

LAJU PENINGKATAN KONSENTRASI TIMBAL (Pb) DALAM DARAH HEWAN UJI MENCIT (*Mus musculus*) DI BENGKEL OTOMOTIF

Mohammad Razif dan Sukatma
Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS Surabaya

ABSTRACT

This research was conducted in automotive workshop of VEDC Malang and the samples were taken at the automotive machine and automotive electric workshops. The parameters which examined were the Pb concentration in the mouse blood (*Mus musculus*) in 2 and 3 months years old. The measurement was run for 5 times every 10 days, and the result was mean value of the increasing rate of Pb concentration in the mouse blood. The aim of this research was to determine the increasing rate of Pb concentration in the mouse blood which has the relation with different working area, different age, and also duration of exposure. Based on the data of laboratory test, research continued by T-test analysis, Simple regression test, and correlation, and also General Linear Model. By doing statistic analysis with the different working area, duration of explanation, and different age.

Result of this research showed that there were the differences of rapid increasing of Pb concentration in both workshop. Generally the age which influence so much for that (in the mouse body) and have the relation with the body stamina. If the mouse body absorb amount of Pb constantly, so the Pb concentration in it will increase more and more and it cause the decreasing of the body height.

Key words: automotive workshop, lead, mouse (*Mus musculus*), workshops, duration of exposure

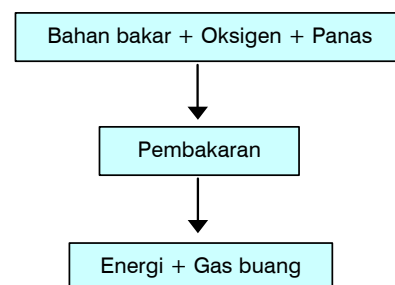
PENGANTAR

Pembakaran bahan bakar bensin pada diklat bengkel otomotif secara terus-menerus akan menghasilkan emisi gas buang yang dapat membahayakan kesehatan bagi instruktur, teknisi bengkel, dan peserta diklat. Selain itu, kondisi *Engine Stand* yang digunakan praktik dalam diklat di bengkel otomotif yang tidak pernah dalam keadaan stasioner (dihidupkan dan dimatikan berulang-ulang) menghasilkan konsentrasi gas buang yang semakin tinggi.

Gas buang kendaraan bermotor terdiri atas zat-zat yang tidak beracun dan zat-zat yang beracun. Zat yang tidak beracun termasuk karbon dioksida (CO₂), nitrogen (N₂), kemudian uap air (H₂O), sedangkan zat yang beracun termasuk karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), oksida nitrogen (NO_x), sulfur oksida (SO_x), zat debu timbal (Pb), dan partikulat.

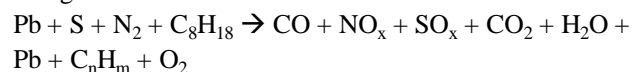
Peningkatan konsentrasi timbal di bengkel otomotif jika tidak dibarengi oleh pelaksanaan kesehatan dan keselamatan kerja (K3), maka akan berpengaruh pada kesehatan tubuh dan akan timbul gejala, seperti kesehatan tidak stabil, badan mudah lelah, sering timbul rasa malas, mudah lupa. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui laju peningkatan konsentrasi timbal dalam darah pada emisi gas buang pembakaran bahan bakar bensin di bengkel otomotif tersebut. Sebagai indikator dalam penelitian ini digunakan hewan uji berupa mencit (*Mus musculus*) yang dipaparkan di masing-masing ruang bengkel.

Pembakaran terjadi karena ada tiga komponen yang bereaksi, yaitu bahan bakar, oksigen, dan panas (Gambar 1). Jika salah satu komponen tersebut tidak ada, maka tidak akan timbul reaksi pembakaran. Pada kenyataannya, pembakaran dalam mesin tidak pernah terjadi dengan sempurna meskipun mesin sudah dilengkapi dengan sistem kontrol yang canggih.



Gambar 1. Bagan alir pembakaran pada mesin kendaraan

Reaksi pembakaran tidak sempurna akan terjadi sebagai berikut ini:



Pembakaran yang tidak sempurna itu menghasilkan gas buang beracun, misalnya CO, HC, NO_x, Pb, SO_x, CO₂, dan juga masih banyak menyisakan oksigen di saluran gas buang. Timbal dalam bensin tidak bereaksi dalam proses pembakaran, sehingga setelah pembakaran akan keluar tetap sebagai timbal.

Timbal yang mencemari udara berbentuk gas dan partikel-partikel. Gas timbal berasal dari bahan pembakaran aditif bensin dari kendaraan bermotor, yaitu terdiri atas tetraetil Pb dan tetrametil Pb, sedangkan polusi timbal yang terbesar berasal dari pembakaran bensin yang menghasilkan berbagai komponen Pb, terutama PbBrCl dan PbBrCl₂PbO. Komponen-komponen timbal yang mengandung halogen terbentuk selama pembakaran bensin, karena ke dalam bensin sering ditambahkan cairan anti letupan yang mengandung *scavenger* kimia.

Timbal masuk ke dalam tubuh melalui saluran pencernaan, saluran pernafasan dan relatif kecil melalui kulit. Timbal yang masuk ke dalam tubuh selanjutnya berada pada aliran darah dan organ-organnya. Kurang lebih 95% Pb dalam darah akan diikat oleh sel-sel darah merah (Siswanto, 1994). Selain dijumpai pada aliran darah dan juga jaringan lunak (termasuk Sistem Saraf Pusat) dalam bentuk *exchangeable fraction* dengan waktu paruh dari 25 hari sampai beberapa bulan, timbal terdapat juga dalam bentuk *stable fraction* dan gigi dengan waktu paruh 30-40 tahun. (Darmono, 1995). Absorpsi tubuh terhadap timbal yang masuk lewat jalur pernafasan ini lebih besar, yaitu sekitar 30-50% (Rusli, 2002). Keracunan timbal melalui inhalasi 10 kali lebih besar kemungkinannya untuk terjadi daripada keracunan melalui jalur pencernaan. Hal ini karena timbal yang dihirup akan dibawa oleh aliran darah dan dipompa langsung ke seluruh tubuh sehingga menstimulasi adanya efek toksik (Jacobs, 1967 dalam Rusli, 2002).

Oleh sebab itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju peningkatan konsentrasi timbal dalam darah dengan menggunakan mencit sebagai hewan uji.

BAHAN DAN CARA KERJA

Persiapan awal

1. Menentukan laboratorium tempat analisis sampel, dan menentukan bengkel kerja.
2. Memilih hewan uji (mencit) meliputi, kesehatan, usia, jantan-betina, dan kesempurnaan struktur tubuh.
3. Pembuatan kandang hewan uji yang memenuhi kriteria seperti, hewan uji bebas bernapas, bebas bergerak, dan tidak merasa tertekan.
4. Meletakkan hewan uji di lokasi penelitian yang telah ditentukan.

Tahapan proses penelitian

1. Pemberian makan dan minum 2 kali sehari, pembersihan kandang dilakukan 3 hari sekali. Tempat minum, tempat makan, dan kandang harus selalu terjaga kebersihannya.

2. Pengambilan sampel darah hewan uji setiap sepuluh hari sekali pada bagian vena mata.
3. Pengambilan sampel darah hewan uji menggunakan pipa kapiler dan ditampung pada sebuah tabung reaksi dengan volume 0,5-0,6 cc.
4. Setelah pengambilan sampel darah, daerah sekitar mata hewan uji dibersihkan dengan *borwater*. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi bila ada sisa darah yang tertinggal.

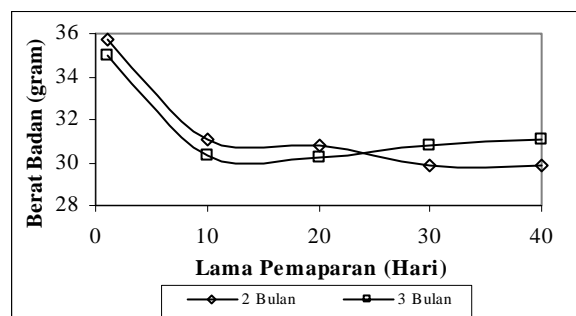
Tahapan analisis

1. Melakukan preparasi/ekstraksi pada sampel darah yang telah ada di laboratorium.
2. Melakukan pengukuran pada setiap sampel darah dengan alat AAS.

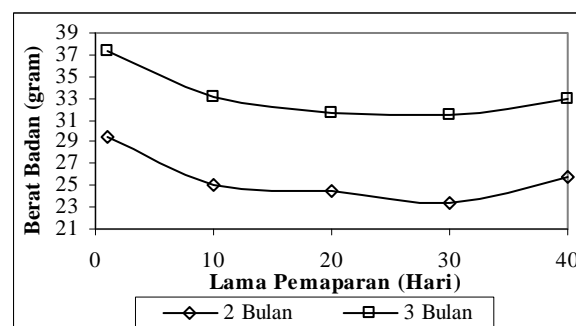
HASIL

Pengaruh laju peningkatan konsentrasi timbal dalam darah mencit terhadap berat badan.

Laju perubahan berat hewan uji mencit usia 2 bulan dan usia 3 bulan di kedua bengkel dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Grafik tersebut menunjukkan penurunan berat badan baik yang berusia 2 bulan maupun 3 bulan.



Gambar 2. Perubahan berat badan mencit usia 2 bulan dan 3 bulan pada bengkel mesin otomotif

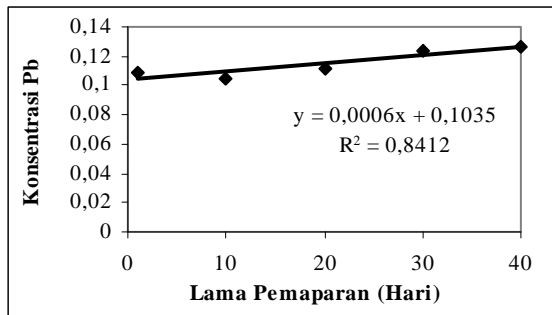


Gambar 3. Perubahan berat badan mencit usia 2 dan 3 bulan pada bengkel kelistrikan otomotif

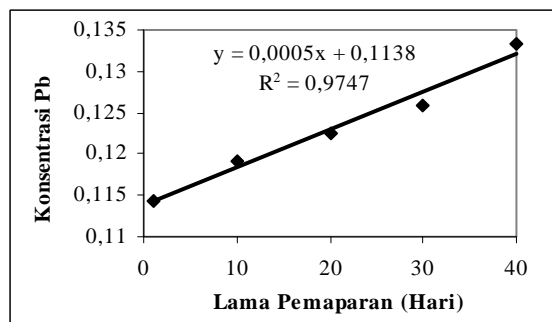
Perubahan penurunan berat badan hewan uji (mencit) dengan kelompok usia berbeda, yaitu usia 2 bulan dan 3 bulan yang terpapar di bengkel mesin otomotif, memiliki karakteristik penurunan berbeda bermakna, sedangkan laju peningkatan konsentrasi timbal rata-rata pada hewan uji (mencit) usia 2 bulan adalah 0,1151 ppm (0,97 mg/m³), dan pada mencit usia 3 bulan adalah 0,1230 (1,04 mg/m³) ppm. Kelompok mencit usia 2 bulan dan 3 bulan yang terpapar di bengkel kelistrikan otomotif memiliki karakteristik penurunan tidak berbeda bermakna. Sedangkan peningkatan konsentrasi timbal rata-rata pada mencit usia 2 bulan dan 3 bulan adalah 0,1163 ppm (0,98 mg/m³) dan 0,1172 ppm (0,99 mg/m³).

Pengaruh laju peningkatan konsentrasi timbal dalam darah mencit terhadap usia

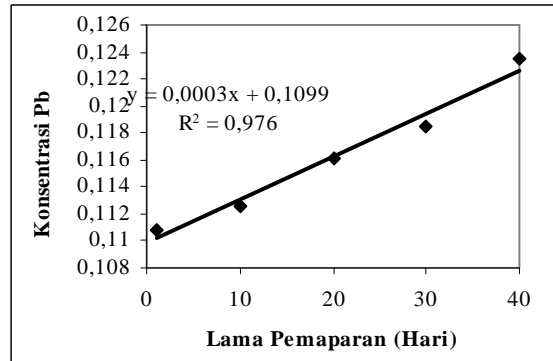
Laju peningkatan konsentrasi timbal dalam darah mencit di bengkel otomotif dapat dilihat pada grafik dan menunjukkan telah terjadi peningkatan.



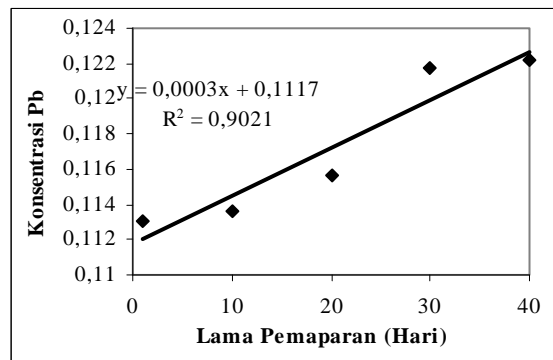
Gambar 4. Peningkatan konsentrasi timbal dalam darah mencit pada usia 2 bulan pada bengkel kelistrikan otomotif



Gambar 5. Peningkatan konsentrasi timbal dalam darah mencit pada usia 3 bulan pada bengkel kelistrikan otomotif



Gambar 6. Peningkatan konsentrasi timbal dalam darah mencit pada usia 2 bulan pada bengkel mesin otomotif



Gambar 7. Peningkatan konsentrasi timbal dalam darah mencit pada usia 3 bulan pada bengkel mesin otomotif

Dari Gambar 4, 5, 6, dan 7 menunjukkan perbedaan laju peningkatan konsentrasi timbal dalam darah mencit di kedua bengkel, baik mencit berusia 2 bulan maupun yang berusia 3 bulan. Angka-angka laju peningkatan konsentrasi timbal dalam darah mencit di kedua bengkel dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai laju konsentrasi Pb dalam darah mencit dengan beda usia di bengkel mesin otomotif dan bengkel kelistrikan otomotif

Garis regresi	Laju konsentrasi (ppm/hari)
Mencit 2 bulan pada bengkel mesin otomotif	0.0003
Mencit 3 bulan pada bengkel mesin otomotif	0.0003
Mencit 2 bulan pada bengkel kelistrikan otomotif	0.0006
Mencit 3 bulan pada bengkel kelistrikan otomotif	0.0005

Persamaan regresi $Y = a + bX$,

Keterangan:

Y = konsentrasi Pb (c)

X = waktu (t)

Atau bisa ditulis dengan $c = a + bt$

Laju/kemiringan garis regresi didapat dari turunan/deferensial dari $c = a + bt$

$$\frac{dc}{dt} = \frac{d}{dt}[a + bt] = b$$

Dengan ketentuan b adalah slope/kemiringan dari garis regresi

$c = a + bt$.

Untuk mengkonversi laju peningkatan konsentrasi timbal di ruang bengkel, digunakan pendekatan persamaan sebagai berikut:

$$\text{ppm} = \left(\frac{dc}{dt} \mu\text{g}/\text{m}^3 \times 24,5 \times 10^{-3} \right) M$$

$$\mu\text{g}/\text{m}^3 = (\text{ppm} * M) / (24,5 * 10^3)$$

Laju peningkatan konsentrasi timbal di bengkel mesin otomotif dalam darah mencit:

$$\text{Usia mencit 2 bulan: } \text{mg}/\text{m}^3 = (0,0003 * 207,2) / (24,5 * 10^{-3}) = 2,54 \text{ mg}/\text{m}^3$$

$$\text{Usia mencit 3 bulan: } \text{mg}/\text{m}^3 = (0,0003 * 207,2) / (24,5 * 10^{-3}) = 2,54 \text{ mg}/\text{m}^3$$

Laju peningkatan konsentrasi timbal di bengkel kelistrikan otomotif dalam darah mencit:

$$\text{Usia mencit 2 bulan: } \text{mg}/\text{m}^3 = (0,0006 * 207,2) / (24,5 * 10^{-3}) = 5,07 \text{ mg}/\text{m}^3$$

$$\text{Usia mencit 3 bulan: } \text{mg}/\text{m}^3 = (0,0005 * 207,2) / (24,5 * 10^{-3}) = 4,23 \text{ mg}/\text{m}^3$$

PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian pengaruh laju peningkatan konsentrasi timbal dalam darah mencit:

1. Kedua bengkel otomotif (bengkel mesin otomotif dan bengkel kelistrikan otomotif), adalah memiliki laju peningkatan konsentrasi timbal yang tidak berbeda.
2. Dua kelompok usia mencit memperlihatkan interaksi antara kedua kelompok usia mencit adalah tidak berbeda.
3. Interval lama pemaparan memperlihatkan interaksi yang berbeda.
4. Interaksi antara lokasi dan usia mencit memperlihatkan antara lokasi dan usia adalah tidak berbeda.
5. Interaksi antara usia dan lama pemaparan memperlihatkan interaksi antara usia dan lama pemaparan adalah tidak berbeda.

6. Pengaruh laju peningkatan konsentrasi timbal dalam darah mencit terhadap interaksi antara lokasi, usia mencit, dan lama pemaparan, memperlihatkan interaksi ketiga variabel secara serentak adalah tidak berbeda. Masing-masing variabel memiliki hubungan yang erat terhadap laju peningkatan konsentrasi timbal dalam darah mencit.

Dari hasil penelitian ini pada akhirnya dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah terjadi peningkatan konsentrasi timbal di bengkel otomotif dalam darah hewan uji (mencit), dengan waktu pemaparan empat puluh hari
2. Peningkatan konsentrasi timbal dalam darah mencit di bengkel mesin otomotif maupun di bengkel kelistrikan otomotif, baik mencit yang berusia 2 bulan maupun mencit yang berusia 3 bulan adalah sama
3. Ada perbedaan laju peningkatan konsentrasi timbal dalam darah mencit di kedua bengkel otomotif
4. Pengaruh lama pemaparan (waktu) terhadap peningkatan konsentrasi timbal bengkel otomotif mempunyai hubungan erat. Semakin lama pemaparan mencit di bengkel otomotif, maka peningkatan konsentrasi timbal dalam darah mencit akan semakin meningkat
5. Dari kedua bengkel, yaitu bengkel mesin otomotif dan bengkel kelistrikan otomotif yang menjadi tempat penelitian, menunjukkan peningkatan konsentrasi timbal yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Bachrun RK, 1993. Polusi Udara Perkotaan Pemantauan dan Peraturan. Laboratorium Termodinamika PAU-ITB. Bandung.
- Darmono, 1995. Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup. UI Press, Jakarta.
- Palar H, 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Rusli, W, 2002. Problematika Pencemaran Pb di Udara: Asal-usul, Toksisitas, dan Upaya penanggulangannya. *Buletin PSL*. No. 9/2002. Universitas Surabaya.
- Siswanto A, 1994. *Toksikologi Industri*. Departemen Tenaga Kerja. Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja. Jawa Timur.
- Swisscontact, 2000. *Pencemaran Udara dari Kendaraan Bermotor*. CAP. Jakarta.
- Word Health Organization, 1995. *Inorganic Lead*. Geneva.
- Wardhana WA, 1995. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi offset, Yogyakarta.

Reviewer: **Dr. Bambang Irawan, M.Sc.**