

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Pertumbuhan industri skala kecil dan menengah berkembang mewarnai perekonomian di daerah. Mulai dari industri makanan, kerajinan, mebel, hingga konveksi atau tekstil, keberadaannya menjadi salah satu solusi dalam mengatasi angka pengangguran sekaligus menggerakkan roda perekonomian daerah. Kegiatan pembangunan industri adalah salah satu kegiatan sektor ekonomi bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat, karena itu pembangunan sektor industri sering mendapat prioritas utama dalam Rencana Pembangunan Nasional bagi kebanyakan negara berkembang. Sektor industri dianggap sebagai perintis pembangunan ekonomi karena sektor ini umumnya jauh tumbuh lebih cepat dibandingkan dengan sektor pertanian sebagaimana dapat dilihat dari sumbangan sektor industri terhadap Produk Nasional Bruto yang semakin meningkat (Undang-Undang No.25, 2004).

Peningkatan kegiatan industri yang semakin pesat telah mulai menimbulkan dampak terhadap lingkungan, diantaranya adalah dampak fisik, kimia, ekonomi dan budaya. Akhir-akhir ini kegiatan industri mulai menjadi perhatian masyarakat dikarenakan berbagai dampak ditimbulkan, antara lain menggunakan bahan baku yang dapat merusak ekosistem, menggunakan bahan bakar yang dapat membahayakan kesehatan para pekerja dan membuang limbah yang dapat mencemari lingkungan (Ginting, 2007).

Kegiatan industri dan teknologi dapat memberikan dampak negatif dan positif. Dampak positif yaitu mengurangi jumlah pengangguran, akan tetapi dampak negatif dapat dilihat dari terjadinya masalah lingkungan diantaranya adalah masalah pencemaran udara, pencemaran air, pencemaran tanah. Ketiga macam pencemaran tersebut akan mengurangi daya dukung alam. Pencemaran udara, air dan tanah perlu dihindari sebagai bagian usaha menjaga kelestarian lingkungan (Wardhana, 2004).

Berdasarkan *Agency for Toxic Substances and Disease Registry* (1999) pencemaran udara dapat disebabkan oleh peningkatan aktivitas manusia yang berasal dari emisi kendaraan bermotor dan kegiatan industri. Kegiatan industri yang menggunakan bahan bakar seperti batubara, minyak, kayu bakar, gas alam, dan proses pengelasan dapat menimbulkan gas buang yang dapat mengakibatkan pencemaran udara. Diperkiraan persentase komponen pencemar udara utama khususnya kegiatan industri yang menggunakan bahan bakar kayu yaitu sebagai berikut, formaldehid ( $\text{CH}_2\text{O}$ ) 60%, karbon monoksida ( $\text{CO}$ ) 10,53%, oksida sulfur ( $\text{SO}_x$ ) 0,9%, nitrogen oksida ( $\text{NO}_x$ ) 8,9%, partikulat sebesar 1,33%, hidrokarbon ( $\text{HC}$ ) 18,34% dan gas rumah kaca ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$  dan  $\text{N}_2\text{O}$ ) yang tersebar dalam nilai persentase sumber utama (Susanto, 2004).

Semua parameter diatas dapat menyebabkan dampak negatif terhadap kesehatan apabila terpapar secara berulang dan terjadi ketidakseimbangan respon biologi tubuh. Beberapa bahan pencemar yang dapat meyebabkan gangguan kesehatan diantaranya adalah gas formaldehid dan nitrogen dioksida.

Pada proses pembakaran pada kegiatan industri akan terjadi proses reaksi yang menghasilkan nitrogen dioksida dan formaldehid (Susanto, 2004).

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengetahui hubungan nitrogen dioksida dan formaldehid terhadap gangguan kesehatan. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Clark (2010) menunjukkan bahwa peningkatan kejadian asma terjadi seiring dengan peningkatan paparan awal oleh gas NO, NO<sub>2</sub>, dan formaldehid. Asma yang disebabkan oleh inhalasi formaldehid dapat diklasifikasikan sebagai asma iritasi yang disebabkan karena paparan singkat untuk konsentrasi formaldehid yang tinggi dan diidentifikasi menyebabkan gejala asma yang terjadi secara tiba-tiba dikenal sebagai "*Reaktif airways disfunction syndrome*" (RADS) (Brooks *et al.*, 1998; Vandenplas *et al.*, 2004). Paparan formaldehid menyebabkan kerja saluran nafas semakin berat saat respirasi dikarenakan adanya iritasi pada saluran pernafasan (Vandenplas *et al.*, 2004).

BPLHD (Badan Pengelola Lingkungan Hidup Daerah) menyatakan bahwa kegiatan industri penghasil emisi yang sangat tinggi, pada Tahun 2010 perkiraan beban emisi dari industri skala besar dan sedang untuk nitrogen dioksida sebesar 9.581,74 ton/tahun. Semakin banyak kegiatan industri maka emisi yang dihasilkannya juga semakin besar dan berdampak besar terhadap penyakit infeksi saluran pernafasan atas (ISPA), terutama bagi industri yang menggunakan gas alam, arang, kayu bakar sebagai bahan bakar. Meningkatnya industri skala besar dan kecil di Kabupaten Sidoarjo menyebabkan semakin meningkatnya kasus infeksi saluran pernafasan atas (ISPA). Data Dinas

Kesehatan Kabupaten Sidoarjo Tahun 2014 menunjukkan bahwa kasus yang tertinggi adalah kasus infeksi saluran pernafasan atas (ISPA) yaitu sebanyak 17.506 kasus dengan prosentase sebesar 68%.

Beberapa *home industry* petis di Kabupaten Sidoarjo dalam proses produksi menggunakan bahan bakar kayu dengan lama waktu pengolahan antara  $\pm$  8 jam dalam sehari, saat bekerja pekerja tidak menggunakan masker dan ventilasi di ruang produksi tidak memadai untuk terjadinya sirkulasi udara yang baik. Hasil wawancara mengenai keluhan subyektif pada observasi pendahuluan menggunakan kuesioner pada 15 pekerja diketahui bahwa pekerja yang mengalami keluhan bersin sebanyak 10 orang (67%), batuk sebanyak 12 orang (80%), keluhan nyeri pada tenggorokan sebanyak 9 orang (60%), dan mengalami sesak nafas sebanyak 6 orang (40%). NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) menyatakan bahwa penggunaan kayu bakar pada saat pembakaran diantaranya akan menghasilkan gas nitrogen dioksida dan formaldehid. Proses produksi yang tidak dikendalikan dengan baik akan menyebabkan gangguan kesehatan bagi para pekerja yang setiap harinya terpapar oleh gas nitrogen dioksida. ACGIH (*American Conference of Government Industrial Hygienists*) menyatakan bahwa konsentrasi gas NO<sub>2</sub> diudara yang diijinkan memapar manusia secara terus-menerus selama 8 jam setiap hari (TLV-TWA) sebesar 3 ppm sedangkan paparan yang terjadi secara terus menerus dalam waktu singkat (15 menit), diperbolehkan kontak maksimal 4 kali pemaparan, dengan sedikitnya istirahat 60 menit disetiap periode pemaparan (TLV- STEL) sebesar 5 ppm. Konsentrasi formaldehid yang

diperkenankan oleh ACGIH paparan singkat diperbolehkan (TLV-STEL) dengan konsentrasi sebesar 0,3 ppm sedangkan berdasarkan NIOSH paparan singkat diperbolehkan dengan konsentrasi sebesar 1 ppm (ACGIH, 2007).

ATSDR (*Agency for Toxic Substances and Disease Registry*) (1993) sifat kimia dari gas nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ) yaitu bersifat iritan, reaktif, tidak larut dalam air, oksidan eksogen, dan terdeposit di saluran pernafasan bagian bawah. Nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ) akan dapat menembus ke dalam saluran pernafasan bagian dalam sedangkan sifat dari gas formaldehid yaitu bersifat iritan, reaktif, dapat larut dalam air dan dapat mengganggu sistem imun. Membran mukosa dan jaringan paru adalah organ yang pertama kali kontak dengan formaldehid dan nitrogen dioksida, keduanya dapat mencapai alveoli dan darah yang mengandung metabolit yang akan didistribusikan keseluruh tubuh melalui aliran darah (Tugaswati, 1987).

Penelitian yang dilakukan Mc. Granahan (2003) menyatakan bahwa efek dari  $\text{NO}_2$  tergantung pada tingkat lamanya paparan terjadi. Paparan  $\text{NO}_2$  sebesar 50 ppm dapat mengakibatkan batuk, hemoptysis, dyspnea, dan nyeri dada. Jika terkena paparan  $\text{NO}_2$  lebih dari 100 ppm dapat menyebabkan edema paru, bronchitis kronis, dan penyakit paru obstruktif menahun. Dalam penelitian lain, para relawan terap oleh formaldehid sebesar 0,25-3,0 ppm mengalami iritasi mata, hidung, dan tenggorokan. Diketahui bahwa iritasi mata adalah gejala yang dominan dengan tren linear pada rentang dosis 0,5-3 ppm. Meskipun tidak ada efek diamati di bawah 0,5 ppm, 21% mengalami iritasi mata ringan pada konsentrasi sebesar 1 ppm (Kulle, 1993).

Gas nitrogen dioksida dan formaldehid merupakan golongan radikal bebas dan dapat mempengaruhi peningkatan aktivitas enzim serum *superoxide dismutase* (SOD) dan *glutathione peroxidase* (GPx) serta menjadi stres oksidatif. Stres oksidatif adalah ketidakseimbangan antara produksi oksigen reaktif dengan kemampuan sistem biologi tubuh untuk mendetoksifikasi senyawa reaktif atau memperbaiki kerusakan sel (Otero *et al.*, 2009).

Keadaan ini menyebabkan kelebihan radikal bebas, yang akan bereaksi dengan lemak, protein, asam nukleat seluler, sehingga terjadi kerusakan lokal dan disfungsi organ tertentu. Jika stres oksidatif ini berlangsung lama, akan menyebabkan kerusakan sel atau jaringan, yang selanjutnya merupakan penyebab timbulnya keganasan, inflamasi, aterosklerosis, penuaan, dan iskemia (Arief, 2009).

Terhadap protein, radikal bebas dapat menyebabkan fragmentasi dan *cross-linking*, sehingga mempercepat terjadinya proteolisis. Pengaruh radikal bebas pada gugus tiol enzim akan menyebabkan antara lain perubahan dalam aktifitas enzim tersebut (Harris, 1992). Radikal bebas yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya kerusakan protein membran sel yang salah satu fungsinya adalah sebagai kanal ion, sehingga terjadi kebocoran ion dan berakhir pada peningkatan jumlah  $\text{Ca}^{2+}$  intrasel. Peningkatan  $\text{Ca}^{2+}$  mengakibatkan rusaknya fungsi dari  $\text{Ca}^{2+}$  intrasel juga dipengaruhi oleh -ATPase dan sistem  $\text{Ca}^{2+}$  serangan radikal bebas. Jumlah  $\text{Ca}^{2+}$  atau  $\text{Na}^+$  *exchange* karena intrasel yang terlalu banyak akan mengaktifkan enzim fosfolipase, protease dan endonuklease. Aktivasi fosfolipase akan merusak membran lipid. Peningkatan

aktivitas protease dapat merusak protein struktural di dalam sel, mengakibatkan sel kehilangan kerangkanya sehingga sel tersebut mengalami perubahan bentuk dan terjadi pembengkakan sel, dan pada akhirnya mengalami lisis. Akibat peningkatan radikal bebas dalam tubuh menimbulkan reaksi tubuh yaitu terjadinya respon tubuh dengan adanya peningkatan aktivitas enzim antioksidan. Sifat reaktif yang tersebar dari pembentukan radikal bebas dalam sel menyebabkan terbentuknya mekanisme pertahanan terhadap radikal bebas tersebut. Salah satu mekanisme pertahanan tersebut adalah dengan aktivitas beberapa enzim, seperti *superoksida dismutase* (SOD), katalase, dan glutathion peroksidase (Arief, 2009).

Berdasarkan permasalahan diatas, perlu dilakukan penelitian dengan judul : Pengaruh paparan asap pembakaran kayu terhadap peningkatan aktivitas enzim SOD, GPx Serum dan keluhan saluran penafasan pada pekerja di *home industry* petis Desa Sekardangan Kabupaten Sidoarjo".

## 1.2 Kajian Masalah

Gas nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>) dan formaldehid merupakan golongan radikal bebas, konsentrasi formaldehid dan nitrogen dioksida paling tinggi terutama pada kegiatan pembakaran menggunakan kayu bakar. Berdasarkan hasil pengukuran pendahuluan yang dilakukan untuk parameter gas nitrogen dioksida dan formaldehid dapat dilihat pada Tabel 1.1.

**Tabel 1.1** Konsentrasi Gas Nitrogen Dioksida dan Formaldehid Di *Home Industry* Petis Pada Bulan Februari

No	Pemilik	Parameter				Suhu (°C)	Kelembaban (%)
		Rerata (CH <sub>2</sub> O)	NAB (CH <sub>2</sub> O)	Rerata (NO <sub>2</sub> )	NAB (NO <sub>2</sub> )		
1	A	0,02	0,3	0,082	3	36	62
2	B	0,03	ppm	0,083	ppm	36	55

Sumber : Pengukuran pendahuluan di *home industry* petis pada bulan februari tahun 2015

Berdasarkan Tabel 1.1 diatas dapat diketahui bahwa konsentrasi gas formaldehid dan nitrogen dioksida di udara ruang masih dibawah nilai ambang batas tetapi keberadaan kedua gas tersebut di dalam ruangan dapat terdispersi dengan baik di udara luar apabila didukung dengan ventilasi yang memadai, apabila kondisi ventilasi yang tidak memadai akan menyebabkan kedua gas tersebut memenuhi ruangan dan diperparah dengan pekerja yang tidak menggunakan masker yang tepat, kedua hal tersebut dengan adanya paparan yang berulang memungkinkan pekerja beresiko mengalami gangguan kesehatan terutama gangguan saluran pernafasan (Wang *et al.*, 2011).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Hong *et al.*, (2007) bahwa pekerja yang terpapar oleh formaldehid dan nitrogen dioksida secara berulang dapat beresiko 3 kali untuk terkena gangguan fungsi paru dikarenakan kedua parameter tersebut mempunyai organ target yang sama yaitu saluran pernafasan bagian atas. Dalam penelitian lain, para relawan terpapar oleh formaldehid sebesar 0,25-3,0 ppm mengalami iritasi mata, hidung, dan tenggorokan. Diketahui bahwa iritasi mata adalah gejala yang dominan dengan tren linear pada rentang dosis 0,5-3 ppm. Meskipun tidak ada efek diamati di bawah 0,5

ppm, 21% mengalami iritasi mata ringan pada konsentrasi sebesar 1 ppm (Kulle, 1993).

### 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan kajian masalah diatas, maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut : bagaimana pengaruh paparan asap pembakaran kayu terhadap peningkatan aktivitas enzim SOD, GPx dan keluhan penafasan pada pekerja di *home industry* petis di Desa Sekardangan Kabupaten Sidoarjo?

### 1.4 Tujuan

#### 1. Tujuan umum

Menganalisis pengaruh paparan asap pembakaran kayu terhadap peningkatan aktivitas enzim *Superoxide dismutase (SOD)*, *glutathione peroxidase (GPx)* serum dan keluhan pernafasan pada pekerja di *home industry* petis Desa Sekardangan Kabupaten Sidoarjo.

#### 2. Tujuan Khusus

- a. Mengidentifikasi karakteristik pekerja (umur, pola makan, masa kerja, kebiasaan merokok, kebiasaan menggunakan masker dan status gizi) di *home industry* petis Desa Sekardangan Kabupaten Sidoarjo.
- b. Mengukur kadar gas formaldehid dan nitrogen dioksida pada ruang produksi di *home industry* petis Desa Sekardangan Kabupaten Sidoarjo dan selanjutnya dibandingkan dengan nilai ambang batas (NAB).

- c. Memeriksa peningkatan aktivitas enzim *superoxide dismutase* (SOD) dan *glutathione peroxidase* (GPx) serum pada pekerja di *home industry* petis Desa Sekardangan Kabupaten Sidoarjo sebelum dan sesudah bekerja (*cross-week*).
- d. Menganalisis perbedaan antara aktivitas enzim SOD dan GPx pada kelompok terpapar dan tidak terpapar.
- e. Mengidentifikasi keluhan pernafasan pada pekerja di *home industry* petis Desa Sekardangan Kabupaten Sidoarjo
- f. Menganalisis pengaruh paparan gas formaldehid dan nitrogen dioksida terhadap peningkatan aktivitas enzim *superoxide dismutase* (SOD), *glutathione peroxidase* (GPx) serum pada pekerja di *home industry* petis Desa Sekardangan Kabupaten Sidoarjo sebelum dan sesudah bekerja (*cross-week*)
- g. Menganalisis pengaruh gas formaldehid dan nitrogen dioksida terhadap keluhan pernafasan pada pekerja di *home industry* petis Desa Sekardangan Kabupaten Sidoarjo.

## 1.5 Manfaat Penelitian

### 1. Teoritis

Memberikan informasi mengenai konsentrasi gas formaldehid dan nitrogen dioksida di udara ruangan, peningkatan aktivitas enzim *superoxide dismutase (SOD)*, *glutathione peroxidase (GPx)* serum dan keluhan pernafasan pada pekerja di *home industry* petis Desa Sekardangan Kabupaten Sidoarjo.

### 2. Aplikatif

Memberikan rekomendasi kepada *home industry* petis terkait dalam upaya monitoring paparan gas formaldehid dan nitrogen dioksida di lingkungan kerja.