

Risiko Paparan *Sulfur Dioksida* (SO₂) pada Masyarakat yang Bermukim Disekitar PT. PLN (Persero) Sektor Tello Tahun 2014

Putri Puspitasari Wahyuddin^{1*}, Andi Susilawaty², Azriful³, Syahrul Basri⁴

Abstract

Exhaust emissions released by power plants machines. There are various kinds of pollutants including SO₂. This industry is located that is surrounded by residential areas so that the people around him at risk for exposure to Sulfur Dioxide (SO₂).

This research aimed to analyze the magnitude of the risk of exposure to SO₂ on plant communities in the PT. PLN (Persero) Sektor Tello. This research used an observational method with the application of Environmental Health Risk Analysis (ARKL) approach. The sample of subjects of the this research were 104 respondents from four locations around the PT. PLN (Persero) Sektor Tello. Samples object consisted of 4 points ambient air sampling.

Results indicated that the average concentration of SO₂ were 0,0445925 mg/m³. The average rate of intake based on age and sex were 10.98 m³day⁻¹ and the average length of stay of respondents in research location which expressed as exposure duration was 21 years. Then, the average body weight was 58 kg. Likewise, it was found that the risks magnitude of exposure to SO₂ that measured in the Risk Quotient (RQ) by the air sampling time was 4. 1252.

Community surround the PT. PLN (Persero) Sektor Tello has a high risk of exposure to SO₂ exceeded the unite (RQ> 1) exposure have a low risk. It is suggested to those people to be alert and do periodic health checks and preventive efforts such as plant some vegetation to absorb the SO₂ gas.

Keywords : Risk Analysis, SO₂, RQ (Risk Quotient)

Pendahuluan

Kadar SO₂ tertinggi terdapat pada pusat industri di Eropa, Amerika Utara dan Asia Timur. Di Eropa Barat, 90% SO₂ adalah antropogenik. Di Inggris, 2/3 SO₂ berasal dari pembangkit listrik batu bara, di Jerman 50% dan di Kanada 63% (Yulaika, Siti, 2007 : 31).

Sulfur dioksida adalah salah satu spesies dari gas-gas oksida sulfur (SO_x). Gas ini sangat mudah

terlarut dalam air, memiliki bau namun tidak berwarna. Sebagaimana O₃, pencemar sekunder yang terbentuk dari SO₂, seperti partikel sulfat, dapat berpindah dan terdeposisi jauh dari sumbernya.

SO₂ dan gas-gas sulfur oksida lainnya terbentuk saat terjadi pembakaran bahan bakar fosil yang mengandung sulfur. Sulfur sendiri terdapat dalam hampir semua material mentah yang belum diolah seperti minyak mentah, batu bara, dan biji-biji yang mengandung metal seperti aluminium, tembaga, seng, timbal dan besi. Di daerah perkotaan, yang menjadi sumber sulfur utama adalah kegiatan

* Korespondensi : putriwahyuddin@yahoo.com

^{1,2,4} Bagian Kesehatan Lingkungan UIN Alauddin Makassar

³ Prodi Kesehatan Masyarakat UIN Alauddin Makassar

pemangkit tenaga listrik, terutama yang menggunakan batu bara ataupun minyak diesel sebagai bahan bakarnya, juga gas buang dari kendaraan yang menggunakan diesel dan industri-industri yang menggunakan bahan bakar batu bara dan minyak mentah (Dwiputra, 2013 : 133).

Banyaknya mesin-mesin yang digunakan PT. PLN (Persero) Wilayah VIII Sektor Tello, maka banyak pula gas emisi buang yang dihasilkan oleh mesin-mesin tersebut. Hal ini dapat di lihat dari data yang peroleh hasil pengukuran di Balai Besar Keselamatan Dan Kesehatan kerja Makassar pada bulan Desember 2013 menunjukkan rata-rata nilai $40,62 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan pada bulan April 2014 menunjukkan rata-rata nilai $27.138 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Berdasarkan dari standar $360 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ sesuai peraturan Gubernur Provinsi Sulawesi Selatan Nomor 69 tahun 2010.

Berdasarkan laporan diketahui bahwa jumlah kasus infeksi saluran pernapasan akut yang ditemukan pada tahun 2013 di wilayah kerja puskesmas Batua ditemukan sebanyak 7137 penderita penyakit ISPA dan 4089 penderita ISPA Akut (Puskesmas Batua, 2013).

Oleh karena itu, dibutuhkan metode analisis risiko kesehatan lingkungan untuk mengetahui seberapa besar risiko yang akan diterima oleh masyarakat sekitar PLN Sektor Tello.

Metode Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui besaran risiko paparan SO_2 di sekitar PT. PLN Sektor Tello dan menghitung rata-rata konsentrasi SO_2 , laju asupan, durasi paparan dan berat badan pada masyarakat di sekitar PT. PLN (Persero) Sektor Tello.

Penelitian ini menggunakan penelitian jenis kuantitatif yaitu berupa pengamatan pada sampel-sampel untuk mengetahui gambaran variabel yang diteliti yaitu paparan sulfur dioksida (SO_2) pada masyarakat yang bermukim di sekitar PT. PLN (Persero) Sektor Tello. Dengan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL)

Penelitian ini dilaksanakan di sekitar PT. PLN (Persero) Sektor Tello. Pengumpulan data terhitung

sejak 25 juni sampai 24 juli 2014.

Populasi subyek dalam penelitian ini adalah seluruh masyarakat yang bermukim di sekitar PT. PLN (Persero) Sektor Tello. Obyek dalam penelitian ini yaitu udara ambien yang ada di sekitar PT. PLN (Persero) Sektor Tello.

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini adalah pengambilan sampel secara *random sampling*. Sampel dalam penelitian ini adalah individu dewasa (> 17 tahun), laki-laki dan perempuan.

Metode pengumpulan data melakukan wawancara, responden ditimbang berat badannya, lama tinggal dan lama responden berada dalam lokasi penelitian dalam hitungan jam. Data-data yang telah diperoleh selanjutnya digunakan untuk menghitung asupan sulfur dioksida dalam udara yang masuk ke tubuh manusia melalui jalur inhalasi. Pengumpulan data dari PT. PLN (Persero) Sektor Tello yaitu berupa data hasil pengukuran udara ambient pada bulan juni 2014.

Hasil

Sampel subyek merupakan penduduk yang berada dalam lokasi penelitian sebanyak 104 responden dari semua lokasi. Pada lokasi I sebanyak 29 responden, lokasi II sebanyak 23 responden, lokasi III sebanyak 26 responden dan lokasi IV sebanyak 25 responden. Untuk selanjutnya dalam proses analisis hasil penelitian ini akan digunakan jumlah responden ini sebagai unit analisis dalam perhitungan ARKL, dimana individu merupakan organisme sasaran yang akan dihitung risikonya setelah terpajan oleh *agent* tertentu dalam hal ini yakni gas *sulfur dioksida*.

Pengumpulan data diperoleh dari hasil wawancara, penimbangan berat badan dan pengukuran sampel objek di lapangan. Data yang diperoleh kemudian dikumpulkan untuk diolah secara elektronik. Hasil analisis data kemudian ditampilkan dalam bentuk tabel disertai narasi.

Karakteristik responden yang diambil pada penelitian ini adalah jenis kelamin, umur, status pendidikan dan jenis pekerjaan di lokasi

penelitian. Jumlah responden yang berjenis kelamin laki-laki yaitu sebanyak 54 responden (51,9%), sedangkan perempuan sebanyak 50 responden (48,1%). Sebagian besar responden berada pada umur 31-40 tahun sebanyak 34 responden (32,7%) dengan tingkat pendidikan paling banyak tamatan SMA sebanyak 61 responden (58,7%). Sebanyak 27 responden (26,0%) dengan pekerjaan sebagai pegawai swasta.

Tabel 1 menunjukkan konsentrasi Sulfur Dioksida (SO_2) di sekitar PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit Tello. Konsentrasi tertinggi berada pada lokasi IV dengan konsentrasi $55.778 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan terendah berada di lokasi III dengan konsentrasi $34.492 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Konsentrasi Sulfur Dioksida (SO_2) berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengukuran di empat titik disekitar PT. PLN (Persero) Sektor

Pembangkit Tello.

Tabel 2 menunjukkan laju asupan harian responden. responden yang memiliki laju asupan harian $\geq 10.98 \text{ m}^3/\text{hari}$ sebanyak 48 responden (46,2%) dan responden yang memiliki laju asupan $< 10,98 \text{ m}^3/\text{hari}$ sebanyak 58 responden (53,8%). Nilai rata-rata laju asupan harian udara di lokasi penelitian $10,98 \text{ m}^3/\text{hari}$, laju asupan harian terendah adalah $5.17 \text{ m}^3/\text{hari}$ dan laju asupan tertinggi mencapai $15.12 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Tabel 3 menunjukkan Durasi Paparan responden. responden yang memiliki paparan ≥ 21.634 tahun sebanyak 51 responden (49,0%) dan responden yang memiliki durasi paparan < 21.634 tahun sebanyak 53 responden (51,0%). durasi paparan adalah 21.634 tahun. Responden terendah adalah 2 tahun dan tertinggi 43 tahun.

Tabel 1. Distribusi Konsentrasi Sulfur Dioksida (SO_2) Di Sekitar PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit Tello Tahun 2014

Lokasi	Konsentrasi Sulfur Dioksida (SO_2)
I	39,208
II	34.492
III	48.892
IV	55.778

Sumber : Data Sekunder, 2014

Tabel 2. Distribusi Laju Asupan Harian Responden Di Sekitar PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit Tello Tahun 2014

No	Laju asupan (m^3/hari)	n	Persentase %
1	≥ 10.98	48	46.2
2	< 10.98	58	53.8
	Total	104	100.0

Sumber : Data Primer, 2014

Tabel 3. Distribusi Durasi Paparan Responden Di Sekitar PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit Tello Tahun 2014

No	Durasi Paparan (Tahun)	n	Persentase %
1	≥ 21.634	51	49.0
2	< 21.634	53	51.0
	Total	104	100.0

Sumber : Data Primer, 2014

Tabel 4. Distribusi Berat Badan Responden Di Sekitar PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit Tello Tahun 2014

No	Berat Badan (kg)	n	Persentase %
1	≥ 58.46	53	51.0
2	< 58.46	51	49.0
Total		104	100.0

Sumber : Data Primer, 2014

Tabel 5. Distribusi Besaran Risiko Di Sekitar PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit Tello Tahun 2014

Besaran Risiko (RQ)	n	Persentase %
RQ ≤ 1	20	18.0
RQ > 1	84	82.0
Total	104	100,0

Sumber : Data Primer, 2014

Tabel 6. Distribusi Besaran Risiko Berdasarkan Konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) Di Sekitar PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit Tello Tahun 2014

Lokasi	Besaran Risiko			
	RQ ≤ 1		RQ > 1	
	n	%	n	%
I	4	21.0	24	28.0
II	7	32.0	18	21.0
III	5	26.0	21	25.0
IV	4	21.0	22	26.0
Total	20	100.0	84	100.0

Sumber : Data Primer, 2014

Tabel 4 menunjukkan berat badan responden. Responden yang memiliki berat badan ≥ 58.46 kg sebanyak 53 responden (51.0%) dan responden yang memiliki berat badan < 58.46 sebanyak 51 responden (49.0%). Nilai rata-rata dari data berat badan responden adalah 58.46 kg. Berat badan responden terendah adalah 40 kg dan berat badan tertinggi adalah 96 kg.

Besarnya **Tabel 5** menunjukkan distribusi besaran risiko (RQ). Besaran risiko (RQ) ≤ 1 sebanyak 20 orang (18.0%) sedangkan besaran risiko (RQ) > 1 sebanyak 84 orang (82.0%).

Tabel 6 menunjukkan hasil distribusi besaran risiko berdasarkan konsentrasi sulfur dioksida (SO₂). Pada lokasi I RQ ≤ 1 sebanyak 4 responden

(21.0%) sedangkan RQ > 1 sebanyak 24 responden (28.0%), lokasi II RQ ≤ 1 sebanyak 6 responden (32.0%) sedangkan RQ > 1 sebanyak 18 responden (21.0%), lokasi III RQ ≤ 1 sebanyak 5 responden (26.0%) sedangkan RQ > 1 sebanyak 21 responden (25.0%) dan lokasi IV RQ ≤ 1 sebanyak 4 responden (21.0%) sedangkan RQ > 1 sebanyak 22 responden (26.0%).

Pembahasan

Konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂)

Konsentrasi gas SO₂ yang diperoleh dari data sekunder di lokasi penelitian di pengaruhi oleh keadaan suhu, kelembaban dan kecepatan angin di lokasi penelitian.

Nilai rata-rata dari data hasil pengukuran pada bulan juni 2014 di empat lokasi adalah 44.5925 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ atau 0.0445925 mg/m^3 . Konsentrasi tertinggi berada pada lokasi IV dengan konsentrasi 55.778 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan terendah berada di lokasi III dengan konsentrasi 34.492 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Jika di dibandingkan nilai rata-rata data hasil pengukuran pada bulan maret 2014 adalah 27.138 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ atau 0.027138 mg/m^3 merupakan nilai konsentrasi yang cukup rendah di dibandingkan nilai konsentrasi pada bulan Juni 2014.

Adanya perbedaan konsentrasi di tiap-tiap lokasi pengambilan sampel udara ambient. Hal ini disebabkan karena lokasi yang mempunyai nilai konsentrasi tinggi berada dekat dengan mesin pembangkit dan arah angin bertiup kearah lokasi yang mempunyai konsentrasi tinggi. Sebaliknya lokasi yang mempunyai konsentrasi rendah berada agak jauh dari mesin pembangkit dan arah angin tidak bertiup kearah lokasi tersebut.

Hasil penelitian oleh Syahrul basri (2012) menunjukkan konsentrasi SO_2 pada pagi dan malam hari terdistribusi normal sehingga nilai rata – rata untuk konsentrasi SO_2 pada pagi dan malam hari yaitu nilai *mean* sebesar 0.283 mg/m^3 dan 0.216 mg/m^3 . Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi SO_2 di sekitar pabrik Semen Tonasa di Kecamatan Bungoro lebih tinggi pada pagi hari dibandingkan pada malam hari yang juga dipengaruhi oleh faktor kelembaban, suhu dan kecepatan angin pada saat pengambilan sampel udara ambient di empat lokasi. Selain itu, jika dilihat berdasarkan lokasi pengambilan sampel lokasi dengan konsentrasi SO_2 tertinggi baik pada pagi dan malam hari yakni lokasi 2 yaitu Desa Biringere RT 2 RW 6. Hal tersebut dikarenakan lokasi 2 merupakan lokasi yang paling terdekat dari pabrik Semen Tonasa dibandingkan 3 titik lokasi lainnya.

Laju Asupan Harian

Laju asupan harian adalah banyak udara yang mengandung SO_2 yang terhirup di lokasi penelitian. Data laju asupan harian diperoleh dari hasil perhitungan antara nilai rekomendasi dari US-EPA (0.03 m^3/jam) dengan lamanya (t) responden berada di lokasi penelitian dalam 24 jam.

Besarnya laju asupan berkaitan dengan lamanya responden berada di lokasi penelitian dalam sehari yang diketahui melalui pertanyaan dalam kuesioner mengenai rata-rata responden berada di lokasi dalam sehari. Rata-rata responden melakukan aktifitasnya masih dalam sekitar lokasi penelitian misalnya ibu rumah tangga yang kesehariannya lebih dominan tinggal di rumah, lokasi pasar berada pada sekitar lokasi penelitian, maupun orang dewasa yang tempat kerjanya juga masih mencakup dalam wilayah penelitian sehingga rata – rata lama responden berada di lokasi dalam sehari terhitung 24 jam. Oleh sebab itu, nilai laju asupan responden rata – rata tinggi, karena makin lama (jam/hari) responden berada dalam lokasi penelitian, maka makin besar nilai laju asupan yang diperoleh berarti makin besar juga risiko responden untuk terpapar udara yang mengandung gas SO_2 .

Nilai laju asupan sebesar 10,98 m^3/hari merupakan nilai laju asupan yang cukup besar. Hal ini dapat dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Syahrul Basri (2012) memperoleh kesimpulan nilai laju asupan sebesar 11.28 m^3/hari . Penelitian yang serupa juga dilakukan oleh Sianipar (2009) yang memperoleh kesimpulan nilai laju asupan 14,78 m^3/hari dengan jumlah responden yang memiliki nilai laju asupan harian $\geq 14,78 \text{ m}^3/\text{hari}$ lebih banyak daripada responden yang memiliki nilai laju asupan harian $< 14,78 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Durasi Paparan

Durasi paparan adalah lamanya waktu responden menghirup udara yang mengandung SO_2 di lokasi penelitian dalam satuan tahun. Rata-rata durasi paparan adalah 21.634 tahun. Responden terendah adalah 2 tahun dan tertinggi 43 tahun.

Tabel 3 menunjukkan Durasi Paparan responden. responden yang memiliki paparan ≥ 21.634 tahun sebanyak 51 responden dan responden yang memiliki durasi paparan < 21.634 tahun sebanyak 53 responden. hal ini dikarenakan pada lokasi tersebut rata – rata merupakan buruh atau pekerja di PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit Tello yang berasal dari luar kota yang baru menetap.

Semakin tinggi nilai durasi paparan maka se-

makin tinggi juga risiko responden untuk terpapar gas SO₂. Penelitian yang dilakukan oleh Daud dan Sedionoto (2010) juga memperoleh hasil bahwa orang yang tinggal lebih dari 5 tahun ke atas di sekitar Industri Makassar dengan radius antara 100-250 meter lebih berisiko 1.37 kali mengalami penurunan kapasitas fungsi paru (Daud dan Sedionoto, 2010).

Berat Badan

Berat badan yang di maksud adalah berat badan responden pada saat dilakukan penelitian dalam satuan kilogram (kg). Nilai rata-rata dari data berat badan responden adalah 58.46 kg. Berat badan responden terendah adalah 40 kg dan berat badan tertinggi adalah 96 kg. dari tabel 5.10 Responden yang memiliki berat badan \geq 58.46 kg lebih banyak daripada responden yang memiliki berat badan < 58.46 kg.

Berat badan akan mempengaruhi besarnya nilai risiko. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Sianipar (2009) pada masyarakat yang tinggal di sekitar TPA Sampah Terjun Medan, menunjukkan bahwa distribusi responden yang memiliki berat badan lebih dari 58 kg dan mempunyai nilai RQ > 1 berjumlah 16 (53%), sedangkan responden yang mempunyai berat badan kurang atau sama dengan 58 kg dan memiliki nilai RQ > 1 berjumlah 14 (47%). Namun, secara keseluruhan nilai RQ juga di pengaruhi oleh laju asupan, durasi paparan, frekuensi paparan dan waktu aktifitas dalam sehari.

Besar Risiko (RQ)

Besar Risiko (RQ) yang dimaksud adalah kemungkinan risiko terpapar SO₂ pada masyarakat di lokasi penelitian atau besarnya risiko masyarakat terpapar udara yang mengandung SO₂ di lokasi penelitain melalui perhitungan dengan membandingkan antara asupan dengan konsentrasi acuan. Nilai rata-rata dari data besar risiko (RQ) responden adalah 4.125205. Sehingga RQ rata-rata responden > 1, artinya responden tersebut mempunyai risiko untuk terpapar sulfur dioksida yang terkandung di udara ambient di lokasi tersebut dalam waktu 30 tahun ke depan.

Banyaknya responden yang mempunyai nilai

RQ > 1 dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jarak antara pemukiman dengan pembangkit listrik yang dekat sehingga mempengaruhi tingginya konsentrasi SO₂, lamanya responden berada dalam lokasi penelitian yang menentukan nilai laju asupan, waktu paparan dan durasi paparan yang terkait dengan lama menetap responden di dalam lokasi penelitian, serta berat badan responden.

Hasil perhitungan RQ dari total sampel 104. Nilai RQ >1 sebanyak 85 responden dan nilai RQ < 1 sebanyak 16 responden. Dominan responden yang mempunyai RQ > 1 adalah Ibu Rumah Tangga dan para pekerja/pegawai PT. PLN (Persero) Sektor Tello yang bermukim di sekitar lokasi penelitian.

Berdasarkan penelitian Syahrul Basri (2012) Hasil perhitungan RQ dari masing – masing responden di dapatkan nilai rata – rata RQ pada pagi hari adalah sebesar 1.089 dan pada malam hari sebesar 0.858 yang berarti masyarakat yang berada di sekitar pabrik Semen Tonasa Kecamatan Bungoro mempunyai probabilitas untuk menderita penyakit akibat terpapar gas SO₂ pada pagi hari sebesar 1.089 dan pada malam hari sebesar 0.858.

Kesimpulan

Rata-rata konsentrasi SO₂ dalam udara ambient disekitar PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit Tello tahun 2014 adalah 44.5925 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Rata-rata laju asupan udara yang mengandung SO₂ disekitar PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit Tello tahun 2014 adalah 10,98 m³/hari. Rata-rata durasi paparan terhadap SO₂ dalam udara ambient pada masyarakat disekitar PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit Tello tahun 2014 adalah 21.634 tahun. Rata-rata berat badan masyarakat yang terpapar SO₂ dalam udara ambient disekitar PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit Tello tahun 2014 adalah 58.46 kg. Rata-rata besaran risiko (RQ) gangguan kesehatan akibat terpapar SO₂ pada masyarakat yang bermukim disekitar PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit Tello adalah 4.125205. Berdasarkan hasil perhitungan besaran risiko (RQ) rata-rata masyarakat di sekitar PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit Tello memiliki RQ > 1

mempunyai risiko yang tinggi untuk terpapar SO_2 . Melaksanakan program penyuluhan kesehatan masyarakat dengan menginformasikan kepada masyarakat mengenai risiko kesehatan yang akan terjadi di kemudian hari. Disarankan untuk setiap rumah yang berada di sekitar PT. PLN (Persero) Sektor Pembangkit Tello agar menanam tumbuhan yang dapat menyerap polutan-polutan dari emisi gas buang khusus Sulfur dioksida

DAFTAR PUSTAKA

- Alqadri. 2013. *Analisis Resiko Paparan Nitrogen Dioksida Pada Pedangan Kali Lima Dikawasan terminal Malengkeri Makassar*. Skripsi UIN Alauddin Makassar
- Basri, Syahrul. 2012. *Risiko Paparan Sulfur Dioksida (SO_2) Dan Nitrogen Dioksida (NO_2) Pada Masyarakat Di Sekitar Pabrik Pt. Semen Tonasa Kabupaten Pangkep Sulawesi Selatan*. Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Rahman, A. (2007). *Public Health Assessment: Model Kajian Prediktif Dampak Lingkungan dan Aplikasinya untuk Manajemen Risiko Kesehatan*. Jakarta, Pusat Kajian Kesehatan Lingkungan dan Industri FKM-UI, www.fkm.ui.ac.id;
- Riyanto, Agus. 2011. *Aplikasi Metodologi Penelitian Kesehatan*. Yogyakarta : Nulia Medika.
- Sedionoto, Blego, dkk. *Analisis Risiko Konsentrasi SO_2 Dan $PM_{2.5}$ Terhadap Penurunan Kapasitas Fungsi Paru Penduduk Di Sekitar Kawasan Industri Makassar*. Lingkungan Tropis, vol.4, no.2, September 2010: 129-137. Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Hasanuddin Makassar Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Mula-warman Samarinda, 2010.
- Sianipar, Reihnard. *Analisis Risiko Paparan Hidrogrn Sulfide Pada Masyarakat Sekitar TPA Sampah Terjun Kecamatan Medan Marelan Tahun 2009*. Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara. 2009
- Suryani. Sri, dkk. *Model Sebaran Polutan SO_2 Pada Cerobong Asap PT. Semen Tonasa*. Disampaikan pada Konggres dan Seminar Nasional Badan Koordinasi Pusat Studi Lingkungan Hidup se Indonesia ke XX, 14 – 16 Mei 2010, Pekanbaru, Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH), Universitas Hasanuddin. 2010.
- Susanto, J, P. *Kualitas Udara Beberapa Kota Di Asia (Monitoring Kandungan SO_2 Udara Ambieudengan Passive Sampler)*. Peneliti Muda Pada Pusat Pengkajian Dan Penerapan Teknologi Lingkungan, Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi Lingkungan : 324 -329. Teknik Lingkungan, 2005.
- Syalbi, I. 2010. *Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Akibat Pencemaran Udara Lumpur Lapindo "kajian Imajinatif."* (Online),(<http://idanputri.blogspot.com/2010/07/analisis-risiko-kesehatan-lingkungan.html>, diakses 21 Mei 2014)
- Yulaika, Siti. *Paparan Debu Terhirup Dan Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Industri Batu Kapur (Studi Di Desa Mrisi Kecamatan Tanggunharjo Kabupaten Grobogan)*. Tesis Terpublikasikan Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang. 2007