

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya zaman dan urbanisasi, permintaan produksi untuk pemenuhan kehidupan manusia sehari-hari seperti wadah pembungkus makanan, alat-alat medis, barang elektronik, material bangunan, kendaraan bermotor dan barang produksi industri lainnya juga semakin meningkat (Staples *et al.*, 2000). Fenomena peningkatan permintaan barang produksi industri tersebut membuat konsumsi Bisphenol A juga meningkat. Bisphenol A atau disingkat sebagai BPA merupakan bahan kimia organik yang telah digunakan selama lebih dari 40 tahun untuk memproduksi berbagai jenis produk plastik khususnya plastik polikarbonat (PC) dan resin epoxy (Corrales *et al.*, 2015). Turunan BPA digunakan dalam batas tertentu sebagai bahan tambahan pada plastik Polivinil Klorida (PVC) yaitu plastik yang digunakan salah satunya sebagai bahan kemasan pangan seperti botol susu bayi, botol air minum kemasan dan gallon, serta kemasan pangan lain. Plastik PC banyak digunakan untuk keperluan kemasan pangan karena sifatnya yang ringan, mudah dibentuk, jernih, tahan panas dan tidak mudah rusak. Sedangkan resin epoxy umumnya digunakan sebagai pelapis bagian dalam kemasan makanan kaleng dan pipa saluran air. Resin epoxy sebagai pelapis bagian dalam kemasan makanan kaleng difungsikan untuk mencegah korosi pada logam yang terlarut dan kontaminasi makanan dengan logam kaleng tersebut serta menjaga kualitas dan keamanan pangan agar tidak mudah rusak. Selain dimanfaatkan untuk produk kemasan pangan, PC dan resin epoxy juga digunakan pada alat medis (*dental*

*sealants*), alat elektronik seperti komputer, gawai, kabel listrik, alat olahraga dan lain-lain.

Komersialisasi produksi BPA dimulai pada tahun 1957 dan pertama kali diproduksi oleh Amerika Serikat lalu berkembang ke Eropa. Pertumbuhan produksi senyawa organik kimia ini secara global mencapai 0% - 5% setiap tahunnya yang mana saat ini didominasi oleh China (Corrales *et al.*, 2015). Diperkirakan pada tahun 2008 total produksi BPA di dunia mencapai sekitar 5,2 juta ton (Arnold *et al.*, 2013). *European Food Safety Authority (EFSA) panel on Food Contact Material, Enzymes, Flavouring, and Processing Aid (CEF)* pada tahun 2010 melakukan penelitian mengenai karakterisasi bahaya dari BPA dimana pada saat itu belum ditemukan adanya bukti ilmiah yang kuat tentang aktivitas *immunotoxicity* sebagai dampak paparan BPA terhadap sistem imun atau kekebalan tubuh manusia. Namun pada tahun 2015 Panel CEF mengidentifikasi hubungan risiko pada kesehatan masyarakat akibat keberadaan BPA di dalam makanan yang disebabkan oleh kontaminasi dari plastik kemasan pangan dan resin epoxy dari kemasan makanan kaleng (Huang *et al.*, 2017). Temuan tersebut menjadi referensi dan ide penelitian lanjutan yang dilakukan setelahnya sebagai pengembangan penelitian pada manusia, eksperimen pada hewan percobaan dan *in vitro* data (Kimber, 2017).

BPA tidak muncul secara organik namun keberadaannya tersebar di lingkungan akibat banyaknya proses produksi dan konsumsi yang kemudian dilepaskan di lingkungan (Tsai, 2006). Hal tersebut juga diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh (Ma *et al.*, 2019) bahwa sumber utama BPA adalah proses produksi dan konsumsi yang kemudian dilepaskan ke lingkungan. Adapun sumber

BPA menurut *Environmental Protection Agency* (2010) diklasifikasikan menjadi dua jenis sumber yakni *pre-consumer* dan *post-consumer*. Sumber yang termasuk dalam klasifikasi *pre-consumer* merupakan sumber yang berasal langsung dari plastik atau transpor BPA pada produk yang menggunakan BPA sebagai penyusunnya. Sedangkan sumber *post-consumer* merupakan sumber BPA dari hasil pemanfaatan suatu produk yang mengandung BPA sehingga menjadi sampah atau produk sisa seperti pada limbah cair rumah tangga, saluran pipa-pipa irigasi pada sektor agrikultur, *ocean-borne plastic trash* atau sampah plastik di perairan, dan limbah logam pada tanah.

Keberadaan BPA yang melimpah di lingkungan tentu dapat menjadi salah satu faktor risiko penyebab penyakit pada manusia. Tingginya konsentrasi paparan terhadap tubuh oleh BPA dapat memicu penumpukan di dalam tubuh dan mengganggu sistem metabolisme. Terlebih lagi, paparan BPA terhadap manusia dapat melalui semua jalur *port de entry* yakni melalui makanan (ingesti), melalui udara yang dihirup (inhalasi) dan melalui kulit (absorpsi) (Ma *et al.*, 2019). Paparan BPA melalui jalur makanan diyakini sebagai jalur utama dan jalur dengan intensitas terbesar masuknya BPA ke dalam tubuh manusia. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya bahwa salah satu sumber paparan BPA melalui makanan adalah disebabkan oleh konsumsi makanan kaleng. Sementara Indonesia merupakan salah satu negara dengan konsumsi terhadap makanan kemasan kaleng yang cukup tinggi. Risiko paparan BPA terhadap tubuh oleh makanan dengan kemasan kaleng lebih tinggi dibandingkan dengan makanan lainnya. Pada sebuah penelitian kandungan BPA pada makanan kaleng di Indonesia, ditemukan bahwa dari tiga kelompok makanan kaleng yang diteliti terdapat satu kelompok makanan kaleng

yang memiliki kandungan BPA melebihi dari ketentuan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) yang mengatur batas maksimal migrasi BPA adalah 0,6 bpj (600 mikrogram/kg) dari kemasan PC yang diatur dalam PerKaBPOM No.20 tahun 2019 tentang Kemasan Pangan. Semakin lama makanan disimpan dalam kemasan kaleng, semakin mungkin kandungan BPA pada kemasan tersebut berpindah ke makanan (Suryadi, Rasyid and Harmita, 2018).

Terdapat banyak manifestasi klinis akibat akumulasi paparan BPA dalam tubuh khususnya dalam hal proses metabolisme tubuh seperti gangguan pada sistem endokrin, sistem peredaran darah dan kardiovaskuler, dan sistem ekskresi khususnya pada organ ginjal. Paparan BPA terhadap tubuh yang telah terakumulasi diduga dapat menjadi risiko penyebab penyakit diabetes melitus tipe-2 pada orang dewasa. Sebuah penelitian meta-analisis menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara kandungan BPA dalam urin dan serum yang diteliti dengan risiko kejadian penyakit diabetes melitus tipe-2 (Hwang *et al.*, 2018). Temuan tersebut sejalan dengan penelitian serupa sebelumnya yang menunjukkan adanya kemungkinan kadar BPA dalam urin dan serum dapat berhubungan dengan kejadian diabetes melitus tipe-2 (Takeuchi *et al.*, 2004). Kurangnya penelitian mengenai pengaruh toksisitas BPA terhadap tubuh menyebabkan kurangnya pengetahuan masyarakat luas tentang bahaya senyawa kimia tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memperkaya informasi mengenai dampak paparan BPA terhadap tubuh serta risiko kesehatan yang dapat ditimbulkan.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Pengembangan penelitian mengenai BPA menemukan hasil yang cukup konsisten mengenai bahaya BPA terhadap tubuh manusia khususnya pada proses

metabolism dalam tubuh manusia. Penelitian percobaan pada hewan menunjukkan bahwa paparan BPA dapat menjadi faktor risiko kejadian diabetes (Zhang *et al.*, 2019). Penelitian epidemiologis juga menemukan temuan serupa bahwa adanya hubungan antara paparan BPA dengan kejadian diabetes melitus tipe-2 pada populasi masyarakat. Efek merugikan yang ditimbulkan oleh paparan BPA memunculkan senyawa analog untuk menggantikan BPA dalam hal memproduksi plastik dan resin. Beberapa di antaranya adalah bisphenol S, bisphenol F, dan bisphenol AF. Akan tetapi, dengan adanya senyawa pengganti tersebut justru membuat kelimpahan senyawa bisphenol di lingkungan semakin tinggi. Selain itu ditemukan juga adanya cemaran bisphenol pada sampel debu ruangan dan makanan serta minuman.

Kelimpahan BPA di lingkungan yang disebabkan oleh proses produksi industri serta pemanfaatan barang yang mengandung BPA dan dilepaskan ke lingkungan semakin meningkat. Kondisi tersebut menyebabkan pencemaran lingkungan yang kemudian dapat mengganggu keseimbangan ekosistem. Sesuai dengan konsep *Epidemiological Triangle*, lingkungan dapat menjadi salah satu media perantara masuknya agen penyebab penyakit ke dalam tubuh manusia. Akibatnya, akumulasi BPA di lingkungan sangat mungkin menimbulkan dampak penyakit bagi manusia. Besarnya kemungkinan terpapar oleh benda berukuran mikroskopik hingga nanopartikel yang masuk ke tubuh maka diperlukan penelitian dan pengendalian yang bisa dilakukan terhadap bahan pencemar tersebut.

Sumber paparan BPA berasal dari barang-barang di sekitar kita yakni seperti kemasan makanan, debu, alat kesehatan, hingga mainan anak-anak (Konieczna, Rutkowska and Rachoń, 2015). Selain itu, di Indonesia ditemukan

bahwa dari tiga sampel kelompok makanan kaleng, satu di antaranya memiliki kandungan BPA yang melebihi batas maksimal yang diperbolehkan oleh (BPOM) (Suryadi, Rasyid and Harmita, 2018). Tidak hanya makanan kaleng, ikan juga merupakan salah satu jenis makanan dengan kemungkinan kandungan kadar BPA tinggi yang disebabkan oleh pencemaran biota laut oleh sampah plastik. Diyakini bahwa hampir semua spesies ikan mengandung BPA di dalam hati dan serta ototnya (Barboza *et al.*, 2020a).

Besarnya kemungkinan paparan BPA terhadap tubuh manusia tentu menjadi salah satu risiko timbulnya penyakit. Terdapat banyak penelitian terdahulu yang menunjukkan adanya dampak kesehatan paparan BPA dalam tubuh manusia. Contohnya seperti gangguan pada proses metabolisme tubuh yakni gangguan pada sistem endokrin, sistem peredaran darah dan kardiovaskuler, sistem pernapasan, masalah mental dan kejiwaan, kanker dan sistem ekskresi pada ginjal (Ma *et al.*, 2019). Kadar BPA dalam urin dan serum yang tinggi memiliki hubungan asosiatif dengan risiko kejadian diabetes melitus tipe dua (DMT2) pada orang dewasa di beberapa negara (Hwang *et al.*, 2018).

Diabetes melitus adalah suatu penyakit kronis yang disebabkan karena ketidakmampuan organ pankreas dalam memproduksi dan atau memanfaatkan secara efektif hormon insulin yakni hormon yang berfungsi untuk mengatur gula dalam darah. Diabetes melitus dibedakan ke dalam 2 tipe yaitu diabetes melitus tipe-1 (DMT1) dan diabetes melitus tipe-2 (DMT2). Perbedaan keduanya berada pada faktor penyebabnya. Diabetes melitus tipe-1 disebabkan oleh faktor genetik atau keturunan. Sedangkan diabetes melitus tipe-2 disebabkan oleh pola dan gaya hidup yang tidak sehat. Diabetes menjadi permasalahan kesehatan dan merupakan

penyakit tidak menular dengan prevalensi yang selalu pada angka yang tinggi setiap tahunnya (WHO, 2018). Data menunjukkan bahwa angka penyakit tidak menular pada tahun 2004 yang mencapai 48,30% meningkat dari angka penyakit menular yaitu sebesar 47,50%. Penyakit diabetes sendiri menyebabkan kematian pada 1,5 juta penduduk pada tahun 2012. Keadaan gula darah yang berlebih mengakibatkan tambahan 2,2 juta kematian penduduk dengan meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular dan lainnya. Sebanyak 43% dari 3,7 juta kematian penduduk terjadi sebelum usia 70 tahun. Persentase kematian yang disebabkan oleh diabetes melitus yang terjadi sebelum usia 70 tahun lebih tinggi di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah daripada di negara-negara berpenghasilan tinggi (KEMENKES RI, 2019).

*World Health Organization* (2010) memperkirakan bahwa akan terjadi kenaikan drastis prevalensi angka penyakit diabetes melitus di dunia. Secara global, 422 juta orang dewasa berusia di atas 18 tahun hidup dengan diabetes pada tahun 2014. Jumlah terbesar orang dengan diabetes diperkirakan berasal dari negara-negara di Asia dan Pasifik Barat sebagai penyumbang terbesar kasus diabetes melitus pada orang dewasa setengah dari kasus diabetes di dunia. Secara global dan substansial, jumlah kasus penderita diabetes melitus menurut data dari tahun 1980 hingga 2014 meningkat dari 108 juta penduduk menjadi 422 juta penduduk atau sekitar 4 kali lipat. Meningkatnya kasus diabetes melitus pada orang dewasa baik di Indonesia maupun secara global serta meningkatnya penggunaan dan pemanfaatan senyawa kimia BPA sebagai bahan pembuatan produk yang digunakan manusia sehari-hari ini yang melatarbelakangi penelitian untuk menganalisis dan menyusun sintesis mengenai hubungan konsentrasi BPA yang

ada di dalam tubuh dideteksi melalui urin/darah terhadap penyakit diabetes melitus tipe-2 pada orang dewasa. Oleh karena itu, penelitian ini akan membahas tentang hubungan konsentrasi BPA yang terdeteksi dalam tubuh orang dewasa melalui urin dan/atau darah dengan penyakit diabetes melitus tipe-2 melalui kajian literatur.

### **1.3 Pembatasan dan Rumusan Masalah**

Pembatasan dalam penelitian ini adalah studi yang dilakukan berbasis literatur dan artikel ilmiah yang mensintesis mengenai sumber cemaran BPA di lingkungan, pola paparan BPA ke dalam tubuh, konsentrasi BPA di dalam tubuh yang dideteksi melalui urin dan/atau darah dan faktor risiko penderita diabetes melitus tipe-2. Sementara, adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah untuk menganalisis adakah hubungan kadar bisphenol A di dalam tubuh dengan penyakit diabetes melitus tipe-2 pada orang dewasa?

### **1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

#### **1.4.1 Tujuan umum**

Mengidentifikasi hubungan kadar BPA di dalam tubuh dengan penyakit diabetes melitus tipe-2 (DMT2) pada orang dewasa melalui kajian literatur.

#### **1.4.2 Tujuan khusus**

1. Mengidentifikasi sumber cemaran BPA di lingkungan.
2. Mengidentifikasi pola paparan BPA ke dalam tubuh dan konsentrasi BPA di dalam tubuh pada orang dewasa.
3. Mengidentifikasi faktor risiko Diabetes Melitus Tipe-2 (DMT2) pada orang dewasa.



4. Menganalisis hubungan paparan BPA dalam tubuh dengan Diabetes Melitus Tipe-2 (DMT2) pada orang dewasa.

#### **1.4.3 Manfaat penelitian**

1. Bagi Instansi Pendidikan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah literatur terkait hubungan paparan BPA terhadap dampak kesehatan khususnya adalah terhadap penyakit diabetes melitus tipe dua pada orang dewasa untuk Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga. Selain itu penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dan sumber inspirasi dalam menambah ilmu pengetahuan bagi kalangan akademis.

2. Bagi Peneliti

Melalui penelitian ini diharapkan mampu menambah wawasan peneliti terkait hubungan paparan BPA terhadap dampak kesehatan serta menambah pengalaman peneliti dalam menerapkan teori perkuliahan.