



**PENGARUH TIMBAL (Pb) PADA UDARA JALAN TOL
TERHADAP GAMBARAN MIKROSKOPIS GINJAL DAN
KADAR TIMBAL (Pb) DALAM DARAH MENCIT BALB/C
JANTAN**

**EFFECT OF AMBIENT AIR LEAD (Pb) LOCATED IN THE HIGHWAY ON
KIDNEY'S MICROSCOPIC APPEARANCE AND LEAD (Pb) BLOOD LEVEL
OF MALE BALB/C MICE**

**LAPORAN AKHIR HASIL PENELITIAN
KARYA TULIS ILMIAH**

**Diajukan sebagai syarat untuk mengikuti seminar proposal
karya tulis ilmiah mahasiswa program strata-1 kedokteran umum**

**DELLYANI HANGGAR SARI
G2A 006 042**

**PROGRAM PENDIDIKAN SARJANA KEDOKTERAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
TAHUN 2010**

**PENGARUH TIMBAL (Pb) PADA UDARA JALAN TOL TERHADAP
GAMBARAN MIKROSKOPIS GINJAL DAN KADAR TIMBAL (Pb)
DALAM DARAH MENCIT BALB/C JANTAN**

Dellyani Hanggar Sari¹, RB Bambang Witjahjo²

ABSTRAK

Latar belakang: Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat yang terkandung dalam asap buangan kendaraan bermotor. Timbal diekskresi melalui ginjal, sedangkan timbal ini dapat memberikan efek negatif karena sifatnya sebagai nefrotoksik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh timbal ini terhadap gambaran mikroskopis dan kadar timbal itu sendiri dalam darah.

Metode: Penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan rancangan The Post Test Controlled Only Group Design. Jumlah sampel 24 ekor mencit Balb/C jantan dan dibagi menjadi 4 kelompok secara acak. Kelompok K adalah kontrol, tidak dipaparkan. Kelompok P1, P2, dan P5 masing-masing dipaparkan timbal dengan cara diletakkan di jalan tol dengan lama paparan 4 jam, 8 jam, 12 jam per hari selama 30 hari. Pada hari ke-31 mencit diterminasi untuk diteliti gambaran mikroskopis dan diukur kadar timbal darahnya. Data mikroskopis dan kadar timbal darah dianalisis dengan uji *Oneway-Anova* dilanjutkan uji *Post-Hoc*.

Hasil: Hasil studi menunjukkan adanya kerusakan tubulus proksimal yang berbeda secara bermakna pada kelompok P1, P2, P3 dibandingkan dengan kelompok perlakuan kontrol ($p < 0,05$).

Kesimpulan: Pemberian paparan timbal dengan lama paparan selama 4 jam, 8 jam, 12 jam sudah menimbulkan perubahan gambaran mikroskopis ginjal mencit balb/c jantan. Pada setiap kelompok perlakuan terdapat perubahan gambaran mikroskopis tubulus proksimal yang bermakna.

Kata kunci: Timbal (Pb), Gambaran mikroskopis ginjal, kadar timbal darah, tubulus proksimal..

EFFECT OF AMBIENT AIR LEAD (Pb) LOCATED IN THE HIGHWAY ON TESTIS'S MICROSCOPIC APPEARANCE AND LEAD (Pb) BLOOD LEVEL OF MALE BALB/C MICE

Dellyani Hanggar Sari¹, RB Bambang Witjahjo²

ABSTRACT

Background: lead is one of the heavy metals contained in motor vehicle exhaust fumes. Lead excreted through the kidney, whereas this lead can lead to negative effects due to its nature as a nephrotoxic. The objectives of this research was to acknowledge the effects of the lead on kidney microscopic appearance and lead content in the blood itself.

Methods: the research study used the post test only group design. The sample was 24 male Balb/c and randomized into 4 groups. K is the control group, which is not exposed to the lead. P1, P2, P3 placed on the highway with a long exposure of 4 hours, 8 hours, 12 hours per day for 30 days. In 31th day mice were terminated to examine their microscopic appearance and measure their blood lead level. Microscopic data and blood lead level data were analyzed using Oneway-Anova test followed by Post-Hoc test. ***Results:*** This study showed that the damage of proximal convoluted tubules in P1, P2, P3 group were significantly different compared with the control group ($p < 0,05$). But it was not shown that the increasing of blood lead level were significantly higher than the control ($p > 0,05$).

Conclusion: Lead exposure with duration of exposure for 4 hours, 8 hours, 12 hours have caused changes in the microscopic appearance of kidney and increasing in blood lead level. There are significant differences in changes on renal tubular of threaten group according to the increasing of blood lead level.

Keywords: lead (Pb), kidney microscopic appearance, blood lead level, proximal convoluted tubules.

¹ Student of Medical Faculty Diponegoro University

² Lecture of Departement of Hisology, Medical Faculty Diponegoro University

PENDAHULUAN

Udara merupakan sumber daya yang penting bagi kehidupan, dengan demikian kualitasnya harus dijaga, kegiatan manusia yang meningkat di berbagai sektor dapat menyebabkan terjadinya perubahan kualitas udara. Sumber utama polutan penyebab terjadinya perubahan kualitas udara tersebut adalah akibat kegiatan manusia antara lain berasal dari sektor industri, limbah rumah tangga, pembakaran sampah dan sektor transportasi.¹ Kendaraan bermotor adalah sumber utamanya dan empat jenis bahan pencemar udara, yaitu karbon monoksida, senyawa organik, nitrogen oksida serta senyawa timbal.^{1,2}

Buangan kendaraan bermotor yang mengandung timbal akan diemisikan ke dalam lingkungan, sehingga menyebabkan terjadinya pencemaran udara oleh timbal. Di perkotaan khususnya dengan kepadatan lalu lintas tinggi, dijumpai kadar timbal yang tinggi. Sumber timbal berasal dari bensin yang diemisikan dalam bentuk partikulat.² Oleh karena itu, debu di perkotaan mengandung partikulat timbal yang tinggi.

Efek racun dari logam berat timbal (timah hitam, Pb) terhadap manusia sudah lama diberitakan. Timbal dapat masuk ke dalam tubuh melalui udara yang terhisap pada proses respirasi dan/atau melalui makanan yang terkontaminasi. Peningkatan kadar Pb di udara di kota-kota besar di Indonesia dan di sepanjang tepi jalan raya dengan kepadatan kendaraan tinggi juga sudah banyak dipublikasikan.³ Pb sengaja ditambahkan ke dalam bensin untuk meningkatkan bilangan oktan, agar pembakaran motor dapat lebih baik. Namun Pb tersebut akan keluar bersama gas buang dan mencemari udara. Dari spesifikasi bahan bakar minyak yang diproduksi di Indonesia, bensin premium pada tahun 2000 masih mengandung 0,7 g Pb/L (NKLD, 2001), sedangkan negara-negara Eropa dan Amerika Serikat sudah menghapus timbal dalam bensin sejak awal 1980-an.³

Pada awal Juli 2006, Pertamina mengumumkan untuk mengubah semua bensin bertimbal menjadi nontimbal. Sebuah penelitian terakhir menunjukkan, kandungan timbal pada bensin Indonesia pada 2006 sudah menurun drastis, yaitu

hanya tersisa 0,038 g/l, jauh di bawah ambang batas normal yang diperkenankan, karena bensin produksi Pertamina memang seluruhnya sudah nontimbal sejak Juni 2006 silam.⁴

Timbal bersifat kumulatif dan pada waktu jangka panjang dalam tubuh, sekitar 10 tahun, akan menimbulkan gangguan keracunan kronis. Gangguan keracunan kronis tersebut, terutama akan berpengaruh pada hati, ginjal, jantung, dan sistem saraf pusat.⁵ Gejala keracunan Pb yang sering ditemukan yaitu sakit perut, gangguan saluran pencernaan (seperti mual,diare), neuropati saraf perifer, kelemahan otot terutama tangan dan kaki, lesu dan lemah, sakit kepala, nafsu makan menurun, anemia, gangguan tidur dan depresi.⁶

Pemaparan tinggi terhadap senyawa timbal anorganik dapat merusak ginjal, yaitu terjadinya kerusakan pada tubulus proksimal ginjal, sedang pengaruh selanjutnya pada pemaparan kadar tinggi dan waktu yang lama adalah terjadinya interstitial fibrosis, sclerosis dari pembuluh dan atrofi glomerulus. Kegagalan renal dapat mengakibatkan kematian. Dilaporkan jumlah kematian akibat sakit ginjal meningkat pada pekerja pelelehan dan pembuatan timbal dengan pemaparan menyeluruh.⁷

Berdasarkan uraian tersebut di atas , maka penulis mencoba meneliti mengenai pengaruh paparan timbal terhadap gambaran histologi ginjal mencit strain Balb/C yang diletakkan di gerbang Tol Semarang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan selama kurang lebih 1 bulan di gardu jalan tol Manyaran Semarang sebagai tempat perlakuan, Laboratorium GAKI Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang sebagai tempat pemeriksaan kadar timbal darah, dan Laboratorium Histologi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang sebagai tempat pemeliharaan hewan coba serta pembuatan preparat histologi. Rancangan Penelitian yang dipakai adalah penelitian eksperimental laboratorik dengan desain yang dipakai adalah *Post Test Only Control Group Design*.

Populasi penelitian adalah 24 ekor mencit *Balb/c* yang memenuhi kriteria inklusi yaitu jantan, umur 2-3 bulan, berat badan 25-35 gram, sehat, tidak ada kecacatan anatomis, mati selama penelitian dan kriteria eksklusi yaitu terdapat kecacatan anatomis selama penelitian, mati selama aklimatisasi.

Mencit tersebut dibagi menjadi 1 kelompok kontrol dan 3 kelompok perlakuan yang ditentukan secara acak. Kelompok kontrol terdiri dari K, sedangkan kelompok perlakuan terdiri dari P1, P2, dan P3. K diletakkan di tempat yang tidak terkena paparan timbal, sedangkan P1, P2, dan P3 diletakkan di gardu jalan Tol Manyaran yang terpapar udara yang mengandung timbal dengan lama paparan masing-masing: 4 jam; 8 jam; dan 12 jam. Setelah perlakuan selama 1 bulan, mencit diambil darahnya untuk diukur kadar timbal dalam darah dengan menggunakan AAS kemudian mencit diterminasi, diambil ginjalnya untuk dibuat preparat histologi dengan pewarnaan HE. Dari setiap preparat organ diamati di bawah mikroskop dalam 5 lapangan pandang, yaitu pada bagian atas, bawah, tengah, dan antara tengah dengan bagian atas dan bawah preparat, dengan perbesaran 400x.

Data yang dikumpulkan berupa data primer yaitu jumlah tubulus proksimal ginjal yang abnormal dan kadar timbal dalam darah. Penilaian tubulus proksimal ginjal abnormal ditentukan dengan melihat sel-sel epitel yang menyusun tubulus proksimal. Dikatakan abnormal apabila terdapat pembengkakan sel-sel penyusun epitel, sehingga lumen tubulus proksimal menjadi menyempit bahkan menutup. Secara mikroskopis akan terlihat jelas tubulus yang lumennya menyempit dan menutup. Gambaran seperti itulah yang dilihat dan dihitung sebagai tubulus proksimal yang abnormal.

Analisis data dilakukan uji normalitas distribusi dengan uji *Shapiro-wilk*. Data kadar timbal dalam darah dan data mikroskopis ginjal didapatkan distribusi data normal selanjutnya dilakukan uji *parametric* dengan uji *Independent Anova*. Kemudian dilanjutkan dengan uji Post Hoc untuk melihat kelompok mana saja yang memiliki perbedaan bermakna. *True confidences* uji adalah 95%, sehingga jika $p < 0,05$ maka terdapat perbedaan bermakna.

HASIL PENELITIAN

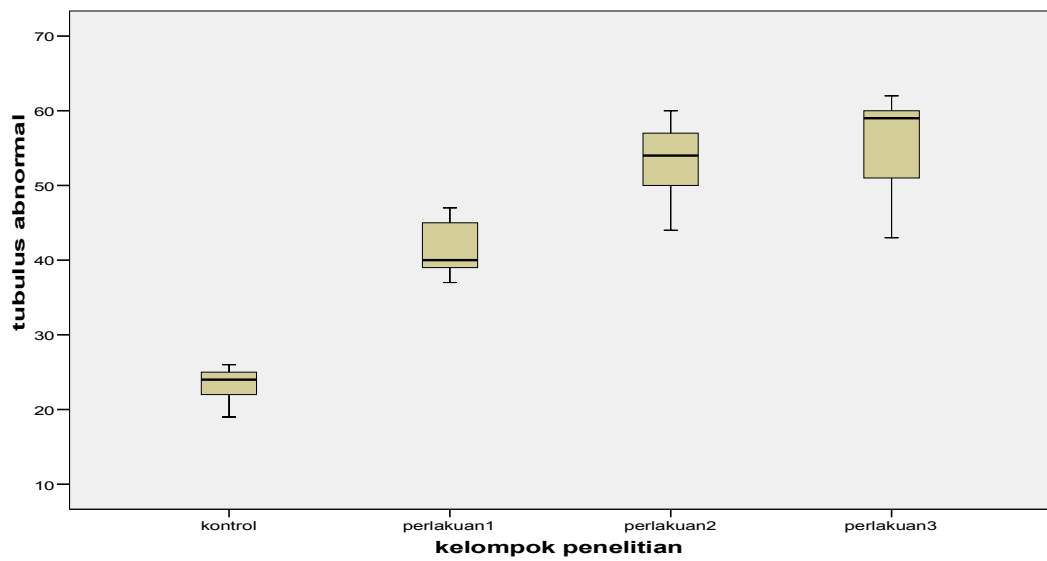
Data yang diperoleh dari pengamatan mikroskopis adalah data numerik dengan sebaran normal dan homogen. Deskripsi data yang digunakan adalah mean dan standar deviasi, seperti yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel. 1. Data deskriptif pengamatan Mikroskopis Tubulus Proximal

Kelompok	Mean	Std. Dev
K	23.20	2.775
P1	41.60	4.219
P2	53.00	6.245
P3	55.00	7.906

Uji Oneway-Anova; p = 0,000

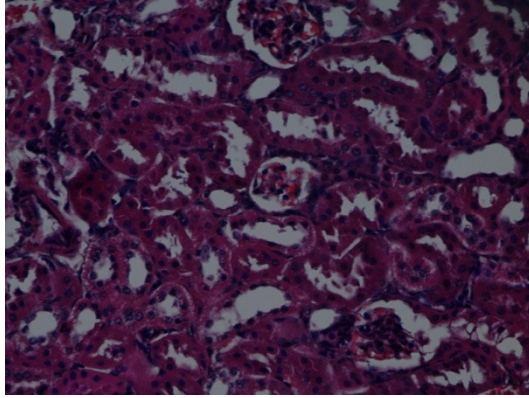
Dengan diagram box-plot terlihat gambaran perubahan presentase kerusakan tubulus pada masing-masing kelompok.



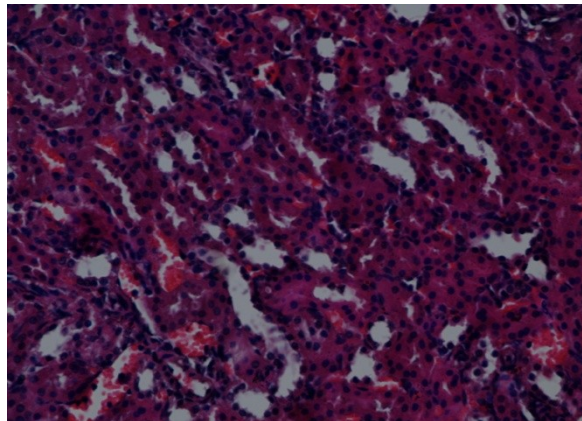
Grafik 1. *box-plot* jumlah kerusakan tubulus ginjal

Pada grafik 1 tampak peningkatan jumlah kerusakan tubulus ginjal pada kelompok kontrol (K) dan perlakuan 1 (P1), serta kerusakan tubulus yang terus

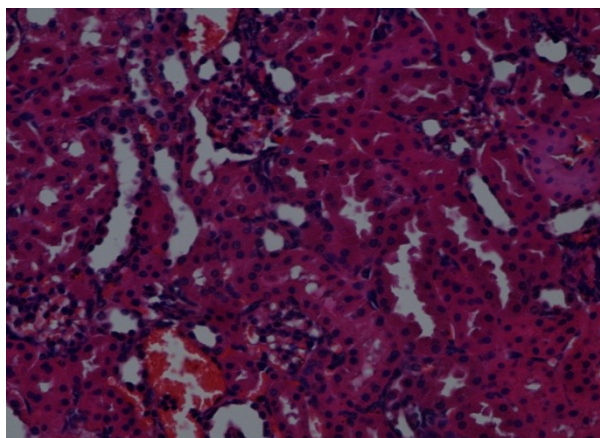
meningkat sebanding dengan peningkatan lama paparan kelompok lain. Kerusakan tubulus paling sedikit terdapat pada kelompok kontrol (K), sedangkan kerusakan terbanyak pada kelompok perlakuan 3 (P3) dimana pada kelompok



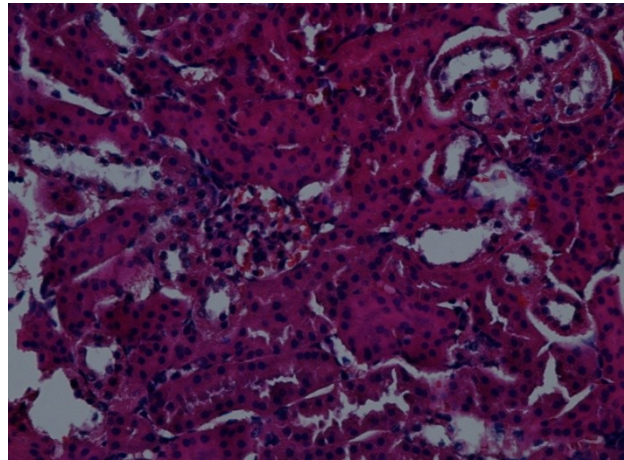
Gambar 1. Kelompok Kontrol



Gambar 2. Kelompok Perlakuan 1



Gambar 3. Kelompok Perlakuan 2



Gambar 4. Kelompok Perlakuan 3

Tabel 3. Uji Statistik Perbandingan Antarkelompok

	K	P1	P2	P3
K	-	0,000*	0,000*	0,000*
P1	0,000*	-	0,006*	0,002*
P2	0,000*	0,006*	-	0,0582
P3	0,000*	0,002*	0,582	-

* : berbeda bermakna (<0,05)

Hasil analisis Post Hoc menunjukkan terdapat perbedaan bermakna antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan 1 (P1), perlakuan 2 (P2), perlakuan 3 (P3). Selain itu ditemukan pula perbedaan bermakna antara kelompok perlakuan 1 (P1) dengan kelompok perlakuan 2 (P2) dan kelompok perlakuan 3 (P3). Sedangkan tidak ditemukan perbedaan bermakna antara kelompok perlakuan 2 (P2) dengan kelompok perlakuan 3 (P3).

Tabel 3. Data Deskriptif Pengamatan Kadar Timbal Darah Post Test

Kelompok	Mean ($\mu\text{g/ml}$)	Standar Deviasi
Kontrol	17,5400	9,32656
Perlakuan 1	32,6400	7,56788
Perlakuan 2	42,0800	28,25112
Perlakuan 3	48,8760	25,05067

Data timbal darah dilakukan uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* dan didapatkan distribusi data normal, *Test homogeneity of variances* rerata skor kadar

timbal darah Post Test antar kelompok didapatkan varian data yang sama setelah dilakukan transformasi, maka dilanjutkan uji *One Way Anova* didapatkan nilai $p=0,062$ yang berarti tidak terdapat perbedaan bermakna kadar timbal darah Post Test antar kelompok.

PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian ini, ternyata paparan timbal (Pb) secara inhalasi selama 30 hari dapat menyebabkan kerusakan tubulus ginjal mencit Balb/c secara mikroskopis, berupa penyempitan dan penutupan lumen tubulus proksimal. Kerusakan tersebut terjadi pada kelompok P1, P2, dan P3 dengan pemberian paparan timbal secara inhalasi selama 4 jam, 8 jam, 12 jam. Pada percobaan ini tidak ditemukan adanya *hyalin cast* pada lumen tubulus distal yang juga merupakan salah satu kriteria penilaian ginjal.

Terjadinya kerusakan tubulus ginjal mencit Balb/c ini setelah dipaparkan timbal, sesuai dengan teori bahwa proses ekskresi timbal yang berlangsung di ginjal dapat menimbulkan dampak buruk bagi ginjal itu sendiri.⁸ Hal tersebut disebabkan oleh beberapa macam faktor yang salah satunya adalah walaupun berat ginjal hanya sekitar 0,5% dari total berat badan, tetapi ginjal menerima darah sebesar 20%- 25% dari curah jantung melalui arteri renalis. Tingginya aliran darah yang menuju ginjal inilah yang menyebabkan berbagai macam obat, bahan kimia, dan logam- logam berat dalam sirkulasi sistemik dikirim ke ginjal dalam jumlah yang besar. Zat-zat toksik ini akan terakumulasi di ginjal dan menyebabkan kerusakan bagi ginjal itu sendiri.⁹

Tubulus proksimal merupakan bagian yang paling sering mengalami kerusakan karena paparan *zat nephrotoxic*. faktor predisposisi yang mengakibatkan sel tubulus proksimal mudah rusak adalah peran tubulus proksimal yang mereabsorpsi 60%-80% hasil filtrasi glomerulus.⁹ Faktor predisposisi lain adalah luasnya bidang permukaan reabsorpsi tubulus, sistem transport aktif untuk ion dan asam organik, serta kemampuan tubulus untuk mengkonsentrasi zat.²² Sistem transport aktif untuk ion, asam-asam organik, protein dengan berat molekul rendah, peptide, dan logam- logam berat sebagian besar terjadi di tubulus proksimal sehingga menyebabkan akumulasi dan toksisitas

tubulus proksimal yang pada akhirnya mengakibatkan kerusakan tubulus proksimal. Epitel tubulus proksimal yang longgar mempermudah masuknya berbagai macam komponen ke dalam sel tubulus.⁹ Hal ini diduga sebagai hal yang turut mempengaruhi kerusakan tubulus.

Jejas tubulus meliputi hilangnya brush border pada tubulus proksimal, menuju lumen tubulus. Pembengkakan sel atau yang lazim dikenal dengan sebutan degenerasi albuminosa (cloudy swelling) inilah yang mungkin menyebabkan lumen tubulus mengalami penyempitan hingga penutupan seperti yang tampak pada penelitian ini.⁸ Selain menimbulkan kerusakan tubulus secara langsung, zat-zat toksik juga memiliki kemampuan untuk merusak ginjal melalui efek eksternal dengan cara mempengaruhi sistem hemodinamik, sistem imunologi, maupun metabolit dari suatu zat.⁹ Beberapa zat toksik dapat merubah hemodinamik intrarenal yang memicu terjadinya vasokonstriksi. Vasokonstriksi yang berkepanjangan mengakibatkan penurunan tekanan perfusi, penurunan tekanan hidrostatis glomerulus, penurunan GFR, dan hipoksia jaringan karena berkurangnya aliran oksigen dan nutrisi yang pada akhirnya menyebabkan kerusakan tubulus.^{9,10} Vasokonstriksi arterioli terjadi karena aktivasi sistem rennin-angiotensin sebagai akibat terganggunya transport Na^+ dan Cl^- .¹¹

Sel epitel tubulus proksimal mempunyai kemampuan untuk melakukan perbaikan selnya sendiri. Apabila terpapar zat toksik, sel-sel yang tidak rusak dapat mengkompensasi kerusakan dengan melakukan hipertrofi, adaptasi, dan proliferasi sel kemudian dilanjutkan dengan re-epitelisasi. Sama halnya dengan sel yang tidak rusak, sel yang rusak tetapi belum mengalami nekrosis akan melakukan perbaikan dan adaptasi sel.⁹ Akan tetapi, zat toksik dengan dosis tertentu yang terakumulasi pada sel epitel akan menyebabkan terganggunya proses perbaikan sel, migrasi, dan proliferasi sehingga sel tidak dapat mengkompensasi kerusakan. Hal inilah yang mengakibatkan jumlah tubulus yang mengalami kerusakan meningkat sebanding dengan peningkatan lama paparan timbal yang diberikan.

Pada penelitian ini didapatkan perbedaan bermakna secara mikroskopis antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan 1 (P1), perlakuan 2 (P2),

perlakuan 3 (p3) dan antara kelompok perlakuan 1 (P1) dan perlakuan 2 (P2). Kemungkinan ini disebabkan oleh; 1) setiap zat larut dalam air yang dieksresikan melalui ginjal (Pb) memiliki potensi untuk mengganggu kenormalan epitel tubulus, dan 2) logam berat berupa timbal (Pb) – yang sudah diketahui bersifat nefrotoksik – dapat memberikan efek terhadap gambaran tubulus kontortus proksimal yang ditandai dengan pembengkakan epitel tubulus sehingga terjadi penyempitan tubulus. Penyempitan tubulus ini dapat menjadi suatu awal kerusakan ginjal akibat substansi nefrotoksik dalam darah.

Hasil penelitian kadar timbal darah, didapatkan peningkatan rerata kadar timbal darah pada tiap kelompok. Sedangkan dari hasil analisis statistik didapatkan bahwa pemberian paparan udara yang mengandung timbal tidak berpengaruh secara bermakna terhadap kadar timbal darah mencit *Balb/c*. Hasil analisis kadar timbal darah Post Test antar kelompok dengan Uji *One Way Anova* didapatkan bahwa pemberian paparan udara yang mengandung timbal pada hewan coba tidak menimbulkan perbedaan kadar timbal darah Post Test secara bermakna antar kelompok dengan nilai $p = 0,062$.

Hal ini dapat terjadi karena kurangnya sampel darah yang dibutuhkan untuk pengukuran timbal darah dengan metode AAS yaitu sebanyak 5 cc darah EDTA, sedangkan dalam penelitian ini hanya didapatkan sampel darah mencit sebanyak 3 cc darah EDTA sehingga dilakukan pengenceran yang dapat mempengaruhi hasil dari kadar timbal darah. Hal tersebut dapat disebabkan juga oleh kurang lamanya waktu pemberian perlakuan pada hewan coba. Sedangkan dalam penelitian ini lama perlakuan dilakukan selama 1 bulan. Timbal bersifat kumulatif dan memerlukan waktu yang panjang, yang akan menimbulkan gangguan keracunan kronis.¹² Dan pada penelitian sebelumnya, terdapat pengaruh yang bermakna pada kadar timbal darah tiap kelompok hewan coba setelah diberi timbal asetat secara intragaster selama 5 bulan.¹³ Selain itu dapat disebabkan juga oleh bensin yang digunakan kendaraan bermotor adalah bensin non timbal, sehingga kadar timbal udara sudah mengalami penurunan dan tidak terakumulasi di dalam darah.¹⁴

Penelitian ini terdapat keterbatasan yang dipengaruhi oleh adanya faktor – faktor seperti jumlah sampel yang terbatas, kondisi kandang yang kurang ideal, faktor stress mencit *Balb/c*, pengaruh zat atau penyakit lain yang dapat mempengaruhi kerusakan testis, serta faktor internal lain seperti daya tahan dan kerentanan mencit *Balb/c* dan tidak dilakukannya pemeriksaan kadar timbal darah Pre test sehingga tidak diketahui kadar timbal darah sebelum diberi perlakuan

Bertolak dari uraian pada hasil penelitian dan pembahasan dapat di ambil kesimpulan bahwa paparan timbal pada udara jalan tol berpengaruh terhadap gambaran mikroskopis ginjal dan kadar timbal darah mencit *Balb/c* sesuai dengan peningkatan lamanya waktu paparan. Dari hasil uji statistik, pada gambaran mikroskopis ginjal terdapat perbedaan bermakna pada lama paparan 4 jam, 8 jam dan 12 jam, sedangkan pada kadar timbal darah tidak terdapat perbedaan yang bermakna. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai lamanya paparan, jumlah hewan coba yang lebih banyak, serta tempat lain yang udaranya terkena polusi timbal. Selain itu, perlu diperhatikan waktu bekerja di jalan tol, tidak lebih dari 8 jam per hari selain itu juga perlu pemakaian masker untuk pekerja. Hal ini berkaitan dengan efek timbal yang ada di udara jalan tol.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada dr. Ahmad Ismail, Msi.Med dan Dr. Dra. Henna Rya Sunoko, Apt, MSc selaku penguji, pimpinan PT. Jasa Marga yang telah memberikan izin kepada peneliti untuk meletakkan hewan coba di sekitar gardu Jalan Tol Manyaran, serta keluarga dan teman-teman yang telah mendukung dan membantu dalam pelaksanaan penelitian karya tulis ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sabki. Hubungan lama kerja, masa kerja, dan lokasi kerja dengan kadar timbal dalam urin petugas pencatat waktu angkutan kota Jogjakarta [Tesis]. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada; 2002.
2. Sunoko. Pengaruh gas buang kendaraan bermotor pada polisi terhadap kadar timbal dalam darah dan rambut [Tesis]. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada; 1987
3. Widiati. Pengaruh gas buang kendaraan bermotor terhadap kadar timbal darah pedagang kaki lima di kotamadya Yogyakarta [Tesis]. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada; 1994
4. Pertamina. Selamat tinggal Pb. [online]. No date [cited 2010 Jan 24] http://www.pertamina.com/index.php?option=com_content&task=view&id=3004&Itemid=748
5. Tasbeh. Kadar timbal dalam urin tenaga kerja yang terpapar timbal pada enam perusahaan di Jakrta [Tesis]. Jakarta. 1999.
6. Sutomo. Tingkat keracunan Pb pada balita di daerah DIY [Tesis]. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada; 2000.
7. Kawatu PAT. Kadar timbal darah, hipertensi, dan perasaan kelelahan kerja pada petugas stasiun pengisian bahan bakar umum di kota Manado [Tesis]. Yogyakarta: Universitas gajah mada; 2008.
8. Robbins SL, Kumar V. Buku ajar patologi II. 4th ed. Jakarta: EGC ;1995.
9. Schnellman RG, Goldstein RS. Toxic Responses of kidney. In Klaasen CD, editor. Casarett and doull's toxicology the basic sciences of poisons. New York : The Mc Graw-Hill; 2001. P. 417-430.
10. Kumar V, Abbas AK, Fausto N, editors. Robbins and cotran pathology basis of disease. 7th ed. Philadelphia: Sauunders Elsevier; 2005. P.564-566.
11. Mac Sween RNM, Whaley Keith, editors. Muir's textbook of pathology. 13th ed. Great Britain ; 1992. P. 921-923.
12. Ismail F. Hubungan antara penggunaan masker hidung karbon aktif dengan kadar timbal urin petugas parkir yang terpajan emisi timbal pada

sebuah perusahaan disebuah basemen mall di Jakarta [Tesis]. Jakarta: Universitas Indonesia; 2004.

13. Camin R. Pengaruh pemberian timbal asetat intragaster terhadap spermatogenesis, kualitas spermatozoa dan kadar timbal darah tikus [Tesis]. Jakarta: Universitas Indonesia; 1993.
14. Divisi Komunikasi Pertamina. Selamat tinggal Pb. Available from RL: <http://www.pertamina.com/>