



**ANALISIS RISIKO KESEHATAN LINGKUNGAN PAJANAN
H₂S (HIDROGEN SULFIDA) PADA PEKERJA DI INSTALASI
BIOGAS PT. TANIA SELATAN TAHUN 2018**

SKRIPSI

OLEH

**NAMA : SYINDRI ANNISA W. M.
NIM : 10011181419020**

**PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT (S1)
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

**KESEHATAN & KESELAMATAN KERJA/ KESEHATAN
LINGKUNGAN FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

Skripsi, Juli 2018

Syindri Annisa Wicita Marbia

**Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan H₂S (Hidrogen Sulfida)
Pada Pekerja Di Instalasi Biogas PT. Tania Selatan Tahun 2018**

xiv + 88 halaman, 16 tabel, 13 gambar, 10 lampiran

ABSTRAK

Instalasi biogas merupakan tempat pengelolaan dari proses penangkapan gas metan kemudian diproses menjadi biogas. Di tempat ini menghasilkan gas H₂S yang bersifat beracun dan berbahaya bagi kesehatan pekerja baik pada konsentrasi rendah maupun konsentrasi tinggi dan juga baik pada paparan akut maupun paparan kronis. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis risiko kesehatan lingkungan paparan gas H₂S pada pekerja instalasi biogas di Pabrik Kelapa Sawit PT. Tania Selatan. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif menggunakan metode analisis kuantitatif dengan sampel sebanyak 4 orang menggunakan teknik total sampling. Teknik analisis data secara univariat untuk setiap variabel dan analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) untuk menghitung estimasi risiko responden. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi H₂S dalam udara ambien di Instalasi Biogas berkisar dengan antara 110 mg/m³ - 0,125 mg/ m³. Konsentrasi yang didapatkan melebihi baku mutu udara ambien H₂S yaitu 0,02 ppm atau 0,028 mg/m³ berdasarkan KEP- 50/MENLH/11/1996. Analisis risiko menunjukkan bahwa semua pekerja memiliki risiko nonkarsinogenik (RQ > 1) baik secara *realtime* dan *lifetime* artinya perlu dilakukannya manajemen risiko terhadap paparan H₂S di Instalasi Biogas. Keluhan kesehatan yang dialami pekerja berupa sakit kepala dan sakit tenggorokan, Saran kepada para pekerja sebaiknya menggunakan respirator gas pada saat bekerja. Sementara saran untuk perusahaan sebaiknya melakukan pemantauan dan pengukuran kualitas udara secara berkala serta memperbanyak menanam pohon.

Kata Kunci : ARKL, Hidrogen Sulfida, Instalasi Biogas

Kepustakaan : 92 (1993 – 2016)

**HEALTH AND SAFETY / ENVIRONMENTAL
HEALTH FACULTY OF PUBLIC HEALTH
UNIVERSITY SRIWIJAYA**

Thesis, July 2018

Syindri Annisa Wicita Marbia

**ENVIRONMENTAL HEALTH RISK ASSESSMENT OF H₂S (HYDROGEN
SULFIDE) EXPOSURE ON WORKERS BIOGAS INSTALLATION PT.
TANIA SELATAN IN 2018**

xiv + 88 halaman, 23 tabel, 13 gambar, 10 lampiran

ABSTRACT

Installation of biogas is where the management of methane gas capture process and then processed into biogas. In this place produced H₂S gas that is toxic and harmful to health workers both in low concentrations or high concentration and also good on exposure to acute or chronic exposure. This research was conducted to analyze the risk of H₂S gas exposure environmental health on biogas installation workers at the factory oil palm PT. Tania Selatan. This research is descriptive used the method of quantitative analysis with the sample as much as 4 people using total sampling. Data analysis was done by using univariate and analysis of environmental health risk (ERHA). The results showed that concentrations of H₂S in ambient air in a Biogas Installation range with between 0,110 mg/m³- 0,125 mg/m³. The concentration brings about exceeds the ambient air quality raw H₂S 0.02 ppm or 0.028 mg/m³ based on KEP-50/MENLH/11/1996. Risk analysis indicates that all workers have a risk of non carcinogenic (RQ > 1) either in realtime and lifetime means that need it does risk management against exposure to H₂S in Biogas Installations. Health complaints experienced by workers in the form of headaches and sore throats, advice to workers should use a respirator when working on gas. While the suggestion to the company should conduct monitoring and measurement of air quality on a regular basis as well as to expand the planting of trees.

Keywords : ARKL, Hydrogen Sulfide, Biogas Installation

Literature : 92 (1993 – 2016)

LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIARIME

Saya dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini dibuat dengan sejujurnya dengan mengikuti kaidah Etika Akademik FKM UNSRI, serta menjamin bebas plagiarisme. Bila kemudian, diketahui saya melanggar Etika Akademik maka saya bersedia dinyatakan tidak lulus/gagal.

Indralaya, Juli 2018
Yang bersangkutan



Syndri Annisa W. M.
NIM. 10011181419020

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini dengan judul “Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan H₂S (Hidrogen Sulfida) Pada Pekerja Di Instalasi Biogas PT Tania Selatan Tahun 2018” telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya pada tanggal 27 Juli 2018 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai dengan masukan Panitia Ujian Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya.

Indralaya, Juli 2018

Panitia Ujian Skripsi

Ketua:

1. Imelda Gernauli Purba, SKM., M.Kes
NIP.197502042014092003

()

Penguji:


1. Yustini Ardillah, S.KM., M.PH
NIP.1671056407880005

()

2. Dr. Yuanita Windusari, S.Si., M.Si
NIP. 196909141998022002

()

3. Elvi Sunarsih, S.KM., M.Kes
NIP.197806282009122004

()

Mengetahui
Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Sriwijaya



Iwan Stia Budi, S.KM., M.Kes
NIP. 197712062003121003

LEMBAR PERSETUJUAN

Proposal ini dengan judul “Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan H₂S (Hidrogen Sulfida) Pada Pekerja Di Instalasi Biogas PT. Tania Selatan Tahun 2018” telah disetujui untuk diajukan pada tanggal Juli 2018.

Indralaya, Juli 2018

Pembimbing :

1. Elvi Sunarsih, S.KM., M.Kes
NIP.197806282009122004

()

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan ridha serta petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi dengan judul “Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan H₂S (Hidrogen Sulfida) Pada Pekerja Di Instalasi Biogas PT. Tania Selatan Tahun 2018”

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak – pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan proposal skripsi ini. Melalui kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua, dan adik penulis yang selalu membantu dan memberikan dukungan serta doanya yang tak pernah putus.
2. Bapak Iwan Stia Budi, S.K.M., M.Kes selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Elvi Sunarsih, S.K.M., M.Kes selaku Kepala Prodi S1 Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya dan Dosen Pembimbing yang telah memberikan ilmunya dan banyak membantu dalam memberikan bimbingan, kritik, saran, motivasinya kepada penulis
4. Ibu Imelda Gernauli Prurba, S.K.M., M.Ke. selaku Dosen Penguji yang telah banyak banyak menyediakan waktu untuk memberikan bimbingan, pengarahan dan saran yang sangat membantu dalam kesempurnaan penelitian ini.
5. Ibu Yustini Ardillah, S.K.M., M.PH. selaku Dosen penguji yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, saran, masukan dan arahan yang sangat membantu sehingga kesempurnaan penelitian ini
6. Para dosen dan staff Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya.
7. Pihak PT. Tania Selatan yang telah mengizinkan dan menemani selama proses penelitian berlangsung di Instalasi Biogas.

8. Para pemimpin dan staf Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit yang telah membantu melakukan pengukuran konsentrasi H₂S.
9. Sahabat-sahabat dekat Cunek (Lia, Indah, Dian, Nafa, Lisa, Nisa, Adel, Hafri, Uswa, Fitri) , Idiot (Septin, Tami dan Ulan), Nanik dan Indah yang selalu memberikan dukungan dan doanya.
10. Semua rekan – rekan mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya 2014 yang telah kebersamai jingga akhir.

Penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun sebagai bahan pembelajaran agar penulis lebih baik lagi di masa mendatang

Indralaya, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

JUDUL SKRIPSI	i
ABSTRAK BAHASA INDONESIA	ii
ABSTRAK BAHASA INGGRIS	iii
LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
LEMBAR PERSETUJUAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan	5
1.3.1. Tujuan Umum	5
1.3.2. Tujuan Khusus	5
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.4.1. Manfaat Bagi Peneliti	5
1.4.2. Manfaat Bagi Pekerja	5
1.4.3. Manfaat Bagi PT. Tania Selatan	5
1.4.4. Manfaat Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat	6
1.5. Ruang Lingkup Penelitian	6
1.5.1. Ruang Lingkup Tempat	6
1.5.2. Ruang lingkup Waktu	6
1.5.3. Ruang Lingkup Materi	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Hidrogen Sulfida	7
2.1.1. Pengertian Hidrogen Sulfida	7
2.1.2. Karakteristik Hidrogen Sulfida	7
2.1.3. Kegunaan Hidrogen Sulfida	8
2.1.4. Sumber Pencemar Hidrogen Sulfida	9
2.1.5. Nilai Ambang Batas Hidrogen Sulfida	10

2.1.6. Toksisitas Hidrogen Sulfida.....	11
2.1.7. Metabolisme Hidrogen Sulfida Dalam Tubuh.....	11
2.1.8. Dampak Hidrogen Sulfida terhadap Kesehatan Manusia.....	12
2.2. Biogas.....	16
2.2.1. Definisi Biogas.....	16
2.2.2. Proses Pembuatan Biogas.....	16
2.2.3. Komposisi Biogas.....	17
2.2.4. Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Biogas.....	18
2.2.5. Problem Biogas.....	21
2.3. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan.....	24
2.3.1. Paradigma Penilaian Risiko.....	24
2.3.2. Karakteristik ARKL.....	24
2.3.3. Identifikasi Bahaya.....	25
2.3.4. Penilaian Dosis-Respon.....	26
2.3.5. Analisis Pemajanan.....	28
2.3.6. Karakteristik Risiko.....	31
2.3.7. Manajemen Risiko.....	32
2.4. Penelitian Terkait.....	35
2.5. Kerangka Teori.....	37
BAB III KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL.....	38
2.4. Kerangka Konsep.....	39
2.5. Definisi Operasional.....	40
BAB IV METODE PENELITIAN.....	42
4.1. Desain Penelitian.....	42
4.2. Populasi dan Sampel.....	42
4.2.1. Populasi.....	42
4.2.2. Sampel.....	42
4.3. Jenis, Cara, dan Alat Pengumpulan Data.....	44
4.3.1. Jenis Data.....	44
4.3.2. Cara dan Alat Pengumpulan Data.....	45
4.4. Teknik Pengolahan Data.....	48
4.5. Analisis dan Penyajian Data.....	49
4.5.1. Analisis Data.....	49

BAB V HASIL PENELITIAN	51
5.1. Profil Lokasi Penelitian	51
5.2. Hasil Analisis Univariat	53
5.3. Hasil Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan	54
5.3.1. Identifikasi Bahaya	54
5.3.2. Analisis Dosis-Respon	57
5.3.3. Analisis Paparan.....	58
5.3.4. Karakteristik Risiko	63
5.3.5. Manajemen Risiko	65
BAB VI PEMBAHASAN.....	72
6.1. Keterbatasan Penelitian	72
6.2. Identifikasi bahaya	72
6.2.1. Konsentrasi H ₂ S.....	72
6.2.2. Sumber H ₂ S.....	74
6.2.3. Risiko Kesehatan Paparan H ₂ S	77
6.3. Analisis Dosis – Respon.....	78
6.4. Analisis Paparan	79
6.4.1. Karakteristik Pekerja.....	79
6.4.2. Antropometri dan Pola Paparan Pekerja	80
6.4.3. Jumlah Asupan (<i>Intake</i>) Nonkarsinogenik	86
6.5. Karakteristik Risiko.....	88
6.6. Manajemen Risiko.....	89
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	92
7.1. Kesimpulan.....	92
7.2. Saran	92
7.2.1. Bagi Pekerja.....	93
7.2.2. Bagi pihak perusahaan	93
7.2.3. Bagi Peneliti Selanjutnya.....	93
DAFTAR PUSTAKA	94

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik Fisika Dan Kimia H ₂ S	8
Tabel 2. 2. Nilai Ambang Batas H ₂ S.....	10
Tabel 2. 3. Efek H ₂ S Terhadap Kesehatan Manusia	15
Tabel 2. 4. Komposisi Utama Biogas.....	18
Tabel 2. 5. Dosis Respon Agen Risiko Atau Spesi Kimia Jalur Inhalasi	26
Tabel 2. 6. Dosis Respon dan Slope Factor Agen Risiko Jalur Ingesti.....	27
Tabel 2. 7. Keterangan Perhitungan <i>Intake</i> Non Karsinogenik Pada Jalur Inhalasi ...	28
Tabel 2. 8. Keterangan Rumus Intake Jalur Ingesti	29
Tabel 2. 9. Penelitian Terkait	34
Tabel 3. 0. Definisi Operasional.	40
Tabel 5. 1. Hasil Analisis Univariat Pada Masing – Masing Variabel	53
Tabel 5. 2. Hasil Pengukuran Konsentrasi H ₂ S	55
Tabel 5. 3. Sumber – Sumber Yang Menghasilakn H ₂ S.....	56
Tabel 5. 4. Jumlah Hari Kerja Di Instalasi Biogas.....	50
Tabel 5. 5. Distribusi Nilai <i>Intake</i> Pada Masing – Masing Pekerja	62
Tabel 5. 6. Distribusi Nilai <i>RQ</i> Pada Masing – Masing Pekerja.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Proses Masuk H ₂ S Masuk ke Dalam Tubuh	12
Gambar 2. 2. Efek pada Mata Akibat Paparan H ₂ S	13
Gambar 2. 3. Diagram Pembangkit Listrik Tenaga Biogas POME	17
Gambar 2. 4. Kolam Tertutup	18
Gambar 2. 5. Scrubber	19
Gambar 2. 6. Dehumidifier Biogas	19
Gambar 2. 7. Gas Engine	20
Gambar 2. 8. Flare.....	20
Gambar 2. 9. Paradigma Penilaian Risiko.....	23
Gambar 3. 0. Kerangka Teori.....	37
Gambar 3. 1. Kerangka Konsep	38
Gambar 4. 1. Lokasi Pengukuran H ₂ S Di Instalasi Biogas	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Sertifikat Persetujuan Etik.....	1
Lampiran 2 Surat Izin Penelitian PT. Tania Selatan	2
Lampiran 3 Surat Izin Peminjamana Alat ke BTKLPP Kota Palembang.....	3
Lampiran 4 Hasil Pengukuran Konsentrasi H ₂ S BTKLPP	4
Lampiran 5 Hasil Penelitian Keseluruhan Responden.....	5
Lampiran 6 Output SPSS Variabel SPSS.....	6
Lampiran 7 Dokumentasi Penelitian.....	12
Lampiran 8 <i>Informed Consent</i>	17
Lampiran 9 Kuesioner Penelitian.....	14
Lampiran 10 Lembar Bimbingan	15

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pencemaran udara merupakan salah satu penyebab timbulnya penyakit yang terkait *respirasi* dan *kardiovaskular*, sakit yang dapat menyebabkan terganggunya aktivitas harian, batuk, sesak, ISPA, serta perubahan fisiologis pada fungsi paru. Pencemaran udara sendiri memberikan kontribusi bagi 3,2 juta kematian di seluruh dunia per tahun, dengan persentase setengah dari angka kematian tersebut lebih sering terjadi pada masyarakat berkembang (WHO, 2005). Salah satu kegiatan industri yang dapat menimbulkan pencemaran udara adalah proses biogas. Pada proses biogas menghasilkan gas – gas pencemar seperti gas metana, karbon dioksida dan hidrogen sulfida. Gas – gas tersebut dapat menimbulkan gangguan umum melalui penyebaran bau tak sedap dan menimbulkan bahaya terhadap keselamatan dan kesehatan pekerjanya. (Scarponi *et al.*, 2015).

Hidrogen sulfida merupakan penyebab penting namun jarang dilaporkan kematian mendadak ditempat kerja. Hidrogen sulfida ditemui dibanyak tempat kerja seperti industri kimia, industri minyak dan gas, tempat kerja di mana fermentasi dan anaerobik lainnya di dekomposisi material organik, sulfur organik atau anorganik yang mengandung material terjadi, seperti di pengolahan biomassa, pekerjaan pertanian dan penanganan dari suatu limbah (Danielsson *et al.*, 2009).

Konsentrasi hidrogen sulfida memberikan dampak bagi kesehatan manusia yaitu pada konsentrasi 20 ppm menyebabkan gangguan pada pernapasan, yang mengakibatkan sakit tenggorokan dan batuk (NPIS, 2013). Konsentrasi 8-16 ppm hidrogen sulfida dapat mengakibatkan iritasi pada mata, konjunktivitas, lakrimasi, dan fotofobia. Sementara pada konsentrasi >

50 ppm selama 1 jam atau lebih mengakibatkan kerusakan parah pada jaringan mata (ASTDR, 2014). Pada konsentrasi 100 ppm menyebabkan rusaknya indra penciuman membuat hidrogen sulfida sangat berbahaya (IPCS, 2003). Konsentrasi > 500 ppm dapat menyebabkan kehilangan kesadaran. Dalam kebanyakan kasus, orang tersebut tampaknya sadar tanpa efek lainnya. Namun, pada beberapa individu, mungkin ada efek permanen atau jangka panjang seperti sakit kepala dan fungsi motorik yang buruk (ASTDR, 2006) Konsentrasi 800 ppm menyebabkan kematian yang sangat cepat (dalam hitungan menit). Kematian pada konsentrasi eksposur yang tinggi tersebut disebabkan oleh penghambatan sitokrom oksidase yang menyebabkan penyumbatan dari sistem transpor elektron mitokondria dan penghambatan respirasi selular. Hal ini menyebabkan inaktivasi pusat pernapasan di otak, menyebabkan pertahanan saluran pernapasan, tidak sadar dan kematian. Selain itu, eksposur yang lama untuk konsentrasi yang lebih rendah dapat menyebabkan edema paru parah dan juga dapat menyebabkan kematian (Costigan, 2003)

Penelitian yang dilakukan oleh Abdul dan Mousa (2015) pada 18 orang pekerja (15,9 %) diantara 34 pekerja yang terpapar hidrogen sulfida memiliki gejala perdarahan hidung seperti perdarahan faring, gusi berdarah dan air liur berdarah yang ditemui dalam lima kasus untuk setiap keluhan (14, 7%). Gejala lain yang muncul adalah perdarahan lidah, dahak berdarah, sakit kepala, sakit perut, nyeri faring, kelelahan dan mengantuk akibat efek jangka pendek terhirupnya gas H₂S.

PT. Tania Selatan merupakan perusahaan perkebunan dibidang kelapa sawit dan pengolahannya yang terletak di desa Kecamatan Lempuing Jaya Kabupaten Ogan Komering Ilir. Limbah cair dari kelapa sawit menghasilkan emisi gas metana ke udara yang dihasilkan dari proses anaerobik dan aerobik pada kolam limbah. Gas metan yang dihasilkan oleh limbah ditangkap kemudian diproses di instalasi biogas untuk dijadikan biogas.

Instalasi biogas merupakan tempat pengelolaan dari proses penangkapan gas metan kemudian diproses menjadi biogas. Di tempat ini terdapat berbagai gas yang tentu saja berbahaya terhadap kesehatan dan

keselamatan pekerja seperti metana, karbon dioksida dan hidrogen sulfida yang merupakan komponen biogas yang sangat berbahaya.

Pengendalian yang dilakukan di PT. Tania Selatan untuk terpaparnya H₂S pada pekerja yaitu terdapatnya alat H₂S scrubber yaitu alat untuk menurunkan konsentrasi H₂S dalam instalasi biogas dari 500 ppm menjadi < 1000 ppm. Namun perusahaan belum memiliki alat pengukur gas H₂S, perusahaan tidak dapat mengetahui apakah terjadi kebocoran gas atau tidak pada alat H₂S scrubber tersebut hal ini tentu saja sangat berbahaya bagi pekerja yang terpapar H₂S.

Untuk pengukuran udara ambien maupun pengukuran gas juga telah dilakukan oleh perusahaan pada tanggal 6 Mei 2017 semua pengukuran tidak melampaui nilai ambang batas seperti pengukuran NH₃, CO, SO₂, NO₂, Pb, TSP, Ozon, serta HC akan tetapi untuk pengukuran H₂S tidak dilakukan pengukuran maka tidak dapat diketahui apakah H₂S sudah memenuhi nilai ambang batas atau sudah melampaui nilai ambang batas. Selain itu, pekerja pun kurang menyadari pentingnya penggunaan masker hal ini tentu saja dapat meningkatkan resiko pekerja terpapar langsung dengan gas – gas berbahaya termasuk H₂S. Pekerja di bagian instalasi biogas hanya memakai alat pelindung diri berupa sepatu pengaman dan helm keselamatan.

Pada saat survey awal tercium bau telur busuk yang sangat menyengat, hal ini tentu saja sudah menunjukkan bahwa kadar gas H₂S dalam konsentrasi yang rendah. Akan tetapi apabila seseorang terpapar terus menerus baik dalam konsentrasi rendah dalam konsentrasi tinggi maka akan terjadi lumpuhnya indra penciuman. Instalasi biogas sendiri sudah ada sejak tahun 2015, pada awal tahun 2015 instalasi biogas pernah terjadi kebocoran gas. Hasil wawancara dengan 6 pekerja di area instalasi biogas dengan masa kerja lebih dari 1 tahun diketahui bahwa semua pekerja mengeluh sakit kepala selama bekerja. Hal ini menunjukkan gejala terpaparnya H₂S, sesuai dengan penelitian yang dilakukan ASTDR (2004) Paparan H₂S dengan konsentrasi tinggi dapat menyebabkan keseimbangan terganggu, mual, sakit kepala, insomnia, mudah marah, vertigo berat, berkeringat tidak biasa, gejala neuropsikologi, kejang dan tremor.

Metode yang digunakan untuk mengetahui efek pencemaran udara terhadap kesehatan adalah dengan menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). ARKL dilakukan untuk dapat mengestimasi risiko paparan H₂S dan tingkat risiko kesehatan yang akan dialami pekerja sepanjang hidupnya. Metode ARKL juga merupakan metode yang cocok dilakukan di tempat yang terpapar suatu risiko dalam waktu lama, baik itu pemukiman ataupun tempat kerja. Salah satu tempatnya yaitu PT. Tania Selatan. Kondisi – kondisi tersebut melatarbelakangi penulis untuk melakukan penelitian tentang analisis risiko kesehatan lingkungan pajanan H₂S (Hidrogen Sulfida) pada pekerja di instalasi biogas PT. Tania Selatan

1.2. Rumusan Masalah

PT. Tania Selatan ialah salah satu pabrik kelapa sawit yang memanfaatkan limbah cairnya untuk diolah menjadi biogas. Di instalasi biogas terdapat potensi bahaya dan risiko yang terkait dengan produksi besar dari biogas bagi pekerja dan mereka yang tinggal di sekitarnya. Risiko yang terkait dengan biogas adalah kebakaran dan ledakan (biasanya terkait dengan metana), dan terdapatnya gas beracun (karena hidrogen sulfida). Gas hidrogen sulfida merupakan gas beracun dan berbahaya bagi kesehatan bergantung pada durasi pemaparan dan konsentrasi. Baik pada konsentrasi rendah maupun konsentrasi tinggi dan juga baik pada paparan akut maupun paparan kronis hidrogen sulfida dapat mempengaruhi kesehatan bagi mereka yang terpapar. Hasil wawancara awal yang dilakukan kepada pekerja menemukan bahwa mereka mengalami gangguan kesehatan berupa sakit kepala yang merupakan salah satu efek paparan hidrogen sulfida. Oleh karena itu, adapun pertanyaan penelitian ialah “Bagaimana risiko kesehatan lingkungan pajanan gas H₂S pada pekerja instalasi biogas di Pabrik Kelapa Sawit PT. Tania Selatan ? “

1.3. Tujuan

1.3.1. Tujuan Umum

Untuk menganalisis risiko kesehatan lingkungan pajanan gas H₂S pada pekerja instalasi biogas di Pabrik Kelapa Sawit PT. Tania Selatan.

1.3.2. Tujuan Khusus

1. Untuk mengidentifikasi bahaya H₂S pada pekerja di instalasi biogas PT. Tania Selatan
2. Untuk menganalisis dosis respon H₂S pada pekerja di instalasi biogas PT. Tania Selatan
3. Untuk menganalisis pemajanan bahaya H₂S pada pekerja di instalasi biogas PT. Tania Selatan
4. Untuk menganalisis besar risiko pajanan H₂S pada pekerja di instalasi biogas PT. Tania Selatan
5. Untuk menganalisis suatu upaya manajemen risiko apabila terdapat risiko kesehatan nonkarsinogenik pada pekerja di Instalasi Biogas PT. Tania Selatan

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Bagi Peneliti

Penelitian ini bermanfaat untuk mengembangkan pengetahuan dan dapat menerapkan disiplin ilmu yang telah dipelajari khususnya bidang kesehatan lingkungan. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi peneliti lain terkait dengan topik yang sama.

1.4.2. Manfaat Bagi Pekerja

Penelitian ini dapat memberikan informasi kepada pekerja mengenai konsentrasi gas H₂S di udara sehingga bisa melakukan tindakan selanjutnya.

1.4.3. Manfaat Bagi PT. Tania Selatan

Hasil penelitian ini nantinya akan menjadi informasi tambahan kepada pihak perusahaan dalam hal mengevaluasi besaran konsentrasi gas H₂S untuk dijadikan bahan masukan untuk menjaga kesehatan dan keselamatan pekerja di perusahaan. Selain itu, studi ARKL ini juga dapat menjadi studi pendukung dalam proses pemantauan dan evaluasi dari kegiatan aktivitas industri yang dilakukan pihak perusahaan.

1.4.4. Manfaat Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat

Hasil penelitian digunakan sebagai masukan untuk penelitian selanjutnya dengan mengembangkan metode yang lebih luas ruang lingkungannya. Informasi dari penelitian ini juga dapat menjadi bahan tambahan

ilmu untuk pengembangan kemampuan mahasiswa untuk meningkatkan kompetensi dan kemampuan yang dimiliki mahasiswa program studi kesehatan masyarakat.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

1.5.1. Ruang Lingkup Tempat

Lingkup tempat yang digunakan dalam penelitian ini adalah di instalasi biogas PT. Tania Selatan

1.5.2. Ruang lingkup Waktu

Lingkup waktu yang dilaksanakan dalam penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret – April 2018

1.5.3. Ruang Lingkup Materi

Lingkup materi penelitian ini ialah terkait H₂S dan analisis risiko kesehatan lingkungan. ARKL digunakan untuk menghitung besaran risiko kesehatan pekerja akibat terpapar gas H₂S yang meliputi pengukuran konsentrasi H₂S, mengidentifikasi bahaya, penentuan dosis-respon, melakukan perhitungan analisis pemajanan, karakteristik risiko dan apabila $RQ > 1$ akan dilakukan manajemen risiko demi kesehatan pekerja di instalasi biogas PT. Tania Selatan hingga di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aalst J.A. et al. 2000. Hydrogen Sulfide Inhalation Injury. *Journal Burn Care Rehabil.* 21 (3): 248-53
- Abdul H, Mousa L. 2015. Short – Term Effect of Subchronic Low-Level Hydrogen Sulfide Exposure on Oil Field Works . *Environment Health and Prevention Medicine* 20: 12-17
- ACGIH. 2010. *Hydrogen Sulfide: TLV Chemical Substances*. 7th Edition Documentation. Cincinnati, Ohio: American Conference Of Governmental Industrial Hygienists.
- Ade S. R. et al.,. 2015. *Buku Panduan Konversi POME Menjadi Biogas Pengembangan Proyek di Indonesia*. Dokumen Teknis Winrock International, USAID.
- Agusman D. Rifky R. Buono A. K. 2017. Pengaruh Starter Ragi dalam Proses Pembentukan Biogas Limbah Buah. *Prosiding Seminar Nasional Teknoka*. 20: 36 – 43
- Almunijat, Ece. Sabilu, Yusuf. Ainurafiq. 2016. Analisis Risiko Kesehatan Pajanan Timbal (Pb) Melalui Jalur Inhalasi Pada Operator SPBU Kota Kendari. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Haku Oleo.
- Alwi, Juwitriani., Yasnani, Ainurafiq. 2016. Analisis Risiko Akibat Pajanan Timbal (Pb) Pada Masyarakat Yang Mengonsumsi Kerang Kalandeu Dari Tambak Sekitar Sungai Wanggu Dan Muara Teluk Kendari. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Halu Ole* : 1 - 15
- Andhika R. A. R, Tofan A. E. P. 2015. Pagaruh Paparan CH₄ dan H₂S Terhadap Keluhan Gangguan Pernapasan Pemulung Di TPA Mrican Kabupaten Ponogoro. *Jurnal Universitas Airlangga*. 1-14
- Arief, Latar Muhammad. *Metode Sampling Mata Kuliah Hygiene Industri IKK354*. Universitas Esa Unggul
- Arikunto, S. 2013. *Prosedur Penelitian : Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta : Rineka Cipta.
- ASTDR. 2004. *Toxicological Profile For Hydrogen Sulfide*. US Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
- ASTDR. 2005. *Public Health Assesment Gidance Manual*. Atlanta, GA: US Department of Health and Human Services Public Health and Human

Services. Public Health Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry.

- ASTDR. 2006. *Toxicological Profile for Hydrogen Sulfide*. US Department of Health and Human Services Public Health and Human Services. Public Health Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
- ASTDR. 2014. *Draft Toxicological Profile for Hydrogen Sulfide and Carbonyl Sulfide*. US department of Health and Human Services: Atlanta, US. Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
- Basri, S. Bujawati, E. Amansyah M. 2014. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (Model Pengukuran Risiko Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan). *Jurnal Kesehatan*. 7 (2)
- Beliles R. P. Beliles E. M. 1993. Phosphorus, Selenium, Tellurium and Sulfur In : Clayton GD, Clayton FE, eds. *Journal Patty's Industrial Hygiene and Toxicology*. 2(4) : 811 – 818
- Bennet. et al. 2014. *The Influence of Body Mass Index, Age and Gender On Current Illness: A Cross Sectional Study*.
- Black. J. M. dan Hawks J. H. 2005. *Medical surgical Nursing*. New York. Elseiver
- Brenneman K. A. et al. 2000. Olfactory Neuron Loss in Adult Male CD Rats Following Subchronic Inhalation Exposure to Hydrogen Sulfide. *Journal Occupational Environment*. 28: 326 - 333
- Carlsen H.K. 2014. Health effects of air pollution. *Iceland Department of Public Health and Clinical Medicine, Occupational and Environmental Medicine*) Umeå 2014
- ChemID. 2015. *Hydrogen sulfide and carbonyl sulfide*. National Library of Medicine. Chemical Identification; Chemical Identification File, dari <http://chem.sis.nlm.nih.gov/chemidplus>. [7 januari 2018]
- Costigan M. G. 2003. Hydrogen Sulfide: Uk Occupational Exposure Limits . *Occup Environ Med* 60:308–312
- Damayati D. S, Syahrul B, Dewi S. 2016 . Analisis Risiko Paparan Hidrogen Sulfida (H₂S) pada Peternak Ayam Broiler di Kecamatan Maiwa Kabupaten Enrekang Tahun 2016. *Jurnal Studi Kesehatan Masyarakat*, 3 :47 -56
- Danielsson, F. et al, 2009. *Analysis of H₂S incidents in geothermal and other industries*. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD).

- DECOS. 2006. *Hydrogen sulphide*. Health-based recommended occupational exposure limit, publication no 2006/070SH, Health Council of the Netherlands, The Hague. Dutch Expert Committee on Occupational Standards
- Deublein, D., Steinhauser, A. 2008. *Biogas from Waste and Renewable Resources*. 2nd Edition, Weinheim, WILEYVCH, Verlag.
- Ditjen PPM dan PL. 2001. *Parameter Pencemaran Udara dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*. Jakarta : Departemen Kesehatan RI
- Djafri, D. 2014. Prinsip dan Metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*. 8(2)
- Drapcho C.M., N. P. Nhuan, T. H. Walker. 2008. *Biofuels Engineering Process Technology*. United States: The McGraw-Hill Companies Inc.
- Drimal M, Lewis C. Fabianova E. 2010. Environmental Exposure To Hydrogen Sulfide In Central Slovakia (Ružomberok Area) In Context Of Health Risk Assessment. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*: 5 (1): 119-26
- EC. 2009. Establishing a third list of indicative occupational exposure limit values in implementation of Council Directive 98/24/EC and amending Commission Directive 2000/39/EC. *Official J. European Union*, L 338: 87-89. European Commission
- Fajriyah S. 2014. Analisis Risiko Kesehatan Paparan Sulfur Dioksida Pada Pekerja Di Area Produksi Asam Sulfat PT. Dunkiz Kimia Utama, Indralaya Tahun 2014. *Skripsi*. Universitas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya.
- Falahdina, Avita. 2017. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan PM_{2.5} Pada Pedagang Tetap Di Terminal Kampung, Rambutan. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Guidotti TL. 2010. Hydrogen Sulfide: Advances in Understanding Human Toxicity. *International Journal of Toxicology* : 29 (6): 659-681
- Guyton dan Hall. 2008. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Jayakarya: Penerbit Buku Kedokteran EGC
- Hambali E. et al. 2007. *Teknologi Bioenergi* . Jakarta: Penerbit Agromedia.
- Haryoto, Setyono., Prabang, Masykuri. 2014. Fate Gas Amoniak Terhadap Besarnya Resiko Gangguan Kesehatan Pada Masyarakat Di Sekitar

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Putri Cempo Surakarta. *Jurnal EKOSAINS*. 6 (6)

- HSDB. 2013. *Hydrogen sulfide*. National Library of Medicine, Hazardous , Hazardous Substances Data Bank, dari : <http://toxnet.nlm.nih.gov>. [29 Januari 2018]
- IPCS. 2003. *Hydrogen sulfide*. Concise International Chemical Assessment Document 53, WHO: Geneva. International Programme on Chemical Safety
- Istantinova, D. B. 2012. Pengaruh Kecepatan Angin, Kelembapan dan Suhu Udara Terhadap Konsentrasi Gas Pencemar Sulfur Dioksida (SO₂) Dalam Udara Ambien di sekitar PT. Inti General Yaha Steel Semarang. *Skripsi*. Semarang: Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro
- Jerez S. B. et al. 2016. Demonstrating the Effect of Trees for Controlling Particulate Matter, Hydrogen Sulfide and Odor from Poultry Buildings. *Final Project Report*. United States Department of Agriculture – Natural Resources Conservation Services
- Jonson. O. et al, 2003. *Sustainable Gas Enters The European Gas Distribution System*. Danish Gas Technology Center.
- Junaidi. 2007. Analisis dan Manajemen Risiko Pencemaran Sulfur Dioksida (SO₂) Udara Ambien pada Pedagang Kaki Lima di Terminal Bus Senen, Jakarta Pusat. *Skripsi*. Universitas Indonesia
- Kabouris, C. et al, 2009. Methane Recovery from The Anaerobic Codigestion of Municipal Sludge and FOG. *Biorec Tehno*. 100: 3701-3705
- Kemenkes 2012. *Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan*, dari : <http://perpustakaan.depkes.go.id:8180/handle/123456789/1824>. [27 Februari 2018]
- Kump LR, Pavlov A. & Arthur MA. 2005. Massive Release Of Hydrogen Sulfide To The Surface Ocean And Atmosphere During Intervals Of Ocean Anoxia. *Journal of Geology* 33:397- 400
- Liwijaya, Ketheen. 1992. *Olah Raga Sumber Kesehatan*. Bandung : Penerbit Advent Indonesia
- Louvar, J. F. dan B. D. Louvar. 1998. *Health and Environmental Risk Analysis: Fun – damental with Application*. New Jer-sey : Prentice Hall
- Mahawati, E. et al. 2006. Hubungan Antara Kadar Fenol Dalam Urin Dengan Kadar Hb, Eritrosit, Trombosit dan Leukosit (Studi Pada Tenaga Kerja Di

Industri Karoseri CV Laksana Semarang). *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia* 5(1) :1-11

- Martin, R. W., J. R. Michelcic., J. C. Crittenden. 2004. Design and Performance Characterization Strategy Using Modeling For Biofiltration Control Of Odorous Hydrogen Sulfide. *Journal Air Waste Manage.Assoc.*54 :834
- Maryani, Sri. 2016 . Potensi Campuran Sampah Sayuran dan Kotoran Sapi sebagai Penghasil Biogas. *Skripsi*. Universitas Islam Malik Ibrahim Malang
- Meo, S. A. et al. 2013. Effect Of Duration Of Exposure To Cement Dust On Respiratory Function Of Non Smoking Cement Mill Workers. *International Journal of Environment Research and Public Health*. 10 : 390 - 398
- Mengkidi, D. 2006. Gangguan Fungsi Paru dan Faktor – Faktor Yang Mempengaruhinya Pada Karyawan PT Semen Tonasa Pangkep Sulawesi Selatan. *Tesis*. Semarang:Universitas Diponegoro.
- MOL. 2010. *Current occupational exposure limits for Ontario workplaces required under Regulation 833*. Ottawa, Ontario, Canada: Canadian Minister of Labour. Dari: www.labour.gov.on.ca/english/hs/pdf/ontario_oels.pdf. Accessed May 2011. [12 April 2018]
- Moulin F. J. et al. 2002. Predicated Regional Flux of Hydrogen Sulfide Correlates with Distribution of Nasal Olfactory Lesions in Arts. *Journal Toxicology Sci*. 66 (1) : 7-15
- Mukono. 2002. *Epidemiologi Lingkungan*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Mungrephy N. K. Satwanti K, Rahmi S. 2012. Relationship Between Nutrition Status, Respiratory Performance and Age: Study Among Tangkhul Naga Females of Northeast India. *Acta Biologica azegediensis*. 56 (1) : 31 – 56
- Napoli A. M. et al. 2006 . Full Recovery of Two Simultaneous Cases of Hydrogen Sulfide Toxicity. *Hydrogen Sulfide Toxicity* : pp. 47 – 50
- Ngan, M.A. 2000. Management Of Palm Oil Industrial Effluents. *Advance In Oil Palm Research*. Vol 2, Malaysian Palm Oil Board, Malaysia.
- Ni'mah, Lailan. 2014. Biogas From Solid Waste Of Tofu Production And Cow Manure Mixture: Composition Effect. *Jurnal Chemica*.1(1): 1-9
- Novalia, Sudarno,Dwi S. H. 2013. *Pengaruh Jumlah Kendaraan dan Faktor Meteorologi Terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di Jalan Ahmad Yani Kawasan Simpang Lima, Kota Semarang*. Program Studi Teknik Lingkungan. Universitas Diponegoro. Semarang.

- Novaviro 2008. *Methane Recovery By KS Anaerobic Digester Technology For Palm Oil Mill Effluent*. Novaviro Technology SDN BHD. Malaysia.
- NPIS. 2013. *Hydrogen Sulphide*. TOXBASE. National Poisons Information Service.
- Nukman, Atrisman. Et al. 2008. Analisis dan Manajemen Risiko Kesehatan Pencemaran Udara: Studi Kasus Di Sembilan Kota Besar Padat Transportasi. *Jurnal Ekologi Kesehatan*. 4 (2): 270 – 289
- OSHA. 2006. *Regulations (Standards-29 CFR 1910.1000)*. Occupational Safety & Health Administration, dari https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992&p_text_version=FALSE [20 Februari 2018]
- OSHA .2016. *Safety and Health Topics: Hydrogen Sulfide*. Occupational Safety & Health Administration, dari : 2018. <https://www.osha.gov/SLTC/hydrogensulfide/hazards.html> [20 Februari 2018]
- Pakpahan J. E. S. Wirsal H., Indra C. 2013 . Analisa Kadar H₂S (Hidrogen Sulfida) Dan Keluhan Kesehatan Saluran Pernapasan Serta Keluhan Iritasi Mata Pada Masyarakat Di Kawasan PT. Allegrindo Nusantara Desa Urung Panei Kecamatan Purba Kabupaten Simalungun Tahun 2013. *Jurnal Kesehatan Masyarakat* 3 (1): 1-9
- Prayoga, K , Putut H. S. 2011. Analisis Perhitungan Reaction Force Pada Discharge Point Dari Safety Valve Sistem Perpipaan Reaktor Nuklir. *Jurnal Ilmiah Re kayasa Perangkat Nuklir* : 360 - 365
- Rahman, A. 2005. *Prinsip – Prinsip Dasar, Metode, Teknik Dan Prosedur Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan*. Depok: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia
- Rahman, A. 2007a. *Analisis Risiko Secara Kuantitatif Makalah Seminar*. Depok Depok: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia
- Rahman, A. 2007b. *Public Health Assessment: Model Kajian Prediktif Dampak Lingkungan dan Aplikasinya untuk Manajemen Risiko Kesehatan*. ARKL. Jakarta, Indonesia: Pusat Kajian Kesehatan Lingkungan dan Industri FKM-UI.
- Ramadhona, M. 2014. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Amonia (NH₃) Pada Karyawan Di Area Produksi Amonia PT. Pupuk Sriwijaya Palembang Tahun 2014. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya

- Rattanapan C. et al, 2014. Health Risk assessment of Hydrogen Sulfide exposure among Workers in a Tahi Rubber Latex Industry. *Environment asia* 7(1) : 25-31
- Rifa'I B, Tri J. Yusniar H. D. 2016. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Gas Hidrogen Sulfida (H₂S) Pada Pemulung Akibat Timbunan Sampah Di Tpa Jatibarang Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(3):692-701
- Roflin, Eddy, 2011. Biostatistoka. Edisi Kedua. Palembang: SIMETRI
- Russell M. 2007. *Anaerobic Digestion – Gas Production*. Liepgartner, Biogas West.
- Salim, R. N. 2012. Analisis Risiko Kesehatan Paparan Benzena pada Karyawan di SPBU “X” Pancaronmas Depok Tahun 2011. Skripsi. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.
- SCOEL. 2007. *Hydrogen Sulphide - Occupational Exposure Limits and Biological Limit Values*. European Union. Scientific Committe on Occupational Exposure Limits
- Scarponi G.E. et al, 2015. Risk Assesment of Biogas Production and Upgrading Plant. *Chemical Engineering Transactions* 43: 1921 – 1926
- Seadi, T., Rutz, D. Prassl, H. 2008. *Biogas Handbook*. University Of Southern Denmark Esbjerg, Denmark.
- Singh A, Sharma B. R. 2008. Hydrogen Sulphide Poisoning: A Case Report Of Quadruple Fatalities. *Dept. of Forensic Medicine and Toxicology* 8(1):38-40
- Sianipar, R. H. 2009. Analisis Risiko Paparan Hidrogen Sulfida pada Masyarakat sekitar TPA Sampah Terjun Kecamatan Medan Marelan Tahun 2009. *Tesis*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Soemirat. 2009. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukamardi. 2013. *Energi Terbarukan Konsep Dasar Menuju Kemandirian Energi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Supriyadi, E. 2009. Penerapan Model Finite Length Line Source untuk Menduga Konsentrasi Polutan Sumber garis (Studi Kasus : Jl, M.H. Thamrin, DKI

Jakarta). *Skripsi*. Bogor: Departemen Geofisika dan Meteorologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.

Tampubolon. 2010. Pengaruh Kecepatan Angin dan Suhu Udara Terhadap Gas Pencemar Karbon Monoksida (CO) Di Udara Sekitar Kawasan Industri Medan (KIM).*Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam: Universitas Sumatera Utara.

Tiwari, R. R. 2009. Occupational Health Hazard In Sewage And Sanitary Workers. *Indian Journal of Occupational and Environment Medicine*. 12(3): 2465-85

Tenheun R.Savolainen H. Jappinen P. Changes In Haem Synthesis Associated with Occupational Exposure to Organic and Inorganic Sulphides. *Journal Clin Sci (Colch)*. 64 :187 -191

US EPA. 2003. *Integrated Risk Information System Toxicity Summary for Hydrogen Sulfide*. US Environmental Protection Agency

US EPA. 2003. *Toxicological review of hydrogen sulfide*. In support of summary information on the Integrated Risk Information System (IRIS). Washington, DC, USA. US Environmental Protection Agency

US EPA. 2010. *Human Health Risk Assessment Handbook*. US Environmental Protection Agency dari: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2013-12/documents/annual-report-2010.pdf>. [30 Januari 2018]

Wahyuni, SE, MP, Sri, 2013. *Biogas Energi Alternatif Pengganti BBM, Gas, dan Listrik*, Bogor. Penerbit: Agro Media.

Wardani, T. 2012. Perbedaan Tingkat Risiko Kesehatan Oleh Paparan PM₁₀, SO₂ dan NO₂ Pada Hari Kerja, Hari Libur dan Hari Bebas Kendaraan bermotor di Bundaran HI Jakarta. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.

Wellinger, A, A. Lindeberg. 2000. *Biogas Upgrading and Utilization – IEA Bioenergy*. Task 24, International Energy Association, France.

Wellinger, A, A. Lindeberg. 2003. *Hydrogen sulphide: Human health aspects*. World Health Organization, concise chemical assessment document, 53, 35 pp.

WHO. 2005. *Air Quality Guidelines For Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide And Sulfur Dioxide*.

WHO. 2011. *Guidelines for drinking-water quality - 4th ed.*, : Geneva. World Health Organization

Zheng, Y. et al. 2009. Anaerobic Digestion of Saline Creeping Wild Ryegrass for Biogas Production and Pretreatment of Particleboard Material. *Bioresource Technology*, 100, 1582-1588