

## Analisis Migrasi Cemaran *Bisphenol-A* (BPA) Kemasan Plastik *Polikarbonat* (PC) pada Produk Air Minum dalam Kemasan Galon di Wilayah Kota Makassar

G. Gusnawati<sup>1\*</sup>, Munira Munira<sup>1</sup>, Muhammad Resky Rachmanto<sup>1</sup>, Uni Ramadhani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Sulawesi Selatan

### ABSTRAK

*Polycarbonate* (PC) adalah jenis plastik yang umum digunakan oleh masyarakat. Salah satu jenis plastik polikarbonat digunakan untuk mendaur ulang wadah galon berlabel kode plastik nomor 7. *Bisphenol-A* (BPA) dan fosgen (karbonil diklorida/ $\text{COCl}_2$ ) bercampur untuk membuat polikarbonat, zat sintetis. Galon mengalami pemanasan dengan terkena paparan matahari yang memungkinkan mengaktifkan zat BPA yang terkandung di dalam kemasan galon yang dapat menyebabkan *bisphenol-A* bermigrasi ke dalam air. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis migrasi perbandingan kandungan *bisphenol-A* (BPA) pada kemasan galon merek produk nasional dan merek produk lokal label polikarbonat (PC) yang beredar di wilayah kota Makassar dengan metode analisis spektrofotometri ultraviolet (UV). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel galon baru sebagai kontrol yang disimpan dalam ruangan (sample A) dan yang dijemur dibawah sinar matahari selama 7 hari (sample B) tidak mengandung *bisphenol-A*. Sampel galon merek produk nasional (sampel C) yang dilakukan pengujian duplo mengandung *bisphenol-A* masing-masing C1 0.030 ppm dan C2 0.031 ppm, dan galon produk lokal (sampel D) D1 0.043 ppm dan D2 0.044 ppm. Kesimpulan dari hasil penelitian ini bahwa galon polikarbonat berkode plastik no.7 yang beredar di pasaran wilayah makassar baik produk lokal maupun produk nasional mengandung *bisphenol-A* tapi masih memenuhi batas maksimal 0.6 ppm berdasarkan persyaratan Peraturan BPOM No HK.03.1.23.07.11.6664 sehingga aman untuk digunakan.

**Kata kunci:** Galon; Polikarbonat, *Bisphenol-A*, AMDK

### ABSTRACT

*Polycarbonate* (PC) is a common kind of plastic used by the public. One kind of polycarbonate plastic is utilized for recycling gallon containers labeled with the number 7 plastic code. *Bisphenol-A* (BPA) and phosgene (carbonyl dichloride/ $\text{COCl}_2$ ) mix to create polycarbonate, a synthetic substance. The heating that occurs when a gallon is exposed to sunlight allows the *bisphenol-A* (BPA) substance that is present there to be activated, which can then cause *bisphenol-A* (BPA) to migrate into the water. This study uses an ultraviolet (UV) spectrophotometric analysis method to examine the migration of *bisphenol-A* (BPA) content in gallon packaging with polycarbonate (PC) labels that are being used by national and local product brands in the Makassar city area. As a control, the new gallon sample that was stored indoors (sample A) and dried outdoors for seven days (sample B) was found to be free of *bisphenol-A* (BPA), according to the results. Duplo testing was done on the gallon sample of the national product brand (sample C), and the results showed that sample C1 contained 0.030 ppm of *bisphenol-A* (BPA) and sample C2 contained 0.031 ppm. Duplo testing was done on the gallon sample of the local product brand (sample D), and the results showed that sample D1 contained 0.043 ppm of *bisphenol-A* (BPA) and sample D2 contained 0.044 ppm. The conclusion from the results of this study is that gallons of polycarbonate with plastic code no.7 circulating in the Makassar area, both products with local and national brands, contain *bisphenol-A* (BPA). However, it still meets the maximum limit of 0.6 ppm from the Regulation of the Food and Drug Supervisory Agency (BPOM) No. HK.03.1.23.07.11.6664, so it is safe to use.

**Keywords:** Galon; Polikarbonat, *Bisphenol-A*, AMDK

Received: 14-01-2022, Accepted: 27-03-2023, Online: 30-04-2023

\*Corresponding author:  
gusnawati@umi.ac.id

## PENDAHULUAN

Struktur kimia BPA (Bisphenol A) atau 2,2-bis (4-hidroksifenil) propana (PerBPOM, 2019) terdiri dari dua gugus fenil, dua gugus metil, dan dua gugus hidroksil (alkohol). Senyawa kimia bisphenol-A (BPA) diproduksi secara massal di pabrik-pabrik dan merupakan bahan umum dalam plastik polikarbonat dan resin epoksi. Wadah makanan dan minuman sekali pakai atau dapat digunakan kembali sering dibuat dari polikarbonat (Rasyid, 2017).

Polikarbonat (PC) adalah jenis plastik yang digunakan di sebagian besar kemasan oleh konsumen. Plastik polikarbonat transparan dapat memiliki ketebalan hingga 5 sentimeter. Bisphenol-A (BPA) dan fosgen (karbonil diklorida/ $\text{COCl}_2$ ) bergabung untuk membuat zat sintetik ini (Guy, 2014). Botol minuman umumnya terbuat dari plastik polikarbonat, yang telah dikaitkan dengan sejumlah masalah kesehatan akibat migrasi zat berbahaya dari kemasan ke dalam bahan makanan, termasuk bisphenol-A (BPA), yang terbukti mengandung estrogen, merusak kromosom, ovarium dan menurunkan jumlah sperma (Lubis dkk., 2021).

Kemasan berbahan BPA digunakan dalam plastik polikarbonat untuk makanan dan minuman dipilih karena plastik jenis tersebut tidak mudah pecah, ringan, jernih, dan tahan panas. Wadah minuman dan makanan sering dibuat dari polikarbonat dengan kode plastik No. 7 mengandung BPA (bisphenol A). Salah satunya dapat diukur dalam galon air daur ulang. Migrasi BPA dari kemasan plastik polikarbonat ke dalam air yang ditampungnya belum diteliti, padahal penggunaan liter PC no.7 dianggap aman.

Aditif makanan dapat bermigrasi dari wadahnya ke lingkungan sekitarnya. Ada empat variabel yang mempengaruhi migrasi: jenis plastik, laju migrasi, area kontak makanan, durasi kontak, dan suhu. Vander Herdt menemukan bahwa migrasi tidak berbeda secara statistik setelah 10 hari pada suhu  $45^\circ\text{C}$  dibandingkan dengan 6 hari pada suhu  $25^\circ\text{C}$ , tetapi Mc. Guinness menemukan bahwa risiko partikel plastik bermigrasi ke makanan kemasan meningkat dengan meningkatnya suhu. Ada dua kategori migrasi yang berbeda. Ada dua jenis migrasi: 1) migrasi global, di mana semua zat dan komponen (baik yang berbahaya maupun tidak berbahaya) yang ada dalam bahan pengemas bermigrasi ke dalam makanan selama fase kontak, dan 2) migrasi selektif, di mana hanya beberapa zat dan komponen bermigrasi. Dua, "migrasi spesifik", ketika zat yang diketahui atau dicurigai berbahaya bagi kesehatan manusia dipindahkan dari satu bahan makanan ke bahan makanan lainnya (Sucipta dkk., 2017).

PC tipe no.7 menggunakan kembali galon berkali-kali sebelum mencapai pelanggan, yang kemudian terkena sinar matahari. Produk yang dikemas dalam jumlah galon kemungkinan akan terpapar sinar matahari di berbagai titik dalam proses distribusi, termasuk saat transit dari pabrik ke gudang distributor dan selanjutnya ke gerai ritel. Karena potensi migrasi zat plastik ke dalam barang yang dikemas, hal ini harus dicegah ya (Sucipta dkk., 2017). Pada Proses pencucian galon guna ulang disemprot juga dengan air panas bersuhu sekitar  $70^\circ\text{C}$  sehingga memungkinkan mengaktifkan zat BPA yang terkandung di dalam kemasan galon karena mengalami pemanasan.

Peraturan Permenperin 2016 yang diperbarui mengamanatkan SNI untuk produk air minum dalam kemasan, yang sejalan dengan pedoman Organisasi Kesehatan Dunia untuk air minum yang aman. Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 26 Tahun 2019 ini merujuk pada pembersihan wadah galon pakai ulang. Pada halaman 31 (Permenperin, 2019), dijelaskan cara mencuci kemasan untuk digunakan kembali menggunakan deterjen food grade pada suhu  $55-75^\circ\text{C}$ . Namun, saat ini belum ada larangan pemerintah terkait penggunaan polikarbonat

kode no. 7 kemasan plastik yang sering digunakan. Standar untuk hal-hal seperti distribusi, kualitas, dan pencegahan BPA berbahaya agar tidak terlepas ke lingkungan dan akhirnya larut dalam air merupakan pertimbangan penting.

Penelitian kadar bisphenol-A (BPA) pada kemasan galon merk nasional dan lokal dengan kode no.7 (polycarbonate) yang beredar di wilayah kota Makassar terinspirasi dari konteks di atas.

## **METODE PENELITIAN**

### **Bahan**

PC No.7 galon plastik tanpa merek, PC No.7 galon produk nasional, PC No.7 galon produk lokal, Bisphenol-A murni, metanol, dan aquadest.

### **Alat**

Spektrofotometer UV-Vis, timbangan analitik, pengaduk magnet, termometer, lap, mikropipet. Peralatan gelas terdiri dari gelas kimia, tabung ukur, pipet volume, labu alas bulat, dan kuvet.

### **Prosedur Penelitian**

Kriteria yang dipilih peneliti menjadi dasar sampel penelitian ini, yang dikumpulkan melalui metode yang dikenal sebagai "purposive sampling" (Lubis dkk., 2021). Untuk melakukan penelitian ini, digunakan senyawa bisphenol-A murni, sampel galon berlabel polikarbonat diperoleh dari distributor kemasan plastik di wilayah Makassar sebagai sampel control. Sedangkan galon produk nasional dan lokal langsung dari toko yang menyimpan stoknya di luar, yang rentan terhadap migrasi akibat sinar UV.

Larutan baku dibuat dengan menimbang 100 mg *bisphenol-A* (BPA) murni dan melarutkannya dalam metanol hingga volume labu bulat 100 mL sesuai tanda. Larutan induk *bisphenol-A* (BPA) diencerkan pada konsentrasi 1000 ppm (Badan Standarisasi Nasional RSNI, 2018). Untuk screening panjang gelombang *bisphenol-A* dilakukan pada rentang panjang gelombang 200-400 nm dengan alat spektrofotometri UV-Vis dengan cara larutan standar *bisphenol-A* (BPA) 200  $\mu$ L di pipet ke dalam labu ukur 10 mL dan diencerkan dengan metanol hingga tanda 10 mL. ( $C = 20$  ppm) (Nugroho dkk., 2019)

Kurva kalibrasi ditentukan menggunakan larutan *bisphenol-A* hingga lima konsentrasi berbeda. Sebanyak 200  $\mu$ L, 300  $\mu$ L, 400  $\mu$ L, 500  $\mu$ L, dan 600  $\mu$ L. Pipet masing-masing larutan *bisphenol-A* ke dalam labu volumetrik 10 mL. Selanjutnya, metanol ditambahkan ke masing-masing larutan hingga mencapai batas yang ditentukan dengan konsentrasi (20 ppm, 30 ppm, 40 ppm, 50 ppm dan 60 ppm). Pengukuran dilakukan dengan *Spektrofotometri UV-Vis* pada panjang gelombang 278 nm.

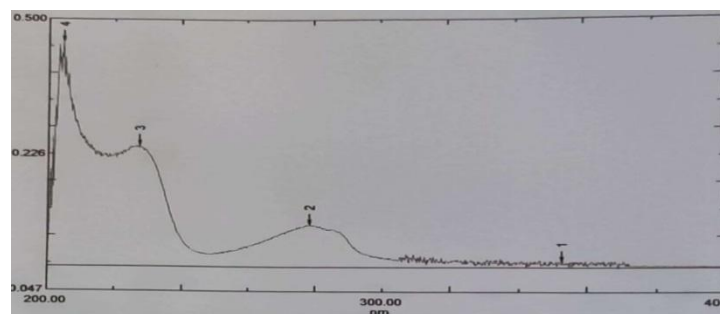
### **Pengukuran *Bisphenol-A* (BPA) pada Sampel Galon Plastik PC No.7**

Absorbansi diukur dua kali pada panjang gelombang 278 nm menggunakan *spektrofotometer UV-Vis* dengan larutan sampel dipipet 5 mL dari air galon dengan berbagai perlakuan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penentuan Panjang Gelombang Maksimum

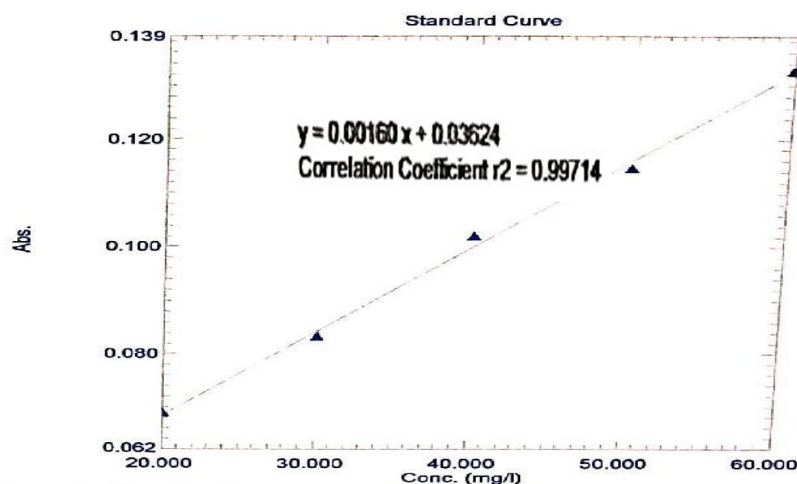
Absorbansi larutan standar pada konsentrasi 20 ppm berkorelasi dengan panjang gelombangnya, jadi dilakukan penentuan panjang gelombang maksimum. Sampel yang mengandung *bisphenol-A* akan dengan mudah terbaca jika panjang gelombang maksimum ditentukan. Konsentrasi *bisphenol-A* dalam larutan adalah 20 ppm, dan diukur pada rentang panjang gelombang 200–400 nm. Panjang gelombang maksimum dihitung menggunakan metanol sebagai pelarut. Untuk mencapai serapan maksimum dan panjang gelombang sampel dengan presisi tinggi, metanol juga digunakan sebagai blanko untuk mengkalibrasi spektrofotometer UV-Vis. Panjang gelombang *bisphenol-A* tertinggi adalah 278 nm, yang mendekati panjang gelombang prediksi maksimumnya (Lubis dkk., 2021). Panjang gelombang maksimum *bisphenol-A* ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Panjang gelombang maksimum *bisphenol-A*

### Penentuan Kurva Standar

Sebelum kadar sampel diukur dilakukan verifikasi metode analisis terlebih dahulu untuk mengetahui bahwa metode dapat digunakan. Parameter yang diukur diantaranya uji uji akurasi dan uji linearitas.



Gambar 2. Grafik kurva standar *bisphenol-A*

Membuat kurva standar untuk digunakan sebagai uji linieritas selama pencarian tingkat absorbansi. Konsentrasi *bisphenol-A* dalam larutan mulai dari 20 hingga 60 ppm diukur pada panjang gelombang maksimum 278 nm untuk memastikan linearitas. Nilai  $r^2 = 0,99714$ , menunjukkan bahwa persamaan regresi linier  $y = 0,00160x + 0,03624$  sangat signifikan. Absorbansi *bisphenol-A* secara linier terkait dengan konsentrasi bisphenol-A, seperti yang ditunjukkan oleh persamaan regresi. Uji linieritas sesuai dengan hasil data kurva kalibrasi, karena nilai kurva kalibrasi dianggap linier jika  $r^2 > 0,995$  [Lubis dkk., 2021]. Karena nilai korelasi yang mendekati 1, ini dianggap sangat baik. Gambar 2 di bawah ini menunjukkan grafik kurva standar.

### Uji Akurasi

Hasil pengujian untuk larutan standar *bisphenol-A* pada 50 ppm menunjukkan akurasi rata-rata 90,754% untuk sampel A, 89,31% untuk sampel B, 91,09% untuk sampel C, dan 92,174% untuk sampel D. Karena semua sampel sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh ICH (International Conference On Harmonization), dimana nilai % recovery yang diinginkan antara 80%-120% (Guy, 2014), dapat dinyatakan bahwa kadar bisphenol-A pada masing-masing sampel dianalisis secara akurat. Pada tabel 1 dapat dilihat hasil uji akurasi *bisphenol-A*.

**Tabel 1.** Hasil Uji Akurasi *Bisphenol-A*

Sample	Konsentrasi Bisphenol-A (ppm)	Absorbansi	Kadar Hasil Bisphenol-A (ppm)	% Recovery
A	50	45.377	0.764	90.754
B	50	44.658	0.754	89.316
C	50	45.546	0.766	91.092
D	50	46.087	0.772	92.174

### Penentuan kadar *bisphenol-A* pada AMDK galon no.7 (polikarbonat)

Konsentrasi *bisphenol-A* diukur dalam sampel. Sampel yang telah disiapkan dianalisis menggunakan panjang gelombang 278 nm. Masing-masing sampel diukur absorbansinya dengan melakukan dua kali pengukuran. Tujuannya adalah untuk mengurangi jumlah penyimpangan nilai terukur dari nilai sebenarnya. Konsentrasi bisphenol-A terlihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Kadar *Bisphenol-A* pada AMDK Galon Kode No. 7 (Polikarbonat)

Kategori Sample	Jenis Sampel	Kadar BPA di Galon PC (ppm)
Sample galon baru (suhu ruangan)	Sampel A1	0
	Sampel A2	0
Sample galon baru (terpapar matahari)	Sampel B1	0
	Sampel B2	0
Sample galon merek produk nasional	Sampel C1	0.030
	Sampel C2	0.031
Sample galon merek produk lokal	Sampel D1	0.043
	Sampel D2	0.044

Galon PC baru (kode no.7) yang terpapar sinar matahari selama 6 hari memiliki kadar *bisphenol-A* 0 ppm, seperti yang ditunjukkan pada tabel 2. Hal ini juga terjadi setelah 6 hari penyimpanan pada suhu ruangan (tidak terdeteksi *bisphenol-A*). Karena *bisphenol-A* tahan terhadap suhu rendah sehingga galon polikarbonat tidak terhidrolisis, yang dapat mengakibatkan produksi residu BPA pada permukaan galon dan migrasi ke dalam air (Hoekstra dkk., 2013).

Sampel dengan kode C1 dan C2 (untuk produk nasional) dan sampel dengan kode D1 dan D2 (produk lokal) masing-masing dijemur dibawah sinar matahari langsung. Kebiasaan toko menyimpan galon untuk dijual di luar ruangan sehingga galon langsung terkena sinar matahari dalam jangka waktu yang lama, maka kondisi inilah yang dipilih sebagai kondisi sampel pada penelitian ini. Data hasil penelitian, sampel C1 memiliki konsentrasi *bisphenol-A* 0,043 ppm, sampel C2 memiliki konsentrasi 0,044 ppm, sampel D1 memiliki konsentrasi 0,030 ppm, dan sampel D2 memiliki konsentrasi 0,031 ppm. Hidrolisis plastik polikarbonat, yang dapat menghasilkan residu BPA di permukaan galon dan bermigrasi ke air, terlihat pada suhu tinggi dan lamanya waktu kontak dengan paparan sinar matahari pada kode galon no. 7 (polikarbonat) (Lubis dkk., 2021))

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *bisphenol-A* larut ke dalam air. Karena suhu tinggi dapat mendorong hidrolisis plastik polikarbonat, residu *bisphenol-A* dapat menumpuk di permukaan galon dan berpindah ke air (Hoekstra dkk, 2013). Karena monomer *bisphenol-A* ditambahkan dengan karbonil diklorida/ $\text{COCl}_2$  untuk membuat polikarbonat pada produksi galon polikarbonat, sehingga polikarbonat dalam galon mengandung *bisphenol-A*. Pada suhu di atas  $25\text{ }^\circ\text{C}$ , *bisphenol-A* dapat larut, sehingga sampel galon polikarbonat dengan perlakuan terkena paparan matahari langsung dapat menyebabkan migrasi *bisphenol-A* ke dalam air. Menurut standar BPOM No. HK.03.1.23.07.11.6664 tentang pengawasan makanan tahun 2011, batas migrasi maksimum *bisphenol-A* ke botol minuman dan peralatan makan lainnya adalah 0,6 ppm (Per BPOM, 2019). Batasan ini belum terlampaui berdasarkan data sampel galon produk nasional dan lokal yang terpapar sinar matahari.

## KESIMPULAN

Penelitian ini tidak menemukan tingkat *bisphenol-A* yang terdeteksi baik dalam sampel galon polikarbonat no.7 yang disimpan di dalam atau di luar ruangan setelah 7 hari pengujian. Karena plastik polikarbonat tidak terhidrolisis pada suhu rendah, tidak ada jejak BPA yang dilepaskan ke permukaan galon atau ke dalam air yang terkandung di dalamnya. Pada kategori sampel terkena paparan matahari dengan kode sampel C1 dan C2 (produk nasional), kode sampel D1 dan D2 (produk lokal) . Hasil uji kadar bisphenol-A pada galon no.7 (polikarbonat) kadar yang didapat pada sampel C1 (0.043 ppm), C2 (0,044 ppm), sampel D1 (0.0.030 ppm), D2 (0.031 ppm). Suhu tinggi dan kontak yang terlalu lama dengan paparan sinar matahari pada galon no. 7 (polikarbonat) dapat menyebabkan hidrolisis plastik polikarbonat, yang dapat menyebabkan produksi jejak BPA pada permukaan galon dan migrasi ke dalam air. Berdasarkan temuan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa *bisphenol-A* terdapat dalam galon polikarbonat no.7 yang tersedia secara komersial di wilayah Makassar; namun demikian, wadah tersebut masih memenuhi batas maksimum 0,6 ppm yang ditetapkan oleh Peraturan BPOM No. HK.03.1.23.07.11.6664 sehingga aman untuk dikonsumsi

**DAFTAR RUJUKAN**

- Lubis N, Soni D. (2021). Pengaruh Suhu Penyimpanan Air Minum pada Botol Kemasan Polikarbonat (PC) yang Beredar di Daerah Garut Terhadap Kadar Bisphenol-A (BPA) Menggunakan Spektrofotometri Ultraviolet," *J. Chem.*, vol. 15, no. 2, pp. 223–230.
- [Badan Standarisasi Nasional RSNI. (2018). Cara Uji Migrasi Zat Kontak Pangan dari Kemasan Pangan Logam-Bagian 2: Bisfenol A (BPA).
- Rasyid A. H. (2017). Analisis Cemaran Bisfenol A dalam Sampel Makanan Kaleng Secara Kromatografi Gas.
- Sucipta I.N., & Suriasih, K. (2017). Kajian Pengemasan yang Aman, Nyaman, Efektif dan Efisien.
- Nugroho, B., & Pramudya, Y. (2019). The Content Analysis of Bisphenol A (BPA) on Water in Plastic Glass with Varying Temperatures and Contact Times using UV-VIS Spectrophotometer," *Indones. Rev. Phys.*, vol. 1, no. 2, p. 27, doi: 10.12928/irip.v1i2.263.
- PerBPOM, "Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 20 Tahun 2019 tentang Kemasan Pangan," *Badan Pengawas Obat dan Makanan*, 2019.
- Hoekstra, E. J., dan Simoneau, C. (2013). Release of Bisphenol A from Polycarbonate-A Review,*Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, vol. 53, no. 4, pp. 386–402, 2013, doi: 10.1080/10408398.2010.536919.
- Guy, R. C. (2014) "International Conference on Harmonisation," *Encycl. Toxicol. Third Ed.*, vol. 2, no. November 1994, pp. 1070–1072, 2014, doi: 10.1016/B978-0-12-386454-3.00861-7.
- Felixon, K. (2011). Penelitian Terhadap Pengembangan Penggunaan Material Plastik (polikarbonat) Pada Selubung Bangunan, *Pros. Semin. Nas. AVoER ke-3*, pp. 116–124, 2011, [Online]. Available: [https://repository.unsri.ac.id/23304/1/Pages\\_from\\_PROSIDING\\_AVOER\\_2011-14.pdf](https://repository.unsri.ac.id/23304/1/Pages_from_PROSIDING_AVOER_2011-14.pdf).
- Permenperin, "Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2019 Tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia Air Mineral, Air Demineral, Air Mineral Alami dan Air Minum Embun," *permenperin*, 2019.