake (I) : Asupan yang telah dihitung dengan rumus pertama.

RfD/RfC : *reference dose* dari *risk agent* pada pajanan ingesti/inhalasi

Tingkat risiko dinyatakan dalam angka atau bilangan desimal tanpa satuan agar lebih sederhana dan dapat diterima oleh masyarakat. Tingkat risiko dikatakan aman apabila $intake \leq RfD/RfC$ atau $RQ \leq 1$. Tingkat risiko dinyatakan tidak aman apabila $intake > RfD/RfC$ atau $RQ > 1$.

b. Karakterisasi risiko pada efek karsinogenik

Tingkat risiko untuk efek karsinogenik dinyatakan dalam nilai *Excess Cancer Risk* (ECR). Untuk melakukan karakterisasi risiko pada efek

karsinogenik dilakukan dengan menggunakan *intake* dengan *Slope Factor*. Rumus ECR adalah sebagai berikut:

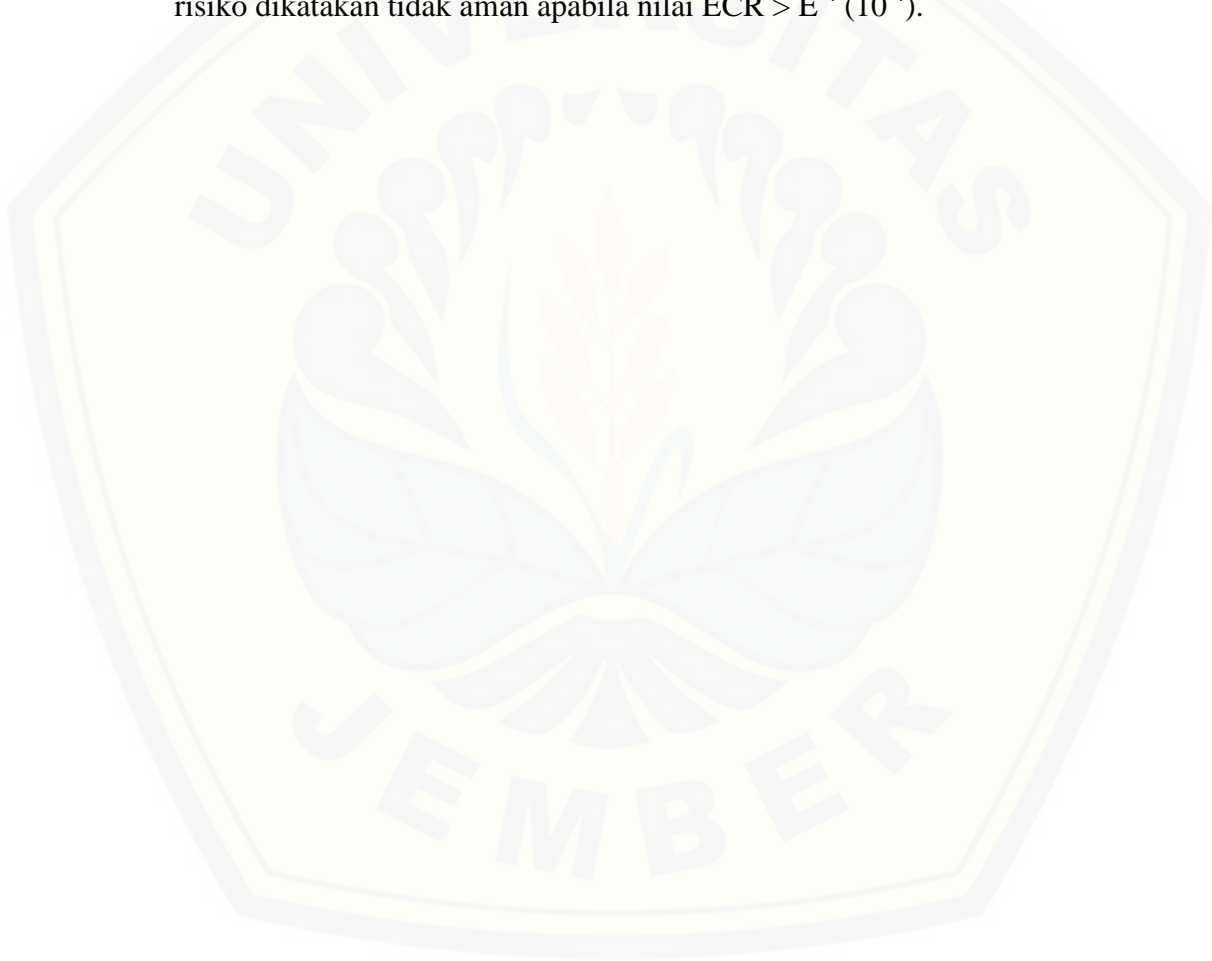
$$ECR = I \times SF$$

Dengan:

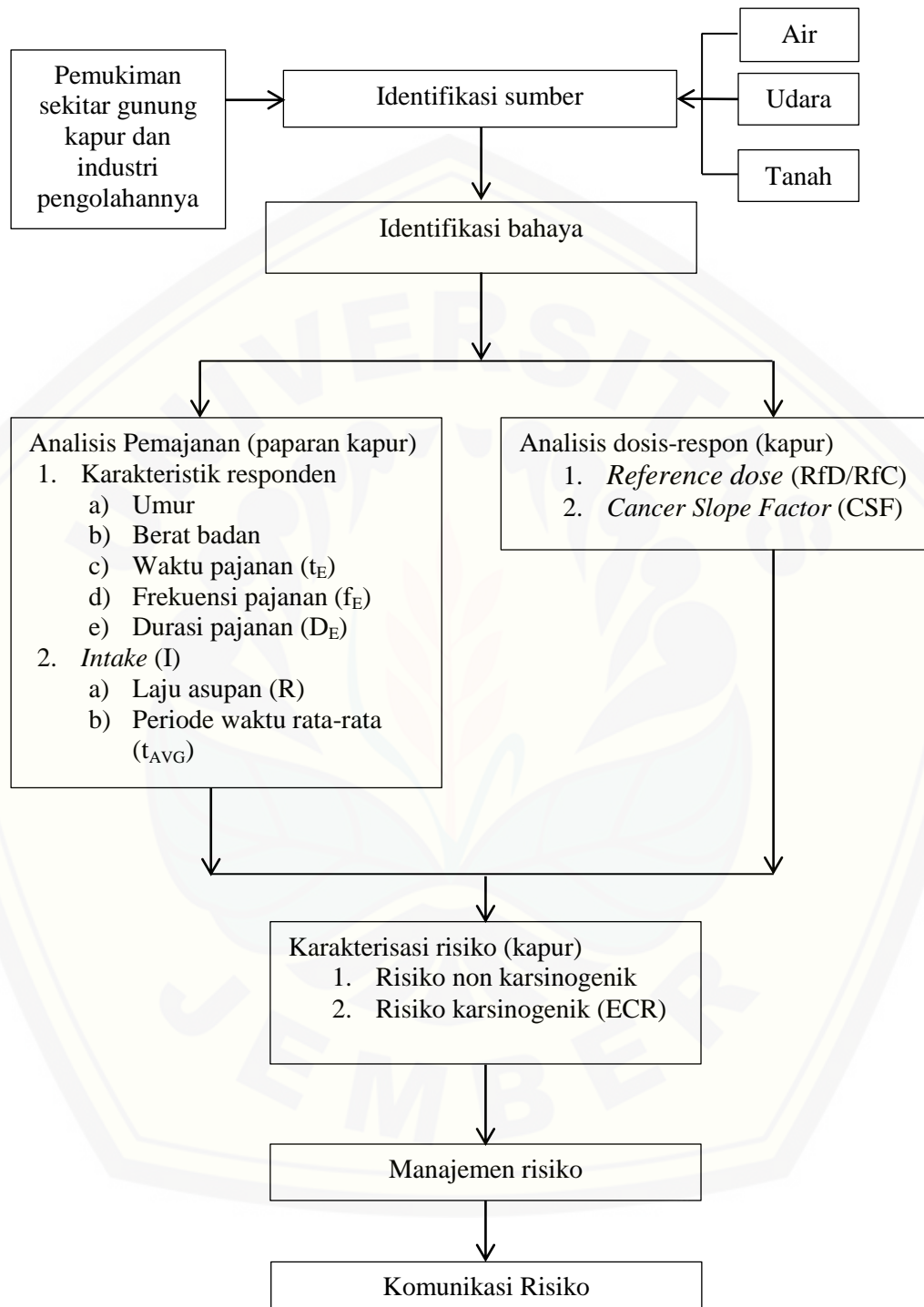
Intake (I) : Asupan yang telah dihitung dengan rumus pertama.

Slope Factor : Nilai referensi *risk agent* dengan efek karsinogenik.

Tingkat risiko karsinogenik dinyatakan dalam bilangan eksponen tanpa satuan. Tingkat risiko dikatakan aman apabila nilai $ECR \leq E^{-4}$ (10^{-4}). Tingkat risiko dikatakan tidak aman apabila nilai $ECR > E^{-4}$ (10^{-4}).



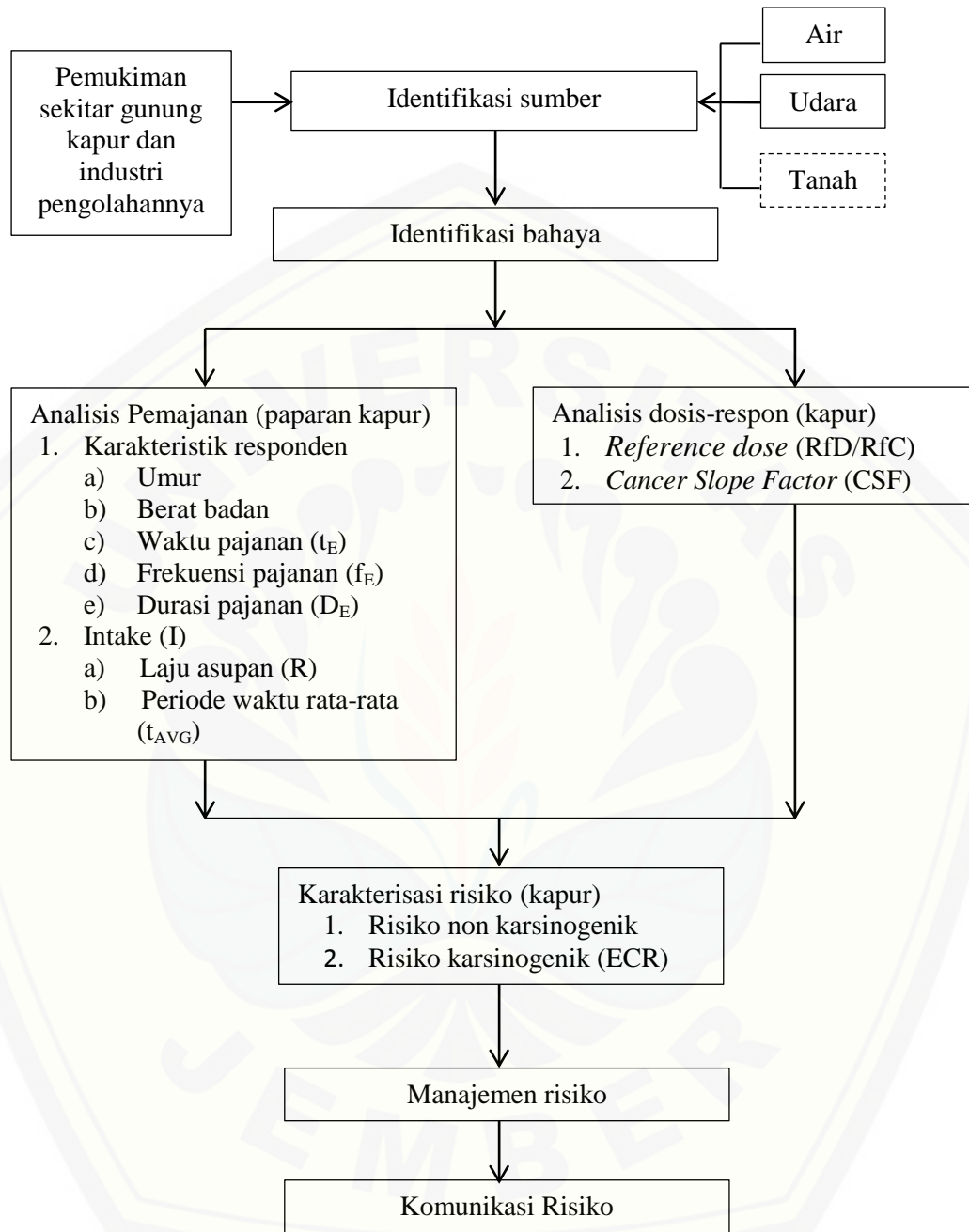
2.6 Kerangka Teori



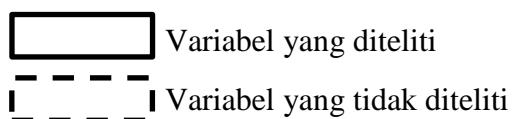
Gambar 1.2 Bagan Kerangka Teori

Berdasarkan Teori Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan dalam Soemirat (2013) dan WHO (2010)

2.7 Kerangka Konsep



Gambar 2.3 Bagan Kerangka Konsep



Berdasarkan Teori Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan dalam Soemirat (2013) dan WHO (2010)

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian observasional deskriptif yaitu suatu metode penelitian yang dilakukan dengan tujuan utama untuk membuat gambaran atau mendeskripsikan tentang suatu keadaan secara objektif (Notoatmojo, 2010). Berdasarkan waktu penelitian, penelitian ini termasuk penelitian *case control*. Menurut Notoatmojo (2010), *case control* adalah suatu penelitian (*survey*) analitik yang menyangkut bagaimana faktor risiko dipelajari dengan menggunakan pendekatan *retrospektif*. Dengan kata lain, efek (penyakit atau status kesehatan) diidentifikasi pada saat ini, kemudian faktor risiko diidentifikasi ada atau terjadinya pada waktu yang lalu. Desain studi yang digunakan adalah metode analisis risiko yang diambil dari langkah-langkah analisis risiko untuk memprediksi kejadian akibat adanya kandungan kapur pada air tanah warga dan udara di lingkungan sekitar.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian ini dilakukan di kawasan Gunung Kapur Desa Grenden Kecamatan Puger dan dilaksanakan bulan Januari-Juni 2018, sedangkan tempat pengujian sampel lingkungan dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNEJ dan BBTKLPP Surabaya.

3.3 Populasi, Sampel dan Tempat Pengambilan Sampel

3.3.1 Populasi Penelitian

Keseluruhan objek penelitian atau objek yang diteliti disebut populasi penelitian. Sedangkan sebagian yang diambil dari keseluruhan objek yang diteliti dan dianggap mewakili seluruh populasi disebut sampel penelitian (Notoatmojo, 2005). Jumlah populasi penelitian ini adalah masyarakat yang berisiko terpajan kapur yaitu masyarakat Desa Grenden di Dusun Krajan I dan Dusun Kapuran. Terdapat 15.075 jiwa yang bertempat tinggal di Desa Grenden yang menjadi populasi penelitian ini.

3.3.2 Sampel Manusia

Sampel penelitian ini adalah sebagian dari keseluruhan objek yang diteliti dan dianggap mewakili seluruh populasi (Notoatmojo, 2010). Sampel manusia didapatkan dari jumlah setiap individu dalam satu Kepala Keluarga (KK) yang air sumurnya digunakan sebagai sampel penelitian.

3.3.3 Sampel Lingkungan

Dalam penelitian ini terdapat dua sampel lingkungan yang akan diteliti yaitu sampel air sumur dan sampel udara ambien di Desa Grenden, Kecamatan Puger. Pengujian kandungan kapur dapat menggunakan metode pengujian kesadahan total kalsium (Ca) dengan metode titrimetri sesuai dengan pedoman laboratorium. Sampel air yang sudah didapat kemudian dianalisis di Laboratorium Kimia FMIPA UNEJ.

Pengujian kandungan debu total (*TSP*) dalam udara dapat menggunakan alat *High Volume Air Sampler (HVAS)* dengan metode gravimetri sesuai dengan SNI 19-7119.3-2005. Sampel udara yang didapat selanjutnya dapat dianalisis di BBTCLPP Surabaya.

3.3.4 Kriteria Sampel

Kriteria sampel penelitian menggunakan kriteria inklusi. Kriteria inklusi penelitian adalah karakteristik umum subjek penelitian dari suatu populasi target yang terjangkau yang akan diteliti (Notoatmojo, 2010). Adapun kriteria inklusi pada penelitian ini, yaitu sumur warga berjarak 100-400 meter dari gunung kapur atau industri pengolahan gunung kapur dan air sumurnya dimanfaatkan untuk air minum. Sedangkan kriteria eksklusi dari penelitian ini adalah menolak menjadi responden, sedang beraktivitas atau bekerja yang tidak bisa diganggu, tidak berada di tempat penelitian pada waktu pelaksanaan penelitian

3.3.5 Teknik Pengambilan Sampel

a. Teknik Pengambilan Sampel Manusia

Teknik *sampling* adalah teknik pengambilan sampel untuk menentukan sampel yang akan digunakan dalam penelitian. Penelitian ini menggunakan teknik *Propotional Random Sampling* sehingga jumlah sampel manusia mengikuti sumur yang akan diteliti.

b. Titik Pengambilan Sampel Air

Penentuan titik pengambilan sampel menggunakan metode *Proportional Random Sampling* dan SNI 6989.58-2008 tentang metoda pengambilan contoh air tanah.

- 1) Titik pemantauan kualitas air tanah diperoleh dari penghitungan menggunakan rumus Slovin. Adapun populasi sampel adalah sumur yang berada di Dusun Krajan I dan Dusun Kapuran. Jumlah titik sampel ditentukan berdasarkan rumus:

$$n = \frac{N}{1 + N(d)^2}$$

Dengan:

n : Besar sampel.

N : Jumlah sumur warga.

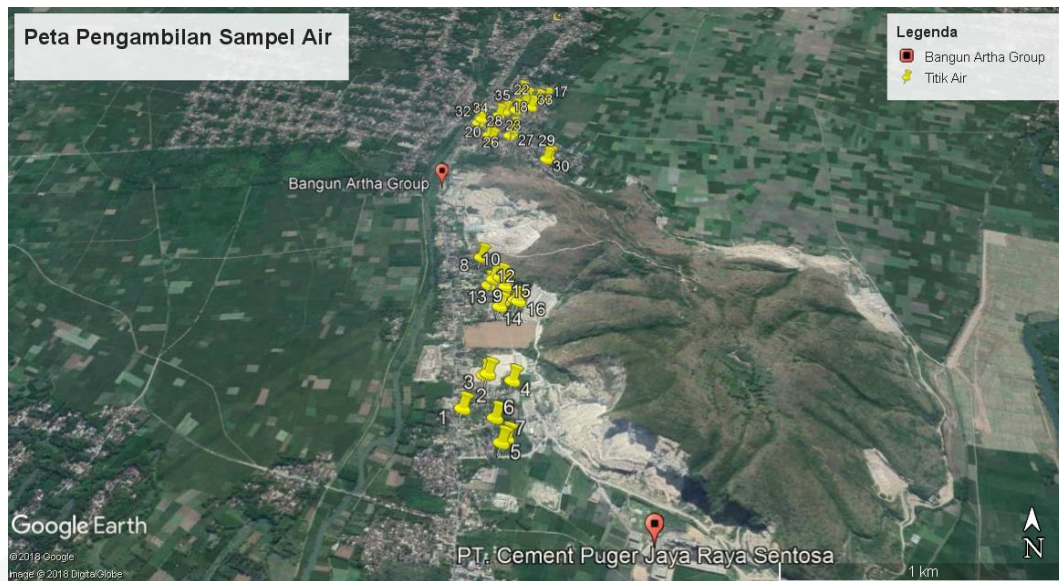
d : Tingkat kepercayaan menggunakan 0,25.

Tabel 3.1 Jumlah Sampel Air Sumur

No.	Nama Dusun	Jumlah sumur dangkal	Jumlah sampel yang diteliti
1	Dusun Krajan I	1806	16
2	Dusun Kapuran	887	16
Total			32

2) Lokasi Pengambilan Sampel

Sampel air dipilih dari sumur warga yang terpilih sesuai dengan Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Titik Pengambilan Sampel Air

c. Titik Pengambilan Sampel Udara

Penentuan titik pengambilan sampel udara ambien menggunakan standar dari SNI 19-7119.6-2005 tentang penentuan lokasi pengambilan contoh uji pemantauan kualitas udara ambien.

1) Titik pemantauan kualitas udara yang ditetapkan dengan mempertimbangkan faktor meteorologi, geografi (topografi) dan tata guna lahan (SNI 19-7119.6-2005). Pada penelitian ini berdasarkan pertimbangan meteorologi berupa arah angin dari selatan ke utara, dimana lokasi tersebut merupakan daerah padat penduduk dengan radius yang dekat dengan gunung kapur (100-3000 meter).

2) Lokasi Pengambilan Sampel

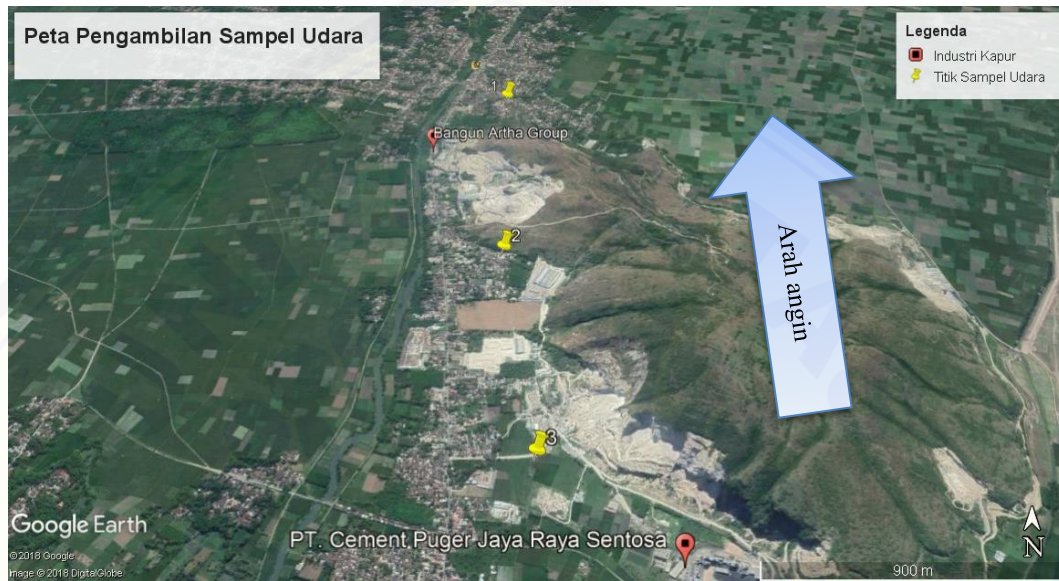
Penentuan lokasi pengambilan sampel dipilih berdasarkan pengamatan visual daerah dengan pencemaran yang tinggi dan padat penduduk. Lokasi pengambilan sampel dipilih daerah terbuka yang tidak dekat dengan gedung maupun pohon-pohon, tidak tercemar asap kendaraan (tidak di pinggir Jalan Raya Puger), tidak dekat dengan jaringan listrik tegangan tinggi. Selain itu penentuan lokasi pengambilan sampel didasarkan pada hasil wawancara dan diskusi dengan pihak Puskesmas

Puger. Berdasarkan hal tersebut ditentukan tiga titik, seperti terlihat pada Gambar 3.2 yaitu:

T₁: 500 meter dari gunung kapur (Dusun Krajan 1 RT 01 RW 15)

T₂: 1000 meter dari gunung kapur (Dusun Kapuran RT 02 RW 17)

T₃: 200 meter dari gunung kapur (Dusun Kapuran RT 03 RW 17)



Gambar 3.2 Titik Pengambilan Sampel Udara

3.4 Variabel dan Definisi Operasional

Variabel adalah ukuran atau ciri yang dimiliki oleh anggota-anggota suatu kelompok yang berbeda dengan yang dimiliki oleh kelompok yang lain (Notoatmojo, 2010). Pada penelitian ini variabel yang diteliti adalah karakteristik responden (umur, berat badan (W_b), waktu pajanan (t_E), frekuensi pajanan (f_E) dan durasi pajanan (D_t), dosis referensi (RfD/RfC), periode waktu rata-rata (t_{AVG}), risiko non karsinogenik (RQ), risiko karsinogenik (ECR), *cancer slope factor* (CSF), konsentrasi TSP (C), *intake* atau asupan (I) dan laju inhalasi (R). Definisi operasional adalah suatu definisi yang diberikan kepada variabel atau konstruk dengan cara memberikan arti atau menspesifikasikan kegiatan ataupun memberikan suatu operasional yang diperlukan untuk mengukur konstruk atau variabel tersebut (Nazir, 2005). Definisi operasional dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2 Definisi Operasional Penelitian

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara Pengumpulan Data	Satuan/Kategori	Skala Data
1	Umur	Lamanya tahun yang dilalui responden saat dilakukan wawancara terhitung sejak lahir hingga ulang tahun terakhir	Wawancara	Tahun	Rasio
2	Berat badan (W_b)	Berat badan responden saat dilakukan penelitian	Observasi dengan penimbangan langsung (timbangan <i>bathroom</i>)	Kilogram (kg)	Rasio
3	Waktu pajanan (t_E)	Periode waktu responden terpajan oleh kapur dihitung berdasarkan jumlah jam responden kontak dengan udara dalam satu hari	Wawancara	Jam/hari	Rasio
4	Frekuensi pajanan (f_E)	Kekerapan responden terpajan oleh kapur berdasarkan jumlah ingesti air tanah dan udara dalam satu tahun	Wawancara	Hari/tahun	Rasio
5	Durasi pajanan (D_t)	Lamanya waktu terpajan oleh kapur di lokasi penelitian berdasarkan pajanan sebenarnya (<i>realtime</i>) dan pajanan sepanjang hayat (<i>lifetime</i>)	Wawancara	Tahun	Rasio
6	Periode waktu rata-rata (t_{AVG})	Periode waktu rata-rata untuk non karsinogen memakai angka default 365 hari/tahun mengacu pada faktor-faktor pemajan Amerika (Rahman, <i>et. al.</i> , 2008)	Data EPA	hari	Rasio
7	Dosis referensi (RfD/RfC)	Estimasi pajanan harian dengan rentang ketidakpastian dari satu orde bagi populasi umum termasuk sub kelompok sensitif yang tidak akan memberikan efek-efek yang merugikan kesehatan	Data EPA	mg/kg/hari	Rasio
8	Risiko non karsinogenik (RQ)	Besaran risiko kesehatan non karsinogenik pada populasi yang diakibatkan oleh pajanan kapur. Nilai ini dipengaruhi oleh konsentrasi	Perhitungan <i>risk quotient</i> untuk efek non karsinogenik	Bilangan integral > 0 RQ > 1: tidak berisiko	Rasio

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara Pengumpulan Data	Satuan/Kategori	Skala Data
.		referensi kapur dan nilai <i>intake</i> masing-masing individu	$RQ = \frac{I}{RfC/RfD}$	gangguan kesehatan non kanker RQ ≤ 1: berisiko gangguan kesehatan non kanker	
9	Konsentrasi kapur dalam air tanah	Kandungan kapur yang terdapat dalam volume air tanah warga kawasan Gunung Kapur Puger	Pengukuran tidak langsung	mg/L	Rasio
10	Konsentrasi debu total (<i>TSP</i>) dalam udara	Kandungan debu total (<i>TSP</i>) yang terdapat dalam volume udara kawasan Gunung Kapur Puger	Pengukuran tidak langsung	mg/m ³	Rasio
11	<i>Intake</i> /asupan	Jumlah asupan <i>risk agent</i> yang diterima individu per berat badan per hari	Berdasarkan penghitungan rumus	mg/kg/hari	Rasio
12	Laju asupan (<i>R</i>)	Volume kapur yang dikonsumsi atau kontak dengan kulit per satuan waktu serta volume kapur yang dihirup per satuan per waktu	Berdasarkan nilai yang telah ditentukan	m ³ /jam	rasio

3.5 Prosedur Pengambilan Sampel

- Alat dan bahan untuk pengambilan sampel air tanah : wadah sampel plastik poli etilen, alat pengambil sampel dari air sumur gali (botol gelas dan *stainless steel* yang ujung atasnya dapat dibuka tutup dan terkait tali keatas sedangkan ujung bawah tertutup dan dilengkapi pemberat di bawah), kotak penyimpan sampel, pH meter, tali yang telah dilengkapi pemberat dan terukur panjangnya, *Global Positioning System* (GPS). (SNI 6898.58:2008)
- Alat dan bahan untuk pengujian kesadahan pada sampel air tanah : buret, erlenmeyer, labu takar, pipet volume, pipet tetes, indikator eriocrome black 0,5%, larutan MgEDTA 0,005 M, larutan buffer pH 10, larutan EDTA 0,01 M dan larutan standar CaCO₃ 1 g/L.

- c. Alat dan bahan yang diperlukan untuk pengambilan dan pengujian sampel udara berdasarkan SNI 19-7119.3-2005: peralatan HVAS dilengkapi skala/meter, timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 mg. barometer yang mampu mengukur hingga 0,1 kPa (1 mmHg), manometer diferensial yang mampu mengukur hingga 4 kPa (40 mmHg), pencatat waktu yang mampu membaca selama 24 jam \pm 2 menit, pencatat laju air mampu membaca laju air dengan ketelitian 0,03 m³/menit (1 ft³/menit), termometer, desikator, filter serat kaca, filter fiber silika, dan filter selulosa.



Gambar 3.3 Alat HVAS

Sumber: www.sitoho.com/eshop/product.php?id_product=153

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Pengambilan Sampel Air

Pengambilan sampel air diawali dengan menyiapkan alat pengambil contoh yang sesuai dengan keadaan sumber air. Alat tersebut sebelum digunakan terlebih dahulu dibilas sebanyak tiga kali. Sampel air diambil sesuai dengan keperluan, yaitu setiap titiknya sebanyak 500 mL, yang selanjutnya dicampurkan dalam wadah penampung sementara hingga merata. Saat menunggu pengujian, contoh dimasukkan dalam wadah bersuhu 4°C \pm 2°C (SNI 6898.58-2008). Titik pengambilan sampel air dapat dilihat pada Gambar 3.1, sedangkan waktu pengambilan sampel dilaksanakan pada tanggal 1 Mei, 6 Mei dan 9 Mei 2018.

3.6.2 Pengujian Kesadahan

Pengujian kesadahan diawali dengan mengambil sampel air sebanyak 50 mL, lalu dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 mL. Selanjutnya dilakukan penambahan reagen yaitu 2 mL larutan buffer, 0,5 mL larutan MgEDTA dan 5 tetes indikator EBT. Larutan buffer sebaiknya ditambahkan dalam erlenmeyer sebelum indikator EBT untuk menghindari besi dengan indikator. Tahap selanjutnya yaitu pelaksanaan titrasi dengan menggunakan larutan EDTA 0,01 M sampai warna berubah dari merah ungu menjadi biru. Waktu titrasi diusahakan tidak lebih dari 5 menit. Selanjutnya yaitu penghitungan nilai kesadahan air dalam bentuk ppm CaCO_3 yang terdapat pada rumus dibawah ini:

$$\text{Kesadahan total} \left(\frac{\text{mg CaCO}_3}{\text{L}} \right) = \frac{1000}{V_{\text{C.u.}}} \times V_{\text{EDTA(a)}} \times M_{\text{EDTA}} \times 100$$

3.6.3 Pengambilan Sampel Udara

Pengambilan sampel udara diawali dengan menempatkan filter pada filter holder di alat uji. Setelah itu tempatkan alat uji di posisi dan lokasi pengukuran berdasarkan lokasi titik ambien yang sudah ditentukan. Saat alat sudah dipersiapkan selanjutnya alat dinyalakan. Untuk kepentingan pengukuran, catat waktu dan tanggal penelitian, indikator lajur alir, laju alir (Q_1 dan Q_2), temperatur, serta tekanan barometrik. Sambungkan pencatat waktu ke motor untuk mendeteksi kehilangan waktu karena gangguan listrik. Pengambilan sampel udara ini dilakukan selama 24 jam, dimana sepanjang waktu tersebut harus dilakukan pembacaan laju alir, temperatur dan tekanan barometer minimal 2 kali. Pada akhir pengukuran seluruh data dikumpulkan. Jika hanya pembacaan awal dan akhir yang dibuat, asumsikan bahwa perubahan pembacaan linear setiap waktu. Selanjutnya apabila pengukuran telah selesai filter dipindahkan secara hati-hati agar tidak ada partikel yang terlepas. Filter dilipat sehingga partikulat tertangkap didalamnya. Lipatan filter ditempatkan dalam alumunium foil dan ditandai untuk diidentifikasi (SNI 19-7199.3-2005). Titik pengambilan sampel udara dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan dilakukan pada tanggal 5 Mei 2018.

3.6.4 Persiapan Contoh Uji Udara

Sebelum sampel udara diuji, sampel udara dipersiapkan terlebih dahulu. Filter yang telah digunakan untuk pengambilan sampel udara ditandai untuk diidentifikasi. Selanjutnya filter disimpan pada desikator yang memiliki kelembaban 50% atau di ruangan terkondisi (AC) selama 24 jam. Setelah itu, filter ditimbang menggunakan timbangan analitik (W_1). Selama proses transportasi dari lapangan ke laboratorium, filter dibungkus dengan lembaran antara (glassine) yang selanjutnya dibungkus plastik dan dimasukkan dalam kotak (SNI 19-7199.3-2005).

3.6.5 Pengujian Contoh Uji Udara

Tahapan pengujian sampel udara diawali dengan pengkondisian filter pada desikator yang memiliki kelembaban 50% atau di ruangan terkondisi (AC) selama 24 jam. Setelah itu filter ditimbang, sehingga diperoleh berat tetap (W_2) (SNI 19-7199.3-2005).

3.7 Data dan Sumber Data

3.7.1 Data Primer

Data Primer merupakan data yang didapat secara langsung dari sumber pertama, baik dari individu atau perorangan seperti hasil wawancara atau hasil pengisian kuesioner yang biasa dilakukan oleh penulis. Data Primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah konsentrasi kapur di air sumur warga dan udara serta karakteristik responden (berat badan, durasi pajanan, frekuensi pajanan dan waktu pajanan).

3.7.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data primer yang diperoleh dari pihak lain atau data primer yang telah diolah lebih lanjut dan disajikan baik oleh pengumpul data primer atau oleh pihak lain yang pada umumnya disajikan dalam bentuk tabel-tabel atau diagram-diagram. Data sekunder dari penelitian ini diperoleh melalui

studi kepustakaan dan data yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Kabupaten Jember dan Puskesmas Kecamatan Puger.

3.7.3 Teknik Pengelolaan Data

Pengelolaan data pada penelitian ini menggunakan bantuan komputer dengan tahap-tahap sebagai berikut (Notoatmojo, 2010):

a. *Editing*

Hasil observasi dari lapangan harus dilakukan pengeditan dan penyuntingan terlebih dahulu. Secara umum *editing* adalah kegiatan untuk pengecekan dan perbaikan isian lembar wawancara dan observasi.

b. *Coding*

Setelah semua kuesioner di edit atau di sunting, selanjutnya dilakukan pengkodean atau *coding*, pengkodean mengubah data berbentuk kalimat atau huruf menjadi data angka atau bilangan. Coding sangat berguna dalam memasukkan data (*data entry*).

c. Memasukkan data atau *processing*

Jawaban-jawaban dari masing-masing responden yang dalam bentuk kode (angka atau huruf) dimasukkan ke dalam program atau *software* komputer. Penelitian ini menggunakan software statistik yang kemudian akan diproses ke dalam persamaan rumus untuk menghitung nilai asupan dan tingkat risiko responden.

d. Pembersihan data (*cleaning*)

Apabila data dari setiap sumber data atau responden selesai dimasukkan, perlu dicek kembali untuk melihat kemungkinan-kemungkinan adanya kesalahan-kesalahan kode, ketidaklengkapan dan lain sebagainya, kemudian dilakukan pembentukan atau koreksi, proses ini disebut pembersihan data (*data cleaning*), adapun cara membersihkan data:

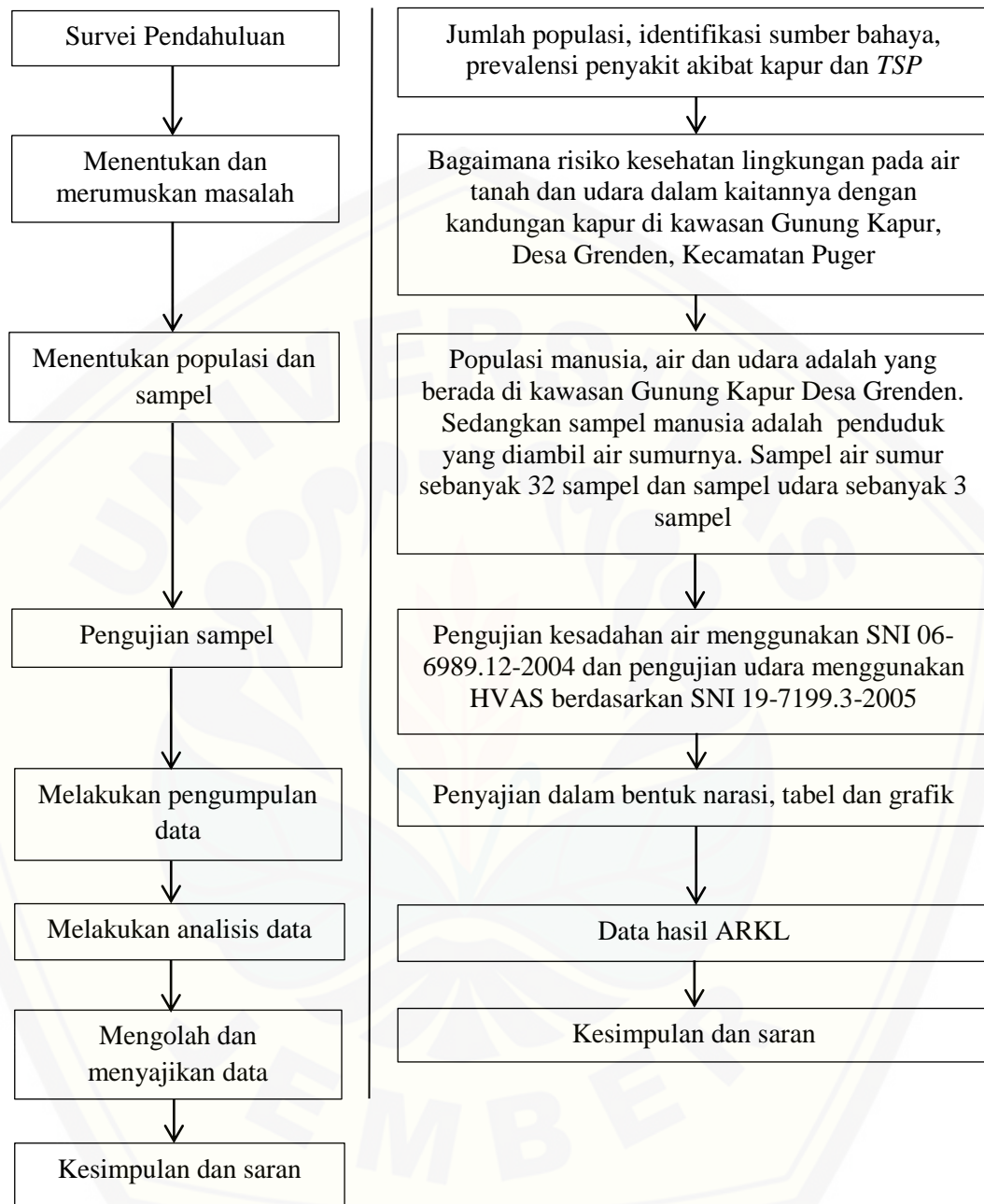
- 1) Mengetahui *missing data* (data yang hilang)
- 2) Mengetahui variasi data
- 3) Mengetahui konsistensi data

3.8 Teknik Penyajian Data dan Analisis Data

Cara penyajian data penelitian dilakukan melalui berbagai bentuk. Penyajian data umumnya dikelompokkan menjadi tiga, yaitu penyajian dalam bentuk narasi, penyajian dalam bentuk tabel dan penyajian dalam bentuk grafik. Pada penelitian ini, data disajikan secara deskriptif dalam bentuk tabel dan narasi.



3.9 Kerangka Alur Penelitian



Gambar 3.4 Kerangka Alur Penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Bahaya kesehatan lingkungan di tingkat populasi kawasan gunung kapur Desa Grenden Kecamatan Puger berupa kandungan kapur pada air yaitu sebesar 160 mg/L, sedangkan pada udara sebesar 0,06367 mg/Nm³.
2. Nilai pajanan non karsinogenik kandungan kapur di air sumur warga dan kandungan debu total (*TSP*) di udara ambien pada tingkat populasi berturut-turut adalah sebesar 6,130268 mg/kg hari dan 0,023285 mg/kg hari, sedangkan nilai pajanan karsinogenik kandungan debu total (*TSP*) di udara ambien adalah 0,009313 mg/kg hari.
3. Nilai dosis respon yang digunakan adalah nilai DNELs yaitu sebesar 6,1 mg/kg hari untuk pajanan air sumur sedangkan untuk pajanan melalui udara menggunakan data RfC yaitu sebesar 2,42 mg/kg hari dan SF sebesar 1,1 kg hari/mg.
4. Hasil dari karakterisasi risiko menunjukkan bahwa pajanan non karsinogenik kapur melalui air sumur warga dan pajanan karsinogenik debu total (*TSP*) melalui udara di kawasan gunung kapur Desa Grenden sudah tidak aman/berisiko menimbulkan gangguan kesehatan, sedangkan pajanan non karsinogenik debu total (*TSP*) melalui udara masih aman/tidak bersiko.
5. Pengelolaan risiko dapat dilakukan dengan cara menurunkan kesadahan air sampai ke tingkat yang aman yaitu 159,21 mg/L, dan juga menentukan jumlah konsumsi aman yaitu sebesar 1,990125 liter/hari. Selain itu, pengelolaan risiko yang ditimbulkan dari debu total (*TSP*) pada udara dapat dilakukan dengan menurunkan konsentrasi debu total (*TSP*) sampai ke tingkat aman yaitu 0,000621 mg/m³ dan menentukan tingkat aman durasi pajanan yaitu 0,27331 tahun. Hal tersebut dapat dilakukan dengan memanaskan air terlebih dahulu, menambahkan soda abu dan kapur, menukar ion dengan menggunakan zeolit, mengadakan akses air minum selain dari air sumur (air isi ulang atau air PDAM). Untuk pengelolaan

risiko akibat paparan melalui udara dapat dilakukan dengan penanaman tanaman hijau, penyiraman tanah setiap hari, pemasangan filter udara.

6. Komunikasi risiko dapat dilakukan di antara dua belah pihak (pihak pemerintah seperti Dinas Kesehatan Kabupaten Jember, Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember dan Puskesmas Puger dengan pihak industri pengolahan kapur) dengan melaksanakan diskusi menggunakan media PPT (*power point*). Setelah itu komunikasi dilakukan kepada masyarakat setempat.

5.2 Saran

1. Bagi Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember
Perlu adanya pemeriksaan secara rutin kesadahan air dan kandungan *TSP* di udara ambien.
2. Bagi Puskesmas Puger dan Dinas Kesehatan Kabupaten Jember
Perlu adanya pemeriksaan kandungan kapur dan *TSP* serta dampaknya kepada manusia akibat pencemaran kapur melalui air tanah dan udara beserta pencegahannya. Selain itu, pengadaan sosialisasi kepada masyarakat juga dibutuhkan mengenai tingkat risiko kawasan gunung kapur di Desa Grenden.
3. Bagi masyarakat
Pelaksanaan upaya yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Kesehatan Kabupaten Jember dan Puskesmas Puger agar masyarakat dapat menerima informasi terkait risiko yang ditimbulkan oleh paparan kapur dan *TSP*, sehingga dapat melakukan tindakan pencegahan dampak kesehatan.
4. Bagi Peneliti
Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai kandungan debu *TSP* yang dilakukan selama 24 jam, sehingga hasil analisis risiko lebih akurat.
5. Bagi Industri
Perlu adanya tindakan untuk meminimalisir kandungan *TSP* dengan cara memasang filter udara di cerobong asap industri.

DAFTAR PUSTAKA

- ACGIH. 1991. *Documentation Of The Threshold Limit Values And Biological Exposure Indices*. 6th Ed. Cincinnati OH: American Conference Of Governmental Industrial Hygienists.
- Anonim. 2011. *Kecamatan Puger Dalam Angka 2011*. Jember: Badan Pemerintah Daerah Jember.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. *SNI 06-6989.12-2004: Air dan Air Limbah – Bagian 12: Cara Uji Kesadahan Total Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg) dengan Metode Titrimetri*.
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. *SNI 19-7119.3-2005: Udara Ambien - Bagian 3: Cara Uji Partikel Tersuspensi Total Menggunakan Peralatan High Volume Air Sampler (HVAS) dengan Metode Gravimetri*.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *SNI 6989.58-2008: Air dan Air Limbah – Bagian 58: Metoda Pengambilan Contoh Air Tanah*.
- BPS. 2017. *Kecamatan Puger Dalam Angka 2017*. Jember: Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember.
- Carmeuse. 2010. *Product Safety Data Sheet*. Prepared in accordance with Annex II of the REACH Regulation.
- CDC. 1995. *Occupational Safety and Health Guideline for Calcium Carbonate*. Public Service: U.S Department of Health and Human Services.
- Danaryanto dan Hadipurwo, S. 2006. Konservasi Sebagai Upaya Penyelamatan Air Tanah di Indonesia. *Seminar Nasional Hari Air Dunia 2006*. Direktorat Pembinaan Pengusahaan Panas Bumi dan Pengelolaan Air Tanah Direktorat Jenderal Mineral Batubara dan Panas Bumi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. 1978. *Geografi Budaya Daerah Jawa Timur*. Jakarta: Proyek Penerbitan Buku Bacaan dan Sastra Indonesia dan Daerah.
- Djojodibroto, D. 2012. *Respirologi (Respiratory Medicine)*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

- EPA. 2002. *A Review of The Reference Dose and Reference Concentration Processes*. Washington DC: U.S. Environmental Protection Agency.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Greensmith, J.T. 1989. *Petrology of the Sedimentary Rocks – 7th Edition*. Great Britain: University Printing House, Oxford.
- Harrison, R. M. 1996. *Pollution: Causes, Effects, and Control 3rd Edition*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Heany, R.P., Recker R.R., Stegman M.R., dan Moy A.J. 1989. Calcium Absorption in Women: Relationship to Calcium Intake, Estrogen Status and Age. *J Bone Miner Res* Vol 4 (4): 469-475.
- Henry, J. G., dan Heinke, G. W. 1996. *Environmental Science and Engineering: Second Edition*. U.S.A: Prentice-Hall, Inc.
- Hester, R.E., dan Harrison, R. M. 2006. *Alternatives to Animal Testing*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Hunter, B.T. 2004. *Air and Your Health*. USA: Writers House LLC and Basic Health Publications Inc.
- Ikhsan M., Yunus F., Damayanti T, Sutjahyo K. 2007. Hubungan Penggunaan masker dengan Gambaran Klinis, Faal Paru dan Foto Toraks pada Pekerja Terpajan Debu Semen. *Artikel Penelitian IDI* Vol 57 No 9.
- Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (BAPEDAL) Nomor Kep-107/KABAPEDAL/11/1997 tentang Pedoman Teknis Perhitungan Pelaporan Serta Informasi ISPU.
- Kemendes RI. 2011. *Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)*. Jakarta: Direktorat Jenderal PP PL Kementerian Kesehatan RI
- Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor 02/MENKELH/1988.
- Kirboga, S., dan Oner, M. 2013. Effect of The Experimental Parameters on Calcium Carbonate Precipitation. *Chemical Engineering Transactions*, Vol. 32, ISSN: 1974-9791. Italia: AIDIC.
- Kristanto, P. 2002. *Ekologi Industri*. Yogyakarta: Penerbit ANDI OFFSET.
- Kodoatie, R.J dan Syarief, R. 2010. *Tata Ruang Air*. Yogyakarta: Penerbit ANDI

- Kundig, R., Buhler, C., dan Surbeck, H. 2012. *Limestone, Calcium Carbonate Applied Mineralogy and Non-Metallic Resources*. Vol 50: 326.
- Lailiyah, Q., Baqiya, M, dan Darminto. 2012. Pengaruh Temperatur dan Laju Aliran Gas CO₂ pada Sintesis Kalsium Karbonat Presipitat dengan Metode Bubbling. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, Vol 1, No.1 ISSN:2301-928X. Surabaya: ITS.
- Langer, W. H. 2001. *Potential Environmental Impacts of Quarrying Stone in Karst – A Literature Review*. U.S Geological Survey.
- Lukman, M., Yudyanto., dan Hartatiek. 2012. Sintesis Biomaterial Komposit CaO-SiO₂ Berbasis Material Alam (Batuan Kapur dan Pasir Kuarsa) dengan Variasi Suhu Pemanasan dan Pengaruhnya Terhadap Porositas, Kekerasan dan Mikrostruktur. *Journal Sains* Vol. 2 No. 1. Malang: UM.
- Manahan, S.E. *Environmental Chemistry: Seventh Edition*. Florida: CRC Press LLC.
- Marsidi, R. 2001. Zeolit Untuk Mengurangi Kesadahan Air. *Jurnal Teknologi Lingkungan* Vol. 2 No.1: 1 – 10.
- Montgomery, C.W. 2003. *Environmental Geology: Sixth Edition*. New York: The McGraw-Hill Companies. Inc.
- Mukono. 2005. *Toksikologi Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Mukono. 2008. *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernapasan*. Surabaya: Airlangga University Press.
- NLM. 1991. *The Hazardous Substances Data Bank: Calcium Carbonate*. Bethesda, MD: National Library of Medicine.
- Office of Environmental Public Health. 1998. *Technical Bulletin Health Effects Information: Calcium Carbonate: “Lime” “Limewater”*. Oregon Department Of Human Services.
- OSHA. 1987. *OSHA Chemical Information Manual*. Washington DC: US Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 27/PRT/M/2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum.

- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara.
- Rahman, A., Nukman, A., Setyadi., Akib, C.A., Sofwan., dan Jarot. 2008. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pertambangan Kapur di Sukabumi, Cirebon, Tegal, Jepara dan Tulungagung. *Jurnal Ekologi Kesehatan* Vol.7 No.1: 666.
- Rahmasari, I. 2013. *Potensi Kerusakan Lahan Karst di Gunung Sadeng Kecamatan Puger Kabupaten Jember*. Pendidikan Geografi UNESA.
- Rahmatullah, P. 2006. *Penyakit Paru Lingkungan Kerja*. Semarang: Bagian Penyakit Dalam FK UNDIP.
- Sasongko, D., Linsley R.K., dan Franzini, J.B. 1995. *Teknik Sumberdaya Air*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Satriyani, D.A.P. 2013. *Studi Tentang Kondisi Sosial Ekonomi Penambang Kapur di Gunung Sadeng Kecamatan Puger Kabupaten Jember*. UNESA.
- Sengupta, P. 2013. Potential Health Impacts of Hard Water. *International Journal Of Preventive Medicine* Vol.4 (8): 866-875.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3775162/>. Diakses pada tanggal 27 Januari 2018.
- Siswanto, H. 2003. *Kamus Populer Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: EGC.
- Smailyte, G., Kurtinaitis, J., dan Andersen, A. 2004. Mortality And Cancer Incidence Among Lithuanian Cement Producing Workers. *Occcup Environ Med* Vol 61.
- Soedomo, M. 2001. *Pencemaran Udara (Kumpulan Karya Ilmiah)*. Bandung: Penerbit ITB.
- Soemirat, J. 2013. *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Suhariyono, G dan Tanjung, E. 2004. Analisis Partikel Udara di Sekitar Calon Tapak Penambangan Emas, Sumatera Utara. *Prosiding Seminar Geologi Nuklir dan Sumberdaya Tambang Tahun 2004*. Pusat Pengembangan Bahan Galian dan Geologi Nuklir Batan.
- Sutrisno, T. 2010. *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Todd, D.K. 1980. *Groundwater Hydrology*. New York: John Willey and Sons.

- Tolinggi, S., Nakoe, M.R., Gobel, I.A., Sengke,J., Keman, S., Sudiana, I.K., Yudhastuti, R., dan Azizah, M.R. 2014. Effect Inhaling of Limestone Dust Exposure on Increased Level of IL-8 Serum and Pulmonary Function Decline to Workers of Limestone Mining Industry. *International Refereed Journal of Engineering and Science (IRJES)* Vol.3 Issue 8: 66-72.
- Yeung, M. C., Lam, S., Enarson, D. 1985. Pulmonary Function Measurement In The Industrial Setting. *CHEST Journal*.
- Wardhana, W.A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan (Edisi Revisi)*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- WHO. 2010. *WHO Human Health Risk Assessment Toolkit: Chemical Hazards*. Geneva: World Health Organization Press.
- WHO. 2011. *Hardness in Drinking Water: Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking Water Quality*. Geneva: World Health Organization Press.

Lampiran 1. Informed Consent



**ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PADA AIR
TANAH DAN UDARA DI KAWASAN GUNUNG KAPUR
DESA GRENDEK KECAMATAN PUGER**

INFORMED CONSENT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama :

Umur :

Alamat :

Telepon :

Bersedia dijadikan responden terkait dengan penelitian “Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pada Air Tanah dan Udara di Kawasan Gunung Puger Desa Grenden Kecamatan Puger”.

Prosedur penelitian ini tidak akan memberikan dampak dan risiko apapun pada responden. Saya telah diberikan penjelasan mengenai hal tersebut di atas dan saya telah diberikan kesempatan untuk bertanya mengenai hal-hal yang belum dimengerti dan telah mendapatkan jawaban yang jelas dan benar serta kerahasiaan jawaban yang saya berikan dijamin sepenuhnya oleh peneliti.

Dengan ini saya menyatakan secara sukarela untuk ikut sebagai subjek dalam penelitian ini.

Jember,
Responden,

(.....)

Lampiran 2. Kuesioner Penelitian



ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PADA AIR TANAH DAN UDARA DI KAWASAN GUNUNG KAPUR DESA GRENDEN KECAMATAN PUGER

KUESIONER PENELITIAN

Nama Responden	
Umurtahun
Jenis Kelamin	a. Perempuan b. Laki-laki
Pekerjaan
Berat badankilogram
Tahun mulai menempati rumah	
Tanggal Wawancara	

A. Sumber Air Minum

Darimanakah sumber air minum yang anda gunakan sehari-hari?	1. Mata air 2. Sungai 3. PDAM 4. Sumur 5. Air hujan 6. Lainnya
Jika menggunakan sumur, apakah sumur tersebut milik sendiri atau bersama?	1. Milik bersama 2. Milik sendiri
Sejak kapan anda menggunakan sumur tersebut?	
Berapa kedalaman sumur yang anda gunakan?meter
Apa jenis sumur yang anda gunakan?	1. Sumur gali 2. Sumur bor 3. Lainnya
Jika menggunakan air sumur, apakah air dimasak terlebih dahulu sebelum diminum?	1. Iya direbus 2. Tidak direbus
Berapa banyak air yang anda minum per harinya?liter/hari
Apakah setiap hari anda mengkonsumsi air minum dari sumur tersebut?hari/tahun
Sudah berapa lama anda menggunakan air sumur sebagai sumber air minum?tahun

C. Aktivitas Kontak Udara Luar

Berapa lama anda berada di luar rumah dalam sehari?

.....jam/hari



Lampiran 3. Hasil Analisis Data Menggunakan SPSS

1. Jenis kelamin

Statistics

JenisKelamin		
N	Valid	90
	Missing	0

JenisKelamin

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Laki-laki	39	43,3	43,3	43,3
Valid Perempuan	51	56,7	56,7	100,0
Total	90	100,0	100,0	

2. Umur

Statistics

Umur		
N	Valid	90
	Missing	0
Mean		39,2944
Median		38,5000
Mode		30,00 ^a
Std. Deviation		19,14403
Variance		366,494
Minimum		5,50
Maximum		90,00

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

Umur

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
5,50	1	1,1	1,1	1,1
Valid 7,00	2	2,2	2,2	3,3
7,50	2	2,2	2,2	5,6

8,00	2	2,2	2,2	7,8
10,00	2	2,2	2,2	10,0
11,00	3	3,3	3,3	13,3
14,00	1	1,1	1,1	14,4
15,00	1	1,1	1,1	15,6
17,00	1	1,1	1,1	16,7
20,00	2	2,2	2,2	18,9
24,00	1	1,1	1,1	20,0
27,00	4	4,4	4,4	24,4
28,00	3	3,3	3,3	27,8
29,00	2	2,2	2,2	30,0
30,00	5	5,6	5,6	35,6
31,00	2	2,2	2,2	37,8
32,00	1	1,1	1,1	38,9
33,00	2	2,2	2,2	41,1
34,00	1	1,1	1,1	42,2
36,00	3	3,3	3,3	45,6
37,00	2	2,2	2,2	47,8
38,00	2	2,2	2,2	50,0
39,00	1	1,1	1,1	51,1
40,00	2	2,2	2,2	53,3
41,00	1	1,1	1,1	54,4
42,00	2	2,2	2,2	56,7
43,00	3	3,3	3,3	60,0
45,00	3	3,3	3,3	63,3
48,00	3	3,3	3,3	66,7
50,00	4	4,4	4,4	71,1
52,00	3	3,3	3,3	74,4
55,00	1	1,1	1,1	75,6
57,00	2	2,2	2,2	77,8
58,00	3	3,3	3,3	81,1
59,00	1	1,1	1,1	82,2
60,00	5	5,6	5,6	87,8
61,00	1	1,1	1,1	88,9
62,00	2	2,2	2,2	91,1

64,00	1	1,1	1,1	92,2
65,00	3	3,3	3,3	95,6
70,00	2	2,2	2,2	97,8
87,00	1	1,1	1,1	98,9
90,00	1	1,1	1,1	100,0
Total	90	100,0	100,0	

Descriptives

		Statistic	Std. Error
	Mean	39,2944	2,01796
75% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	36,9578	
	Upper Bound	41,6311	
	5% Trimmed Mean	38,9660	
	Median	38,5000	
	Variance	366,494	
Umur	Std. Deviation	19,14403	
	Minimum	5,50	
	Maximum	90,00	
	Range	84,50	
	Interquartile Range	27,75	
	Skewness	,110	,254
	Kurtosis	-,398	,503

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Umur	,067	90	,200*	,973	90	,054

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

3. Pekerjaan

Statistics

Pekerjaan

N	Valid	90
	Missing	0

Pekerjaan

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Bersekolah	15	16,7	16,7	16,7
Buruh	5	5,6	5,6	22,2
IRT	40	44,4	44,4	66,7
Petani	5	5,6	5,6	72,2
PNS	1	1,1	1,1	73,3
Valid Satpam	1	1,1	1,1	74,4
Supir	5	5,6	5,6	80,0
Tidak bekerja	5	5,6	5,6	85,6
Wiraswasta	12	13,3	13,3	98,9
Wiraswasta	1	1,1	1,1	100,0
Total	90	100,0	100,0	

4. Berat Badan

Statistics

BB

N	Valid	90
	Missing	0
Mean		52,2000
Median		53,5000
Mode		45,00
Std. Deviation		13,80539
Variance		190,589
Minimum		20,00
Maximum		82,00

BB

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 20,00	2	2,2	2,2	2,2
Valid 21,00	1	1,1	1,1	3,3

24,00	1	1,1	1,1	4,4
25,00	4	4,4	4,4	8,9
26,00	1	1,1	1,1	10,0
38,00	1	1,1	1,1	11,1
40,00	4	4,4	4,4	15,6
41,00	1	1,1	1,1	16,7
42,00	4	4,4	4,4	21,1
43,00	1	1,1	1,1	22,2
45,00	10	11,1	11,1	33,3
47,00	3	3,3	3,3	36,7
48,00	1	1,1	1,1	37,8
50,00	7	7,8	7,8	45,6
51,00	2	2,2	2,2	47,8
52,00	1	1,1	1,1	48,9
53,00	1	1,1	1,1	50,0
54,00	1	1,1	1,1	51,1
55,00	6	6,7	6,7	57,8
56,00	2	2,2	2,2	60,0
57,00	1	1,1	1,1	61,1
58,00	2	2,2	2,2	63,3
60,00	7	7,8	7,8	71,1
61,00	1	1,1	1,1	72,2
62,00	4	4,4	4,4	76,7
63,00	1	1,1	1,1	77,8
64,00	1	1,1	1,1	78,9
65,00	7	7,8	7,8	86,7
66,00	2	2,2	2,2	88,9
67,00	1	1,1	1,1	90,0
68,00	2	2,2	2,2	92,2
70,00	2	2,2	2,2	94,4
72,00	1	1,1	1,1	95,6
73,00	1	1,1	1,1	96,7
79,00	1	1,1	1,1	97,8
80,00	1	1,1	1,1	98,9
82,00	1	1,1	1,1	100,0

Total	90	100,0	100,0
-------	----	-------	-------

Descriptives

		Statistic	Std. Error
	Mean	52,2000	1,45522
75% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	50,5150	
	Upper Bound	53,8850	
	5% Trimmed Mean	52,4753	
	Median	53,5000	
	Variance	190,589	
BB	Std. Deviation	13,80539	
	Minimum	20,00	
	Maximum	82,00	
	Range	62,00	
	Interquartile Range	17,00	
	Skewness	-,442	,254
	Kurtosis	,072	,503

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
BB	,081	90	,200*	,964	90	,015

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

5) Laju asupan air

Statistics

R_air		
N	Valid	90
	Missing	0
	Mean	2,2667
	Median	2,0000

Mode	2,00
Std. Deviation	,87474
Variance	,765
Minimum	1,00
Maximum	6,00

R_ air

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 1,00	6	6,7	6,7	6,7
1,50	6	6,7	6,7	13,3
2,00	57	63,3	63,3	76,7
3,00	13	14,4	14,4	91,1
4,00	5	5,6	5,6	96,7
5,00	2	2,2	2,2	98,9
6,00	1	1,1	1,1	100,0
Total	90	100,0	100,0	

Descriptives

		Statistic	Std. Error
	Mean	2,2667	,09221
	75% Confidence Interval for Lower Bound	2,1599	
	Mean Upper Bound	2,3734	
	5% Trimmed Mean	2,1914	
	Median	2,0000	
	Variance	,765	
R_ air	Std. Deviation	,87474	
	Minimum	1,00	
	Maximum	6,00	
	Range	5,00	
	Interquartile Range	,00	
	Skewness	1,855	,254
	Kurtosis	4,545	,503

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
R_air	,386	90	,000	,732	90	,000

a. Lilliefors Significance Correction

6) Durasi (Dt)

Statistics

Dt

N	Valid	90
	Missing	0
Mean		29,7389
Median		28,0000
Mode		20,00
Std. Deviation		19,59896
Variance		384,119
Minimum		1,00
Maximum		87,00

Dt

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
1,00	1	1,1	1,1	1,1
3,00	1	1,1	1,1	2,2
4,00	1	1,1	1,1	3,3
5,00	1	1,1	1,1	4,4
5,50	1	1,1	1,1	5,6
Valid 6,00	2	2,2	2,2	7,8
7,00	3	3,3	3,3	11,1
7,50	2	2,2	2,2	13,3
8,00	4	4,4	4,4	17,8
10,00	5	5,6	5,6	23,3
11,00	4	4,4	4,4	27,8

13,00	1	1,1	1,1	28,9
14,00	1	1,1	1,1	30,0
15,00	1	1,1	1,1	31,1
17,00	1	1,1	1,1	32,2
19,00	1	1,1	1,1	33,3
20,00	6	6,7	6,7	40,0
22,00	2	2,2	2,2	42,2
24,00	3	3,3	3,3	45,6
25,00	1	1,1	1,1	46,7
27,00	2	2,2	2,2	48,9
28,00	2	2,2	2,2	51,1
30,00	4	4,4	4,4	55,6
31,00	2	2,2	2,2	57,8
33,00	1	1,1	1,1	58,9
34,00	2	2,2	2,2	61,1
36,00	2	2,2	2,2	63,3
37,00	1	1,1	1,1	64,4
38,00	3	3,3	3,3	67,8
39,00	1	1,1	1,1	68,9
40,00	5	5,6	5,6	74,4
41,00	1	1,1	1,1	75,6
42,00	1	1,1	1,1	76,7
43,00	2	2,2	2,2	78,9
44,00	1	1,1	1,1	80,0
45,00	2	2,2	2,2	82,2
48,00	1	1,1	1,1	83,3
50,00	1	1,1	1,1	84,4
52,00	2	2,2	2,2	86,7
57,00	1	1,1	1,1	87,8
58,00	1	1,1	1,1	88,9
60,00	1	1,1	1,1	90,0
61,00	1	1,1	1,1	91,1
62,00	2	2,2	2,2	93,3
65,00	2	2,2	2,2	95,6
68,00	1	1,1	1,1	96,7

70,00	2	2,2	2,2	98,9
87,00	1	1,1	1,1	100,0
Total	90	100,0	100,0	

Descriptives

		Statistic	Std. Error
	Mean	29,7389	2,06591
75% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	27,3468	
	Upper Bound	32,1310	
	5% Trimmed Mean	28,8056	
	Median	28,0000	
	Variance	384,119	
Dt	Std. Deviation	19,59896	
	Minimum	1,00	
	Maximum	87,00	
	Range	86,00	
	Interquartile Range	30,25	
	Skewness	,599	,254
	Kurtosis	-,317	,503

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Dt	,108	90	,011	,945	90	,001

a. Lilliefors Significance Correction

7) Waktu pajanan (tE)

Statistics

te_udara

N	Valid	90
	Missing	0
Mean		20,9000
Median		23,0000

Mode	24,00
Std. Deviation	3,87458
Variance	15,012
Minimum	10,00
Maximum	24,00

te_udara

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 10,00	1	1,1	1,1	1,1
12,00	3	3,3	3,3	4,4
13,00	1	1,1	1,1	5,6
14,00	4	4,4	4,4	10,0
15,00	3	3,3	3,3	13,3
16,00	5	5,6	5,6	18,9
17,00	5	5,6	5,6	24,4
18,00	2	2,2	2,2	26,7
19,00	1	1,1	1,1	27,8
20,00	5	5,6	5,6	33,3
21,00	2	2,2	2,2	35,6
22,00	8	8,9	8,9	44,4
23,00	17	18,9	18,9	63,3
24,00	33	36,7	36,7	100,0
Total	90	100,0	100,0	

Descriptives

	Statistic	Std. Error
te_udara Mean	20,9000	,40842
75% Confidence Interval for Mean	Lower Bound 20,4271	
Upper Bound	21,3729	
5% Trimmed Mean	21,2407	
Median	23,0000	
Variance	15,012	
Std. Deviation	3,87458	
Minimum	10,00	
Maximum	24,00	

Range	14,00	
Interquartile Range	6,25	
Skewness	-1,111	,254
Kurtosis	-,057	,503

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
te_udara	,262	90	,000	,785	90	,000

a. Lilliefors Significance Correction

8) Frekuensi pajanan (fE)

Statistics

fe

N	Valid	90
	Missing	0
Mean		365,0000
Median		365,0000
Mode		365,00
Std. Deviation		,00000
Variance		,000
Minimum		365,00
Maximum		365,00

fe

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 365,00	90	100,0	100,0	100,0

9) Konsentrasi Kapur

Statistics

Kapur

N	Valid	90
	Missing	0
Mean		211,6222

Median	160,0000
Mode	160,00
Std. Deviation	97,97472
Variance	9599,047
Minimum	111,00
Maximum	530,00

Kapur

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
111,00	3	3,3	3,3	3,3
115,00	3	3,3	3,3	6,7
120,00	2	2,2	2,2	8,9
123,00	3	3,3	3,3	12,2
135,00	1	1,1	1,1	13,3
136,00	2	2,2	2,2	15,6
137,00	2	2,2	2,2	17,8
140,00	2	2,2	2,2	20,0
144,00	3	3,3	3,3	23,3
146,00	3	3,3	3,3	26,7
149,00	6	6,7	6,7	33,3
152,00	2	2,2	2,2	35,6
Valid 153,00	4	4,4	4,4	40,0
160,00	10	11,1	11,1	51,1
163,00	1	1,1	1,1	52,2
182,00	3	3,3	3,3	55,6
211,00	2	2,2	2,2	57,8
221,00	2	2,2	2,2	60,0
233,00	7	7,8	7,8	67,8
237,00	4	4,4	4,4	72,2
245,00	3	3,3	3,3	75,6
248,00	3	3,3	3,3	78,9
252,00	3	3,3	3,3	82,2
272,00	3	3,3	3,3	85,6
288,00	2	2,2	2,2	87,8

364,00	3	3,3	3,3	91,1
407,00	3	3,3	3,3	94,4
418,00	2	2,2	2,2	96,7
530,00	3	3,3	3,3	100,0
Total	90	100,0	100,0	

Descriptives

		Statistic	Std. Error
Kapur	Mean	211,6222	10,32744
	75% Confidence Interval for Mean	Lower Bound Upper Bound	199,6640 223,5804
	5% Trimmed Mean	201,5247	
	Median	160,0000	
	Variance	9599,047	
	Std. Deviation	97,97472	
	Minimum	111,00	
	Maximum	530,00	
	Range	419,00	
	Interquartile Range	99,75	
	Skewness	1,603	,254
	Kurtosis	2,380	,503

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kapur	,212	90	,000	,811	90	,000

a. Lilliefors Significance Correction

10) konsentrasi TSP

Statistics

TSP		
N	Valid	3
	Missing	0

Mean	,06367
Median	,05400
Mode	,024 ^a
Std. Deviation	,045281
Variance	,002
Minimum	,024
Maximum	,113

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

Descriptives

		Statistic	Std. Error
	Mean	,06367	,026143
75% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	,02174	
	Upper Bound	,10559	
	5% Trimmed Mean	.	
	Median	,05400	
	Variance	,002	
TSP	Std. Deviation	,045281	
	Minimum	,024	
	Maximum	,113	
	Range	,089	
	Interquartile Range	.	
	Skewness	,917	1,225
	Kurtosis	.	.

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
TSP	,251	3	.	,966	3	,645

a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 4. Rekapitulasi Kuesioner Hasil Wawancara dengan Responden dan Penghitungan Nilai Asupan serta Tingkat Risiko pada Jalur Ingesti

No.	Umur	Jenis Kelamin	Pekerjaan	Kepemilikan sumur	Kedalaman sumur	Proses pemasakan	Konsentrasi Kapur (mg/L)	R (liter/air)	fE (hari/tahun)	Dt (tahun)	Wb (kg)	tAVG (hari)	Intake (mg/kg/hari)	RQ
1.1	43	L	Wiraswasta	milik sendiri	10 meter	Direbus	136	2	365	6	55	2190	4,945454545	0,8107303
1.2	37	P	PNS	milik sendiri	10 meter	Direbus	136	2	365	1	60	365	4,533333333	0,7431694
2.1	48	L	Buruh	milik sendiri	10 meter	Direbus	111	2	365	48	68	17520	3,264705882	0,5351977
2.2	58	P	IRT	milik sendiri	10 meter	Direbus	111	2	365	10	58	3650	3,827586207	0,6274731
2.3	90	L	Tidak bekerja	milik sendiri	10 meter	Direbus	111	2	365	70	45	25550	4,933333333	0,8087432
3.1	65	L	Supir	milik sendiri	10 meter	Direbus	120	2	365	65	66	23725	3,636363636	0,5961252
3.2	64	P	IRT	milik sendiri	4 meter	Direbus	120	2	365	41	64	14965	3,75	0,6147541
4.1	30	P	IRT	milik sendiri	12 meter	Direbus	137	3	365	13	40	4745	10,275	1,6844262
4.2	20	P	IRT	milik sendiri	12 meter	Direbus	137	2	365	20	47	7300	5,829787234	0,9557028
5.1	48	L	Buruh	milik sendiri	6 meter	Direbus	160	3	365	22	65	8030	7,384615385	1,2105927
5.2	42	P	IRT	milik sendiri	6 meter	Direbus	160	3	365	42	61	15330	7,868852459	1,2899758
5.3	70	P	IRT	milik sendiri	6 meter	Direbus	160	1,5	365	70	45	25550	5,333333333	0,8743169
6.1	40	L	Wiraswasta	milik bersama	8 meter	Direbus	153	5	365	28	45	10220	17	2,7868852
6.2	30	P	IRT	milik bersama	8 meter	Direbus	153	2	365	30	60	10950	5,1	0,8360656
6.3	11	P	Bersekolah	milik bersama	8 meter	Direbus	153	2	365	11	25	4015	12,24	2,0065574
6.4	70	L	Wiraswasta	milik bersama	8 meter	Direbus	153	2	365	19	56	6935	5,464285714	0,8957845
7.1	27	P	IRT	milik sendiri	5 meter	Direbus	163	2	365	27	42	9855	7,761904762	1,2724434
8.1	30	L	Supir	milik sendiri	10 meter	Direbus	144	3	365	30	65	10950	6,646153846	1,0895334
8.2	29	P	IRT	milik sendiri	10 meter	Direbus	144	2	365	10	43	3650	6,697674419	1,0979794
8.3	7,5	L	Bersekolah	milik sendiri	10 meter	Direbus	144	2	365	7,5	20	2737,5	14,4	2,3606557

9.1	41	L	Petani	milik bersama	7 meter	Direbus	418	3	365	20	70	7300	17,91428571	2,9367681
9.2	14	L	Bersekolah	milik bersama	8 meter	Direbus	418	2	365	14	42	5110	19,9047619	3,2630757
10.1	43	P	IRT	milik sendiri	10 meter	Direbus	530	2	365	43	58	15695	18,27586207	2,996043
10.2	61	P	IRT	milik sendiri	10 meter	Direbus	530	2	365	61	82	22265	12,92682927	2,1191523
10.3	60	P	IRT	milik sendiri	10 meter	Direbus	530	2	365	68	56	24820	18,92857143	3,1030445
11.1	50	L	Tidak bekerja	milik sendiri	10 meter	Direbus	252	1	365	25	65	9125	3,876923077	0,6355612
11.2	45	P	IRT	milik sendiri	10 meter	Direbus	252	3	365	44	65	16060	11,63076923	1,9066835
11.3	7	L	Bersekolah	milik sendiri	10 meter	Direbus	252	2	365	7	25	2555	20,16	3,304918
12.1	52	L	Satpam	milik bersama	7 meter	Direbus	364	3	365	34	60	12410	18,2	2,9836066
12.2	50	P	IRT	milik bersama	7meter	Direbus	364	2	365	34	51	12410	14,2745098	2,3400836
12.3	17	P	Bersekolah	milik bersama	7 meter	Direbus	364	1,5	365	17	40	6205	13,65	2,2377049
13.1	28	P	IRT	milik sendiri	10 meter	Direbus	237	3	365	28	67	10220	10,6119403	1,7396623
13.2	28	L	Supir	milik sendiri	10 meter	Direbus	237	4	365	8	55	2920	17,23636364	2,8256334
13.3	45	P	IRT	milik sendiri	10 meter	Direbus	237	3	365	45	65	16425	10,93846154	1,7931904
13.4	7,5	L	Bersekolah	milik sendiri	10 meter	Direbus	237	3	365	7,5	26	2737,5	27,34615385	4,482976
14.1	27	P	IRT	milik bersama	10 meter	Direbus	407	1	365	10	42	3650	9,69047619	1,5886027
14.2	33	L	Buruh	milik bersama	10 meter	Direbus	407	2	365	33	68	12045	11,97058824	1,9623915
14.3	8	L	Bersekolah	milik bersama	10 meter	Direbus	407	2	365	8	25	2920	32,56	5,3377049
15.1	42	L	Wiraswasta	milik sendiri	12 meter	Direbus	272	2	365	20	54	7300	10,07407407	1,6514876
15.2	31	P	IRT	milik sendiri	12 meter	Direbus	272	2	365	31	62	11315	8,774193548	1,4383924
15.3	10	P	Bersekolah	milik sendiri	12 meter	Direbus	272	2	365	10	40	3650	13,6	2,2295082
16.1	32	P	IRT	milik sendiri	10 meter	Direbus	288	2	365	11	62	4015	9,290322581	1,5230037
16.2	34	L	Supir	milik sendiri	10 meter	Direbus	288	2	365	11	55	4015	10,47272727	1,7168405
17.1	30	P	IRT	milik bersama	10 meter	Direbus	149	2	365	30	55	10950	5,418181818	0,8882265
17.2	11	L	Bersekolah	milik bersama	10 meter	Direbus	149	2	365	11	40	4015	7,45	1,2213115

17.3	60	P	IRT	milik bersama	10 meter	Direbus	149	1,5	365	60	45	21900	4,966666667	0,8142077
17.4	11	P	Bersekolah	milik bersama	10 meter	Direbus	149	2	365	3	38	1095	7,842105263	1,285591
18.1	57	P	Wiraswasta	milik sendiri	4 meter	Direbus	182	4	365	57	45	20805	16,17777778	2,6520947
18.2	58	L	Petani	milik sendiri	4 meter	Direbus	182	1,5	365	38	50	13870	5,46	0,895082
18.3	24	L	Wiraswasta	milik sendiri	4 meter	Direbus	182	1,5	365	24	50	8760	5,46	0,895082
19.1	57	P	IRT	milik sendiri	7 meter	Direbus	149	1	365	40	50	14600	2,98	0,4885246
19.2	65	L	Petani	milik sendiri	7 meter	Direbus	149	2	365	40	53	14600	5,622641509	0,9217445
20.1	87	P	IRT	milik bersama	12 meter	Direbus	115	2	365	87	55	31755	4,181818182	0,685544
20.2	58	P	IRT	milik bersama	12 meter	Direbus	115	2	365	58	60	21170	3,833333333	0,6284153
20.3	52	P	IRT	milik bersama	12 meter	Direbus	115	2	365	52	62	18980	3,709677419	0,6081438
21.1	62	L	Tidak bekerja	milik bersama	9 meter	Direbus	146	2	365	62	52	22630	5,615384615	0,9205549
21.2	59	P	IRT	milik bersama	9 meter	Direbus	146	2	365	39	45	14235	6,488888889	1,0637523
21.3	37	L	Tidak bekerja	milik bersama	9 meter	Direbus	146	5	365	37	57	13505	12,80701754	2,0995111
22.1	38	L	Supir	milik bersama	10 meter	Direbus	123	2	365	38	65	13870	3,784615385	0,6204288
22.2	36	P	IRT	milik bersama	10 meter	Direbus	123	2	365	36	51	13140	4,823529412	0,7907425
22.3	15	P	Bersekolah	milik bersama	10 meter	Direbus	123	6	365	15	47	5475	15,70212766	2,5741193
23.1	60	L	Wiraswasta	milik sendiri	10 meter	Direbus	140	2	365	50	50	18250	5,6	0,9180328
23.2	48	P	Wiraswasta	milik sendiri	10 meter	Direbus	140	2	365	30	48	10950	5,833333333	0,9562842
24.1	43	L	Wiraswasta	milik bersama	7 meter	Direbus	160	2	365	43	45	15695	7,111111111	1,1657559
24.2	39	P	IRT	milik bersama	7 meter	Direbus	160	2	365	22	42	8030	7,619047619	1,2490242
24.3	20	P	IRT	milik bersama	7 meter	Direbus	160	2	365	20	45	7300	7,111111111	1,1657559
25.1	40	P	IRT	milik bersama	5 meter	Direbus	135	2	365	40	41	14600	6,585365854	1,0795682
26.1	62	P	IRT	milik bersama	5 meter	Direbus	221	4	365	62	55	22630	16,07272727	2,6348733
26.2	38	P	IRT	milik bersama	5 meter	Direbus	221	2	365	38	60	13870	7,366666667	1,2076503

27.1	52	P	IRT	milik bersama	10 meter	Direbus	248	2	365	52	62	18980	8	1,3114754
27.2	27	P	IRT	milik bersama	10 meter	Direbus	248	4	365	27	50	9855	19,84	3,252459
27.3	8	L	Bersekolah	milik bersama	10 meter	Direbus	248	4	365	8	21	2920	47,23809524	7,74395
28.1	65	P	IRT	milik sendiri	10 meter	Direbus	152	1	365	65	65	23725	2,338461538	0,3833544
28.2	45	P	IRT	milik sendiri	10 meter	Direbus	152	1,5	365	45	60	16425	3,8	0,6229508
29.1	28	P	IRT	milik sendiri	6 meter	Direbus	245	2	365	7	45	2555	10,88888889	1,7850638
29.2	7	P	Bersekolah	milik sendiri	6 meter	Direbus	245	2	365	5	20	1825	24,5	4,0163934
29.3	36	L	Wiraswasta	milik sendiri	6 meter	Direbus	245	3	365	7	50	2555	14,7	2,4098361
30.1	36	L	Wiraswasta	milik sendiri	12 meter	Direbus	211	2	365	36	79	13140	5,341772152	0,8757004
30.2	30	P	Wiraswasta	milik sendiri	12 meter	Direbus	211	2	365	6	80	2190	5,275	0,8647541
31.1	31	P	IRT	milik bersama	10 meter	Direbus	233	2	365	31	63	11315	7,396825397	1,2125943
31.2	33	L	Buruh	milik bersama	10 meter	Direbus	233	2	365	4	72	1460	6,472222222	1,06102
31.3	50	L	Buruh	milik bersama	10 meter	Direbus	233	2	365	20	70	7300	6,657142857	1,0913349
31.4	50	P	IRT	milik bersama	10 meter	Direbus	233	2	365	20	50	7300	9,32	1,5278689
31.5	60	L	Tidak bekerja	milik bersama	10 meter	Direbus	233	2	365	40	66	14600	7,060606061	1,1574764
31.6	55	P	IRT	milik bersama	10 meter	Direbus	233	2	365	40	45	14600	10,35555556	1,6976321
31.7	10	L	Bersekolah	milik bersama	10 meter	Direbus	233	3	365	10	25	3650	27,96	4,5836066
32.1	27	P	Wiraswasta	milik sendiri	8 meter	Direbus	160	2	365	24	47	8760	6,808510638	1,1161493
32.2	29	L	Petani	milik sendiri	8 meter	Direbus	160	3	365	8	73	2920	6,575342466	1,077925
32.3	5,5	L	Bersekolah	milik sendiri	8 meter	Direbus	160	1	365	5,5	24	2007,5	6,666666667	1,0928962
32.4	60	L	Petani	milik sendiri	8 meter	Direbus	160	1	365	24	60	8760	2,666666667	0,4371585

Lampiran 5. Rekapitulasi Kuesioner Hasil Wawancara dengan Responden dan Penghitungan Nilai Asupan serta Tingkat Risiko pada Jalur Inhalasi

No.	Umur	Jenis Kelamin	Pekerjaan	TSP	R	tE (jam/hari)	fE (hari/tahun)	Dt (tahun)	Wb (kg)	tAVG (nk (hari)	tAVG (k) (hari)	I (nk)	I (k)	RQ (nk)	RQ (k)
1.1	43	L	Wiraswasta	0,113	0,83	12	365	6	55	2190	25550	0,020463	0,001754	0,008456	0,001929
1.2	37	P	PNS	0,113	0,83	12	365	1	60	365	25550	0,018758	0,000268	0,007751	0,000295
2.1	48	L	Buruh	0,113	0,83	8	365	48	68	17520	25550	0,022068	0,015133	0,009119	0,016646
2.2	58	P	IRT	0,113	0,83	1	365	10	58	3650	25550	0,03881	0,005544	0,016037	0,006099
2.3	90	L	Tidak bekerja	0,113	0,83	4	365	70	45	25550	25550	0,050021	0,050021	0,02067	0,055023
3.1	65	L	Supir	0,113	0,83	8	365	65	66	23725	25550	0,019895	0,018474	0,008221	0,020321
3.2	64	P	IRT	0,113	0,83	8	365	41	64	14965	25550	0,035171	0,0206	0,014534	0,02266
4.1	30	P	IRT	0,113	0,83	2	365	13	40	4745	25550	0,056274	0,010451	0,023254	0,011496
4.2	20	P	IRT	0,113	0,83	5	365	20	47	7300	25550	0,047893	0,013684	0,01979	0,015052
5.1	48	L	Buruh	0,113	0,83	2	365	22	65	8030	25550	0,023087	0,007256	0,00954	0,007981
5.2	42	P	IRT	0,113	0,83	3	365	42	61	15330	25550	0,036901	0,022141	0,015248	0,024355
5.3	70	P	IRT	0,113	0,83	3	365	70	45	25550	25550	0,050021	0,050021	0,02067	0,055023
6.1	40	L	Wiraswasta	0,113	0,83	4	365	28	45	10220	25550	0,029179	0,011672	0,012057	0,012839
6.2	30	P	IRT	0,113	0,83	1	365	30	60	10950	25550	0,03439	0,014738	0,014211	0,016212
6.3	11	P	Bersekolah	0,113	0,5	4	365	11	25	4015	25550	0,03842	0,006037	0,015876	0,006641
6.4	70	L	Wiraswasta	0,113	0,83	8	365	19	56	6935	25550	0,026797	0,007274	0,011073	0,008001
7.1	27	P	IRT	0,113	0,83	6	365	27	42	9855	25550	0,049128	0,018949	0,020301	0,020844
8.1	30	L	Supir	0,054	0,83	5	365	30	65	10950	25550	0,008964	0,003842	0,003704	0,004226
8.2	29	P	IRT	0,054	0,83	3	365	10	43	3650	25550	0,025016	0,003574	0,010337	0,003931
8.3	7,5	L	Bersekolah	0,054	0,5	5	365	7,5	20	2737,5	25550	0,02565	0,002748	0,010599	0,003023

9.1	41	L	Petani	0,054	0,83	8	365	20	70	7300	25550	0,014086	0,004025	0,005821	0,004427
9.2	14	L	Bersekolah	0,054	0,83	7	365	14	42	5110	25550	0,018141	0,003628	0,007496	0,003991
10.1	43	P	IRT	0,054	0,83	5	365	43	58	15695	25550	0,018546	0,011393	0,007664	0,012532
10.2	61	P	IRT	0,054	0,83	5	365	61	82	22265	25550	0,013118	0,011431	0,005421	0,012575
10.3	60	P	IRT	0,054	0,83	1	365	68	56	21900	25550	0,019209	0,016464	0,007937	0,018111
11.1	50	L	Tidak bekerja	0,054	0,83	1	365	25	65	9125	25550	0,012005	0,004288	0,004961	0,004716
11.2	45	P	IRT	0,054	0,83	2	365	44	65	16060	25550	0,016549	0,010402	0,006838	0,011442
11.3	7	L	Bersekolah	0,054	0,5	3	365	7	25	2555	25550	0,0216	0,00216	0,008926	0,002376
12.1	52	L	Satpam	0,054	0,83	3	365	34	60	12410	25550	0,010458	0,00508	0,004321	0,005588
12.2	50	P	IRT	0,054	0,83	2	365	34	51	12410	25550	0,021092	0,010245	0,008716	0,011269
12.3	17	P	Bersekolah	0,054	0,83	2	365	17	40	6205	25550	0,017928	0,004354	0,007408	0,004789
13.1	28	P	IRT	0,054	0,83	2	365	28	67	10220	25550	0,015386	0,006154	0,006358	0,00677
13.2	28	L	Supir	0,054	0,83	3	365	8	55	2920	25550	0,014668	0,001676	0,006061	0,001844
13.3	45	P	IRT	0,054	0,83	3	365	45	65	16425	25550	0,016549	0,010639	0,006838	0,011702
13.4	7,5	L	Bersekolah	0,054	0,5	3	365	7,5	26	2737,5	25550	0,020769	0,002225	0,008582	0,002448
14.1	27	P	IRT	0,054	0,83	1,5	365	10	42	3650	25550	0,023477	0,003354	0,009701	0,003689
14.2	33	L	Buruh	0,054	0,83	2	365	33	68	11315	25550	0,007909	0,003503	0,003268	0,003853
14.3	8	L	Bersekolah	0,054	0,5	6	365	8	25	2920	25550	0,02268	0,002592	0,009372	0,002851
15.1	42	L	Wiraswasta	0,054	0,83	2	365	20	54	7300	25550	0,01826	0,005217	0,007545	0,005739
15.2	31	P	IRT	0,054	0,83	2	365	31	62	11315	25550	0,016627	0,007363	0,006871	0,0081
15.3	10	P	Bersekolah	0,054	0,5	2	365	10	40	3650	25550	0,01215	0,001736	0,005021	0,001909
16.1	32	P	IRT	0,054	0,83	1	365	11	62	4015	25550	0,01735	0,002726	0,007169	0,002999
16.2	34	L	Supir	0,054	0,83	1	365	11	55	4015	25550	0,011409	0,001793	0,004714	0,001972
17.1	30	P	IRT	0,024	0,83	0,5	365	30	55	10950	25550	0,008692	0,003725	0,003592	0,004098
17.2	11	L	Bersekolah	0,024	0,5	2	365	11	40	4015	25550	0,0051	0,000801	0,002107	0,000882

17.3	60	P	IRT	0,024	0,83	0,5	365	60	45	21900	25550	0,009739	0,008347	0,004024	0,009182
17.4	11	P	Bersekolah	0,024	0,5	2	365	3	38	1095	25550	0,005368	0,00023	0,002218	0,000253
18.1	57	P	Wiraswasta	0,024	0,83	4	365	57	45	20805	25550	0,007083	0,005767	0,002927	0,006344
18.2	58	L	Petani	0,024	0,83	10	365	38	50	13870	25550	0,009163	0,004974	0,003786	0,005472
18.3	24	L	Wiraswasta	0,024	0,83	10	365	24	50	8760	25550	0,009163	0,003142	0,003786	0,003456
19.1	57	P	IRT	0,024	0,83	1	365	40	50	14600	25550	0,009562	0,005464	0,003951	0,00601
19.2	65	L	Petani	0,024	0,83	7	365	40	53	14600	25550	0,008645	0,00494	0,003572	0,005434
20.1	87	P	IRT	0,024	0,83	1	365	87	55	31755	25550	0,008692	0,010803	0,003592	0,011884
20.2	58	P	IRT	0,024	0,83	1	365	58	60	21170	25550	0,007968	0,006602	0,003293	0,007262
20.3	52	P	IRT	0,024	0,83	1	365	52	62	18980	25550	0,007711	0,005728	0,003186	0,006301
21.1	62	L	Tidak bekerja	0,024	0,83	2	365	62	52	22630	25550	0,008428	0,007465	0,003483	0,008211
21.2	59	P	IRT	0,024	0,83	2	365	39	45	14235	25550	0,010624	0,005919	0,00439	0,006511
21.3	37	L	Tidak bekerja	0,024	0,83	2	365	37	57	13505	25550	0,008387	0,004433	0,003466	0,004877
22.1	38	L	Supir	0,024	0,83	10	365	38	65	13870	25550	0,003065	0,001664	0,001266	0,00183
22.2	36	P	IRT	0,024	0,83	3	365	36	51	13140	25550	0,008984	0,00462	0,003712	0,005082
22.3	15	P	Bersekolah	0,024	0,83	3	365	15	47	5475	25550	0,007205	0,001544	0,002977	0,001698
23.1	60	L	Wiraswasta	0,024	0,83	1	365	50	50	18250	25550	0,009562	0,00683	0,003951	0,007513
23.2	48	P	Wiraswasta	0,024	0,83	2	365	30	48	10950	25550	0,009545	0,004091	0,003944	0,0045
24.1	43	L	Wiraswasta	0,024	0,83	5	365	43	45	15695	25550	0,010181	0,006254	0,004207	0,00688
24.2	39	P	IRT	0,024	0,83	5	365	22	42	8030	25550	0,011383	0,003577	0,004704	0,003935
24.3	20	P	IRT	0,024	0,83	3	365	20	45	7300	25550	0,010181	0,002909	0,004207	0,0032
25.1	40	P	IRT	0,024	0,83	3	365	40	41	14600	25550	0,011175	0,006386	0,004618	0,007024
26.1	62	P	IRT	0,024	0,83	10	365	62	55	22630	25550	0,008692	0,007699	0,003592	0,008469
26.2	38	P	IRT	0,024	0,83	8	365	38	60	13870	25550	0,007636	0,004145	0,003155	0,00456
27.1	52	P	IRT	0,024	0,83	0,5	365	52	62	18980	25550	0,007711	0,005728	0,003186	0,006301

27.2	27	P	IRT	0,024	0,83	3	365	27	50	9855	25550	0,009163	0,003534	0,003786	0,003888
27.3	8	L	Bersekolah	0,024	0,5	2	365	8	21	2920	25550	0,011429	0,001306	0,004723	0,001437
28.1	65	P	IRT	0,024	0,83	12	365	65	65	23725	25550	0,007355	0,00683	0,003039	0,007513
28.2	45	P	IRT	0,024	0,83	5	365	45	60	16425	25550	0,007968	0,005122	0,003293	0,005635
29.1	28	P	IRT	0,024	0,83	3	365	7	45	2555	25550	0,007049	0,000705	0,002913	0,000775
29.2	7	P	Bersekolah	0,024	0,5	0,5	365	5	20	1825	25550	0,012	0,000857	0,004959	0,000943
29.3	36	L	Wiraswasta	0,024	0,83	8	365	7	50	2555	25550	0,008765	0,000876	0,003622	0,000964
30.1	36	L	Wiraswasta	0,024	0,83	2	365	36	79	13140	25550	0,005799	0,002983	0,002396	0,003281
30.2	30	P	Wiraswasta	0,024	0,83	12	365	6	80	2190	25550	0,005727	0,000491	0,002367	0,00054
31.1	31	P	IRT	0,024	0,83	2	365	31	63	11315	25550	0,007272	0,003221	0,003005	0,003543
31.2	33	L	Buruh	0,024	0,83	1	365	4	72	1460	25550	0,00415	0,000237	0,001715	0,000261
31.3	50	L	Buruh	0,024	0,83	8	365	20	70	7300	25550	0,004269	0,00122	0,001764	0,001342
31.4	50	P	IRT	0,024	0,83	6	365	20	50	7300	25550	0,009562	0,002732	0,003951	0,003005
31.5	60	L	Tidak bekerja	0,024	0,83	1	365	40	66	14600	25550	0,007244	0,004139	0,002993	0,004553
31.6	55	P	IRT	0,024	0,83	2	365	40	45	14600	25550	0,010624	0,006071	0,00439	0,006678
31.7	10	L	Bersekolah	0,024	0,5	2	365	10	25	3650	25550	0,0096	0,001371	0,003967	0,001509
32.1	27	P	Wiraswasta	0,024	0,83	1	365	24	47	8760	25550	0,009748	0,003342	0,004028	0,003676
32.2	29	L	Petani	0,024	0,83	1	365	8	73	2920	25550	0,006549	0,000748	0,002706	0,000823
32.3	5,5	L	Bersekolah	0,024	0,5	0,5	365	5,5	24	2007,5	25550	0,0105	0,000825	0,004339	0,000908
32.4	60	L	Petani	0,024	0,83	10	365	24	60	8760	25550	0,007968	0,002732	0,003293	0,003005

Lampiran 6. Foto Kegiatan



Lokasi penelitian di kawasan gunung kapur Desa Grenden Kecamatan Puger



Pengambilan sampel air menggunakan botol timba



Pengambilan sampel udara menggunakan alat HVAS



Pewadahan sampel air ke dalam botol air mineral berbahan *polyethylene*



Penambahan larutan *buffer* menggunakan pipet ke dalam sampel



Wawancara dengan responden



Penambahan larutan EBT ke dalam sampel air



Hasil akhir uji kesadahan air menggunakan metode titrasi

Lampiran 7. Hasil Pengukuran Udara



KEMENTERIAN KESEHATAN RI

DIREKTORAT JENDERAL
PENCEGAHAN DAN PENGENDALIAN PENYAKIT
BALAI BESAR TEKNIK KESEHATAN LINGKUNGAN DAN
PENGENDALIAN PENYAKIT (BBTCLPP) SURABAYA

Jalan Sidoluhur 12 Surabaya 60175 Telepon (031) 3540189 , Fax (031) 3528847
Email : info@btklsby.go.id , Website : www.btklsby.go.id



LAPORAN HASIL PENGUJIAN

Jenis contoh uji : Udara Ambien
Asal contoh uji : Kabupaten Jember
Tanggal Pengambilan : 5 Mei 2018
Petugas : Yudiant Agung Mirasa (BBTKL PP Surabaya)

No.	Lokasi Pengambilan	Jam
1.	Udara Ambien diambil di Semen Grenden Jaya raya Sentosa	11.12 – 12.12
2.	Udara Ambien diambil di Jalan Tilam dsn. Kapuran Ds. Grenden	12.50 – 13.50
3.	Udara Ambien diambil di belakang Kantor desa Grenden, Jember	14.02 – 15.02

No.	Parameter	Satuan	Metode	Limit deteksi	Hasil Pengujian			Keterangan
					1	2	3	
1.	Debu	mg/Nm ³	Gravimetri	0.007	0,024	0,054	0,113	Pergub. Jatim No. 10 Tahun 2009 : Batas syarat debu Total = 0,26 mg/Nm ³

Pertimbangan : Dari hasil pengujian semua sampel memenuhi batas syarat.

Perhatian : Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh di atas



Surabaya, 9 Mei 2018

Petugas Pengambil Sampel

Yudiant Agung Mirasa

NIP. 197305261998031003

Kepala : (031) 3550432 Email : direktur@btklsby.go.id
Laboratorium Surveilans Regional Terpadu BBTCLPP Surabaya di Nongkojajar
Desa Wonosari Kec. Tutur Kab. Pasuruan 67165 Telp. 0343-498595 - 0343-498598
Email : Labsurveilansregional@btklsby.go.id

Layanan Konsumen (031) 3540191 081232200705,
Email : yantek@btklsby.go.id
Pos Pelayanan BBTCLPP Surabaya di Kupang
Jl. Dr. Samratulangi 1 no. 12 Kota Kupang 85228 Telp. 0380-827795
Email : info_kupang@btklsby.go.id