

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Paparan logam berat merupakan salah satu permasalahan kesehatan yang sering terjadi didalam kehidupan sehari-hari serta memiliki dampak kesehatan yang merugikan terhadap orang yang terkena. Kontaminasi logam yang tinggi dapat terjadi karena kondisi lingkungan yang berbahaya seperti air dan udara. Bagi kesehatan manusia, logam berat sangat berbahaya, karena sifat dasarnya adalah logam berat dan juga merupakan komponen alami di dalam kulit bumi yang tidak dapat dimusnahkan. Jika logam tersebut melebihi kandungan yang diperbolehkan, maka akan menyebabkan kerusakan atau kelainan pada tubuh manusia dan akan menghasilkan toksisitas pada tubuh manusia (Andayani, *et al*, 2021).

Salah satu logam berat dengan efek yang sangat beracun adalah paparan kromium (Cr), yang dapat menyebabkan kekebalan tubuh, pernapasan dan toksisitas sistemik. Paparan kromium dapat berada dalam semua strata lingkungan. Logam paparan kromium dapat berada di perairan, tanah ataupun udara. Kegiatan perindustrian, rumah tangga, dan mobilitas bahan bakar dapat menyebabkan masuknya logam paparan kromium dalam strata lingkungan. Masuknya logam Paparan Kromium dalam strata lingkungan dalam jumlah yang besar dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Pada umumnya logam berat bersifat toksik dalam tubuh manusia, terkadang masih dibutuhkan tubuh dalam jumlah yang sedikit (Pujiono, dkk., 2023).

Kromium merupakan logam berat yang kerap dijumpai di lingkungan kerja, terutama pada sektor industri otomotif dan bengkel. Unsur ini lazim dimanfaatkan dalam produk seperti pelumas, pembersih logam, dan bahan pelapis berbasis kromium. Bentuk heksavalen dari kromium (Cr6+) dikenal bersifat toksik dan karsinogenik, serta berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan serius. Paparan jangka panjang terhadap Cr6+ telah dikaitkan dengan kerusakan sistem pernapasan, gangguan fungsi ginjal, dan peningkatan risiko kanker, khususnya kanker paru-paru (Murti & Sugihartono, 2020). Berdasarkan data dari *International Agency for Research on Cancer* (IARC), Cr6+ termasuk dalam kategori zat karsinogenik bagi manusia karena kemampuannya yang tinggi dalam memicu kanker (Hossini et al., 2022).

Paparan kromium dapat disebut sebagai logam berat karena dalam jangka panjang dapat menyebabkan terjadinya suatu gangguan kesehatan seperti, alergi hingga tumbuhnya kanker yang dapat membahayakan manusia. Akumulasi unsur logam berat dapat mengakibatkan terjadinya interaksi antara logam berat dengan sel atau jaringan tubuh. Paparan Kromium heksavalen merupakan logam paparan kromium yang bersifat paling toksik dibandingkan ion paparan kromium lainnya seperti, Cr2+ dan Cr3+. Sifat toksik paparan kromium tersebut dapat menyebabkan keracunan akut dan keracunan kronis (Fatmayani, 2022).

Kontaminasi pajanan kromium dalam tubuh dapat dilihat melalui darah, urine, kuku, dan rambut. Menurut WHO pemeriksaan kadar Pajanan Kromium dalam urine dapat merefleksikan kontaminasi Pajanan Kromium selama 1–2 hari, sedangkan pada darah relatif lebih lama selama 74 hari (Ardani, 2023). *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) pada tahun 2022 menetapkan *Biological Exposure Indices* (BEI) untuk kadar Pajanan Kromium total pada urin sebesar 25 µg/L untuk indikator pajanan pada akhir shift kerja. Kadar pajanan kromium urin di atas nilai BEI dianggap memiliki risiko terhadap kesehatan dan menunjukkan adanya paparan Pajanan Kromium yang besar selama bekerja.

Kadar pajanan kromium (Cr) yang melebihi kadar normal dalam urin menunjukkan orang tersebut telah terpajan Kromium, namun tingkat atau jumlah kandungan Cr dalam urin tidak dapat dijadikan sebagai indikator biologis untuk tingkatan keterpaparan oleh Pajanan Kromium maupun jumlah Pajanan Kromium yang masuk ke seluruh tubuh (ATSDR, 2012). Pekerja yang terpajan dalam jangka waktu lama atau kronis memiliki tingkat risiko akumulasi pajanan lebih besar di dalam tubuh dan risiko untuk mendapatkan penyakit (Siregar, 2021).

Salah satu pekerjaan dengan pajanan kromium adalah pekerja bengkel yang pada proses kerja melibatkan penggunaan Pajanan Kromium dalam berbagai bentuk, baik dalam bentuk logam, senyawa kimia, atau uap. Paparan Pajanan Kromium di bengkel adalah masalah serius, dan perlindungan serta kesadaran di tempat kerja sangat penting untuk melindungi kesehatan pekerja. Pekerja dengan pajanan Pajanan Kromium akan menimbulkan berbagai keluhan kesehatan (Siregar, 2021).

Paparan Pajanan Kromium (VI) dalam jangka panjang berpotensi berdampak negatif terhadap kesehatan dan bergantung pada beberapa faktor (Georgaki et al., 2023). Akumulasi logam berat Pajanan Kromium di dalam tubuh manusia akan menimbulkan toksisitas akut dan kronis. Toksisitas akut akibat logam berat Pajanan Kromium adalah muntah, diare berdarah dan gangguan saluran pencernaan. Efek lain yang muncul adalah nekrosis hati, nekrosis ginjal, dan keracunan. Sedangkan toksisitas kronis logam berat Pajanan Kromium (Cr³⁺ dan Cr⁶⁺) dilaporkan meliputi iritasi kulit, gangguan pada hati, gangguan syaraf pada anak-anak sehingga dapat menurunkan IQ, gangguan organ respirasi dan kanker paru-paru.

Di Kota Makassar, industri perbengkelan mengalami pertumbuhan pesat sejalan dengan meningkatnya permintaan akan kendaraan bermotor dan layanan perawatan mesin. Para pekerja bengkel umumnya menjalankan aktivitasnya di area terbuka, sehingga memiliki risiko tinggi terpapar langsung zat-zat logam berat yang terkandung dalam oli, pelumas, maupun berbagai material logam lainnya (Zurriyah, 2019).

Oleh karena itu, peneliti melakukan penelitian mengenai “Hubungan antara Kadar Pajanan Kromium dalam Urine dan Keluhan Kesehatan Pada Pekerja Bengkel di Kota Makasar”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan pada penelitian ini yaitu apakah terdapat hubungan antara kadar Paparan Kromium dalam urine dan keluhan kesehatan pada pekerja bengkel di Kota Makassar.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan, maka tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara kadar Paparan Kromium dalam urine dengan keluhan kesehatan pada pekerja bengkel di Kota Makassar.

1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Untuk mengetahui kadar paparan kromium dalam urine pekerja bengkel di Kota Makassar
- b. Untuk menganalisis hubungan antara kadar Paparan Kromium dalam urine dan keluhan kesehatan pada pekerja bengkel di Kota Makassar.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Ilmiah

Manfaat teoritis dari penelitian ini sangat berharga karena dapat memuat pemahaman ilmiah hubungan antara paparan Paparan Kromium dan dampaknya terhadap kesehatan pekerja, serta memberikan kontribusi pada pengembangan teori-teori terkait toksikologi, kesehatan kerja, manajemen risiko, dan kebijakan perlindungan pekerja.

1.4.2 Manfaat Praktis

Penelitian ini dapat meningkatkan kesadaran pekerja tentang bahaya paparan Paparan Kromium dan pentingnya menjaga kesehatan mereka di tempat kerja. Dengan memberikan informasi konkrit mengenai hubungan antara kadar Paparan Kromium dalam urin dan keluhan kesehatan, pekerja akan lebih paham mengenai potensi risiko yang mereka hadapi, sehingga mereka lebih berhati-hati dalam menggunakan APD, mengikuti prosedur keselamatan, dan melaporkan keluhan kesehatan secara lebih proaktif.

Penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada teori tentang manajemen risiko di tempat kerja, khususnya dalam menangani paparan bahan berbahaya. Dengan mengetahui hubungan antara kadar Paparan Kromium dalam urin dan keluhan kesehatan, pengelolaan risiko di tempat kerja dapat ditingkatkan, misalnya dengan memperkenalkan pengukuran rutin terhadap kadar Paparan Kromium dalam urin sebagai bagian dari pemantauan kesehatan pekerja secara keseluruhan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum tentang Paparan Kromium

2.1.1 Karakteristik Kromium

Kromium merupakan salah satu logam transisi yang termasuk dalam kelompok logam non-ferro. Nama "kromium" berasal dari bahasa Yunani *chroma* yang berarti "warna", karena senyawa-senyawa kromium umumnya memiliki warna yang khas. Dalam sistem periodik unsur, kromium dilambangkan dengan simbol "Cr" dan berada pada golongan VI B. Dibandingkan dengan besi, kromium memiliki sifat kimia yang lebih stabil dan lebih tahan terhadap proses oksidasi, sehingga sering dimanfaatkan karena ketahanannya terhadap korosi (Sari dkk., 2021).

Kromium adalah unsur logam yang secara alami banyak ditemukan di alam dan memiliki berbagai manfaat dalam kehidupan manusia. Unsur ini banyak dimanfaatkan dalam industri, seperti dalam bidang fotografi, sebagai bahan pewarna, serta dalam proses produksi lainnya. Dalam sistem periodik unsur, kromium termasuk ke dalam golongan VI B, dengan nomor atom 24 dan berat atom 51,996 gram/mol, serta mempunyai titik lebur 1907°C, titik leleh 1875°C, dan massa jenis 7,19 g/cm³.

Secara umum, kromium paling banyak dijumpai dalam bentuk mineral *chromite*. Unsur ini memiliki tiga bilangan oksidasi yang penting, yaitu +2, +3, dan +6. Kromium dengan bilangan oksidasi +2 membentuk senyawa bersifat basa, +3 membentuk senyawa amfoter, sedangkan +6 bersifat asam yang lebih kuat dibandingkan bentuk lainnya. Ketiga bilangan oksidasi ini merupakan bentuk yang paling umum dijumpai dalam berbagai reaksi dan senyawa kromium, serta mencerminkan muatan spesifik dari spesies kromium yang terbentuk dari atom netral (Maryudi dkk., 2021).

2.1.2 Kegunaan Kromium di Lingkungan Industri

Kromium banyak dimanfaatkan dalam berbagai sektor industri, seperti proses elektroplating, penyamakan kulit, dan pelapisan cat, yang umumnya melibatkan senyawa kromat maupun dikromat. Selain peran teknisnya, kromium juga berperan penting dalam sistem biologis manusia dan hewan. Dalam jumlah kecil, kromium dibutuhkan sebagai mikronutrien esensial untuk mendukung fungsi tubuh. Namun, jika terpapar dalam jumlah berlebihan, kromium dapat bersifat karsinogenik. Adapun asupan kromium yang dianggap aman bagi tubuh berkisar antara 50 hingga 200 mikrogram per hari (Haryani, 2023).

Kromium merupakan salah satu logam transisi yang banyak digunakan dalam proses elektroplating karena memiliki sifat yang mampu meningkatkan ketahanan korosi, kekerasan permukaan, serta memberikan hasil akhir yang estetik dan mengkilap. Proses elektroplating kromium dilakukan dengan cara mereduksi ion kromium (umumnya Cr³⁺) dari larutan elektrolit ke permukaan logam dasar (katoda) menggunakan arus listrik searah. Lapisan kromium

yang terbentuk berfungsi sebagai pelindung terhadap oksidasi dan keausan, terutama pada logam-logam seperti baja karbon rendah yang rentan mengalami korosi. Selain itu, pelapisan krom juga dapat meningkatkan ketahanan terhadap suhu tinggi tanpa mengubah struktur internal logam. Efektivitas pelapisan ini sangat dipengaruhi oleh beberapa parameter, antara lain suhu larutan, pH, konsentrasi ion, waktu pelapisan, dan kerapatan arus selama proses elektrodeposisi berlangsung (Langgeng dkk., 2024).

Dalam industri tekstil, logam kromium seringkali digunakan pada tahap proses pewarnaan dan pencelupan kain. Dalam proses ini, kromium berperan sebagai agen pengikat yang membantu zat warna menempel lebih kuat pada serat kain, sehingga menghasilkan warna yang lebih tajam, cerah, dan tahan lama. Senyawa kromium, terutama dalam bentuk kromium trivalen (Cr^{3+}), banyak digunakan dalam formulasi zat pewarna karena kemampuannya untuk membentuk ikatan koordinasi yang stabil dengan molekul zat warna dan serat tekstil. Namun, selama proses pencelupan dan pewarnaan berlangsung, tidak semua kromium terserap sempurna oleh kain. Sebagian residu kromium ikut terbuang melalui proses pembilasan, menghasilkan limbah cair yang mengandung logam berat tersebut. Air limbah ini umumnya dibuang langsung ke lingkungan jika tidak melalui sistem pengolahan yang memadai, sehingga berpotensi mencemari badan air dan membahayakan ekosistem perairan maupun kesehatan manusia. Oleh karena itu, penggunaan kromium dalam industri tekstil perlu diawasi secara ketat dan disertai dengan sistem pengelolaan limbah yang baik untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan (Aisy, 2024).

2.1.3 Sumber dan Jalur Paparan Kromium dalam Tubuh

Kromium merupakan logam berat yang dapat mencemari lingkungan melalui berbagai jalur. Salah satu sumber utama yang berkontribusi besar terhadap keberadaan kromium di lingkungan adalah aktivitas manusia, terutama dari sektor industri seperti penyamakan kulit, pelapisan logam, pewarna tekstil, serta pembuatan bahan kimia. Selain itu, kegiatan pertambangan yang melibatkan penggalian dan pengolahan bijih krom juga berpotensi menghasilkan limbah yang mengandung kromium. Sumber lainnya termasuk kegiatan rumah tangga seperti penggunaan produk pembersih dan cat yang mengandung senyawa kromium, serta pembakaran sampah domestik. Pembakaran bahan bakar fosil, baik dari kendaraan bermotor maupun dari fasilitas pembangkit energi, juga melepaskan kromium ke atmosfer yang kemudian dapat mengendap ke tanah dan air. Dengan demikian, berbagai aktivitas antropogenik tersebut secara signifikan memperbesar risiko pencemaran kromium di lingkungan, yang pada akhirnya dapat berdampak buruk terhadap kesehatan manusia dan ekosistem (Sari dkk., 2021).

Kromium dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui tiga jalur utama, yaitu inhalasi (pernapasan), ingestsi (konsumsi air atau makanan), dan absorpsi dari produk nutrisi atau suplemen. Jalur inhalasi merupakan rute paparan yang paling penting terutama pada lingkungan kerja industri, seperti

pada proses penyepuhan logam, pembuatan *stainless steel*, serta penyamakan kulit. Dalam lingkungan ini, kromium heksavalen (Cr(VI)) sering dilepaskan ke udara dan terhirup oleh pekerja, sehingga berisiko tinggi menyebabkan gangguan kesehatan seperti kerusakan paru-paru dan kanker, sebagaimana telah dibuktikan oleh banyak studi toksikologi dan epidemiologi. Selain itu, Cr(VI) juga dapat masuk ke dalam tubuh melalui ingestasi, terutama dari air minum yang terkontaminasi. Paparan ini menjadi perhatian besar karena meskipun telah ada ambang batas paparan yang ditetapkan oleh US EPA, Cr(VI) tetap dianggap sangat toksik meskipun dalam konsentrasi rendah.

Sementara itu, kromium trivalen (Cr(III)) merupakan bentuk lain dari kromium yang secara alami ditemukan di tanah dan diambil oleh tanaman, sehingga masuk ke rantai makanan manusia. Cr(III) juga banyak terkandung dalam produk suplemen nutrisi, namun manfaat kesehatannya masih menjadi perdebatan ilmiah karena bukti yang ada masih kontradiktif dan belum meyakinkan. Di tingkat seluler, Cr(VI) memiliki struktur mirip dengan ion sulfat sehingga dapat masuk ke dalam sel melalui transporter sulfat. Setelah masuk, Cr(VI) mengalami proses reduksi menjadi Cr(III) dengan menghasilkan spesies oksigen reaktif (ROS) yang memicu kerusakan DNA, stres oksidatif, dan perubahan epigenetik. Berbeda dengan Cr(VI), Cr(III) hanya sedikit yang dapat masuk ke dalam sel yakni sekitar 1% dari total asupan dan biasanya melalui mekanisme fagositosis atau difusi non-spesifik, sehingga tingkat toksisitasnya dinilai lebih rendah. Meskipun demikian, beberapa senyawa Cr(III) dalam suplemen tertentu juga dilaporkan memiliki potensi karsinogenik pada dosis tinggi (DesMarias & Costa, 2019).

Selain melalui inhalasi dan ingestasi, kromium juga dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui jalur dermal atau penyerapan kulit, terutama dalam bentuk heksavalen (Cr(VI)) yang bersifat lebih reaktif dan mudah menembus kulit. Cr(VI) diketahui dapat menyebabkan dermatitis kontak alergi pada pekerja industri yang terpapar bahan seperti larutan kromat atau asap pengelasan baja tahan karat. Setelah menembus kulit, Cr(VI) akan direduksi menjadi Cr(III) dan membentuk kompleks dengan protein tubuh, yang kemudian memicu reaksi imun berupa hipersensitivitas tipe lambat. Sebaliknya, kromium trivalen (Cr(III)) memiliki tingkat penyerapan kulit yang sangat rendah dan tidak terdeteksi secara sistemik dalam studi pada manusia, sehingga dianggap memiliki risiko toksisitas dermal yang minimal dibandingkan Cr(VI) (Dayan & Paine, 2001).

2.1.4 Dosis dan Dampak Kesehatan Akibat Paparan Kromium

Dosis atau kadar kromium dalam tubuh sangat menentukan apakah unsur ini bersifat fisiologis atau toksik. Dalam bentuk trivalen (Cr(III)), kromium berperan sebagai mikronutrien yang penting dalam metabolisme glukosa dan lipid. Kebutuhan harian Cr(III) yang aman untuk orang dewasa diperkirakan sebesar 0,5–2 gram per hari, atau sekitar 0,03–0,13 µg/kg berat badan per hari. Dalam kadar tersebut, kromium membantu meningkatkan efektivitas kerja insulin melalui pembentukan kompleks biologis seperti

Glucose Tolerance Factor (GTF). Sumber utama Cr(III) berasal dari makanan sehari-hari, seperti daging, moluska, dan krustasea, dengan kadar bervariasi antara 20–500 mg/kg. Pada kadar ini, kromium tidak menimbulkan efek merugikan dan justru dibutuhkan untuk fungsi fisiologis tubuh (Pokhrel & Pokhre, 2022).

Namun, paparan kromium dalam bentuk heksavalen (Cr(VI)) atau dalam dosis yang melebihi ambang batas fisiologis dapat menimbulkan berbagai dampak kesehatan yang serius. WHO menetapkan batas maksimum Cr dalam air minum sebesar 0,05 mg/L sebagai upaya pencegahan terhadap efek toksik. Paparan melebihi nilai ini telah dikaitkan dengan gangguan ginjal, gangguan saluran pencernaan, serta risiko kanker, terutama kanker paru-paru dan perut. Dalam kasus akut, konsumsi Cr(VI) sebanyak 1–5 gram dapat menimbulkan gejala berat seperti kejang, perdarahan hebat, gangguan pencernaan, dan kematian akibat syok kardiovaskular. Sementara itu, paparan kronis melalui inhalasi atau kontak kulit juga dapat menyebabkan asma bronkial, iritasi saluran napas, dermatitis alergi, dan pecahnya septum hidung. Oleh karena itu, dosis paparan kromium yang melebihi ambang batas aman—terutama dalam bentuk Cr(VI)—berisiko tinggi menimbulkan efek toksik baik secara akut maupun kronis (Pokhrel & Pokhre, 2022).

Kromium yang terhirup dalam bentuk partikel sangat halus dapat masuk jauh ke dalam paru-paru hingga mencapai alveolus, lalu menimbulkan iritasi, kerusakan jaringan, dan memicu stres oksidatif yang merusak sel (Susanto et al., 2024). Paparan kromium heksavalen [Cr(VI)] pada pekerja bengkel pengecatan motor dapat menyebabkan gangguan serius pada kesehatan, seperti iritasi saluran pernapasan, kerusakan hati dan ginjal, serta meningkatkan risiko kanker paru. Kromium ini terdapat dalam partikel aerosol dari cat semprot dan mudah terhirup saat pekerja tidak menggunakan alat pelindung diri yang memadai. Selain itu, proses pengamplasan juga menghasilkan debu halus yang dapat mengandung logam berat dan ikut memperburuk kondisi saluran pernapasan (Erdinur dkk., 2021).

Menurut Khairunnisa (2014), gejala yang timbul akibat paparan kromium tergantung pada tingkat paparan, durasi, dan cara masuknya ke dalam tubuh. Berikut adalah beberapa keluhan dan gejala yang berkaitan dengan paparan kromium yang umum dialami pekerja:

1. Gejala pada Sistem Pernapasan

Paparan kromium melalui inhalasi debu atau uap bisa mempengaruhi saluran pernapasan. Gejala yang dapat timbul meliputi iritasi tenggorokan dan hidung, batuk, sesak napas, nyeri dada, asma, bronkitis atau penyakit paru-paru lainnya, serta pneumonitis (radang paru-paru).

2. Gejala pada Kulit

Kontak langsung dengan logam kromium, baik dalam bentuk padat atau cair, dapat menyebabkan reaksi kulit. Beberapa gejala yang

mungkin muncul adalah Iritasi kulit, ruam, dermatitis kontak, luka, bisul pada kulit, gatal-gatal, hingga kulit kemerahan.

3. Gejala pada Sistem Pencernaan

Jika paparan Kromium tertelan (misalnya dari makanan atau air yang tercemar), bisa menyebabkan gangguan pada saluran pencernaan, antara lain mual, muntah, diare, dan nyeri perut.

4. Gejala Sistem Saraf

Paparan kromium dalam jangka panjang dapat berdampak pada sistem saraf. beberapa gejala yang mungkin timbul meliputi kelelahan, sakit kepala, pusing, gangguan memori, gangguan mood, seperti kecemasan atau depresi.

5. Gejala pada Ginjal dan Hati

Paparan Paparan Kromium dalam dosis tinggi dapat merusak organ dalam tubuh seperti ginjal dan hati, yang dapat menyebabkan gangguan fungsi ginjal, kerusakan hati, hingga penurunan produksi urine.

6. Kanker

Paparan Kromium VI dikenal sebagai karsinogen bagi manusia. Paparan jangka panjang dapat meningkatkan risiko kanker, terutama kanker paru-paru, hati, dan ginjal.

7. Gangguan Sistem Kekebalan Tubuh

Paparan kronis terhadap Kromium dapat melemahkan sistem kekebalan tubuh sehingga membuat tubuh lebih rentan terhadap infeksi.

2.2 Tinjauan Umum tentang Pekerja Bengkel Motor

Bengkel adalah tempat di mana seseorang mekanik melakukan pekerjaannya melayani jasa perbaikan dan perawatan kendaraan. Bengkel umum kendaraan bermotor adalah bengkel umum yang berfungsi untuk membetulkan, memperbaiki, dan merawat kendaraan bermotor agar tetap memenuhi persyaratan teknis dan layak jalan (Kulkarni, 2013). Hal ini guna memenuhi tuntutan PP No. 44 Tahun 1993 tentang Kendaraan dan pengemudi pasal 126, 127, 128, dan 129, dinyatakan bahwa setiap kendaraan bermotor harus memenuhi persyaratan teknis dan kelayakan kendaraan bermotor.

Bengkel sendiri memiliki beberapa jenis yang memiliki perbedaan mendasar. Berdasarkan SK Menperindag nomor 551/MPP/Kep/10/1999 tentang bengkel umum kendaraan bermotor dibedakan berdasarkan sistem mutu dan sumber daya manusia nya, menjadi beberapa kelas dan tipe, terdiri atas :

1. Bengkel kelas I tipe A, B, dan C
2. Bengkel kelas II tipe A, B, dan C.
3. Bengkel kelas III tipe A, B, dan C

Klasifikasi bengkel kelas I, II, III dapat dilihat spesifikasinya sesuai dengan lampiran I yang terlampir pada peraturan tersebut. Sedang tipe bengkel yang dimaksud adalah sebagai berikut :

1. Bengkel tipe A merupakan bengkel yang mampu melakukan jenis pekerjaan perawatan berkala, perbaikan kecil, perbaikan besar, perbaikan chassis dan body.
2. Bengkel tipe B merupakan bengkel yang mampu melakukan jenis pekerjaan perawatan berkala, perbaikan kecil dan perbaikan besar, atau jenis pekerjaan perawatan berkala, perbaikan kecil serta perbaikan chassis dan body.
3. Bengkel tipe C merupakan bengkel yang mampu melakukan jenis pekerjaan perawatan berkala, perbaikan kecil.

Pekerja bengkel motor merupakan tenaga kerja yang terlibat dalam aktivitas perawatan, perbaikan, dan modifikasi kendaraan bermotor, khususnya sepeda motor. Proses kerja di bengkel motor meliputi berbagai aktivitas teknis seperti pembongkaran dan pemasangan komponen, pengelasan, pengamplasan, pengecatan, pembersihan komponen, serta penggantian suku cadang. Aktivitas-aktivitas ini umumnya dilakukan secara langsung dan manual, seringkali dalam kondisi lingkungan kerja yang terbuka, minim ventilasi, dan tanpa alat pelindung diri yang memadai.

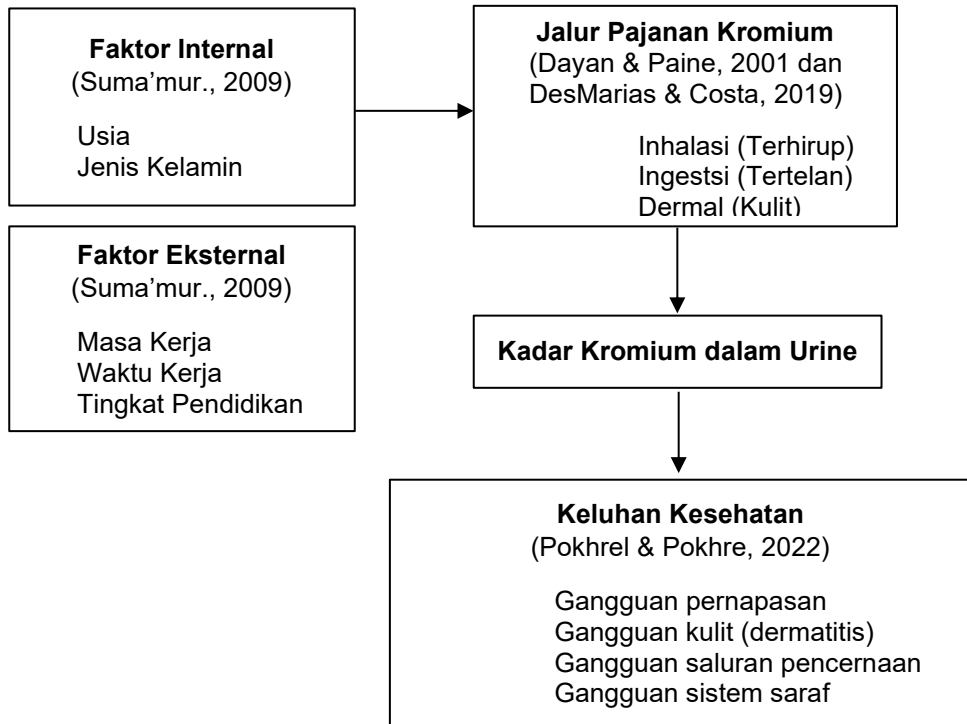
Dalam proses kerja tersebut, pekerja bengkel motor berpotensi terpapar berbagai zat kimia berbahaya, salah satunya adalah logam berat kromium. Kromium dapat ditemukan dalam beberapa bentuk, namun yang paling berbahaya adalah kromium heksavalen (Cr^{6+}). Paparan kromium pada pekerja bengkel umumnya terjadi melalui beberapa jalur, terutama saat melakukan pengelasan logam, pengamplasan atau pemotongan komponen logam berlapis krom, serta saat menggunakan bahan kimia seperti pelarut, pembersih logam, atau cat berbasis logam. Uap, debu logam, dan asap yang dihasilkan dari proses tersebut dapat dengan mudah terhirup atau bersentuhan dengan kulit pekerja, sehingga meningkatkan risiko gangguan kesehatan.

2.3 Sintesa Penelitian

No	Peneliti & Tahun	Judul	Desain Penelitian	Sampel	Temuan
1	Febry Ayu Wulaningtyas (2018)	Karakteristik Pekerja Kaitannya dengan Kandungan Pajanan Kromium dalam Urine Pekerja di Industri Kerupuk Rambak X Magetan	Rancangan penelitian Cross sectional	10 Pekerja	Kandungan Pajanan Kromium pada urine menunjukkan masih di bawah angka normal Depkes 2–3 $\mu\text{g/L}$ dengan hasil minimal sebesar 0,00 $\mu\text{g/L}$ pada 2 pekerja dan hasil maksimal sebesar 0,025 $\mu\text{g/L}$ pada 1 pekerja. Keluhan kulit yang sering terjadi adalah gatal-gatal, melepuh dan kemerahan. Terdapat hubungan yang cukup antara usia dengan kadar Pajanan Kromium urine pada pekerja dan terdapat hubungan yang rendah antara lama bekerja dan pemakaian APD dengan usia dengan kadar Pajanan Kromium urine pada pekerja.
2	Fahrul Islam (2016)	Pajanan Pajanan Kromium dan kerusakan ginjal pada pekerja pelapisan logam	Desain potong lintang (cross-sectional)	33 Pekerja	Rata-rata kadar Pajanan Kromium dalam urin pada pekerja terpajan lebih tinggi daripada kelompok tidak terpajan. Tidak terdapat hubungan pajanan Pajanan Kromium dengan gangguan fungsi ginjal.
3	Alfian Nusa Bhakti (2016)	Pajanan Pajanan Kromium (Cr) dan Gangguan Faal Paru Pekerja di Industri Elektroplating Villa Chrome Kabupaten Jember	Deskriptif observasional dan bersifat cross sectional.	11 Pekerja	Pekerja dengan pajanan Pajanan Kromium (Cr) tinggi cenderung lebih banyak mengalami gangguan faal paru.

4	Pipid Ari Wibowo (2019)	Risk Assessment Pajanan Pajanan Kromium Non Karsinogenik Pada Pekerja di Industri Kulit Magetan	Deskriptif kuantitatif	10 Pekerja	Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh responden memiliki kandungan Pajanan Kromium dalam darah yang melebihi standar. Analisis hubungan bivariat antara kadar Pajanan Kromium dalam darah dengan karakteristik respons seperti individu, gangguan kesehatan, karakteristik perilaku menunjukkan hubungan yang lemah.
5	Asrori (2023)	Analisis Faktor Demografi dan Pajanan Pajanan Kromium (Cr) dengan Gejala Batuk Pada Pekerja Industri Tenun Troso di Desa Troso Kecamatan Pecangan Kabupaten Jepara	Analisis kuantitatif dengan pendekatan cross sectional.	30 responden	Hasil penelitian menunjukkan ada hubungan faktor demografi (jenis kelamin dan usia) dan pajanan Pajanan Kromium (Cr) dengan gejala batuk pada pekerja industry tenun troso di Desa Troso Kecamatan Pecangan Kabupaten Jepara.

2.4 Kerangka Teori



Gambar 2.1 Kerangka Teori
(Sumber: Dayan & Paine (2001),
Suma'mur (2009), Pokhrel & Pokhre (2022))

