

Gas Hidrogen Sulfida (H₂S): Potensi Ancaman Asfiksia pada Peternak Natasya Hayatillah¹, Jhons Fatriyadi Suwandi²

¹Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

²Bagian Mikrobiologi dan Parasitologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

Abstrak

Peternakan merupakan salah satu sektor agroindustri yang banyak terdapat di Indonesia. Dekomposisi limbah hasil ternak, terutama kotoran ternak diketahui dapat menimbulkan gas berbahaya, salah satunya adalah hidrogen sulfida (H₂S). Selain mudah terbakar, meledak dan beracun, H₂S merupakan gas yang dapat menimbulkan iritasi pada sistem pernapasan. Keluhan seperti batuk, napas cepat bahkan perdarahan paru dapat terjadi akibat inhalasi kadar rendah gas H₂S. Pada konsentrasi yang tinggi yaitu lebih dari 1000 BDS gas H₂S dapat menjadi asfiksian kimia. Gas H₂S menimbulkan asfiksia dengan cara menghambat enzim sitokrom c oksidase. Penghambatan enzim ini akan menyebabkan terganggunya transpor oksigen dalam tubuh sehingga tubuh mengalami keadaan hipoksia yang berujung dengan kematian. Meskipun data kematian peternak akibat gas H₂S di Indonesia belum diketahui, namun asfiksia akibat inhalasi gas tersebut pada pekerja peternakan telah terbukti di beberapa negara seperti Korea Selatan dan Amerika. Gas H₂S dapat menjadi ancaman bagi peternak di Indonesia karena gas tersebut mudah terakumulasi pada udara di peternakan akibat berat molekulnya lebih berat dari udara, dan kondisi ventilasi peternakan di Indonesia yang masih kurang baik.

Kata kunci: asfiksia, gas H₂S, hidrogen sulfide, peternak

Hydrogen Sulfide (H₂S) Gas: Potential Asphyxia Threatent among Cattleman

Abstract

Livestock is one of the many agroindustry sectors in Indonesia. Decomposition of livestock waste, has been known to produce dangerous gas, one of which is hydrogen sulphide (H₂S). In addition to flammable, explosive and toxic, H₂S is a gas that can cause irritation to human respiratory system. Symptoms such as cough, rapid breathing and even lung bleeding can occur due to inhalation of low levels of H₂S concentration. At high concentrations over 1000 ppm H₂S gas can be a chemical asphyxiant. Mechanism of asphyxia of H₂S occurred because it inhibits cytochrome c oxydase enzyme. Inhibition of this enzyme will cause disruption of oxygen transport in the body so that the body experiencing hypoxia that leads to death. Although data of the death cattleman due to H₂S inhalation in Indonesia is unknown, but it has been proven in several countries such as South Korea and America. H₂S can become a potential threatens for the cattleman in Indonesia because the gas is easily accumulated in the air in livestock because their molecule is heavier than the air, and the condition of livestock ventilation in Indonesia is still not good.

Keywords: asphyxia, cattleman, hydrogen sulfide, H₂S gass

Korespondensi: Natasya Hayatillah, alamat Kampus Hijau Residen Blok F No.2 Kecamatan Labuan Ratu Bandar Lampung, HP 085946620847, e-mail natasyahayatillahna@gmail.com

Pendahuluan

International Labour Organization (ILO) menyebutkan sektor kerja yang paling banyak memiliki bahaya potensial adalah sektor kerja di bidang agroindustri. Banyaknya bahaya potensial ini menyebabkan tingginya angka kecelakaan juga kesakitan pekerja setiap tahunnya.¹ Di Indonesia, agroindustri merupakan sektor kerja terbesar, dan peternakan menjadi salah satu bagiannya.²

Berdasarkan survei angkatan kerja tahun 2017, sebanyak 11,4% penduduk usia kerja di Indonesia bekerja pada sektor peternakan.² Banyaknya usaha ternak yang dijalankan secara konvensional ataupun modern diketahui memiliki beberapa bahaya potensial yang

berpotensi memunculkan masalah kesehatan. Salah satu bahaya potensial tersebut adalah limbah hasil peternakan.^{1,3,4}

Limbah hasil peternakan diketahui dapat menghasilkan beberapa gas diantaranya adalah amonia (NH₃), metana (CH₄), karbondioksida (CO₂), serta hidrogen sulfida (H₂S). Dari banyak gas tersebut H₂S adalah gas paling berbahaya, yang dapat menimbulkan permasalahan kesehatan pada peternak dan lingkungan di sekitar peternakan.^{3,5} Gas H₂S terbentuk akibat dekomposisi limbah hasil peternakan seperti kotoran ternak oleh mikroorganisme.⁶

Penelitian yang di lakukan di Semarang dan Sumatera Utara menunjukkan hasil bahwa gas H₂S dapat mencemari udara peternakan

dan lingkungan disekitarnya. Hal ini terjadi karena minimnya ventilasi di peternakan dan kandang ternak biasa dibangun berdekatan dengan rumah tinggal.^{5,7} Meskipun konsentrasi gas H₂S dalam penelitian tersebut tidak melewati batas aman yang telah ditentukan, namun perhitungan *Risk Quotion (RQ)* pada rata-rata peternak yang diteliti adalah >1. Hal tersebut menjelaskan bahwa inhalasi gas H₂S beresiko menimbulkan masalah kesehatan pada peternak di kemudian hari.⁵

H₂S merupakan gas yang bersifat iritan pada sistem pernapasan bahkan digolongkan ke dalam gas asfiksian karena efek utamanya yaitu melumpuhkan pusat pernapasan.⁸ Meskipun jarang, dampak asfiksia akibat gas H₂S telah diteliti oleh beberapa negara, diantaranya adalah Korea Selatan dan Amerika. Di Korea Selatan kematian 30 pekerja ternak disimpulkan akibat inhalasi gas H₂S pada lingkungan peternakan yang menyebabkan asfiksia.⁴ Studi di Amerika juga melaporkan kematian akibat asfiksia pada pekerja di sektor peternakan, terutama mereka yang bekerja mengolah pupuk kotoran hewan.³ Berdasarkan penjelasan di atas, tulisan ini akan membahas mekanisme kerja gas H₂S yang dapat menyebabkan asfiksia pada peternak.

Isi

Gas H₂S memiliki beberapa nama lain, diantaranya adalah dihidrogen sulfida, sulfur hidrida, sulfur hidrogen, asam hidrosulfurik, gas selokan, gas rawa dan gas tinja. Gas tersebut mudah terbentuk apabila terdapat interaksi kimiawi antara unsur sulfur atau senyawa yang mengandung sulfur dengan senyawa organik lainnya. Secara alami gas H₂S terbentuk di mata air panas, gas vulkanik dan minyak mentah, namun gas ini juga dapat terbentuk dari hasil dekomposisi kotoran manusia dan hewan.⁹

Gas H₂S secara molekuler tersusun dari satu atom sulfur yang berikatan dengan dua atom hidrogen dan membentuk ikatan kovalen tunggal. Ikatan ini terjadi karena adanya pemakaian bersama elektron-elektron dari kedua atom. Untuk mencapai keseimbangan, atom sulfur yang kekurangan dua elektron akan menarik dan menggunakan elektron dari dua atom hidrogen. Struktur kimia gas tersebut dapat dilihat pada gambar 1.¹⁰



Gambar 1. Struktur Kimia Hidrogen Sulfida¹⁰

Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals (GHS) menyatakan bahwa H₂S merupakan gas yang berbahaya. Bahaya yang ditimbulkan H₂S tidak terlepas dari beberapa karakteristik yang dituliskan pada tabel 1. Karakteristik tersebut menjadikan gas H₂S sangat beracun, tidak berwarna, sangat mudah terbakar dan gas bertekanan yang akan meledak apabila dipanaskan. GHS juga menyebutkan gas H₂S dapat membuat iritasi serius pada mata, merusak organ dan fatal bila terhirup.¹⁰ Karakteristik lain dari gas tersebut adalah baunya yang seperti telur busuk. Bau busuk dapat tercium ketika gas berada pada konsentrasi rendah, tetapi pada konsentrasi tinggi yaitu lebih dari 100 bagian dalam sejuta (BDS) bau sulit tercium karena gas H₂S menyebabkan *olfactory fatigue*. *Olfactory fatigue* membuat seseorang tidak mampu mencium bau busuk gas H₂S, sehingga orang tersebut tidak sadar sedang menghirupnya.⁹

Tabel 1. Karakteristik Gas Hidrogen Sulfida⁹

Karakteristik H ₂ S	
Berat molekul	: 34,1 dalton
Titik didih	: -60,33°C
Titik uap	: 15,600 mm Hg pada suhu 25°C
Masa jenis	: 1.5392 g/L pada suhu 0°C
Kelarutan dalam air	: Mudah larut dalam air
<i>Flammability</i>	: Mudah terbakar dan eksplosif

Peternakan merupakan salah satu tempat dimana gas H₂S mudah terbentuk. Hal ini dikarenakan pakan dan obat yang diberikan pada hewan ternak biasanya mengandung unsur sulfur yang terbawa sampai kotoran hewan. Dalam kotoran hewan unsur sulfur yang teroksidasi akan menjadi senyawa sulfat. Senyawa tersebut kemudian akan diuraikan oleh *Sulphate Reducing Bacteri (SBRs)* menjadi gas H₂S.⁶

Bakteri SBRs merupakan sebutan untuk kelompok beragam bakteri yang fase respirasi anaerobnya sama-sama menggunakan sulfat

sebagai akseptor elektron terminal. Pada fase anaerob, bakteri tersebut akan memanfaatkan oksigen yang terikat pada sulfat dengan mereduksinya, sehingga sulfat akan kembali menjadi sulfur. Sulfur akan berikatan dengan hidrogen sehingga terbentuk gas H₂S.⁶ Diketahui 100 kg kotoran ternak dapat memiliki nilai konsentrasi H₂S 37,20 bagian dalam sejuta (BDS) sementara 500 kg kotoran akan menghasilkan 91,74 BDS H₂S.⁵

Gas H₂S dapat masuk kedalam tubuh manusia melalui tiga jalur, yaitu inhalasi pada sistem pernapasan, kontak langsung dengan kulit dan ingesti pada sistem gastrointestinal. Inhalasi gas H₂S merupakan cara yang paling sering terjadi. Berat molekul gas tersebut yang lebih berat dari udara, membuatnya mudah terakumulasi dan terhirup terutama pada keadaan ventilasi udara yang kurang baik. Gas H₂S akan diabsorpsi di paru-paru kemudian didistribusikan ke seluruh tubuh oleh darah. Dalam jumlah sedikit, tubuh akan memetabolisme gas H₂S menjadi thiosulfat kemudian sulfat untuk diekskresikan bersama urin. Namun dalam kondisi banyak, akumulasi H₂S akan menyebabkan toksisitas pada tubuh.¹¹

Toksisitas gas H₂S dalam tubuh dapat terjadi bila kadar H₂S melebihi batas aman tubuh atau melebihi nilai ambang batas (NAB) dan nilai paparan singkat yang diperkenankan (PSD). NAB gas H₂S dalam tubuh telah diatur melalui Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Ketenagakerjaan yaitu 1 BDS. Sementara nilai PSD yaitu kadar paparan gas H₂S yang masih diperbolehkan dalam periode singkat terpapar pada pekerja (tidak lebih dari 15 menit dan tidak lebih dari 4 kali paparan dalam satu hari kerja) adalah 5 BDS.¹² Toksisitas gas H₂S dipengaruhi oleh besarnya kadar dan lama paparan. Semakin besar kadar gas yang terakumulasi atau semakin lama paparan, maka semakin toksik pula dampaknya pada tubuh.¹¹

Toksisitas gas H₂S dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu toksisitas akut dan kronis. Toksisitas akut merupakan dampak segera yang ditimbulkan akibat inhalasi gas H₂S. Sementara toksisitas kronis merupakan dampak yang tidak segera muncul, yang terjadi akibat paparan jangka panjang. Pada paparan akut dalam konsentrasi rendah, gas H₂S dapat menimbulkan keluhan seperti iritasi pada mata, rasa terbakar dan gatal pada kulit, mual,

muntah, serta sakit kepala. Namun dari banyak keluhan tersebut, keluhan pada sistem pernapasan merupakan keluhan yang paling banyak ditemukan pada kasus inhalasi gas tersebut. Pada sistem pernapasan, paparan akut gas H₂S dalam konsentrasi rendah yaitu kurang dari 50 BDS dapat menyebabkan iritasi cepat pada hidung, tenggorokan dan saluran pernapasan bawah. Iritasi pada sistem pernapasan ini ditandai dengan manifestasi seperti batuk, napas cepat bahkan perdarahan pada bronkus dan paru-paru. Pada paparan kronis, inhalasi gas tersebut dalam kadar rendah yaitu kurang dari 10 BDS dalam waktu 1 tahun atau lebih, juga banyak menimbulkan keluhan pada sistem pernapasan seperti yang telah disebutkan. Selain bersifat iritan bagi pernapasan, gas H₂S juga termasuk ke dalam gas asfiksian sehingga dampak inhalasi gas H₂S yang paling parah pada sistem pernapasan adalah asfiksia yang dapat berujung kematian pada orang yang mengalaminya.^{9,13}

Asfiksian adalah sebutan untuk gas-gas yang dapat menyebabkan kondisi asfiksia, yaitu berbagai keadaan yang terjadi akibat gangguan dalam pertukaran dan transportasi oksigen dalam tubuh. Gas H₂S termasuk ke dalam asfiksian kimia. Hal tersebut berarti gas H₂S merupakan gas yang akan bereaksi dalam tubuh secara langsung dan mengganggu proses transportasi oksigen. Ketika konsentrasi gas H₂S meningkat maka akan terjadi penurunan konsentrasi oksigen dalam tubuh. Turunnya konsentrasi oksigen akan membuat sel-sel tubuh mengalami kekurangan oksigen yang biasa disebut hipoksia. Hipoksia yang terus menerus terjadi dapat mengakibatkan kematian sel yang akan berujung pada gagalnya fungsi organ, sehingga hasil akhirnya adalah kematian pada manusia.^{3,4,13}

Gas H₂S dapat mengakibatkan asfiksia apabila terinhalasi dengan kadar tinggi yaitu lebih dari 1000 BDS.¹³ Mekanisme gas H₂S dapat menyebabkan asfiksia adalah karena gas tersebut dapat menghambat kerja enzim sitokrom c oksidase. Enzim sitokrom c oksidase merupakan enzim yang banyak terdapat di mitokondria. Enzim ini bertanggungjawab untuk mereduksi molekul oksigen menjadi air pada tahap akhir dari fosforilasi oksidatif, sehingga akan dihasilkan *adenosin triphosphate* (ATP) sebagai sumber energi untuk aktifitas tubuh. Reduksi tersebut terjadi pada pusatnya yaitu *heme a3-CuB binuclear*.

Enzim sitokrom c oksidase banyak terdapat pada organ-organ yang membutuhkan oksigen dalam jumlah banyak seperti jantung, hati, paru-paru terutama otak. Gas H₂S diketahui memiliki mekanisme yang mirip dengan sianida dalam menghambat kerja enzim tersebut yaitu dengan berikatan pada *heme a₃-CuB binuclear*. Penghambatan kerja enzim tersebut akan membuat rantai transpor elektron pada tahap akhir fosforilasi oksidatif terganggu dan berujung pada terhambatnya proses respirasi tingkat sel, sehingga sel dapat mengalami hipoksia bahkan kematian sel.¹⁴⁻¹⁷

Akibat respirasi sel yang terganggu maka tubuh akan melakukan metabolisme secara anaerob. Metabolisme ini kemudian akan membuat laktat banyak menumpuk di dalam tubuh. Timbunan laktat akan mengganggu keseimbangan asam basa tubuh yang akan mempengaruhi sistem saraf pusat. Gangguan sistem saraf pusat juga terjadi secara langsung karena gas H₂S juga menghambat kerja enzim sitokrom c oksidase pada otak sehingga menyebabkan hipoksia otak. Sistem saraf pusat yang terganggu selanjutnya mengakibatkan depresi pada pusat pernapasan di otak. Gangguan saraf pada pusat pernapasan tersebut membuat regulasi pernapasan terganggu sehingga seseorang dapat mengalami apneu bahkan sampai kepada kelumpuhan otot-otot pernapasan yang menyebabkan *respiration arrest* yang berujung kematian.¹⁴⁻¹⁷

Asfiksia akibat inhalasi gas H₂S pada peternak banyak terjadi akibat ventilasi peternakan yang kurang baik. Laporan kasus dari Korea dan Amerika menyebutkan asfiksia terjadi di peternakan yang banyak menampung kotoran ternak untuk dijadikan pupuk kandang. Kotoran tersebut biasanya ditampung dalam kolam di sebuah ruangan yang disebut dengan *manure pit*. Pekerja yang masuk ke *manure pit* berventilasi buruk tanpa menggunakan alat pelindung pernapasan seperti *breathing apparatus* dilaporkan mengalami asfiksia akibat inhalasi gas H₂S dalam waktu yang singkat dengan jumlah yang besar. Belum terdapat laporan kejadian asfiksia peternak akibat inhalasi gas H₂S di Indonesia sampai saat ini, namun berdasarkan penelitian peternakan di Indonesia masih memiliki ventilasi yang kurang baik. Ventilasi yang kurang baik ditambah letak kandang yang dekat dengan rumah tinggal peternak di Indonesia

menyebabkan gas H₂S mudah terakumulasi di lingkungan sekitar peternakan, sehingga dapat menjadi ancaman bagi peternak.⁵

Sampai saat ini belum terdapat antidotum untuk kejadian keracunan gas H₂S.¹⁸ Oleh karena itu bahaya gas H₂S hanya dapat dihindari dengan pencegahan. Untuk mencegah asfiksia pada peternak maka peternakan yang banyak menampung kotoran ternak harus memiliki ventilasi udara yang baik, selain itu penting untuk pekerja ternak menggunakan alat pelindung pernapasan seperti masker atau *breathing apparatus* apabila memasuki wilayah yang banyak menampung kotoran ternak seperti *manure pit*. Pekerja peternakan yang banyak menampung kotoran ternak juga harus diedukasi mengenai bahaya gas H₂S, serta tindakan penyelamatan yang tepat apabila ingin menolong pekerja lain yang tidak sadarkan diri akibat inhalasi gas H₂S. Pekerja penyelamat juga harus menggunakan *breathing apparatus* ketika menolong. Langkah selanjutnya adalah menjauhkan korban dari lingkungan berbahaya tersebut dan segera membawanya ke layanan kesehatan terdekat.³

Ringkasan

Hidrogen sulfida merupakan gas yang dapat menimbulkan masalah kesehatan apabila terhirup, terutama dalam konsentrasi yang tinggi. Keluhan pernapasan merupakan keluhan tersering akibat inhalasi gas H₂S. Gas tersebut digolongkan menjadi gas berbahaya karena merupakan salah satu asfiksian kimia yang bekerja menghambat enzim sitokrom c oksidase sehingga menyebabkan asfiksia pada manusia. Asfiksia yang terjadi akan berujung pada kematian apabila berlangsung secara terus-menerus. Gas H₂S dapat ditemukan di peternakan karena dihasilkan dari dekomposisi limbah hasil peternakan. Meskipun Indonesia belum memiliki data dan studi tentang asfiksia pada peternak akibat H₂S, namun kejadian tersebut sudah dilaporkan oleh beberapa negara. Gas H₂S dapat menjadi potensi ancaman asfiksia yang berbahaya di Indonesia karena beberapa studi menyatakan peternakan di Indonesia memiliki ventilasi yang kurang baik dan cenderung dibuat berdekatan dengan rumah tinggal peternak, sehingga resiko paparan H₂S pada peternak lebih besar.

Simpulan

Gas H₂S merupakan salah satu potensi ancaman penyebab asfiksia yang dapat terjadi pada peternak karena H₂S membuat gangguan pada proses respirasi sel dengan menghambat enzim sitokrom c oksigenase.

Daftar pustaka

1. International Labor Organization. Safety and health in agriculture. Geneva: International Labour Organization; 2011.
2. Direktorat Jendral Pengembangan Tenaga Kerja. Perkembangan tenaga kerja subsektor peternakan 2017. Indonesia: Direktorat Jendral Pengembangan Tenaga Kerja; 2017.
3. Hallam DM, Liao J, Choi K. Manure pit injuries: rare, deadly and preventable. *J Emergency, Trauma and Shock*. 2012;5(3):253–7.
4. Park J, Kang T, Jin S, Heo Y, Kim K, Tsai P, et al. Asphyxiation incidents by hydrogen sulfide at manure storage facilities of swine livestock farms in Korea. *J Agromedicine*. 2016; 21(2):1–17.
5. Amelia R, Sutrisno E, Hadiwidodo M. Pengaruh jumlah kotoran sapi terhadap konsentrasi gas hidrogen sulfida (H₂S) di dalam rumah. *J Teknik Lingkungan*. 2014; 3(1):1–5.
6. St-pierre B, Wright ADG. Implications from distinct sulfate-reducing bacteria populations between cattle manure and digestate in the elucidation of H₂S production during anaerobic digestion of animal slurry. *J Appl Microbiol Biotechnol*. 2017; 101(13):1–15.
7. Pakpahan JES, Hasan W, Chahaya I. Analisa kadar H₂S (hidrogen sulfida) dan keluhan kesehatan saluran pernapasan serta keluhan iritasi mata pada masyarakat di kawasan PT.Allegrindo Nusantara Desa Urung Panei Kecamatan Purba Kabupaten Simalungun tahun 2013. *J Kesehatan Lingkung dan Keselamatan Kerja*. 2013; 3(2):1–9.
8. Tan K, Wang T. Asphyxiants: simple and chemical. *J Disaster Med*. 2005; 4(1):35–40.
9. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for hydrogen sulfide or carbonyl sulfide. Geneva: Department of Health and Human Services PHS. 2016.
10. NCBI, pubchem compound database [internet]. USA: National Central for Biotechnology Information; 2016 [disitasi tanggal 11 Desember 2017]. Tersedia dari <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/40Z>.
11. Lewis RJ, Copley GB. Chronic low-level hydrogen sulfide exposure and potential effects on human health: a review of the epidemiological evidence. *J Crit Rev Toxicol*. 2014; 45(2):1–31.
12. Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. Peraturan menteri tenaga kerja dan transmigrasi Republik Indonesia no 13/MEN/X/2011. Indonesia: Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi; 2011.
13. Government of Alberta. H₂S the killer. Alberta: Government of Alberta; 2010.
14. Wilson DF, Vinogradov SA. Mitochondrial cytochrome c oxidase: mechanism of action and role in regulating oxidative phosphorylation. *J Appl Physiol*. 2014; 117(12):1431–9.
15. Nicholls P, Marshall DC, Cooper CE, Wilson MT. Sulfide inhibition of and metabolism by cytochrome c oxidase. *J Biochem Soc Trans*. 2013; 41(5):1312–6.
16. Cooper CE, Brown GC. The inhibition of mitochondrial cytochrome oxidase by the gases carbon monoxide, nitric oxide, hydrogen cyanide and hydrogen sulfide: chemical mechanism and physiological significance. *J Bioenerg Biomembr*. 2008; 40(5):533–9.
17. Wong MT. Bigenomic regulation of cytochrome c oxidase in neurons and the tight coupling between neuronal activity and energy metabolism. *J Adv Expt Biol*. 2013; 784:1–20.
18. Jiang J, Chan A, Ali S, Saha A, Haushalter KJ, Lam LM, et al. Hydrogen sulfide — mechanisms of toxicity and development of an antidote. *J Sci Rep*. 2016; 6(31):1–5.