

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Cara masuknya logam berat ke lingkungan ada dua, yaitu alami dan antropogenik. Contoh secara alami yaitu akibat adanya erosi, cuaca yang menyebabkan pelapukan sediman, dan aktivitas vulkanik. Sedangkan contoh untuk antropogenik yaitu akibat kegiatan pertambangan, penggunaan pestisida, penggunaan pupuk penyuburan tanah, peleburan, dan lainnya (Ali et al., 2013).

Kadmium (Cd) termasuk dalam kelompok logam berat jenis non-essensial. Jumlah logam ini relatif kecil dalam lingkungan, namun dapat meningkat dikarenakan penggunaan bahan bakar dari minyak maupun proses pembuangan limbah industri (Pacyna, 1987).

Menurut Sudarmadji (2006), kadmium dalam tubuh manusia diekskresikan melalui urin. Hanya sekitar 5-10% yang diabsorpsi. Makanan dan tembakau menjadi sumber dari sebagian besar kadmium yang terdapat dalam tubuh manusia, sebagian kecil berasal dari polusi udara dan minuman. Absorpsi yang besar yaitu melalui pernafasan sebesar 40% tergantung fisik. Uap kadmium yang terhirup melalui pernafasan diperkirakan sebesar 190 mg/m^3 selama 10 menit atau 8 mg/m^3 selama 240 menit dapat menyebabkan kematian.

Kebanyakan gejala yang timbul pada orang yang terpapar kadmium berupa masalah pernafasan (Sudarmadji, 2006). Menurut beberapa teori, gangguan fungsi paru diakibatkan oleh banyak faktor yang dikelompokkan menjadi penyebab langsung dan tidak langsung. Penyebab langsung berupa yang terhirup, sedangkan penyebab tidak langsung berupa faktor yang berasal dari diri pekerja, dan karakteristik pekerjaan yang dilakukan. Sulit untuk mengukur ketahanan tubuh para pekerja, pekerja yang terpapar dalam lingkungan dan waktu yang sama bisa saja akan menunjukkan penyakit paru yang berbeda (Levy, 1994).

Dalam pengecatan, terdapat kandungan kadmium yang berfungsi sebagai bahan pewarna pada cat. Saat pengecatan tentunya kadmium tersebut akan menyebar bersamaan dengan penyemprotan cat. Oleh karena itu, bidang pekerjaan pengecatan mobil perlu mendapat perhatian karena dapat menimbulkan penyakit akibat kerja. Dikarenakan risiko penyakit akibat kerjanya yang cukup tinggi dan jumlah yang terus bertambah, kelompok pekerja ini dirasa perlu mendapat perhatian.

Selain bahaya paparan langsung dari kadmium, ada pula penyakit akibat kerja yang diakibatkan oleh perilaku pekerja itu sendiri seperti kebiasaan merokok. Bulu-bulu silia yang berguna untuk menyaring udara yang dihirup dapat hilang akibat asap rokok. Dampak kumulatif pada gangguan kesehatan paru akan muncul seiring dengan terpaparnya debu cat mobil ditambah dengan kebiasaan merokok (Faidawati, 2003).

Penggunaan masker disarankan bagi pekerja yang terpapar debu agar debu yang terhirup ke paru-paru menjadi berkurang. Pekerja yang selalu melakukan pengecatan dengan selalu menggunakan masker dapat meminimalkan jumlah partikel cat yang dapat terhirup. Selain itu ukuran partikel yang dapat melewati masker menjadi kecil (Levy, 1994).

Dari penjelasan tersebut, maka dirasa perlu untuk melakukan penelitian. Penelitian dilakukan untuk mengetahui berapa kadar kadmium (Cd) dalam urin pada pekerja salah satu bengkel cat mobil (Bengkel X) di wilayah Gowok, Kec. Depok, Kab. Sleman, D.I. Yogyakarta.

1.2. Rumusan Masalah

- 1) Berapa kadar kadmium dalam urin pekerja pengecatan mobil?
- 2) Berapa kadar kadmium dalam cat yang digunakan oleh bengkel tersebut?
- 3) Adakah penambahan kadar kadmium dalam urin pekerja pengecatan mobil selama pengambilan tiga kali?
- 4) Apakah faktor kebiasaan merokok, penggunaan masker, umur, lama bekerja, dan durasi kerja berhubungan dengan kadar kadmium dalam urin pekerja pengecatan mobil?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kadar kadmium dalam urin pekerja pengecatan mobil.
2. Mengetahui kadar kadmium dalam cat yang digunakan oleh bengkel tersebut.
3. Mengetahui besar penambahan kadar kadmium dalam urin pekerja pengecatan mobil selama pengambilan sampel dalam dua minggu.
4. Mengetahui besar pengaruh faktor kebiasaan merokok, penggunaan masker, umur, lama bekerja, dan durasi kerja terhadap kadar kadmium dalam urin pekerja pengecatan mobil.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Bagi Pemilik Bengkel Cat
Mengenali faktor yang mempengaruhi kadar kadmium dalam tubuh pekerja pengecatan mobil, sehingga dapat memantau kesehatan para pekerjanya lebih maksimal.
2. Bagi Peneliti
Menambah pengetahuan tentang resiko terinhalasi/terhirupnya partikel cat semprot pada para pekerja pengecatan mobil terutama jika tidak menggunakan masker serta perilaku pekerja pengecatan mobil selama bekerja yang dapat mempengaruhi kadar kadmium dalam urin pada pekerja tersebut. Mahasiswa juga dapat meningkatkan ilmu saat di lapangan dengan menerapkan teori yang diperoleh selama kuliah. Hasil penelitian ini dapat dijadikan gambaran di tempat kerja sebagai sarana pemantapan keilmuan dan bahan masukan untuk penelitian lebih lanjut.

1.5. Ruang Lingkup Tugas Akhir

Penelitian ini merupakan penelitian analisis dengan pendekatan *cross sectional* tentang faktor-faktor yang dapat berhubungan dengan kadar kadmium (Cd) dalam urin pekerja bengkel cat mobil dengan ruang lingkup penelitian sebagai berikut:

- 1) Penelitian dilakukan pada bengkel cat mobil X di wilayah Gowok, Kec. Depok, Kab. Sleman, D.I. Yogyakarta.
- 2) Penelitian ini dilakukan pada tanggal 2 Juni 2017 dan 6 Juni 2017 yang dilakukan pada pukul 09.00 (pagi) saat pekerja akan melakukan pengecatan. Dan pada tanggal 8 Juni 2017 yang dilakukan pukul 12.00 (siang) setelah pekerja melakukan pengecatan
- 3) Penelitian mengambil sampel 5 orang pekerja bengkel X, yaitu 2 orang yang khusus bekerja pada bagian pengecatan mobil sebagai sampel utama, 2 orang pekerja pada bengkel X dan 1 orang yang berada di lingkungan bengkel sebagai sampel kontrol.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Logam Kadmium (Cd)

Nomor atom dan massa atom logam kadmium (Cd) adalah 48 dan 112,4. Dalam tabel periodik, kadmium termasuk pada periode V yang merupakan logam transisi. Kadmium kerap ditemukan dalam deposit sulfide dan merupakan unsur chalcophile (Manahan, 2001). Jumlah Cd pada kerak bumi adalah 0,13 µg/g. Pada lingkungan perairan, Cd mudah berpindah. Adanya effluen dari pabrik yang menggunakan Cd dan deposisi atmosferik menyebabkan Cd masuk ke dalam lingkungan perairan (Weiner, 2008).

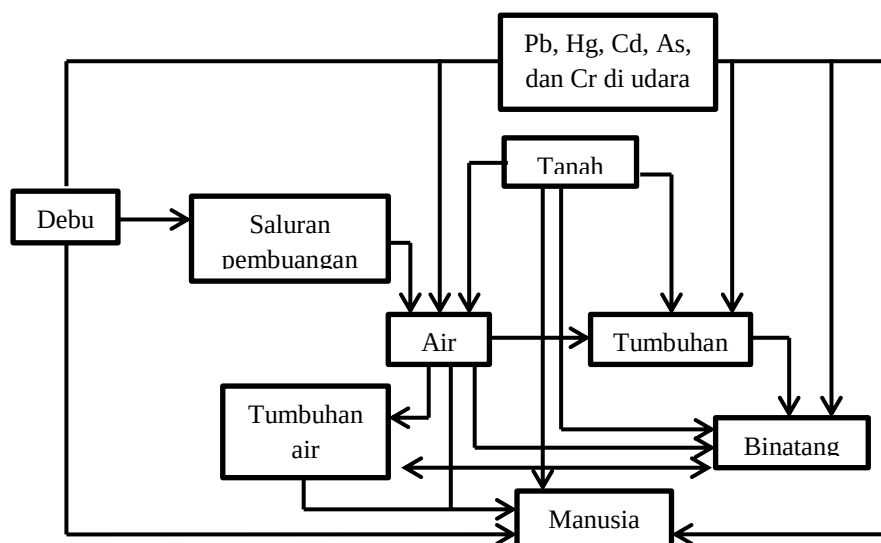
2.2. Karakteristik Kadmium

Kadmium (Cd) biasanya tergabung dalam klor (Cd klorida) atau balerang (Cd sulfid). Kadmium menghasilkan Cd^{2+} yang tidak stabil (Widowati, dkk., 2008). Logam kadmium berwarna putih keperakan, tahan terhadap panas dan korosi. Cd digunakan dalam elektrolisis, bahan pigmen untuk cat, enamel, dan plastik. Pada pertambangan timah dan seng umumnya Cd bercampur dengan logam lain (Darmono 1995). Cd ada dengan Zn, Cu, Pb, dalam jumlah yang kecil. Cd didapat pada industri alloy, pemurnian seng, pestisida, dan lain-lain (Said, 2008).

2.3. Sumber Pencemaran Kadmium (Cd)

Deposisi atmosferik, industri produksi bahan kimia dan metalurgi, proses *refining* dan *smelting*, dan air buangan limbah domestik merupakan sumber utama kadmium. Sumber-sumber alamiah hanya menghasilkan 15% deposisi atmosferik. Diperkirakan smelters dan pabrik-pabrik pengolahan kadmium melepaskan sekitar 1.000 ton per tahun. Industri galvanik sebagian besar membuang kadmium pada perairan alamiah. Selain itu polusi kadmium berasal dari industri baterai, pupuk dan fungisida yang mengandung kadmium (Allen *et al.*, 1998).

Penyebaran kadmium di alam sangat luas. Kadmium kehilangan kilapnya bila berada dalam udara lembab serta akan rusak jika terkena uap amoniak (NH_3) dan sulfur hidroksida (SO_2) (Palar, 2004). Bijih mineral yang biasanya mengandung kadmium antara lain sulfida green ockite (xanthochroite), karbonat otative, serta oksida kadmium. Mineral-mineral ini terbentuk bergabung dengan biji sfalerit dan oksidanya, atau juga didapat dari debu sisa pengolahan lumpur elektrolit (Herman, 2006).



Gambar 2.1. Kontribusi logam berat Pb, Hg, Cd, As, dan Cr pada INTAKE manusia

Sumber: Mukono, (2002).

2.4. Mekanisme Pencemaran Logam di Lingkungan

Adanya pabrik-pabrik dan proses penanganan limbah serta pembuangan sampah akhir menyebabkan terlepasnya kontaminan ke alam tidak dapat dihindari. Kontaminan akan bereaksi sangat cepat setelah terlepas ke lingkungan. Tetapi kadang sangat lambat terserap dan terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup.

Terdapat 3 fase paparan kontaminan di alam yaitu padat, cair, dan gas. Dalam fase cair, paparan melalui *runoff*, langsung ke badan air, dan air lindi yang langsung ke lapisan tanah. Fase gas terjadi dengan cara emisi padat yang berasal

dari danau dan paparan langsung akibat pembakaran tidak sempurna seperti hasil pembakaran H_2S dan CO_2 serta gas sisa pembakaran materi organik. Pada fase padat, kontaminan dapat bercampur dengan gas dan air baik yang larut dalam air maupun tidak (LaGrega et al., 1994).

2.5. Bioakumulasi Kadmium dalam Tubuh

Logam berat masuk kedalam tubuh melalui pernapasan, pencernaan, dan paparan pada kulit. Pada hewan, logam berat diserap oleh darah lalu berikatan dengan protein darah. Setelah itu logam berat menyebar ke seluruh bagian tubuh (Darmono, 2001).

Bioakumulasi dan biotransformasi akan terjadi pada kadmium dalam tubuh makhluk hidup. Dalam biota perairan, jumlah logam yang diserap akan terus meningkat dan rantai makanan biota tertinggi akan memiliki jumlah akumulasi kadmium yang paling besar (Palar, 2004).

2.6. Waktu Paruh Kadmium dalam Tubuh

Beberapa efek terpapar kadmium diantaranya adalah kerusakan ginjal dan keracunan pada hewan menyebabkan tumor pada testis. Kadmium terakumulasi dengan protein dalam ginjal. Waktu paruh kadmium di lingkungan yaitu 10-30 tahun sedangkan dalam tubuh 7-30 tahun untuk menembus ginjal terutama jika sudah terjadi kerusakan. Kadmium dapat menimbulkan terganggunya metabolisme kalsium yang mengakibatkan kurangnya kalsium pada tubuh. Hal ini menimbulkan sakit pada persendian tulang belakang, tulang kaki dan kerusakan pada tulang (Lentech, 2010).

2.7. Mekanisme Toksisitas Kadmium

Kadmium sulit untuk dicerna dalam saluran cerna. Absorpsi pada tubuh manusia berkisar 5%. Kadmium masuk melalui saluran pernapasan para perokok sekitar 10-40%. Saat masuk, kadmium diangkut oleh darah dan sebagian besarnya terikat pada albumin dan sel darah merah. Setelah terdistribusi oleh darah, kadmium dalam tubuh ditemukan pada hati dan ginjal sekitar 50%.

Kadmium sebagian besar masuk ke dalam saluran pencernaan, lalu dikeluarkan selama 3-4 minggu kemudian pada feses dan sisanya dikeluarkan pada urin sebagian kecil. Kadmium terikat menjadi metalotionein pada hati dan ginjal. Dalam metalotionein terdapat unsur sistein yang mengandung kadmium. Kadmium tersebut berikatan dalam gugus sulfhidril (-SH) dalam enzim seperti karboksil sisteinil, histidil, hidroksil, fosfatil dari protein dan purin. Interaksi antara kadmium dengan protein tersebut kemungkinan besar mempengaruhi toksisitas kadmium yang mengakibatkan terhambatnya aktivitas kerja enzim dalam tubuh. Kadmium menghambat enzim alfa-antitripsin. Terhambatnya enzim menyebabkan efisema dari paru yang menimbulkan gejala gangguan paru karena toksisitas kadmium (Palar, 2004).

2.8. Monitoring Biologis

Kadar kadmium dalam tubuh dengan paparan yang terjadi saat itu mempengaruhi konsentrasi kadmium dalam urin dan darah. Konsentrasi kadmium pada darah pekerja yang terpapar dalam jangka waktu sedang menggambarkan paparan dalam beberapa bulan terakhir. Tetapi untuk pekerja yang terpapar dalam jangka waktu yang panjang (misalnya sudah pensiun) kadar kadmium dalam darah merupakan kadar yang sudah ada dalam tubuh. Dengan demikian, untuk pekerja dalam jangka waktu paparan sedang, konsentrasi kadmium pada urin menjadi indikator yang baik untuk mengetahui kadmium yang terdapat pada ginjal (Kawada et al, 1998).

2.9. Analisis Kadmium dalam Urin

Konsentrasi kadmium pada urin menggambarkan kadmium yang terdapat pada ginjal. Pada paparan dengan kadar rendah kadmium dalam urin dianggap menggambarkan kadmium dalam seluruh tubuh. Tetapi untuk paparan pada kadar tinggi dengan tidak adanya kerusakan ginjal, kadar kadmium juga dipengaruhi oleh pajanan yang terjadi saat ini. Jika ada kerusakan pada ginjal, maka jumlah kadmium yang diekskresikan melalui urin meningkat dikarenakan menurunnya kemampuan ginjal untuk menyerap metalotionein yang berikatan dengan

kadmium. Maka jika tidak ada kerusakan pada ginjal, kadar kadmium dalam urin dapat menjadi gambaran kadar kadmium dalam tubuh dan ginjal. Kadar kadmium dalam ginjal dan hati dapat diperkirakan dengan konsentrasi kadmium dalam urin. Tetapi setelah terjadi paparan akut, kadar kadmium pada urin dapat meningkat sementara tanpa peningkatan kadar kadmium dalam tubuh (Nomiyama T, et al, 2002)

2.10. Dampak Pencemaran Kadmium pada Manusia dan Lingkungan

Kadmium cukup beresiko tinggi pada pembuluh darah sehingga cukup berbahaya bagi tubuh.. Akumulasi utama kadmium terdapat pada hati dan ginjal dan dalam jangka panjang akan berpengaruh pada manusia (Palar, 2004).

Keracunan akibat paparan kadmium menimbulkan gejala akut dan kronis yaitu (Sudarmaji dkk, 2006):

- a. Gejala akut :
 - 1) Dada sesak.
 - 2) Dada terasa sesak disertai kerongkongan kering (*constriction of chest*).
 - 3) Nafas menjadi pendek.
 - 4) Nafas terengah-engah, distress dan bisa berubah menjadi penyakit radang paru-paru.
 - 5) Sakit kepala disertai menggigil.
 - 6) Kematian.
- b. Gejala kronis:
 - 1) Nafas menjadi pendek.
 - 2) Menurunnya kemampuan mencium bau.
 - 3) Menurunnya berat badan.
 - 4) Gigi berubah warna menjadi kuning keemasan dan terasa ngilu.

Efek kronis yang ditimbulkan oleh kadmium dikelompokkan menjadi lima kelompok yaitu (Palar, 2004):

- a) Efek kadmium (Cd) terhadap ginjal

Kadmium menyebabkan gangguan bahkan kerusakan pada ginjal. Kerusakan pada ginjal dapat diketahui melalui jumlah protein yang

diekskresi melalui urin. Jika terjadi asam amniouria dan glikosuria serta tidak normalnya kandungan fosfor dan asam urat kalsium di urin, ini menandakan telah terjadi kerusakan pada ginjal akibat paparan kadmium.

b) Efek kadmium (Cd) terhadap paru

Keracunan kadmium akibat terhirup debu dan atau uap dapat menyebabkan kerusakan pada paru-paru. Kerusakan paru-paru merupakan tanda keracunan kronis akibat kadmium.

c) Efek kadmium (Cd) terhadap tulang

Kerapuhan tulang mungkin terjadi ketika seseorang keracunan kadmium. Gejalanya ditandai dengan sakit pada tulang hingga sulit berjalan. Kebanyakan terjadi pada pekerja industri yang menggunakan kadmium.

d) Efek kadmium (Cd) terhadap sistem reproduksi

Keracunan kadmium juga mempengaruhi sistem reproduksi dan organnya. Kadmium dapat mematikan sel sperma laki-laki pada konsentrasi tertentu, sehingga menyebabkan impotensi jika terpapar uap kadmium.

2.11. Proses Pengecatan

Alat yang dibutuhkan dalam proses pengecatan yaitu *gun* (semprotan), kompresor, amplas. Serta bahan yang dibutuhkan adalah cat, tiner, dempul, *clear* (vernish). Pertama melakukan pemberian cat dasar (*epoxy*) agar hasil yang didapat maksimal. Setelah cat dasar kering, lalu di amplas sebelum dilakukan pengecatan. Selanjutnya di cat sesuai warna keinginan, proses pengecatan dilakukan minimal dua lapis semprotan agar hasil maksimal. Setelah cat kering dilanjut dengan menyemprotkan vernish agar hasil lebih mengkilap, dan setelah vernish kering tahap akhir adalah proses penggosokan dengan compound sampai rata dan mengkilat serta tidak ada bagian yang kasar.

2.12. Zat Kimia dalam Cat

Kandungan pada cat berupa cat khusus dan pewarna yang mengandung campuran zat kimia padat dan medium cair. Kandungan tersebut digunakan sebagai perlindungan dan dekorasi permukaan lalu akan mengering dengan

oksidasi, polimerasi, dan evaporasi. Adanya bahan kimia dalam cat ini memungkinkan para pekerja dan orang sekitarnya terpapar (Budiono, 2007).

Bahan dasar umum dari cat adalah air atau minyak yang memiliki tiga komponen penting, yaitu: (Budiono, 2007)

1. Tiner

Tiner merupakan pelarut/*solvent* untuk cat. Setelah disemprotkan tiner akan menguap sehingga pekerja dapat menghirup bahan kimia pada tiner. Efek yang ditimbulkan oleh paparan tiner adalah sakit kepala; pusing; iritasi mata, hidung, dan mulut; masalah reproduksi; kanker.

2. Binder

Resin merupakan binder yang menimbulkan gangguan kesehatan yaitu mengakibatkan isitasi pada hidung, mata, tenggorokan, dan kulit .

3. Pigmen

Pigmen berfungsi sebagai pewarna serta memaksimalkan ketahanan cat.. Jenis pigmen yang merupakan bahan berbahaya yaitu:

- *Lead chromate* dapat menyebabkan kerusakan pada sistem saraf pusat. Digunakan pada warna hijau, kuning, dan merah.
- Kromium yang digunakan untuk warna hijau, kuning dan oranye. Mengakibatkan iritasi pada kulit dan kanker paru, hidung, dan saluran napas atas.
- Kadmium yang memberi warna hijau, kuning, oranye dan merah. Menimbulkan kanker paru.

Tabel 2.1. Bahan-bahan Kandungan Cat

Bahan	Fungsi
Bahan pembentuk lapisan (<i>film-forming materials</i>): <i>Linseed oli, Soybean oil, Tung oil, Dehydrated caster oil, fish oil, oiticica oil, perila oil, casein, latex emulsion, varnishes</i>	Membentuk lapisan pelindung melalui oksidasi dan polimerasi minyak tak jenuh
Tiner (<i>thinners</i>): Hidrokarbon alifatik, naphtha, fraksi petroleum lain Turoentine Hidrokarbon aromatic, toluene silol (xylol), methylated naphthalene	Sebagai suspensi pewarna cat, konsentrasi sedikit
Pengering (<i>driers</i>): Co, Mn, Pb, Zn, naphthalene, resin, otocates, linoleat. Talates	Mempercepat pengeringan lapisan melalui oksidasi dan polimerasi
<i>Antiskining agent</i> : Polyhydroxy phenols	Mencegah penggumpalan dan pengelupasan cat
<i>Plasticizer</i> : Beberapa macam minyak	Memberikan elastisitas dan mencegah proses penguraian

Sumber: Wahyuningsih, 2003

2.13. Kesehatan Kerja

Beberapa karakteristik pekerjaan yang perlu diperhatikan dalam aktivitas pengecatan mobil yang menimbulkan masalah kesehatan yaitu (Budiono, 2007):

a. Masa kerja

Lamanya waktu masa kerja seseorang meningkatkan resiko kanker paru-paru. Menurut penelitian Morgan dan Parkes, terjadinya gangguan fungsi paru pada seseorang yang terpapar membutuhkan waktu kurang lebih 10 tahun (Faidawati, 2003). Bahan didalam cat yang dapat menyebabkan penyakit paru yaitu Pb, Cr, molybdenum, asbestos, As, titanium, dan mineral oil. Ketika terhirup bahan tersebut akan terakumulasi dalam tubuh.

b. Jumlah jam kerja per minggu

Lama paparan dan dosis paparan yang diterima berpengaruh pada timbulnya gangguan kesehatan pada pekerja pengecatan. Menurut WHO hubungan antara paparan dan efek ini sangat bergantung pada tiga hal yaitu:

1. Kadar debu dalam udara
2. Dosis paparan kumulatif (penjumlahan kadar dalam udara dan lamanya paparan)
3. Waktu tinggal atau lamanya debu dalam paru. Paparan dengan jangka waktu lama tetapi kadar rendah menimbulkan penyakit kurang berat dibandingkan dengan paparan dalam waktu yang singkat namun dengan kadar tinggi.

c. Posisi terhadap pengecat lain

Jika pekerjaan dilakukan oleh lebih dari satu orang, sangat tidak tepat jika pengecatan dilakukan dengan posisi berhadapan satu sama lain. Disarankan saat pengecatan arahnya menghindari pengecat lainnya agar tidak terpapar secara *overspray*.

d. Ruang Pengecatan

Untuk mengurangi resiko paparan bahan berbahaya, dibutuhkan ruang pengecatan yang cukup. Ruang yang terbatas untuk pengecatan dapat menurunkan konsentrasi oksigen sampai batas yang membahayakan bagi kesehatan serta meningkatkan jumlah kontaminan (Budiono,2007).

Supplied air respirator yang digunakan oleh pekerja harus kuat, penutup muka penuh dan selalu memperhatikan penggantian udara jika menggunakan ruang pengecatan terbatas. Selain itu pekerja disarankan menggunakan pakaian khusus dan sarung tangan guna melindungi kulit, serta kacamata khusus untuk melindungi mata dari bahaya.

Untuk aktivitas pengecatan pada ruang terbuka akan mengakibatkan dampak buruk, yaitu dengan adanya *isocyanates* dalam cat yang dapat menyebar dalam radius sampai 15 meter. Dalam radius itu semua orang disekitar pengecatan diwajibkan menggunakan masker.

e. Ventilasi ruang pengecatan

Dalam ruang pengecatan dibutuhkan adanya ventilasi agar udara yang telah bercampur dengan debu cat dapat digantikan. Ventilasi yang tidak baik akan meningkatkan konsentrasi debu cat dalam ruangan dan resiko bahaya terakumulasi cukup besar.

f. Posisi pekerja terhadap arah angin

Jika pengecatan dilakukan diruang terbuka pekerja harus memperhatikan arah angin. Posisi pekerja harus memperhatikan aliran udara saat pengecatan.

g. Ketinggian obyek yang dicat

Masalah kesehatan sangat mungkin untuk muncul ketika objek pengecatan tinggi, besar, dan sulit untuk dipindah.

h. Penggunaan APD

Gangguan kesehatan dapat berkurang dengan penggunaan APD yang baik seperti gangguan pernapasan, pusing, gangguan mata, dan lain-lain.

i. Posisi tubuh

Risiko pada punggung akan muncul pada beberapa proses pengecatan mobil yang mengharuskan posisi pekerja membungkuk. Salah posisi duduk dalam waktu yang lama mengakibatkan tegangnya otot punggung dan beresiko merusak jaringan lunak disekitarnya (Wulandari,2013).

Berikut ini syarat-syarat Alat Pelindung Diri (APD) agar dapat dipakai dan efektif dalam penggunaan dan pemeliharaannya yaitu:

1. Mampu melindungi pekerja secara efektif dari potensi bahaya yang dapat timbul ditempat kerja.
2. Berat yang dimiliki seringan mungkin agar nyaman saat digunakan dan tidak membebani pekerja yang memakainya.
3. Memiliki bentuk yang menarik, sehingga pekerja tidak malu memakainya.
4. Tidak mengganggu pemakainya, baik dari segi jenis bahayanya maupun kenyamanan dalam pemakaian.
5. Mudah dilepas dan digunakan kembali.

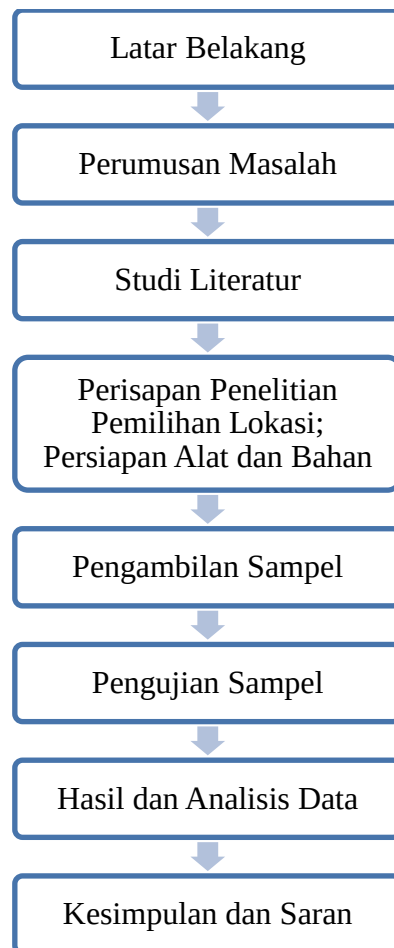
6. Saat dipakai dalam jangka waktu yang lama tidak akan mengganggu pernapasan, pengelihan, dan pendengaran, serta masalah kesehatan lainnya.
 7. Saat menerima tanda peringatan, alat pelindung diri tidak mengurangi persepsi sensori pekerja.
 8. Cukup tersedianya alat pelindung diri dipasaran.
 9. Saat tidak digunakan, alat peindung diri mudah disimpan dan dipelihara.
 10. Harus sesuai dengan standar alat pelindung diri yang telah ditetapkan.
- (Tarwaka,2008)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Tahap Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini dimulai dari pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer berasal dari data pengujian sampel urin, sedangkan data sekunder didapat dari hasil survei, jurnal, literatur, dan buku yang berhubungan dengan penelitian. Secara umum tahapan penelitian dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 3.1. Diagram Alir Metode Penelitian

3.2. Metode Penelitian

3.2.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan penelitian analitik observasional dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian analitik observasional adalah penelitian yang melakukan identifikasi serta pengukuran variabel, peneliti juga mencari hubungan antar variabel yang satu dengan variabel lainnya untuk menerangkan kejadian atau fenomena yang diamati (Sastroasmoro & Ismael, 2011). Penelitian ini merupakan penelitian *cross sectional* berdasarkan waktunya karena variabel bebas (*independent*) yaitu perilaku saat bekerja responden, serta variabel terikat (*dependent*) yaitu kadar kadmium (Cd) dalam urin pekerja pengecatan mobil akan diteliti dalam waktu bersamaan.

3.2.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di bengkel pengecatan X di Jalan Nogopuro, Gowok, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, D.I. Yogyakarta berupa wawancara di bengkel pengecatan mobil X dan analisa sampel urin dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

3.2.3. Sampel Penelitian

Sampel dalam penelitian ini yaitu pada 2 orang pekerja khusus bagian pengecatan mobil di bengkel X sebagai sampel utama, 2 orang pekerja pada bengkel X dan 1 orang yang berada dilingkungan bengkel sebagai sampel kontrol.

3.2.4. Sumber Data

Data Primer

Hasil wawancara menjadi data primer penelitian ini dengan pertanyaan seperti umur, lama bekerja, durasi bekerja dalam sehari, kebiasaan merokok, penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), dan penyakit yang diderita. Selain itu data primer juga didapat dari hasil pengukuran kadar kadmium (Cd) dalam urin pekerja pengecatan mobil bengkel X.

Data Sekunder

Data sekunder merupakan lanjutan pengolahan data primer ataupun data lain yang diperoleh untuk kemudian disajikan dengan baik umumnya dalam bentuk diagram atau tabel (Suyanto, 2005). Data sekunder dalam penelitian ini didapat dengan penelusuran kepustakaan, data-data dan dokumen yang relevan dengan penelitian ini.

3.2.5. Instrumen Pengumpulan Data

3.2.5.1. Wawancara

Selain itu dilakukan wawancara sebagai instrumen pengumpulan data terkait faktor apa saja yang diperkirakan dapat mempengaruhi kadar kadmium dalam urin pekerja.

Wawancara berisi data sebagai berikut:

1. Usia responden.
2. Tinggi badan dan berat badan responden.
3. Penggunaan masker.
4. Jenis masker.
5. Kebiasaan merokok.
6. Lama bekerja responden / lama responden (sampel kontrol) berada dilingkungan bengkel X.
7. Durasi bekerja.
8. Waktu yang digunakan khusus untuk pengecatan dalam sehari.
9. Cat yang digunakan serta banyak cat yang dihabiskan dalam sehari.
10. Keluhan penyakit khusus selama bekerja.

3.2.5.2. Pengambilan Sampel Urin

Pengambilan urin pada pagi hari sebelum bengkel memulai aktivitas perbengkelan untuk mengetahui kadar kadmium para responden sebelum adanya pekerjaan pengecatan. Lalu pada hari ketiga, pengambilan sampel dilakukan pada siang hari untuk mengetahui kadar kadmium setelah pekerja melakukan pengecatan pada pagi harinya.

Untuk mengambil urin wadah spesimen urin haruslah bersih, kering, dan bermulut lebar. Setelah pengambilan spesimen urin, sebaiknya diuji pada laboratorium dalam waktu 2 jam setelah pengambilan sampel, atau simpan pada lemari pendingin bersuhu 4°C dan diuji dalam waktu tidak lebih dari 18 jam dikarenakan urin merupakan media biakan yang baik. (WHO, 2003)

A. Pengukuran Kadar Kadmium dalam Urin

Sebanyak 5 mL sampel diasamkan dengan 10 mL HNO₃ pekat, kemudian larutan ini dipanaskan hingga diperoleh larutan jernih. Setelah jernih, tunggu larutan hingga bersuhu ruangan lalu saring dengan kertas saring. Tambahkan aquades hingga larutan menjadi 5 ml dan kocok hingga homogen, kemudian hasil saringan diukur dengan AAS.

1) Prosedur Pemeriksaan kadar kadmium (Cd), yaitu:

a) Alat

1. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) tungku karbon
2. alat pemanas
3. labu ukur 50 mL, 100 mL dan 1000 mL
4. gelas piala 100 mL
5. pipet volumetrik 1,0 mL; 2,0 mL; 5,0 mL dan 10 mL
6. kaca arloji berdiameter 5 cm
7. gelas ukur 100 mL
8. pipet ukur 10 mL
9. alat penyaring dengan ukuran pori 0,45 µm dilengkapi dengan filter holder dan pompa
10. kertas saring.

b) Bahan

1. larutan induk kadmium 100 mg/L
2. asam nitrat (HNO₃) pekat
3. air bebas logam
4. gas argon

c) Cara Kerja

Persiapan dan pengawetan contoh uji

Bila contoh uji tidak dapat segera dianalisis, maka contoh uji diawetkan dengan menambahkan HNO_3 pekat sampai pH kurang dari 2 dengan waktu penyimpanan maksimal 6 bulan.

CATATAN Bila Cd terlarut yang akan dianalisis, maka penambahan asam nitrat dilakukan setelah penyaringan.

Persiapan pengujian

a. Persiapan contoh uji

1. homogenkan contoh uji, masukkan 50 mL contoh uji ke dalam gelas piala 100 mL
2. tambahkan 5 mL HNO_3 pekat dan panaskan perlahan-lahan sampai sisa volumenya 15 mL sampai dengan 20 mL
3. tambahkan lagi 5 mL HNO_3 pekat, kemudian tutup gelas piala dengan kaca arloji dan panaskan lagi
4. lanjutkan penambahan asam dan pemanasan sampai semua logam larut, yang terlihat dari warna endapan dalam contoh uji menjadi agak putih atau contoh uji menjadi jernih
5. tambah lagi 2 mL HNO_3 pekat dan panaskan kira-kira 10 menit
6. bilas kaca arloji dan masukkan air bilasannya ke dalam gelas piala
7. pindahkan contoh uji masing-masing ke dalam labu ukur 50 mL dan tambahkan air suling sampai tepat pada tanda tera
8. contoh uji siap diukur.

b. Pembuatan larutan baku kadmium 10 mg/L

1. pipet 10 mL larutan induk kadmium 100 mg/L dan masukkan ke dalam labu ukur 100 mL
2. tepatkan dengan larutan pengencer sampai tanda tera.

c. Pembuatan larutan baku kadmium 1 mg/L

1. pipet 10 mL larutan baku kadmium 10 mg/L dan masukkan ke dalam labu ukur 100 mL
2. tepatkan dengan larutan pengencer sampai tanda tera.

- d. Pembuatan larutan baku kadmium 0,1 mg/L
 - 1. pipet 10 mL larutan baku kadmium 1 mg/L kedalam labu ukur 100 mL
 - 2. tepatkan dengan larutan pengencer sampai tanda tera.
- e. Pembuatan larutan kerja kadmium
 - 1. pipet 0 mL; 1,0 mL; 2,0 mL; 5,0 mL dan 10 mL larutan baku kadmium 0,1 mg/L dan masukkan masing-masing ke dalam labu ukur 100 mL
 - 2. tambahkan larutan pengencer sampai tepat tanda tera kemudian dihomogenkan sehingga diperoleh kadar kadmium 0 µg/L, 1,0 µg/L, 2,0 µg/L ; 5,0 µg/L dan 10,0 µg/L.

Prosedur dan pembuatan kurva kalibrasi

- a. Pembuatan kurva kalibrasi
 - 1. atur alat SSA dan optimasikan sesuai dengan petunjuk penggunaan alat untuk pengukuran kadmium
 - 2. suntikkan larutan kerja ke dalam tungku karbon dan panaskan tungku karbon, kemudian catat serapannya. Ulangi hal yang sama untuk larutan kerja lainnya
 - 3. buat kurva kalibrasi dari data (2) di atas, dan atau tentukan persamaan garis lurusnya.
- b. Cara uji
 - 1. suntikkan contoh uji ke dalam tungku karbon alat SSA dan panaskan tungku karbon
 - 2. catat serapannya.
- ❖ Contoh uji yang digunakan yaitu sampel darah dan urin yang telah diambil sebelumnya

Perhitungan

$$\text{Kadar kadmium } (\mu\text{g/L}) = C \times fp$$

dengan pengertian:

C adalah kadar yang didapat dari hasil pengukuran (µg/L); fp adalah faktor pengenceran.

Perhitungan Kandungan Kadmium dalam Sampel Urin

Untuk menghitung berapa kandungan kadmium dalam sampel urin, maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$V_1 \cdot N_1 = V_2 \cdot N_2$$

Keterangan:

V_1 = Volume awal sampel urin

V_2 = Volume urine yang digunakan untuk diuji (5 ml)

N_1 = Konsentrasi Cd yang terbaca pada AAS

N_2 = Konsentrasi Cd dalam urin responden

Perhitungan Kandungan Kadmium dalam Sampel Cat

Kadar kadmium ($\mu\text{g/L}$) = $C \times \text{fp}$

Keterangan:

C = kadar yang didapat dari hasil pengukuran ($\mu\text{g/L}$)

Fp = faktor pengenceran

3.2.6. Analisis Data

Data dianalisis dan diinterpretasikan dengan menguji hasil pembacaan kandungan kadmium pada sampel urin dan kaitannya dengan variabel hasil wawancara dengan para responden menggunakan program komputer SPSS *for Windows Release 22.0*. Tahap analisis yang dilakukan yaitu:

1. Analisis univariat

Analisis ini dilakukan dengan membuat frekuensi dan distribusi tiap variabel. Hasil ditampilkan dalam bentuk grafik, tabel, dan narasi.

2. Analisis bivariat

Analisis ini digunakan untuk menguji hubungan antara 2 variabel variabel dependen dengan variabel independen dengan menggunakan uji *chi square*. Tingkat kepercayaan ditentukan 0,05 (5%).

Menentukan hipotesis:

H_0 : tidak terdapat hubungan antara jumlah kadmium dalam urin dengan variabel-variabel hasil wawancara dengan responden

Ha: terdapat hubungan antara jumlah kadmium dalam urin dengan variabel-variabel hasil wawancara dengan responden

Kriteria pengujian:

Ho diterima apabila signifikansi $> 0,05$

Ho ditolak apabila signifikansi $< 0,05$

Uji statistik menggunakan *chi square* bertujuan untuk mengetahui hubungan antara variabel dependen (kandungan kadmium dalam urin) dengan variabel independen (lama bekerja, kebiasaan merokok, durasi pengecatan, dan usia responden). Dikarenakan hasil terdapat dua hasil pengujian kadmium (hari kedua dan ketiga) maka pengujian dilakukan satu per satu dengan masing-masing variabel independen.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Ada banyak bengkel cat mobil berbasis *home industry* di Jogja. Penelitian hanya dilakukan pada bengkel cat mobil X dikarenakan sesuai dengan kriteria bengkel yang dibutuhkan untuk pengambilan data. Bengkel ini selalu melakukan pengecatan setiap hari kerjanya yaitu pada hari senin hingga sabtu. Oleh karena aktivitas pengecatannya yang cukup sering ini, sangat memungkinkan para pekerja dan orang yang ada disekitar bengkel ini terpapar kadmium.

Bengkel cat mobil X yang terletak di wilayah Jalan Nogopuro, Caturtunggal, Kec. Depok, Kab. Sleman, D.I. Yogyakarta dengan koordinat lokasi 7°47'05.37"S & 110°24'09.17"T. Bengkel ini sendiri di dirikan sejak tahun 2002 oleh bapak A dengan luas bengkel 145 m².

Bengkel X meliputi kegiatan perbengkelan yaitu: pengecatan mobil menggunakan poles, las, ketok, tarik *body* dan *chasis*, bongkar pasang kaca, perbaikan *body* ringan sampai berat, pengecatan total *body* / rubah warna, perbaikan keropos pada *body* mobil, reparasi plastik dan fiberglass, ganti *body parts*. Cat yang digunakan bengkel ini adalah cat deco yang umum digunakan untuk pengecatan mobil dengan berbagai macam merk. Dalam sehari bengkel menghabiskan sekitar 0,25 liter cat. Total pekerja tetap di bengkel X ini ada 3 orang untuk mengerjakan semua pekerjaan perbengkelan namun ada 2 orang yang khusus bekerja pada bagian pengecatan. 1 pekerja lainnya hanya membantu. Selain pekerja, bengkel ini sering pula menerima siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) yang ingin magang di bengkel.

Bengkel X memiliki 1 *blower* yang digunakan saat proses pengecatan sedang berlangsung dan 6 bagian pencahayaan dibagian atap bengkel. Bengkel ini tidak memiliki ventilasi udara, sehingga saat pengecatan dengan media kecil pintu dibiarkan terbuka sedangkan untuk media besar pintu tertutup dan *blower* dinyalakan. Bengkel ini tidak memiliki *safety shower* maupun *eyewash* khusus

yang biasanya digunakan untuk membersihkan diri jika anggota tubuh terkena bahan kimia. Seharusnya peralatan tersebut ada dikarenakan pekerjaan para pekerja yang berhubungan dengan zat kimia yaitu cat.

Alat pelindung diri (APD) yang digunakan para pekerja juga tidak memenuhi standar kesehatan dan keselamatan kerja. Pekerja hanya menggunakan baju kaos biasa dan alas kaki berupa sandal saat pengecatan. Padahal seharusnya pekerja menggunakan pakaian khusus yang menutupi seluruh bagian tubuh dan alas kaki yang menutupi seluruh bagian kaki agar cat tidak mengenai kulit atau rambut pekerja. Selain itu, pekerja tidak menggunakan masker yang sesuai dan kacamata untuk melindungi mata agar tidak terkena cat. Pekerja juga tidak menggunakan masker sama sekali untuk pengecatan media kecil, dan menggunakan masker biasa berupa masker penutup mulut biasa (masker bedah) dan melapisinya dengan kain untuk media besar.



Gambar 4.1. Bagian Luar Bengkel X



Gambar 4.2. Bagian Dalam Bengkel X (1)



Gambar 4.3. Bagian Dalam Bengkel (2)



Gambar 4.4. Bagian Dalam Bengkel (3)

4.2. Gambaran Umum Responden

Responden A yang merupakan pemilik dari bengkel X ini berjenis kelamin laki-laki telah berusia 40 tahun. Memiliki berat badan 84 kg dan tinggi badan 175 cm. Responden A telah bekerja selama kurang lebih 15 tahun dengan masa aktif mengecat yaitu 10 tahun pertama. Responden A ini tidak memiliki kebiasaan merokok sama sekali. Dalam penelitian ini urin dari responden A dijadikan sebagai sampel kontrol penelitian.

Responden B merupakan pekerja berjenis kelamin laki-laki dengan usia 22 tahun. Memiliki berat badan 50 kg dan tinggi badan 160 cm. Responden B baru bekerja dibengkel tersebut kurang lebih 6 bulan dan hanya membantu pekerjaan selain pengecatan. Responden B ini memiliki kebiasaan merokok dengan kisaran 7 batang perharinya. Dalam penelitian ini responden B dijadikan sebagai sampel kontrol penelitian.

Responden C merupakan orang yang berada disekitar bengkel berjenis kelamin laki-laki dengan usia 50 tahun. Memiliki berat badan 80 kg dan tinggi badan 165 cm. Responden C adalah seorang penjual yang berdagang tepat disebelah bengkel selama 13 tahun. Responden C ini memiliki kebiasaan merokok dengan kisaran 3 batang perharinya. Dalam penelitian ini responden C dijadikan sebagai sampel kontrol penelitian.

Responden D merupakan pekerja bengkel berjenis kelamin laki-laki dengan usia 26 tahun. Memiliki berat badan 71 kg dan tinggi badan 170 cm. Responden D adalah pekerja untuk semua kegiatan perbengkelan dan khusus untuk pengecatan mobil. Responden D telah bekerja selama 6-7 tahun. Responden D ini memiliki kebiasaan merokok dengan kisaran 24 batang perharinya. Dalam penelitian ini responden D dijadikan sebagai sampel utama penelitian.

Responden E merupakan pekerja bengkel berjenis kelamin laki-laki dengan usia 27 tahun. Memiliki berat badan 70 kg dan tinggi badan 170 cm. Responden E adalah pekerja untuk semua kegiatan perbengkelan dan khusus untuk pengecatan mobil. Responden E telah bekerja selama 4 tahun. Responden E ini memiliki kebiasaan merokok dengan kisaran 3 batang perharinya. Dalam penelitian ini responden E dijadikan sebagai sampel utama penelitian.

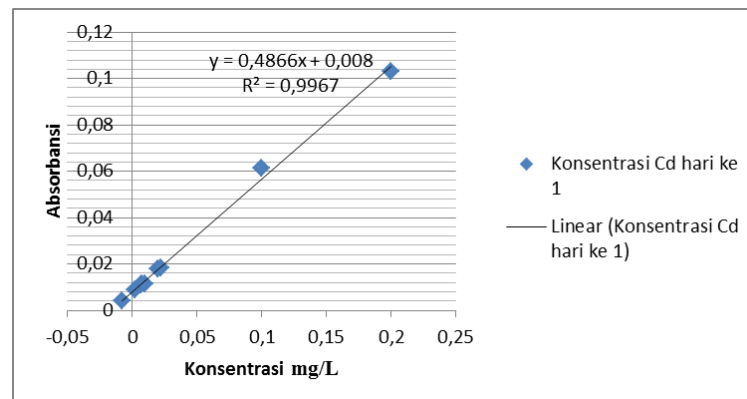
Seluruh responden memiliki waktu bekerja yang sama yaitu 8 jam dalam sehari dengan pembagian waktu yaitu 4 jam pada pagi hari, dimulai dari pukul 08.00 – 12.00 WIB lalu istirahat selama 1 jam yaitu pukul 12.00 – 13.00 WIB. Kemudian dilanjutkan bekerja selama 3 jam pada pukul 13.00 – 16.00 WIB. Khusus kegiatan pengecatan, biasanya pengecatan dilakukan selama 10-15 menit untuk media kecil dan 3-4 jam non stop untuk media yang besar. Seluruh responden tidak memiliki kebiasaan mengonsumsi susu. Responden D dan E memiliki keluhan berupa pernah mengalami batuk disertai dengan riak darah setelah melakukan pengecatan pada media besar. Sedangkan responden A memiliki keluhan berupa nafasnya yang sering sesak dan mulai cepat kelelahan ketika beraktivitas dibengkel.

4.3. Data Analisis Sampel Urin

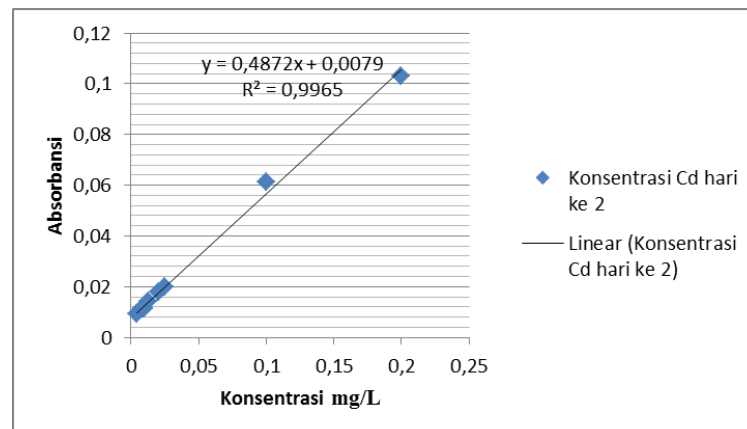
Penelitian dilakukan dengan pengambilan sampel urin responden. Pengambilan sampel dilakukan selama 2 minggu sebanyak 3 kali. Pengambilan pertama dilakukan pada pagi hari (pukul 09.00) di minggu pertama namun mendekati hari libur (Jum'at, 2 Juni 2017). Pengambilan kedua dan ketiga dilakukan pada minggu berikutnya namun dilakukan pada awal minggu (Senin, 6 Juni 2017 pukul 09.00 pagi dan 8 Juni 2017 pukul 12.00 siang setelah pekerja

melakukan pengecatan). Total jam pengecatan yang dilakukan selama 3 kali pengambilan sampel tersebut adalah sekitar 6 jam.

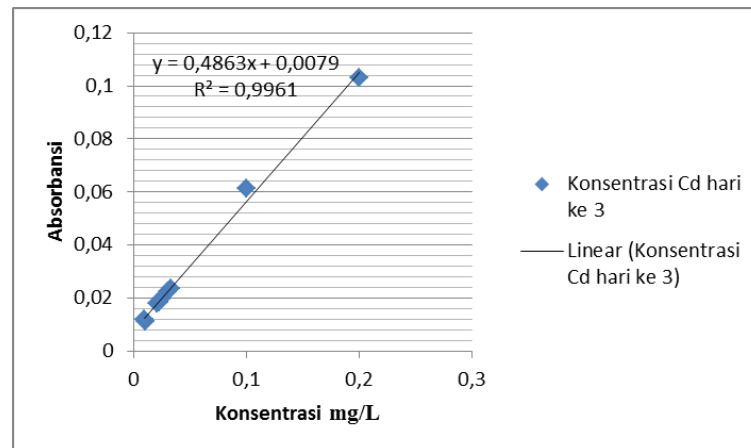
Analisis kadar kadmium dalam urin dan cat yang digunakan untuk pengecatan dilakukan menggunakan *Atomic Absorption Spectrometry Flame* (AAS-*Flame*) dengan hasil pembacaan AAS dalam bentuk kurva kalibrasi sebagai berikut.



Gambar 4.5. Grafik Kurva Kalibrasi Sampel Hari 1



Gambar 4.6. Grafik Kurva Kalibrasi Sampel Hari 2



Gambar 4.7. Grafik Kurva Kalibrasi Sampel Hari 3

Dari kurva kalibrasi tersebut didapat hasil konsentrasi kadmium didalam tubuh responden selama 3 kali pengambilan sampel yaitu sebagai berikut.

Tabel 4.1. Kandungan Kadmium yang Terbaca pada AAS

Responden	Kandungan Kadmium (mg/L)		
	Hari -1	Hari -2	Hari -3
A (pekerja bengkel, sampel kontrol)	0,021	0,007	0,021
B (pekerja bengkel, sampel kontrol)	0,006	0,003	0,009
C (sampel kontrol dari lingkungan bengkel)	0,007	0,025	0,030
D (sampel utama)	0,002	0,013	0,024
E (sampel utama)	none	0,007	0,032
Cat	0,011		

Dari rumus yang sudah diberikan pada bab 3, didapatkan hasil kandungan kadmium pada sampel urin sebagai berikut.

Tabel 4.2. Kandungan Kadmium pada Sampel

Sampel	Kandungan Kadmium (mg/L)		
	Hari -1	Hari -2	Hari -3
A	0,052	0,011	0,021
B	0,010	0,003	0,013
C	0,015	0,025	0,044
D	0,002	0,019	0,048
E	0	0,011	0,048

Sedangkan untuk sampel cat yang dilarutkan pada 10 mL didapatkan hasil yaitu sebagai berikut.

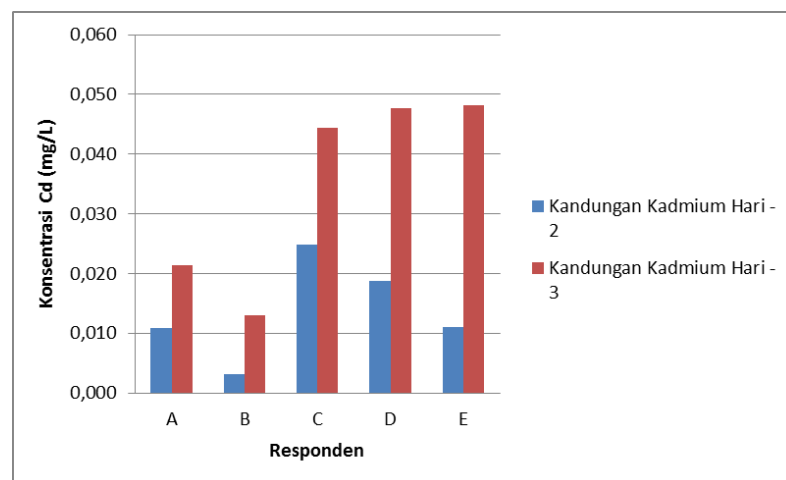
$$\begin{aligned}
 X &= C \times fp \\
 &= 0,011 \text{ mg/L} \times 10 = 0,1 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

Dalam penelitian ini, hasil uji kadmium sampel E pada hari pertama dianggap 0 dikarenakan jumlahnya yang kemungkinan sangat kecil sehingga tidak terbaca saat pembacaan AAS. Oleh karena itu, data yang digunakan untuk perbandingan hanya data pada hari kedua dan ketiga.

Berikut merupakan data kandungan kadmium pada tiap sampel pada hari kedua dan ketiga beserta grafik peningkatannya.

Tabel 4.3. Kandungan Kadmium pada Sampel pada Hari Kedua dan Ketiga

Sampel	Kandungan Kadmium (mg/L)	
	Hari -2	Hari -3
A	0,011	0,021
B	0,003	0,013
C	0,025	0,044
D	0,019	0,048
E	0,011	0,048

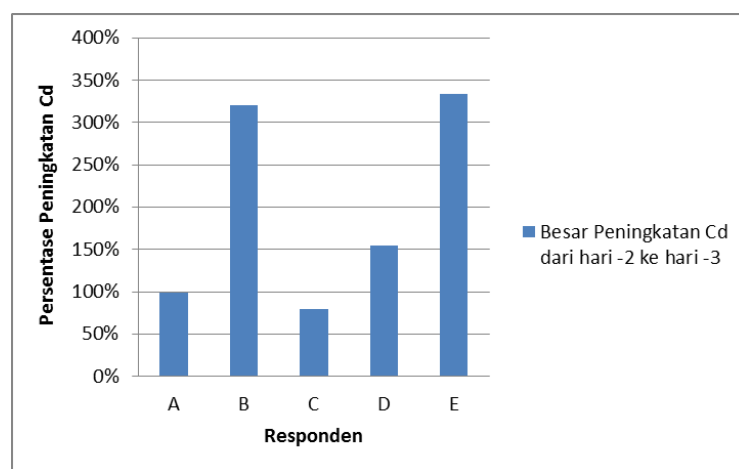


Gambar 4.8. Grafik Kandungan Kadmium pada Sampel Hari Kedua dan Ketiga

Dari data tersebut, didapatkan peningkatan pada setiap sampel. Berikut data besarnya peningkatan yang terjadi pada tiap sampel beserta grafik.

Tabel 4.4. Besar Peningkatan Kadar Kadmium Tiap Sampel

Sampel	Besar peningkatan	Persentase
A	0,98	98%
B	3,21	321%
C	0,79	79%
D	1,54	154%
E	3,34	334%



Gambar 4.9. Grafik Besar Peningkatan Kadar Kadmium Tiap Sampel

Peningkatan terbesar terjadi pada sampel B, sampel D, dan sampel E. Ketiga responden merupakan pekerja utama pada bengkel tersebut dengan responden D dan E (sampel utama) sebagai pekerja pengecatan utama sedangkan responden B (sampel kontrol) pekerja yang membantu kegiatan perbengkelan lainnya karena merupakan pekerja baru. Responden A merupakan pemilik bengkel tidak memiliki peningkatan yang cukup besar karena tidak berada dibengkel saat proses pengecatan. Responden C dengan peningkatan terendah merupakan orang yang berada dilingkungan bengkel X. Responden C memiliki usaha yang berada tepat disebatang bengkel X sehingga sangat rentan terpapar zat kimia pada cat.

Jika dilihat dari besarnya persen peningkatan, bisa dipastikan bahwa adanya pengaruh antara proses pengecatan dengan paparan kadmium yang diterima oleh responden. Hal ini disebabkan dengan tingginya peningkatan kadar kadmium pada para pekerja yang berada didalam ruangan bengkel selama proses pengecatan

berlangsung, baik yang sedang mengecat maupun pekerja yang sedang tidak melakukan pengecatan. Peningkatan yang cukup tinggi disebabkan oleh adanya aktivitas pengecatan sebelum diambilnya sampel pada hari ketiga.

Selain dalam satuan mg/L, dibuat hasil sampel dengan satuan mg/kg.bb berupa data tabel dengan hasil sebagai berikut.

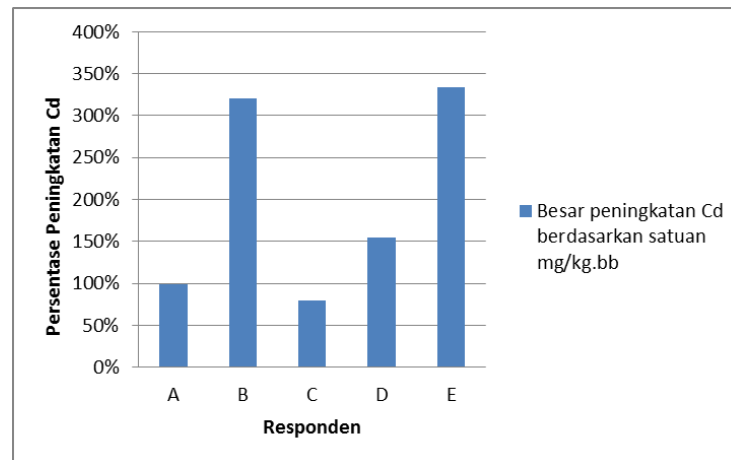
Tabel 4.5. Kandungan Kadmium Sampel dalam mg/kg.bb

Sampel	Kandungan Kadmium (mg/kg.bb)	
	Hari -2	Hari -3
A	0,00013	0,00025
B	0,00006	0,00026
C	0,00031	0,00056
D	0,00026	0,00067
E	0,00016	0,00069

Dari data tersebut, didapatkan peningkatan pada setiap sampel. Berikut data besarnya peningkatan yang terjadi pada tiap sampel beserta grafik.

Tabel 4.6. Besar Peningkatan Kadar Kadmium Tiap Sampel Berdasarkan mg/kg.bb

Sampel	Besar peningkatan	Persentase
A	0,98	98%
B	3,21	321%
C	0,79	79%
D	1,54	154%
E	3,34	334%



Gambar 4.10. Grafik Besar Peningkatan Kadar Kadmium Tiap Sampel

Dari data tersebut, didapatkan perbedaan antara kandungan kadmium dalam satuan mg/L dengan mg/kg.bb yaitu sebagai berikut.

Tabel 4.7. Perbandingan Kandungan Kadmium dalam Satuan mg/L dengan mg/kg.bb

Sampel	Sampel hari -2		Sampel hari -3	
	mg/L	mg/kg.bb	mg/L	mg/kg.bb
A	0,011	0,00013	0,021	0,00025
B	0,003	0,00006	0,013	0,00026
C	0,025	0,00031	0,044	0,00056
D	0,019	0,00026	0,048	0,00067
E	0,011	0,00016	0,048	0,00069

Jika dibandingkan antara kandungan kadmium dalam satuan mg/L dengan mg/kg.bb terdapat perbandingan jumlah yang cukup besar. Jumlah kadmium dalam mg/L lebih besar dibandingkan dengan kadmium dalam mg/kg.bb. Hal ini dikarenakan jumlah dalam mg/L merupakan jumlah kadmium yang berada dalam sampel urin. Sedangkan dalam satuan mg/kg.bb hasil kadmium dalam urin sudah dibagi dengan berat badan responden sehingga hasilnya lebih kecil.

A. Hubungan Antara Usia dengan Kadar Kadmium dalam Urin

Usia berapapun berisiko untuk terjadinya penyakit akibat logam berat yang terkandung dalam cat. Rinitis non alergi paling sering muncul pada usia 30-40 tahun. Rinitis non alergi timbul akibat bahan-bahan lain yang bukan merupakan

alergen seperti amonia, benzena, klorin, formaldehid, debu cat, toluen, xylen yang merupakan bahan kimia bersifat iritan.

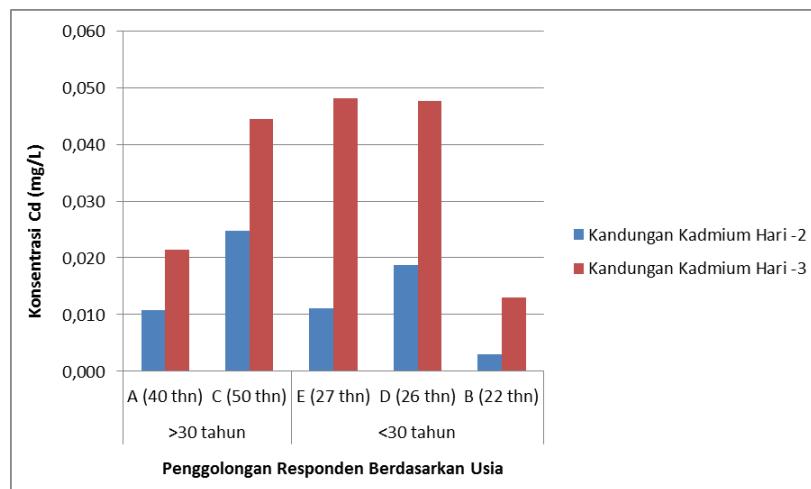
Pada umumnya, usia telah memberikan perubahan besar pada volume paru walaupun tidak dapat dijelaskan secara signifikan. Hal ini sesuai dengan konsep organ paru yang elastis (Mengkidid, 2006).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Irwan Budiono didapatkan hasil bahwa tidak adanya hubungan antara usia dengan faktor resiko gangguan paru pada pekerja pengecatan. Hal ini tidak sesuai dengan teori dimana semakin bertambahnya usia seseorang maka kemampuan organ-organ dalam tubuh semakin menurun secara alamiah (Budiono, 2007).

Dalam Penelitian ini peneliti mengelompokkan menjadi 2 bagian yaitu usia >30 tahun dengan usia <30 tahun. Dari hasil yang didapat melalui SPSS, ditemukan signifikansi sebesar 40,5% (hari -2) dan 17,2% (hari -3). Dari hasil tersebut dapat dinyatakan tidak ada hubungan yang signifikan antara kadar kadmium dalam urin dengan usia responden.

Tabel 4.8. Hubungan Antara Kadar Kadmium Dalam Urin dengan Usia

Usia	Sampel	Kandungan Kadmium ($\mu\text{g/L}$)	
		Hari -2	Hari -3
>30 tahun	A (40 thn)	0,011	0,021
	C (50 thn)	0,025	0,044
<30 tahun	E (27 thn)	0,011	0,048
	D (26 thn)	0,019	0,048
	B (22 thn)	0,003	0,013



Gambar 4.11. Hubungan Antara Kadar Kadmium Dalam Urin dengan Usia

Selain itu, peneliti juga membandingkan hubungan antara usia dengan besar peningkatan kadar kadmium tiap individu menggunakan SPSS. Ditemukan signifikansi sebesar 70,9% sehingga dapat disimpulkan tidak ada hubungan yang signifikan antara peningkatan kadar kadmium pada hari kedua dan ketiga dengan usia responden.

B. Hubungan Antara Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dengan Kadar Kadmium dalam Urin

Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor PER.08/MEN/VII/2010, alat pelindung diri yaitu alat yang mampu melindungi seseorang dengan mengisolasi sebagian atau seluruh tubuh dari berbagai potensi bahaya ditempat kerja.

Berdasarkan pekerjaan pengecatan mobil yang mengeluarkan uap logam dan dilihat dari ruangan yang tidak memiliki ventilasi udara, respirator yang seharusnya digunakan oleh pekerja adalah *air-purifying respirator*. Jenis respirator ini menggunakan *catridge* atau kanister untuk menyerap gas dan uap di udara. Kemampuan *catridge* dan kanister menurun seiring pemakaian terus menerus hingga masa akhir pakai (masa jenuh). Konsentrasi uap atau gas di udara mempengaruhi lama masa jenuh dan perawatan terhadap respirator tersebut. *Cartridge* atau kanister harus diganti sebelum jenuh karena bisa berdampak pada kemampuan daya serap terhadap kontaminan.



Gambar 4.12. Respirator Gas dan Uap

Gas dan uap ditangkap oleh sorbent (bahan penyerap gas dan uap) dan menyimpannya. Luas permukaan sorbent pada umumnya berkisar $1500 \text{ m}^2/\text{gr}$. Gas atau uap akan terikat secara fisik maupun kimia saat melewati sorbent. Untuk gas dan uap biasanya digunakan karbon aktif yang sudah dicampur dengan bahan kimia khusus agar bersifat selektif dalam mengikat gas atau uap tertentu.

Dari hasil penelitian Budiono (2007), didapatkan bahwa adanya pengaruh signifikan antara penggunaan masker dengan gangguan fungsi paru pada pekerja pengecatan. Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa pekerja yang tidak taat menggunakan masker beresiko mengalami gangguan paru 15 kali lebih besar dibandingkan dengan pekerja selalu menggunakan masker.

Dari hasil penelitian ini sulit memperhatikan apakah ada atau tidak pengaruh besar kecilnya kadar kadmium seseorang dengan penggunaan alat pelindung diri dikarenakan seluruh responden tidak menggunakan alat pelindung diri. Namun dapat dilihat adanya kadar kadmium yang diekskresikan membuktikan adanya kadmium dalam tubuh semua responden. Ini menunjukkan adanya paparan baik itu melalui makanan, pernafasan maupun secara oral melalui kulit.

C. Hubungan Antara Status Gizi dengan Kadar Kadmium dalam Urin

Guna melihat ketidakseimbangan asupan dari protein dan energi, indeks antropometri dapat dijadikan sebagai alternatif. Parameter antropometri ini adalah dasar dari penilaian status gizi. Di Indonesia belum ada ukuran baku hasil pengukuran dalam negeri sehingga menggunakan berat badan (BB) dan tinggi badan (TB). Antropometri menilai status gizi dengan menggunakan Indeks Massa Tubuh (IMT) atau *Body Mass Index* (BMI). Untuk memantau status gizi pada

orang dewasa, Departemen Kesehatan RI menetapkan untuk menggunakan IMT, khususnya pada kelebihan dan kekurangan berat badan. (Hidayat, 2008)

Indeks Massa Tubuh (IMT) dapat menyatakakan apakah seseorang normal, kurus, atau gemuk. Penggunaan IMT khusus untuk orang dewasa diatas 18 tahun dan tidak berlaku pada bayi, ibu hamil, remaja, dan atlet. Rumus untuk mengetahui IMT yaitu (Almatsier, 2009):

$$IMT = \frac{\text{Berat Badan (Kg)}}{[\text{Tinggi Badan (m)}]^2}$$

Tabel 4.9. Kategori Indeks Massa Tubuh

Kategori	Keterangan	IMT
Kurus	Kekurangan berat badan tingkat berat	<17,0
	Kekurangan berat badan tingkat ringan	17,0-18,5
Normal	-	18,5-25,0
Gemuk	Kelebihan berat badan tingkat ringan	>25,0-27,0
	Kelebihan berat badan tingkat berat	>27,0

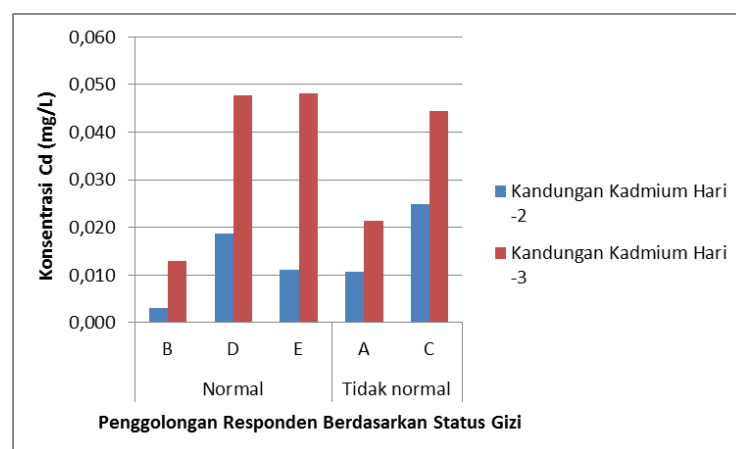
Sumber: Almatsier (2009)

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Budiono (2007), tidak ada hubungan antara status gizi dengan gangguan fungsi paru. Tetapi dalam penelitian yang dilakukan oleh Utomo (2005) menjelaskan bahwa adanya hubungan antara gangguan fungsi paru dengan status gizi.

Dalam penelitian ini, status gizi dikelompokkan menjadi 2 kategori yaitu normal (IMT antara 18,5 – 25,0) dan tidak normal (IMT <18,5 atau >25,0). Dari hasil data statistik menggunakan SPSS didapatkan hasil sebesar 40,5% (hari -2) dan 17,2% (hari -3) sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara status gizi dengan kadar kadmium dalam urin.

Tabel 4.10. Status Gizi Responden Berdasarkan IMT

Sampel	Berat Badan (Kg)	Tinggi Badan (m)	IMT (Kg/m ²)	Status Gizi
A	84	1,75	27,43	tidak normal
B	50	1,60	19,53	normal
C	80	1,65	29,38	tidak normal
D	71	1,70	24,57	normal
E	70	1,70	24,22	normal



Gambar 4.13. Hubungan Antara Status Gizi dengan Kadar Kadmium dalam Urin

Selain itu, penelitian ini membandingkan hubungan antara status gizi dengan besar peningkatan kadmium pada hari kedua dan ketiga. Dari hasil statistik menggunakan SPSS didapatkan hasil sebesar 2,5% sehingga dapat disimpulkan bahwa adanya hubungan yang signifikan antara status gizi dengan besarnya peningkatan kadar kadmium dalam urin.

D. Hubungan Antara Kebiasaan Merokok dengan Kadar Kadmium dalam Urin

Indeks *Brinkmann* merupakan hasil perkalian antara durasi merokok dalam tahun dengan jumlah batang rokok perhari yang dikonsumsi. Sebagai contoh apabila seseorang merokok selama 10 tahun dengan jumlah rokok 12 batang per hari maka nilai indeks *brinkmann*-nya adalah $10 \times 12 = 120$, yang dikategorikan sebagai perokok ringan (Setiawan, 2012).

Tabel 4.11. Tabel Indeks Brinkmann

No	Kategori Indeks Brinkmann	Nilai
1	Bukan perokok	-
2	Perokok ringan	1 – 200
3	Perokok sedang	201 – 600
4	Perokok berat	>600

Berdasarkan data Indeks Brinkman, berikut perhitungan nilai pada responden B, C, D, dan E:

Responden B = 3 tahun (masa merokok) $\times$ 7 batang (rokok per hari)
= 21 (kategori ringan)

Responden C = 20 tahun (masa merokok) $\times$ 3 batang (rokok per hari)
= 60 (kategori ringan)

Responden D = 8 tahun (masa merokok) $\times$ 24 batang (rokok per hari)
= 192 (kategori ringan)

Responden E = 2 tahun (masa merokok) $\times$ 3 batang (rokok per hari)
= 3 (kategori ringan)

Responden B, C, D, dan E termasuk kategori perokok ringan. Sedangkan Responden A termasuk kategori bukan perokok. Berdasarkan hasil data SPSS didapatkan signifikansi sebesar 59,9% (hari -2) dan 17,2 (hari -3). Dari hasil tersebut tidak ada hubungan yang signifikan antara kandungan kadmium dalam urin dengan kebiasaan merokok para responden.

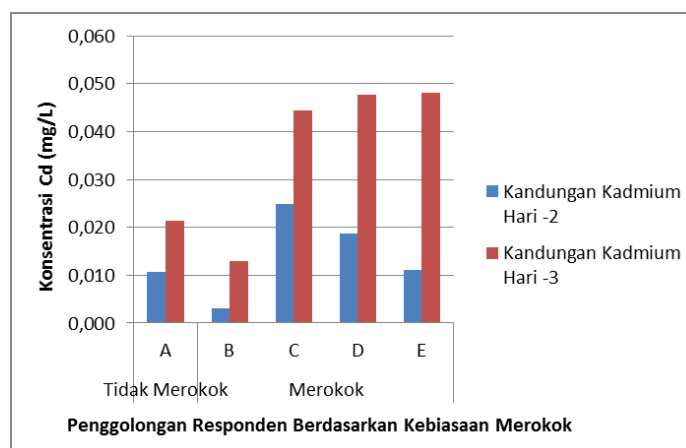
Hasil penelitian yang dilakukan oleh Faidawati (2003), kebiasaan merokok dan paparan debu cat pada pekerja pengecatan mobil akan memberikan dampak kumulatif pada gangguan fungsi paru. Bulu silia yang berguna menyaring udara masuk pada saluran pernapasan akan hilang oleh asap rokok.

Dari hasil yang didapat tidak ada pengaruh antara orang yang merokok dengan tidak merokok. Tetapi kebiasaan merokok dilihat dapat mempengaruhi kesehatan paru-paru. Hal ini dibuktikan dengan adanya keluhan pada pekerja pengecatan, yaitu responden D dan E yang pernah mengalami batuk disertai riak darah setelah melakukan pengecatan pada media yang cukup besar. Responden A (bukan perokok) yang pernah melakukan pengecatan selama sebelumnya tidak

pernah mengalami hal serupa sewaktu responden melakukan pengecatan. Jika dibandingkan dengan sesama perokok, responden D yang merokok lebih banyak dibandingkan responden lainnya. Tetapi tidak ada pengaruhnya dengan kadar kadmium pada urin responden.

Tabel 4.12. Hubungan Antara Kadar Kadmium Dalam Urin dengan Kebiasaan Merokok

Kebiasaan Merokok	Sampel	Kandungan Kadmium	
		Hari -2	Hari -3
Tidak Merokok	A	0,011	0,021
Merokok	B	0,003	0,013
	C	0,025	0,044
	D	0,019	0,048
	E	0,011	0,048



Gambar 4.14. Hubungan Antara Kadar Kadmium Dalam Urin dengan Kebiasaan Merokok

Selain itu, dalam penelitian ini dibandingkan antara kebiasaan merokok dengan besarnya peningkatan kadar kadmium pada hari kedua dan ketiga. Dari hasil statistik menggunakan SPSS didapatkan hasil sebesar 17,1% sehingga dapat disimpulkan tidak adanya hubungan signifikan antara kebiasaan merokok dengan besar peningkatan kadmium dalam urin.

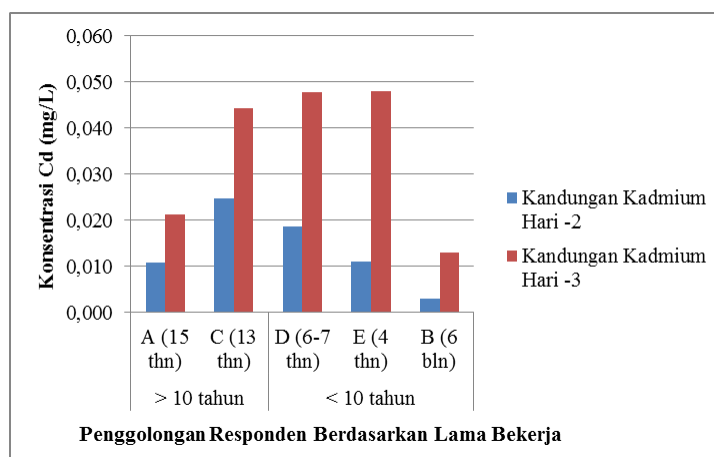
E. Hubungan Antara Lama Bekerja dengan Kadar Kadmium dalam Urin

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Budiono (2007), antara masa kerja dan gangguan fungsi paru pada pekerja memiliki hubungan. Pekerja pengecatan mobil memiliki risiko gangguan fungsi paru hampir 15 kali lebih besar pada pekerja yang telah bekerja lebih dari 10 tahun dibandingkan dengan pekerja yang kurang dari 10 tahun.

Dari hasil data SPSS diperoleh signifikansi sebesar 40,5% (hari -2) dan 17,2% (hari -3). Dari hasil tersebut tidak ada hubungan signifikan antara kadar kadmium dalam urin dengan masa kerja para responden.

Tabel 4.13. Hubungan Antara Kadar Kadmium Dalam Urin dengan Periode Kerja

Masa Kerja	Sampel	Kandungan Kadmium	
		Hari -2	Hari -3
> 10 tahun	A (15 thn)	0,011	0,021
	C (13 thn)	0,025	0,044
< 10 tahun	D (6-7 thn)	0,019	0,048
	E (4 thn)	0,011	0,048
	B (6 bln)	0,003	0,013



Gambar 4.15. Hubungan Antara Kadar Kadmium Dalam Urin dengan Periode Kerja

Selain itu dibandingkan pula besar peningkatan kadar kadmium pada sampel hari kedua dan ketiga dengan lama masa kerja responden. Dari data statistik SPSS

didapatkan hasil sebesar 2,5% sehingga dapat disimpulkan bahwa adanya hubungan signifikan antara peningkatan kadar kadmium dengan lama masa bekerja responden.

F. Hubungan Antara Durasi Kerja dengan Kadar Kadmium dalam Urin

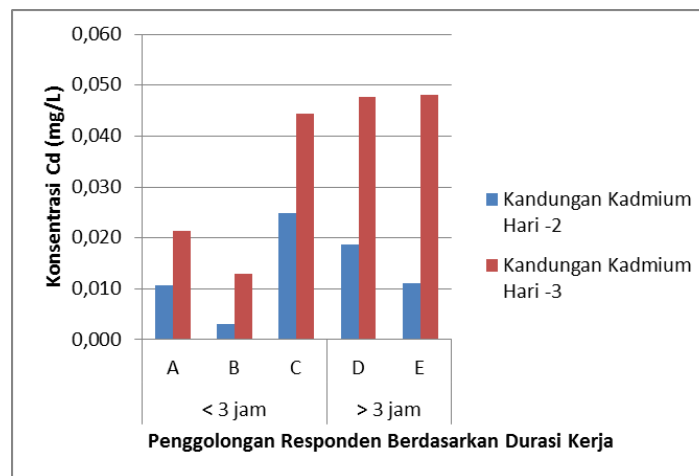
Data durasi kerja per hari bisa digunakan untuk memperkirakan paparan kumulatif yang diterima oleh seorang pekerja pada aktivitas yang terapar debu. Lama paparan dan kadar paparan yang diterima berpengaruh pada munculnya gangguan fungsi paru pada pekerja. Kadar rendah saat paparan dalam jangka waktu lama menimbulkan penyakit yang kurang berat dibandingkan paparan dengan waktu singkat namun kadar tinggi (WHO, 1995).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Budiono (2007), tidak ada kaitan antara lama bekerja dengan gangguan fungsi paru pada pekerja. Tidak berhubungannya kedua variabel mungkin dikarenakan lama jam kerja para pekerja bukan berarti semakin besar pula paparan yang diterima.

Pada penelitian ini dikategorikan menjadi 2 bagian durasi kerja, yaitu >3 jam bekerja mengecat dan < 3 jam mengecat. Dari hasil data SPSS didapat signifikansi sebesar 40,5% (hari -2); 17,2% (hari -3). Dari hasil tersebut tidak terdapat hubungan signifikan antara kadar kadmium dalam urin dengan durasi kerja pengecatan.

Tabel 4.14. Hubungan Antara Kadar Kadmium dalam Urin dengan Durasi Kerja Pengecatan

Jam Kerja	Sampel	Kandungan Kadmium	
		Hari -2	Hari -3
< 3 jam	A	0,011	0,021
	B	0,003	0,013
	C	0,025	0,044
> 3 jam	D	0,019	0,048
	E	0,011	0,048



Gambar 4.16. Hubungan Antara Kadar Kadmium dalam Urin dengan Durasi Kerja Pengecatan

Selain itu dibandingkan antara besar peningkatan kadar kadmium dengan durasi bekerja dalam sehari. Dari data statistik SPSS didapatkan hasil sebesar 13,6% sehingga dapat disimpulkan tidak adanya hubungan signifikan antara besar peningkatan kadar kadmium dengan durasi bekerja.

Konsentrasi kadmium yang terdapat dalam urin menggambarkan kadar kadmium tubuh, yaitu pada ginjal. Ekskresi kadmium pada urin akan meningkat jika terjadi kerusakan ginjal dikarenakan penurunan reabsorpsi *metallothionein* yang berhubungan dengan kadmium. Jika tidak ada kerusakan pada ginjal, kadar kadmium yang terkandung pada urin dipengaruhi oleh kadar kadmium dalam tubuh dan proposional dengan konsentrasi kadmium di ginjal.

Dari keseluruhan faktor, terlihat yang memiliki hubungan adalah besar peningkatan kadar kadmium dalam urin dengan lama bekerja responden serta status gizi responden.

Untuk lama bekerja dapat diketahui berpengaruh dari responden A yang sudah melakukan pengecatan kurang lebih selama 10 tahun dan terlibat dalam industri ini selama 15 tahun. Keluhan yang dirasakan responden adalah kesulitan saat bernapas jika sedang dilakukannya proses pengecatan dan saat melakukan pemeriksaan kedokter dinyatakan paru-paru responden A sudah bermasalah hingga harus mengkonsumsi obat. Ini jelas berkaitan erat dengan pekerjaannya

dalam industri pengecatan mobil karena keseharian responden sebagian besar dihabiskan dalam bengkel ini.

Untuk para pekerja pengecatan (responden D dan E) juga terdapat keluhan berupa pernah mengalami batuk dan mengeluarkan riak darah setelah melakukan pengecatan kurang lebih selama 3-4 jam. Namun keadaan ini tidak membuat para pekerja takut lalu menggunakan APD saat bekerja. Padahal dari sini dapat dilihat bahwa pengecatan berpengaruh langsung terhadap kesehatan responden.

Jika dilihat berdasarkan status gizinya, responden yang memiliki status gizi normal memiliki peningkatan yang besar dibandingkan responden dengan status gizi tidak normal. Kategori tidak normal pada responden penelitian ini termasuk kategori gemuk. Jika dikaitkan dengan penyakit akibat paparan cat semprot, ada kaitan antara status gizi dengan penyakit yang disebabkan paparan cat semprot. Tetapi seharusnya yang lebih beresiko adalah orang dengan status gizi tidak normal namun dalam kategori kurus, bukan gemuk.

Dari besarnya peningkatan kadar kadmium secara keseluruhan, dapat dilihat pula bahwa pada pekerja baik pengecat maupun bukan memiliki peningkatan yang cukup signifikan. Hal ini kemungkinan besar terjadi dikarenakan adanya kontak langsung selama proses pengecatan berlangsung. Dimana pengecatan juga dilakukan dengan keadaan ruang yang tertutup dengan mengandalkan sebuah blower dan tidak adanya ventilasi ruangan di bengkel tersebut.

Konsentrasi kadmium urin terutama merefleksikan kadar kadmium dalam tubuh, yaitu pada ginjal. Pada pajanan kadar rendah, hasil kadar kadmium dalam urin menggambarkan kadar kadmium dalam tubuh. Tetapi pada pajanan tinggi dan tanpa kerusakan ginjal, intensitas kadmium juga terpengaruh dengan paparan saat ini (Nomiyama T, et al., 2002).

Dari penjelasan tersebut, maka dapat dijelaskan penyebab terjadinya penurunan kadar kadmium pada hari kedua pengambilan sampel dan peningkatan pada hari ketiga pengambilan sampel. Hari kedua diambil pada hari senin, dimana sebelumnya pada hari sabtu dan minggu bengkel tidak beroperasi. Sehingga pada saat pagi harinya pengambilan sampel, responden belum terpapar kembali oleh debu cat. Sementara pengambilan sampel hari ketiga dilakukan pada hari rabu dan

pada siang hari, dimana pekerja sudah melakukan pengecatan pada pagi harinya. Dapat disimpulkan bahwa peningkatan terjadi disebabkan oleh pekerja telah terpapar debu cat sebelumnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- Dari penelitian, didapatkan hasil kandungan kadmium pada sampel urin sebagai berikut:

Sampel	Kandungan Kadmium (mg/L)		
	Hari -1	Hari -2	Hari -3
A	0,052	0,011	0,021
B	0,010	0,003	0,013
C	0,015	0,025	0,044
D	0,002	0,019	0,048
E	0,000	0,011	0,048

- Kadar kadmium dalam cat sebesar 0,1 mg/L
- Tidak ada hubungan signifikan antara kadar kadmium dalam urin dengan kebiasaan merokok (hari 2= 59,9%; hari 3=17,2%); status gizi (hari 2= 40,5%; hari 3= 17,2%); usia (hari 2= 40,5%; hari 3=17,2%); lama bekerja (hari 2= 40,5%; hari 3=17,2%); dan durasi kerja (hari 2= 40,5%; hari 3= 17,2%).
- Tidak ada hubungan signifikan antara besar peningkatan kadar kadmium dengan kebiasaan merokok (17,1%); usia (70,9%); dan durasi kerja (13,6%).
- Adanya hubungan signifikan antara besar peningkatan kadar kadmium dengan status gizi (2,5%) dan lama bekerja (2,5%).

5.2. Saran

Dikarenakan adanya kandungan kadmium yang terdeteksi dalam urin para responden, disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut terkait penelitian ini dengan catatan:

1. Peneliti harus lebih memahami kondisi *home industry* bengkel pengecatan mobil di wilayah yang akan diteliti.
2. Peneliti harus melakukan pendekatan kepada para responden terlebih dahulu agar mereka benar-benar paham pentingnya dilakukan penelitian ini. Karena kebanyakan dari bengkel pengecatan berbasis *home industry* masih kurang paham dan peduli pada kesehatan dan keselamatan pribadi akibat kerja.
3. Penelitian harus dilakukan pada beberapa tempat agar mendapatkan hasil yang lebih akurat dengan adanya banyak responden sebagai perbandingan.
4. Karena terdeteksinya kadmium dalam urin pekerja, disarankan meneliti komponen tubuh lainnya seperti darah, rambut, atau kuku jika memungkinkan. Hal ini bertujuan supaya didapatkan hasil yang lebih spesifik untuk mengetahui besarnya paparan yang diterima seseorang akibat proses pengecatan.

