



# JURNAL LABORATORIUM KHATULISTIWA

e - ISSN : 2597-9531

p - ISSN : 2597-9523



## Hubungan Lamanya Paparan Polutan Pada Gas Buangan Kendaraan Bermotor Terhadap Aktivitas Enzim Alanine Aminotransferase

✉ **Sri Tumpuk, Herlinda Djohan, Ika Sartika**

Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Kemenkes Pontianak

*E-mail* : sritumpuk66@gmail.com

**Submitted** : 29 September 2020; **Revised** : 24 Oktober 2020; **Accepted** : 13 November 2020

**Published** : 30 November 2020

---

### Abstract

Air pollution is one of the importance health problems. Air pollution from motor vehicle exhaust gases containing lead (Pb), particulate matter (PM), nitrogen oxides ( $\text{NO}_x$ ), sulfur oxides ( $\text{SO}_2$ ), and carbon monoxide (CO). The emissions from these exhaust gases can enter the body and will be accumulated in a lot of fat tissues such as the liver. When exposed for a long time could cause liver damage which is characterized by an increase in the enzyme Alanine Aminotransferase (ALT). The aim of this research was to examine the correlation of pollutant exposure in motor vehicle exhaust gases and the enzyme activity of Alanine Aminotransferase. This type of research is a literature review. Database sources used such as Google Scholar, Google.co.id, Pubmed, freefullpdf, and Google Ebook. Based on the results of the study obtained from 16 journals, 15 journals stated there was a relationship between exposure to pollutants such as lead, carbon monoxide, particulate matter,  $\text{SO}_2$  and  $\text{NO}_2$  to the activity of the enzyme Alanine Aminotransferase (ALT). The exposure to motor vehicle exhaust gases causes an increase in ALT enzymes because the pollutants produced enter the body and bind lipids from the liver hepatocyte membrane to form lipid peroxides and induce oxidative stress. Oxidative stress will attack the liver plasma membrane causing an increase in ALT enzyme activity. The conclusion of the results of the literature review acquired there was correlation of the duration of exposure to pollutants in motor vehicle exhaust gases such as lead, carbon monoxide, particulate matter,  $\text{SO}_2$  and  $\text{NO}_2$  to increase in the enzyme Alanine Aminotransferase.

**Keywords** : Exposure to Pollutants, Exhaust Gas, ALT

---

Polusi udara merupakan salah satu masalah kesehatan yang penting. Polusi udara dan gas buangan kendaraan bermotor mengandung timbal (Pb), partikulat matter (PM), nitrogen oksida ( $\text{NO}_x$ ), sulfur oksida ( $\text{SO}_2$ ), dan karbon monoksida (CO). Emisi dan gas buangan ini dapat masuk dalam tubuh dan akan diakumulasi pada jaringan yang kaya lemak seperti hati. Bila terpapar dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan kerusakan hati yang ditandai dengan meningkatnya enzim Alanine Aminotransferase (ALT). Tujuan kajian ini adalah mengkaji hubungan lamanya paparan polutan pada gas buangan kendaraan bermotor terhadap aktivitas enzim Alanine Aminotransferase. Jenis penelitian yang digunakan adalah kajian literatur. Sumber basis data yang digunakan seperti Google Scholar, Google.co.id, Pubmed, freefullpdf, dan Google Book. Berdasarkan hasil kajian didapatkan dari 16 jurnal, 15 jurnal menyatakan ada hubungan paparan polutan seperti timbal, karbon monoksida, partikulat matter,  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$  terhadap aktivitas enzim Alanine Aminotransferase (ALT). Paparan gas buangan kendaraan bermotor menyebabkan terjadinya peningkatan enzim ALT karena polutan yang dihasilkan masuk ke dalam tubuh dan mengikat lipid dan membran hepatosit hati membentuk peroksida lipid dan menginduksi stress oksidatif. Stress oksidatif menyerang membran plasma hati yang menyebabkan terjadinya peningkatan aktivitas enzim ALT. Kesimpulan dan hasil kajian literatur didapat ada hubungan lamanya paparan polutan pada gas buangan kendaraan bermotor seperti timbal, karbon monoksida, partikulat matter,  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$  terhadap peningkatan enzim Alanine Aminotransferase.

**Kata Kunci** : Paparan Polutan Gas Buangan, ALT

## PENDAHULUAN

Polusi udara merupakan salah satu masalah kesehatan yang penting. Polusi atau pencemaran udara adalah suatu keadaan di atmosfer dimana udara bercampur dengan zat atau radiasi yang membawa dampak buruk terhadap organisme hidup (Pinontoan and Sumampouw, 2019). Pencemaran udara biasanya terjadi di daerah perkotaan yang padat penduduknya (Mukono, 2011). Berdasarkan data ranking kualitas udara (IQAir) pada 5 Juli 2020, pukul 21.37 WIB didapat kualitas udara di Indonesia sebesar 166  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan status tidak sehat (IQAir, 2020). Sedangkan Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) di Kota Pontianak pada 16 September 2019, pukul 16.49 WIB didapat tingkat udara mencapai 370.36  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan status berbahaya (Supendri, 2019). Pada 19 Maret 2020 pukul 15.00 WIB adalah 121  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dengan status tidak sehat (KLHK, 2020). Sektor transportasi merupakan penyebab utama masalah lingkungan saat ini (Aly, 2015). Aktivitas transportasi khususnya kendaraan bermotor merupakan sumber utama pencemaran udara. Kendaraan bermotor menghasilkan 80,22% - 92,00% dan seluruh pencemaran udara yang terjadi. (Jansen et al., 2011). Zat-zat yang diemisikan dan gas buang kendaraan mengandung timbal (Pb), partikulat halus (PM), nitrogen oksida ( $\text{NO}_x$ ), sulfur oksida ( $\text{SO}_2$ ), dan karbon monoksida (CO) (Ismiyati et al., 2014). Zat-zat di dalam gas buang ini terbentuk selama energi diproduksi untuk menjalankan kendaraan bermotor (Haruna et al., 2019).

Gas buang kendaraan bermotor mempengaruhi kesehatan tergantung dan toksisitas (daya racun) masing-masing senyawa atau zat dan seberapa luas masyarakat terpapar olehnya (Haruna et al., 2019). Timbal (Pb) merupakan salah satu emisi gas buang kendaraan. Timbal adalah logam yang mendapat perhatian karena bersifat toksik melalui konsumsi makanan, minuman, udara, air, serta debu yang tercemar timbal (Widowati, 2008). Senyawa timbal halogen yang berasal dari kendaraan. terbentuk selama pembakaran bensin karena dalam bensin sering ditambahkan cairan anti letupan (anti ketok) yang terdiri dari 62% TEL (tetraethyl lead), 18% etil klorida dan 2% bahan-bahan lainnya (Ridhowati, 2013). Gas buangan kendaraan juga menghasilkan CO,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , dan PM. Gas CO adalah gas beracun yang tidak berwarna serta tidak berbau (Muchtaridi and Justiana, 2007b). Gas ini dapat dipakai sebagai parameter untuk indikator pencemaran udara, terutama yang diakibatkan oleh pembakaran bahan bakar minyak oleh kendaraan bermotor (Chandra, 2007).

Gas  $\text{SO}_2$  merupakan gas yang tidak berwarna dan berbau menyengat. Gas  $\text{SO}_2$  dapat berasal dari pembakaran bahan bakar minyak (Mukono, 2014). Gas

$\text{NO}_2$  merupakan gas yang digunakan sebagai indeks pencemaran udara (Mukono, 2014). Partikulat halus (PM) merupakan zat pencemar padat maupun cair yang terdispersi di udara. Partikulat dapat berupa debu, asap, uap (Muchtaridi and Justiana, 2007a). Gas-gas ini merupakan gas yang dapat dipakai sebagai indikator pencemaran udara (Chandra, 2007). Emisi kendaraan bermotor ini dapat menyebabkan gangguan kesehatan dan kerusakan pada lingkungan.

Senyawa ini dapat merusak saluran pernafasan, iritasi paru-paru dan mata, dan juga berkontribusi terhadap kerusakan jantung, paru-paru, hati dan ginjal (Riviwanto and Sani, 2017). Berdasarkan penelitian Yusuf et al (2015) tentang emisi gas buang kendaraan bermotor roda empat diketahui konsentrasi gas karbon monoksida (CO) 210 ppm, nitrogen oksida ( $\text{NO}$ ) 78,8 ppm, dan konsentrasi gas  $\text{NO}_x$  76 ppm. Hal ini sejalan dengan penelitian Apriana pada tahun 2015 yang menyebutkan bahwa terpapar udara selama 15 menit merupakan ambang batas normal paparan CO dalam kendaraan bermotor dengan kadar 100  $\text{mg}/\text{m}^3$  atau 87,3 part per million (ppm) yang apabila terpapar pada manusia dengan kadar berlebih akan mempengaruhi kesehatan (Apriana, 2015). Hati merupakan sebuah kelenjar terbesar di dalam badan manusia dan memiliki berbagai fungsi salah satunya detoksifikasi toksin (Judha, 2016). Jika polutan dan buangan gas kendaraan memasuki tubuh maka polutan yang diedarkan oleh darah akan mengalir ke hati berikatan dengan lipid dan membran sel hati membentuk peroksidasi lipid dan menginduksi pembentukan radikal bebas yang menyebabkan stress oksidatif dan kerusakan hepatosit hati ketika terpapar dalam jangka waktu yang lama. Stress oksidatif ini ditandai dengan meningkatnya enzim ALT dua kali lipat dibanding kelompok yang tidak terpapar (Susiwati and Anggita, 2017). Berdasarkan penelitian Maysaroh dkk, (2015) dengan pengamatan secara mikroskopis terbukti jika asap kendaraan bermotor menyebabkan kerusakan pada sel hati mencit yang dilakukan dengan pemberian asap pada mencit selama (30, 60, 90, 120, dan 150 detik) dan didapatkan hasil tertinggi bahwa dengan pemberian asap kendaraan selama 150 detik dapat menyebabkan kerusakan hati pada mencit dengan persentase sebesar 40%.

Penelitian Susiwati dan Anggita (2017) yang dilakukan pada penyapu jalan sore hari di Kota Bengkulu juga menyebutkan ada hubungan antara lama waktu paparan polutan terhadap kadar SGPT. Pada penyapu jalan sore hari dengan lama waktu paparan <5 tahun, hasil pemeriksaan kadar SGPT rendah atau masih dalam ambang batas normal. Pada penyapu jalan sore hari dengan lama waktu paparan 5 tahun, hasil pemeriksaan kadar SGPT mengalami kenaikan. Hal ini sejalan dengan penelitian Zhang et al (2019)

yang berjudul paparan jangka panjang terhadap partikel halus dan enzim hati menyebutkan adanya hubungan paparan jangka panjang PM 2.5 terhadap peningkatan enzim hati terutama ALT.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah kajian literatur. Kajian literatur (literature review) atau penelitian kepustakaan merupakan suatu cara untuk menemukan, mencari artikel-artikel buku-buku dan sumber-sumber lain seperti tesis, disertasi, prosiding, yang relevan pada suatu isu tertentu atau teori atau riset yang menjadi interest kita. Literatur review berisi uraian tentang teori, temuan dan bahan penelitian lain yang diperoleh dan bahan acuan untuk dijadikan landasan kegiatan penelitian (Siregar and Harahap, 2019). Fokus penelitian kepustakaan adalah mendalami, mencermati, menelaah, dan mengidentifikasi pengetahuan yang mengarahkan path pandangan kritis terhadap penelitian penelitian yang telah dilakukan yang signifikan dengan penelitian yang sedang atau akan kita lakukan (Fitrah and Lutfiyah, 2017).

### 1. Sumber Basis Data

Pencarian pustaka dalam kajian literatur ini menggunakan Bahasa Inggris dan Bahasa Indonesia yang relevan dengan topik. Pencarian data menggunakan beberapa search engine. Search engine atau mesin pencari merupakan salah satu layanan diinternet yang menyediakan tampilan antarmuka untuk mencari informasi pada world wide web (WWW). Informasi informasi tersebut dapat terdiri atas halaman web, gambar, dan tipe-tipe file yang lain (Rasul, 2008). Search engine yang digunakan dalam mencari pustaka pada kajian literatur ini antara lain Google Scholar, Google.co.id Pubmed, freefullpdf, dan Google Book. Adapun pustaka yang telah didatangkannya berbagai literatur dikumpulkan sebagai suatu kesatuan yang digunakan untuk menjawab permasalahan.

### 2. Waktu Publikasi

Pencarian pustaka dalam kajian literatur ini menggunakan waktu publikasi dan tahun 2000-2020 yang didapat dengan search engine yang dicari pada Google Scholar, Google.co.id, Pubmed, freefullpdf dan Google Book.

### 3. Kriteria Inklusi

Kriteria Inklusi adalah karakteristik umum subjek dan suatu target yang terjangkau yang akan diteliti (Siregar and Harahap, 2019). Adapun kriteria inklusi dalam kajian literatur ini adalah

- Jurnal dan buku yang diambil pada tahun 2000-2020
- Jurnal yang menggunakan subjek penelitian pada manusia dan tikus yang terpapar polutan

pada gas buangan kendaraan bermotor.

- Jurnal yang menggunakan bahasa Indonesia dan bahasa Inggris.

### 4. Kriteria Eksklusi

Kriteria eksklusi adalah menghilangkan atau mengeluarkan subjek yang memenuhi kriteria inklusi dan studi karena beberapa sebab (Siregar and Harahap, 2019). Adapun kriteria eksklusi dalam kajian literatur ini adalah jurnal non full-text dan Ilirai ure review.

### 5. Strategi Penelusuran Publikasi

Penelusuran literatur adalah kegiatan menemukan kembali informasi kepustakaan mengenai suatu bidang tertentu yang ada diperpustakaan maupun di luar perpustakaan dengan menggunakan bantuan literatur sekunder dan atau sarana penelusuran lainnya (Nashihuddin, 2016). Penelusuran literatur merupakan langkah pertama untuk mengumpulkan informasi penelitian yang relevan bagi penelitian (Siregar and Harahap, 2019). Adapun tujuan penelusuran literatur adalah untuk mendukung penelitian dan atau penulisan ilmiah. Prinsip dalam melakukan penelusuran didatabase online, penelusur harus memilih sumber-sumber yang kredibel dan mutakhir, dengan melihat aspek:

- relevansi judul literatur;
- keterbaruan data literatur (up to date);
- sumber informasi literatur yang akan dijadikan bahan tulisan/penelitian (Nashihuddin, 2016).

Kajian literatur ini didapat dan telusuran jurnal Bahasa Indonesia dengan pencarian menggunakan kata kunci lama paparan polusi terhadap kadar ALT melalui Google Scholar adalah 1 jurnal yang ditemukan relevan dengan judul kajian literatur.

Dengan kata kunci asap kendaraan dan ALT dan paparan didapatkan 1 jurnal yang relevan di Google Scholar. Dengan kata kunci lama paparan polusi terhadap kadar ALT pada google.co.id didapat 1 jurnal yang relevan. dengan kata kunci partikel ultrafine terhadap ALT didapat 1 jurnal. Kajian literatur ini juga didapat jurnal berbahasa Inggris dan pencarian pada freefullpdf menggunakan kata kunci effects of lead exposure to the liver didapatkan 5 jurnal yang relevan. Dengan kata kunci effects of pollution exposure on alt enzymes in mice didapat 2 jurnal, dengan kata kunci the effect of vehicle pollution on alanine aminotransferase enzymes and impaired liver function didapat 3 jurnal yang relevan. Dengan pencarian pada pubmed menggunakan kata kunci the effect of pollution exposure on ALT enzymes didapat 2 jurnal yang relevan.

Adapun total jumlah yang didapat adalah 4 jurnal Bahasa Indonesia dan 12 jurnal Bahasa Inggris.

### 6. Analisis

Analisis data yang digunakan pada pustaka dalam kajian literatur ini adalah analisis kualitatif

yaitu pengumpulan data pada suatu latar ilmiah dengan maksud menafsirkan fenomena yang terjadi (Anggito and Johan, 2018).

Desain dari kajian literatur ini adalah deskriptif, yakni penguraian secara teratur kumpulan data mentah yang diubah menjadi bentuk yang mudah dipahami. dalam bentuk informasi yang lebih ringkas (Istijanto, 2005).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Timbal adalah logam yang mendapat perhatian karena bersifat toksik. Intoksikasinya terjadi melalui jalur inhalasi. Paparan timbal dan gas buangan kendaraan bermotor menghasilkan senyawa timbal yang halogen. Ketika memasuki aliran darah, timbal akan menjadi suatu senyawa kimia  $Pb^{2+}$ , kemudian berubah menjadi radikal bebas karena memiliki atom bebas dan berusaha untuk melengkapi lapisan luarnya agar lebih stabil dengan mengikat molekul lain dan organ tubuh. Untuk mencapai kestabilan tersebut  $Pb^{2+}$  akan mengikat lipid dan membran hepatosit hati membentuk peroksida lipid (Susiwati and Anggita, 2017). Karena akumulasi timbal sebagian besar terjadi di jaringan lunak terutama hati maka timbal akan mengikat lipid dan membran hepatosit dan menginduksi stress oksidatif (Ahmed Al-Mzaien et al., 2019).

Stress oksidatif adalah kerusakan sel yang disebabkan reaksi kimia antara radikal bebas dan molekul dalam tubuh (Widyaningsih et al., 2017). Stress oksidatif yang diakibatkan timbal, terlebih dahulu mempengaruhi membran plasma hati yang ditandai dengan meningkatnya kadar enzim ALT dua kali lipat dibandingkan dengan kelompok yang tidak terpapar timbal (Susiwati and Anggita, 2017). Sedangkan peningkatan enzim yang terjadi pada hati hewan disebabkan oleh kebocoran enzim dan sitosol hati ke dalam aliran darah sehingga enzim ini dapat terdeteksi pada plasma atau serum hewan (Haouas et al., 2014). Kajian literatur ini didapat 7 jurnal yang membahas paparan timbal terhadap enzim Alanine Aminotransferase (ALT). Dan 7 jurnal tersebut 6 jurnal menyatakan bahwa paparan polutan seperti timbal dapat menyebabkan kerusakan serta peningkatan enzim di hati hewan dan manusia. Pendapat 6 jurnal ini didukung oleh penelitian Won-Joon Chang pada tahun 2013 yang mengatakan ada hubungan paparan dan timbal terhadap fungsi hati. yang ditandai dengan meningkatnya enzim ALT pada kelompok yang terpapar timbal. Kemudian Susiwati dan Anggita pada tahun 2017 melakukan penelitian pada penyapu jalan sore hari dan didapat hasil kadar enzim ALT rata-rata dengan lama paparan <5 tahun 8.61 U/L dan >5 tahun 25,32 U/L. Dengan uji T independent didapat adanya hubungan paparan polutan terhadap kadar ALT atau

SGPT. Pada tahun 2018 Kirana melakukan penelitian dan menyebutkan bahwa terdapat 4 responden (20%) yang memiliki risiko terjadinya kerusakan hati pada juru parkir. Ahmed Al-Mzaien et al (2019) juga mengatakan hasil adanya hubungan kadar timbal terhadap peningkatan kadar ALT pada pekerja di Irak yang disebabkan durasi pekerjaan yang lama 9-20 tahun dan jenis pekerjaan mereka yaitu pekerja SPBU, pekerja pabrik baterai dan pekerja kiln bata yang berhubungan dengan paparan timbal. Akibatnya timbal terhirup dan terakumulasi dalam hati dan terikat pada sel darah merah. Efek yang dibenarkan menginduksi adanya stress oksidatif yang ditandai dengan meningkatnya enzim ALT. Peningkatan enzim ALT di hati dipengaruhi oleh lamanya paparan timbal, jenis pekerjaan dan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD). Timbal yang terhirup secara terus menerus selama kurun waktu bertahun-tahun dengan frekuensi bekerja setiap harinya lebih dan enam jam akan menyebabkan terjadinya peningkatan akumulasi timbal di hati. Masyarakat atau pekerja yang bekerja pada lingkungan dengan polusi kendaraan yang tinggi akan meningkatkan paparan timbal misalnya pada juru parkir, petugas SPBU, penyapu jalan sore hari dan polisi lalu lintas. Pada penelitian Alusingsing and Kabuhung (2013) menyebutkan bahwa polisi lalu lintas yang bertugas di pusat Kota Manado kadar timbal dalam darah sudah melebihi nilai ambang batas yang ditetapkan oleh WHO yaitu 10 ug/dl, kadar timbal dalam darah pada polisi lalu lintas yang tertinggi adalah 800 ug/dl, dan yang terendah adalah 400 ug/dl dan dapat dikatakan bahwa kadar timbal dalam darah polisi lalu lintas sudah tidak normal. Kemenkes RI Nomor 1406 pada tahun 2002 menyebutkan kelompok berisiko terpapar timbal salah satunya masyarakat yang bekerja pada daerah padat lalu lintas dan tidak menggunakan API seperti masker dan sarung tangan.

Menurut Penelitian Jostirna P et al tahun 2012 yang diuji ke hewan didapat bahwa akumulasi timbal terjadi pada hati tikus. Tahun 2014 oleh Haouas et al mengatakan paparan timbal dapat mengakibatkan kerusakan dan Peningkatan enzim di hati. Tikus yang diberi perlakuan. Pemeriksaan histopatologis hati menunjukkan perubahan degeneratif yang luar biasa seperti disorganisasi difusi tali hati, kongesti vaskuler, dilatasi kapiler sinusoid, vena sentral dan ruang portal. Hal ini juga didukung dengan adanya pemeriksaan enzim ALT di hati tikus dengan konsentrasi lebih dari 100 UI/L dan AST dengan konsentrasi lebih dari 60 UI/L. Dan diperkuat dengan uji TUNEL untuk melihat fragmentasi DNA dalam sel somatik dan didapatkan adanya fragmentasi DNA sel hati tikus pada Uji TUNEL. Kandungan timbal ditubuh manusia dapat mengganggu mekanisme perbaikan DNA, akibatnya DNA yang rusak selama proses peroksidasi lipid in-

ilah yang menyebabkan stress oksidatif yang memicu kerusakan hati. Hal yang sama juga didapat pada penelitian Markiewicz-Górka et al (2015) dilakukan pada tikus dengan waktu penelitian selama sembilan bulan. Didapatkan adanya peningkatan aktivitas alanine aminotransferase setelah gabungan paparan Pb dan Mn.

Berdasarkan penelitian Yang et al (2016) menyatakan hal yang berbeda bahwa adanya metil tersier butil etil pada bensin yang terkenal untuk alkil timbal sebagai hasil dan polusi udara pada petugas bensin tidak menjadi faktor risiko yang signifikan terhadap kerusakan hati. Karena konsentrasi metil tersier butil eter yang relatif rendah sehingga tidak menyebabkan kerusakan pada hial dan petugas bensin yang rata-rata sudah menggunakan APD, 72% tidak merokok. Namun terdapat keterbatasan dalam penelitian ini yaitu ukuran sampel dalam penelitian ini relatif kecil yaitu 71 sampel sehingga tidak dapat digeneralisasikan.

Karbon monoksida pada dasarnya merupakan senyawa yang dihasilkan dan pembakaran yang tidak sempurna, dimana sumber utamanya adalah berasal dari kegiatan manusia seperti kendaraan bermotor berbahan bakar bensin, asap rokok, tungku dapur, dan tungku pemanas ruang (Apriana 2015). Paparan dengan konsentrasi tinggi dapat menyebabkan kerusakan hati, ginjal, albuminuria, glukosuria dan oliguria (Apriana, 2015). Kerusakan hati dapat terjadi akibat proses detoksifikasi yang merupakan salah satu fungsi hati. Proses detoksifikasi dilakukan dengan cara mengubah semua bahan acing atau toksin menjadi bahan yang tidak membahayakan tubuh. Kemampuan hati sangat terbatas sehingga dapat menimbulkan kerusakan organ hati (Sunita, 2018). Proses detoksifikasi dan karbon monoksida di hati terjadi di dalam peroksisomal melalui proses peroksidal dengan bantuan enzim peroksisomal katalase dengan menggunakan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Reaksi antara karbon dengan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan radikal lain akan menghasilkan radikal hidroksietil yang merupakan oksidan kuat. Adanya reaksi ini akan mengoksidasi lipid dengan bantuan enzim (Sunita, 2018). Apabila terjadi kerusakan sel atau peningkatan permeabilitas membran sel, enzim akan banyak keluar ke ruang ekstra sel dan ke dalam aliran darah. Inilah yang digunakan sebagai penunjang diagnosa (Apriana, 2015). Kerusakan hati akan memicu enzim Alanine Aminotransferase untuk mempercepat metabolisme, enzim ini akan keluar dari sel hati dan memberikan perlindungan terhadap hepatositosis sehingga kadarnya akan meningkat di dalam darah (Sunita, 2018). Kajian literatur ini terdapat 1 jurnal yang membahas adanya paparan karbon monoksida terhadap enzim ALT. Penelitian yang dilakukan oleh Sunita pada tahun 2018 mengungkapkan hubungan lama paparan karbon monoksida (CO) terhadap kadar enzim Ala-

nine Amino Transferase (ALT). Dalam jurnal Sunita (2018) didapat hasil kadar ALT rata-rata yaitu 33,82 U/L yang menunjukkan hasil masih normal.

Namun dengan uji Korelasi Spearman didapat korelasi searah yang menyatakan semakin besar nilai lama paparan karbon monoksida (CO) semakin tinggi pula kadar enzim Alanine Aminotransferase. Sampel dalam penelitian ini tidak menggunakan

Alat Pelindung Diri (APD). APD dapat melindungi diri dan paparan CO. Dengan tidak menggunakan alat pelindung diri maka ketika terpapar CO tidak menutup kemungkinan menyebabkan kerusakan organ hati. Namun terdapat keterbatasan dalam penelitian Sunita (2018) yaitu tentang faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil seperti aktivitas fisik pekerja dan riwayat merokok maupun konsumsi alkohol tidak dijelaskan di dalam jurnal ini.

Paparan Partikulat terhadap enzim Alanine Aminotransferase (ALT) Partikulat matter merupakan zat pencemar padat maupun cair yang terdispersi di udara yang terdiri dari PM 2.5 dan PM 10. Partikulat memiliki ukuran yang sangat kecil menyebabkan partikel ini dengan mudah masuk dalam tubuh dan terdeposit dalam unit saluran nafas bahkan dapat masuk ke sirkulasi darah sistemik sehingga dapat ditransfer ke organ-organ seperti hati melalui vena porta hepatica (Maysaroh dkk, 2015). Ketika memasuki hati, partikulat akan menyebabkan stress oksidatif melalui jalur langsung maupun tidak langsung akibat paparan yang melebihi kapasitas protektif antioksidan sehingga menyebabkan kerusakan hati yang ditandai dengan meningkatnya enzim ALT (Kim et al., 2015) Kajian literatur ini terdapat 6 jurnal yang menyatakan adanya hubungan paparan partikulat terhadap peningkatan enzim ALT. Hal ini didukung oleh penelitian Kim et al (2015) yang menyebutkan adanya hubungan paparan PM 2.5 dengan peningkatan kadar enzim hati. Peningkatan enzim ALT sebesar 3,2 %. Pada penelitian ini digunakan jenis penelitian yaitu cross sectional study. Penelitian ini memiliki kelebihan karena menggunakan sampel dengan populasi 545 peserta yang dilakukan pada tahun 2008 sampai 2010 pada lansia dan bertujuan meneliti adanya paparan dan PM 2.5 dimana polutan udara ini menyebabkan stress oksidatif melalui jalur langsung maupun tidak langsung. Namun ada keterbatasan yaitu sampel yang digunakan berusia diatas 60 tahun sehingga hasilnya tidak dapat digeneralisasikan pada orang yang lebih muda, konsumsi alkohol pada sampel tidak dapat dikendalikan selama periode penelitian maupun sebelum penelitian sehingga dapat mempengaruhi hasil dan paparan udara pada masing-masing sampel tidak diukur langsung. Pada tahun 2017, Huiyu Deng melakukan penelitian dan didapat ada efek buruk paparan PM 2.5 setelah diagnosis pada kelangsungan hidup kanker

hati. Penelitian di atas diperkuat dengan pernyataan Zhang et al (2019) bahwa paparan jangka panjang polusi udara ini dapat meningkatkan enzim hati terutama ALT dan GGT. Peningkatan enzim ALT terjadi  $>40$  iU/L per  $10 \mu\text{g.m}^3$ . Penelitian ini merupakan studi epidemiologi terbesar sejauh ini yang meneliti paparan polusi udara seperti PM 2.5 dan tahun 2001 sampai 2014 dengan jumlah sampel 398.147 peserta. Dimana peneliti melihat adanya faktor pengganggu seperti konsumsi alkohol, aktivitas fisik. Paparan debu ditempat kerja dan riwayat penyakit yang tertulis dalam kuisioner. Sehingga faktor risiko dapat dihindari. Peneliti juga mengamati adanya hubungan kuat pada pria, perokok, konsumsi alkohol dan riwayat penyakit. Dan didapat hasil peningkatan enzim ALT dan GGT pada semua sub kelompok. Penelitian ini memiliki beberapa kelebihan yaitu ukuran sampelnya yang besar, perhitungan berbagai perancu potensial untuk menjadi lebih baik dalam menghubungkan antara paparan PM 2.5 dan enzim hati serta adanya penggunaan model spatio-temporal resolusi tinggi untuk memperkirakan paparan PM 2.5 untuk setiap peserta. Namun juga memiliki keterbatasan karena hanya memperkirakan konsentrasi PM 2.5 saja dan polutan lain tidak tersedia. PM 2.5 dihitung pada alamat tetap saja dan pola aktivitas peserta tidak dipertimbangkan serta peserta penelitian ini yang sebagian besar berasal dari masyarakat yang memiliki tingkat pendidikan tinggi sehingga harus berhati-hati dalam mengeneralisasikan pada populasi umum.

Maysaroh pada tahun 2015 melakukan penelitian pada mencit dan didapat bahwa partikel ultrafine dan asap kendaraan bermotor memiliki dampak terhadap organ hati mencit yang diamati berdasarkan pengamatan mikroskopisnya. Persentase kerusakan organ hati tertinggi terjadi saat pemberian total partikel ultrafine dan kendaraan bermotor 1 adalah  $7,23 \times 10^{11}$  dengan persentase kerusakan mencapai 40%. Pada kendaraan bermotor 2 total partikel ultrafine terbanyak yang diberikan adalah  $6,04 \times 10^{11}$  partikel ultrafine dengan persentase kerusakan yang mencapai 44%. Shibin Ding dkk pada 2019 melakukan penelitian ke hewan coba dan didapat ada hubungan paparan PM terhadap stress oksidatif pada hati tikus. Ruifeng Yan dkk tahun 2019 juga menyatakan ada hubungan paparan PM 2.5 dalam menginduksi stres oksidatif, merusak metabolisme lipid dan sedikit meningkatkan akumulasi lipid pada hati tikus betina.

Gas  $\text{NO}_2$  dan  $\text{SO}_2$  dipengaruhi oleh aktivitas kegiatan transportasi. Tingginya aktivitas dalam pemenuhan kebutuhan mengakibatkan penggunaan transportasi meningkat begitu juga dengan penggunaan bahan bakar seperti sepeda motor, mobil, angkutan kota, bus, dan truk yang dapat menghasilkan gas

$\text{NO}_2$  dan  $\text{SO}_2$  (Alcharndani 2019) Proses mekanisme biologis yang mendasari efek berbahaya dari polusi ini dapat disebabkan adanya respons stress oksidatif. Stress oksidatif diketahui berkontribusi terhadap cedera hati dan patogenesis penyakit. hati adalah organ utama yang dipengaruhi oleh spesies oksigen reaktif (ROS). Ketika terjadi paparan  $\text{NO}_2$  dan  $\text{SO}_2$  secara berlebihan akan mengaktifkan produksi ROS dan mengaktifkan stress oksidatif. Stress Oksidatif ini mengakibatkan peningkatan enzim ALT (Kim et al., 2019). Kajian literatur ini terdapat 2 jurnal yang membahas paparan  $\text{NO}_2$  dan  $\text{SO}_2$  terhadap peningkatan enzim ALT. Penelitian Kyoung Nam Kim et al., 2015 dilakukan untuk melihat adanya hubungan  $\text{NO}_2$  dan  $\text{SO}_2$  dengan peningkatan enzim ALT. Didapat hasil 36,2 ppb pada  $\text{NO}_2$  dan 3,9 ppb pada  $\text{SO}_2$  Pada  $\text{NO}_2$  terjadi peningkatan enzim ALT sebesar 3,8 % dan

$\text{SO}_2$  terjadi peningkatan enzim ALT sebesar 3,2 %. Penelitian di atas diperkuat oleh penelitian Hyun un Kim tahun 2019 yang menyatakan bahwa  $\text{NO}_2$  dan  $\text{SO}_2$  dapat meningkatkan enzim ALT. Peningkatan enzim ini tidak dipengaruhi oleh aktivitas fisik dan konsumsi alkohol.

## PENUTUP

Hasil kajian literatur menunjukkan ada hubungan lamanya paparan polutan pada gas buangan kendaraan bermotor seperti timbal, karbon monoksida, partikulat matter,  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_2$  terhadap peningkatan enzim Alanine Aminotransferase. Hal ini tergantung dan toksisitas (daya racun) masing-masing gas buangan kendaraan, lamanya paparan dan jenis pekerjaan. Orang yang pekerjaannya berhubungan dengan emisi (gas buang) dan tidak menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) seperti masker, sarung tangan dan baju kerja lebih berisiko terpapar gas buangan kendaraan bermotor karena emisi gas buangan ini masuk ke dalam tubuh melalui jalur inhalasi dan apabila terus menerus terpapar selama kurun waktu bertahun-tahun dengan frekuensi bekerja setiap harinya lebih dan enam jam akan menyebabkan terjadinya peningkatan akumulasi gas buangan kendaraan bermotor di hati.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggito, A. arid Johan, S. 2018, Metode Penelitian Kualitatif, Edisi 1, CV 1, Jejak, Sukabumi.
- A1-Mzaïen. K. et al. 2019, Lead Exposure and Liver Function Parameters in Iraqi Workers, American Journal of Biological and Environmental Statistics, Vol 5, No 3, p. 42.
- Alchamdani. 2019, Paparan  $\text{NO}_2$  dan  $\text{SO}_2$  Terhadap Risiko Kesehatan Petugas Stasiun Pengisian

- bahan Bakar Umum (SPBU) di Kota Kendari, *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, Vol 11, No 4, pp. 319—330.
- Alusingsing, S. B. and Kabuhung, A. 2013, Kadar Timbal (Pb) Dalam Darah Pada Polisi Lalu Lintas Yang Bertugas Di Sekitar Pusat Kota Manado, *Jurusan Kesehafaan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Manado*.
- Aly, S. H. 2015, *Emisi Transporiasi*, Edisi 1, Penerbit Penebar Plus, Makassar.
- Apriana, A. D. 2015, Pengaruh Lama Paparan CO terhadap Kadar ALT (Alanine Aminotransferase), *Jurnal Kedokteran*, Vol 4, No 8, pp. 139—142.
- Baradero et al., 2008. *Klien Gangguan hail*, Edisi 1. Edited by M. Ester, EGC, Jakarta.
- Bastiansyah, E. 2008. *Panduan Lengkap Membaca Hasil Tes Kesehatan*, Edisi 1. Plus, Jakarta
- Chandra, B. 2007. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*, Edisi 1. Edited by P. Widyastuti. EGC, Jakarta.
- Chang, W.-J. et al. 2013, The Relationship of Liver Function Tests to Mixed Exposure to Lead and Organic Solvents, *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, Vol 25, Nol, p. 5.
- Ding, S. et al. 2019, Combined Effects Of Ambient Particulate Matter Exposure And A High-Fat Diet On Oxidative Stress And Steatohepatitis in Mice, *Plos One*, Vol 14, No 3, pp. 1—18.
- Firdaus, M. 2017, *Diabetes dan Rumput Laut Cokelal*, Edisi 1. Edited by UBPress, Penerbit UB Press, Malang.
- Fitrah and Lutfiyah. 2017, *Metodologi Penelitian*, Edisi 1. Edited by Rusian and Effendi, CV Jejak, Sukabumi.
- Haouas, Z. el al. 2014, Hepatotoxic Effects of Lead Acetate in Rats: Histopathological and Cytotoxic Studies, *Jurnal Sitologi dan Histologi*, Vol 5, No 5.
- Haruna, H. el al. 2019, Pencemaran Udara Akibat Gas Buang Kendaraan Bermotor Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan, *UNM Environmental Journals*, vol 2, No , p. 51.
- Hetal, R. 2016, Evaluation Of Benzene Induced Histopathological Alteration InRat, *International Journal of Advanced Research*, Vol 4, NM, pp.144-149.
- Hudha, A. M, Husamah and Rahardjanto, A. 2019, *Etika Lingkungan*, Edisi 1, UMM Press, Malang
- IQAir. 2020. *Rangking Kualitas Udara Dan Polusi Kota*, <https://www.iqair.com/id/world-air-quality-ranking>. Diakses Tanggal 5 Juli 2020, pukul 21.37 WIB
- Ismiyati, Marlita, D. and Saidah, 2014, Pencemaran Udara Akibat Emisi GasBuang Kendaraan Bermotor, *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik(JMTransLog)*, Vol 1, No 3, pp. 241—248.
- Istijanto. 2005, *Riset Sumber Daya Manusia*, PT Gra media Pustaka Utama, Jakarta
- Jansen, F. et al. 2011, Tingkat Pencemaran Udara CO Akibat Lalu Lintas Dengan Model Prediksi Polusi Udara Skala Mikro, *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, Vol 1, No 2, pp. 119—126.
- Josthna. P. et al. 2012, Accumulation Of Lead And Cadmium In The Organs AndTissues Of Albino Rat, *International Journal of Pharmacy & Life Sciences*, Vol 3, 12, pp. 21 86—2 189.
- Judha, M. 2016, *Anatomi dan Fisiologi Untuk Mahasiswa Kesehatan*, Edisi 1, Gosyen Publishing, Yogyakarta.
- Kemenkes RI. 2002, *Standar Pemeriksaan Kadar Timah Hitam Pada Spesimen Biomarker Manusia*, Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1406/MENKES/SK/XI/2002, pp. 8-11.
- Kim, H. J. et al, 2019, Association Of Ambient Air Pollution With increased Liver Enzymes In Korean Adults, *international Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol 16, No 7.
- Kim, J. W. et al, 2014, The Role Of Air Pollutants In Initiating Liver Disease, *Toxicological Research*, Vol 30, No 2, pp. 65—70.
- Kim et al. 2015, Physical Activity- And Alcohol-Dependent Association Between Air Pollution Exposure And Elevated Liver Enzyme Levels: An Elderly Panel Study, *Journal of Preventive Medicine and Public Health*, Vol 48, No3, pp. 151—169.
- Kirana, N. p. et al. 2018, Gambaran Kadar Serum Glutamic Pyruvic Transaminase (SGPT) Pada Juru Parkir Di Jl. Ahmad Yani Kabupaten Jombang, *Soil Mechanics And Foundation Engineering*, Vol 55, No 5, pp.43—46.
- KLHK. 2020. *Data Kualitas Udara Di Indonesia Dalam Indeks Standar Pencemaran Udara*. <https://iku.menlhk.go.id/aqms/> Diakses Tanggal 19 Maret 2020, Pukul 15.00 WIB
- Lestari, F. 2009, *Bahaya Kimia*, Edited by E. A. Hardiyanti, EGC, Jakarta. Markiewicz-Górkaet al. 2015, Effects Of Chronic Exposure To Lead, Cadmium. And Manganese Mixtures On Oxidative Stress In Rat Liver And Heart, *Arhiv za Higijenu Rada i Toksikologiju*, Vol 66, No 1, pp. 51-62.
- Maulina M. 2018. *Zat-Zat Yang Mempengaruhi Histopatologi Hepar*, Edisi 1, Edited by A. Muqsith, Unimal Press.
- Maysaroh, S. et al. 2015, Pengaruh Partikel Ultrafine Dalam Asap Kendaraan Bermotor Terhadap Organ Hati Mencit (Mus Musculus) Berdasarkan

- Pengamatan Mikroskopis, *Physics Student Journal*, pp. 1—5.
- Muchtaridi and Justiana, S, 2007a, *Kimia 1*. Edisi 1, Yudhistira, Jakarta
- Muchtaridi and Justiana, S, 2007b, *Kimia 2*. Edisi 1, Yudhistira, Jakarta
- Muhlisin, A. 2019. SGOT dan SGPT: Nilai Normal, Tinggi, Rendah dan Maknanya, <https://www.honcstdocsid/sgot-sgpt>. Diakses Tanggal 23 September, Pukul 21.02 WIB
- Mukono 2011, *Aspek Kesehatan Pencemaran Udara*, Edisi 1, Pusat Penerbitan dan Percetakan Universitas Airlangga, Surabaya.
- Mukono 2014, *Pencemaran Udara Dalam Ruangan*, Edisi 1. Airlangga Universitas Press (AUP), Surabaya
- Pearce, E. C. 2011. *Analomi Dan Fisiologi Uuk Paramedic*, Edisi 35. Edited by S. Y. Handoyo, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Pendit, B. U. 2001, *Buku Saku Patofisiologi*, Edisi 1. Edited by E. Pakaryaningsih, EGC, Jakarta.
- Pendit, B. U. 2007, *Buku Ajar Patologi Robbins*, Edisi 7, EGC, Jakarta.
- Pinontoan and Sumampouw. 2019, *Dasar Kesehatan Lingkungan*, Edisi 1. Deepublish, Yogyakarta.
- Rasul, J. 2008, *Teknologi Informasi dan Komunitas*, Edisi 1, Edited by Suwardi and Darmadi, Quadra, Jakarta.
- Ridhowati, S. 2013, *Mengenal Pencemaran Ragam Logam*, Edisi 1, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Riviwanto, M. and Sani, F. M, 2017, *Analisis Risiko Kesehatan Paparan Gas Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>) pada Petugas Parkir di Basement Plaza Andalas*, *Jurnal Kesehatan*, Vol 8, No3, p. 441.
- Rosida, A. 2016, *Pemeriksaan Laboratorium Penyakit Hati*, *Berkala Kedokteran*, Vol 12, No 1, p. 123
- Sarpini, R. 2016, *Anatomi dan Fisiologi Tubuh Manusia Untuk Paramedis*, Edisi 4, In Media, Jakarta.
- Saryono. 2011, *Biokimia Enzim*, Edisi 1, Nuha Medika, Yogyakarta.
- Shanty, M. 2015, *Penyakit Saluran Pencernaan: Pedoman Menjaga dan Merawat Kesehatan Pencernaan*, Edisi 3. Edited by N. Hidayah, Ar-Ruzz Media, Yogyakarta.
- Siregar and Harahap. 2019, *Strategi dan Teknik Penulisan Karya Tulis Ilmiah publikasi*, Edisi 1. Deepublish, Sleman.
- Suglanto. 2007, *Pafak dan Retribusi Daerah*, Edisi 1, Cikal sakti, Jakarta.
- Sulaiman, A. et al. 2012. *Buku Ajar Ilmu Penyakit Hati*. CV Sagung Setio, Jakarta.
- Sunita, R. 2018, *Lamanya Paparan Karbon Monoksida Terhadap Enzim Alanin Aminotransferase*, *Journal of Nursing and Public Health*, Vol 6, No 1, pp. 76—81.
- Susanti, R. and Fibriana. F. 2017, *Teknologi Enzim*, Edisi 1. Edited by A. Ari. Andi, Yogyakarta.
- Susiwati and Anggita, 2017, *Hubungan Lama Waktu Paparan Polutan Terhadap Kadar SGPT Pada Penyapu Jalan Sore Han Di Kota Bengkulu*, *Journal Of Nursing and Public Health*, Vol 5, No 2, pp. 95—100.
- Syaifuddin. 2006, *Anatomi Fisiologi Untuk Mahasiswa Keperawatan*, Edisi 1, Edited by M. Ester, EGC, Jakarta.
- Wiarso, G. 2014, *Mengenal Fungsi Tubuh Manusia*, Edisi 1, Gosyen Publishing, Yogyakarta.
- Widowati, W. et al 2008, *Efek Toksik Logam*, Edisi 1. Edited by R. W. Rosari. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Widyaningsih, T. D. et al 2017, *Pangan Fungsional: Aspek Kesehatan Evaluasi dan Regulasi*, Edisi 1. Edited by T. U, UB Media, Malang.
- Yan, R. et al. 2019, *PM<sub>2.5</sub> Exposure Induces Age-Dependent Hepatic Lipid Metabolism Disorder In Female Mice*, Vol 9, Pp. 0-10.
- Yang, J. et al. 2016, *Relationship Between Methyl Tertiary Butyl Ether Exposure And Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: A Cross-Sectional Study Among Petrol Station Attendants In Southern China*, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol 13, No 10.
- Yusuf, I. H. et al. 2015, *Adsorpsi Emisi Gas CO, NO dan NOx Menggunakan Arang Aktif dan Limbah Ampas Tebu (Saccharum officinarum) pada Kendaraan Bermotor Roda*, *Jurnal Universitas Hasanuddin*.
- Zhang, Z. et al. 2019, *Long-Term Exposure To Ambient Fine Particulate Matter And Liver Enzymes In Adults: A Cross-Sectional Study In Taiwan, Qccupa110' and Environmeflal Medicine*, Vol 76, No 7, pp. 488—494.