SKRIPSI

ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PADA PEMULUNG AKIBAT PAJANAN GAS H₂S DI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) TAMANGAPA KECAMATAN MANGGALA KOTA MAKASSAR

ANDI MUH. ILHAM K111 15 535



Skripsi ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

DEPARTEMEN KESEHATAN LINGKUNGAN FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT UNIVERSITAS HASANUDDIN MAKASSAR 2021

SKRIPSI

ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PADA PEMULUNG AKIBAT PAJANAN GAS H₂S DI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) TAMANGAPA KECAMATAN MANGGALA KOTA MAKASSAR

ANDI MUH. ILHAM K111 15 535



Skripsi ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

DEPARTEMEN KESEHATAN LINGKUNGAN FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT UNIVERSITAS HASANUDDIN MAKASSAR 2021

PERNYATAAN PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PADA PEMULUNG AKIBAT PAJANAN GAS H₂S DI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) TAMANGAPA KECAMATAN MANGGALA KOTA MAKASSAR

Disusun dan diajukan oleh

ANDI MUH. ILHAM K11115535

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Studi Kesehatan Masyarakat Fakuktas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin pada tanggal 11 Agustus 2021

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Prof. Anwar, SKM., M.Sc., PhD

Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel., M.Kes

Mengetahui,

Ketua Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat

Universitas Hasanuddin

Dr. Suriah, S.KM., M.Kes

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah di pertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar pada Tanggal 11 Agustus 2021

Ketua : Prof. Anwar, SKM., M.Sc., PhD

Sekretaris Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel., M.Kes

Anggota

1. Muh. Fajaruddin Natsir, SKM., M Kes

2. A. Muflihah Darwis, SKM., M Kes

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama

: Andi Muh. Ilham

NIM

: K11115535

Program Studi: Kesehatan Masyarakat

Jenjang

: \$1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya berjudul

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan pada Pemulung Akibat Pajanan Gas H₂S di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Tamangapa Kecamatan Manggala Kota Makassar

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain, bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya tersebut.

Makassar, 19 Agustus 2021

Yang Menyatakan

Andi Muh. Ilham

RINGKASAN

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

UNIVERSITAS HASANUDDIN

Makassar, Agustus 2021

Andi Muh. Ilham

"Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Pada Pemulung Akibat Pajanan Gas H2S di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Tamangapa Kecamatan Manggala Kota Makassar"

(xiv + 106 halaman + table + gambar + lampiran)

Hidrogen sulfida merupakan gas yang tersebar di lingkungan dan biasanya ditemukan di tempat pembusukan sampah organik, saluran air buangan, air sumur, serta udara di sekitar pabrik kertas. Pajanan gas H2S pada manusia dapat menyebabkan dampak buruk bagi kesehatan. Salahsatu kelompok masyarakat yang memiliki pekerjaan yang berlokasi di TPA Sampah adalah pemulung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui risiko kesehatan pemulung akibat pajanan gas H₂S di Tempat pembuangan akhir (TPA) sampah tamangapa kota Makassar. Desain penelitian menggunakan cross-sectional dengan analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL). Pajanan H2S pada penelitian ini masuk melalui inhalasi yang dihasilkan dari sampah di TPA. Sampel merupakan pemulung yang bertempat di sekitar TPA Antang sebanyak 70 orang dan sampel udara di 3 titik tempat kerja pemulung. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi H₂S masih berada dibawah nilai baku mutu sedangkan hasil perhitungan RO Real Time, tidak ada yang melebihi 1. Namun untuk perhitungan RQ Life Time, sebanyak 2,8% pemulung memiliki RQ > 1 Sehingga dinyatakan pada kategori tidak aman.

Kata Kunci: ARKL, Hidrogen Sulfida, Pemulung, TPA

SUMMARY

PUBLIC HEALTH FACULTY HASANUDDIN UNIVERSITY

Makassar, August 2021

Andi Muh. Ilham

"Environmental Health Risk Analysis on Scavengers Due to Exposure to H₂S Gas at the Tamangapa Final Disposal Site (TPA) Manggala District, Makassar"

(xiv + 106 halaman + table + gambar + lampiran)

Hydrogen sulfide is a gas that is widely distributed in the environment and is usually found in the decomposition of organic waste, sewers, well water, and the air around paper mills. Exposure to H2S gas in humans can cause adverse health effects. One of the community groups who have jobs located in the TPA Garbage are scavengers. This study aims to determine the health risks of scavengers due to exposure to H2S gas at the Tamangapa waste final disposal site (TPA) in Makassar City. The study design was cross-sectional with environmental health risk analysis (ARKL). H2S exposure in this study entered through inhalation produced from waste in the landfill. The samples are scavengers located around the Antang TPA as many as 70 people and air samples at 3 points where scavengers work. The results showed that the concentration of H2S was still below the quality standard value, while the results of the Real Time RQ calculation did not exceed 1. However, for the RQ Life Time calculation, 2.8% of scavengers had an RQ > 1 so it was declared in the unsafe category.

Keyword: ARKL, Hydrogen Sulfide, Scavangers, TPA

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur dipanjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyusun proposal penelitian ini dengan judul "Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan pada Pemulung Akibat Pajanan Gas H₂s di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Tamangapa Kecamatan Manggala Kota Makassar". Shalawat dan taslim sudah sepatutnya kita haturkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, sang suri tauladan segala zaman yang telah menggulung tikar kebatilan dan permadani kebaikan di muka bumi. Semoga semangat beliau senantiasa terpatri dalam hati kita.

Penulis menyadari, begitu banyak kendala dan hambatan dalam menyusun proposal penelitian ini. Namun, berkat arahan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, proposal penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik meskipun tak dapat dipungkiri masih banyak kekurangan di dalamnya. Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Prof. Anwar, SKM.,M.Sc.,PhD selaku Pembimbing I dan Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel.,M.Kes selaku Pembimbing II atas kesediaannya meluangkan waktu, tenaga, semangat serta pikiran untuk senantiasa membimbing dan mengarahkan penulis sehingga penyusunan skripsi ini dapat terealisasikan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis yaitu:

- Dekan dan Wakil Dekan, seluruh Staf Tata Usaha FKM Unhas, Civitas Akademika FKM Unhas, dan semua staf FKM Unhas atas kerja sama dan bantuannya selama penulis menempuh pendidikan di FKM Unhas serta Dosen FKM Unhas yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan yang sangat berharga bagi penulis.
- Ketua, Dosen-dosen, dan Staf Departemen Kesehatan Lingkungan FKM
 Unhas atas kerja sama dan bantuannya selama penulis menjadi mahasiswa
 jurusan Kesehatan Lingkungan FKM Unhas.
- Bapak Muh. Fajaruddin Natsir, S.KM., M.Kes dan Ibu A. Mufliha Darwis, SKM., M.Kes., selaku penguji yang memberikan saran dan masukan kepada penulis.
- Teman-teman angkatan 2015 Gammara (Generasi Intelektual Muda Pengobar Semangat Perjuangan Mahasiswa), teman-teman sehimpun secita HmI Komisariat Kesehatan Masyarakat Unhas atas kebahagiaan dan kebersamaan selama menjadi mahasiswa.
- Teman satu bimbingan, Putri Kamilah Buyung atas pengalaman dan pengetahuannya meneliti ARKL.
- 6. Teman-teman Pelaku Sejarah, orang-orang yang memiliki kesetiakawanan, solidaritas, dan perjuangan yang besar dalam menjalankan dinamika struktural dan kultural di KM FKM Unhas.
- Sahabat sepenanggungan dan seperjuangan, Muhammad Fahmi Aziz,
 Aryangga Pratama, Muh. Danil Sahid Hidayatullah, Nurul Novi Pratiwi,

dan St. Khadijah Said yang setia menemani langkah perjuangan menyelesaikan studi.

8. Semua pihak yang membantu proses penyelesaian skripsi, yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Proses yang begitu panjang dan melewati tantangan yang tidak mudah dilalui oleh penulis menjadi pelajaran yang sangat penting. Diawali dari proses identifikasi masalah, menemukan hipotesis hingga sampai pada kesimpulan adalah tahapan penulis menuju kepada pengetahuan hakiki yang menghasilkan kebenaran. Penulis menyadari bahwa jalan menuju kebenaran adalah bukan jalan setapak yang penuh dengan kemudahan namun jalan terjal berliku yang mengantarkan pada pencerahan.

Sampai pada ujung jalan, penulis menemukan bahwa masih banyak jalan yang perlu untuk dilalui untuk sampai pada kebenaran yang hakiki, yaitu Dia, Sang Pemilik Kebenaran. Maka dari itu, apabila dalam penelitian ini terdapat ketidaksempurnaan maka saya harap untuk dimaklumi. Hal ini tentunya berkenaan dengan keterbatasan-keterbatasan yang penulis miliki. Akhir kata, penelitian ini penulis harapkan tidak hanya menjadi sebuah buah pemikiran semata namun dapat memberi manfaat bagi kehidupan.

Makassar, Agustus 2021

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
RINGKASAN	v
SUMMARY	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	vx
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	9
C. Tujuan Penelitian	9
D. Manfaat Penelitian	90
BAB II TINJUAN PUSTAKA	111
A. Tinjauan Umum tentang H ₂ S	111
B. Tinjauan Umum Tentang Analisis Risiko Kesehatan Ling	kungan 155
C. Kerangka Teori	287
BAB III KERANGKA KONSEP	298
A. Dasar Pemikiran Variabel yang Diteliti	298
B. Definisi Operasional	331
BAB IV METODE PENELITIAN	33
A. Jenis Penelitian	33
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	34
C. Populasi dan Sampel	35
D. Instrumen Penelitian	36
E. Kualitas Data	37
F. Pengumpulan Data	37

G. Pengolahan Data	38
H. Analisis Data	38
I. Penyajian Data	38
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Gambaran umum Lokasi	
B. Hasil	
C. Pembahasan	
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	60
B. Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses risk analysis	16
Gambar 2.2 Bagan Alir ARKL	17
Gambar 2.3 Kerangka Teori	27
Gambar 3. 1 Kerangka Konsep	29
Gambar 5. 1 Hasil Perhitungan <i>Risk Quotient Real Time</i> Pada Pemulung Aki Pajanan Gas H ₂ S di TPA Tamangapa Kota Makassar Tahun 202	
Gambar 5. 2 Hasil Perhitungan <i>Risk Quotient Life Span</i> Pada Pemulung Akib Pajanan Gas H ₂ S di TPA Tamangapa Kota Makassar Tahun 202	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Definisi Operasional Variabel Penelitian	30
Tabel 5.1 Karakteristik Pemulung Akibat Pajanan H ₂ S di TPA	
Tamangapa Kota Makassar Tahun 2021	43
Tabel 5.2 Pola Aktivitas Pemulung Akibat Pajanan H ₂ S di TPA	
Tamangapa Kota Makassar Tahun 2021	45
Tabel 5.3 Hasil Pengukuran Kadar H ₂ S di TPA Tamangapa Kota	
Makassar Tahun 2021	46
Tabel 5.4 Hasil Perhitungan <i>Intake</i> Pada Pemulung Akibat Pajanan	
gas H ₂ S di TPA Tamangapa Kota Makassar Tahun 2021	47
Tabel 5.5 Hasil Perhitungan RQ Pada Pemulung Akibat Pajanan	
gas H ₂ S di TPA Tamangapa Kota Makassar Tahun 2021	51
Tabel 5.6 Distribusi Tingkat Efek Non-karsinogenik Pajanan gas H ₂ S	
pada Pemulung di TPA Tamangapa Kota Makassar	
Tahun 2021	52

BABI

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Lingkungan hidup yang baik dan sehat merupakan hak asasi setiap warga negara. Sebagaimana Undang-Undang Dasar (UUD) Negara Republik indonesia Tahun 1945, dalam pasal 28H mengamanatkan bahwa setiap orang berhak hidup sejahtera lahir dan batin, bertempat tinggal dan mendapatkan lingkungan hidup yang baik dan sehat serta berhak memperoleh pelayanan kesehatan. Perwujudan kualitas lingkungan yang sehat merupakan bagian pokok di bidang kesehatan. Udara sebagai komponen lingkungan yang penting dalam kehidupan perlu dipelihara dan ditingkatkan kualitasnya sehingga dapat memberikan daya dukungan bagi mahluk hidup untuk hidup secara optimal.

Udara merupakan perbandingan dari beberapa campuran gas yang tidak tetap, yang tergantung dari keadaan suhu udara, tekanan udara dan lingkungan disekitarnya. Udara dapat disebut juga atmosfer yang mengelilingi bumi yang sangat penting bagi kehidupan. Komposisi udara kering dan basah diantaranya nitrogen (78,09%), oksigen (21,94%), argon (0,93%), dan karbon dioksida (0,032%). Selain gas-gas tersebut, gas-gas lain yang terdapat dalam udara antara lain nitrogen oksida, hidrogen, metana, belerang dioksida, ammonia, dan lain-lain. Apabila susunan udara mengalami perubahan dari keadaan normal tersebut, dan menganggu kehidupan manusia

dan hewan maka udara tersebut dikategorikan telah tercemar (Wardhana, 2004).

Pencemaran udara merupakan salahsatu masalah yang cukup mengkahawatirkan yang dikenal dunia sejak ratusan tahun lalu. Pada abad pertengahan tepatnya pada abad ke-18 yang dimulai pada revolusi industri inggris, pembakaran batubara di rumah tangga maupun di kota industri merupakan sumber bahan pencemar partikel asap dan gas sulfur dioksida. Pencemaran udara tersebut berlangsung terus sampai abad ke-19 bahkan sampai abad ke-20 yang pada akhirnya pada tahun 1952 menimbulkan malapetaka besar utamanya pada kota-kota besar industri di inggris yang dikenal dengan nama *london smog*. Pada saat itu, kabut kotor turun ke kota dan membunuh setidaknya 12.000 orang dalam 4 hari (Mukono, 2011).

Pada bulan Oktober 2018, WHO mempublikasikan hasil penelitiannya yang mengatakan bahwa 9 dari 10 orang di dunia menghirup udara tercemar setiap hari. Udara tercemar ini menjadi penyebab kematian sekitar 7 juta orang setiap tahunnya. Sekitar 33% kasus kematian stroke, kanker paru-paru dan penyakit jantung diakibatkan oleh polusi udara. 4 polutan utama yaitu particulate matter, nitrogen dioksida, sulfur dioksida dan gas ozon. Partikulat dengan dengan ukuran ≤ 10 mikron dapat masuk dan mengendap di dalam paru-paru. Partikulat lainnya adalah partikulat dengan ukuran ≤ 2,5 mikron. Partikulat ini sangat kecil ukurannya bahkan 60 partikulat ini ketika disejajarkan dan diukur hanya setara dengan lebar satu helai rambut manusia. Partikulat ini dapat masuk ke dalam selaput paru-paru hingga ke saluran

peredaran darah dan dapat meningkatkan risiko gangguan jantung dan pernapasan juga kanker paru-paru. Sedangkan gas ozon, nitrogen dioksida dan sulfur dioksida merupakan faktor utama yang menyebabkan asma atau memperburuk keadaan orang yang mengidap asma. Data menunjukkan bahwa pada tahun 2016 di asia tenggara, terdapat 63% kematian anak dibawah umur 5 tahun akibat infeksi saluran pernafasan akut yang diakibatkan oleh pencemaran udara (WHO, 2017).

Pada bulan juli 2020, Greenpeace Asia Tenggara dan *IQAir AirVisual*, mengungkapkan dampak polusi udara di 28 kota secara *real-time* di seluruh dunia. Hasilnya polusi udara bertanggung jawab atas kematian dini sebanyak 6.100 jiwa di Jakarta sejak 1 Januari 2020. Sumber pencemaran dapat merupakan kegiatan yang bersifat alami dan kegiatan antropogenik. Contoh sumber alami adalah akibat letusan gunung berapi, kebakaran hutan, dekomposisi biotik, debu, spora tumbuhan dan lain sebagainya. Pencemaran akibat kegiatan manusia secara kuantitatif sering lebih besar, misalnya sumber pencemar akibat aktivitas transportasi, industri, persampahan baik akibat proses dekomposisi ataupun pembakaran dan rumah tangga (WHO 2017)

Masalah sampah merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pencemaran udara. Tempat pembuangan akhir sampah mempunyai fungsi yang sangat penting, namun dapat menimbulkan dampak yaitu, menurunnya kualitas lingkungan yang disebabkan karena tumpukan sampah menghasilkan berbagai polutan yang dapat menyebabkan pencemaran udara. Pemukiman

yang ada disekitar tempat pembuangan akhir sampah sangat beresiko terhadap kesehatan penghuninya. Pembusukan sampah akan menghasilkan antara lain gas metan (CH4), gas amonia (NH3) dan gas hydrogen sulfida (H₂S) yang bersifat racun bagi tubuh. Masalah ini berpotensi untuk menimbulkan masalah kesehatan dan merupakan faktor risiko timbulnya infeksi saluran pernapasan bagi anak balita dan organ penglihatan. Adapun dampak kronis yang dapat ditimbulkan adalah penyakit bronchitis dan emphysema.

Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) adalah tempat penampungan produksi sampah yang berasal dari aktivitas manusia. Keberadaan TPA dapat menyelesaikan masalah sampah di wilayah perkotaan. Namun diperkirakan hanya sekitar 60 % sampah di kota-kota besar di Indonesia yang dapat terangkut ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA), yang operasi utamanya adalah pengurugan (Damanhuri, 2010). Di sisi lain, sampah yang ditimbun di tempat pembuangan sampah juga menjadi sumber pencemar bagi lingkungan di sekitarnya. Timbunan sampah padat yang terbuka tidak saja menimbulkan dampak yang biasa dirasakan langsung misalnya bau tetapi juga dapat memberikan pengaruh buruk terhadap kualitas udara di daerah sekitarnya (Firdaus, 2015).

Tercemarnya udara disekitar TPA sampah dapat menyebabkan kesehatan lingkungan terganggu, termasuk kualitas udara dalam rumah yang berada disekitar TPA sampah terutama meningkatnya penyakit infeksi saluran pernapasan akut (ISPA). Hasil kajian dari Departemen Kesehatan pada tahun

2010 menyatakan bahwa penyakit ISPA selalu berada di urutan pertama dari 10 besar penyakit di 80% Kabupaten/Kota pada 34 Provinsi di Indonesia. Diketahui bahwa risiko terjadinya ISPA, pneumonia dan penyakit gangguan saluran pernafasan lainnya disebabkan oleh buruknya kualitas udara didalam rumah/gedung dan diluar rumah baik secara fisik, kimia maupun fisiologis. Di hampir setiap tempat di Indonesia, sistem pembuangan sampah dilakukan secara dumping tanpa ada pengolahan lebih lanjut. Sistem pembuangan selain memerlukan lahan yang cukup luas juga menyebabkan pencemaran pada udara, tanah dan air selain lahannya juga dapat menjadi tempat berkembangbiakannya agens dan vector penyakit menular

Timbunan sampah yang padat serta kurangnya sistem sanitasi dapat menyebabkan polusi lingkungan dan tercemarnya kesehatan komunitas masyarakat yang ting gal di TPA dan sekitarnya. Salah satu pajanan yang terus-menerus harus mereka hadapi adalah pajanan terhadap udara tercemar dari bau telur busuk yang mengandung H₂S yang sangat berpeluang menimbulkan gangguan sistem pernafasan (Sianipar 2009). Proses pembusukan sampah di TPA dapat menimbulkan pencemaran udara salah satunya adalah gas hidrogen sulfida yang merupakan suatu gas tidak berwarna, sangat beracun, mudah terbakar dan memiliki karakteristik bau telur busuk (Rifa'i dkk, 2016).

Hidrogen sulfida merupakan gas yang tersebar di lingkungan dan biasanya ditemukan di tempat pembusukan sampah organik, saluran air buangan, air sumur, serta udara di sekitar pabrik kertas.Pajanan gas H2S pada manusia dapat menyebabkan dampak buruk bagi kesehatan. Pada pajanan dengan konsentrasi yang sangat tinggi, gas H₂S dapat menyebabkan gangguan fungsi sistem pernapasan yang parah, bahkan pada manusia yang tidak memiliki gangguan pernapasan sebelumnya. Diperkirakan bahwa Pajanan gas H₂S dengan konsentrasi diatas dari 500 ppm selama kurang dari 1 jam, dapat menyebabkan hilangnya kesadaran pada manusia yang selanjutnya akan menyebabkan efek neurologis yang berkepanjangan seperti sakit kepala, kemampuan konsentrasi yang buruk, gangguan memori jangka pendek, serta gangguan fungsi motorik (ATSDR, 2016)

Penelitian yang dilakukan oleh Andhika dkk (2015) menunjukkan bahwa terdapat hubungan pajanan gas H_2S terhadap keluhan gangguan pernapasan, dengan nilai RO 0,137 dan probabilitas pemulung pada pajanan gas H_2S yang melebihi NAB untuk menderita keluhan gangguan pernapasan adalah sebesar 12 %. Hasil tersebut sesuai dengan hasil penelitian Listautin (2012) yang menyebutkan bahwa ada hubungan zat kimia hidrogen sulfida dengan keluhan kesehatan dengan nilai p = 0,014 (p < 0,05). Hasil penelitian Sianipar (2009) juga menyebutkan bahwa rata-rata konsentrasi gas H_2S di TPA Terjun melebihi baku mutu yaitu 0,029 mg/m3 dan responden yang terpapar udara mengandung gas H_2S melebihi kadar maksimal mempunyai peluang 11,667 kali memiliki resiko akan mengalami gangguan kesehatan akibat menghirup gas H_2S dibandingkan dengan responden yang tidak melebihi kadar maksimal.

Berbeda halnya dengan penelitian pada TPA wilayah Sukawinta kota Palembang yang dilakukan oleh Achmad dkk (2019) yang menunjukkan bahwa rata-rata pengukuran kadar konsentrasi gas H₂S sebanyak 0,0016 mg/m3 yang berarti masih dibawah nilai ambang batas yang telah ditetapkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No.50 tahun 1996 tentang baku kebauan gas H₂S yaitu sebanyak 0,028 mg/m3. Walaupun kadar konsentrasi gas hidrogen sulfida berada dibawah baku mutu yang telah ditetapkan, namun dalam penelitian tersebut masih ditemukan nilai karakterisasi risiko (RQ) yang lebih dari satu (RQ>1). Artinya, meskipun konsentrasi gas H₂S masih dibawah baku mutu, namun tingkat risiko tidak aman masih ditemukan pada beberapa responden.

Salahsatu kelompok masyarakat yang memiliki pekerjaan yang berlokasi di TPA Sampah adalah pemulung. Sebagian besar pemulung yang bekerja di TPA menetap di sekitaran TPA. Pemulung menetap ialah pemulung yang pemulung yang menyewa sebuah rumah secara bersamaan pada suatu tempat, tinggal dirumah permanen atau semipermanen yang berlokasi di TPA dan sekitarnya atau penduduk kampung yang memiliki mata pencaharian sebagai pemulung (Monicasari, 2016). Ketidaktahuan dan ketidakmampuan masyarakat disekitar TPA dalam hal keuangan memaksa mereka untuk tetap tinggal didaerah yang sangat rentan terhadap berbagai macam gangguan kesehatan.

TPA Tamangapa terletak di Kecamatan Manggala kelurahan Tamangapa pada koordinat 5° 10' 30'' S 119° 29' 36''E, ±15 km dari pusat kota

Makassar. Sebelum tamangapa dibuka sebagai lahan TPA, pada tahun 1979 sampah padat perkotaan dibuang ke Panampu, Kecamatan Ujung Tanah. Karena lokasi yang dekat dengan laut , tempat pembuangan sampah dipindahkan ke Kantisang, Kecamatan Biringkanaya tahun 1980. Akibat menurunnya kualitas air, maka pada tahun 1984 pemerintah kota makasasr membuat TPA baru di Tanjung bunga, Kecamatan Tamalatea namun, pertumbuhan penduduk yang terus meningkat dan pendirian wilayah perumahan di sekitar Kecamatan Tamalate mendorong pemerintah Kota memindahkan TPA ke Kelurahan Tamangapa sejak tahun 1993 sampai sekarang (Juhaidah, 2018). Berdasarkan data kependudukan Kelurahan Tamangapa tahun 2019, tercatat bahwa di Kelurahan tamangapa terdapat 149.487 jiwa dengan jumlah penduduk laki-laki sebanyak 75.094 dan jumlah penduduk perempuan sebanyak 74.393 jiwa. Berdasarkan data dari pengelola TPA Tamangapa, jumlah pemulung yang lmelakukan aktifitas di area TPA adalah 138 pemulung.

Keterpajanan terhadap gas H₂S pada pemulung secara terus menerus dapat membawa dampak buruk terhadap kesehatan para pemulung di sekitaran tempat pembuangan akhir sampah. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian untuk mengetahui kategori risiko kesehatan yang ditanggung oleh para pemulung akibat terpapar gas H₂S sebagai salah satu polutan yang dihasilkan oleh tempat pembuangan akhir sampah.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti yaitu bagaimana tingkat risiko kesehatan pemulung akibat terpajan gas H₂S di Tempat pembuangan akhir (TPA) sampah tamangapa kota Makassar.

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk mengetahui risiko kesehatan pemulung di Tempat pembuangan akhir (TPA) sampah tamangapa kota Makassar.

2. Tujuan Khusus

- a. Mengetahui konsentrasi gas H₂S pada pemulung di Tempat pembuangan akhir (TPA) sampah tamangapa kota Makassar.
- b. Menganalisis nilai tingkat risiko (RQ) akibat terpapar gas H₂S pada pemulung di Tempat pembuangan akhir (TPA) sampah tamangapa kota Makassar.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Manfaat Ilmiah

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu sumber informasi, bahan bacaan, sumber kajian ilmiah, yang dapat menambah wawasan pengetahuan dan sebagai sarana bagi peneliti selanjutnya di

bidang kesehatan masyarakat, khususnya mengenai analisis risiko kesehatan lingkungan pada populasi yang terpapar gas H₂S.

2. Manfaat Bagi Peneliti

Penelitian ini dapat menjadi pengalaman yang sangat berharga dan menambah wawasan serta pengetahuan bagi peneliti dalam menerapkan ilmu yang telah diperoleh selama proses perkuliahan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar khusunya departemen kesehatan lingkungan.

BAB II

TINJUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum tentang H₂S

1. Sifat Fisik dan Kimia

Hidrogen sulfida adalah gas yang berbau telur busuk. Hidrogen sulfida juga bersifat korosif terhadap metal, dan menghitamkan berbagai material. Karena H₂S lebih berat daripada udara, maka H₂S ini sering terkumpul di udara pada lapisan bagian bawah dan sering di dapat di sumur-sumur, saluran air buangan, dan biasanya ditemukan bersama-sama gas beracun lainnya seperti Metana dan karbon diolsida (Soemirat 2009).

Gas ini merupakan gas tidak berwarna, beracun, sangat mudah terbakar, karakteristik bau telur busuk (sudah tercium pada konsentrasi 0,5 ppb) dengan berat molekul 34,1 dan titik didih -77°F pada tekanan mmHg, rapat gas: 1,2 serta sedikit larut dalam air. Bila terbakar menghasilkan SO2 (US EPA, 2003).

2. Sumber

Hidrogen sulfida adalah gas yang tersebar di lingkungan sepert di air sumur, saluran air buangan dan udara sekitar pabrik kertas, industri tekstil gudang pupuk serta tempat pembusukan sampah organik. Tubuh manusia juga memproduksi H2S di dalam mulut dan usus, tetapi dalam konsentrasi sangat kecil. Hidrogen sulfida lebih berat dari pada udara, maka H2S sering terkumpul di udara pada lapisan bawah dan sering terdapat pada air permukaan dan dapat sedikit larut dalam air. Tetapi H2S

dapat menguap dari air permukaan kembali ke udara sehingga konsentrasi hidrogen sulfida kecil.

Menurut ATSDR 2000, H₂S didistribusikan melalui plasma darah dimana pada sel darah merah Hidrogen sulfida berikatan dengan *Haemoglobin* sehingga dapat meningkatkan konsentrasi H₂S dalam darah untuk kemudian diangkut dan diedarkan ke seluruh tubuh manusia.

Kadar hidrogen sulfida yang terkandung dalam darah tergantung pada cairan plasma, cairan interstitial dan cairan intracelular. Setelah memasuki darah akan didistribusi dengan cepat ke seluruh tubuh (sistemik).Laju distribusi akan menuju ke setiap organ di dalam tubuh. Mudah tidaknya zat ini melewati dinding kapiler dan membran sel dari suatu jaringan sangat ditentukan oleh aliran darah ke organ tersebut.

3. Toksikokinetik

Toksikokinetik H2S adalah pergerakan H2S di dalam tubuh manusia yang akan mengalami 4 fase yaitu absorbsi, distribusi, metabolisme dan ekskresi (ATSDR, 2016)

3.1 Absorbsi

Hidrogen sulfida dapat diserap dengan cepat oleh paru-paru. Penyerapan konsentrasi melalui proses inhalasi dengan konsentrasi yang sangat tinggi dapat masuk kedalam tubuh manusia dalam hitungan detik sampai menit. (ATSDR, 2016). Absorbsi H2S dari pajanan inhalasi terutama akibat ukuran partikel H2S yang kecil dapat mencapai saluran nafas bagian bawah. Partikel dengan ukuran kecil

akan mengalami penetrasi pada *sacus alveolaris* yang sebagian dari partikel akan mengalami pembersihan oleh *macrrophage* dan sebagian lainnya akan diabsorbsi dalam darah. *Zona alveolar* merupakan bagian dalam paru dengan permukaan seluas 50 sampai 100 m². Gas pada alveoli hampir selalu menyatu dengan aliran darah yang tergantung pada kelarutan gas tersebut. (Mukono, 2005).

Jalur inggesti/oral merupakan jalur sangat minimum dari absorbsi pajanan H2S, karena kelarutannya dalam air kecil dan mudah menguap serta tidak ada laporan dari ilmuwan bahwa orang-orang yang keracunan H2S mengalami diare. Jalur pajanan hidrogen sulfida melalui kulit relatif kurang baik / impermeable dan sebagai pelindung yang baik untuk mempertahankan fungsi kulit manusia dari pengaruh lingkungan. Kulit tidak dapat melakukan pertukaran zat dengan darah. Perpindahan bahan dari luar lapisan yang terserap ke dalam sistem vaskuler sangat lambat. Hal tersebut karena luas pori hanya sekitar > 100 μm. Jika penyerapan secara perlahan maka kulit berperan penting dalam efek lolos pertama (first pass effect)

3.2 Distribusi

H2S yang terabsorbsi melalui tiga jalur masuk kedalam tubuh manusia, akan didistribusikan keseluruh tubuh melalui sistem peredaran darah. Kadar H2S yang terkandung dalam darah tergantung pada cairan plasma, cairan interstitial dan cairan intracelular. Menurut ATSDR 2016, H2S didistribusikan melalui plasma darah dimana pada

sel darah merah Hidrogen sulfida berikatan dengan *Haemoglobin* sehingga dapat meningkatkan konsentrasi H₂S dalam darah untuk kemudian diangkut dan diedarkan ke seluruh tubuh manusia.

3.3 Metabolisme

Saat masuk kedalam tubuh H₂S akan mengalami metabolisme. H₂S akan menghambat enzim *cytochrome oxidase* sebagai penghasil oksigen sel. Metabolisme anaerobik menyebabkan akumulasi asam laktat yang mendorong ke arah ketidakseimbangan asam-basa. Sistem jaringan saraf berhubungan dengan jantung terutama sekali peka kepada gangguan metabolisme oksidasi.

3.4 Ekskresi

Ginjal merupakan organ yang efisien dalam mengeliminasi H2S dari tubuh. Jalur metabolik utama untuk hidrogen sulfida dalam tubuh adalah oksidasi sulfida untuk sulfat, dengan sulfat yang diekskresikan dalam urin (ATSDR, 2016).

4. Efek Hidrogen Sulfida terhadap Kesehatan

4.1 Efek Akut

Menurut IPCS, 1995 efek yang ditimbulkan H₂S sesuai dengan konsentrasi pajanan. Pada pajanan mendekati 50 ppm akan timbul gejala perasaan mengantuk dan sakit kepala. Pada konsentrasi 50 – 100 ppm akan terjadi iritasi pada hidung, tenggorokan dan saluran pernafasan. Pada pajanan dengan konsentrasi sekitar 100 ppm dapat menyebabkan *fatigue* dan pusing, pajanan H₂S lebih dari 200 ppm

dapat menyebabkan gejala-gejala mabuk (pusing berat), mati rasa dan mual. Dan pajanan H₂S lebih dari 500 ppm dapat menyebabkan kelainan mental serta adanya gangguan koordinasi. Pajanan jangka pendek H₂S dengan konsentrasi tinggi (misalnya, 600 ppm) dapat menghasilkan kelelahan, pusing, sakit kepala, kehilangan koordinasi, mual, dan pingsan sedangkan pajanan 1000 ppm dapat menyebabkan kematian akibat kegagalan pernapasan (ATSDR, 2001).

4.2 Efek kronis

Efek Kronis yang diakibatkan oleh Pajanan H2S dapat dilihat pada Sebuah studi pabrik kertas di Finlandia, diperoleh dampak kronis karena polutan H2S pada konsentrasi rendah. Nilai rata-rata konsentrasi H2S di Varkaus, Finlandia dilaporkan 1,4 – 2,2 ppb (2-3 μg/m³), 17,3 ppb (24 μg/m³) dan 109,4 ppb (152 μg/m³) maksimum selama 24 jam. Dilaporkan di Varkaus kejadian batuk, infeksi pada saluran pernafasan dan sakit kepala lebih tinggi dibandingkan dengan daerah tetangganya (ATSDR, 2001).

B. Tinjauan Umum Tentang Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan

1. Definisi Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)

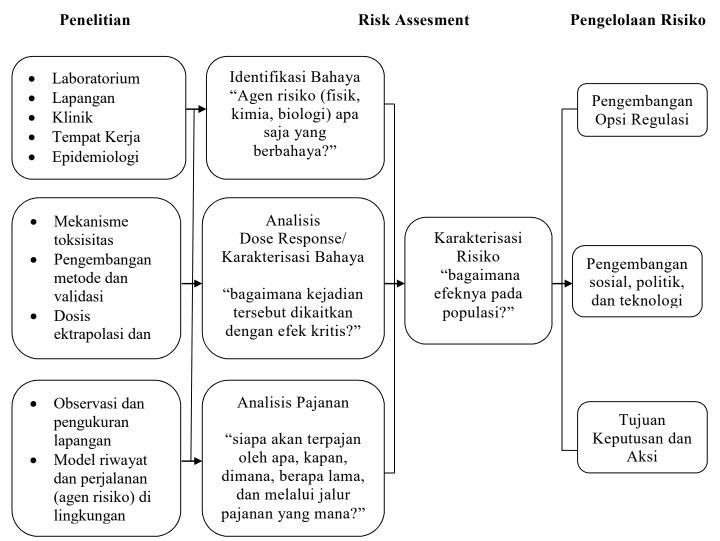
Di dalam Keputusan Menteri Kesehatan No. 876 Tahun 2001 tentang Pedoman Teknis Analisis Dampak Kesehatan Lingkungan (ADKL), Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) didefinisikan sebagai suatu pendekatan untuk mencermati potensi besarnya risiko yang dimulai dengan mendeskripsikan masalah lingkungan yang telah dikenal

dan melibatkan penetapan risiko pada kesehatan manusia yang berkaitan dengan masalah lingkungan yang bersangkutan.

Pengertian dari analisis risiko adalah proses yang dimaksudkan untuk menghitung atau memperkirakan risiko pada suatu organisme sasaran, sistem atau (sub) populasi, termasuk identifikasi ketidakpastian- ketidakpastian yang menyertainya setelah terpajan oleh agen tertentu dengan memperhatikan karakteristik yang melekat pada agen yang menjadi perhatian dan karakteristik sistem sasaran yang specifik (IPCS dalam wardani, 2012). Analisis risiko menggunakan berbagai macam ilmu seperti science, engineering, probability, dan statistic untuk mengestimasi dan mengevaluasi seberapa besar dan seberapa mungkin risiko tersebut berdampak pada kesehatan dan lingkungan (Louvar, 1998 dalam Falahdina, 2017).

2. Langkah-Langkah ARKL

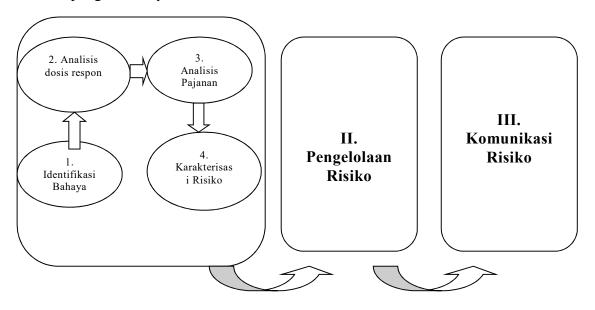
Pada dasarnya, ARKL terdiri atas empat langkah dasar yaitu identifikasi bahaya, analisis dosis respon, analisis pemajanan dan karakterisasi risiko.



Gambar 2.1 Proses risk analysis (Sumber: National Risk Council, 1986)

Pada gambar di atas diilustrasikan proses *risk analysis* secara utuh dimulai dari penelitian terkait agen risiko, dosis serta respon/efeknya terhadap kesehatan manusia yang dilakukan oleh peneliti. Sedangkan implementasi risk assessment atau ARKL dan pengelolaan risiko dilakukan oleh praktisi kesehatan lingkungan. Secara operasional, pelaksanaan ARKL diharapkan tidak hanya terbatas pada analisis atau penilaian risiko suatu agen risiko atau parameter tertentu di lingkungan

terhadap kesehatan masyarakat, namun juga dapat menyusun skenario pengelolaannya.



Analisis Risiko (Risk Analysis)

Gambar 2.2. Bagan Alir ARKL

Pada gambar di atas dijelaskan bahwa ARKL merupakan pendekatan yang digunakan untuk melakukan penilaian risiko kesehatan di lingkungan dengan output adalah karakterisasi risiko (dinyatakan sebagai tingkat risiko) yang menjelaskan apakah agen risiko/parameter lingkungan berisiko terhadap kesehatan masyarakat atau tidak. Selanjutnya hasil ARKL akan dikelola dan dikomunikasikan kepada masyarakat sebagai tindak lanjutnya.

a. Identifikasi Bahaya

Identifikasi bahaya merupakan langkah awal yang perlu dilakukan adalah untuk mengetahui maupun mengenal dampak buruk kesehatan yang disebabkan oleh pemajanan suatu bahan dan memastikan mutu serta

kekuatan bukti-bukti yang mendukungnya (daya racun sistemik dan karsinogenik). Penelusuran dilakukan dengan pendekatan agent oriented dan juga dapat dengan mengamati gejala dan penyakit yang berhubungan dengan toksisitas agen risiko di masyarakat. Tipe penelusuran yang terakhir dikenal dengan pendekatan disease oriented. Dari dua tipe identifikasi bahaya tersebut, pendekatan agen oriented harus didahulukan. Dengan dua pendekatan tersebut identifikasi keberadaan agen risiko yang potensial dan aktual dalam media lingkungan tertentu sangat berguna untuk analisis dosis respons (Rahman, 2010).

Hasil identifikasi tersebut akan diperoleh karakteristik suatu bahaya. Penilaian tersebut dilakukan untuk menilai efek dari suatu bahan dan dampaknya terhadap manusia dan lingkungan. Tahapan ini harus menjawab pertanyaan agen risiko spesifik apa yang berbahaya, di media lingkungan mana agen risiko eksisting, seberapa besar kandungan/konsentrasi agen risiko di media lingkungan, gejala kesehatan apa yang potensial (Dirjen PP&PL, 2012).

b. Analisis Dosis Respon

Setelah melakukan identifikasi bahaya (agen risiko, konsentrasi dan media lingkungan), maka tahap selanjutnya adalah melakukan analisis dosis- respons yaitu mencari nilai RfD, dan/atau RfC, dan/atau SF dari agen risiko yang menjadi fokus ARKL, serta memahami efek apa saja yang mungkin ditimbulkan oleh agen risiko tersebut pada tubuh manusia. Analisis dosis – respon ini tidak harus dengan melakukan penelitian

percobaan sendiri namun cukup dengan merujuk pada literature yang tersedia. Langkah analisis dosis respon ini dimaksudkan untuk :

- Mengetahui jalur pajanan (pathways) dari suatu agen risiko masuk ke dalam tubuh manusia.
- 2) Memahami perubahan gejala atau efek kesehatan yang terjadi akibat peningkatan konsentrasi atau dosis agen risiko yang masuk ke dalam tubuh.
- 3) Mengetahui dosis referensi (*RfD*) atau konsentrasi referensi (*RfC*) atau slope factor (*SF*) dari agen risiko tersebut

Dalam laporan kajian ARKL ataupun dokumen yang menggunakan ARKL sebagai cara/ metode kajian, analisis dosis – respon perlu dibahas dan dicantumkan. Analisis dosis – respon dipelajari dari berbagai toxicological reviews, jurnal ilmiah, atau artikel terkait lainnya yang merupakan hasil dari penelitian eksperimental. Untuk memudahkan, analisis dosis – respon dapat dipelajari pada situs : www.epa.gov/iris Uraian tentang dosis referensi (RfD), konsentrasi referensi (RfC), dan slope factor (SF) adalah sebagai berikut :

1) Dosis referensi dan konsentrasi yang selanjutnya disebut *RfD* dan *RfC* adalah nilai yang dijadikan referensi untuk nilai yang aman pada efek non karsinogenik suatu agen risiko, sedangkan *SF* (*slope factor*) adalah referensi untuk nilai yang aman pada efek karsinogenik.

- 2) Nilai *RfD*, *RfC*, dan *SF* merupakan hasil penelitian (*experimental study*) dari berbagai sumber baik yang dilakukan langsung pada obyek manusia maupun merupakan ekstrapolasi dari hewan percobaan ke manusia.
- 3) Untuk mengetahui *RfC*, *RfD*, dan *SF* suatu agen risiko dapat dilihat pada *Integrated Risk Information System (IRIS)* yang bisa diakses di situs www.epa.gov/iris.
- 4) Jika tidak ada *RfD*, *RfC*, dan *SF* maka nilai dapat diturunkan dari dosis eksperimental yang lain seperti NOAEL (*No Observed Adverse Effect Level*), LOAEL (*Lowest Observed Adverse Effect Level*), MRL (*Minimum Risk Level*), baku mutu udara ambien pada NAAQS (*National Ambient Air Quality Standard*) dengan catatan dosis eksperimental tersebut mencantumkan faktor antropometri yang jelas (*Wb*, *tE*, *fE*, dan *Dt*).

Satuan dosis referensi (*RfD*) dinyatakan sebagai milligram (mg) zat per kilogram (Kg) berat badan per hari, disingkat mg/kg/hari. Dalam literatur terkadang ditulis mg/kgxhari, mg/kg/hari, dan mg/kg-hari. Satuan konsentrasi referensi (*RfC*) dinyatakan sebagai milligram (mg) zat per meter kubik (M3) udara, disingkat mg/M3. Konsentrasi referensi ini dinormalisasikan menjadi satuan mg/kg/hari dengan ara memasukkan laju inhalasi dan berat badan yang bersangkutan.

c. Analisis Pajanan

Setelah melakukan langkah 1 dan 2, selanjutnya dilakukan Analisis pemajanan yaitu dengan mengukur atau menghitung intake/ asupan dari agen risiko. Untuk menghitung intake digunakan persamaan atau rumus yang berbeda. Data yang digunakan untuk melakukan perhitungan dapat berupa data primer (hasil pengukuran konsentrasi agen risiko pada media lingkungan yang dilakukan sendiri) atau data sekunder (pengukuran konsentrasi agen risiko pada media lingkungan yang dilakukan oleh pihak lain yang dipercaya seperti BLH, Dinas Kesehatan, LSM, dll), dan asumsi yang didasarkan pertimbangan yang logis atau menggunakan nilai default yang tersedia. Rumus perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$I_{nk} = \frac{C \times R \times tE \times fE \times Dt}{Wb \times tavg}$$

Notasi	Arti Notasi	Satuan	Nilai <i>Default</i>
Ink (intake	Jumlah konsentrasi	mg/kg	Tidak ada
non	agen risiko (mg)	x hari	nilai
karsinogenik	yang masuk ke		default
)	dalam tubuh		
•	manusia dengan		
	berat badan tertentu		
	(kg) setiap harinya		
C	Konsentrasi agen	mg/m3	Tidak ada
(concentratio	risiko pada media		nilai
n)	udara (udara		default
	ambien)		
R (rate)	Laju inhalasi atau	m3/jam	Dewasa:
	banyaknya volume		0,83
	yang masuk setiap		m3/jam
	jamnya		Anak-anak (6-
			12 tahun): 0,5

m3/jam

tE (time of exposure)	Lamanya atau jumlah jam terjadinya pajanan setiap harinya	Jam/har i	Pajanan pada pemukiman : 24 jam/hari
			Pajanan pada lingkunga n: 8 jam/hari
			Pajanan pada sekolah dasar: 6 jam//hari
fE (frequency of exposure)	Lamanya atau jumlah hari terjadinya pajanan setiap tahunnya	Hari/ta hun	Pajanan pada pemukiman: 350 hari/tahun
			Pajanan pada lingkungan: 250 hari/tahun
Dt (duration time)	Lamanya atau jumlah terjadinya pajanan	Tahun	Residensia 1 (pemuk iman)/ pajana n seumur hidup: 30

Wb (weight of body)	Berat badan manusia/populasi/ke lompk Populasi	Kg	Asia/Indon esia Dewas a: 55 kg Anak-
			anak: 15 kg
Tavg (time average)	Periode waktu rata- rata efek non- karsinogenik	Hari	30 tahun x 365 hari.ta hun = 10.950 hari

a. Karakterisasi Risiko

Langkah ARKL yang terakhir adalah karakterisasi risiko yang dilakukan untuk menetapkan tingkat risiko atau dengan kata lain menentukan apakah agen risiko pada konsentrasi tertentu yang dianalisis pada ARKL berisiko menimbulkan gangguan kesehatan pada masyarakat (dengan karakteristik seperti berat badan, laju inhalasi/konsumsi, waktu, frekuensi, durasi pajanan yang tertentu) atau tidak. Karakteristik risiko dilakukan dengan membandingkan/membagi *intake* dengan dosis /konsentrasi agen risiko tersebut. Variabel yang digunakan untuk menghitung tingkat risiko adalah *intake* (yang didapatkan dari analisis pemajanan) dan dosis referensi (*RfD*) / konsentrasi referensi (*RfC*) yang didapat dari literatur yang ada (dapat diakses di situs www.epa.gov/iris).

1) Karakterisasi Risiko pada Efek Non Karsinogenik

a) Perhitungan tingkat resiko non karsinogenik

Tingkat risiko untuk efek non karsinogenik dinyatakan dalam notasi *Risk Quotien (RQ)*. Untuk melakukan karakterisasi risiko untuk efek non karsinogenik dilakukan perhitungan dengan membandingkan / membagi *intake* dengan *RfC* atau *RfD*. Rumus untuk menentukan *RQ* adalah sebagai berikut:

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

Keterangan

I (*Intake*) : Intake yang telah dihitung

RfC : Nilai referensi agen risiko pada pemajanan

inhalasi

b) Interpretasi tingkat resiko non karsinogenik

Tingkat risiko yang diperoleh pada ARKL merupakan konsumsi pakar ataupun praktisi, sehingga perlu disederhanakan atau dipilihkan bahasa yang lebih sederhana agar dapat diterima oleh khalayak atau publik. Tingkat risiko dinyatakan dalam angka atau bilangan desimal tanpa satuan. Tingkat risiko dikatakan AMAN bilamana intake $\leq RfD$ atau RfCnya atau dinyatakan dengan $RQ \leq 1$. Tingkat risiko dikatakan TIDAK AMAN bilamana Intake > RfD atau RfCnya atau dinyatakan dengan RQ > 1.

Narasi yang digunakan dalam penyederhanaan interpretasi risiko agar dapat diterima oleh khalayak atau publik harus memuat sebagai berikut:

- 1) Pernyataan risiko "aman" atau "tidak aman"
- 2) Jalur pajanan (dasar perhitungan) "inhalasi" atau "ingesti"
- 3) Konsentrasi agen risiko (dasar perhitungan) mis. "0,00008 $\mu g/m^3$ ", "0,02 mg/l", dll
- Populasi yang berisiko mis. "pekerja tambang",
 "masyarakat di sekitar jalan tol", dll
- 5) Kelompok umur populasi (dasar perhitungan) "dewasa" atau "anak anak"
- 6) Berat badan populasi (dasar perhitungan) mis. "15 kg", "55 kg", "65 kg", "70 kg", dll
- 7) Frekuensi pajanan (dasar perhitungan) mis. "350 hari/tahun", "250 hari/tahun", dll
- 8) Durasi pajanan (dasar perhitungan) mis.yang terpajan selama "10 tahun", "30 tahun", dll.

b. Pengelolaan Risiko

Pengelolaan risiko adalah upaya yang dilakukan apabila hasil karakterisasi risiko menunjukkan tingkat risiko yang tidak aman atau *ununceptable*. Dalam melakukan pengelolaan risiko perlu dibedakan antara strategi pengelolaan risiko dengan cara pengelolaan risiko. Strategi

pengelolaan risiko meliputi penentuan batas aman dari Konsentrasi agen risiko (C), Waktu pajanan (tE), Frekuensi pajanan (fE) dan Durasi pajanan (Dt). Adapun rumus penentuan batas aman masingmasing adalah sebagai berikut :

$$C = \frac{RfC \times W_b \times t_{avg}}{R \times f_E \times D_t} mg/L$$

$$tE = \frac{RfC \times W_b \times t_{avg}}{C \times R \times f_E \times D_t} mg/L$$

$$f_E = \frac{RfC \times W_b \times t_{avg}}{C \times R \times t_E \times D_t} mg/L$$

$$D_t = \frac{RfD \times W_b \times t_{avg}}{C \times R \times f_E} mg/L$$

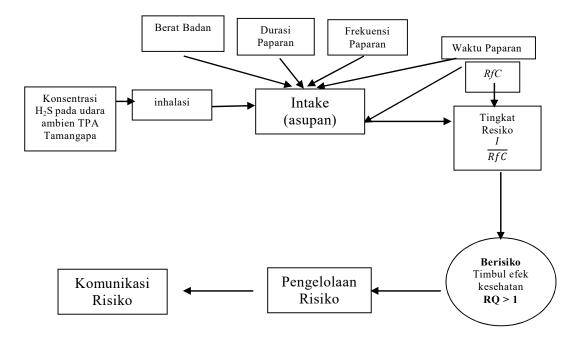
Setelah menentukan batas aman, selanjutnya yang dilakukan adalah cara pengelolaan risiko. Cara pengelolaan risiko adalah cara atau metode yang akan digunakan untuk mencapai batas aman tersebut. Cara pengelolaan risiko meliputi beberapa pendekatan yaitu pendekatan teknologi, pendekatan sosial - ekonomis, dan pendekatan institusional.

c. Komunikasi risiko

Komunikasi risiko dilakukan untuk menyampaikan informasi risiko pada masyarakat (populasi yang berisiko), pemerintah, dan pihak yang berkepentingan lainnya. Komunikasi risiko berperan untuk menjelaskan secara transparan dan bertanggungjawab tentang proses dan hasil karakterisasi risiko serta pilihan-pilihan manajemen risikonya kepada pihak-pihak yang relevan (WHO 2004).

C. Kerangka Teori

Kerangka teori penelitian ini disajikan pada gambar 2.3



Gambar 2.3. Kerangka Teori (Sumber: Pedoman analisis risiko kesehatan lingkungan, DITJEN PP & PL, 2012, Wardani (2012))