

**HUBUNGAN KONSENTRASI H₂S DAN NH₃ DI UDARA
DENGAN KAPASITAS PARU PENDUDUK SEKITAR
TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) TAMANGAPA
ANTANG**

**SRI SULASTRI
P1801211008**



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013**

**HUBUNGAN KONSENTRASI H₂S DAN NH₃ DI UDARA
DENGAN KAPASITAS PARU PENDUDUK SEKITAR
TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR (TPA) TAMANGAPA
ANTANG**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi
Kesehatan Masyarakat

Disusun dan diajukan oleh

SRI SULASTRI

Kepada

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2013

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

N a m a : SRI SULASTRI

Nomor mahasiswa : P1801211008

Program Studi : Kesehatan Masyarakat

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar,

Yang Menyatakan

SRI SULASTRI

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah penulis senantiasa panjatkan kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang senantiasa melimpahkan Rahmat, Taufik, Nikmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Salam dan Shalawat senantiasa tercurahkan kepada Baginda Rasulullah Shallallahu 'Alaihi Wasallam beserta keluarga dan para sahabat beliau hingga akhir zaman.

Dalam menyelesaikan tesis ini, cukup banyak kendala yang dihadapi, tapi melalui usaha dan kerja keras, ketekunan dan keikhlasan serta adanya bantuan dari berbagai pihak, baik berupa data, bimbingan, petunjuk, nasehat maupun fasilitas lainnya yang telah penulis pergunakan dalam penyusunan tesis ini. Atas semuanya itu, pada kesempatan ini penulis dengan sepenuh hati ingin menyampaikan banyak ucapan terima kasih terutama kepada Bapak **dr. Hasanuddin Ishak, M. Sc, PhD**, selaku Ketua Komisi Penasehat dan Bapak **DR. dr. Noer Bahry Noor, M. Sc**, selaku anggota Komisi Penasehat atas segala bantuan, keikhlasannya dalam memberikan bimbingan serta waktu yang diluangkan kepada penulis sejak awal proposal penelitian sampai terselesaikannya penulisan tesis ini. Semoga amal kebaikan Bapak berdua bernilai pahala di sisi Allah Subhanahu Wa Ta'ala,amin.

Dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat, penulis juga menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak **Prof.Dr. Ir. Mursalim, M.Sc** selaku Direktur Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin dan Bapak **Dr. dr. Noor Bahry Noer, M. Sc.** selaku Ketua Program Studi Kesehatan Masyarakat pada Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin.
2. Bapak **Dr. Anwar Daud, SKM, M.Kes, EHS.,** selaku Ketua Konsentrasi Kesehatan Lingkungan beserta seluruh staf pengelola yang telah banyak membantu dan senantiasa memberikan motivasi kepada kami semua.
3. Bapak **Prof. Dr. Ir. Budimawan, DEA, Dr. dr. Arifin Seweng, MPH, dan Dr. Anwar Daud, SKM, M.Kes, EHS** selaku penguji atas segala masukan dan koreksi yang diberikan sekaligus tempat bertanya bagi penulis.
4. Bapak Gubernur Sulawesi Selatan, Walikota Makassar beserta jajarannya terutama Pihak Kecamatan Manggala, Kelurahan Tamangapa dan seluruh warga sekitar TPA Tamangapa atas bantuan dan kerjasamanya yang diberikan selama penulis melakukan penelitian.
5. Kepala Balai Besar Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) yang telah membantu melakukan pengukuran dan pemeriksaan hasil penelitian.
6. Teman-temanku seangkatan 2011 Program Pascasarjana Unhas, Program Studi Kesehatan Masyarakat khususnya pada Konsentrasi Kesehatan Lingkungan yang telah banyak membantu dan memberikan motivasi serta semangat kepada penulis. Rasa

persaudaraan, kebersamaan dan kekompakan yang kuat sejak dari awal perkuliahan hingga kita selesai akan selalu teringat sebagai moment terbaik dalam hidupku.

7. Kepada Suamiku, **Arif Rahmat Eka Putra, S. Pd**, dengan cinta dan dukungannya senantiasa menemani dalam suka maupun duka.
8. Kedua Orang tuaku, Bapakku **H. Machmud Madjid** dan Ibuku tersayang **Hj. Nikma Husain, SE** beserta saudara-saudariku semuanya, serta Isteriku yang kucintai karena ALLAH, secara tulus dan ikhlas mendoakan, memotivasi serta memberikan perhatian, semangat dan bantuan selama perkuliahan di Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Semoga kita semua selalu dalam Lindungan dan Rahmat Allah SWT, Amin.
9. Mereka yang namanya tidak sempat tercantum tetapi juga telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan sebagai sebuah karya ilmiah. Oleh karena itu merupakan suatu kehormatan jika para pembaca memberikan saran dan kritikan yang sifatnya membangun. Semoga karya tulis ini dapat memberikan manfaat sebagaimana mestinya, Amin..

Makassar,2013

SRI SULASTRI

ABSTRAK

SRI SULASTRI. *Hubungan Konsentrasi H₂S Dan NH₃ Di Udara Dengan Kapasitas Paru Penduduk Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Tamangapa Antang* (dibimbing oleh **Hasanuddin Ishak** dan **Noer Bahry Noor**)

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan konsentrasi gas H₂S Dan NH₃ dengan kapasitas paru penduduk di sekitar tempat pembuangan akhir sampah Tamangapa Antang.

Penelitian ini bersifat observasional dengan rancangan *cross sectional study*. Sampel yang diambil sebanyak 23 orang. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan dokumentasi. Data dianalisis menggunakan uji *statistic pearson correlation* dan *spermark rank* dengan tingkat kemaknaan 95% ($\alpha = 0,05$)

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi gas H₂S dan NH₃ di daerah sekitar TPA sebesar 0,0169 ppm dan 0,8133 ppm serta distribusi frekuensi kapasitas paru penduduk 43,5% normal dan 56,5% tidak normal. Hasil analisis bivariat menunjukkan bahwa adanya hubungan yang bermakna antara kapasitas paru dengan status gizi ($p = 0,012$), dan lama tinggal ($p = 0,018$). Ada hubungan antara konsentrasi gas H₂S Dan NH₃ di udara dengan kapasitas paru penduduk sekitar tempat pembuangan akhir sampah Tamangapa Antang.

Kata Kunci : Gas H₂S Dan NH₃, kapasitas paru, TPAS Tamangapa Antang

ABSTRACT

SRI SULASTRI. *Relationship Between the Concentration H₂S dan NH₃ and Lung Capacity of Residents Around the Area of Final Disposal of Tamangapa* (supervised by **Hasanuddin Ishak dan Noor Bahry Noer**)

The aim of the research is analyze the relationship between the concentration H₂S dan NH₃ on air and lung capacity of residents around the area of final disposal of tamangapa, Antang.

The research was an observational study with *cross sectional study* approach. The samples consisted of 23 people who fulfilled the requirements. The data were analyzed using *Pearson Correlation Statistic and Sperman rank correlation* with a significansi level of 95% ($\alpha = 0,05$).

The results of the research indicate that on average., the concentration of gas H₂S dan NH₃ around the area of final disposal is 0,0169 ppm and 0,8133 ppm. Frequency distribution of lung capacity of the residents is 43,5% normal and 56,5% abnormal. The results of bivariate analysis indicate that there is a significant relationship between lung capacity and nutrient status ($p=0,012$) and the lenght of stay ($p=0,018$). There is also a relationship between the concentration of gas H₂S dan NH₃ on air and lung capacity of residents around the area of final disposal of tamangapa, Antang

Key Words : Gas H₂S and NH₃, Lung Capacity, Final Disposal of Tamangapa Antang.

DAFTAR ISI

	halaman
PRAKATA	i
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar belakang	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian	8
D. Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tinjauan Tentang Sampah	10
B. Tinjauan Tentang Gas Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	11
C. Tinjauan Tentang Gas Amonia (NH ₃)	14
D. Tinjauan Tentang Saluran Pernapasan	16
E. Dampak Gas Hidrogen Sulfida terhadap Manusia	28
F. Mekanisme Gas Hidrogen Sulfida terhadap Pernapasan	30
G. Dampak Gas Amonia terhadap Manusia	31
H. Mekanisme Gas Amonia terhadap Pernapasan	33

I. Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Kapasitas Paru	34
J. Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi H ₂ S dan NH ₃	45
K. Beberapa Penelitian Tentang Hubungan Gas H ₂ S dan NH ₃ dengan Kapasitas Fungsi Paru	50
L. Kerangka Teori	52
M. Kerangka Konsep	54
N. Definisi Operasional dan Kriteria Obyektif	55
O. Hipotesis	58
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Desain Penelitian	60
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	60
C. Populasi Dan Sampel Penelitian	63
D. Instrumen Penelitian	65
E. Teknik Pengumpulan Data	65
F. Metode Pengolahan dan Analisis Data	69
G. Penyajian Data	70
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	70
B. Pembahasan	79
BAB IV PENUTUP	
A. Kesimpulan	89
B. Saran	89
\DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

Tabel	halaman	
I. 1	Data Tingkat Kebauan	3
II.1	Kualitas dan Kuantitas Kapasitas Paru	27
II.2.	Efek paparan gas H ₂ S pada manusia berdasarkan tingkat konsentrasi	29
II.3	Batas Ambang IMT (orang Indonesia)	37
II.4.	Beberapa Hasil Penelitian tentang Hubungan Gas H ₂ S dan engadengan Kapasitas Paru	50
III. 1	Data sepuluh penyakit terbesar di puskesmas Tamangapa Februari 2013	62
IV. 1	Distribusi Konsentrasi Parameter H ₂ S dan NH ₃ di Lokasi Sekitar TPA Tamangapa Antang Tahun 2013	71
IV. 2	Distribusi Kapasitas Paru Responden berdasarkan Penduduk yang bermukim di Lokasi Sekitar TPA Tamangapa Antang Tahun 2013	72
IV. 3	Distribusi responden berdasarkan Kelompok umur penduduk yang bermukim di Lokasi Sekitar TPA Tamangapa Antang Tahun 2013	73
IV. 4	Distribusi responden berdasarkan Lama Tinggal penduduk yang bermukim di Lokasi Sekitar TPA Tamangapa pada Tahun 2013	74
IV. 5	Distribusi responden berdasarkan Status Gizi penduduk yang bermukim di Lokasi Sekitar TPA Tamangapa Antang	75
IV. 6	Distribusi responden berdasarkan pendidikan penduduk yang bermukim di Lokasi Sekitar TPA Tamangapa pada tahun 2013	76
IV. 7	Distribusi responden berdasarkan Kebiasaan Olahraga penduduk yang bermukim di Lokasi Sekitar TPA	77

	Tamangapa Pada tahun 2013	
IV. 8	Distribusi Statistik Deskriptif Konsentrasi H ₂ S dan NH ₃ , FVC dan FEV ₁ , Umur, Status Gizi dan Lama Tinggal	78
IV. 9	Hubungan Kapasitas Paru dengan Umur Penduduk yang bermukim di daerah Sekitar TPA Tamangapa pada Tahun 2013	79
IV. 10	Hubungan Kapasitas Paru Penduduk dengan status gizi yang bermukim di daerah Sekitar TPA Tamangapa pada Tahun 2013	80
IV. 11	Hubungan Kapasitas Paru dengan Lama Tinggal Penduduk yang bermukim di daerah Sekitar TPA Tamangapa pada Tahun 2013	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar		halaman
II. 1	Sistem Pernapasan	17
II. 2	Tahap utama proses respirasi. RV, ventrikel kanan, LV, ventrikel kiri.	21
II. 3	Spirometer	25
II. 4	Kerangka Teori Penelitian	54
II. 5	Kerangka Konsep Penelitian	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Kuesioner Penelitian
2. Hasil Pemeriksaan Konsentrasi H₂S Dan NH₃ Di Daerah Sekitar TPA Dan Bukan Sekitar TPA
3. Hasil Pemeriksaan Kapasitas Fungsi Paru Penduduk Sekitar TPA
4. Data Responden
5. Hasil Pengolahan Data melalui SPSS Versi 16.01 for Windows
6. Dokumentasi Penelitian
7. Peta Lokasi Penelitian
8. Surat Izin Penelitian
9. Curriculum Vitae/Daftar Riwayat Hidup

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Lingkungan merupakan faktor penentu (determinan) utama status kesehatan. Berkurangnya kualitas lingkungan menyebabkan menurunnya derajat kesehatan, baik dari lingkungan udara, air maupun tanah. Meskipun sakit bukan satu-satunya variabel pembentuk derajat kesehatan, namun suatu komunitas tidak dapat dikatakan sehat ketika komunitas tersebut menderita sakit-sakitan. Sehat tidaknya suatu komunitas dapat ditandai dengan angka-angka morbiditas (kesakitan), mortalitas (kematian), serta angka harapan hidup. Kejadian penyakit merupakan inti persoalan kesehatan bahkan berimbas pada aspek kesejahteraan, produktivitas, dan kualitas manusia, baik perspektif individu sebagai anggota sebuah komunitas maupun masyarakat dalam sebuah wilayah.

Salah satu lingkungan yang dapat mempengaruhi derajat kesehatan penduduk sekitarnya adalah lingkungan tempat pembuangan sampah atau lingkungan TPA. Sampah dapat menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan dan menyebabkan penyakit. Menumpuknya sampah dapat menimbulkan gangguan kesehatan masyarakat, yaitu timbulnya berbagai penyakit dan pencemaran air, tanah serta polusi udara. Pada TPA sebagian besar sampah akan mengalami dekomposisi dan sebagian sulit atau bahkan tidak dapat terdekomposisi.

Tempat pembuangan sampah akhir di Kota Makassar bermuara pada satu lokasi, yaitu di Kelurahan Tamangapa. TPA Tamangapa terletak di Kecamatan Manggala, 15 km dari pusat kota Makassar. Memiliki luas lahan sekitar 14,3 ha dan hanya 70% dari kapasitas keseluruhan TPA yang digunakan. TPA Tamangapa didirikan tahun 1993 dan merupakan satu-satunya TPA di kota Makassar.

Berdasarkan catatan Dinas Kebersihan dan Lingkungan Hidup (2007), Makassar dengan jumlah penduduk lokal mencapai sekitar 1,3 juta jiwa, menghasilkan sekitar 3.800 m³ sampah perkotaan setiap harinya. Padahal kapasitas maksimum hanya sekitar 2.800 m³. Sekitar 87% sampah di Makassar merupakan sampah organik dan sekitar 13% adalah sampah anorganik, seperti plastik dan kertas. TPA ini menggunakan sistem *open dumping*. Sampah yang dibuang di tempat ini kebanyakan adalah sampah organik yang berasal dari pasar-pasar, akibatnya sampah lebih cepat membusuk dan menghasilkan polutan yang dapat mencemari lingkungan.

Pembusukan sampah akan menghasilkan antara lain gas metan (CH₄), gas ammonia (NH₃), dan gas hidrogen sulfida (H₂S) yang bersifat racun bagi tubuh. Gas-gas yang dihasilkan oleh TPA inilah yang menyumbang kontribusi pencemar bagi lingkungan dan menyebabkan menurunnya derajat kesehatan.

Kapasitas sampah yang sudah sangat berlebih di lokasi tersebut, dengan sistem pengumpulan sampah yang dibiarkan terurai dengan

proses pembusukan (*open dumping*), menyebabkan komposisi gas-gas pencemar udara juga semakin besar.

Berdasarkan Keputusan Menteri Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.50 Tahun 1996, dilampirkan data baku tingkat kebauan, yaitu :

Tabel I.1 Data Tingkat Kebauan

No	Parameter	Satuan	Nilai Batas	Metode Pengukuran	Peralatan
1	Amoniak (NH₃)	Ppm	2,0	Metode Indofenol	Spektrofotometer
2	Metil Merkaptan (CH ₃ SH)	Ppm	0,002	Absorpsi Gas	Gas Kromatograf
3	Hidrogen Sulfida (H₂S)	Ppm	0,02	a. Merkuri Tiosianat b. Absorpsi Gas	Spektrofotometer Gas Kromatograf
4	Metil Sulfida ((CH ₃) ₂ S)	Ppm	0,01	Absorpsi Gas	Gas Kromatograf
5	Stirena (C ₆ H ₈ CHCH ₂)	Ppm	0,1	Absorpsi Gas	Gas Kromatograf

Data rata-rata konsentrasi H₂S dan NH₃ dalam udara ambien di TPA Sampah Tamangapa yang ditemukan oleh Rahwan Ahmad (2011) yaitu 0,108 mg/m³ (0,077 ppm) dan 0,637 mg/m³ (0,91 ppm). Untuk gas H₂S diketahui telah melebihi baku tingkat kebauan, namun untuk NH₃ belum melebihi tingkat kebauan, namun kedua gas tersebut dinyatakan memiliki besaran risiko menderita penyakit akibat paparan berdasarkan laju asupan, lama paparan dan status gizi pemulung di TPA.

Gas Hidrogen Sulfida (H₂S) adalah gas yang tidak berwarna, mudah terbakar, dan memiliki bau seperti telur busuk. Beberapa nama

umum untuk gas ini adalah gas selokan, gas bau lembab, gas rawa dan gas kotoran. Hidrogen sulfida dapat menyebabkan sesak nafas dan bahkan melumpuhkan sistem saraf pusat. Efek tersebut dapat bervariasi tergantung pada tingkat dan durasi paparan gas hidrogen sulfida (OSHA, 2005).

Paparan terhadap konsentrasi rendah dari hidrogen sulfida dapat menyebabkan iritasi pada hidung, tenggorokan dan mata. Tingkat paparan dengan konsentrasi hidrogen sulfida yang paling tinggi (lebih besar dari 500 ppm) dapat menyebabkan kehilangan kesadaran bahkan kematian (ATSDR, 2005). Dalam Penelitian Lopez, dkk menemukan efek paparan gas H₂S telah merusak paru-paru tikus, paparan kondisi akut dengan konsentrasi dan durasi waktu paparan yang berbeda (EPA, 2003).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Reinhar R. Sianipar (2009) menyebutkan bahwa konsentrasi maksimum H₂S dalam udara ambient di TPA Terjun telah melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan, sehingga terdapat besaran risiko gangguan kesehatan pada masyarakat yang tinggal di sekitar TPA. Studi case control yang dilakukan oleh Kilburn (1997) melaporkan tidak ada gejala ketidaknyamanan langsung pada sistem pernafasan pada pekerja yang terkena 1 sampai 50 ppm H₂S untuk hitungan jam. Namun, sama dilaporkan terdapat keluhan sejumlah gejala pernafasan untuk paparan dengan durasi dua sampai enam tahun (Alberta, 2002).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Zhang Chunyu, dkk, (2003) menemukan bahwa terdapat perbedaan fungsi paru dari sampel control yang dideteksi pada tikus dengan sampel hipoksia tikus akibat gas H₂S.

Gas beracun yang juga dihasilkan oleh penguraian sampah yang berlangsung secara aerob maupun anaerob adalah gas amonia (NH₃). Amonia sangat mudah bereaksi dengan spesies asam kuat di atmosfer seperti asam nitrat dan asam sulfat, ammonia merupakan produk sampingan dari proses pembakaran yang bersumber dari kendaraan dan industri, juga dikenal sebagai partikulat halus berukuran 2.5µm. Partikel berdiameter kecil ini mampu mengganggu pernapasan. Masuk ke dalam jaringan paru-paru ke alveoli menyebabkan berbagai penyakit pernapasan seperti bronkitis, asma, dan batuk. Paparan konsentrasi tinggi amonia (500 sampai 5000 ppm) akan menyebabkan kematian dalam jangka waktu yang relatif singkat (Saif, 2009).

Sebuah studi di pabrik pupuk Eropa, terhadap pekerja dan staf administrasi. Menemukan bahwa pekerja yang terpapar oleh NH₃ di atas konsentrasi 18 mg/m⁻³ (26 ppm) secara signifikan telah mengalami batuk, dahak, dyspnoea mengi, dan asma, relatif lebih tinggi daripada mereka yang terkena paparan di bawah konsentrasi 18 mg/m⁻³. Penelitian yang lain untuk kasus perokok, ditemukan papara kronis akibat ammonia yang dapat mempengaruhi fungsi pernafasan. Temuan serupa juga telah tercatat dalam sebuah penelitian yang dilakukan di serangkaian pabrik yang memproduksi pupuk kimia, terdapat penurunan kinerja dalam tes

fungsi pernapasan pekerja apabila dibandingkan dengan kontrol akibat NH_3 (JD Pritchard, 2007).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Rahman Ahmad (2011) terhadap pemulung bahwa rata-rata konsentrasi NH_3 di TPA Sampah Tamangapa Antang tahun 2011 adalah $0,637 \text{ mg/m}^3$ (0,91 ppm), dan rata-rata besaran risiko (RQ) NH_3 adalah 0,77 yang berarti probabilitas untuk menderita penyakit akibat terpapar gas NH_3 adalah sebesar 0,77.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Meirinda (2008), menunjukkan kadar gas NH_3 di dalam rumah yang berada di sekitar TPA Sampah Terjun terendah adalah 0,07 ppm, sedangkan yang tertinggi adalah 1,03 ppm dengan rata-rata 0,4623 ppm. Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 829/Menkes/SK/VII/1999 tentang Persyaratan Kesehatan Perumahan (Kualitas Udara) konsentrasi gas NH_3 untuk lingkungan perumahan adalah tidak terdeteksi secara biologis.

Lokasi TPA Antang memiliki luas 14,3 ha dan di sekitarnya terdapat beberapa pusat aktivitas seperti tempat ibadah, sekolah, perkantoran dan pemukiman penduduk yang berlokasi kurang dari 1 km dari TPA.

Tercatat dalam BPS (2010), Luas area, jumlah rumah tangga dan data jumlah penduduk di kelurahan Tamangapa Kec. Manggala berturut-turut sebanyak $7,62 \text{ km}^2$, 1.941 rumah tangga, dan 7.686 jiwa. Dengan jumlah laki-laki dan perempuan sebanyak 3.643 jiwa dan 4.042 jiwa.

Berdasarkan data dari sumber Pusekesmas Tamangapa untuk bulan Januari–Desember 2012, penyakit ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut) merupakan penyakit dengan angka penderita terbanyak yaitu 4.059 dari sepuluh penyakit terbesar yang lainnya. Dan masih tercatat peringkat teratas di Bulan Januari dan Februari pada tahun 2013. Data tersebut menggambarkan bahwa jumlah penyakit terbanyak diderita oleh masyarakat di wilayah Tamangapa terkait dengan penyakit yang berhubungan dengan saluran pernapasan. Gangguan pernapasan tersebut dapat terjadi akibat faktor risiko lingkungan yaitu paparan gas beracun dari TPA.

Hubungan gas H_2S dan NH_3 di TPA Antang berdasarkan data-data diatas, dapat memberikan pengaruh terhadap fungsi pernapasan. Sehingga peneliti mencoba melakukan penelitian yang relevan untuk menganalisis hubungan konsentrasi Hidrogen Sulfida (H_2S) dan ammonia (NH_3) terhadap kapasitas paru penduduk sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPAS) Tamangapa Antang.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dirumuskan sebuah permasalahan adakah hubungan konsentrasi hidrogen sulfida (H_2S) dan amonia (NH_3) terhadap kapasitas paru penduduk sekitar tempat pembuangan akhir sampah (TPAS) Tamangapa Antang.

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisis hubungan konsentrasi Hidrogen Sulfida (H_2S) dan Amonia (NH_3) dengan kapasitas fungsi paru penduduk di daerah sekitar TPA Tamangapa Antang.
2. Untuk menganalisis hubungan kapasitas fungsi paru dengan umur penduduk di daerah sekitar TPA Tamangapa Antang.
3. Untuk menganalisis hubungan kapasitas fungsi paru dengan status gizi penduduk daerah sekitar di daerah sekitar TPA Tamangapa Antang.
4. Untuk menganalisis hubungan kapasitas fungsi paru dengan lama tinggal penduduk daerah sekitar di daerah sekitar TPA Tamangapa Antang.

A. Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan informasi bagi para penduduk sekitar TPAS Antang agar mereka dapat melakukan tindakan preventif dari penyakit yang disebabkan oleh gas-gas tersebut.
2. Hasil penelitian diharapkan menjadi bahan pertimbangan bagi dinas-dinas yang terkait untuk membuat bentuk pengolahan sampah pada TPA yang tidak memberikan dampak negatif bagi kesehatan penduduk.

3. Sebagai bahan pembelajaran bagi peneliti dalam menambah pengetahuan dan pengalaman berharga di masa yang akan datang dan sebagai bahan masukan bagi peneliti selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

P..... Tinj auan Tentang Sampah

Pertambahan penduduk memberikan sumbangsi yang sangat besar terhadap pertambahan volume sampah. Semakin banyaknya kebutuhan manusia menyebabkan zat sisa akan semakin banyak pula. Sampah merupakan bahan/benda padat yang dihasilkan dari aktivitas manusia yang tidak terpakai lagi, tidak disenangi dan dibuang.

Penguraian sampah disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme. Pembusukan sampah ini akan menghasilkan gas metana yang bersifat beracun bagi tubuh makhluk hidup. Sampah yang tidak dapat membusuk adalah sampah yang memiliki bahan dasar plastik, logam, gelas, dan karet. Untuk pemusnahannya dapat dilakukan dengan pembakaran namun dapat menimbulkan dampak lingkungan yang juga berbahaya bagi makhluk hidup.

Proses dekomposisi zat organik yang terkandung dalam sampah dapat berlangsung secara aerobik maupun anaerobik. Jika kadar oksigen cukup, maka penguraian akan berlangsung secara aerob, sehingga akan terbentuk gas-gas CO_2 , NH_3 , H_2S , PO_4 , dan SO_4 . Jika kadar oksigen rendah, maka penguraian sampah akan berlangsung secara anaerob

sehingga akan dihasilkan gas-gas NH_3 , CH_4 , H_2S yang berbau tidak enak (Suriawiria, 1986 dalam Meirinda, 2008).

Tempat pembuangan akhir sampah mempunyai fungsi yang sangat penting, namun dapat menimbulkan dampak yaitu menurunnya kualitas lingkungan yang disebabkan tumpukan sampah, menghasilkan berbagai polutan yang dapat menyebabkan pencemaran udara. Pemukiman yang berada di sekitar TPAS sangat beresiko bagi kesehatan penghuninya (Meirinda, 2008).

Q..... Tinj

auan Tentang Gas Hidrogen Sulfida (H_2S)

1..... Pen
gertian Gas Hidrogen Sulfida (H_2S)

Gas H_2S adalah rumus kimia dari gas Hidrogen Sulfida yang terbentuk dari dua unsur Hidrogen dan 1 unsur Sulfur. Satuan ukur Gas H_2S adalah ppm (part per million). Gas H_2S disebut juga gas telur busuk, gas asam, asam belerang atau uap bau. Gas ini dapat timbul dari aktivitas biologis ketika bakteri mengurai bahan organik dalam keadaan tanpa oksigen (aktivitas anaerobic) (ELNUSA, 2012).

Hidrogen sulfida juga dikenal dengan nama sulfana, sulfur hidrida, gas asam (*sour gas*), *sulfurated hydrogen*, asam hidrosulfurik, dan gas limbah (*sewer gas*). [IUPAC](#) menerima penamaan "hidrogen

sulfida" dan "sulfana"; kata terakhir untuk penggunaan lebih eksklusif ketika menamakan campuran yang lebih kompleks (Wikipedia, 2012).

2..... Sifat dan Karakteristik Gas H₂S

Beberapa sifat kimia dan fisika yang hidrogen sulfide tercantum di menurut National Library of Medicine, Hazardous Substances Data Bank (HSDB, 1998).

Nomor CAS registry: 7783-06-4

Molekul rumus: H₂S

Molekul Berat: 34.08

Tekanan uap: 15.600 mm Hg pada 25°C

Densitas: 1,5392 g/L pada 0°C, 760 mm Hg

Titik didih: -60,33°C

Kelarutan dalam air: 3980 mg/L pada 20°C

Disosiasi konstanta: pKa1 = 7.04; pKa2 = 11,96

Faktor konversi: 1 ppm = 1,39 mg/m⁻³

Gas H₂S mempunyai sifat dan karakteristik antara lain :

- Tidak berwarna tetapi mempunyai bau yang khas seperti telur busuk pada konsentrasi rendah sehingga sering disebut sebagai gas telur busuk.
- Merupakan jenis gas beracun.

- Dapat terbakar dan meledak pada konsentrasi LEL (*Lower Explosive Limit*) 4,3% (43000 ppm) sampai UEL (*Upper Explosive Limit*) 46% (460000 ppm) dengan nyala api berwarna biru pada temperature 500°F (260°C).

- Berat jenis gas H₂S lebih berat dari udara sehingga gas H₂S akan cenderung terkumpul di tempat / daerah yang rendah. Berat jenis gas H₂S sekitar 20 % lebih berat dari udara dengan perbandingan berat jenis H₂S : 1,2 atm dan berat jenis udara : 1 atm.

- H₂S dapat larut (bercampur) dengan air (daya larut dalam air 437 ml/100 ml air pada 0°C; 186 ml/100 ml air pada 40°C).

- H₂S bersifat korosif sehingga dapat mengakibatkan karat pada peralatan logam (ELNUSA, 2012).

3..... Sumber Gas H₂S

Gas H₂S terbentuk akibat adanya penguraian zat-zat organik oleh bakteri. Oleh karena itu gas ini dapat ditemukan di dalam operasi pengeboran minyak/gas dan panas bumi, lokasi pembuangan limbah industri, peternakan atau pada lokasi pembuangan sampah (ELNUSA, 2012).

Hidrogen sulfida diproduksi ketika bahan organik yang mengandung belerang terurai. Produk ini dihasilkan dari reaksi kimia yang mudah ditemukan di kerak bumi dan dalam konsentrasi yang sangat rendah di atmosfer (Ilan Brat, 2007).

R. Tinj

auan Tentang Amonia (NH_3)

1. Pen

gertian Amonia (NH_3)

Amonia dalam bentuk murni, ini dikenal sebagai amonia anhidrat. Amonia juga diproduksi dalam tubuh manusia dan umumnya ditemukan di alam. Zat ini penting dalam tubuh sebagai sebuah blok bangunan atau protein yang membentuk molekul kompleks lainnya. Di alam, amonia dihasilkan dalam tanah dari proses bakteri. Gas ini juga diproduksi dari pembusukan tanaman dan hewan, serta limbah (Articlebase, 2008).

Amonia (NH_3) merupakan salah satu bahan kimia industri yang paling sering diproduksi di Amerika Serikat. Zat ini digunakan dalam industri dan perdagangan. Amonia sangat penting untuk proses biologi dan berfungsi sebagai prekursor untuk sintesis asam amino dan

nukleotida. Dalam lingkungan, amonia merupakan bagian dari siklus nitrogen dan diproduksi dalam tanah dari proses bakteri. Amonia juga diproduksi secara alami dari dekomposisi bahan organik, dan kotoran hewan (CCOHS, 2013).

2..... Sifat dan Karakteristik Amonia (NH₃)

Amonia adalah gas yang tidak berwarna yang memiliki bau tajam mencekik. Zat ini mudah larut dalam air untuk membentuk amonium hidroksida yang dapat menyebabkan iritasi dan luka bakar. Gas amonia mudah dikompresi dan membentuk cairan, tidak berwarna pada tekanan yang rendah. Hal ini biasanya dikirim sebagai cairan dikompresi dalam silinder baja. Amonia tidak mudah terbakar, namun kontainer amonia dapat meledak bila terkena panas tinggi. (Articlebase, 2008)

Beberapa sifat kimia / fisik amonia adalah:

- Pada suhu kamar, amoniak adalah gas, tidak berwarna yang memiliki bau tajam menyengat.
- Dalam bentuk murni, ini dikenal sebagai amonia anhidrat dan higroskopis (mudah menyerap kelembaban).
- Amonia memiliki sifat basa dan bersifat korosif.
- Gas amonia mudah larut dalam air untuk membentuk hidroksida amonium, kaustik dan basa lemah.
- Gas amonia mudah dikompresi dan membentuk cairan bening pada tekanan yang rendah (CCOHS, 2013).

3..... Sumber Amonia (NH_3)

Amonia dilepaskan dari sejumlah proses alami, dan dalam konsentrasi yang rendah terdapat di udara ambien. Di Eropa, pertanian dan peternakan merupakan sumber terbesar amonia, yang didapatkan dari gas kotoran ternak. Di Inggris, emisi amoniak telah diperkirakan sekitar 320.000 ton per tahun. Emisi dari peternakan sapi, babi, dan unggas sendiri mencapai sekitar 66% dari total tersebut dengan volatilisasi dari pemberian beberapa pupuk (seperti amonium karbonat). Dari sumber yang bukan peternakan dan pertanian, termasuk limbah lumpur, industri dan proses pembakaran dan kendaraan. Amonia juga diproduksi dalam usus manusia oleh bakteri (JD Pritchard, 2007).

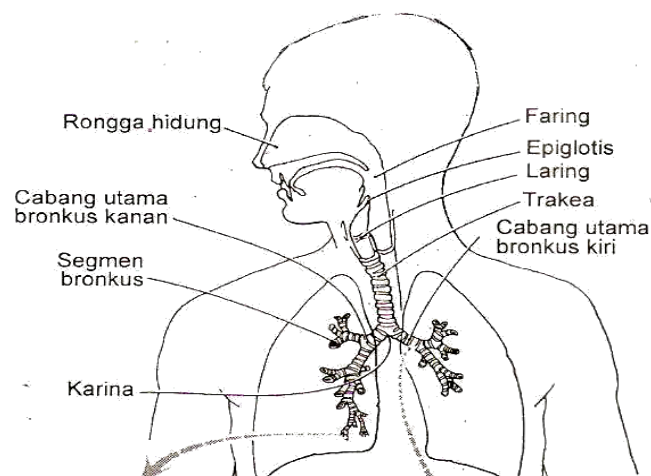
S..... Tinj

auan Tentang Saluran Pernafasan

Pernapasan secara harfiah berarti pergerakan oksigen (O_2) dari atmosfer menuju ke sel dan keluarnya karbon dioksida (CO_2) dari sel ke udara bebas. Pemakaian O_2 dan pengeluaran CO_2 diperlukan untuk menjalankan fungsi normal sel dalam tubuh, tetapi sebagian besar sel-sel tubuh tidak dapat melakukan pertukaran gas-gas langsung dengan udara, karena sel-sel tersebut letaknya sangat jauh dari tempat pertukaran gas tersebut. Karena itu sel-sel membutuhkan struktur tertentu untuk menukar maupun mengangkut gas-gas tersebut.

1. Anatomi Saluran Pernapasan

Saluran penghantar udara yang membawa udara ke paru-paru adalah hidung, faring, laring, trakea, bronkus, dan bronkiolus. Lihat Gambar II. 1



Gambar II. 1. Sistem Pernapasan

a. Hidung

Saluran pernapasan dari hidung sampai bronkiolus dilapisi oleh membran mukosa bersilia. Ketika masuk rongga hidung, udara disaring, dihangatkan dan dilembabkan. Partikel debu yang kasar disaring oleh rambut-rambut yang terdapat dalam lubang hidung, sedangkan partikel halus akan terjatuh dalam lapisan mucus. (Lorraine M. Wilson, 2006)

b. Faring

Faring (tekak) adalah pipa berotot yang berjalan dari dasar tengkorak sampai persambungannya dengan esofagus pada ketinggian tulang rawan krikoid, maka letaknya di belakang hidung (naso-farinx),

dibelakang mulut (oro-farinx) dan di belakang larynx (farinx-laringeal). Dari sinilah partikel halus akan tertekan atau dibatukkan keluar.

c. Laring

Udara mengalir dari faring menuju laring atau kotak suara. Laring terdiri dari rangkaian cincin tulang rawan yang dihubungkan oleh otot-otot dan mengandung pita suara. Ruang berbentuk segitiga diantara pita suara (yaitu glotis) bermuara ke dalam trakea dan membentuk bagian antara saluran pernapasan atas dan bawah. Glotis merupakan pemisah antara saluran pernapasan bagian bawah dan bagian atas. (Lorraine M. Wilson, 2006)

d. Trakea

Trakea merupakan saluran udara yang diperkuat cincin-cincin berbentuk U (Tapal Kuda), yang bagian posteriornya dihubungkan dengan suatu membran lentur. Saluran udara ini sebagian terletak di luar rongga dada, yakni di garis tengah bagian anterior leher. Setelah memasuki rongga dada, trakea agak berdeviasi ke kanan. (Steven Leher, 1991)

Struktur trakea dan bronkus dianalogkan dengan sebuah pohon, dan oleh karena itu dinamakan pohon trakeobronkial. Permukaan posterior trakea agak pipih dibandingkan dengan sekelilingnya karena cincin tulang rawan di daerah itu tidak sempurna, dan letaknya tepat di depan esophagus. Tempat trakea bercabang menjadi bronkus utama kiri dan kanan dikenal sebagai karina. Karina memiliki banyak saraf dan dapat

menyebabkan bronkospasme dan batuk berat jika dirangsang. (Lorraine M. Wilson, 2006)

e. Bronkus

Bronkus terbentuk dari belahan dua trakea pada ketinggian kira-kira vertebra torakalis kelima, mempunyai struktur serupa dengan trakea dan dilapisi oleh jenis sel yang sama. Bronkus-bronkus tersebut berjalan ke bawah dan ke samping ke arah paru-paru.

Bronkus kanan lebih pendek dan lebih lebar dari pada yang kiri terdiri dari 6-8 cincin, mempunyai 3 cabang serta sedikit lebih tinggi dari arteri pulmonalis dan mengeluarkan sebuah cabang kedua timbul setelah cabang utama lewat di bawah arteri, disebut bronkus lobus bawah. Bronkus lobus tengah keluar dari bronkus lobus bawah. Bronkus kiri lebih panjang dan lebih ramping dari yang kanan, terdiri dari 9-12 cincin mempunyai 2 cabang. (Ikram Hardi, 2010)

f. Bronkiolus

Bronkiolus merupakan bagian bronkus yang paling halus. Ia terdiri atas suatu lapisan tunggal sel-sel epitel yang diratakan. Ia tidak memiliki tulang rawan, tetapi disusun oleh muskulus, fibrosa dan jaringan elastis yang dihubungkan dengan kuboid epitelium. Apabila bronkiolus mengecil, jaringan fibrosa, dan muskulus menjadi tidak tampak. (Ikram Hardi, 2010)

g. Paru-paru

Paru-paru adalah organ berbentuk kerucut yang menempati rongga pleura. Paru-paru kanan terdiri dari tiga lobi : Superior, medialis, dan

inferior. Sedangkan paru-paru kiri hanya terdiri dari lobi superior dan inferior saja. Masing-masing lobus tadi terpisah satu sama lain oleh fisura. (Steven Leher, 1991)

Setiap lobus selanjutnya dibagi menjadi segmen-segmen yang disebut bronko-pulmoner, mereka dipisahkan satu sama lain oleh sebuah dinding jaringan konektif, masing-masing satu arteri dan satu vena. Masing-masing segmen juga dibagi menjadi unit-unit yang disebut lobulus. (Dorce Mengkidi, 2006)

2. Fisiologi Saluran Pernafasan

Menurut Steven Lehrer (1991) bahwa proses respirasi dapat dibagi dalam tiga proses mekanisme utama :

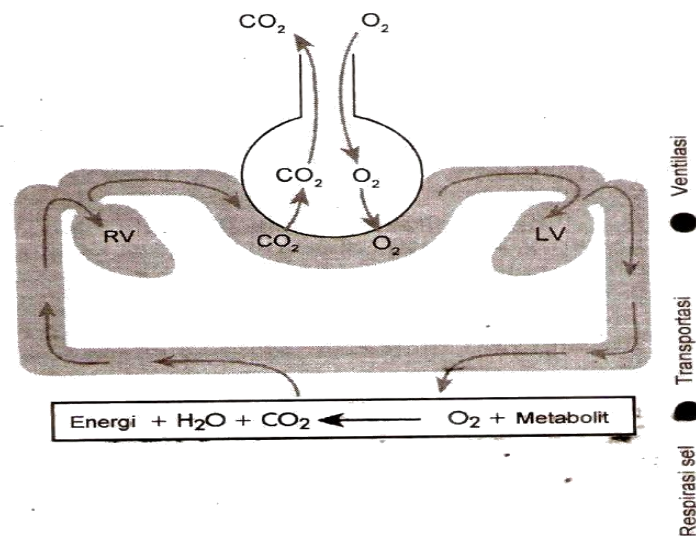
- Ventilasi Pulmonal, yaitu keluar masuknya udara antara atmosfer dan alveoli paru-paru.
- Difusi oksigen dan karbon dioksida antara alveoli dan darah.
- Transportasi oksigen dan karbon dioksida dalam darah dan cairan tubuh ke dan dari sel-sel.

Proses fisiologi pernapasan yaitu proses oksigen dipindahkan dari udara ke dalam jaringan-jaringan, dan karbon dioksida dikeluarkan ke udara ekspirasi, dapat dibagi menjadi tiga stadium seperti yang dilukiskan pada gambar II.2.

Stadium pertama adalah ventilasi, yaitu masuknya campuran gas-gas ke dalam dan keluar paru-paru. Stadium kedua, transportasi, yang harus ditinjau dari beberapa aspek :

- Difusi antara gas dan kapiler-kapiler paru (respirasi eksternal) dan antara darah sistemik dan sel-sel jaringan.
- Distribusi darah dalam sirkulasi pulmonary dan penyesuaiannya dengan distribusi udara dalam alveolus-alveolus.
- Dan reaksi kimia dan fisik dari oksigen dan karbon dioksida dalam darah.

Respirasi sel atau respirasi interna merupakan stadium akhir respirasi, yaitu saat zat-zat dioksidasi untuk mendapatkan energi, dan karbon dioksida terbentuk sebagai sampah proses metabolisme sel dan dikeluarkan oleh Paru-paru. (Lorraine M. Wilson, 2006)



Gambar II.2. Tahap utama proses respirasi. RV, ventrikel kanan, LV, ventrikel kiri.

3. Mekanisme Pernapasan

Mekanisme pernapasan terbagi atas inspirasi dan ekspirasi. Inspirasi merupakan proses aktif. Kontraksi otot inspirasi meningkatkan

volume intra toraks. Ekspirasi selama pernapasan tenang bersifat pasif, tidak ada otot yang menurunkan volume intra toraks. (W. F. Ganong, 1992)

4. Volume dan Kapasitas Paru

Udara dalam paru-paru telah dibagi atas empat volume berlainan dengan empat kapasitas berbeda-beda (nilai tersebut tergantung pada usia, jenis kelamin, dan tinggi badan).

a. Volume tidal (Tidal Volume/TV)

Volume udara inspirasi atau ekspirasi satu kali pada waktu bernapas normal, biasanya sekitar 500 mL.

b. Volume cadangan inspirasi (Inspiratory Reserve Volume/IRV)

Volume udara tambahan yang dapat dihisap diatas/melampaui volume tidal normal, biasanya sekitar 3.000 mL.

c. Volume cadangan ekspirasi (Expiration Reserve Volume/ERV)

Jumlah udara yang masih dapat dikeluarkan dengan ekspirasi kuat sehabis ekspirasi tidal normal, biasanya 1.100 mL.

d. Volume residual (Residual Volume/RV)

Volume udara yang masih tertinggal di dalam paru-paru setelah ekspirasi yang paling dipaksakan/kuat, biasanya sekitar 1.200 mL.

Jika keempat volume itu dijumlahkan, diperoleh volume maksimum sebatas itulah paru-paru dapat dikembangkan. Jika dua atau lebih volume tersebut dibicarakan sebagai satu kesatuan, maka dinamakan kapasitas pulmonal.

a. Kapasitas inspirasi (Inspiratory Capacity/IC)

Volume tidal ditambah dengan volume cadangan inspirasi, sekitar 3.500 mL. ini menunjukkan banyaknya udara yang dapat dihirup mulai dari tahap ekspirasi normal hingga mengembangkan paru-paru secara maksimal.

$$\text{Rumus} \quad : \text{IC} = \text{VT} + \text{IRV}$$

b. Kapasitas residu fungsional (Force Residual Capacity/FRC)

Volume cadangan ekspirasi ditambah dengan volume residual, sekitar 2.300 mL. Ini adalah jumlah udara yang tersisa di dalam paru-paru pada akhir suatu ekspirasi normal.

$$\text{Rumus} \quad : \text{FRC} = \text{ERV} + \text{RV}$$

c. Kapasitas vital (Vital Capacity/VC)

Volume cadangan inspirasi ditambah dengan volume cadangan ekspirasi, sekitar 4.600 mL. Ini adalah jumlah udara maksimum yang dapat dihembuskan seseorang yang dari paru-paru setelah sebelumnya diisi hingga maksimum dan kemudian diekspirasikan hingga maksimum pula.

$$\text{Rumus} \quad : \text{VC} = \text{VT} + \text{IRV} + \text{ERV}$$

d. Kapasitas total paru-paru (Estimated Vital Capacity/EVC)

Volume maksimum, sampai batas itulah paru-paru dapat dikembangkan dengan usaha inspirasi yang sebesar mungkin, sekitar 5.800 mL (ini meliputi kapasitas vital dan volume residual).

Rumus : $EVC = VT + IRV + ERV + RV ; VC + RV$ (Steven Lehrer, 1991).

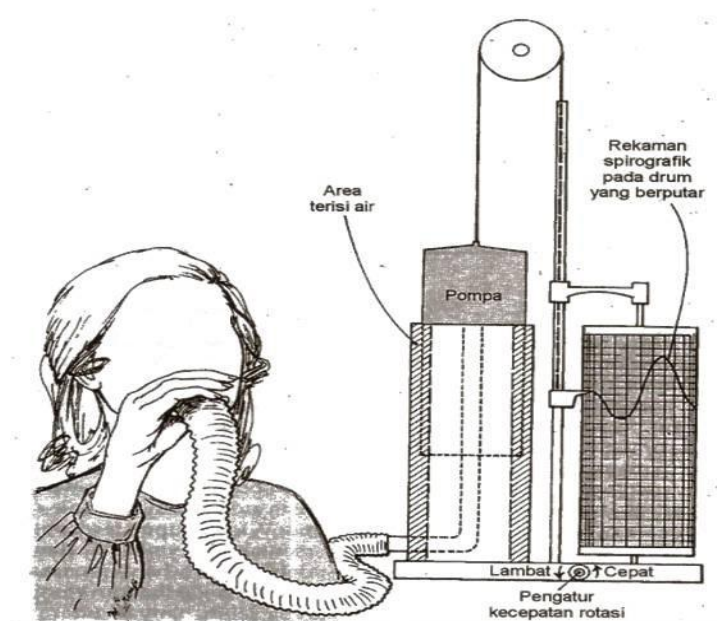
5. Metode Pengukuran Pernapasan

Pergerakan pernapasan dapat diukur dengan menggunakan alat yang mengukur perluasan dada atau spirometer merekam, yang juga memungkinkan pengukuran pemasukan dan pengeluaran gas. Karena volume gas bervariasi sesuai suhu dan tekanan, serta karena jumlah uap air dalamnya bervariasi, maka penting mengoreksi pengukuran pernapasan yang melibatkan volume ke kelompok keadaan standar yang dinyatakan (W. F. Ganong, 1992).

Spirometer adalah suatu alat sederhana yang dilengkapi oleh pompa atau bel yang akan bergeser pada waktu pasien bernafas kedalamnya melalui sebuah katup dan tabung seperti terlihat pada gambar 3. Pada waktu menggunakan spirometer, grafik akan merekam pada sebuah drum yang dapat berputar dan sebuah pena pencatat. Spirometer langsung dengan memakai computer pada waktu pasien berada di tempat tidur sering dilakukan (Lorraine M. Wilson, 2006).

Pengukuran volume paru statis dalam praktik digunakan untuk mencerminkan elastisitas paru dan toraks. Pengukuran yang paling berguna adalah VC, EVC, FRC dan RV. Penyakit yang membatasi pengembangan paru (gangguan restriktif) akan mengurangi volume-volume ini. Sebaliknya, penyakit yang menyumbat saluran nafas hampir selalu dapat meningkatkan FRC dan RV akibat hiperinflasi paru. EVC

dapat normal atau meningkat, dan VC seringkali menurun. Pada penyakit paru dengan RV yang meningkat karena udara yang terperangkap, VC harus menurun dalam jumlah besar, karena EVC relative stabil (kecuali bila sebagian paru telah diangkat pada saat pembelahan) dan karena $EVC = RV + VC$ (Lorraine M. Wilson, 2006).



Gambar II.3. Spirometer

6. Pengukuran Kapasitas Paru

Tubuh harus bekerja untuk mengatasi resistensi gabungan dari toraks, paru dan abdomen, agar udara dapat masuk dan keluar paru. Pekerjaan ini (dalam bentuk pengadaan energi untuk menggerakkan pernapasan dada) dinamakan kerja pernapasan. Dua jenis resistensi tersebut yaitu : resistensi elastik dan nonelastik.

Resistensi nonelastik diperkirakan dengan mengukur volume ekspirasi paksa dan kecepatan aliran udara. Pengukuran ini dilakukan dengan spirometer.

a) Kapasitas Vital Paksa/Force Vital Capacity (KVP/FVC)

Pengukuran kapasitas vital yang didapat pada ekspirasi yang dilakukan sekuat dan secepat mungkin. Volume udara ini dalam keadaan normal sama dengan VC, tetapi mungkin sangat berkurang pada pasien obstruksi saluran nafas karena penutupan dini saluran nafas yang kecil dan akibat udara yang terperangkap.

b) Volume Ekspirasi Paksa/Force Expiration Volume (VEP/FEV)

Volume standar yang dapat diekspirasi dalam waktu standar selama tindakan FVC. Biasanya diukur dalam detik pertama ekspirasi yang dipaksakan. Ini disebut FEV₁/VEP₁. VEP merupakan petunjuk yang sangat berharga untuk mengetahui adanya gangguan kapasitas paru dan nilai yang kurang dari 1 L selama detik pertama menunjukkan adanya gangguan fungsi berat.

FEV sebaiknya selalu dihubungkan dengan FVC atau VC. Individu normal dapat menghembuskan nafas sekitar 80% dari kapasitas vitalnya dalam satu detik, dinyatakan sebagai rasio FEV₁/FVC. Rasio ini besar sekali manfaatnya untuk membedakan penyakit-penyakit yang menyebabkan obstruksi saluran pernapasan dan penyakit-penyakit yang menyebabkan paru tidak dapat berkembang sepenuhnya. Pada penyakit obstruktif seperti bronchitis kronik atau emfisema, terjadi pengurangan

FEV₁ yang lebih besar dibandingkan dengan VC, sehingga rasio FEV₁/FVC kurang dari 80%. Pada penyakit restriktif parenkim paru, misalnya sarkoidosis, FEV₁ dan FVC atau VC mengalami penurunan dengan perbandingan yang kurang lebih sama, dan perbandingan FEV₁/FVC tetap sekitar 80% atau lebih (Lorraine M. Wilson, 2006)

Tabel II.1. Kualitas dan Kuantitas Kapasitas Paru

Kelas	Derajat Kerusakan	Restriktif		Obstruktif	
		VC %	FEV ₁ /FVC	VC %	FEV ₁ /FVC
0	Normal	>80	>75	>80	>75
I	Ringan	60 – 80	>75	>80	60 – 75
II	Sedang	50 – 60	>75	>80	40 – 60
III	Berat	35 – 50	>75	↙	<40
IV	Sangat Berat	<35	N/↙	↘↘	<40

(Afan Fatkhur, 2010)

T. Dam

pak Gas Hidrogen Sulfida (H₂S) Terhadap Manusia

Gas H₂S yang terhirup akan masuk kedalam pembuluh darah lewat paru paru. Untuk melindunginya tubuh akan mengoksidasinya (memecah senyawa) menjadi senyawa yang tidak berbahaya. Jika terlalu banyak menghirup H₂S, maka tubuh akan mengalami keracunan dan akan

melumpuhkan sistem pernafasan, sehingga bisa mengakibatkan kematian. Gas H_2S bersifat racun yang menempati kedudukan kedua setelah Hydrogen Sianida (HCN) dan sekitar lima kali lebih beracun dari karbon monoksida (CO).

Gas H_2S sangat berbahaya jika terhirup masuk ke saluran pernafasan. Jika jumlah gas H_2S yang terserap ke dalam sistem peredaran darah melampaui kemampuan oksidasi dalam darah maka akan menimbulkan keracunan terhadap sistem syaraf. Setelah itu secara singkat segera diikuti terjadinya sesak nafas dan kelumpuhan (paralysis) pernafasan pada konsentrasi tinggi. Jika penderita tidak segera dipindahkan ke ruangan berudara segar dan diberikan bantuan pernafasan maka akan segera terjadi kematian akibat kelelahan (asphyxiation). Pengaruh gas H_2S pada konsentrasi rendah akan mengakibatkan terjadinya gejala pusing, mual, rasa melayang, batuk-batuk, gelisah, mengantuk, rasa kering dan nyeri di hidung, tenggorokan, dan dada (Ahmad Jauhari, 2008).

Tabel II.2. Efek paparan gas H_2S pada manusia berdasarkan tingkat konsentrasi

Tingkat H_2S (PPM)	Efek pada manusia
0.13	Bau minimal yang masih terasa
4.6	Mudah dideteksi, bau yang sedang
10	Permulaan iritasi mata

27	Bau yang tidak enak dan tidak dapat ditoleransi lagi.
100	Batuk, iritasi mata dan kehilangan rasa penciuman setelah 2 sampai 5 menit
200 – 300	Ditandai dengan konjunktivitis (pembengkakan mata) dan iritasi sistem pernafasan setelah 1 jam kontaminasi.
500 – 700	Kehilangan kesadaran cessasi (berhenti atau berhenti sejenak) sistem respirasi dan kematian
1000-2000	Ketidaksadaran seketika, dengan cessasi awal pernafasan dan kematian dalam beberapa menit. Kematian dapat terjadi meskipun korban segera dibawa ke udara terbuka

Sumber : American National Standards Institute (ANSI Standard No. Z37.2-1972)

Efek fisik gas H₂S pada tingkat rendah dapat menyebabkan terjadinya gejala-gejala sebagai berikut :

- Sakit kepala atau pusing
- Badan terasa lesu
- Hilangnya nafsu makan
- Rasa kering pada hidung, tenggorokan dan dada
- Batuk – batuk
- Kulit terasa perih

U.....Mek

anisme Hidrogen Sulfida (H₂S) Terhadap Pernafasan

Pengaruh H₂S terhadap tubuh manusia dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Pada saat H₂S terhirup lewat saluran pernafasan, maka gas H₂S akan mengiritasi selaput lendir yang menutupi saluran nafas. Iritasi ini akan meliputi bagian hidung, tenggorokan dan pada jaringan paru – paru.
2. Dalam kondisi normal, di dalam paru – paru, oksigen akan diserap ke dalam darah dan ditransportasikan ke seluruh tubuh oleh Hemoglobin (sel darah merah). Jika seseorang menghirup udara yang telah tercampur dengan gas H₂S maka komposisi oksigen didalam darah akan tergantikan oleh H₂S, sehingga akan terjadi kekurangan oksigen pada sel tubuh. Aliran darah yang membawa H₂S akan mengalir sampai ke otak dan akan menyerang pusat pengendali sistem pernafasan dan melumpuhkan syaraf indera penciuman.
3. H₂S yang tercampur dengan air pada paru-paru akan menghasilkan asam lemah. Asam lemah didalam paru-paru akan menyebabkan paru-paru melepuh dan bengkak. Akibat fatalnya adalah paru-paru akan melemah dan berhenti bekerja, sehingga seseorang dapat hilang kesadaran dan meninggal.

Cara H₂S secara fisik mempengaruhi seseorang tergantung kepada kepada faktor-faktor sebagai berikut:

1. **Waktu (Lamanya)** – jangka waktu yang bersangkutan terkena gas tersebut.
2. **Frekuensi (Kekerapan)** – seberapa sering yang bersangkutan terkena gas tersebut.
3. **Intensitas** – seberapa banyak konsentrasi gas yang mengenainya.
4. **Tingkat kerentanan pribadi** – kondisi fisiologi yang bersangkutan.

Batas pengaruh yang dapat diterima adalah sebagai berikut:

1. **Waktu Delapan Jam Timbangan Rata-Rata (TWA = Time Weighted Average)** – untuk menghindari rasa tidak nyaman, konsentrasi TWA H₂S tidak boleh melebihi 10 ppm.
2. **Batas Pengaruh Waktu Singkat (STEL = Short Term Exposure Limit) atau Batas Pengaruh Jangka Pendek** – 15 ppm H₂S merupakan batas TWA seseorang untuk jangka waktu 15 menit yang tidak boleh diperpanjang dalam waktu satu hari kerja.

V. Dam pak Gas Amonia (NH₃) Terhadap Manusia

Gas amonia yang masuk ke dalam tubuh berakibat pada bernapas, berefek kontak dengan kulit, bereaksi dengan air untuk menghasilkan amonium hidroksida. Zat kimia ini sangat korosif dan merusak sel dalam tubuh (USC, 2008).

Amonia dan amonium hidroksida bersifat korosif dan dapat dengan cepat menembus mata dan dapat menyebabkan cedera permanen. Oleh

karena itu, percikan pada mata harus dianggap sebagai oftalmik darurat. Paparan pada kulit dapat mengakibatkan iritasi, iritasi tersebut tergantung pada konsentrasi, berupa luka bakar yang bersifat alkali.

Menelan zat amonia (amonium hidroksida) menyebabkan pengaruh yang cepat dan tanda-tanda gejala termasuk nyeri pada mulut, tenggorokan dan dada, menyebabkan air liur berlebihan dan luka bakar ke saluran aerodigestive yang sifatnya alkali ekstensif. Paparan kronis amonia belum ditandai pada manusia. Beberapa penelitian yang menjadikan hewan sebagai sampel telah menunjukkan bahwa osteoporosis metabolik sekunder asidosis kronis mungkin terjadi (JD Pritchard, 2007).

Gejala iritasi juga terjadi pada tenggorokan, hidung dan saluran pernapasan. Peningkatan lakrimasi, batuk, serta gangguan pernapasan mungkin terjadi. Paparan substansial dapat menyebabkan luka bakar dari rongga mulut, nasofaring, laring dan trakea, obstruksi jalan napas dan bronchiolar dan edema alveolar. Paparan konsentrasi besar gas amonia dapat berakibat fatal dalam beberapa menit. Dalam satu studi asosiasi tercatat ada hubungan paparan amonia dan batuk kering, batuk berdahak, bersin, dyspnoea dan asma, serta bersamaan dengan pengurangan fungsi paru-paru (JD Pritchard, 2007).

W.....Mek

anisme Amonia (NH₃) Terhadap Pernafasan

Paparan amonia dari menghirup gas atau uapnya merupakan keumuman paparan bagi kebanyakan manusia. Karena amonia terdapat secara alami dan terdapat dalam produk pembersih, dan dari sumber-sumber yang lain. Meluasnya penggunaan amonia di peternakan, di lokasi industri dan sifatnya komersial juga memungkinkan paparan gas ammonia (Departemen of Health New York, 2004).

Gas amonia anhidrat lebih ringan daripada udara, sehingga umumnya tidak menetap di daerah dataran rendah. Namun, dengan adanya kelembaban (seperti kelembaban relatif tinggi), gas amoniak cair anhidrat membentuk uap yang lebih berat daripada udara. Uap ini bisa menyebar ke permukaan tanah atau ke daerah dataran rendah dengan aliran udara yang buruk dan memungkinkan manusia terpapar (Departemen of Health New York, 2004).

Paparan konsentrasi tinggi amonia di udara menyebabkan pembakaran langsung pada saluran hidung, tenggorokan dan pernapasan. Hal ini dapat menyebabkan edema bronchiolar dan alveolar, serta gangguan pernapasan. Menghirup konsentrasi yang lebih rendah dapat menyebabkan batuk, dan hidung dan iritasi tenggorokan. Bau amonia memberikan peringatan dini terhadap kehadiran gas tersebut di sekeliling kita, dalam paparan yang lama bau tersebut dapat menyebabkan berkurangnya fungsi penciuman, dan mengurangi kesadaran (Departemen of Health New York, 2004).

X.....Fakt

or – Faktor Yang Mempengaruhi Kapasitas Paru

Banyak faktor yang mempengaruhi gejala saluran pernafasan dan gangguan kapasitas paru pada masyarakat adalah umur, status gizi, jenis kelamin, kebiasaan merokok, riwayat penyakit paru, lokasi tempat tinggal, lama paparan, kebiasaan berolahraga, riwayat pekerjaan dan lama kerja.

1..... Umu

r

Faal paru akan meningkat dengan bertambah usia, nilai faal paru mulai dari masa kanak – kanak terus meningkat sampai mencapai titik optimal pada usia 20 – 30 tahun. Sesudah itu terjadi penurunan, setelah mencapai titik pada usia dewasa muda, difusi paru, ventilasi paru, ambilan oksigen dan semua parameter paru akan menurun sesuai dengan perubahan usia. Sesudah usia pubertas anak laki – laki menunjukkan kapasitas faal paru yang lebih besar dari pada perempuan.

Usia merupakan variabel yang penting dalam hal terjadinya gangguan fungsi paru karena usia mempengaruhi kekenyalan paru sebagaimana jaringan lain alam tubuh. Semakin tua usia seseorang maka semakin besar kemungkinan terjadi penurunan fungsi paru terutama yang disertai dengan kondisi lingkungan yang buruk serta faktor lain yang akan memperburuk kondisi paru. Penurunan KVP dapat terjadi setelah usia 30 tahun, tetapi penurunan KVP akan cepat setelah usia 40 tahun. Faal paru sejak masa kanak-kanak bertambah volumenya dan akan mencapai nilai

maksimum pada usia 19 sampai 21 tahun. Setelah usia tersebut nilai faal paru akan terus menurun sesuai dengan pertambahan usia (Budiono, 2007).

Berdasarkan penelitian Mengkidi (2006), pada populasi pekerja pabrik semen di Sulawesi Selatan yang terpapar dengan debu semen menunjukkan bahwa usia merupakan faktor risiko untuk terjadinya gangguan fungsi paru. Selain itu juga, pada keadaan normal usia juga mempengaruhi frekuensi pernapasan dan kapasitas paru. Frekuensi pernapasan pada orang dewasa antara 16-18 kali permenit, pada anak-anak sekitar 24 kali permenit sedangkan pada bayi sekitar 30 kali permenit. Walaupun pada orang dewasa pernapasan frekuensi pernapasan lebih kecil dibandingkan dengan anak-anak dan bayi, akan tetapi KVP pada orang dewasa lebih besar dibanding anak-anak dan bayi. Dalam kondisi tertentu hal tersebut akan berubah misalnya akibat dari suatu penyakit, pernapasan bisa bertambah cepat dan sebaliknya.

2..... Stat us Gizi

Kesehatan dan daya kerja erat hubungannya dengan status gizi seseorang. Secara umum kekurangan gizi akan berpengaruh terhadap kekuatan daya tahan dan respon imunologis terhadap penyakit dan keracunan. Status gizi juga berperan terhadap kapasitas paru. Orang dengan postur kurus panjang biasanya kapasitas vital paksanya lebih besar dari orang dengan postur gemuk pendek.

Status gizi merupakan keadaan tubuh sebagai akibat konsumsi makanan dan zat-zat gizi. Indeks standar yang sekarang dipakai untuk menilai perkembangan gizi adalah Berat Badan (BB) terhadap Tinggi Badan (TB) yang ditinjau dari penggunaannya lebih mudah dan praktis serta tetap mempunyai dasar ilmiahnya atas dasar penelitian Puslitbang Gizi Departemen Kesehatan. Dalam hal ini status gizi dapat dibedakan menjadi: status gizi kurang, status gizi baik/normal dan status gizi lebih. Cara melakukan penggolongan tersebut adalah sebagai berikut:

- a) Berat Minimal dan Berat Maksimal untuk ukuran tinggi badan tertentu merupakan batas badan terendah dan tertinggi untuk ukuran tinggi badan tersebut. Bila berat badan dalam batas-batas tersebut maka anak dinyatakan mempunyai gizi baik/normal.
- b) Bila untuk tinggi badan tertentu mempunyai berat badan yang kurang dari berat badan minimal maka dinyatakan gizi kurang
- c) Bila tinggi badan tertentu mempunyai berat badan yang melebihi berat maksimal maka dinyatakan gizi lebih. (Khumaidah, 2009)

Keadaan kesehatan tersebut pada suatu waktu tertentu dapat ditentukan dengan Indeks Masa Tubuh (IMT). Indeks Masa Tubuh untuk orang Indonesia adalah sebagai berikut:

Tabel II.3. Batas Ambang IMT (orang Indonesia)

Keadaan	Kategori	IMT
Kurus	Kekurangan berat badan tingkat berat	<17,0

	Kekurangan berat badan tingkat ringan	17,0 – 18,4
Normal		18,5 – 25,0
Gemuk	Kelebihan berat badan tingkat ringan	25,1 – 27,0
	Kelebihan badan tingkat berat	>27,0

Sumber: pedoman Usaha Kesehatan Sekolah Dep Kes RI (2002)

Rumus untuk mengetahui IMT :

$$IMT = \frac{\text{Berat Badan (Kg)}}{\text{Tinggi Badan (m)} \times \text{Tinggi Badan (m)}}$$

Status gizi buruk akan menyebabkan daya tahan tubuh seseorang akan menurun, sehingga dengan menurunnya daya tahan tubuh, seseorang akan mudah terinfeksi oleh mikroba. Berkaitan dengan infeksi saluran nafas apabila terjadi secara berulang-ulang dan disertai batuk berdahak, akan dapat menyebabkan terjadinya bronchitis kronis. Salah satu akibat kurang gizi dapat menurunkan imunitas dan anti bodi sehingga seseorang mudah terserang infeksi seperti batuk, pilek, diare dan berkurangnya kemampuan tubuh untuk melakukan detoksifikasi terhadap benda asing seperti debu kayu yang masuk ke dalam tubuh (Murray dan Lopez, 2006 dalam Khumaidah, 2009).

3..... Jeni
s Kelamin

Sebagian besar nilai fungsi paru atau kapasitas paru pada wanita adalah lebih rendah dibandingkan kaum pria. Hal ini dimungkinkan pula

karena perbedaan anatomi atau fisiologis pada komponen-komponen sistem pernapasan (Dorce Mengkidi, 2006).

Kapasitas vital rata – rata pria dewasa muda lebih kurang 4,6 liter dan perempuan muda kurang lebih 3,1 liter, meskipun nilai – nilai ini jauh lebih besar pada beberapa orang dengan berat badan yang sama pada orang lain. Orang tinggi kurus biasanya mempunyai kapasitas vital lebih besar dari pada orang gemuk dan seorang atlet yang terlatih dengan baik mungkin mempunyai kapasitas vital 30 – 40% diatas normal yaitu 6 – 7 liter (Antaruddin, 2003).

Volume paru pria dan wanita terdapat perbedaan bahwa kapasitas paru total (kapasitas *inspirasi* dan kapasitas residu fungsional), pria adalah 6,0 liter dan wanita 4,2 liter (Lorriane. M. Wilson, 2006).

4..... Kebiasaan Merokok

Tembakau sebagai bahan baku rokok mengandung bahan toksik dan dapat mempengaruhi kondisi kesehatan karena lebih dari 2000 zat kimia dan diantaranya sebanyak 1200 sebagai bahan beracun bagi kesehatan manusia. Dampak merokok terhadap kesehatan paru-paru dapat menyebabkan perubahan struktur dan fungsi saluran nafas dan jaringan paru-paru. Pada saluran nafas besar, sel mukosa membesar (hipertropi) dan kelenjar mukus bertambah banyak (hyperplasia). Pada saluran nafas kecil terjadi radang ringan hingga penyempitan akibat bertambahnya sel dan penumpukan lendir. Pada jaringan paru-paru terjadi

peningkatan jumlah sel radang dan kerusakan alveoli. Akibat perubahan anatomi saluran nafas pada perokok akan timbul perubahan pada fungsi paru-paru dengan segala macam gejala klinisnya (Khumaidah, 2009).

Hubungan antara merokok dan kanker paru-paru telah diteliti dalam 4-5 dekade terakhir ini. Didapatkan hubungan erat antara kebiasaan merokok terutama sigaret dengan timbulnya kanker paru-paru. Bahkan ada yang secara tegas menyatakan bahwa rokok sebagai penyebab utama terjadinya kanker paru-paru. Partikel asap rokok seperti onpyrene, dibenzapyrene dan urethan dikenal sebagai bahan karsinogen. Bahan tar berhubungan dengan risiko terjadinya kanker paru (Khumaidah, 2009).

5. Riwayat Penyakit Paru

Adapun Penyakit yang dapat mempengaruhi Kapasitas Vital Paru-Paru seseorang, antara lain :

a) Pneumonia

Pneumonia ini mengakibatkan dua kelainan utama paru yaitu penurunan luas permukaan membran pernafasan dan menurunnya risiko ventilasi perfusi. Kedua efek ini mengakibatkan menurunnya kapasitas paru.

b) Asma

Asma adalah sejenis penyakit saluran pernafasan kronik yang melibatkan saluran udara yang membawa udara masuk dan keluar dari paru-paru. Asma menyebabkan kekejangan dada dan sesak nafas

yang dikenali sebagai 'serangan atau episod asma'. Penyakit ini akan membawa maut jika tidak dirawat dengan baik.

Gejala-gejala umum dari gangguan-gangguan semacam ini termasuk kehabisan nafas, batuk dan kadangkala bengik. Karena gejala-gejalanya mirip dengan gejala asma, para dokter dalam beberapa kasus mungkin saja mendapatkan kesulitan untuk langsung bisa membedakan antara sakitnya seseorang karena dia merokok, atau serangan asma pada seorang perokok. Bila gejala-gejala tersebut dapat dikurangi dengan pengobatan asma, hal ini biasanya menandakan bahwa itu asma dan bukannya Penyakit Penghalang Saluran Udara Kronis (Chronic Obstructive Airway Disease).

Pada penderita asma akan terjadi penurunan kecepatan ekspirasi dan volume ekspirasi.

c) Emfisema Paru Kronik

Kelainan paru dengan patofisiologi berupa infeksi kronik, kelebihan mucus, dan edema pada epitel bronchiolis yang mengakibatkan terjadinya obstruktif dan restriktif paru yang kompleks sebagai akibat dari kebiasaan merokok.

d) Atelektasi

Atelektasi berarti alveoli paru mengalami pengempisan atau kolaps. Akibatnya terjadi penyumbatan pada alveoli sehingga tahanan aliran darah meningkat dan terjadi penekanan dan pelipatan pembuluh darah sehingga volume paru menjadi berkurang.

e) Tuberkulosis

Tuberculosis (TBC) adalah penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. TBC terutama menyerang paru-paru sebagai tempat infeksi primer. Selain itu, TBC dapat juga menyerang kulit, kelenjar limfe, tulang, dan selaput otak. TBC menular melalui droplet infeksius yang terinhalasi oleh orang sehat. Pada sedikit kasus, TBC juga ditularkan melalui susu. Pada keadaan yang terakhir ini, bakteri yang berperan adalah *Mycobacterium bovis*.

Pada penderita tuberculosis stadium lanjut akan banyak timbul daerah fibrosis di seluruh paru dan akan mengurangi jumlah paru fungsional, sehingga akan mengurangi kapasitas vital paru-paru. (Ikram Hardi, 2010)

6. Lokasi Tempat Tinggal

Persyaratan kesehatan perumahan dan lingkungan pemukiman menurut Keputusan Menteri Kesehatan (Kepmenkes) No. 829/Menkes/SK/VII/1999 meliputi parameter sebagai berikut :

a) Lokasi dan Lingkungan Tempat Tinggal

- 1) Tidak terletak pada daerah rawan bencana alam seperti bantaran sungai, aliran lahar, tanah longsor, gelombang tsunami, daerah gempa, dan sebagainya.
- 2) Tidak terletak pada daerah bekas tempat pembuangan akhir (TPA) sampah atau bekas tambang.

- 3) Tidak terletak pada daerah rawan kecelakaan dan daerah kebakaran seperti jalur pendaratan penerbangan.

b) Kualitas Udara

Kualitas udara ambient di lingkungan perumahan harus bebas dari gangguan gas beracun dan memenuhi syarat baku mutu lingkungan sebagai berikut :

- 1) Gas H₂S dan NH₃ secara biologis tidak terdeteksi
- 2) Debu dengan diameter kurang dari 10 µg/m³, maksimum 150 µg/m³
- 3) Gas SO₂ maksimum 0,10 ppm
- 4) Debu maksimum 350 µg/m³ per hari
- 5) Kebisingan dianjurkan 45 dB.A, maksimum 55dB.A
- 6) Tingkat getaran maksimum 10 mm/detik (Meirinda, 2008).

7. Lama Paparan

Sebuah studi pabrik kertas di Finlandia, diperoleh dampak kronis dari polutan H₂S pada konsentrasi rendah. Nilai rata-rata konsentrasi H₂S di Varkaus, Finlandia dilaporkan 1,4 -2,2 ppb, 17,3 ppb dan 109,4 ppb maksimum selama 24 jam. Dilaporkan di Varkaus terjadi kejadian batuk, infeksi pada saluran pernapasan dan sakit kepala lebih tinggi dibandingkan dengan daerah tetangganya (Parti-Perlennen, et al, 1996 dalam Reindhar R. Sianipar, 2009).

Studi case control yang dilakukan oleh Kilburn (1997) melaporkan tidak ada gejala ketidaknyamanan langsung pada sistem pernafasan pada

pekerja yang terkena 1 sampai 50 ppm H₂S untuk hitungan jam. Namun, sama dilaporkan terdapat keluhan sejumlah gejala pernapasan untuk paparan dengan durasi dua sampai enam tahun (Alberta, 2002).

8. Kebiasaan Berolahraga

Latihan fisik sangat berpengaruh terhadap sistem kembang pernapasan. Dengan latihan fisik secara teratur dapat meningkatkan pemasukan oksigen ke dalam paru. Kebiasaan berolahraga member manfaat dalam meningkatkan kerja dan fungsi paru, jantung dan pembuluh darah yang ditandai dengan ; denyut nadi istirahat menurun, isi sekuncup bertambah, kapasitas vital paru bertambah, penumpukan asam laktat berkurang, meningkatkan pembuluh darah kolesterol, meningkatkan HDL kolesterol dan mengurangi aterosklerosis (Giam C K, 1996 dalam Dorce Mengkidi, 2006).

Kebiasaan berolahraga akan menimbulkan *Force Vital Capacity* (FVC) seperti yang terjadi pada seorang atlet FVC akan meningkat 30% sampai dengan 40 % (Khumaidah, 2009).

Olahraga yang paling baik untuk pernapasan adalah renang dan senam. Di negara berkembang seperti Indonesia, senam merupakan pilihan paling tepat karena jauh lebih murah, mudah dan berguna untuk memperkuat otot pernapasan. Latihan fisik yang teratur akan meningkatkan kemampuan pernapasan dan mempengaruhi organ tubuh sedemikian rupa hingga kerja organ lebih efisien dan kapasitas fungsi paru bekerja maksimal (Khumaidah, 2009).

9. Riwayat Pekerjaan dan Masa Kerja

Riwayat pekerjaan dapat digunakan untuk mendiagnosis penyakit akibat kerja. Hubungan antara penyakit dengan pekerjaan dapat diduga dengan adanya riwayat perbaikan keluhan pada akhir minggu atau hari libur diikuti peningkatan keluhan untuk kembali bekerja, setelah bekerja ditempat yang baru atau setelah digunakan bahan baru di tempat kerja.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kilburn dan Warshaw tahun 1995 bahwa ada hubungan paparan gas H₂S dari unit pengolahan minyak dan efek gangguan kesehatan para pekerja pada saluran pernapasan, batuk dan sakit kelapa (Reindhar R. Sianipar, 2009).

Masa kerja adalah jangka waktu orang sudah bekerja (pada suatu kantor, badan dan sebagainya) (KBBI, 2001). Penelitian Yuli (2005) dalam lingkungan kerja yang berdebu, masa kerja dapat mempengaruhi dan menurunkan kapasitas fungsi paru yang salah satu didalamnya adalah nilai KVP pada pekerja.

Masa kerja dapat dikategorikan menjadi:

- a) Masa kerja baru (< 5 tahun)
- b) Masa kerja lama (= 5 tahun)

Semakin lama seseorang dalam bekerja maka semakin banyak dia telah terpapar bahaya yang ditimbulkan oleh lingkungan kerja tersebut (Suma'mur, 1996).

Y.....Fakt

or – Faktor Yang Mempengaruhi Konsentrasi Gas H₂S dan NH₃

1. Kelembaban

Kelembaban udara dinyatakan sebagai banyaknya uap air yang berada dalam udara. Kelembaban udara yang relatif lebih tinggi menyebabkan terjadinya korosi akan lebih cepat. Jika udara mengandung gas SO₂ dan debu batu bara, terjadinya korosi akan menjadi 3 kali lebih cepat dibandingkan jika udaranya hanya mengandung gas SO₂.

Keadaan udara yang lembab dapat membantu terjadinya proses pengendapan suatu bahan pencemar, karena dengan keadaan udara yang lembab maka beberapa bahan pencemar yang berbentuk partikel akan berikatan dengan molekul air yang ada dalam udara sehingga akan membentuk partikel menjadi berukuran lebih besar yang dapat mempermudah mengalami pengendapan ke permukaan bumi oleh gaya gravitasi bumi.

2. Suhu

Suhu dapat menyebabkan polutan dalam atmosfer menjadi lebih rendah dan tidak menyebar. Peningkatan suhu dapat menjadi katalisator reaksi kimia perubahan suatu polutan udara. Pada musim kemarau dimana keadaan udara lebih kering dengan suhu yang cenderung meningkat serta angin yang bertiup dibandingkan dengan keadaan hujan, maka polutan udara pada keadaan musim kemarau cenderung tinggi karena tidak terjadi pengenceran polutan di udara.

Suhu yang menurun pada permukaan bumi, dapat menyebabkan peningkatan kelembaban udara relatif, sehingga akan meningkatkan efek korosif bahan pencemar di daerah yang udaranya tercemar. Pada suhu yang meningkat, akan meningkat pula kecepatan reaksi suatu bahan kimia di atmosfer.

Selain itu, suhu udara yang tinggi akan menyebabkan bahan pencemar dalam udara berbentuk partikel menjadi kering dan ringan sehingga dapat bertahan lebih lama di udara, terutama pada musim kemarau dimana hujan jarang turun.

3. Kecepatan Angin

Gerakan Atmosfer ikut berotasi dengan bumi. Molekul-molekul udara mempunyai kecepatan gerak ke arah timur, sesuai dengan arah rotasi bumi. Kecepatan gerak tersebut disebut kecepatan linier. Bentuk bumi yang bulat ini menyebabkan kecepatan linier makin kecil jika makin dekat ke arah kutub.

Pergerakan udara di atmosfer dapat terjadi secara vertical maupun horizontal. Kecepatan angin yang kuat akan membawa polutan terbang kemana-mana dan dapat mencemari udara daerah lain. Sebaliknya apabila kecepatan angin lemah, polutan akan menumpuk di tempat dan dapat mencemari udara tempat pemukiman yang terdapat di sekitar lokasi pencemaran tersebut.

4. Sinar Matahari

Di dalam kehidupan kita, sinar matahari tidak dapat kita hindari, bahkan sinar matahari merupakan salah satu modal kehidupan bagi manusia. Hampir semua makhluk hidup membutuhkan sinar matahari. Sebagian yang ada dalam komponen sinar matahari adalah sinar biru, sinar infra merah, dan sinar ultraviolet.

Sinar biru adalah sinar matahari yang terlihat ketika mendung dan udara dalam kondisi lembab. Dalam kelembaban itu, ada gelombang rendah biru, seperti debu yang menyebabkan kekaburan ketika kita mengemudi. Sinar biru memberikan kontribusi AMD (Age-related Macular Degeneration) yang merupakan salah satu sebab kebutaan.

Lalu ada sinar infra merah yang mempunyai gelombang panjang dan langsung menembus dan membakar retina. Lama kelamaan dapat menurunkan fungsi penglihatan dan menimbulkan kebutaan. Sedangkan sinar ultra violet merupakan salah satu penyebab terbesar proses penuaan.

Matahari merupakan sumber panas. Pemanasan udara dapat terjadi melalui dua proses pemanasan, yaitu pemanasan langsung dan pemanasan tidak langsung.

a) Pemanasan secara langsung

Pemanasan secara langsung dapat terjadi melalui beberapa proses sebagai berikut:

- 1) Proses absorpsi adalah penyerapan unsur-unsur radiasi matahari, misalnya sinar gamma, sinar-X, dan ultraviolet. Unsur unsur yang

menyerap radiasi matahari tersebut adalah oksigen, nitrogen, ozon, hidrogen, dan debu.

- 2) Proses refleksi adalah pemanasan matahari terhadap udara tetapi dipantulkan kembali ke angkasa oleh butir-butir air (H_2O), awan, dan partikel-partikel lain di atmosfer.
- 3) Proses difusi Sinar matahari mengalami difusi berupa sinar gelombang pendek biru dan lembayung berhamburan ke segala arah. Proses ini menyebabkan langit berwarna biru.

b) Pemanasan tidak langsung

Pemanasan tidak langsung dapat terjadi dengan cara-cara berikut:

- 1) Konduksi adalah pemberian panas oleh matahari pada lapisan udara bagian bawah kemudian lapisan udara tersebut memberikan panas pada lapisan udara di atasnya.
- 2) Konveksi adalah pemberian panas oleh gerak udara vertikal ke atas.
- 3) Adveksi adalah pemberian panas oleh gerak udara yang horizontal (mendatar).

5. Curah Hujan

Hujan ialah peristiwa sampainya air dalam bentuk cair maupun padat yang dicurahkan dari atmosfer ke permukaan bumi.

Curah hujan yaitu jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu. Alat untuk mengukur banyaknya curah hujan

disebut Rain gauge. Curah hujan diukur dalam harian, bulanan, dan tahunan.

Curah hujan yang jatuh di wilayah Indonesia dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain:

- a) Bentuk medan/topografi
- b) Arah lereng medan
- c) Arah angin yang sejajar dengan garis pantai
- d) Jarak perjalanan angin di atas medan datar

Adanya curah hujan yang tinggi akan membantu terjadinya proses pengendapan beberapa bahan pencemar, sebab dengan kondisi demikian maka beberapa bahan pencemar yang berbentuk partikel (misalnya debu) akan berikatan dengan air yang akan membentuk partikel yang berukuran lebih besar sehingga akan mudah mengendap ke permukaan bumi oleh gaya gravitasi bumi.

K. Beberapa Penelitian tentang Hubungan Gas H₂S dan NH₃ dengan Kapasitas Paru

Tabel II.4. Beberapa Hasil Penelitian tentang Hubungan Gas H₂S dan NH₃ dengan Kapasitas Paru

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Tempat dan Tahun Penelitian	Rancangan Penelitian	Variabel penelitian	Hasil Penelitian
1.	Pencemaran gas ammonia dan dampaknya terhadap	Fitri Dwirani	PT. Pupuk Kujang Cikampek, Jawa Barat	Observasional pendekatan <i>cross sectional</i>	V. Bebas : Gas Amoniak V. Terikat : Kapasitas Paru	Ada hubungan bermakna konsentrasi gas amoniak dengan gangguan

	pekerja dan masyarakat					saluran pernapasan, batuk, asma, dan kesulitan bempas
2.	Pengaruh Paparan Gas Toksik Lumpur Panas (mengandung H ₂ S) Pada Faal Paru	Donni Irfandi, M.Yusuf Wibisono	Sekitar kawasan PT. Lapindo Brantas, Surabaya Tahun 2010	studi observasional analitik dengan rancangan penelitian <i>longitudinal time series pretest-posttest design</i>	Variabel terikat: faal paru : FVC, FEV,PEFR Variabel bebas : kelompok paparan gas dari lumpur panas Variabel pengganggu : merokok.	Paparan gas toksik dari lumpur panas memberikan pengaruh terhadap faal paru pada pasukan zenitempur TNI AD KODAM V BRAWIJAYA yang bertugas dilokasi bencana.
3.	Efek Penggunaan Hidrogen Sulfida Pada Paru Tikus	Zhang Chunyu , dkk	Beijing, RRC pada tahun 2003	Case control	V.Bebas : Gas H ₂ S V. Terikat : Fungsi Paru	Terdapat perbedaan fungsi paru dari sampel control yang dideteksi pada tikus dengan sampel hipoksia tikus akibat gas H ₂ S.
4.	Hubungan Konsentrasi Debu (TSP) & SO ₂ dengan Kapasitas Paru Penduduk	Ikhran Hardi S	Kawasan Sekitar Pabrik PT. Semen Bosowa Kabupaten Maros	penelitian observasional dengan pendekatan <i>cross sectional</i>	Variabel Dependen adalah kapasitas fungsi paru, variabel Independen	Terdapat hubungan bermakna antara konsentrasi partikel debu dan SO ₂

			Tahun 2010	<i>study</i>	adlh konsentrasi partikel debu dan SO ₂ di udara ambient, lama tinggal, umur, status gizi (indeks massa tubuh)	dengan kapasitas vital paru.
--	--	--	---------------	--------------	---	------------------------------------

L. Kerangka Teori

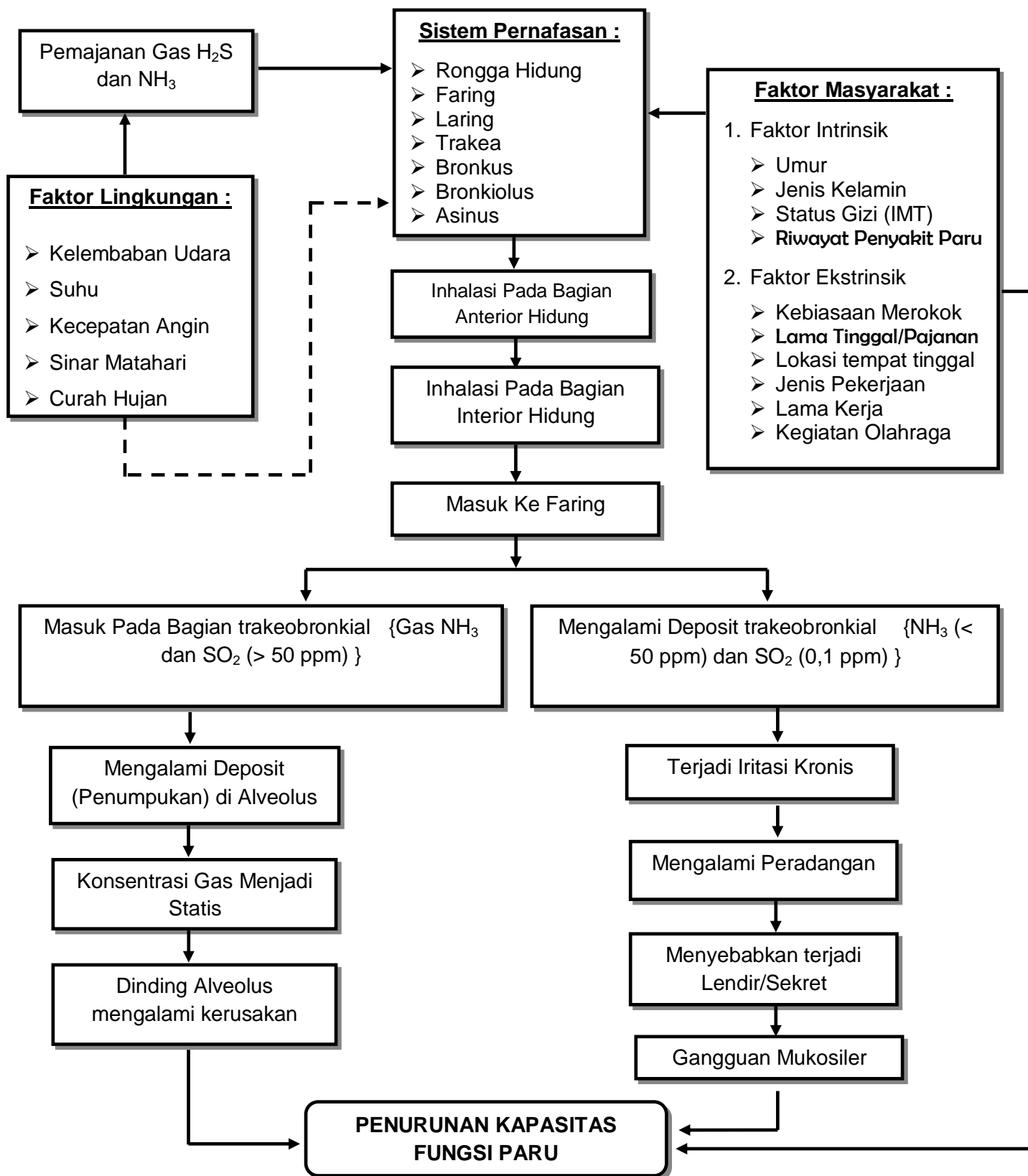
Hidrogen Sulfida (H_2S) dan amoniak (NH_3) merupakan dua diantara beberapa gas beracun yang dihasilkan oleh Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah. Kedua gas tersebut dengan tingkat konsentrasi yang berbeda memberi efek pada kesehatan manusia, dari konsentrasi rendah menimbulkan iritasi, gangguan saluran pernapasan, serta dalam konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan kematian. Banyak penelitian yang telah membuktikan mengenai hubungan antara konsentrasi gas-gas tersebut dengan gangguan saluran pernapasan, termasuk berkurangnya kemampuan (kapasitas) paru-paru dalam melakukan inspirasi dan ekspirasi.

Hidrogen Sulfida (H_2S) pada kadar 0,05 ppm dapat dideteksi dari bau, dan pada kadar 0,1 ppm mengakibatkan iritasi dan kehilangan sensoris. Setelah mengalami pemajangan pada kadar di atas 50 ppm, gejala secara bertahap akan naik, rasa nyeri, pusing, mual, batuk, radang tenggorokan dan endema paru. Pada kadar 500 ppm akan terjadi kehilangan kesadaran mendadak, depresi pernapasan dan akan meninggal dalam waktu 30-60 menit.

Amonia (NH_3) merupakan gas yang tidak berwarna dengan kadar 50 ppm dan memberikan bau yang menyengat. Kadar amoniak di udara sekitar 1-5 ppb. Sepanjang hari kadar amonia dapat bervariasi, juga sepanjang musim. Kadar tinggi di udara dapat terjadi setelah penumpukan yang dalam tanah bisa mencapai 3000 ppm, namun kadar cepat menurun

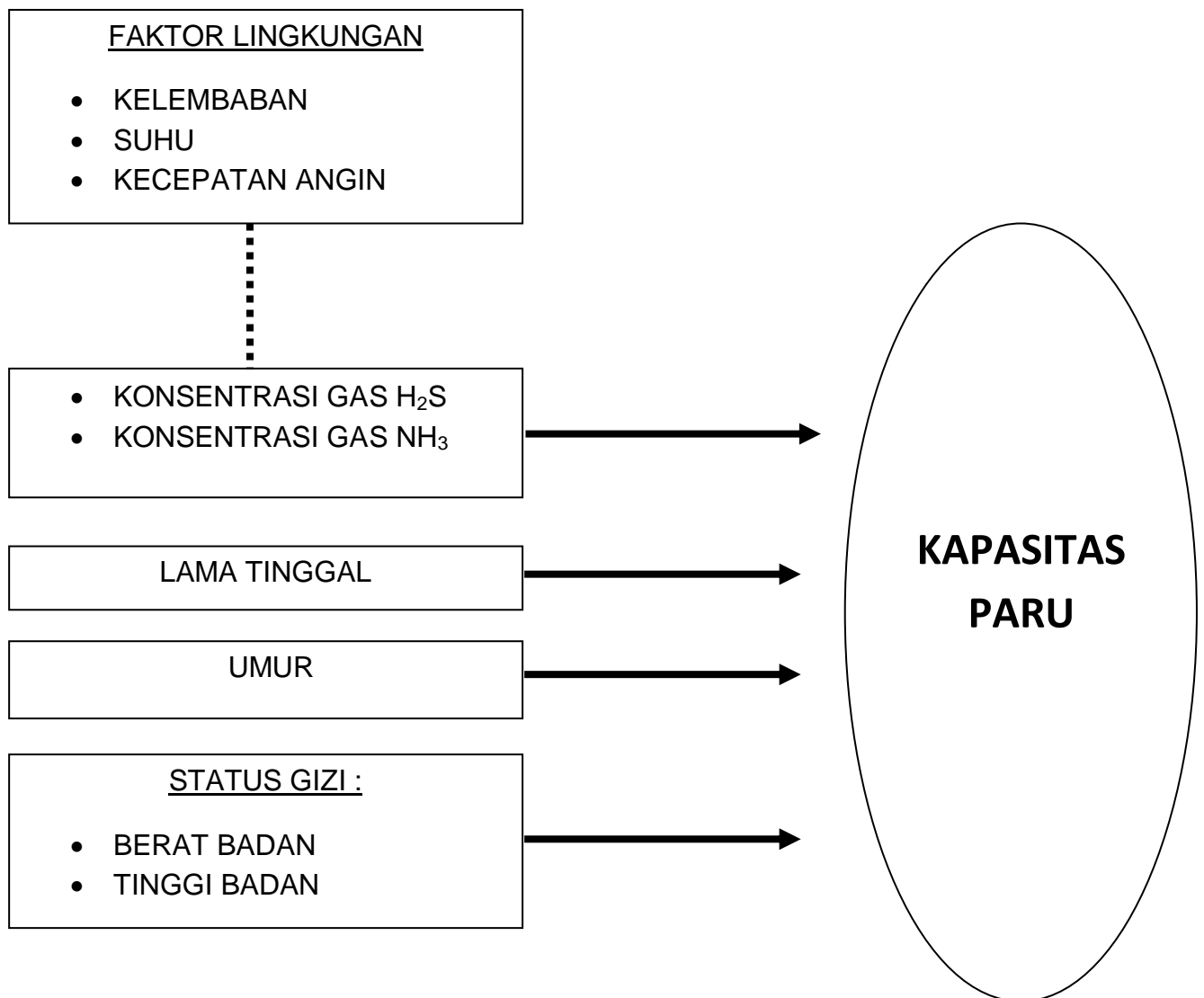
beberapa hari kemudian. Terpapar amonia dalam kadar cukup tinggi dari normal, mengakibatkan batuk dan iritasi mata. Apabila kadar amonia lebih tinggi lagi dapat mengakibatkan efek serius pada kulit, mata, tenggorokan dan paru-paru.

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kapasitas paru adalah umur, status gizi, jenis kelamin, kebiasaan merokok, riwayat penyakit paru, lokasi tempat tinggal, lama paparan, kebiasaan berolahraga, riwayat pekerjaan dan lama kerja. Selain itu beberapa faktor yang mempengaruhi konsentrasi H_2S dan NH_3 yaitu kelembaban udara, suhu, kecepatan angin, sinar matahari, dan curah hujan.



Gambar II.4. Kerangka Teori

M. Kerangka Konsep



Gambar II.5. Kerangka Konsep

Variabel Penelitian :

- a) Variabel Dependen (Terikat)
1. Kapasitas Fungsi Paru

- b) Variabel Independen (Bebas)
 - 1. Konsentrasi H₂S dan NH₃ di Udara Ambient
 - 2. Lama Tinggal
 - 3. Umur
 - 4. Status Gizi (Indeks Massa Tubuh)
- c) Variabel Compounding
 - 1. Kecepatan Angin
 - 2. Kelembaban
 - 3. Suhu

N. Definisi Operasional dan Kriteria Obyektif

1. Lokasi Sekitar TPAS adalah tempat dimana penelitian dilaksanakan meliputi pemeriksaan sampel konsentrasi H₂S dan HN₃ serta sampel masyarakat di sekitar TPAS Tamangapa Antang dengan jarak ≤ 500 m. (Kementrian PU, 2011).
2. Konsentrasi H₂S dan NH₃ adalah konsentrasi gas beracun yang dihasilkan oleh TPAS yang terdapat di udara bebas yang dapat ditentukan dengan menggunakan alat ukur *midget empinger* yang dinyatakan dengan satuan µg/Nm³ atau ppm.

Kriteria Obyektif berdasarkan Keputusan Menteri Negara Kesehatan Lingkungan Hidup Nomor KEP-50/MENLH/I 1/1996 tentang baku tingkat kebauan yaitu :

- a. Memenuhi syarat :
 - Konsentrasi H₂S sebesar < 0,02 ppm (0,028 mg/m³) dan
 - Konsentrasi NH₃ sebesar < 2,0 ppm (1,39 mg/m³)
- b. Tidak Memenuhi syarat :
 - Konsentrasi H₂S sebesar ≥ 0,02 ppm (0,028 mg/m³) dan

Konsentrasi NH_3 sebesar $\geq 2,0$ ppm ($1,39 \text{ mg/m}^3$)

3. Kapasitas paru adalah kemampuan paru untuk melakukan proses inspirasi dan ekspirasi udara, yang diukur dengan menggunakan alat spirometer (*American Medical Association (AMA), dalam Susanto,2009*)

Kriteria Obyektif :

- a. Normal : Jika nilai KVP ≥ 80 % dan nilai VEP1 ≥ 75 %.
- b. Tidak Normal:
 - Gangguan Fungsi Ringan, apabila nilai KVP prediksi antara 60 – 79 % atau nilai VEP1 prediksi sebesar 60 – 79 %.
 - Gangguan Fungsi Sedang, apabila nilai KVP prediksi 51 – 59 % atau nilai VEP1 prediksi sebesar 41 – 59 %.
 - Gangguan Fungsi berat, apabila nilai KVP prediksi ≤ 50 % atau nilai VEP1 prediksi ≤ 40 %.

4. Umur adalah usia sampel responden berdasarkan ulang tahun terakhir.
5. Lama tinggal adalah lamanya sampel responden berdomisili secara terus menerus dalam wilayah penelitian.

Kriteria Obyektif :

- a. Baru : Jika telah berdomisili ≤ 5 tahun
 - b. Lama : Jika telah berdomisili > 5 tahun
6. Status Gizi adalah Ekspresi atau perwujudan dari suatu keadaan keseimbangan dari *nutriture* (keadaan gizi) dalam bentuk variabel

tertentu, yang ditentukan dengan pengukuran Indeks Massa tubuh (IMT) dengan menggunakan timbangan dalam satuan kilogram (kg) dan pengukur tinggi badan dalam satuan meter (m) pada saat penelitian dilakukan. Indeks massa tubuh (IMT) dihitung dengan rumus :

$$\text{IMT} = \text{BB (Kg)} / \text{TB}^2 \text{ (m)}$$

Kriteria Obyektif :

- a. Kurus : Jika hasil perhitungan IMT < 18
- b. Normal : Jika hasil perhitungan IMT 18 – 24
- c. Gemuk : Jika hasil perhitungan IMT 25 – 30
- d. Gemuk Sekali : Jika hasil perhitungan IMT > 30

O. Hipotesis

1. Terdapat hubungan konsentrasi Hidrogen Sulfida (H_2S) dan Amonia (NH_3) dengan kapasitas fungsi paru penduduk di daerah sekitar di daerah sekitar TPA Tamangapa Antang.
2. Terdapat hubungan kapasitas fungsi paru dengan umur penduduk daerah sekitar di daerah sekitar TPA Tamangapa Antang.
3. Terdapat hubungan kapasitas fungsi paru dengan status gizi penduduk daerah sekitar di daerah sekitar TPA Tamangapa Antang.

4. Terdapat hubungan kapasitas fungsi paru dengan lama tinggal penduduk daerah sekitar di daerah sekitar TPA Tamangapa Antang.