

ANALYSIS OF BISPHENOL-A (BPA) LEVELS IN POLYCARBONATE (PC) GALLON BOTTLES MIGRATED TO ETHANOL SIMULANT BY HPLC IN MANOKWARI REGENCY

ANALISIS MIGRASI KADAR BISFENOL-A (BPA) PADA GALON POLIKARBONAT (PC) KE LARUTAN SIMULAN ETANOL MENGGUNAKAN HPLC DI KABUPATEN MANOKWARI

Faizaan Ahmad^{1,*}, Markus Heryanto Langsa¹, Bertha Mangallo¹, Aan Sulistiawan²

¹Jurusan Kimia FMIPA Universitas Papua Jl. Gunung Salju Amban, Manokwari, 98314, Papua Barat;

²Laboratorium BPOM Manokwari Jl. Angkasa Mulyono, Amban, Manokwari, Papua Barat.

*Email penulis/koresponden: afaizaan358@gmail.com

ABSTRACT

Polycarbonate (PC) gallon containers are known to contain Bisphenol-A (BPA), a compound that may migrate into the water and pose health risks, particularly when exposed to high temperatures. This study aims to analyze the migration levels of BPA from No. 7 PC gallon containers into a 20% ethanol simulant solution, reflecting the conditions of products circulated in Manokwari Regency. Samples were incubated at 60°C for two different durations: 2 hours and 10 days. The analysis was performed using High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) with a fluorescence detector. The results indicated that incubation time affected BPA migration levels. No BPA migration was detected after 2 hours of incubation; however, after 10 days, BPA was detected at concentrations ranging from 0.007 to 0.017 ppm. Furthermore, an analysis of 18 No. 7 PC gallon samples available in the Manokwari market showed that all samples contained BPA, with concentrations ranging from 0.005 to 0.185 ppm. All detected BPA levels remained below the maximum limit set by the Indonesian National Agency of Drug and Food Control (BPOM Regulation No. 20 of 2019), which is 0.6 ppm.

Keywords: Bisphenol-A (BPA); Polycarbonate; Water gallon; HPLC.

PENDAHULUAN

Dinamika pertumbuhan populasi telah menciptakan peningkatan signifikan terhadap kebutuhan air untuk berbagai keperluan, terutama konsumsi air minum. Pada kawasan perkotaan seperti Manokwari, masyarakat kini lebih memilih solusi yang ekonomis dan praktis dalam pemenuhan kebutuhan air minum. Berdasarkan laporan dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Papua Barat tahun 2024, terjadi fluktuasi yang menarik pada persentase rumah tangga

dengan akses terhadap air minum layak yang bersumber dari air kemasan bermerek dan air isi ulang di Manokwari selama kurun waktu 2019-2023. Tercatat angka sebesar 38,81% pada 2019, mengalami penurunan menjadi 24,31% pada 2020, lalu terjadi lonjakan drastis di tahun 2021-2023 masing-masing sebanyak 86,2%, 81,05%, dan 83,27% (bps.go.id, 2024).

Air minum dalam kemasan (AMDK) galon isi ulang diterima secara luas oleh masyarakat di Indonesia karena kepraktisan dan harganya yang terjangkau. Akan tetapi,

terdapat kekhawatiran terkait keamanan material plastik pada galon, yang mengandung bahan kimia Bisfenol A atau BPA khususnya yang berbahan polikarbonat. Kombinasi BPA dengan fosgen atau karbonil diklorida merupakan senyawa-senyawa pembentuk dari polikarbonat, mempunyai ciri-ciri plastik transparan dengan ketebalan mencapai 5 sentimeter (Rochester, 2013).

Pemicu gangguan sistem endokrin, menyebabkan kerusakan organ reproduksi, menurunkan produksi sperma, meningkatkan risiko kanker testis, memicu pubertas dini, berkontribusi terhadap peningkatan berat badan, serta menimbulkan komplikasi kehamilan. Penyakit-penyakit tersebut memiliki salah satu faktor pemicu, yaitu kandungan BPA pada kemasan plastik polikarbonat yang membahayakan kesehatan manusia jika terpapar melebihi ambang batas. (Ilmiawati *et al.*, 2017; Lubis *et al.*, 2021). Studi terdahulu mengungkapkan bahwa paparan BPA berkorelasi dengan dampak negatif terhadap kesehatan manusia. BPA dapat meniru fungsi hormon estrogen dan mempengaruhi keseimbangan hormonal, berpotensi memicu gangguan fungsi reproduksi, abnormalitas perkembangan janin, dan disfungsi sistem saraf. Beberapa penelitian juga mengindikasikan hubungan antara paparan BPA dengan peningkatan risiko penyakit kronis seperti obesitas, diabetes, gangguan kardiovaskular, dan berbagai jenis kanker (Rubin, 2011).

Migrasinya BPA dari kemasan galon ke air minum dipicu oleh penanganan penyimpanan yang tidak tepat, paparan terhadap suhu tinggi, atau mengalami masa penyimpanan berkepanjangan. Kemasan galon yang terpapar suhu panas matahari dalam jangka waktu lama saat penyimpanan dapat mengalami senyawa BPA pada galon polikarbonat bermigrasi ke air di dalamnya (Santyingtyas *et al.*, 2023).

Penelitian komprehensif mengenai kadar BPA dalam produk air minum dalam kemasan galon menjadi sangat krusial untuk memberikan gambaran akurat terkait tingkat

paparan BPA yang dialami konsumen, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi laju migrasi BPA dari kemasan ke air (Ginter-Kramarczyk *et al.*, 2022a; Omer *et al.*, 2016; Parto *et al.*, 2022). Beberapa produsen air minum telah mengembangkan alternatif kemasan yang diklaim lebih aman, seperti galon berbahan polietilen tereftalat (PET) yang bebas BPA (Yun *et al.*, 2018). Meski demikian, galon berbahan polikarbonat masih dapat ditemukan dan masih digunakan oleh masyarakat karena ketahanannya dan kemampuannya untuk digunakan berulang.

Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) melalui Peraturan BPOM Nomor 20 Tahun 2019 tentang Kemasan Pangan telah menetapkan ambang batas maksimal migrasi BPA dari kemasan plastik polikarbonat sebesar 0,6 ppm (pom.go.id, 2021). Mengingat pola konsumsi air galon yang rutin, akumulasi paparan BPA jangka panjang berpotensi menimbulkan risiko kesehatan serius (Kang *et al.*, 2006). BPOM telah mendorong pelaku usaha galon untuk memasang stiker peringatan bahaya BPA pada produk yang dipasarkan.

Meskipun telah banyak penelitian mengenai bahaya BPA, terdapat kesenjangan penelitian mengenai kadar dan pola migrasi BPA pada air minum kemasan galon di wilayah dengan karakteristik geografis dan iklim spesifik seperti Indonesia terutama kabupaten Manokwari. Kondisi iklim tropis dengan intensitas sinar matahari tinggi dan kelembaban udara yang relatif tinggi di Manokwari menjadi faktor risiko tambahan yang berpotensi mempercepat laju migrasi BPA dari kemasan ke air (Ginter-Kramarczyk *et al.*, 2022). hingga saat ini belum banyak penelitian lokal yang mengukur secara langsung kadar migrasi BPA dalam air galon isi ulang di wilayah kabupaten Manokwari.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar BPA pada kemasan galon air minum yang beredar di kabupaten Manokwari berbahan dasar polikarbonat (PC) No. 7 dengan simulasi etanol 20% dengan

perbandingan lama inkubasi selama 10 hari dan 2 jam dalam oven bersuhu 60°C yang dianalisis menggunakan instrumen HPLC detektor fluoresens. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah bagi konsumen, pelaku usaha, dan regulator dalam mengambil kebijakan yang lebih tepat terkait penggunaan kemasan plastik berbahan polikarbonat di kabupaten Manokwari.

METODE PENELITIAN

Penetapan kadar BPA hasil inkubasi sampel kemasan galon polikarbonat (PC) No. 7 dengan simulan etanol 20% dapat dilakukan menggunakan teknik Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (HPLC) yang efektif untuk analisis senyawa organik seperti BPA (Febriani *et al.*, 2024). Analisis kadar BPA hasil inkubasi mencakup tahapan persiapan sampel, inkubasi sampel, pemurnian, dan analisis menggunakan instrumen HPLC detektor fluoresens.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan yaitu; sampel galon kode No.7 (PC), baku BPA bersertifikat sebagai pembanding, metanol HPLC *grade*, Aquadem HPLC *grade*, dan etanol 20%. Adapun alat yang digunakan pada penelitian yaitu; HPLC Shimadzu LC 10 AB PROMINENCE, kolom Shim-pack Agilent ZORBAX Eclipse Plus C18 Analytical 4,6 x 250 mm ukuran partikel 5 µm, detektor fluoresen, filter berukuran pori 0,45 µm, oven, ultrasonik degas, timbangan analitik, sudip/spatula lab, mikropipet, gelas beaker, gelas ukur, labu ukur, vial HPLC, dan gurinda.

Pengambilan Sampel

Sebanyak delapan belas jenis sampel air minum dalam kemasan galon kode No. 7 polikarbonat (PC). diberi label 1, 2, 3, hingga, 18. Delapan belas sampel tersebut diperoleh dari minimarket di kabupaten Manokwari.

Preparasi Sampel Galon

Sampel galon dipotong pada tiga titik,

yaitu bagian atas, tengah, dan alas galon, dengan ukuran potongan 5x5 cm. Tiga bagian potongan galon dimasukkan ke dalam gelas beaker dan direndam dengan larutan simulan etanol HPLC *grade* konsentrasi 20%. Konsentrasi etanol 20% dipilih sebagai larutan simulan karena memberikan keseimbangan optimal dalam ekstraksi BPA, tanpa merusak polimer dan tetap menghasilkan data yang akurat serta stabil selama inkubasi, dengan deteksi yang baik menggunakan instrumen HPLC (Laatikainen *et al.*, 2014.; Hamilton Company., 2024). Sampel kemudian diinkubasi dalam oven pada suhu 60°C dengan perbandingan lama waktu 10 hari dan 2 jam. Pada setiap perlakuan lama waktu inkubasi, digunakan empat sampel galon yang akan diinkubasi dalam oven. Perbandingan lama waktu diinkubasi sampel dalam oven selama 10 hari dan 2 jam bertujuan untuk membandingkan hasil kromatogram HPLC yang di dapatkan. Setelah didapatkan hasil analisis kandungan BPA pada perbandingan kedua perlakuan tersebut, hasil terbaik dari perlakuan inkubasi akan diaplikasikan untuk menganalisis kandungan BPA pada ke-18 sampel air minum dalam kemasan galon kode No. 7 berbahan dasar polikarbonat (PC) yang beredar di kabupaten Manokwari.

Larutan uji adalah sampel galon yang telah diinkubasi dengan simulan etanol HPLC *grade* konsentrasi 20% selama 10 hari dan 2 jam dalam oven bersuhu 60°C. Sampel disaring menggunakan membran filter 0,45 µm dan filtrat yang diperoleh dimasukkan dalam vial HPLC untuk dianalisis.

Prosedur Penelitian

Larutan baku induk BPA (1000 ppm) dibuat dengan menimbang saksama sejumlah lebih kurang 10,0 mg baku Bisfenol-A murni, dimasukkan ke dalam labu tentukur gelap 10 mL, dilarutkan dalam metanol HPLC *grade* hingga tanda.

Larutan baku kerja berkonsentrasi 0,005 ppm, 0,01 ppm, 0,02 ppm, 0,03 ppm, 0,04 ppm, 0,05 ppm, 0,1 ppm, 0,2 ppm, 0,4 ppm,

dan 0,8 ppm diencerkan sejumlah tertentu (μL) dari Larutan Baku Antara I (20 ppm) atau II (0,25 ppm). kemudian diencerkan menggunakan larutan simulan, yaitu etanol HPLC *grade* konsentrasi 20% , dalam vial HPLC berwarna gelap. Larutan baku kerja dengan berbagai konsentrasi diuji untuk mendapatkan kurva kalibras.

Larutan uji dan larutan baku kerja diinjeksikan secara berurutan ke sistem HPLC dengan fase gerak metanol HPLC *grade* : air (70 : 30), kolom Zorbax 5 μm C18 4,6 x 250 mm S/N USUXA60213, detektor fluoresen, eksitasi 235 nm, emisi: 317 nm, laju alir 0,5 ml/menit, dan volume penyuntikan 20 μL .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Pengaruh Lama Waktu Inkubasi Terhadap Migrasi BPA

Etanol konsentrasi 20% dipilih sebagai larutan simulan berdasarkan berbagai kajian yang menunjukkan bahwa kadar ini memberikan keseimbangan yang baik dalam proses ekstraksi. Konsentrasi yang lebih tinggi berpotensi merusak polimer dan menghasilkan data yang tidak akurat, sedangkan konsentrasi yang lebih rendah kurang efektif dalam mengekstrak BPA. Selama proses inkubasi, etanol 20% menunjukkan stabilitas yang baik dan hasil analisisnya dapat dideteksi dengan mudah

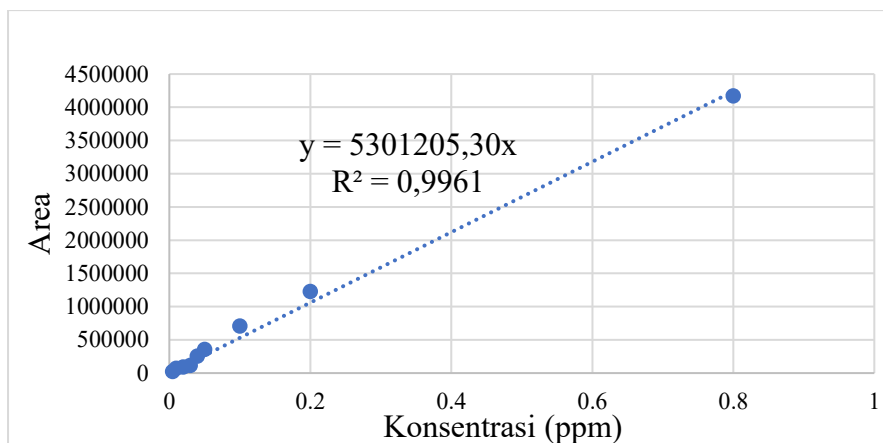
pada instrumen HPLC (Laatikainen *et al.*, 2014.; Hamilton Company., 2024.)

Baku standar/baku kerja dan sampel diinjeksikan secara berurutan ke dalam sistem HPLC, dan respons detektor dicatat dalam bentuk kromatogram. Kromatogram ini kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi dan mengkuantifikasi BPA berdasarkan waktu retensi dan luas area puncak. Kalibrasi dilakukan dengan memplot luas area puncak baku standar terhadap konsentrasinya. Hasil analisis kromatogram dari injeksi baku standar disajikan pada Tabel 1.

Grafik kurva kalibrasi baku kerja BPA dibuat dengan menggunakan serangkaian standar BPA dengan konsentrasi yang berbeda 0,005-0,8 ppm. Konsentrasi standar diplot pada sumbu x dan luas area puncak sumbu y. Berdasarkan plot ini, didapatkan kurva kalibrasi sebagai Grafik 1. Persamaan garis lurus yang diperoleh, yaitu $y = 5301205,30x$ dengan nilai $R^2 = 0,9961$, digunakan untuk menghitung konsentrasi BPA dalam sampel. Hasil perhitungan konsentrasi untuk sampel inkubasi 2 jam dan 10 hari disajikan pada Tabel 2. dan Tabel 3. berturut-turut.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Baku Kerja BPA

Baku	Konsentrasi (ppm)	Area
1	0,005	21215
2	0,01	69524
3	0,02	91799
4	0,03	113038
5	0,04	252687
6	0,05	353822
7	0,1	707182
8	0,2	1228746
9	0,8	4171033



Grafik 1. Kurva Kalibrasi Baku Kerja BPA

Tabel 2. Hasil Pengukuran Sampel Inkubasi Kemasan Galon Selama 2 Jam

Sampel	RT (minute)	Area	Konsentrasi (ppm)
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0

Tabel 3. Hasil Pengukuran Sampel Inkubasi Kemasan Galon Selama 10 Hari

Sampel	RT (minute)	Area	Konsentrasi (ppm)
1	10,729	34827	0,007
2	10,728	60496	0,011
3	10,722	92016	0,017
4	10,726	63476	0,012

Analisis terhadap sampel galon PC yang direndam dalam larutan simulan etanol 20% dalam oven dengan suhu 60°C menunjukkan hasil yang kontras. Pada sampel yang direndam selama dua jam (Tabel 2), senyawa BPA tidak ditemukan pada kromatogram baik berupa RT dan area peak. Namun, BPA terdeteksi pada sampel yang direndam selama sepuluh hari (Tabel 3). Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa suhu dan waktu penyimpanan merupakan faktor yang mempengaruhi migrasinya kandungan BPA pada galon PC ke air yang disimpan dalam galon PC. Hal ini sejalan dengan penelitian Baz *et al.* (2023) yang menemukan bahwa peningkatan suhu penyimpanan pada kemasan plastik air minum berkorelasi dengan peningkatan pelepasan BPA ke dalam air. Selain itu Fan *et al.* (2014);

Kubwabo *et al.* (2009) juga menemukan adanya peningkatan kadar BPA yang bermigrasi dari material botol ke dalam air minum selama periode penyimpanan.

Hasil Uji BPA Pada 18 Sampel Galon PC No.7 Di Kabupaten Manokwari

Perbandingan lama waktu inkubasi yang telah dilakukan didapatkan hasil terbaik bahwa inkubasi selama 10 hari pada suhu 60°C dalam oven menghasilkan data yang paling representatif untuk sampel galon PC yang dianalisis dengan larutan simulan etanol 20%. Dengan demikian perlakuan lama waktu sampel kemasan galon inkubasi selama 10 hari pada suhu 60°C dengan larutan simulan etanol 20% diaplikasikan serupa pada ke-18 sampel air minum dalam kemasan galon PC yang beredar di

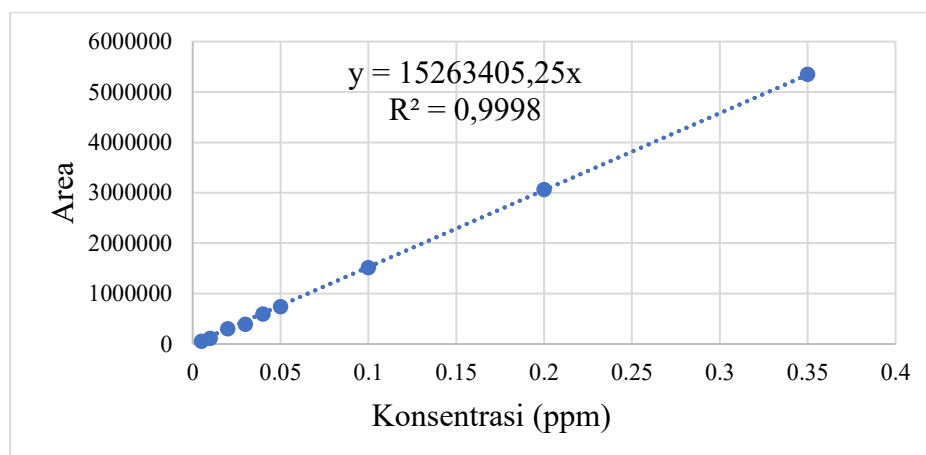
kabupaten Manokwari.

Standar/baku kerja BPA, serta delapan belas sampel galon PC yang telah diinkubasi selama 10 hari dengan larutan simulan etanol 20% dalam oven pada suhu 60°C, serta dianalisis secara berurutan menggunakan sistem Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT/HPLC) dengan kondisi sebagai berikut: fase gerak

campuran metanol : air (70 : 30), kolom Zorbax 5 um C18 4,6 x 250 mm S/N USUXA60213, detektor fluorezen (eksitasi 235 nm, emisi: 317 nm), laju alir 0,5 ml/menit, dan volume penyuntikan 20 µL. Hasil injeksi baku kerja BPA, dan sampel inkubasi kemasan galon PC yang beredar di Manokwari disajikan pada Tabel 4, Grafik 2 dan Tabel 5, berturut-turut.

Tabel 4. Hasil pengukuran baku kerja BPA

Baku	Konsentrasi (ppm)	RT (minute)	Area
1	0,005	10,758	54732
2	0,01	10,753	112058
3	0,02	10,741	303676
4	0,03	10,743	387700
5	0,04	10,74	595979
6	0,05	10,737	739166
7	0,1	10,717	1516603
8	0,2	10,642	3065384
9	0,35	10,732	5350384



Grafik 2. Kurva Kalibrasi Baku Kerja BPA

Tabel 5. Hasil Uji Senyawa BPA Pada Sampel Kemasan Galon No.7 PC Yang Beredar Di Kabupaten Manokwari

Sampel	RT (minute)	Area	Konsentrasi (ppm)
1	10,778	1427420	0,094
2	10,784	1371146	0,09
3	10,726	647252	0,042
4	10,724	280198	0,018
5	10,722	488328	0,032
6	10,782	529847	0,035
7	10,784	535215	0,035
8	10,73	2821010	0,185
9	10,732	501007	0,033

10	10,73	1187051	0,078
11	10,732	2159270	0,141
12	10,733	375796	0,025
13	10,743	1308108	0,086
14	10,733	2158264	0,141
15	10,754	72969	0,005
16	10,738	646803	0,042
17	10,743	1489813	0,098
18	10,746	1420846	0,093

Hasil uji senyawa BPA pada ke-18 sampel kemasan galon No.7 polikarbonat (PC) yang beredar di kabupaten Manokwari kadar tertinggi ditemukan pada sampel ke-8 (0,185 ppm), sedangkan kadar terendah pada sampel ke-15 (0,005).

Hasil analisis menggunakan instrumen HPLC ke-18 sampel menunjukkan bahwa sampel galon No.7 polikarbonat (PC) di Manokwari yang diinkubasi dengan larutan simulan etanol 20% pada oven suhu 60°C selama 10 hari tidak melebihi ambang batas maksimal migrasi BPA dari kemasan plastik polikarbonat sebesar 0,6 ppm menurut Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) melalui Peraturan BPOM Nomor 20 Tahun 2019 tentang Kemasan Pangan (pom.go.id, 2021).

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan oleh Fan *et al.* (2014); Kubwabo *et al.* (2009) yang menunjukkan bahwa suhu dan durasi penyimpanan memengaruhi migrasi BPA dari galon polikarbonat ke dalam air. Penelitian oleh (Lubis *et al.*, 2021) di Garut juga melaporkan keberadaan BPA dalam galon isi ulang. Pada suhu ruang, BPA tidak terdeteksi, namun pada paparan suhu $\pm 30^{\circ}\text{C}$ dan 100°C terjadi migrasi BPA hingga 0,0495 ppm. Meskipun demikian, kadar tersebut masih berada dalam batas aman sesuai peraturan BPOM, yaitu maksimum 0,6 ppm.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa lama waktu inkubasi berpengaruh signifikan terhadap migrasi BPA dari kemasan galon PC ke dalam larutan simulan etanol 20%.

BPA tidak terdeteksi bermigrasi pada inkubasi selama 2 jam, namun terdeteksi pada inkubasi selama 10 hari pada suhu 60°C dengan konsentrasi antara 0,007–0,017 ppm.

Pengujian terhadap 18 sampel galon PC No.7 yang beredar di Kabupaten Manokwari menunjukkan bahwa seluruh sampel mengandung BPA dalam kisaran 0,005–0,185 ppm. Seluruh kadar tersebut masih berada di bawah ambang batas maksimum yang ditetapkan oleh BPOM menurut Peraturan BPOM Nomor 20 Tahun 2019 tentang Kemasan Pangan, yaitu 0,6 ppm.

Meski demikian, deteksi keberadaan BPA dalam semua sampel mengindikasikan adanya potensi paparan jangka panjang terhadap konsumen, terutama jika kemasan tidak disimpan dengan baik atau digunakan berulang dalam kondisi lingkungan ekstrem. Oleh karena itu, temuan ini menekankan pentingnya edukasi tentang penanganan kemasan air minum dan perlunya pengawasan ketat terhadap penggunaan kemasan berbahan polikarbonat.

DAFTAR PUSTAKA

- Baz, L., Alharbi, A., Al-Zahrani, M., Alkhabbaz, S., Alsousou, R., & Aljawadri, H. (2023). The Effect of Different Storage Conditions on the Levels of Bisphenol A in Bottled Drinking Water in Jeddah City, Saudi Arabia. *Advances in Public Health*, 2023(1), 8278428.
- bps.go.id. (2024, April 17). *Distribusi Persentase Rumah Tangga Menurut Provinsi dan Sumber Air Minum, 2019*,

- 2020, 2021, 2022 dan 2023. Bps.Go.Id.
- Fan, Y.-Y., Zheng, J.-L., Ren, J.-H., Luo, J., Cui, X.-Y., & Ma, L. Q. (2014). Effects of storage temperature and duration on release of antimony and bisphenol A from polyethylene terephthalate drinking water bottles of China. *Environmental Pollution*, 192, 113–120.
- Febriani, M., Zuhrotun, A., & Apriani, E. F. (2024). Review: METODE PENETAPAN KADAR BISFENOL A PADA KEMASAN PANGAN. *Jurnal Penelitian Sains*, 26(2), 247. <https://doi.org/10.56064/jps.v26i2.1034>
- Ginter-Kramarczyk, D., Zembrzuska, J., Kruszelnicka, I., Zajac-Woźnialis, A., & Ciślak, M. (2022). Influence of temperature on the quantity of bisphenol A in bottled drinking water. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(9), 5710.
- Hamilton Company Case Study. (n.d.). *Analysis-BPA-Derivatives-in-Water-Bottles-App-Note*. Retrieved March 15, 2025, from <https://www.hamiltoncompany.com/laboratory-products/case-studies/poisoned-by-plastic-the-analysis-of-bpa-and-its-derivatives-in-water-bottles>
- Ilmiawati, C., Reza, M., Rahmatini, R., & Rustam, E. (2017). Edukasi Pemakaian Plastik sebagai Kemasan Makanan dan Minuman Serta Risikonya terhadap Kesehatan pada Komunitas di Kecamatan Bungus Teluk Kabung, Padang. *LOGISTA-Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 20–28.
- Kang, J.-H., Kondo, F., & Katayama, Y. (2006). Human exposure to bisphenol A. *Toxicology*, 226(2), 79–89. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tox.2006.06.009>
- Kubwabo, C., Kosarac, I., Stewart, B., Gauthier, B. R., Lalonde, K., & Lalonde, P. J. (2009). Migration of bisphenol A from plastic baby bottles, baby bottle liners and reusable polycarbonate drinking bottles. *Food Additives and Contaminants*, 26(6), 928–937.
- Laatikainen, K., Markku, L., Marek, B., Tuomo, S., & and Siren, H. (2014). Adsorption of Bisphenol A from Water-Ethanol Mixtures on Pulverized Activated Carbon. *Separation Science and Technology*, 49(5), 763–772. <https://doi.org/10.1080/01496395.2013.860462>
- Lubis, N., Soni, D., & Fuadi, M. D. S. (2021). PENGARUH SUHU PENYIMPANAN AIR MINUM PADA BOTOL KEMASAN POLYCARBONATE (PC) YANG BEREDAR DI DAERAH GARUT TERHADAP KADAR BISPHENOL-A (BPA) MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETRI ULTRAVIOLET. *Jurnal Kimia*, 223. <https://doi.org/10.24843/jchem.2021.v15.i02.p14>
- Omer, L., Ahmed, H., & Elbashir, A. (2016). Determination of bisphenol A in exposed bottled water samples to direct sun light using multi walled carbon nanotubes as solid phase extraction sorbent. *Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 8(7), 51–57.
- Parto, M., Aazami, J., Shamsi, Z., Zamani, A., & Savabieasfahani, M. (2022). Determination of bisphenol-A in plastic bottled water in markets of Zanjan, Iran. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 19(4), 3337–3344.
- pom.go.id. (2021, June 29). *PENJELASAN BADAN POM RI Tentang Kandungan Bisfenol A (BPA) dalam Air Minum dalam Kemasan (AMDK)*. Pom.Go.Id.
- Rochester, J. R. (2013). Bisphenol A and human health: A review of the literature. *Reproductive Toxicology*, 42, 132–155. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2013.08.008>

- Rubin, B. S. (2011). Bisphenol A: an endocrine disruptor with widespread exposure and multiple effects. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 127(1–2), 27–34.
- Santyningtyas, A. C., Wahjuni, E., & Fajri, F. B. (2023). LEGAL PROTECTION FOR REFILLABLE GALLON CONSUMERS DUE TO BISPHENOL A (BPA) CONTENT. *Majalah Ilmiah Dinamika Administrasi (MIDA)*, 20(1), 285–299.
- Yun, W. M., Ho, Y. Bin, Tan, E. S. S., & How, V. (2018). Release of Bisphenol A from polycarbonate and polyethylene terephthalate drinking water bottles under different storage conditions and its associated health risk. *Malaysian Journal of Medicine & Health Sciences*, 14.