

PENGARUH SUHU PENYIMPANAN AIR MINUM PADA BOTOL KEMASAN POLIKARBONAT (PC) YANG BEREDAR DI DAERAH GARUT TERHADAP KADAR BISPHENOL-A (BPA) MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETRI ULTRAVIOLET

N. Lubis*, D. Soni dan M. D. S. Fuadi

*Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Garut, Garut, Jawa Barat, Indonesia
Email: novriyantilubis@uniga.ac.id

ABSTRAK

Polikarbonat merupakan bahan sintesis hasil reaksi antara *bisphenol-A* (BPA) dengan *phosgene* (*carbonyl dichloride*/ COCl_2). *Bisphenol-A* merupakan zat berbahaya yang dapat bermigrasi dari polikarbonat ke air. Penelitian ini bertujuan untuk mengambil sikap preventif atau pencegahan yaitu dengan menganalisis kadar *bisphenol-A* (BPA), yang dapat bermigrasi dari kemasan jenis polikarbonat ke dalam air, dengan menggunakan metode analisis spektrofotometri *ultraviolet* (UV). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pada sampel botol polikarbonat yang disimpan pada suhu ruangan 23°C tidak mengandung *bisphenol-A*. Sedangkan pada sampel yang disimpan pada suhu paparan sinar matahari berkisar 30°C mengandung *bisphenol-A* BPC 2 A, BPC 2 B, dan BPC 2 C masing-masing 0,0257 ppm, 0,0211 ppm, dan 0,0234 ppm. Sampel yang ditambahkan air panas pada suhu 100°C mengandung *bisphenol-A* BPC 3 A, BPC 3 B, BPC 3 C, masing-masing 0,0468 ppm, 0,0495 ppm, dan 0,0445 ppm. Dapat disimpulkan bahwa suhu memberikan pengaruh terhadap migrasi *bisphenol-A* pada kemasan botol polikarbonat ke air di dalamnya. Hasil kadar *bisphenol-A* pada sampel botol polikarbonat masih memenuhi syarat batas maksimal 0,6 ppm menurut Peraturan Kepala Badan POM. No HK.03.1.23.07.11.6664.

Kata kunci: *bisphenol-A*, polikarbonat, spektrofotometri UV.

ABSTRACT

Polycarbonate is a synthetic material resulting from a reaction between bisphenol-A (BPA) and phosgene (carbonyl dichloride/ COCl_2). Bisphenol-A is a dangerous substance that can migrate from the polycarbonate into water. This study aimed to take a preventive action by analyzing the content of bisphenol-A (BPA), which could migrate from the polycarbonate packaging into the water, using ultraviolet (UV) spectrophotometry. Based on the research conducted, for the sample of polycarbonate bottle stored at room temperature of 23°C , no bisphenol-A contained in the water. Meanwhile, for the samples stored under the sun exposure at temperature of about 30°C , the water contained bisphenol-A BPC 2 A, BPC 2 B, BPC 2 C of 0.0257 ppm, 0.0211 ppm and 0.0234 ppm respectively. Furthermore, for the samples added with hot water at a temperature of 100°C , the water consisted of bisphenol-A BPC 3 A, BPC 3 B, BPC 3 C of 0.0468 ppm, 0.0495 ppm, and 0.0445 ppm respectively. It could be concluded that the temperature influenced the migration of bisphenol-A from the polycarbonate bottles into the water stored in the bottles. The bisphenol-A levels in the sample of polycarbonate bottles still met the maximum limit of 0.6 ppm according to the Regulation Head of POM. No HK.03.1.23.07.11.6664.

Key words: bisphenol-A, polycarbonate, UV spectrophotometry.

PENDAHULUAN

Kemasan plastik sangat banyak digunakan dalam kehidupan masyarakat, dimana setiap harinya masyarakat melakukan kontak dengan banyak peralatan yang berbahan dasar plastik. Menurut data Kementerian Koordinator bidang Kemaritiman, estimasi plastik yang diproduksi setiap tahunnya ± 300 juta ton di seluruh dunia (Kemaritiman, 2018).

Salah satu jenis plastik yang banyak digunakan oleh masyarakat yaitu polikarbonat (PC). Polikarbonat merupakan jenis bahan plastik dengan lapisan tembus pandang yang bisa mencapai ketebalan 5 cm, bahan sintesis ini merupakan hasil reaksi antara *bisphenol-A* (BPA) dengan *phosgene* (*carbonyl dichloride*/ COCl_2) (Felixon, 2011). Jenis plastik ini banyak digunakan dalam pembuatan botol minuman yang dapat menyebabkan

berbagai gangguan kesehatan karena adanya kandungan zat berbahaya yang dapat bermigrasi dari kemasan ke dalam bahan pangan, yaitu *bisphenol-A* (BPA) yang dapat menyebabkan efek “*mimic*” (menyerupai) estrogen, sehingga dapat mengganggu fungsi hormon estrogen itu sendiri juga merusak kromosom pada ovarium dan menurunkan kadar sperma (Indraswati, 2017).

Batas maksimum *bisphenol-A* (BPA) menurut Peraturan Kepala Badan POM No HK 03.1.23.07.11.6664 ditetapkan pada botol susu 0,3 ppm dan untuk botol minuman, dan peralatan makan-minum lainnya 0,6 ppm. Begitu juga menurut EFSA untuk nilai Tolerance Daily Intake (TDI) BPA sebesar 0,05µg/kgBB dalam satu hari (European Food Savety Authority, 2015).

Metode analisis yang dapat digunakan untuk menentukan kandungan *bisphenol-A* (BPA) dalam kemasan plastik polikarbonat dengan instrument dan metode yang beragam salah satunya bisa menggunakan spektrofotometri UV. Spektrofotometri UV-Vis dapat digunakan untuk informasi baik analisis kualitatif maupun analisis kuantitatif. Analisis kualitatif dapat digunakan untuk mengidentifikasi kualitas obat atau metabolitnya. Data yang dihasilkan oleh Spektrofotometri UV-Vis berupa panjang gelombang maksimal, intensitas, efek pH dan pelarut, sedangkan dalam analisis kuantitatif, suatu berkas radiasi dikenakan pada cuplikan (larutan sampel) dan intensitas sinar radiasi yang diteruskan diukur besarnya (Ramdhani *et al.*, 2018).

Pengertian mengenai pengaruh suhu penyimpanan terhadap analisis *bisphenol-A* (BPA) dalam kemasan polikarbonat (PC) ini belum banyak diketahui Kadar *bisphenol-A* (BPA) bahkan dapat meningkat dengan adanya pengaruh paparan sinar matahari dari 3,10 - 6,24 µg/mL menjadi 7,90-16,85 µg/mL (Omer *et al.*, 2016).

Berdasarkan uraian di atas, pada penelitian ini dilakukan penentuan kadar *bisphenol-A* pada kemasan botol minum polikarbonat (PC) dengan menggunakan spektrofotometri UV pada panjang gelombang 200-400 nm. Kelebihan dari instrumen Spektrofotometer UV- Vis yaitu dapat digunakan untuk menganalisis banyak zat organik dan anorganik, selektif, mempunyai ketelitian yang tinggi dengan kesalahan relatif

sebesar 1%-3%, analisis dapat dilakukan dengan cepat dan tepat.

Rumusan masalah dari uraian di atas adalah apakah terdapat *bisphenol-A* (BPA) pada semua kemasan tidak bermerek dengan label polikarbonat (PC) dan berapa kadar migrasi *bisphenol-A* (BPA) pada kemasan botol tidak bermerek dengan label polikarbonat (PC) yang beredar di daerah Garut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengambil sikap preventif atau pencegahan, yaitu dengan menganalisis kadar *bisphenol-A* (BPA) yang dapat bermigrasi dari kemasan jenis polikarbonat ke dalam air dengan menggunakan metode analisis spektrofotometri UV.

Manfaat yang ingin diberikan berupa informasi bagi masyarakat tentang kadar *bisphenol-A* (BPA) dalam bahan plastik polikarbonat (PC) yang sering digunakan sehari-hari, sehingga dapat meminimalisir bahaya yang dapat ditimbulkan dari paparan zat tersebut.

MATERI DAN METODE

Bahan

Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini diantaranya botol plastik PC No.7 yang tidak memiliki merek, *Bisphenol-A* (Sigma-Aldrich, Pte. Ltd. Singapura), aquades (Indigo).

Peralatan

Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini diantaranya alat instrumen spektrofotometer Ultraviolet (Infinitie M200pro), timbangan analitik (Delta Range), peralatan gelas seperti gelas kimia (Pyrex), gelas ukur (Pyrex), pipet volume (Pyrex), labu dasar bulat (Pyrex), thermometer, corong kaca, kuvet, mikropipet (Socorex), lap, dan tissue lensa.

Cara Kerja

Sampel yang digunakan pada penelitian ini diambil dengan menggunakan teknik *porposive sampling* yaitu teknik sampling berdasarkan kriteria yang dipilih oleh peneliti. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan senyawa murni *bisphenol-A* yang didapat dari Sigma Aldrich Co.Ltd Singapura, sedangkan untuk sampel botol plastik yang diduga berbahan dasar polikarbonat dengan label “PC” kode No.7

pada kemasan yang dibeli dari distributor botol plastik daerah Kabupaten Garut, Jawa Barat. Penelitian dilakukan di laboratorium Sentral Universitas Padjajaran Jatinangor, Bandung.

Pembuatan larutan standar Ditimbang sebanyak 25 mg *bisphenol-A* (BPA) murni dilarutkan dengan aquadestilata, dimasukan ke dalam labu dasar bulat 25 mL sampai tanda batas. Konsentrasi larutan induk *bisphenol-A* (BPA) adalah 1000 ppm.

Screening panjang gelombang *bisphenol-A* dilakukan dengan mengambil larutan standar *bisphenol-A* (BPA) sebanyak 200 μ L dimasukkan ke labu ukur 10 mL kemudian diencerkan dengan air suling sampai tanda batas 10 mL ($C = 20$ ppm) diukur pada rentang panjang gelombang 230-400 nm dengan spektrofotometri UV.

Dibuat sebanyak 6 konsentrasi larutan untuk penentuan kurva kalibrasi. Dipipet sebanyak 100 μ L; 200 μ L; 300 μ L; 400 μ L; 500 μ L, dan 600 μ L. Masing-masing dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL. Kemudian masing-masing larutan ditambahkan air suling sampai garis tanda batas ($C = 10$ ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, 50 ppm dan 60 ppm). Larutan diukur pada panjang gelombang maksimum 275 nm dengan spektrofotometri UV.

Verifikasi Metode Analisis

Uji Linieritas

Linearitas merupakan kemampuan suatu metode analisis untuk memperoleh hasil-hasil uji yang secara langsung atau setelah diolah secara matematis sebanding dengan konsentrasi analit yang ada dalam sampel dalam batas rentang konsentrasi tertentu. Linieritas dapat diukur dengan melakukan pengukuran tunggal pada konsentrasi yang berbeda-beda. Sebagai parameter adanya hubungan linier digunakan koefisien korelasi pada analisis regresi linier :

$$y = bx + a \quad (1)$$

Uji Presisi

Dibuat 6 buah larutan dengan konsentrasi 40 ppm dari larutan standar. Lalu diukur serapannya pada panjang gelombang maksimum 275 nm dengan spektrofotometri UV.

Uji Akurasi

Pengujian akurasi *bisphenol-A*, larutan standar dibagi menjadi tiga kelompok.

Kelompok pertama dipipet sebanyak 5 mL sampel dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL dan ditambahkan 200 μ L larutan standar, kemudian ditambahkan air suling sampai tanda batas ($C = 20$ ppm). Kelompok kedua dipipet sebanyak 5 mL sampel dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL dan ditambahkan 300 μ L larutan standar, kemudian ditambahkan air suling sampai tanda batasan ($C = 30$ ppm). Kelompok ketiga dipipet sebanyak 5 mL sampel dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL dan ditambahkan 500 μ L larutan standar, ditambahkan air suling sampai tanda batas ($C = 50$ ppm). Dibuat tiga kali pengulangan untuk masing-masing kelompok. Masing-masing larutan diukur serapannya pada panjang gelombang maksimum 275 nm dengan spektrofotometri UV.

Limit of Detection (LOD) dan Limit of Quantitation (LOQ)

Batas deteksi menunjukkan konsentrasi analit terendah yang masih dapat terukur oleh alat dan masih memberikan respon signifikan dibandingkan dengan blanko. Batas deteksi dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$LOD = 3 \times \frac{Sy/X}{Slope} \quad (2)$$

Sedangkan batas kuantitasi merupakan kuantitas atau jumlah analit dalam sampel yang masih dapat memenuhi kriteria presisi dan akurasi, dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$LOD = 10 \times \frac{Sy/X}{Slope} \quad (3)$$

Preparasi Sampel

Preparasi sampel dilakukan terhadap 3 sampel kemasan botol plastik berbahan dasar polikarbonat yang diduga telah mengandung *bisphenol-A* (BPA). Air diisi ke dalam 3 kemasan tersebut dan diberikan perlakuan yang berbeda. Kemasan pertama yaitu kemasan polikarbonat (PC) ditambahkan air pada suhu ruangan selama 24 jam dengan suhu 23°C, kemasan kedua yaitu kemasan polikarbonat (PC) ditambahkan air dengan suhu 100°C selama 30 menit, dan kemasan ketiga yaitu kemasan polikarbonat (PC) yang ditambahkan air kemudian dipaparkan sinar matahari selama 7 jam dengan suhu 30°C, dimana ketiga kemasan keesokan harinya dilakukan

pengukuran dengan menggunakan spektrofotometri UV.

Pengukuran Bisphenol-A (BPA) Dalam Sampel Kemasan Polikarbonat (PC)

Larutan sampel yang didapatkan dari beberapa perlakuan air dalam kemasan. Sampel diambil sebanyak 5 mL lalu diukur absorbannya pada panjang gelombang 275 nm sebanyak 3 kali pengukuran.

Pengolahan Data

Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan persamaan regresi $y = bx + a$, sehingga diperoleh kadar bisphenol-A (BPA) masing-masing sampel

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini diawali dengan penentuan panjang gelombang maksimum yang

menunjukkan kurva hubungan antara absorbansi dengan panjang gelombang dari suatu larutan standar pada konsentrasi tertentu. Penentuan kurva serapan bisphenol A dilakukan pada larutan konsentrasi 20 ppm dan diukur pada panjang gelombang 200-400 nm. Panjang gelombang maksimum yang diperoleh untuk bisphenol-A adalah 275 nm, dimana hasil tersebut mendekati panjang gelombang maksimum secara teoritis (Hammad *et al.*, 2015).

Selanjutnya dilakukan verifikasi metode analisis terlebih dahulu sebelum pengukuran kadar sampel untuk membuktikan bahwa metode dapat digunakan di laboratorium yang ada. Parameter yang diukur diantaranya yaitu uji linearitas, uji presisi, uji akurasi, batas deteksi (LOD) dan batas kuantitasi (LOQ). (Harmita, 2004) Verifikasi metode analisis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Batas Deteksi (LOD) dan Batas Kuantitasi (LOQ)

No.	X (ppm)	Y (Absorban alat)	Yi (Absorban hitungan)	Y-Yi	(Y-Yi) ²
1	10	0,1416	0,1418	0,0002	0,00000004
2	20	0,2833	0,2838	0,0005	0,00000020
3	30	0,4216	0,4258	-0,0042	0,00001760
4	40	0,5784	0,5678	0,0106	0,00011240
5	50	0,7105	0,7098	0,0007	0,00000490
6	60	0,8498	0,8518	-0,0020	0,00000490
					Σ 0,00013914

Persamaan regresi linier y = 0,0142x + 0,0002

Batas simpangan baku residual = $\sqrt{\frac{\sum(Y-Y_i)^2}{n-1}}$
 = $\sqrt{\frac{0,00013914}{6-1}}$
 = $\sqrt{0,0000278}$
 = $\sqrt{0,00527}$

Batas deteksi (LOD) = $\frac{3 \times SB}{Slope}$
 = $\frac{3 \times 0,00527}{0,0142}$
 = 1,113 ppm

$$\begin{aligned} \text{Batas kuantitasi (LOQ)} &= \frac{10 \times \text{SB}}{\text{Slope}} \\ &= \frac{10 \times 0,00527}{0,0142} \\ &= 3,711 \text{ ppm} \end{aligned}$$

Pada uji linearitas dilakukan pengukuran larutan seri berbagai konsentrasi *bisphenol-A* yang terdiri dari 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, 50 ppm, dan 60 ppm dan diukur pada panjang gelombang maksimum 275 nm. Diperoleh persamaan regresi linier $y = 0,0142x + 0,0002$ dengan nilai $r^2 = 0,9998$. Dari hasil data kurva kalibrasi dapat disimpulkan bahwa uji linearitas memenuhi persyaratan yaitu nilai kurva kalibrasi dapat dikatakan linier apabila memiliki nilai $r^2 > 0,995$. (Harmita, 2004)

Berdasarkan hasil uji akurasi, diperoleh nilai rata-rata persen perolehan kembali untuk

larutan standar *bisphenol-A* konsentrasi 20 ppm sebesar 99,13%, larutan konsentrasi 30 ppm sebesar 100,162% dan larutan konsentrasi 50 ppm sebesar 100,00%. Dapat disimpulkan bahwa pada setiap konsentrasi memiliki hasil akurasi yang baik pada analisis kadar *bisphenol-A*, karena memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh ICH (*International Conference On Harmonisation*) dimana nilai perolehan kembali yang dianjurkan pada rentang 80-120% (*International Conference on Harmonisation*, 1995). Hasil uji akurasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Akurasi Biosphenol-A

Konsentrasi <i>bisphenol-A</i> (ppm)	Replikasi	Absorbansi	Kadar hasil <i>bisphenol-A</i> (ppm)	% Recovery (x)
20 ppm	1	0,2840	20,014	100,07%
	2	0,2764	19,979	97,395%
	3	0,2836	19,986	99,93%
	Rata-rata			99,13%
30 ppm	1	0,4302	30,309	101,030%
	2	0,4238	29,859	99,530%
	3	0,4255	29,978	99,927%
	Rata-rata			100,162%
50 ppm	1	0,4302	50,028	100,056%
	2	0,4238	50,113	100,226%
	3	0,4255	49,873	99,746%
	Rata-rata			100,00%

$$\% \text{ Recovery} = \frac{\text{Kadar Hasil}}{\text{Kadar Sebenarnya}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Recovery} = \frac{20,014}{20} \times 100\% = 100,07\%$$

Uji presisi diukur sebagai simpangan baku atau RSD (simpangan baku relatif) dengan syarat memberikan nilai % RSD kurang dari 2%. Hasil % RSD untuk *bisphenol-A* dengan

konsentrasi 40 ppm sebesar 0,607%, dapat disimpulkan bahwa uji presisi memenuhi syarat (Harmita, 2004). Hasil uji presisi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Presisi

Konsentrasi (ppm)	Absorban	Kadar Hasil <i>bisphenol-A</i> (ppm)	% Recovery (x)	$x-\bar{x}$	$(x-\bar{x})^2$
40	0,5695	40,112	100,280%	-0,538	0,289
40	0,5702	40,164	100,422%	-0,396	0,157
40	0,5692	40,098	100,245%	-0,573	0,328
40	0,5768	40,634	101,585%	0,767	0,588
40	0,5726	40,338	100,845%	0,027	0,001
40	0,5765	40,613	101,532%	0,714	0,501
			Σ 604,909%		Σ 1,873
			\bar{x} 100,818%		

$$\begin{aligned}
 \text{RSD} &= \frac{\text{Standar Deviasi (SD)}}{\text{Rata-rata data } (\bar{x})} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{\frac{\Sigma(x-\bar{x})^2}{n-1}}}{100,818\%} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{\frac{1,873}{6-1}}}{100,818\%} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{0,375}}{100,818\%} \times 100\% \\
 &= 0,607\%
 \end{aligned}$$

Batas deteksi (LOD) diperoleh dari persamaan regresi linier untuk *bisphenol-A* sebesar 1,113 ppm dan batas kuantitasi (LOQ) sebesar 3,711 ppm. Nilai LOD adalah nilai konsentrasi pada saat (*signal to noise*) $S/N = 3$ sedangkan LOQ adalah nilai $S/N = 10$. Dan dapat ditentukan dengan standar deviasi (SD) $LOD = 3 \text{ SD}$ dan $LOQ = 10 \text{ SD}$. Batas deteksi (LOD) untuk mengetahui jumlah terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi dan masih memberikan respon yang signifikan dibandingkan dengan blanko, sedangkan batas kuantitasi (LOQ) merupakan parameter pada

analisis renik dan diartikan sebagai kuantitas terkecil analit dalam sampel yang masih memenuhi kriteria cermat dan seksama (Harmita, 2004).

Setelah dilakukan verifikasi metode analisis, maka dilakukan penetapan kadar *bisphenol-A* pada sampel. Sampel uji yang telah disiapkan kemudian diukur pada panjang gelombang 275 nm. Dimana pengukuran absorban tiga kali replikasi. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir kesalahan dari nilai sebenarnya pada pengukuran. Hasil kadar *Bisphenol-A* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar *Bisphenol-A* Pada Botol Polikarbonat

Kategori Sampel	Jenis Sampel	Kadar BPA dibotol PC (ppm)
Suhu ruangan 23°C selama 24 jam	Botol PC 1 A	0
	Botol PC 1 B	0
	Botol PC 1 C	0
Paparasi matahari suhu berkisar 30°C selama 7 jam	Botol PC 2 A	0,0257
	Botol PC 2 B	0,0211
	Botol PC 2 C	0,0234
Air panas 100°C selama 30 menit	Botol PC 3 A	0,0468
	Botol PC 3 B	0,0495
	Botol PC 3 C	0,0445

Dari data di atas kadar *bisphenol-A* pada kemasan botol polikarbonat yang disimpan pada suhu ruangan 23°C selama 24 jam BPC 1 A, BPC 1 B, dan BPC 1 C menghasilkan kadar *bisphenol-A* 0 ppm (tidak terdeteksi adanya *bisphenol-A*). Hal ini disebabkan karena kemasan botol polikarbonat tidak dipengaruhi oleh suhu tinggi, sehingga tidak terjadi hidrolisis plastik polikarbonat yang dapat menghasilkan pembentukan jejak BPA pada permukaan botol plastik dan tidak bermigrasi ke dalam air (Hoekstra & Somoneau, 2013).

Pada kategori sampel paparan matahari suhu berkisar 30°C dilakukan selama 7 jam kemudian keesokan hari dilakukan pemeriksaan sampel. Alasan memilih kondisi sampel ini karena kebiasaan masyarakat menyimpan atau membawa botol langsung terkena paparan matahari dalam waktu lama. Dimana dari data hasil uji kadar *bisphenol-A* dalam kemasan botol polikarbonat kadar yang didapat BPC 2 A ; 0,0257 ppm, BPC 2 B ; 0,0211 ppm, dan BPC 3 C ; 0,0257 ppm. Hal ini disebabkan karena kemasan botol polikarbonat dipengaruhi oleh suhu cukup tinggi dan waktu kontak yang cukup lama, sehingga terjadi hidrolisis plastik polikarbonat yang dapat menghasilkan pembentukan jejak BPA pada permukaan botol plastik dan akan bermigrasi ke dalam air (Sun, 2015).

Selanjutnya pada kategori sampel air panas 100°C ditunggu selama 30 menit karena kebiasaan masyarakat sebelum meminum air panas ditingkatkan terlebih dahulu kurang lebih 30 menit. Dan pada suhu 47°C dilakukan pengukuran kadar yang didapat BPC 3 A ; 0,0257 ppm, BPC 3 B ; 0,0211 ppm, dan sampel BPC 3 C ; 0,0257 ppm. Dari data di atas *bisphenol-A* bermigrasi dari botol polikarbonat ke dalam air. Hal ini disebabkan karena kemasan botol polikarbonat dipengaruhi oleh suhu tinggi sehingga terjadi hidrolisis plastik polikarbonat yang dapat menghasilkan pembentukan jejak BPA pada permukaan botol plastik dan akan bermigrasi ke dalam air (Hoekstra & Somoneau, 2013).

Dari data yang diperoleh sampel penyimpanan air pada botol PC perlakuan suhu matahari 30°C selama 7 jam dan air panas 100°C selama 30 menit migrasi *bisphenol-A* tidak melebihi batas migrasi menurut standar Kepala Badan POM No.

HK.03.1.23.07.11.6664 tentang pengawasan pangan tahun 2011, ditetapkan bahwa batas maksimum migrasi *bisphenol-A* (BPA) dari botol susu 0,3 ppm dan untuk botol minuman dan peralatan makan lainnya 0.6 ppm (BPOM RI, 2012).

Kemasan botol polikarbonat mengandung *bisphenol-A* karena dalam proses pembuatan botol polikarbonat ditambahkan monomer *bisphenol-A* dengan karbonil *dichloride*/COCl₂ sehingga akan menghasilkan polikarbonat. *Bisphenol-A* dapat larut pada suhu 25°C, sehingga sampel yang diberi perlakuan suhu lebih dari 25°C dapat menyebabkan terjadinya migrasi *bisphenol-A* pada air dalam kemasan botol polikarbonat (Aldirch, 2006).

Kadar *bisphenol-A* yang meningkat melebihi batasan ditetapkan dapat menyebabkan gangguan kesehatan yaitu efek "mimic" (menyerupai) estrogen, yang dapat mengganggu hormon estrogen itu sendiri, merusak kromosom pada ovarium. Sehingga kadar *bisphenol-A* perlu diperhatikan. *Bisphenol-A* merupakan bahan kimia yang dapat meniru dan memblokir kerja hormon estrogen yang ada di dalam tubuh, sehingga apabila *bisphenol-A* menghambat kerja hormon estrogen pada wanita dapat menyebabkan sel-sel kanker payudara untuk berkembangbiak menjadi meningkat dan memiliki resiko kanker payudara. Dan untuk pria dapat menurunkan kadar sperma (Omer, Ahmed, & Elbashir, 2016).

Sikap preventif yang harus dilakukan yaitu menghindari pemakaian botol berlogo daur ulang No.7 PC dan memilih botol berlogo BPA FREE. Serta tidak memanaskan botol dengan *microwave*. Sebaiknya mengganti botol minuman dengan kode daur ulang No.2 (*High Density Polyethylene*) HDPE, No.4 (*Linear Low Density Polyethylene*) LLDPE dan No.5 (*Polypropylene*) PP jenis plastik yang titik leleh dan titik melunak (*softening point*) tinggi (di atas 100°C). Plastik jenis tersebut relatif aman jika digunakan pada suhu tinggi.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada sampel botol polikarbonat yang disimpan pada suhu ruangan 23°C tidak mengandung *bisphenol-A*. Sedangkan pada sampel yang disimpan pada suhu paparan sinar

matahari berkisar 30°C mengandung *bisphenol-A* BPC 2 A, BPC 2 B, dan BPC 2 C masing-masing sebanyak 0,0257 ppm, 0,0211 ppm dan 0,0234 ppm. Selanjutnya, sampel yang ditambahkan air panas pada suhu 100°C mengandung *bisphenol-A* BPC 3 A, BPC 3 B dan BPC 3 C masing-masing sebanyak 0,0468 ppm, 0,0495 ppm, dan 0,0445 ppm. Dapat disimpulkan bahwa suhu penyimpanan botol air minum berpengaruh terhadap migrasi *bisphenol-A* dari kemasan botol polikarbonat ke air di dalamnya, dan kadar yang bermigrasi masih memenuhi syarat batas maksimal 0,6 ppm menurut Peraturan Kepala Badan POM. No HK.03.1.23.07.11.6664.

DAFTAR PUSTAKA

- BPOM RI. 2012. Petunjuk Meminimalkan Terbentuknya Cemar Kimia Pada Pangan Siap Saji dan pangan Industri Rumah Tangga Sebagai Pangan Jajanan Anak Sekolah. ISBN 978-602-3665-12-9. 23.
- Menteri Kelautan. Kementerian Koordinator Bidang kemaritiman. 2018. Kajian Cepat LAPORAN SINTESIS. *Public Disclosure Authorized* WBG. 23.
- Felixon K. 2011. Penelitian Terhadap Pengembangan Penggunaan Material Plastik Polikarbonat Pada Selubung Bangunan. ISBN: 979-587-359-4. 116-124.
- Indraswati D. 2017. Pengemasan Makanan. Forum Ilmiah Kesehatan (FORIKES). 27-30.
- European Food Safety Authority. 2015. Scientific Opinion On The Risk Of Public Health Related To The Presence of Bisphenol in Foodstuffs: Executive Summary. *EFSA Journal*. 3.
- Ramdhani, N., Herlina, & Utama, A. J. 2018. Penetapan Kadar Natrium Sikimat Pada Minuman Ringan Kemasan Dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri UV. *Jurnal Mandala Pharmakon Indonesia*. 4(1): 7-12.
- Omer L, Ahmed H, and Elbashir A. 2016. Determination of Bisphenol-A in Exposed Bottle Water Samples To Direct Sunlight Using Multiwalled Carbon Nanotubes as Solid Phase Extraction Sorbent. *Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology*. 8(7): 51-7.
- Hammad AY, Awad FM, dan Abdelgadir WSA. 2015. Penentuan Jumlah Bisphenol-A di Obat dan Air Minum Kontainer di Khartoum Negara Sudan. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*. 602-612
- Harmita. 2004. Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. 1(3):117-35.
- Hoekstra E.J dan Simoneau C. 2013. Pelepasan Bisphenol-A dari Polikarbonat ulasan. *Ilmu Pangan dan Gizi*. 5(3): 401.
- International Conference on Harmonisation. 1995. Validation Of Analytical Procedures. Definitions and terminology. 381/95
- Sigma-Aldrich. 2006. Safety Data Sheet. Laboratory Chemicals. 1(8): 8.
- Sun, C. L. 2015. Migrasi Bisphenol-A di Botol Susu. National University of Singapore: 1-5.