

Deteksi Migrasi Material Pembungkus Makanan ke Air karena Pemanasan  
*Detection of Food Packaging Materials Migration  
to Water Induced by Heating*

**Teguh Pribadi Girsang, I M. Mahaputra Wijaya\*, Ida Bagus Wayan Gunam**

PS Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus Bukit  
Jimbaran, Badung, Kode pos : 80361; Telp/Fax : (0361) 701801.

Diterima 14 Januari 2020/ Disetujui 31 Januari 2020

**ABSTRACT**

*This research was aimed to detect if migration of additives or other components from plastic material used as packaging of hot food/drinks were occurred in warm-hot cooked temperature. In this works, plastic samples as like spoon, packaging, and wraps were taken directly from mainly street food vendors and shops. Pure water and plastics samples were mixed, and heat were introduced to induced migration. Three temperature of 60 °C, 80 °C, dan 100 °C, were each applied to induced migration for one hour. Migrations were detected using UV-Visible Spectroscopy, Fourier Transform InfraRed, and Gas Chromatography. Migrated polymer materials from plastics were detected through peaks of UV-visible absorption with water as background spectra were subtracted, and its functional groups were detected using FTIR spectroscopy. Gas chromatography was used to confirm if UV-visible and FTIR results were result from single component migration.*

**Keywords:** *polymer, migration, temperature, plastics, wavelength.*

---

\*Korespondensi Penulis:  
Email : mahaputrawijaya@unud.ac.id

## PENDAHULUAN

Kemasan merupakan aspek yang penting dalam kehidupan manusia modern, kesehatan, dan makanan, industri makanan saat ini menggunakan plastik sebagai alat utama untuk mengemas makanan. Plastik mudah didapatkan, harga terjangkau, dan mampu memberi perlindungan terhadap produk (makanan/minuman) yang dikemas dari pengaruh luar (Indraswati, 2017). Plastik terbuat dari material polimer melalui proses polimerisasi (penyusunan polimer) (Koswara, 2006).

Secara natural polimer ada dimana saja seperti, dinding sel, rambut, sutra, dan DNA. Namun polimer yang digunakan sebagai plastik terbuat dari minyak bumi (Halden, 2010). Melalui proses polimerisasi, minyak bumi yang diekstrak diubah menjadi *Poly(ethene)*, selanjutnya ditambahkan bahan additif sehingga terbentuk pelet plastik yang dapat dibentuk menjadi berbagai jenis plastik, seperti *polyvinyl chloride* (PVC), *polyethylene* (PE), *polystyrena* (PS) (Sarker dan Rashid, 2013). Bahan additif (*plasticizer*) membuat polimer menjadi lembut dan fleksibel, sehingga dapat difungsikan sesuai dengan kebutuhan (Indraswati, 2017). Bahan additif yang paling umum digunakan dalam pembuatan plastik adalah bisphenol A (BPA) dan ftalat (Halden, 2010).

*Plasticizer* seperti BPA dan ftalat dapat terlepas dari produknya ke dalam makanan/minuman yang dikemas (Le, 2008). Lepasnya bahan additif ini dapat diakibatkan oleh panas. Panas merupakan faktor eksternal yang mengakibatkan kerusakan pada plastik (Lawson, 1996). Panas dari makanan/minuman yang dikemas akan mengakibatkan terjadinya reaksi kimia pada plastik. Pada saat terjadinya reaksi kimia, ikatan kimia pada plastik akan bereaksi dan mengakibatkan bahan additif terlepas ke dalam makanan. Pelepasan bahan additif atau material lain ini tidak dapat dihindarkan

karena akibat panas yang berasal dari makanan/minuman yang dikemas (Niki, 2011). Pada suhu 80–100 °C bahan additif (*plasticizer*) yang terkandung di dalam plastik kemasan ditemukan bermigrasi ke dalam makanan/minuman yang dikemas (Kawamura *et al* 1998).

Jika *plasticizer* seperti BPA dan ftalat bermigrasi ke dalam makanan/minuman, kemudian dikonsumsi pada jumlah tertentu dapat menimbulkan kerusakan pada organ kelamin jantan pada pria, menurunkan produksi sperma, dan kanker pada testis (Vom Saal, 2001). Pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa paparan BPA tingkat tinggi mempengaruhi produksi jumlah sel sperma pada pria, serta dapat mengakibatkan pubertas dini pada wanita, peningkatan berat badan, komplikasi kehamilan, memberi efek pada organ prostat dan malignansi (Hunt, 2009). Ftalat dapat mengakibatkan penyakit seperti diare, muntah-muntah dan tukak lambung (Thompson, 2009).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeteksi migrasi material plastik pembungkus makanan yang digunakan oleh pedagang dan masyarakat ke dalam air akuades yang dikemas dalam kondisi panas.

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bioindustri dan Lingkungan, Laboratorium Analisis Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, dan Laboratorium Terpadu Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Univeritas Udayana, waktu pelaksanaan Maret – Agustus 2019.

### Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 20 plastik kemasan makanan yang sering digunakan pedagang dan masyarakat. Akuades akan digunakan

sebagai media utama. Plastik kemasan ini diambil langsung dari pedagang makanan di daerah Denpasar–Jimbaran.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tabung reaksi, centrifuge, autoclave, pipet mikro, timbangan analitik, gunting, corong plastik, *UV-visible Spektrofotometer* (Biochrom), *Gas Chromatography* dan *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (IRPrestige-21).

### Pengumpulan Sampel Kemasan Plastik

Sampel diperoleh dari pedagang plastik kemasan maupun pedagang makanan yang menggunakan plastik kemasan, Terdapat 20 kemasan plastik yang diambil dari pedagang makanan dan masyarakat. Kemasan plastik terdiri dari beberapa jenis plastik. Kemasan plastik diambil dari daerah Jimbaran hingga Denpasar.

**Tabel 1.** Hasil Pengumpulan Sampel

No.	Nama Kemasan	Jenis Makanan	Jenis Plastik	Bentuk
1	HBB	Ayam goreng	HDPE	Kotak
2	Plastik bubur Jimbaran	Bubur ayam	Polystyrene	Kotak
3	Plastik Cilok	Cilok panas	LDPE	Kantong
4	Plastik bening	Kuah lumpia	LDPE	Kantong
5	Plastik mie ayam Sesetan	Mie dan kaldu	LDPE	Kantong
6	Cup jagung serut Jimbaran	Jagung rebus	Polystyrene	Gelas
7	Plastik sate Purigading	Kaldu sate	LDPE	Kantong
8	Plastik cilok sesetan	Cilok panas	LDPE	Kantong
9	Plastik mie ayam Renon	Mie dan kaldu	LDPE	Kantong
10	Plastik sate panjer	Kaldu sate	LDPE	Kantong
11	Plastik cilok Purigading	Cilok panas	LDPE	Kantong
12	Plastik kaldu bubur ayam	Kaldu bubur	LDPE	Kantong
13	Plastik mie ayam panjer	Mie dan kaldu	LDPE	Kantong
14	Plastik sate Jimbaran	Kaldu sate	LDPE	Kantong
15	Plastik mie ayam lain	Mie dan kaldu	LDPE	Kantong
16	Plastik cilok depan FTP	Cilok	LDPE	Kantong
17	Plastik cilok Sidakarya	Cilok	LDPE	Kantong
18	Plastik Mie Jimbaran	Mie dan kaldu	LDPE	Kantong
19	Plastik Gorengan Jimbaran	Gorengan	LDPE	Kantong
20	Plastik mie ayam Bypass	Mie dan kaldu	LDPE	Kantong

### Pengecilan Ukuran Sampel

Pengecilan ukuran sampel (plastik) dilakukan di Laboratorium Bioindustri dengan cara memotong/menggunting sampel menjadi potongan-potongan kecil plastik, tujuan pengecilan ukuran sampel ini adalah karena semakin luas permukaan maka migrasi akan menjadi semakin tinggi, jika migrasi tinggi, maka kemungkinan hasil deteksi migrasi akan semakin tinggi (Begley, 2000)

### Pencampuran dengan Media Cair (Akuades)

Media yang digunakan pada penelitian ini adalah media cair (akuades), Akuades dipilih untuk dijadikan sebagai media utama pada penelitian ini karena akuades merepresentasikan air yang merupakan salah satu bahan yang selalu terkandung pada makanan ataupun minuman. Akuades tidak memiliki molekul lain seperti yang terdapat pada air sehingga apabila mengalami pemanasan dengan sampel plastik kemasan, hanya terbaca air dan pemanasan.

Jumlah akuades yang digunakan 9 mL untuk setiap 1 gram sampel plastik, sampel dan media cair dimasukkan ke dalam tabung reaksi menggunakan corong plastik dan pipet mikro.

#### Variasi Perlakuan Panas dengan Waktu

Sampel dan akuades dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian mendapatkan pemanasan. Pemanasan dilakukan menggunakan autoclave selama 1 jam. Setiap jenis sampel terdapat 3 tabung reaksi, pemanasan dilakukan dengan 3 variasi suhu berbeda, yaitu 60 °C, 80 °C, dan 100 °C. Sehingga, ketiga perlakuan suhu tersebut diterima oleh setiap sampel selama 1 jam.

#### Pemisahan Substituen Media Pangan dengan Plastik

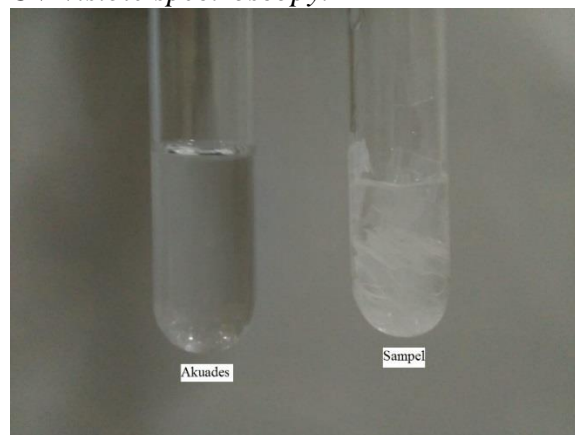
Setelah dilakukan pemanasan yang berbeda-beda kepada setiap sampel, sampel disimpan dalam suhu ruang. Pemisahan sampel dan akuades dilakukan dengan menggunakan pipet plastik, setelah media pangan terpisah dengan sampel plastik, media pangan ini kemudian dipisahkan lagi dari partikel yang lebih berat dengan menggunakan centrifuge. Hasil pemisahan media pangan menggunakan *centrifuge* dimasukkan ke dalam tube plastik menggunakan pipet mikro, kemudian hasil pemisahan sampel akan dibawa ke laboratorium analisis untuk proses pengujian spektroskopi dan kromatografi.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Permanasan (60°C, 80°C, dan 100°C)

Setelah dipanaskan, perlakuan panas pada sampel tidak menunjukkan adanya perubahan yang signifikan, migrasi material yang mungkin terjadi, tidak dapat dilihat langsung secara kasat mata. Maka hasil pemanasan berupa media cair (*supernatant*) dan media padat (potongan plastik) dibawa ke Laboratorium Analisis Pangan untuk analisis

*UV-visible spectroscopy*.



Gambar 1. Hasil pemanasan sampel

#### Deteksi Migrasi Material Polimer (*UV-visible spectroscopy*)

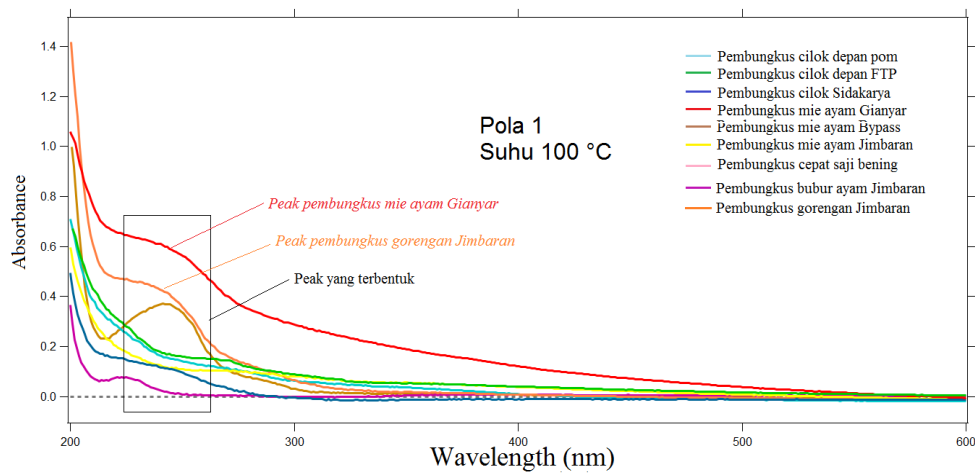
Cairan hasil pemanasan yang telah dipisahkan dari sampel plastik kemudian dideteksi menggunakan *UV-visible spectroscopy*. Deteksi dilakukan di Laboratorium Analisis Pangan. Deteksi dimulai dengan terlebih dahulu merekam spektrum akuades sebagai *baseline*. Setelah itu dilakukan deteksi cairan sampel plastik, deteksi dilakukan berdasarkan jenis, dan suhu masing-masing sampel, mulai dari suhu 60 °C, 80 °C, dan 100 °C. Setelah proses deteksi, absorbansi setiap sampel dikurangkan terhadap absorbansi akuades {Spektra *UV-visible* = sampel – air ((air + polimer) – air)}.

Pengurangan (*substraction*) dilakukan menggunakan *MS Excel*, kemudian hasil analisis ditampilkan menggunakan perangkat lunak *Igor pro 8*. Hasil spektra *UV-visible* setelah pengurangan merupakan hasil mutlak dari migrasi material pembungkus makanan yang terlepas dan terdeteksi berdasarkan perlakuan masing-masing. Hasil data yang ditampilkan berupa spektra menunjukkan bahwa setiap sampel yang dideteksi telah mengalami migrasi. Material yang bermigrasi kemungkinan berasal dari bahan aditif pembuat plastik kemasan (Lawson, 1996). Berdasarkan hasil spektra yang ditampilkan, terdapat 2 pola yang dapat

ditunjukkan pada pengujian menggunakan *UV-visible*. Bentuk pola spektra yang ditunjukkan kemungkinan berkaitan dengan jumlah dan jenis material kemasan yang termigrasi.

Hasil dari deteksi yang dilakukan juga menunjukkan adanya perbedaan intensitas absorbansi pada masing-masing perlakuan. Intensitas absorbansi yang terdeteksi pada masing-masing sampel dengan perlakuan suhu 80 °C dan 100 °C menunjukkan absorbansi material plastik pembungkus yang

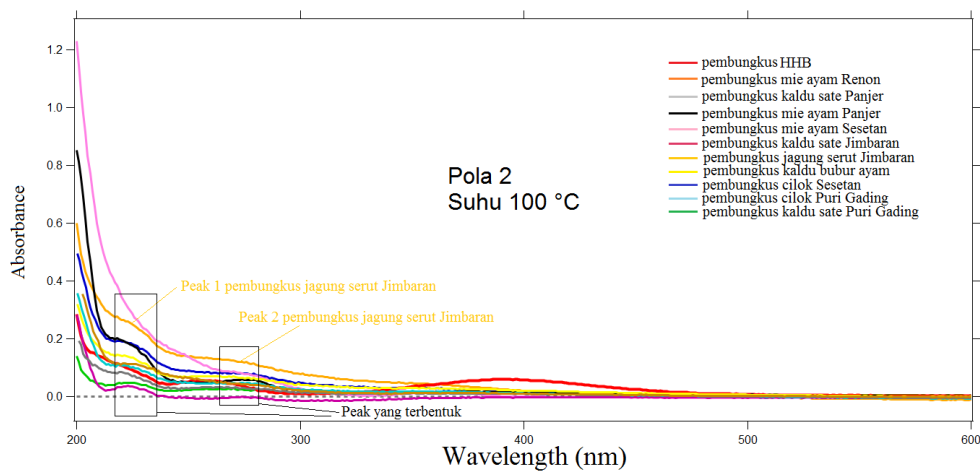
terjadi lebih besar. Pada suhu 100 °C hasil spektra yang ditemukan menunjukkan intensitas absorbansi paling signifikan diantara kedua perlakuan suhu lainnya. Selain intensitas yang meningkat, puncak absorbansi (*peak*) yang ditampilkan pada pola 1 berada di posisi panjang gelombang yang hampir sama, berdasarkan hal tersebut kemungkinan pada pola ini hanya ada satu jenis material plastik yang telah bermigrasi. Gambar ditampilkan pada makalah ini hanya hasil dari perlakuan dengan suhu 100 °C.



Gambar 2. Pola pertama pada spektra *UV-visible* (100 °C).

Hasil dari pola 2 yang terdeteksi menunjukkan adanya perbedaan. Intensitas masing-masing perlakuan yang ditampilkan hampir sama seperti pola 1, namun ditampilkan lebih dari satu *peak* pada spektra

pola 2 sampel ini, hal ini dapat mengindikasikan bahwa terdapat lebih dari satu jenis material kemasan plastik yang telah terlepas pada pola ini.



Gambar 3. Pola kedua pada spektra *UV-visible* (100 °C).

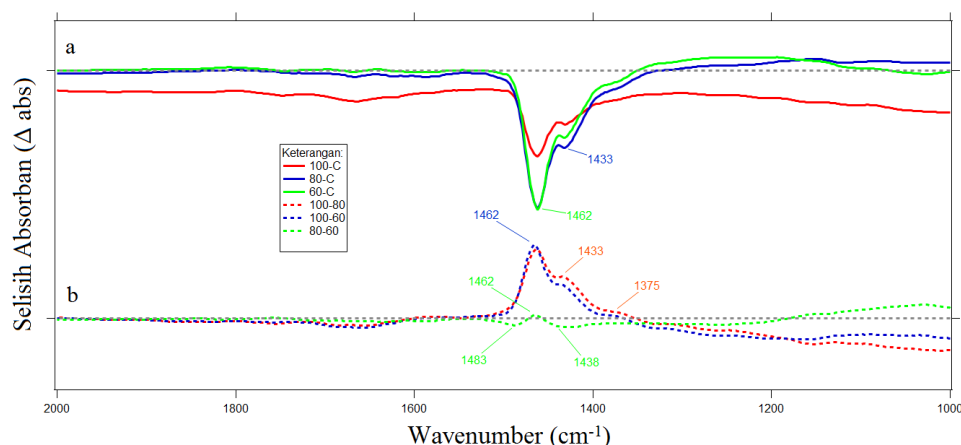
Variasi perlakuan suhu mempengaruhi tingkat intensitas absorbansi material plastik pembungkus makanan ke dalam akuades, sedangkan plastik pembungkus makanan yang digunakan mempengaruhi jumlah atau jenis material plastik yang terlepas. Berdasarkan hasil yang ditemukan pada *UV-visible* penelitian dilanjutkan ke tahap berikutnya. Sampel yang merepresentasikan spektra pada pola 1 dipilih dan diuji menggunakan alat *FT-IR* spektroskopi di Laboratorium Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana.

### Migrasi Material Polimer (*FT-IR spectroscopy*)

Hasil spektra *UV-visible spectroscopy* merupakan hasil pengujian media cair (material plastik + akuades) setelah pemanasan. Pada uji *FT-IR* sampel yang digunakan merupakan potongan-potongan plastik pembungkus makanan (sampel) yang telah dipanaskan dan dipisahkan dari media cair sebelumnya, potongan ini dikeringkan kemudian disimpan pada tube ukuran 1 mL. Hasil spektra dari material plastik pembungkus makanan yang diuji

menggunakan alat *UV-visible*, mengindikasikan bahwa bagian dari material sampel plastik telah terlepas, artinya potongan plastik pembungkus makanan setelah pemanasan memiliki perbedaan dengan potongan plastik pembungkus makanan yang belum dipanaskan (kontrol). Material yang terlepas dapat diketahui dengan melakukan pengujian terhadap potongan sampel plastik pembungkus makanan yang belum mengalami pemanasan (*baseline*) dan dikurangkan terhadap sampel plastik kemasan yang sudah mengalami pemanasan.

Sampel yang dipilih untuk uji *FT-IR* diambil dari sampel yang merepresentasikan spektra pada pola 1 (Gambar 2), karena hasil intensitas absorbansi yang ditunjukkan pada pola 1 lebih tinggi dari pada pola 2 (Gambar 3), hal ini mengindikasikan jumlah bahan kimia terlepas lebih signifikan, dan pada pola 1 posisi *peak* yang ditampilkan tidak bervariasi seperti pada pola 2, jadi kemungkinan hanya ada 1 jenis bahan kimia yang terlepas. Hal ini nantinya akan memudahkan proses identifikasi. Hasil pengujian terhadap sampel plastik setelah pemanasan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil pengujian potongan plastik menggunakan *FT-IR spectroscopy*.

Hasil yang ditampilkan pada Gambar 4 merupakan spektra dari salah satu plastik pembungkus makanan yang melepas material pada suhu perlakuan (60 °C, 80 °C, dan 100

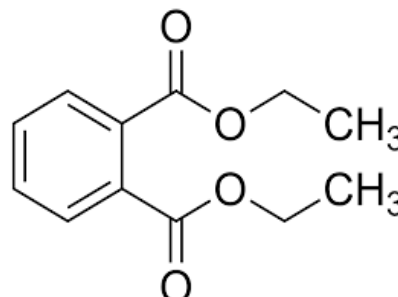
°C). Spektra pada bagian atas Gambar 4a merupakan hasil pengurangan analisis *FT-IR* sampel plastik pembungkus makanan yang mendapatkan pemanasan terhadap sampel

plastik pembungkus makanan yang tidak mendapatkan pemanasan (kontrol). {Spektra *FT-IR* = sampel plastik dengan perlakuan panas – sampel plastik tanpa perlakuan} atau {Spektra *FT-IR* = sampel – kontrol}

Spektra pada Gambar 4a adalah hasil pengurangan suhu 60 °C *minus* kontrol (hijau), 80°C *minus* kontrol (biru), dan 100 °C *minus* kontrol (merah). Pada suhu 60 dan 80 °C menunjukkan hasil spektra yang mirip (material polimer terlepas sedikit), sedangkan hasil pengurangan pada suhu 100 °C menunjukkan hasil spektra yang memiliki intensitas absorbansi lebih besar, hal ini terjadi karena suhu mempengaruhi intensitas pelepasan material polimer. Gambar 4b merupakan hasil pengurangan antara suhu 80 °C *minus* 60 °C (hijau) hasil spektra yang ditampilkan hampir sama dengan garis nol kemungkinan pada suhu 60 °C tidak terjadi migrasi pada sampel ini, sedangkan 100 °C *minus* 80 °C (merah), dan 100 °C *minus* 60 °C (biru) menunjukkan hasil absorbansi yang berbeda dengan 80 °C *minus* 60 °C (hijau), hal ini mengindikasikan adanya pelepasan material pada suhu 80–100 °C. Selain itu, peak-peak absorbansi yang ditunjukkan pada spektra dengan warna merah dan biru terlihat sama, hal ini mengindikasikan bahwa jenis bahan kimia yang terlepas juga sama.

Data spektra yang ditunjukkan pada uji *FT-IR* dapat diidentifikasi menggunakan tabel *FT-IR*, terdapat 3 *peak* yang dapat dibaca pada uji *FT-IR*. Analisis *peak* spektra *FT-IR* pada Gambar 4b dilakukan dengan membaca setiap *peak* yang ditunjukkan pada spektrumnya. Pada *peak* pertama yaitu, 1462  $\text{cm}^{-1}$  kemungkinan adalah senyawa C=C (Dai dan Fan, 2011), pada *peak* berikutnya yaitu, 1433  $\text{cm}^{-1}$  kemungkinan adalah senyawa CH<sub>2</sub> (Dai dan Fan, 2011), dan pada *peak* terakhir yaitu, 1375  $\text{cm}^{-1}$  kemungkinan adalah senyawa CH (Dai dan Fan, 2011). Jadi, dari 3 rumus kimia yang dapat diidentifikasi tersebut, kemungkinan material plastik kemasan yang terbaca pada spektrum *FT-IR*

Gambar 4b berasal dari bahan additif ftalat yaitu, *Dimethyl phthalate* (Dai dan Fan, 2011).



Gambar 5. Rumus kimia *Dimethyl phthalate* (Dai dan Fan, 2011)

### Migrasi Material Polimer

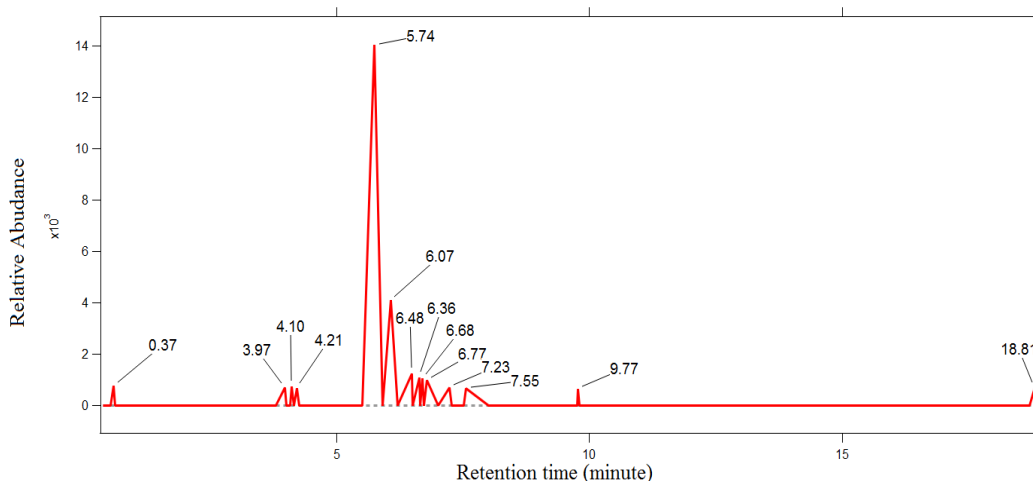
Hasil deteksi migrasi material polimer menggunakan *Gas Chromatography* menunjukkan deteksi yang lebih banyak, hasil deteksi material ini dikarenakan proses deteksi yang dilakukan pada *GC* berbeda dengan *UV-visible*. Proses pengujian pada *UV-visible* hanya merupakan pemanfaatan energi cahaya yang diarahkan kepada sampel, sedangkan pada *GC* setiap material yang terkandung di dalam sampel mengalami pemisahan dan pembakaran. Dengan demikian hasil deteksi menggunakan *GC* memperlihatkan bahwa setiap material (kecil/besar) yang terkandung pada sampel dapat terdeteksi. Hasil terdeteksi menggunakan *GC* dapat dilihat pada Gambar 6.

Hasil kromatogram *GC* memperlihatkan bahwa senyawa terdeteksi pada waktu retensi antara 0.37 – 18.81 menit (Gambar 6). Hasil deteksi menunjukkan bahwa terdapat sekitar 14 jumlah komponen lain yang terdeteksi pada sampel, diantaranya terdapat 1 fraksi paling tinggi yang terdeteksi secara signifikan. Fraksi tertinggi ini kemungkinan adalah material sama seperti yang terdeteksi pada *UV-visible* dan *FT-IR*.

Pindai pada sampel saat analisis *UV-visible* maupun *FT-IR* dilakukan pada saat yang bersamaan untuk seluruh material di dalam sampel, sehingga material dengan

intensitas absorbansi lebih kecil akan tertutupi atau tidak kelihatan oleh sampel dengan intensitas absorbansi yang lebih besar. Berdasarkan hasil uji ini dapat dinyatakan bahwa ketiga alat uji yang digunakan pada penelitian ini mendukung hal yang sama, yaitu telah terjadi migrasi

material pengemas makanan ke akuades diakibatkan oleh pemanasan. Selain itu fraksi yang terbaca pada *GC* tidak terbaca pada *UV-visible* dan *FT-IR*, untuk itu kemungkinan dapat dilakukan penelitian lebih lanjut guna mengetahui fraksi lain yang tidak terdeteksi.



Gambar 6. Hasil deteksi menggunakan *Gass Chromatography*.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terjadi migrasi material pembungkus makanan ke dalam air akuades, pada proese pemanasan yang dilakukan ternyata suhu 80–100 °C berpengaruh paling signifikan terhadap besaran migrasi material pembungkus makanan ke dalam air akuades, dan setelah dianalisis material yang bermigrasi ke dalam air akuades kemungkinan merupakan material dari bahan additif ftalat, yaitu *Dimethyl phthalate*.

### Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai jenis komponen polimer yang bermigrasi menggunakan *Liquid Chromatography Mass Spectroscopy*.

Begley, T.H. 2000. Migration from food packaging: “Regulation Considerations Forestimating Exposure”. In *Plastic Packaging Materials for Food*. pp. 359 – 391. Piringer, O.G. and Baner, A.L., Eds. Willey-VCH, Germany.

Dai, D., dan Fan, M. 2011. Investigation of the dislocation of natural fibres by fouriertransform infrared spectroscopy. *Spectroscopy*, 55(2): 300-306, ISSN 0924-2031.

Halden, R.U. 2010. *Plastics and Health Risks*, Center for Environmental Biotechnology, The Biodesign Institute at Arizona State University, Tempe, Arizona 85287-5701; Center for Water and Health, Bloomberg School of Public Health, Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland 21205.

Ho, S.M., Tang, W.Y., DeFrausto, J.B., and

## DAFTAR PUSTAKA



- Prins., G.S. 2006. Developmental exposure to estradiol end bisphenol a increases susceptibility to prostate carcinogenesis and epigenetically regulates phosphodiesterase type 4 variant 4. *Cancer Research*. 66 (11): 1-32.
- Indraswati, D. 2017. *Pengemasan Makanan*. Forum Ilmiah Kesehatan (FORIKES). Ponorogo. ISBN 978-602-1081-30-3.
- Jaeger, R.J., and Rubin, R.J. 1970. Contamination of blood stored in plastic packs. *Lancet* 2:151. *Science Magazine*. 170 (6): 460-462.
- Kawamura, Y., Sugimoto, N., Takeda, Y., and Yamada, T. 1998. Identification Of Unknown Substances In Food Contact Polystyrene. National Institute of Health Science, Tokyo, Japan. 39 (2): 158-8501.
- Lawson, G., Barkby, C.T., and Lawson, C. 1996. "Contaminant migration from food packaging laminates use to for heat and eat meals". *Fresenius Journal Analysis Chemistry*, 345:483–489.
- Le, HH., Carlos, EM., chua, JP., Bechler, SM,. 2008. Bisphenol A is released from polycarbonate drinking bottles and mimics the neurotoxic actions of estrogen in developing cerebellar neurons. *Toxicology. Lett.*176:149-56.
- Niki, P. 2011. Microwave heating enchancesthe migration of plasticicers out of plastics. *Journal of environmental health*. 1 (4): 231-235.
- Sarker, M., Rashid, M. M. 2013. Mixture of LDPE, PP and PS waste plastics into fuel by termolysis process. *International journal of engineering and technology research*, 1 (1): 1-16.
- Vom Saal F, Skakkebaek N, Joffe M, Sharpe R, Swan S, et al. 2001. Testicular dysgenesis syndrome: an increasingly common developmental disorder with environmental aspects—discussion. *Journal of pathology, microbiology and immunology*. 109 (10): 22-30.