

ANALISIS MIGRASI FORMALDEHID DALAM AIR MINERAL PADA WADAH PLASTIK POLYETHYLEN TEREFTALAT (PET)

Khoirul B¹, Itnawita², Sofia A²

Laboratorium Kimia Analitik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Riau

Kampus Bina Widya Km 12,5 Panam Pekanbaru, 28293

²Dosen pada Jurusan Kimia FMIPA UR

¹khoirulbakty@yahoo.com

ABSTRACT

Polyethylene terephthalate (PET) is currently used in the food industry, especially for bottling water and other beverages. However, PET is rather sensitive to heat and oxidation. formaldehyde is present in PET as a thermal degradation product. The purpose of this study is to determine the levels of formaldehyde in the mineral water in PET plastic packaging based on length of time of exposure to direct sun light in the open air and the results were compared with IPCS 2006 institutions. UV-VIS spectrophotometer is used to measure the levels of formaldehyde in the sample and Schiff's reagent was added to the samples to detect the presence of formaldehyde. The longer exposure time, the greater the content of formaldehyde in the samples. The concentration of sample A 0.226 mg/L and sample B 0.270 mg/L. Both samples were measured at exposure time of 35 days and the temperature of 31-34⁰C in the open air. Formaldehyde content of both samples was below the threshold under the provisions of IPCS 2006 and the Republic of Indonesia Number 907/MENKES/SK/VII/2002/KEPMENKES of these Terms for monitoring the quality of drinking water.

Keywords: *Polyethylene terephthalate (PET), Uv-vis spectrophotometer, Schiff's reagent*

ABSTRAK

Polyethylene terephthalate (PET) saat ini banyak digunakan dalam industri makanan, terutama untuk botol air mineral dan minuman lainnya. Namun, PET sedikit sensitif terhadap panas dan oksidasi. Formaldehid terbentuk dalam PET sebagai produk degradasi termal. Tujuan penelitian ini dilakukan adalah menentukan kadar formaldehid pada air mineral dalam kemasan plastik PET berdasarkan lama waktu pemaparan terhadap cahaya matahari langsung pada udara terbuka dan hasilnya dibandingkan dengan lembaga IPCS Tahun 2006. Spektrofotometer uv-vis digunakan untuk mengukur kadar formaldehid dalam sampel. Reagen Schiff ditambahkan dalam sampel untuk mendeteksi adanya formaldehid. Hasil penelitian menunjukkan semakin lama waktu pemaparan maka semakin besar kandungan formaldehid dalam

sampel air mineral dengan kadar sampel A sebesar 0,226 mg/L dan sampel B 0,270 mg/L dengan waktu pemaparan selama 35 hari dengan suhu 31-34⁰C di udara terbuka. Kandungan formaldehid kedua sampel masih di bawah ambang batas berdasarkan ketentuan IPCS tahun 2006 dan KEPMENKES Republik Indonesia Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan kualitas air minum.

Kata kunci: *Polyethylene terephthalate (PET), spektrofotometer UV-VIS, reagen schiff*

PENDAHULUAN

Dewasa ini kemasan plastik sudah mendominasi industri makan dan minuman. Jumlah plastik yang digunakan untuk mengemas, menyimpan dan membungkus makanan mencapai 35% khusus untuk kemasan fleksibel, sedangkan kemasan kaku sudah mulai banyak digunakan untuk minuman (Sulchan & Nur, 2007). Salah satu jenis plastik yang sering digunakan adalah polietilen (polietilen). Polietilen dibuat dengan proses polimerisasi adisi dari gas etilen yang di peroleh sebagai hasil samping industri arang dan minyak. Polietilen merupakan jenis plastik yang paling banyak digunakan dalam industri karena sifat-sifatnya yang mudah dibentuk, tahan terhadap bahan kimia, penampakannya jernih dan di gunakan sebagai laminasi (Azriani, 2006).

PET (polietilen tereftalat) dengan kode jenis plastik (1) merupakan jenis plastik yang sering digunakan sebagai wadah air mineral. Plastik jenis ini banyak digunakan karena sifatnya yang jernih, kuat dan tahan pelarut. Namun sifat plastik PET yang demikian tidak akan menjamin air mineral terlindungi dari materi yang dapat mempengaruhi atau mengubah kualitas air mineral tersebut seperti adanya panas selama pendistribusian, penyimpanan atau pemasaran dan kebiasaan masyarakat menyimpan minuman dalam mobil, jok motor atau dalam tas dalam waktu tertentu.

Adanya formaldehid dalam makanan di samping sebagai zat aditif yang sengaja ditambahkan juga dapat berasal dari kemasan, khususnya kemasan yang berupa plastik polietilen. Plastik polietilen mengandung formaldehida dalam jumlah yang rendah, meskipun demikian akan memberikan efek negatif dalam jangka panjang (Mutsuga dkk, 2005). Adanya foemaldehid dalam plastik polietilen dapat berasal dari proses pelapisan kemasan plastik polietilen yang tidak sempurna, mengakibatkan terbentuknya monomer berupa formaldehid atau asetaldehid (WHO, 2002). Adanya panas, pengaruh lingkungan, pH dan mikro organisme dapat mempercepat terjadinya migrasi formaldehid ke dalam bahan makanan atau minuman dan mengkontaminasi terhadap makanan atau minuman tersebut yang nantinya akan di konsumsi oleh konsumen (Mutsuga dkk, 2005).

Menurut *International Programme on Chemical Safety (IPCS)* Tahun 2006 batas konsumsi minuman yang mengandung formalin untuk orang dewasa adalah 0,9 mg/L berdasarkan batas asupan harian sebesar 0,15 mg/kg berat badan/hari dengan alokasi dari 20% TDI (*Tolerable Daily Intake*) untuk air minum. Konsumsi bahan

makanan dan minuman yang mengandung formalin dalam jangka panjang atau melebihi ambang batas dapat mengakibatkan kanker, iritasi pada mata dan saluran pernafasan, kerusakan sistim saraf pusat dan kebutaan (Kitchen dkk 1976 dan WHO, 2002).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode schiff. Pada metoda ini sampel air mineral dalam wadah plastic PET dipaparkan cahaya matahari langsung. Air mineral di ambil dan didestilasi dan diambil destilatnya untuk dianalisis kandungan formaldehidnya.

Pengambilan dan persiapan Sampel

Sampel diambil dari supermarket secara acak (*random sampling*). Sampel diambil adalah air mineral dengan 2 (dua) merek yang berbeda yang dikemas dalam wadah plastik PET. Masing-masing sampel yang telah diberi kode sampel A (A₀, A₁, A₂, A₃, A₄, A₅, A₃₀) dan sampel B (B₀, B₁, B₂, B₃, B₄, B₅, B₃₀). Analisis dilakukan dengan pemaparan terhadap cahaya matahari langsung di lingkungan terbuka selama 5 minggu dengan waktu interval pengambilan sampel tiap 7 hari. Kemudian di ambil air mineralnya sebanyak 100 ml dilarutkan dengan campuran pelarut HCl dan H₃PO₄, kemudian didestilasi pada suhu 100⁰C menggunakan labu *Kjeldhal* untuk mendapatkan destilat yang mengandung formalin.

Penentuan Kadar Formaldehid (Farmakope Indonesia Edisi IV tahun 1996)

Dimasukkan sebanyak 10 mL masing-masing destilat dari sampel ke dalam tabung reaksi yang telah diberi kode. Pada masing-masing tabung reaksi ditambahkan 1 mL reagen Schiff dan 1 ml H₂SO₄ (1:1) kemudian dikocok hingga homogen biarkan proses reaksi berlangsung sampai tercapai waktu kestabilan warna. Diukur serapan larutan pada panjang gelombang optimum dengan spektrofotometer kemudian hitung kadar formaldehid dalam sampel dengan menggunakan kurva kalibrasi yang sudah dibuat dalam satuan mg/L. Jika pada sample yang didapat konsentrasinya sangat kecil, maka dilakukan *spiked sample*.

***Spiked Sample* (Standar Dalam)**

Diambil sebanyak 10 mL larutan standar formaldehid 0,5 ppm dan 10 mL larutan sampel yang sudah di destilasi kemudian campurkan kedua larutan. Tambahkan 1 mL reagen schiff dan 1 ml H₂SO₄ (1:1) lalu dikocok hingga homogen. Biarkan proses berlangsung sampai tercapai waktu kestabilan warna yakni 25-45 menit kemudian ukur absorbansi pada panjang gelombang optimum 570 nm. Hitung kadar formaldehid dalam sampel dengan menggunakan kurva kalibrasi yang sudah dibuat dalam satuan mg/L

Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif melalui data hasil pengukuran dengan menggunakan Kurva dan Tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Paparan Cahaya Matahari Langsung

Adanya panas, pengaruh lingkungan, pH dan mikro organisme dapat mempercepat terjadinya migrasi formaldehid ke dalam bahan makanan atau minuman dan mengkontaminasi terhadap makanan atau minuman tersebut yang nantinya akan di konsumsi oleh konsumen (Mutsuga dkk, 2005). Cahaya matahari merupakan salah satu sumber panas di muka bumi sehingga dapat mempercepat terjadinya proses degradasi polimer pada plastik PET dan membentuk formaldehid dengan ozon maupun selama proses degradasi tersebut.

Tabel 1. Hasil analisis kandungan senyawa formaldehid dalam air mineral pada kemasan plastik PET dengan paparan cahaya matahari di udara terbuka.

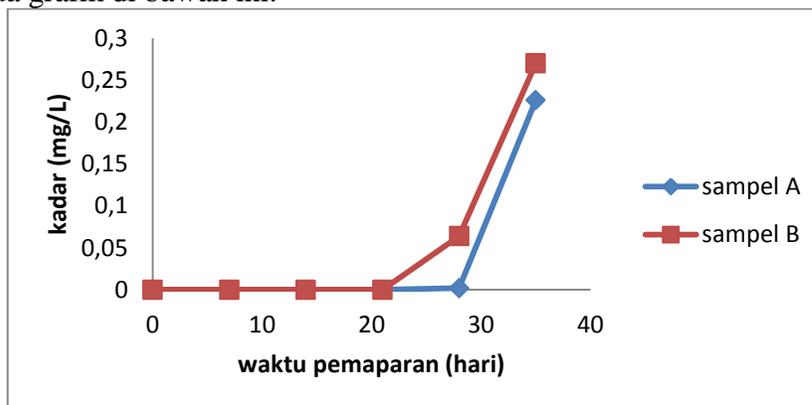
No	Kode sampel A	Waktu paparan (hari)	Konsentrasi (mg/L)	Kode sampel B	Waktu paparan (hari)	Konsentrasi (mg/L)
1	A ₀₀	0 (kontrol awal)	Ttd	B ₀₀	0 (kontrol awal)	Ttd
2	A ₁	7 hari	Ttd	B ₁	7 hari	Ttd
3	A ₂	14 hari	Ttd	B ₂	14 hari	Ttd
4	A ₃	21 hari	Ttd	B ₃	21 hari	Ttd
5	A ₄	28 hari	0,002	B ₄	28 hari	0,064
6	A ₅	35 hari	0,226	B ₅	35 hari	0,270
7	A ₀₃₀	30 (kontrol akhir)	Ttd	B ₀₃₀	30 (kontrol akhir)	Ttd

A₁ – A₅ = Sampel 1

Ttd : tidak terdeteksi

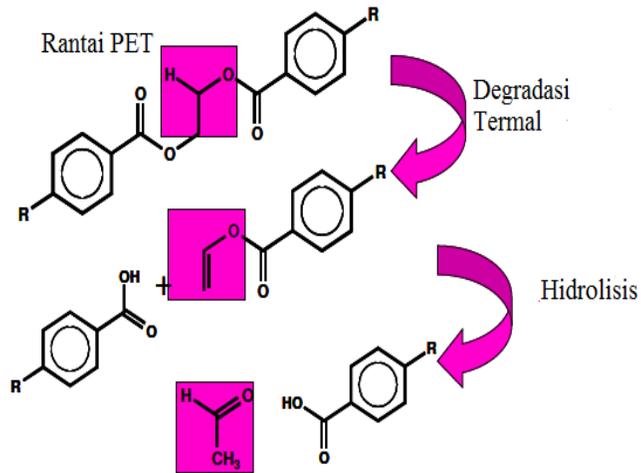
B₁ – B₅ = Sampel 2

Hubungan antara lamanya waktu paparan dan kadar formaldehid dapat dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 1. Kandungan senyawa formaldehid dalam air mineral dalam kemasan plastik PET.

Mekanisme terbentuknya formaldehid dalam kemasan karena polietilen tereftalat (PET) terbentuk dari monomer etilen dapat dilihat pada Gambar 2. Penyebab utama terbentuknya formaldehid diakibatkan oleh terjadinya degradasi termal (panas) dan foto degradasi (cahaya). Degradasi adalah suatu reaksi perubahan kimia atau peruraian suatu senyawa atau molekul menjadi senyawa atau molekul yang lebih sederhana secara bertahap. Degradasi polimer pada dasarnya berkaitan dengan terjadinya perubahan sifat karena ikatan rantai utama makromolekul (Stevens, 2001). Pada polimer linear, reaksi tersebut mengurangi massa molekul atau panjang rantainya. Pada kerusakan termal (termokimia) ada peluang aditif, katalis atau pengotor turut. Fotodegradasi polimer lazimnya melibatkan kromofor yang menyerap daerah UV (*ultraviolet*) di bawah panjang gelombang 400 nanometer. Terjadinya degradasi menyebabkan terputusnya rantai PET yang panjang menjadi lebih pendek yang tersusun atas asam tereftalat dan etilen yang merupakan komponen utama pembentuk pada plastik PET. Proses hidrolisis yakni suatu reaksi yang melibatkan molekul air dan akan mengakibatkan pemecahan asam tereftalat dan etilen yang masih berikatan akan terputus/terpecah. Masing masing pecahan tersebut sangat tidak stabil dan akan mengambil molekul air untuk menstabilkan ikatan. Akhir dari proses akan menghasilkan formaldehid/asetaldehid dan asam tereftalat. Terbentuknya formaldehid pada kemasan menyebabkan terjadinya migrasi ke dalam air mineral selama proses paparan berlangsung.



Gambar 2. Mekanisme terbentuk asetaldehid pada *Polyethylene tereftalate* (PET) (Sumber: Ewender dan Frank, 2008)

Ada beberapa faktor yang juga mempengaruhi terjadinya migrasi formaldehid dari kemasan ke dalam makanan atau minuman yaitu proses produksi tidak dikontrol secara ketat dalam hal suhu dan tekanan dalam pembuatan kemasan, kemurnian bahan baku yang kurang memuaskan sehingga monomer dapat terbentuk dalam kemasan makanan dan menyebabkan terbentuknya kandungan formaldehid yang lebih tinggi.

Dari hasil penelitian yang diperoleh kandungan formaldehid mulai terdeteksi keberadaannya dalam sampel pada waktu pemaparan selama 28 hari. Kandungan sampel A adalah sebesar 0,002 mg/L dan sampel B 0,064 mg/L dan kandungan formaldehid semakin meningkat pada waktu pemaparan selama 35 hari yakni sampel A adalah sebesar 0,226 mg/L dan sampel B sebesar 0,270 mg/L. Kandungan kedua sampel dengan waktu pemaparan 35 hari masih berada di bawah ambang batas aman berdasarkan lembaga IPCS dan KEPMENKES Republik Indonesia Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan kualitas air minum. Berdasarkan aturan dari *International Programme on Chemical Safety (IPCS)* tahun 2006 yaitu sebuah lembaga dari PBB yaitu ILO, UNEP, dan WHO dan KEPMENKES Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002 ditetapkan batas konsumsi minuman yang mengandung formalin untuk orang dewasa adalah 0,9 mg/L berdasarkan batas asupan harian sebesar 0,15 mg/kg berat badan/hari dengan alokasi dari 20% TDI (*Tolerable Daily Intake*) untuk air minum.

Dari hasil penelitian di atas maka dapat disimpulkan bahwa antara waktu pemaparan sampel air mineral dalam kemasan plastik PET dan kandungan formaldehid di dalam air mineral tersebut saling berhubungan. Semakin lama waktu pemaparan sampel air mineral terhadap cahaya matahari langsung pada udara terbuka, maka kandungan formaldehid di dalam air mineral tersebut juga semakin tinggi ini disebabkan adanya migrasi formaldehid yang terbentuk akibat adanya panas dari cahaya matahari yang menyebabkan terdegradasinya plastik PET menjadi monomernya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan terhadap kandungan formaldehid dalam air mineral pada kemasan plastik PET maka dapat disimpulkan bahwa Formaldehid ditemukan pada kedua air mineral menggunakan kemasan plastik PET. Lamanya proses pemaparan terhadap air mineral dalam kemasan plastik PET dapat mempengaruhi laju migrasi formaldehid. Semakin lama pemaparan maka kandungan formaldehid akan semakin besar pada air mineral, seperti hasil yang didapat selama proses penelitian. Kandungan formaldehid pada kedua sampel tersebut berada di bawah nilai ambang batas yang telah ditetapkan oleh IPCS dan MENKES untuk minuman yakni sebesar 0,9 mg/L. Penelitian yang lebih lanjut untuk mengetahui kandungan formaldehid dari kemasan, lebih baik menggunakan alat yang lebih sensitif yaitu HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dra. Itnawita, M.Si dan Ibu Dr. Sofia Anita, M.Sc sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu, bimbingan dan motivasi kepada penulis, serta kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Azraini, Y. 2006. *Pengaruh Jenis Kemasan plastik dan Kondisi Pengemasan Terhadap Kualitas Mi sagu Selama Penyimpanan*. Skripsi. Bogor: IPB.
- Ewender dan Frank, 2008. *Determination of the Migration of Acetaldehyde from PET Bottles into Noncarbonated and Carbonated Mineral Water*. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 99(6), 215-221
- Kitchens, JF, RE Casner and GS Edward. 1976. *Investigation Of Selected Potential Environmental Contaminants: Formaldehyde*, Washington, Dc, Us Environmental Protection Agency, 204 Pp (Arc-49-5681).
- Mutsuga, M., Kawamura, Y., Tanamoto, K. 2006. *Migration of formaldehyde and acetaldehyde into mineral water in polyethylene terephthalate (PET) bottles*. *J. Food additives and Contaminants*. 23(2): 212-8.
- Sulchan, M dan Nur, E. 2007. *Keamanan Pangan Kemasan Plastik Dan Styrofoam*. *Majalah Kedokteran Indonesia*. 57 (2)
- Stevens, M.P. 2001. *Polymer Chemistry*. Oxford University. England.
- World Health Organization. 2002. *Formaldehyde*. Concise International Chemical Assessment Document 40, Geneva