

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Identifikasi Masalah

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian, industri adalah seluruh bentuk kegiatan ekonomi yang mengelola bahan baku dan atau memanfaatkan sumber daya industri sehingga menghasilkan barang yang mempunyai nilai tambah atau manfaat lebih tinggi, termasuk jasa industri. Pada era globalisasi ini sektor industri telah mengalami perkembangan yang begitu pesat.

Pemerintah Indonesia mendukung perkembangan industri pengolahan, terutama sektor industri logam dasar, melalui Kementerian Perindustrian. Kementerian Perindustrian mendukung program pengembangan industri logam berbasis sumber daya lokal, karena prospek industri logam nasional masa mendatang akan sangat baik jika ditinjau dari segi permintaan saat ini. Pada 2013 pertumbuhan sektor industri logam dasar mencapai 6,93 %. Hal tersebut mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan tahun 2012 yang mengalami pertumbuhan sebesar 5,8 % (Kusuma, 2014).

Pertumbuhan ekonomi Provinsi Jawa Timur sendiri meningkat dari tahun ke tahun, hingga pada tahun 2018 mencapai 5,50%. Hal ini menunjukkan bahwa berbagai sektor usaha di Jawa Timur berkembang dengan baik, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi agregat di Provinsi Jawa Timur (BPS Jatim, 2019).

Industri pelapisan logam adalah usaha atau kegiatan yang mengolah logam untuk diberikan pelapisan zat kimia berupa lapis seng, galvanis, perak, emas, brass, tembaga, nikel dan kromium, yang dapat mengubah sifat fisik, mekanik dan teknologi suatu material logam, serta bertujuan untuk meningkatkan sifat mekanis suatu logam, melindungi logam dari korosi dan untuk memperindah tampilan logam tersebut (Gautama, 2009).

Salah satu industri skala kecil (*home industry*) yang sampai saat ini masih terus berkembang adalah *home industry* pelapisan logam yang terletak di Desa Sugihwaras Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo. Proses pelapisan logam pada umumnya menggunakan bahan kimia kromium, dan dikelola secara konvensional dengan menggunakan teknologi sederhana, karena sebagian besar industri pelapisan logam berupa industri rumahan atau biasa disebut *home industry*. Selain menggunakan teknologi yang sederhana, kesehatan dan keselamatan pekerjanya kurang diperhatikan. Padahal bahan kromium yang digunakan dapat berdampak pada kesehatan pekerja.

Kromium (Cr) telah dimanfaatkan secara luas dalam kehidupan manusia. Senyawa kromium hexavalent (Cr(VI)) merupakan kelompok besar bahan kimia dengan berbagai macam sifat kimia, penggunaan dan paparan di tempat kerja. Sifat Cr diantaranya tahan korosi, kuat dan keras. Bahan yang mengandung Cr(VI) diantaranya adalah berbagai cat dan pigmen primer, perlengkapan seni grafis, fungisida, inhibitor korosi, dan pengawet kayu. Beberapa industri dengan jumlah pekerja yang banyak sering terpapar oleh konsentrasi tinggi senyawa Cr(VI), seperti elektroplating, pengelasan, dan

melukis. Diketahui 558.000 pekerja di Amerika Serikat terkena paparan senyawa Cr(VI) di udara tempat kerjanya (NIOSH, 2013).

Hexavalen Kromium (Cr(VI)) biasa digunakan sebagai pewarna dan agen antikorosif. Sedangkan bentuk trivalent nya (Cr(III)) digunakan sebagai campuran logam seperti stainless steel. Paparan hexavalent kromium lebih berbahaya dibandingkan dengan paparan bentuk trivalen karena dapat meningkatkan solubilitas jaringan dan permeabilitas membran sel (Greenberg *et al.*, 2003). Cr sangat beracun jika terhirup/inhalasi, kontak dengan kulit dan tertelan melalui konsumsi makanan dan minuman yang mengandung Cr. Paparan utama melalui inhalasi. Inhalasi paparan akut pada manusia menimbulkan sesak nafas, batuk, bersin, perforasi dan ulcerasi septum, bronchitis, penurunan fungsi paru, pneumonia asma, gatal dan nyeri pada hidung, sedangkan paparan kronis dapat menyebabkan fibrosis paru dan kanker paru (Shrivastava *et al.*, 2002; ATSDR, 2012).

Elektroplating Cr menggunakan asam kromat dalam bak elektroplatingnya. Rute inhalasi merupakan jalan masuk dan paparan utama pada pekerja. Pekerja dapat menghirup kromium dalam bentuk gas, debu atau partikel ketika bekerja di sekitar bak elektroplating. Partikel dengan ukuran diameter kurang dari 5 μ dapat mencapai alveoli dan larut ke dalam aliran darah. Kromium direduksi oleh makrofag di percabangan bronkial dan sel parenkim paru (Das *et al.*, 2011). Saluran pernafasan adalah target utama toksisitas senyawa Cr(VI) terkait dengan paparan kronik dan akut senyawa tersebut (ATSDR, 2012; De Flora, 2000). Paparan akut dapat menyebabkan

sesak napas, batuk (Sobaszek *et al.*, 2000). Sedangkan paparan kronis menyebabkan ulserasi dan perforasi septum hidung, bronkitis kronis, penurunan fungsi paru, pneumonia dan efek pernafasan lainnya (Bradshaw *et al.*, 1998; OSHA, 2006).

Sebagai logam berat, Cr(VI) mempunyai daya racun tinggi dibandingkan Cr pada valensi lain misalnya Cr(III), beberapa studi invitro mengindikasikan bahwa konsentrasi Cr(III) dalam sel dapat menyebabkan kerusakan DNA (Eastmond *et al.*, 2008). Cr(VI) dapat dengan mudah memasuki membran sel dan direduksi menjadi bentuk trivalen di dalam sel (Alexander & Aaseth, 1995; Chiu *et al.*, 2004). Cr(VI) sebagai oksidator yang kuat dapat berkurang valensinya menjadi bentuk trivalen melalui Cr(V) dan Cr(IV). Proses ini sering menghasilkan radikal bebas yang pada akhirnya mengaktifkan O_2 dan menghasilkan beberapa *Reactive Oxygen Spesies* (ROS). ROS yang dihasilkan oleh reaksi-reaksi ini adalah superoksida (O_2^-), hidrogen peroksida (H_2O_2) dan radikal hidroksil (OH^\bullet). Oksidan dianggap bertanggung jawab atas kerusakan DNA. H_2O_2 dan OH^\bullet , bila dihasilkan dalam jumlah besar, merupakan oksidan yang dapat menginduksi DNA *strand breaks* dan modifikasi dasar yang terkait dengan karsinogenesis logam (Bryant *et al.*, 2006). Jumlah berlebihan ROS yang dihasilkan dalam reaksi reduksi dapat menyebabkan stres oksidatif yang menyebabkan cedera pada sel DNA, lemak dan protein (Nordberg *et al.*, 2001). Pengurangan Cr(VI) menjadi Cr(III) menghasilkan pembentukan intermediet reaktif yang bersama-sama dengan stres oksidatif dan kerusakan jaringan oksidatif.

Paparan Cr(VI) dapat mengakibatkan berbagai mutasi DNA dan kerusakan kromosom, serta perubahan oksidatif dalam protein (Shrivastava, *et al.*, 2002).

Terdapat banyak faktor yang dapat memengaruhi 8-OHdG, seperti spesies, jenis kelamin, umur, latihan, alkohol, merokok, berat badan dan gizi. Oleh karena itu, ada variasi hasil yang diperoleh dari subyek manusia (Ames, 1989). Tingkat *8-hydroxydeoxyguanosine* (8-OHdG) dalam urine sebagai indikator stres oksidatif dapat diukur dengan *enzyme-linked immunosorbent assay* (ELISA) (Zhang, *et al.*, 2011) dan dapat digunakan sebagai indikasi dari dosis aktif secara biologi pada paparan rendah dan sedang Cr(VI) (Kakkar *et al.*, 2005).

Penelitian yang dilakukan Zhang Xu-Hui, 2011 pada pekerja electkoplatting dijelaskan bahwa lebih tinggi kadar konsentrasi 8-OHdG urine pada pekerja yang terpajan adalah 13,65 (3,08-66,30) $\mu\text{g/g}$ kreatinin dan 8,31 (2,94-30,83) $\mu\text{g/g}$ kreatinin pada subyek kontrol ($P < 0,001$). Hal ini juga dipertegas oleh penelitian Yuliani(2016) bahwa kadar Kromium, karakteristik kerja, kapasitas personal, karakteristik psikologi dan kadar MDA memberikan kontribusi sebesar 48,9 % terhadap kadar 8-OHdG dalam urine pekerja.

Toksisitas Cr dalam tubuh dipengaruhi oleh dosis dan lama paparan, kelangsungan paparan, cara kontak, umur, status kesehatan, status gizi, tingkat kekebalan, jenis kelamin dan jenis jaringan yang terpapar Cr (EPA, 2001).

1.2 Kajian Masalah

Industri pengolahan, salah satunya termasuk industri pelapisan logam, menempati urutan kedua terbanyak dalam komposisi dan struktur ekonomi Provinsi Jawa Timur (BPS Jatim, 2018). Industri yang beroperasi pada bidang pelapisan logam salah satunya adalah *home industry* pelapisan logam di Desa Sugihwaras Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo, *home industry* tersebut menggunakan bahan kimia kromium dalam pelapisan logam. Jika bahan pelapisan yang mengandung kromium tersebut digunakan dalam jangka panjang, akan berdampak pada kesehatan pekerja, terutama pekerja pada industri rumahan. *Home Industry* biasanya kurang memperhatikan kondisi kesehatan dan keselamatan pekerja.

Kromium masuk kedalam tubuh melalui inhalasi. Inhalasi paparan akut pada manusia menimbulkan sesak nafas, batuk, bersin, perforasi dan ulserasi septum, bronchitis, penurunan fungsi paru, pneumonia asma, gatal dan nyeri pada hidung, sedangkan paparan kronis dapat menyebabkan fibrosis paru dan kanker paru. Berdasarkan pada survei pendahuluan para pekerja pelapis logam tidak menggunakan masker sesuai dengan peruntukannya sebagai alat pelindung diri, tidak menggunakan baju kerja lengkap yang menutupi badan atas sampai bawah serta sebagian pekerja berada diruang tertutup.

Kanker umumnya terdeteksi setelah mencapai tingkat kerusakan sel yang parah, yaitu saat sel kanker telah menyebar ke sel lain dalam tubuh. Hal inilah yang menyebabkan tingginya angka kematian akibat kanker. Untuk itu,

diperlukan suatu metode untuk mendeteksi kanker lebih dini, sehingga kerusakan yang lebih parah dapat dihindari. Pada penelitian ini akan dilakukan identifikasi senyawa Cr dalam darah pekerja pelapis logam pada kelompok terpapar Cr (VI) dan 8-OHdG yang merupakan DNA *oksidative* yang terbentuk akibat interaksi antara spesies reaktif dengan basa guanin DNA didalam sel. Kadar 8-OHdG yang teridentifikasi dapat menggambarkan tingkat kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh spesies reaktif di dalam tubuh. Pengukuran 8-OHdG akan dilakukan terhadap urine pekerja.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang dan identifikasi masalah tersebut, maka rumusan penelitian ini adalah “Apakah terdapat pengaruh paparan kromium heksavalen Cr(VI) di udara terhadap peningkatan kadar 8-*hydroxydeoxyguanosine* (8-OHdG) urine, peningkatan kadar Kromium (Cr) dalam darah, dan keluhan kesehatan pekerja *home industry* pelapisan logam di Desa Sugihwaras Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo?”

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Analisis pengaruh paparan kromium hexavalent (Cr(VI)) di udara terhadap peningkatan kadar 8-*hydroxydeoxyguanosine* (8-OHdG) urine, peningkatan Cr dalam darah, dan keluhan kesehatan pekerja *home industry* pelapisan logam di Desa Sugihwaras Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo.

1.4.2 Tujuan Khusus

- 1 Mengukur kadar Cr(VI) di udara *home industry* pelapisan logam di Desa Sugihwaras Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo.
- 2 Mengidentifikasi karakteristik pekerja (umur, masa kerja, lama kerja, penggunaan APD (alat pelindung diri), dan kebiasaan merokok) *home industry* pelapisan logam di Desa Sugihwaras Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo.
- 3 Mengukur kadar 8-OHdG di urine pekerja yang terpapar dan tidak terpapar kromium *home industry* pelapisan logam di Desa Sugihwaras Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo.
- 4 Mengukur kadar Kromium (Cr) dalam darah pekerja yang terpapar dan tidak terpapar kromium *home industry* pelapisan logam di Desa Sugihwaras Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo.
- 5 Mengidentifikasi keluhan kesehatan pekerja yang terpapar dan tidak terpapar di *home industry* pelapisan logam di Desa Sugihwaras Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo.
- 6 Menganalisis perbedaan kadar 8-OHdG di urine pekerja yang terpapar dan tidak terpapar kromium *home industry* pelapisan logam di Desa Sugihwaras Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo.
- 7 Menganalisis perbedaan kadar kromium (Cr) dalam darah pekerja yang terpapar dan tidak terpapar kromium *home industry*

pelapisan logam di Desa Sugihwaras Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo.

- 8 Menganalisis pengaruh karakteristik pekerja (umur, masa kerja, lama kerja, penggunaan APD (alat pelindung diri), dan kebiasaan merokok) terhadap kadar 8-OHdG di urine pekerja *home industry* pelapisan logam di Desa Sugihwaras Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo.
- 9 Menganalisis pengaruh karakteristik pekerja (umur, masa kerja, lama kerja, penggunaan APD (alat pelindung diri), dan kebiasaan merokok) terhadap kadar kromium (Cr) dalam darah pekerja *home industry* pelapisan logam di Desa Sugihwaras Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo.
- 10 Menganalisis pengaruh kadar Cr(VI) di udara terhadap keluhan kesehatan pekerja *home industry* pelapisan logam di Desa Sugihwaras Kecamatan Candi Kabupaten Sidoarjo.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Bagi Peneliti

Mendapatkan ilmu pengetahuan terkait proses pelapisan logam pada industri pelapisan logam dan pengalaman baru terjun langsung ke lapangan untuk memahami karakter masyarakat lebih dalam.

1.5.2 Bagi Instansi Terkait

Menjadikan informasi sebagai bahan untuk mengambil keputusan dan kebijakan yang diterapkan pada pekerja pelapisan logam, khususnya

pekerja yang terlibat dalam proses yang menggunakan bahan kimia kromium, terkait proses yang aman dan penggunaan APD (alat pelindung diri), agar pekerja tetap sehat, sehingga dapat menjalankan tugasnya secara optimal.

1.5.1 Bagi Masyarakat

Mendapat pengetahuan tentang proses pelapisan logam yang aman bagi kesehatan terutama pada proses yang menggunakan bahan kimia kromium dan dampak proses pelapisan logam terhadap kondisi kesehatan, sehingga dapat dilakukan pencegahan untuk meminimalisasi dampak kesehatan ataupun menghindari agar tidak terkena dampak kesehatan tersebut.