

Pengaruh Paparan Gas Amonia Terhadap Perubahan Kadar Serum SGOT dan SGPT pada Kelompok Berisiko

Andi Saputra¹, Irfannuddin², Swanny²

¹Program Ilmu Biomedik, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya

²Bagian Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya
andi.saputra.plg@gmail.com

ABSTRAK

Amonia merupakan zat yang beracun dan memiliki bau yang khas (menyengat) yang menimbulkan keresahan dan resistensi dari masyarakat sekitarnya. Jika terpapar amonia akan menimbulkan dampak kesehatan salah satunya berupa kerusakan sel hepar yang dapat diketahui dengan mengukur jumlah enzim transaminase yaitu Serum *Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT) dan *Serum Glutamic Pyruvic Transaminase* (SGPT). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh gas amonia terhadap perubahan kadar serum SGOT dan SGPT pada kelompok berisiko di Kota Palembang. Penelitian ini Design *cross sectional* dengan quota sampling. Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 22 orang di Kelurahan Karang Anyar Palembang dan 22 di Desa Pajar Bulan Ogan Ilir. Pengukuran kadar udara ambient oleh Petugas BTKL Palembang dan untuk pemeriksaan kadar serum SGOT dan SGPT diperiksa di Laboratorium BBLK Palembang. Hasil : Kadar udara ambient amonia di Kelurahan Karang Anyar sebesar 2,18 ppm lebih tinggi di dibandingkan di Desa Pajar Bulan sebesar 0,0020 ppm. Rerata kadar serum SGOT pada kelompok berisiko (19,42±3,06) lebih tinggi dibandingkan kelompok tidak berisiko (19,40±4,18) dengan *p value* =0,984 dan Rerata kadar serum SGPT pada kelompok berisiko (15,74±4,57) lebih tinggi dibandingkan kelompok tidak berisiko (15,68±4,49) dengan *p value* =0,971. Tidak Terdapat Perbedaan Rerata Kadar Serum SGOT dan SGPT pada kelompok berisiko dan kelompok tidak berisiko

Kata Kunci : Kadar Udara Ambient Amonia, Kadar Serum SGOT dan SGPT

ABSTRACT

Ammonia is toxic and has special odor which has uncomfortable and resistance from society. If we have got ammonia it will bad effect to our health including cel hepar which is know by measuring the number of transaminase enzim is serum glutamic oxaloacetic (SGOT) and serum glutamic pyruvic transaminase (SGPT). The aim riset is to know the effect of amonia gas Inflammation to ward the changing of sgot serum kadar and sgpt to risk in Palembang.

The method : cross sectional design with sampling quota. The number of the sample was 22 people in karang anyar Palembang and 22 in pajar bulan village ogan ilir. The investigation of ambient gas by BTKL Palembang officers and the investigation toxic SGOT and SGPT analyzed by BBLK Palembang.

The result : ambient gas in karang anyar district was 2,18 ppm higher than pajar bulan village was 0,0020 ppm. Rate of SGOT serum in risk group (19,42±3,60) higher than un risk group (19,40±4,18) with p value = 0,984 and rate of SGPT serum in un risk group (15,74±4,74) higher than un risk group (15,68±4,49) with p value = 0.971

Conclusion : There is no different rate SGOT serum and SGPT serum in risky group and un risky group

Keywords : Ambient Gas Amonia, SGOT serum and SGPT

PENDAHULUAN

Di Sumatera Selatan (Palembang) PT Industri Karet berjumlah 28 Perusahaan *Crumb Rubber* (Karet Remah). Salah satunya merupakan PT industri yang paling produktif dengan memproduksi 1.490 ton karet remah di tahun 2015¹⁰. Di satu sisi perkembangan industri karet memberikan dampak positif bagi perekonomian di Indonesia, tetapi di sisi lain terdapat kemungkinan dampak negatif yang terjadi di dalam perkembangan kegiatan pengolahan karet, yaitu masalah emisi gas penyebab kebauan. Dampak polusi lingkungan tersebut berasal dari lokasi penyimpanan bahan olah, proses pengeringan awal (*pre-drying*), dan dari uap bekas pengeringan¹¹.

Menurut *World Health Organization* (WHO), Secara global, polusi udara membunuh hingga 7 juta orang setahun di seluruh dunia akibat polusi udara diluar rumah (*Outdoor Pollution*)⁹. Pencemaran udara dari pabrik karet remah telah menimbulkan keresahan dan resistensi dari masyarakat sekitarnya, salah satunya bahan kimia yang cukup mengganggu lingkungan adalah amonia, yang bisa dalam bentuk bebas berupa gas NH_3 atau terlarut dalam air sebagai larutan amonium hidroksida (NH_4OH)³. Berdasarkan data dari Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Provinsi Sumatera Selatan tahun 2017, kadar amonia diudara ambient diatas nilai normal yaitu 0,0528 ppm didaerah sekitar pemukiman salah satu pabrik karet disumatera selatan¹². Baku mutu emisi sumber tak bergerak amonia yaitu 0,002 ppm. Sedangkan batas maksimal paparan kebauan (amonia) di area pemukiman secara terus-menerus (24 jam) yaitu 2,0 ppm^{17,30}. Amonia merupakan zat toksik dapat masuk ke dalam tubuh melalui jalur inhalasi, ingesti, dan dermal³¹. Ketika amonia masuk saat bernafas maka sebagian masuk ke dalam tubuh akan diserap oleh paru-paru kemudian amonia berikatan

dengan darah yang ada di dalam paru-paru. Darah yang berasal dari paru-paru kemudian di edarkan ke jantung melalui pembuluh darah vena pulmonalis. Kemudian darah diedarkan keseluruh tubuh dan masuk ke dalam hati melalui pembuluh darah arteri hepatica dan vena porta¹.

Organ hepar memilik kapasitas yang tinggi dalam mengikat bahan kimia sehingga bahan kimia lebih banyak terkonsentrasi pada organ hepar jika dibandingkan dengan organ lainnya²⁴. Selain itu juga hepar memiliki kemampuan untuk mengeluarkan toksikan dengan kapasitas yang tinggi dalam proses biotransformasi toksikan, namun paparan senyawa toksik yang berlebih pada hepar akan menyebabkan kerusakan³⁴. Kerusakan hepar dapat diketahui melalui salah satu cara yakni dengan mengukur jumlah enzim transminase yaitu Serum *Glutamic Oxaloacetic Transaminase* (SGOT) dan *Serum Glutamic Pyruvic Transaminase* (SGPT)²⁰.

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian observasi analitik dengan studi *Cross Sectional*. Tujuannya untuk melihat Pengaruh Paparan Gas Amonia Terhadap Perubahan Kadar Serum SGOT Dan SGPT Pada Kelompok Berisiko Di Kota Palembang

Penelitian dilakukan di Kelurahan Karang Anyar Palembang dan Desa Pajar Bulan Ogan Ilir dari bulan Maret–April 2017. Sampel adalah 22 orang di Kelurahan Karang Anyar Palembang sebagai kelompok berisiko dan 22 orang di Desa Pajar Bulan Ogan Ilir sebagai kelompok tidak berisiko. Pemeriksaan kadar udara ambient oleh Petugas BTKL Palembang dan untuk pemeriksaan kadar serum SGOT dan SGPT diperiksa di Laboratorium BBLK Palembang. Data diolah dan dianalisa dengan uji *Mann Whitney* dan *Independ T test* dengan menggunakan program *SPSS versi 24*.

HASIL

Karakteristik Subjek Penelitian

Karakteristik subjek penelitian meliputi Umur dan IMT kelompok berisiko dan kelompok tidak berisiko, sebaran datanya berdistribusi tidak normal. Sehingga menggunakan *mann whitney*. Pada hasil statistik menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang bermakna ($p>0,05$) sehingga subjek pada penelitian ini dapat dibandingkan. Adapun data tentang karakteristik tersebut dicantumkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Karakteristik Subjek Penelitian
Mann Whitney

Kadar Ambient Udara Amonia Di Kelurahan Karang Anyar dan Desa Pajar Bulan

Dari hasil pengukuran Kadar Ambient Udara Amonia di Kelurahan Karang Anyar didapatkan sebesar 2,18 ppm lebih tinggi dari Desa Pajar Bulan sebesar 0,0020 ppm. Nilai batas normal kadar Amonia di udara sebesar 2,00 ppm¹²

Tabel 2. Kadar Ambient Udara Amonia Kelurahan Karang Anyar Dan Desa Pajar Bulan

Variabel	n	Mean±SD	p value
SGPT			
Kelompok Berisiko	22	15,74±4,57	0,971
Kelompok Tidak Berisiko	22	15,68±4,49	
No	Wilayah	Kadar Ambient Ammonia (ppm)	Udara
1	Kelurahan Anyar	Karang	2,18 ppm
2	Desa Pajar Bulan		0,0020 ppm

Kadar Serum Glutamat Oksaloasetat Transaminase (SGOT) Pada Kelompok Berisiko dan Tidak Berisiko

Hasil penelitian menunjukkan rerata kadar serum SGOT pada kelompok berisiko di Kelurahan Karang Anyar sebesar 19,42 U/L lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok tidak berisiko di Desa Pajar Bulan sebesar

19,40 U/L dengan selisih 0,02 U/L, nilai normal Kadar Serum SGOT yaitu 0-44 U/L. Pada hasil uji statistik menunjukkan tidak terdapat perbedaan rerata kadar serum SGOT pada kedua kelompok dengan nilai p value 0,984 ($p>0,05$).

Tabel 3. Kadar Serum SGOT (U/L) Pada Kelompok Berisiko dan Tidak Berisiko

Variabel	n	Mean±SD	p value
SGOT			
Kelompok Berisiko	22	19,42±3,06	0,984
Kelompok Tidak Berisiko	22	19,40±4,18	

Independent T test

Kadar Serum Glutamate Piruvat Transaminase (SGPT) Pada Kelompok Berisiko dan Tidak Berisiko

Hasil penelitian menunjukkan rerata kadar serum SGPT pada kelompok berisiko di Kelurahan Karang Anyar sebesar 15,74 U/L lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok tidak berisiko di Desa Pajar Bulan sebesar 15,68 U/L dengan selisih 0,06 U/L, nilai normal Kadar Serum SGPT yaitu 0-41 U/L. Pada hasil uji statistik menunjukkan tidak terdapat perbedaan rerata kadar serum SGOT pada kedua kelompok dengan nilai p value 0,971 ($p>0,05$)

Tabel 4. Kadar Serum SGPT (U/L) Pada Kelompok Berisiko dan Tidak Berisiko

Karakteristik	Kelompok Berisiko (n=22)	Kelompok Tidak Berisiko (n=22)	p value
	median (min-max)	median (min-max)	
Umur (th)	29 (26-29)	28 (25-29)	0,170
IMT (kg/m ²)	26 (19-28)	24 (18-27)	0,869

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran kadar udara ambient NH₃ di dapatkan bahwa, di

Kelurahan Karang Anyar Palembang kadar udara ambient NH_3 yaitu 2,18 ppm lebih tinggi dibandingkan di Desa Pajar Bulan kadar udara ambient NH_3 yaitu 0,0020 ppm. Pemantauan kadar amonia udara di lingkungan sekitar warga pabrik karet dilakukan pengukuran dengan metode standar yang menggunakan alat spektrofotometer, kadar udara ambient NH_3 1,0 ppm, bau mulai tercium, sedangkan berdasarkan Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup RI No.50/MEN-LH/II/1996 kadar udara ambient amonia 2,0 ppm, batas maksimal paparan kebauan di area pemukiman secara terus-menerus (24 jam)^{16,17}

Peningkatan kadar NH_3 di dikarenakan adanya pabrik karet yang menghasilkan senyawa volatil salah satunya Amonia yang menyebabkan pencemaran udara. Pada rangkaian proses pembuatan karet akan menghasilkan gas bau (pencemar) yaitu gas amonia (NH_3)⁵. Bahan pencemar tersebut dapat menimbulkan bau yang mengganggu walaupun hanya dalam jumlah kecil. Sumber-sumber utama penghasil gas bau pada industri pengolahan karet adalah pada gudang penumpukan lump, pemotongan, dan penggilingan lump, serta ruang pengeringan, sehingga semakin dekat jarak pemukiman dengan pabrik karet maka jarak pencemaran NH_3 akan lebih tinggi

Timbulnya bau menyengat pada industri pengolahan karet disebabkan oleh kadar air yang tinggi (40-50%) pada bahan baku yang digunakan, penyimpanan bahan olah dan tahap pengeringan akhir. Kadar air yang tinggi menyebabkan bahan tersebut mengalami pembusukan karena adanya aktivitas mikroba¹¹. Salah satu limbah yang dihasilkan adalah gas NH_3 yang konsentrasinya yang mencapai 250-650 ppm gas NH_3 memiliki bau yang menyengat dan sangat beracun bila terhirup oleh saluran pernapasan yang pada akhirnya akan berpengaruh fungsi hati dalam tubuh⁸.

Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa tidak terdapat perbedaan Kadar Serum SGOT pada kelompok berisiko dan kelompok tidak berisiko dengan nilai *p value* = 0,984. Namun terlihat perbedaan selisih rata-rata Kadar Serum SGOT sebesar 0,02 U/L, artinya Kadar Serum SGOT pada kelompok berisiko lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok tidak berisiko. *Serum Glutamat Oksaloasetat Transaminase* (SGOT) merupakan enzim mitokondria yang berfungsi mengkatalisis pemindahan bolak-balik gugus amino dari asam aspartat ke asam α -oksaloasetat membentuk asam glutamat dan oksaloasetat²⁷. Enzim ini berada pada serum dan jaringan terutama hati dan jantung SGOT dikeluarkan dalam darah ketika terjadinya kerusakan sel hati, salah satunya akibat bahan kimia yaitu Amonia²⁹.

Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian Hidayat et al (2013) yang menyatakan bahwa orang yang terpapar amonia mengalami peningkatan kadar serum SGOT dimana kadarnya sebesar 60 U/L³³. Peningkatan kadar serum SGOT terjadi karena amonia yang masuk ke dalam tubuh akan menjadi suatu senyawa kimia memiliki atom bebas pada lapisan luarnya. Amonia berubah menjadi radikal bebas karena memiliki atom yang bebas dan berusaha untuk melengkapi lapisan luarnya agar lebih stabil dengan mengikat molekul lain dari organ tubuh. Dalam mencapai kestabilan tersebut amonia akan mengikat lipid dari membran hepatosit hati dan membentuk peroksidasi lipid sehingga dalam jangka waktu lama akan menyebabkan stres oksidatif dan kerusakan pada membran hepatosit hati⁴. Hepatosit akan dipersulit oleh berbagai kerusakan hati dan berbagai mekanisme yang menyebabkan kerusakan tersebut. Sehingga hati sering menjadi organ sasaran karena beberapa hal terutama bahan toksikan salah satunya bahan amonia²². Kerusakan akibat gangguan toksik berupa senyawa amonia dapat menyebabkan hepatosit

membengkak, tampak edematosa, dengan sitoplasma yang bergumpal dan rongga-rongga jernih yang lebar¹⁸. Kerusakan membran sel menyebabkan enzim SGOT keluar dari sitoplasma sel hepatosit yang rusak, dan jumlahnya meningkat di dalam darah. Sehingga dapat dijadikan indikator kerusakan hati²⁶.

Menurut peneliti, tidak adanya perbedaan Kadar Serum SGOT antara kelompok berisiko dengan kelompok tidak berisiko dikarenakan salah satunya faktor umur. Namun peneliti disini tidak meneliti pengaruh umur terhadap kadar serum SGOT. Ditinjau dari karakteristik umur pada kedua kelompok tersebut umur 27-28 tahun. Menurut Depkes RI (2009), umur 25-30 tahun tergolong usia produktif dimana organ tubuh salah satunya organ hepar bekerja dengan baik dan kemampuan sistem kekebalan tubuh efektif terhadap gangguan kesehatan⁶. Pada saat Ammonia masuk kedalam tubuh maka akan menimbulkan reaksi yaitu pada organ hepar. Amonia merupakan senyawa toksik yang bersifat basa dan akan mengalami proses detoksifikasi di hati menjadi senyawa yang tidak toksik, yaitu urea melalui siklus urea. Selain itu, urea juga disintesis di hati melalui siklus urea yang berasal dari oksidasi asam amino. Pada siklus urea, kelompok asam amino (amonia dan L-aspartat) akan diubah menjadi urea. Produksi urea di hati diatur oleh N-acetylglutamate. Urea kemudian mempunyai sifat yang mudah berdifusi dalam darah dan diekskresi melalui ginjal sebagai komponen urin, serta sejumlah kecil urea diekskresikan melalui keringat²³. Hal ini juga menunjukkan bahwa hati bekerja dan menjalankan fungsinya secara normal sehingga Kadar Serum SGOT tetap ada dalam darah secara normal

Pada Hasil ini juga didapatkan bahwa tidak terdapat perbedaan kadar serum SGPT antara kelompok berisiko dengan kelompok tidak berisiko dengan nilai *p value* 0,971 (*p* > 0,05). Namun terlihat perbedaan selisih

rata-rata Kadar Serum SGPT sebesar 0,06 U/L, artinya Kadar Serum SGPT pada kelompok berisiko lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok tidak berisiko. Serum *Glutamate Piruvat Transaminase* (SGPT) merupakan Alanin mengkatalisis reaksi pemindahan gugus NH₂ dari asam amino alanin ke asam alfa-ketoglutarat. Hasilnya terbentuklah asam keto yang lain, yang berasal dari alanin yaitu asam piruvat dan asam amino yang berasal dari asam alfa-ketoglutarat yaitu asam glutamat²⁸. SGPT seringkali dibandingkan dengan SGOT untuk tujuan diagnostik. SGPT meningkat lebih khas dari pada SGOT pada kasus nekrosis hati

Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian Gurer et all (2000), yang menyatakan bahwa orang yang terpapar amonia mengalami peningkatan Kadar Serum SGPT dimana kadarnya sebesar 90 U/L¹⁴. SGPT merupakan enzim yang banyak ditemukan pada organ hepar terutama pada mitokondria. Mitokondria akan mengirimkan sinyal ke lisosom, lalu lisosom akan mengeluarkan enzim lisosim untuk melakukan apoptosis. Apoptosis tersebut menyebabkan rusaknya sel tersebut dan keluarnya kompartemen di dalam sel tersebut termasuk SGPT. SGPT yang keluar dari sel tersebut akan dilepaskan ke dalam aliran darah sehingga tingkat konsentrasi SGPT di dalam darah meningkat. Tingkat aktivitas enzim SGPT dalam darah ini dapat mencerminkan terjadinya kebocoran dari sel-sel akibat cedera seluler⁷. SGPT memiliki fungsi yang sangat penting dalam pengiriman karbon dan nitrogen dari otot ke hati. Kenaikan kadar SGPT dapat menjadi lebih spesifik dalam melihat adanya kelainan dalam hati, karena sebagian besar produksi SGPT di dalam hati³⁵. Terjadinya peningkatan kadar SGPT dalam darah tersebut selain karena adanya kerusakan sel, juga berhubungan dengan terjadinya perubahan permeabilitas pembuluh darah hepatic. Perubahan permeabilitas ini

menyebabkan enzim SGPT yang dilepaskan oleh sel sel hati yang mengalami kerusakan lebih mudah ditransfer masuk ke dalam aliran darah⁸.

Menurut peneliti, tidak adanya perbedaan Kadar Serum SGPT antara kelompok terpapar dengan kelompok tidak terpapar dikarenakan salah satunya faktor Indeks Masa Tubuh (IMT). Namun peneliti disini tidak meneliti pengaruh IMT terhadap Kadar Serum SGPT. Ditinjau dari karakteristik IMT pada kedua kelompok tersebut IMT 24-26 kg/m². Menurut Depkes RI (2009), IMT 25,1 – 27,0 artinya keadaan orang tersebut disebut gemuk dengan kelebihan berat badan tingkat ringan. Pada hasil penelitian Emma dkk (2014), tidak terjadi peningkatan Kadar Serum SGPT pada wanita dewasa muda dengan obesitas central yang berisiko amonia dikarenakan kemampuan fungsi hati bekerja dengan baik¹³. Pada orang kelebihan berat badan ringan tidak selalu berpengaruh fungsi hati dalam proses detoksifikasi ketika berisiko amonia. Detoksifikasi dilakukan dengan berbagai proses yang dilakukan oleh enzim-enzim hati terhadap zat-zat beracun, baik yang masuk dari luar ataupun yang dihasilkan oleh tubuh sendiri. Melalui proses detoksifikasi zat berbahaya akan diubah menjadi zat yang secara fisiologis tidak aktif. Hati memiliki sel kupffer yang berfungsi menghancurkan atau memfagositosis dan mengeluarkan bahan toksik berupa amonia dalam tubuh. Sel kupffer terletak diantara sistem vena portal dan sistem sistemik, sel ini berfungsi sebagai penapis yang efektif. Apabila darah mengalir melalui hati, sel kupffer ini akan membersihkan darah dengan memusnahkan bahan toksik berupa amonia. Dengan demikian Kadar Serum SGPT tetap ada dalam darah secara normal². Selain itu juga Kadar Serum SGPT pada kelompok berisiko dalam batas normal dikarenakan fungsi hati dalam keadaan baik yaitu amonia (NH₃) yang masuk kedalam saluran pernafasan menuju ke paru-paru, kemudian dari paru-paru Amonia berikatan

dengan Hemoglobin ke sirkulasi darah menuju organ hepar. Di organ hepar NH₃ bereaksi dengan ornitin dan karbondioksida membentuk sitrulin. Sitrulin menangkap NH₃ dan membentuk orginin. Orginin akan dipecah oleh enzim arginase hati membentuk urea, ornitin, dan air. Kemudian urea dibuang ke ginjal menjadi urin sedangkan ornitin menangkap NH₃ dan siklus ini disebut siklus kreb³². Sehingga paparan amonia di udara tidak berpengaruh terhadap kadar serum SGPT.

Pada keadaan ini pula senyawa amonia ditentukan dengan kondisi kecepatan angin normal 3 m/s dan suhu 35°C jarak dispersi amonia di atmosfer sejauh 866,2 meter¹⁵. Senyawa amonia memiliki waktu tinggal yang relatif singkat di atmosfer sekitar 10 hari dengan *paruh waktu* selama 9 menit dan konsentrasi rata-rata amonia di atmosfer sebesar 0.06 mg/m³, dengan produksi 4-6 ppm/hari sehingga amonia di udara mudah menguap pada area dimana terletak pada angin yang terpusat sehingga populasi hanya berisiko dalam jumlah relatif sedikit. Semakin sedikit jumlah paparan amonia maka organ tubuh salah satunya yaitu organ hati kerjanya ringan sehingga tidak menimbulkan gangguan fungsi yang ditandai dengan kadar SGPT dalam batas normal^{22,23}

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian didapatkan Kadar Ambient Udara Amonia di Kelurahan Karang Anyar sebesar 2,18 ppm lebih tinggi dibandingkan di Desa Pajar Bulan sebesar 0,0020 ppm berada dalam batas normal. Tidak terdapat perbedaan rerata kadar serum SGOT pada kelompok berisiko dan kelompok tidak berisiko (*p value* =0,984). Dan tidak terdapat perbedaan rerata kadar serum SGPT pada kelompok berisiko dan kelompok tidak berisiko dengan nilai (*p value* =0,971)

DAFTAR PUSTAKA

1. Arisman. Manfaat Pemberian Zinc Terhadap Ensefalopati Hepatikum Pada Pasien Sirosis Hati. Padang : Fakultas Kedokteran Universitas Andalas; 2010
2. Brigden, K. and Stringer, R. Incidents of Ammonia Release From The Proferti I Urea and Ammonia Facility. Bahia Blanca, Argentina, Greenpeace Research Laboratories: Departement of Biological Science University of Exeter, UK; 2000
3. Charles Banon & Totok Eka Suharto. Adsorpsi Amoniak Oleh Adsorben Zeolit Alam Yang Diaktivasi Dengan Larutan Amonium Nitrat. Bengkulu Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam; 2008
4. Casado M.F, Cecchini A.L, Simao A.N.C, Oliveira R.D, & Cecchini R. Free Radical-mediated Pre-hemolytic Injuri in Human Blood Cells Subjected to Lead Asetat as Evaluated by Chemiluminescence. Food and chemical Toxicology 2007. Vol 45(6) : 945-952
5. Derin Pahlevi. Penghilangan Emisi Gas Bau Dari Tempat Penumpukan Leum Industri Karet Remah Dengan Menggunakan Teknik Biofilter. Institut Pertanian Bogor. Fakultas Teknologi Pertanian; 2006
6. Departemen Kesehatan RI. Petunjuk Teknis Pemantauan Status Gizi Orang Dewasa dengan Indeks Massa Tubuh (IMT) 2009. Jakarta; [cited 23 April 2017] Available from: <http://www.depkes.go.id/index.php.vw=2&id=A-137>
7. Desai, S.K., Soniya, Navdeep, Arya, Pooja. Antistress Activity of Boerhavia Diffusa Root Extract and a Polyherbal Formulation Containing Boerhavia Diffusa Using Cold Restraint Stress Model. 2010. [serial on line]. <http://www.ijppsjournal.com/Vol3Issue1/1006.pdf> (25 April 2011). Hal: 0975 – 1491.
8. Devaki dkk. Repeated Acute Stress Alters Activity of Serum Aminotransferase and Lactate Dehydrogenase in Rate. JPBS. 2010. 23(2): 1- 4
9. Data WHO. Outdoor Pollution 2012 <http://kbr.id/terkini/09>. diakses 20 April 2017
10. Data Dinas Pekebunan UPTD Balai Pengawasan Dan Sertifikasi Mutu Barang. Jumlah Pabrik Karet Di Sumatera Selatan. 2016
11. Didin dkk. Biofiltrasi dalam Penyisihan Limbah Gas H₂S dan NH₃ Aplikasi Teknik. Bandung: Jurusan Teknik Kimia; 2007
12. Data Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Palembang. Kadar Udara Ambient Pemukiman Sekitar Pabrik Karet Sumatera Selatan. 2017
13. Emma dkk. Gambaran Enzim Hati Pada Dewasa Muda Dengan Obesitas Sentral. Journal e-Clinic. 2014. Vol 2 (2) No 1
14. Gurer H, & Ercal N. 2000. Can antioksidan be Benefical in The treatment of lead Posioning? Free Radic Biol Med. 29(10): 927-945.
15. Hassan, C.R.C, dkk. A Case Study of Consequences Analysis of Ammonia Transportation by Rail from Gurun to Port Klang in Malaysia Using Safti omputer Model. Journal of SH&E Research 2009. Vol. 6. No. 1

16. Juniarto. Evaluasi Pengaruh Konsentrasi Amoniak Di Udara Terhadap Kesehatan Pekerja Dan Masyarakat. Depok: Fakultas Teknik; 2011
17. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 50 Tahun 1996 Tentang Baku Mutu Kebauan
18. Kumar dkk. Buku ajar patologi .7nd ed, Vol. 2. Jakarta : EGC; 2007
19. Kurt J. Isselbacher, dkk. 2000. *Harrison Prinsip-Prinsip Ilmu Penyakit Dalam Volume 4 Edisi 13*. Jakarta: EGC
20. Kang K, dkk. The Effect of Fucoidan Ekstracts on CCl4 Induceed Liver Injury. *Archive of Pharmacol Research*. 2008. (15) : 622–627
21. Lener, E.K.L. The gale encyclopedia of science"ammonia". Detroit. 2008. gale vol 1.4. diakses pada tanggal 10 April 2017 <http://e-resource.pnri.go.id:2130/ps/i.d:2130/ps/id.do/id=GALE>
22. Lemberg A and Fernandez MA. Hepatic Encephalopathy, Ammonia, Glutamate, Glutamine And Oxidative Stress. *Ann Hepatol* 2009. (8): 95–102.
23. Lohr JW. Encephalopathy Uremic. <http://www.Emedicine.com/nephrology>. 2009. Diakses 23 April 2017
24. Mukono, H.J. Pencemaran Udara Dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernapasan. Surabaya : Airlangga University Press; 2008
25. Makarovsky, dkk. Ammonia-When Something Smells Wrong. *IMAJ Volume* 2008: (10) 537-543
26. Ronald, A. Sacher. Tinjauan Klinis Hasil Pemeriksaan Laboratorium. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama; 2004
27. Price SA, Wilson LM. Patofisiologi Konsep Klinis Proses-Proses Penyakit Edisi Ke-6. Jakarta: EGC; 2012
28. Sadikin. Biokimia Enzim. Jakarta: Widya Medika; 2002
29. Sutedjo dan Kartasapoetra, A. G. Pengantar Ilmu Tanah. Jakarta: Rineka Cipta;2005
30. Soemirat Slamet. Kesehatan Lingkungan. Yogyakarta: Gajah Mada; 2009
31. Sihaloho, WR. Analisis Kandungan Amonia Dari Limbah Cair Inlet Dan Outlet Dari Beberapa Industri Kelapa Sawit. Sumatera Utara: Departemen Kimia; 2009
32. Sherwood, L. Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem. Jakarta: EGC; 2010
33. Syaiful Hidayat dkk. Pengaruh Polusi Udara Dalam Ruang Terhadap Paru dan Hati. *CDK189 Volume* 39 (1); 2012
34. Prasetiawan, E., Sabri, E., Ilyas, S. Gambaran Histologis Hepar Mencit (*Mus musculus L.*) Strain ddw setelah Pemberian Ekstrak N-Heksan Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium Dc.*) Selama Masa Pra Implantasi dan Pasca Implantasi. *Jurnal online saintia biologi* 2012 Vol. 1 No.1
35. Wibowo AW, L Maslachah & R. Bijanti. Pengaruh pemberian Perasan Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia*) Terhadap Kadar SGOT dan SGPT Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Diet tinggi Lemak. *Jurnal Veterineria Medika Universitas Airlangga*2008. Vol. 1: 1-5

