

ISSN : 2443-1869

PORTAL

Media Ilmiah Bidang Kimia dan Kemasan

VOL. / NO. / DESEMBER
03 / 01 / 2016



KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI BESAR KIMIA DAN KEMASAN

Portal Kimia & Kemasan	Vol. 3	No.1	Hal. 107 - 149	Jakarta Desember 2016	ISSN 2443-1869
------------------------	--------	------	----------------	-----------------------	----------------

PORTAL

Media Ilmiah Bidang Kimia dan Kemasan

Kata Pengantar

Majalah ilmiah Portal Volume 3 Nomor 1 Desember 2016 merupakan terbitan ketiga dengan enam karya tulis ilmiah hasil litbang, aplikasi hasil litbang, dan telaah ilmiah (*review*) di bidang kimia dan kemasan. Issue perbaikan pengolahan sumber daya alam menjadi bahan baku industri disajikan dalam bentuk Esterifikasi Patchouli Alkohol dalam Minyak Nilam. Sedangkan terkait standardisasi dikemas dalam bentuk Uji Petik Mutu Kakao Bubuk Sesaat di Pabrik dan di Pasar dalam pemberlakuan SNI Secara Wajib, begitu pula menyangkut potensi sumber daya alam dimunculkan berupa Potensi Mikroalga sebagai Bahan Baku Kimia Adi. Selanjutnya terkait keamanan dan keselamatan bahan kimia disajikan dalam bentuk Improvement of Awareness on Chemical Security and Safety in Center for Chemical and Packaging serta tentang pengujian migrasi berupa Pengaruh Ukuran Sel dalam Uji Migrasi dengan Simulan Air Suling pada Kemasan Pangan Multylayer dan Verifikasi Metoda Migrasi Global pada Produk Melamin dengan Simulan Alkohol 15% sesuai SNI 7322: 2008. Berbagai topik bahasan yang disajikan, semoga dapat memperkaya wawasan ilmu pengetahuan dan teknologi para pembaca. Akhir kata kritik dan saran konstruktif untuk peningkatan kualitas penerbitan majalah Portal Kimia dan Kemasan ini sangat kami harapkan.

Dewan Redaksi

PORTAL

MEDIA ILMIAH BIDANG KIMIA DAN KEMASAN

Penanggung Jawab :
Kepala Balai Besar Kimia dan
Kemasan

Wakil Penanggung Jawab :
Kepala Bidang Sarana Riset dan
Standardisasi

Redaktur :
Ketua (Merangkap Anggota)
Ir. H. Syamsixman

Anggota :
Ir. Emmy Ratnawati
Dr. Dwinna Rahmi, M.Eng
Dr. Sidik Herman, M.Si
Nur Hidayati, ST, MT
Ir. Wiwik Pudjiastuti, M.Si

Editor :
Eva Oktarina, S Si
Dewi Fatimah, ST
Anna Fitriana, ST

Disain Tampak Muka Jurnal :
Aufar Haris Munandar

Alamat Redaksi :
Balai Besar Kimia dan Kemasan, Jln.
Balai Kimia No. 1, Pekayon-Pasar
Rebo, Jakarta Timur.
Telp. (021)8717438, Fax. (021)
8714928
Email : jurnal.portal.bbkk@gmail.com

ISSN 2443-1869

Volume 3, No. 1, Desember 2016

DAFTAR ISI

	Halaman
1. Esterifikasi Patchouli Alkohol dalam Minyak Nilam Retno Yunilawati dan Endeh Bariyah	107 - 112
2. Uji Petik Mutu Kakao Bubuk Sesaat di Pabrik dan di Pasar dalam Pemberlakuan SNI Secara Wajib Syamsixman	113 - 121
3. Potensi Mikroalga sebagai Bahan Baku Kimia Adi Siti Agustina dan Sidik Herman	122 - 130
4. Improvement of Awareness on Chemical Security and Safety in Center for Chemical and Packaging Irma Rumondang and Eva Oktarina	131 - 138
5. Pengaruh Ukuran Sel dalam Uji Migrasi dengan Simulan Air Suling pada Kemasan Pangan Multilayer Bernadus Sri Sumarjono	139 - 144
6. Verifikasi Metoda Migrasi Global pada Produk Melamin dengan Simulan Alkohol 15% sesuai SNI 7322:2008 Desyarni	145 - 149

Portal Kimia dan Kemasan memuat hasil litbang, aplikasi hasil litbang dan telaah ilmiah yang meliputi bahan, teknologi, produk, mutu, limbah, rancang bangun dan perekayasaan serta penerapan kebijakan di bidang kimia dan kemasan sebagai media komunikasi antar ilmuwan, praktisi, dan masyarakat industri. Portal Kimia dan Kemasan terbit satu nomor dalam setahun. Isi Portal Kimia dan Kemasan dapat dikutip dengan menyebutkan sumbernya.

ESTERIFIKASI PATCHOULI ALKOHOL DALAM MINYAK NILAM

(ESTERIFICATION OF PATCHOULI ALKOHOL IN PATCHOULI OIL)

Retno Yunilawati¹ dan Endeh Badriyah²

¹ Balai Besar Kimia dan Kemasan

² Institut Pertanian Bogor

Email : eno_nila@yahoo.com

Received : 18 Agustus 2016; Revisi : 01 September 2016; Diterima : 19 September 2016

ABSTRAK

Esterifikasi *patchouli* alkohol dalam minyak nilam menggunakan asam asetat dilakukan untuk memperoleh senyawa ester asetat yang memiliki bau spesifik (*soft woody*). Esterifikasi berlangsung pada suhu 105°C menggunakan katalis asam sulfat dengan waktu reaksi 7 jam menghasilkan rendemen ester sebesar 107,3%. Reaksi esterifikasi ini berada pada orde 2. Hasil analisa menggunakan GCMS menunjukkan bahwa senyawa ester yang terbentuk adalah *patchouli* asetat dengan berat molekul 226 g/mol

Kata kunci : minyak nilam, esterifikasi, *patchouli* alkohol

ABSTRACT

Esterification of patchouli alcohol in patchouli oil using acetic acid is conducted to obtain acetic ester compound that has a specific smell (soft woody). Esterification at 105° C using sulfuric acid catalyst with a reaction time of 7 hours to produce an ester yield of 107.3%. The esterification reaction is on the order of 2. Analysis using GCMS showed that the ester compound that is formed is patchouli acetate with a molecular weight of 226 g / mol.

Keywords : *patchouli* oil, esterification, *patchouli* alcohol

PENDAHULUAN

Minyak nilam atau *patchouli* oil merupakan komoditi yang sangat prospektif dalam industri farmasi, pangan, parfum, sabun, dan kosmetik, serta merupakan komoditas ekspor terbesar di Indonesia (Harimurti *et al.* 2012). Menurut Aisyah *et al.* (2008), ada 15 komponen penyusun minyak nilam yang teridentifikasi. Komponen penyusun yang mempunyai persentase terbesar adalah *patchouli* alkohol (32.60%), *guaiana* (23.07%), *guaiana* (15.91%), *seychellena* (6.95%), dan *patchoulena* (5.47%).

Komponen utama penyusun minyak nilam ialah *patchouli* alkohol yang dapat menentukan mutu dan bau dari minyak nilam. *Patchouli* alkohol merupakan senyawa seskuiterpena alkohol yang dapat diisolasi dalam minyak nilam dan memiliki sifat tidak larut dalam air, larut dalam alkohol, eter atau pelarut organik lainnya. Senyawa alkohol merupakan senyawa dasar yang dapat dipakai dalam pembuatan senyawa lain melalui beberapa reaksi, diantaranya reaksi

esterifikasi. Gugus alkohol yang ada dalam *patchouli* alkohol dapat direaksikan untuk membentuk senyawa baru yang memiliki sifat yang berbeda dengan senyawa asalnya, salah satunya adalah *patchouli* asetat yang memiliki aroma spesifik (*soft woody*).

Modifikasi *patchouli* alkohol menjadi bentuk ester struktur ke dalam bentuk ester dan turunannya dapat dilakukan melalui reaksi dengan asam asetat dan katalis asam sehingga membentuk *patchouli* asetat, serta reaksi dehidrasi menggunakan katalis H₂SO₄ dapat menghasilkan senyawa *patchoulena* (Nisyak *et al.* 2013). Penelitian esterifikasi *patchouli* alkohol menggunakan anhidrida asam asetat menjadi *patchouli* asetat telah dilakukan oleh Hapsari *et al.* (2014) dengan metode refluks yang menghasilkan rendemen 95,94%. Dalam penelitian tersebut digunakan *patchouli* alkohol murni yang sudah diisolasi dari minyak nilam. Pada penelitian ini dilakukan esterifikasi *patchouli* alkohol

menggunakan patchouli alkohol yang masih ada dalam minyak nilam tanpa diisolasi terlebih dahulu.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain minyak nilam, asam sulfat (H_2SO_4) 97%, dan magnesium sulfat ($MgSO_4$) anhidrat. Sedangkan peralatan yang digunakan terdiri dari PARR *Floor Stand Reactor* 4533 serta kromatografi gas spektrometer massa (*Gas Chromatography Mass Spectrophotometer GC-MS*).

Metode

Analisa bahan baku minyak nilam

Minyak nilam yang digunakan dianalisis terlebih dahulu menggunakan *GC-MS* untuk mengetahui jumlah patchouli alkohol dalam minyak nilam.

Esterifikasi patchouli alkohol pada berbagai waktu reaksi

Minyak nilam dimasukkan ke dalam wadah sampel sebanyak 330 g dan ditambahkan asam asetat glasial sebanyak 40 mL, serta H_2SO_4 97% sebanyak 0.5 mL yang berfungsi sebagai katalis. Wadah sampel dirangkai pada PARR *Floor Stand Reactor* 4533 dan dipanaskan pada suhu $105^\circ C$ dengan waktu

pemanasan masing-masing 3 jam, 4 jam, 5 jam, 6 jam, dan 7 jam sambil diaduk dengan kecepatan 100 rpm. Setelah reaksi selesai, produk hasil reaksi kemudian dianalisa menggunakan *GCMS* dengan terlebih dahulu dihilangkan airnya.

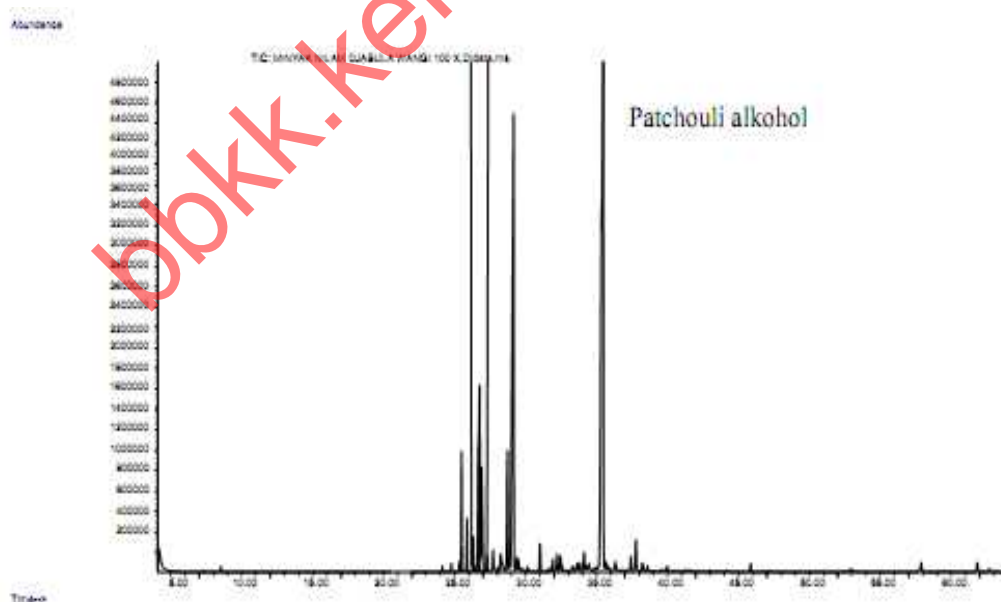
Pemisahan produk hasil esterifikasi dan analisa menggunakan *GCMS*

Setelah proses pemanasan selesai, campuran didinginkan dalam corong pemisah hingga terbentuk dua lapisan, yaitu lapisan atas yang merupakan fasa organik dan lapisan bawah yang merupakan fasa larut air. Fasa organik dipisahkan dari fasa air, kemudian fasa organik dicuci menggunakan air dan dikeringkan airnya menggunakan $MgSO_4$ untuk kemudian dilakukan analisa menggunakan *GCMS*, sehingga diketahui jumlah produk esterifikasi yang terbentuk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa bahan baku minyak nilam dengan *GCMS*

Analisa bahan baku minyak nilam dilakukan untuk mengetahui jumlah patchouli alkohol dalam minyak nilam. Hasil analisa minyak nilam menggunakan *GCMS* menghasilkan kromatogram seperti pada Gambar 1 dengan komposisi senyawa kimia terangkum dalam Tabel 1, dimana kelimpahan terbesar merupakan senyawa patchouli alkohol dengan jumlah 34,1 %.



Gambar 1. Kromatogram minyak nilam hasil analisa menggunakan GCMS

Tabel 1. Komponen penyusun minyak nilam

Nama Senyawa	Komposisi (%)	Waktu retensi (menit)
-patchoulena	2,6	25,1
-elemena	1,1	25,5
trans- -kariofilena	3,0	26,8
-guaiena (-bulnesene)	30,3	27,6
1,6 metanonaftalena	7,5	27,8
-patchoulena	6,1	28,4
-elemena	3,2	28,5
asifilena	3,7	30,2
patchouli alkohol	34,1	36,9
komponen kimia lainnya	8,5	-
Total	100,0	

Esterifikasi patchouli alkohol

Esterifikasi 0.5 mol patchouli alkohol menggunakan 0.7 mol asam asetat glasial menghasilkan ester sebanyak 0.5 mol secara stoikiometri. Pada reaksi ini, patchouli alkohol bertindak sebagai pereaksi pembatas karena jumlah maksimum produk yang terbentuk bergantung pada jumlah awal dari reaktan serta asam asetat glasial bertindak sebagai pereaksi berlebih yang diperlukan untuk menghasilkan

kuantitas maksimum dari pereaksi pembatas (Chang 2003). Pada penelitian ini digunakan minyak nilam yang memiliki kelimpahan patchouli alkohol sebesar 34,1 % sehingga untuk mendapatkan 0,5 mol patchouli alkohol diperlukan minyak nilam sebanyak 327,0 g.

Hasil esterifikasi patchouli alkohol dalam minyak nilam pada suhu 105°C pada berbagai waktu reaksi menghasilkan rendemen hasil esterifikasi seperti dirangkum dalam Tabel 2

Tabel 2 Hasil esterifikasi minyak nilam pada suhu 105 °C

Waktu (jam)	Kadar patchouli alkohol sisa (%)	Kadar senyawa hasil esterifikasi (%)	Rendemen ester (%)
3	32.7	2.7	6.7
4	30.6	4.2	10.5
5	28.0	7.0	17.5
6	26.5	9.2	23.0
7	0	42.9	107.3

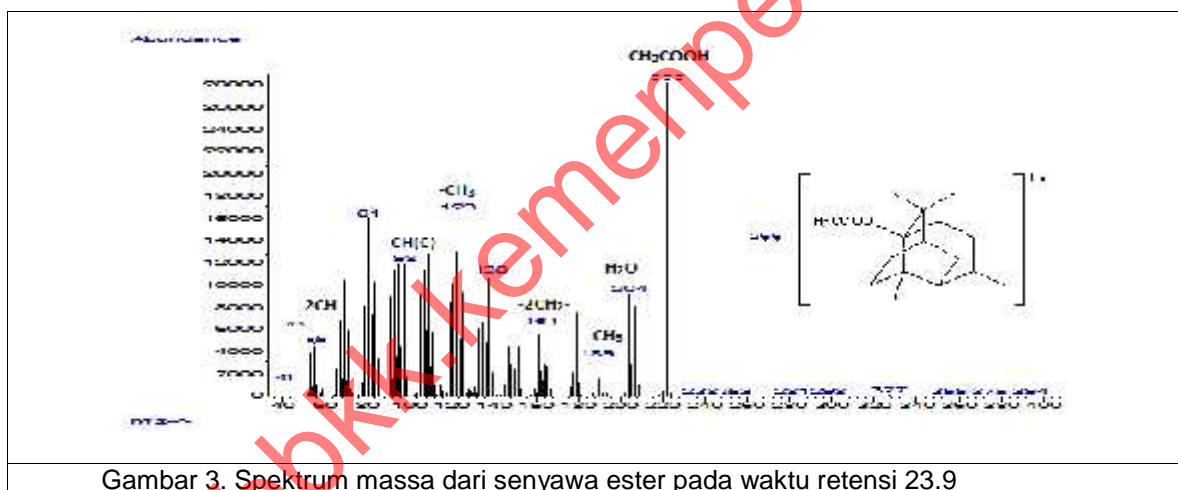
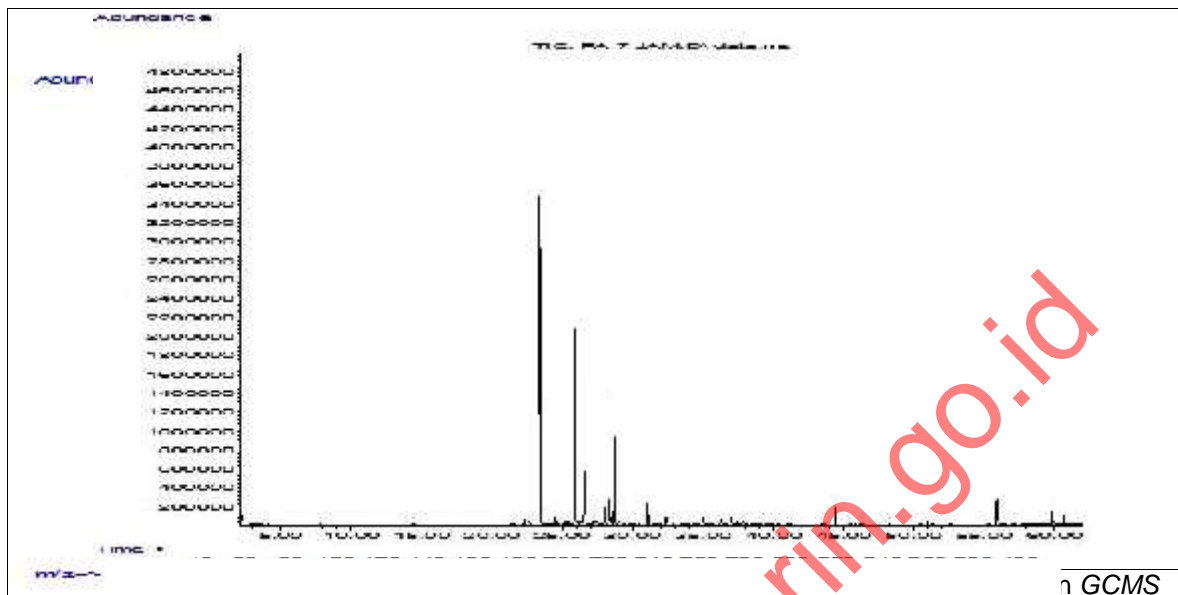
Jika reaksi esterifikasi berjalan ideal, banyaknya ester yang terbentuk secara stoikiometri ialah 132.2 g. Kadar ester tertinggi yang terbentuk pada suhu 105°C adalah pada waktu reaksi selama 7 jam, yaitu sebesar 42,9% yang setara dengan 141,8 g ester dengan rendemen sebesar 107,3%. Dalam sintesis, rendemen lebih dari 100% tidak dapat dikatakan baik karena tidak sesuai dengan kadar awal reaktan yang digunakan serta memungkinkan adanya ketidakmurnian produk yang diperoleh.

Hal ini dapat disebabkan karena penginjeksian ester pada analisis GC-MS dilakukan sekali ulangan sehingga data yang diperoleh tidak representatif. Selain itu, data memiliki interval yang beragam pada tiap waktu reaksi serta terjadi peningkatan yang signifikan pada waktu reaksi 6 jam ke 7 jam.

Hasil analisis senyawa ester menggunakan GC-MS ditunjukkan pada Gambar 2. Fragmentasi digunakan untuk mengidentifikasi senyawa yang

dihasilkan berdasarkan bobot molekul. Ion molekular diperoleh pada $m/z = 266$ dengan base peak pada $m/z = 222$ (Gambar 3). Menurut Hapsari *et al.* (2014), m/z sebesar 266 menunjukkan senyawa patchouli asetat. Base

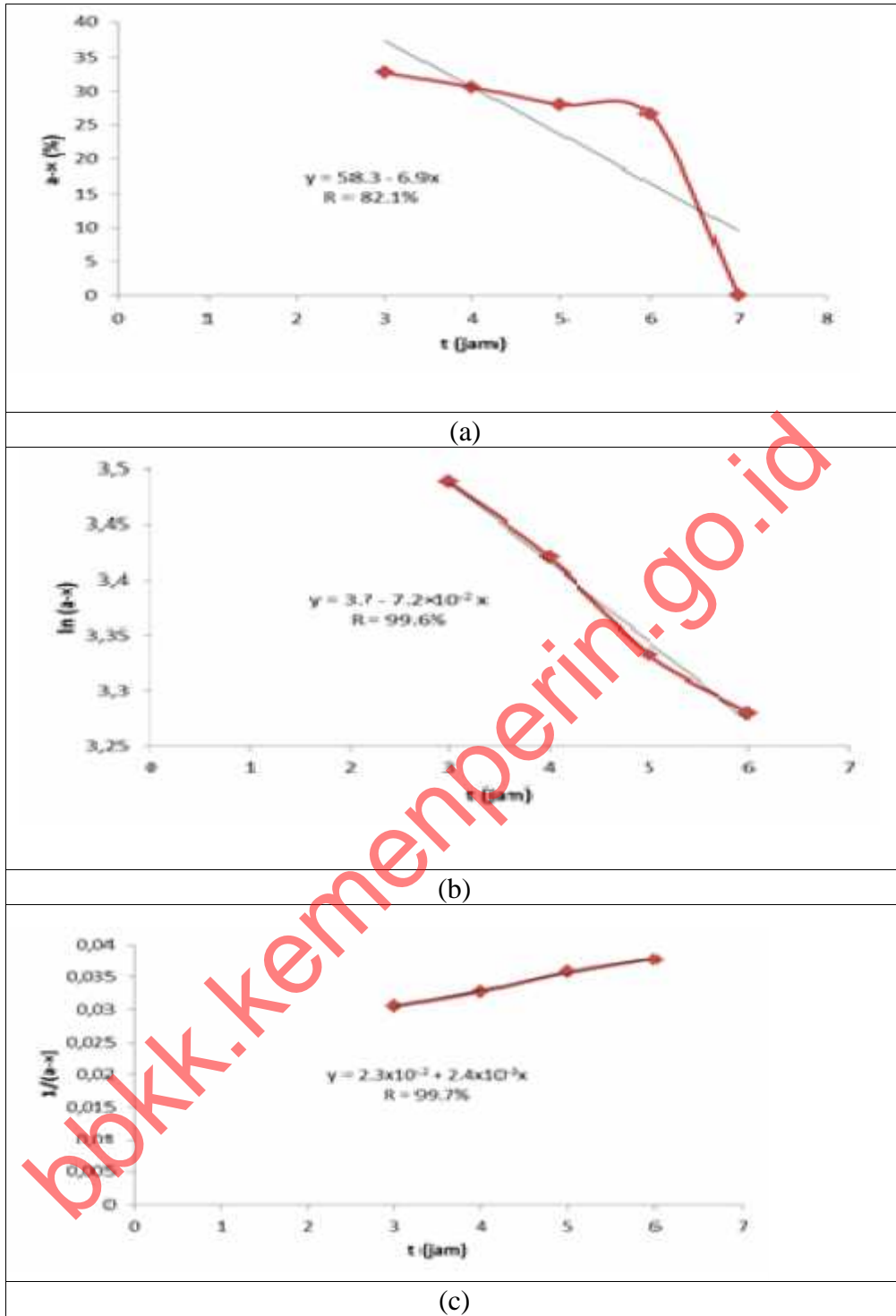
peak yang diperoleh menunjukkan fragmentasi ion molekular menjadi senyawa patchouli alkohol dengan bobot molekul 222 g/mol. Dengan demikian, senyawa ester yang dihasilkan pada percobaan ini merupakan patchouli asetat.



Gambar 3. Spektrum massa dari senyawa ester pada waktu retensi 23.9

Esterifikasi minyak nilam diuji menggunakan 3 orde. Orde ke-0 dihitung dengan persamaan $(a-x) = a-kt$, orde ke-1 dihitung dengan persamaan $\ln(a-x) = \ln(a) - kt$ dan orde ke-2 dihitung dengan persamaan $1/(a-x) = 1/a + kt$ (Suryawanshi, et.al, 2014, Wahyuningrum et al, 2012) dengan $(a-x)$ adalah jumlah patchouli alkohol sisa reaksi, t adalah waktu reaksi dan k adalah tetapan laju reaksi. Berdasarkan perhitungan tersebut, orde ke-0 menghasilkan persamaan garis $y = 58.3 - 6.9x$, pada orde ke-1 diperoleh persamaan garis $y =$

$3.7 - 7.2 \cdot 10^{-2}x$, pada orde ke-2 diperoleh persamaan garis $y = 2.3 \cdot 10^{-2} + 2.4 \cdot 10^{-3}x$ dengan linearitas masing-masing 82.1%, 99.6%, dan 99.7% (Gambar 4). Berdasarkan pengujian ketiga orde tersebut, reaksi esterifikasi berada pada orde ke-2 dengan nilai linearitas mendekati 1, yang berarti pada reaksi ini, hanya ada 1 reaktan yang mempengaruhi terbentuknya ester dengan tetapan laju sebesar $1.1 \times 10^{-1} \text{ jam}^{-1}$, laju reaksi sebesar $3.6\% \text{ jam}^{-1}$, dan energi aktivasi sebesar 7.0 kJ mol^{-1} (berdasarkan perhitungan).



Gambar 4. Kurva penentuan orde reaksi (a) ke-0; (b) ke-1; (c) ke-2 esterifikasi minyak nilam pada suhu 105°C.

KESIMPULAN

Reaksi esterifikasi *patchouli* alkohol dalam

minyak nilam merupakan reaksi orde 2, berlangsung pada suhu 105°C selama 7 jam menggunakan katalis H₂SO₄ yang menghasilkan

rendemen ester sebesar 107,3%. Reaksi ini belum optimal karena masih dihasilkan rendemen di atas 100% sehingga perlu dilakukan optimalisasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Balai Besar Kimia dan Kemasan yang telah menyediakan bahan dan sarana untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah Y, Hastuti P, Hidayat C, dan Sastroamidjojo H. 2008. Komposisi kimia dan sifat antibakteri minyak nilam (*Pogostemon cablin* Benth). *Majalah Farmasi Indonesia*. 19:51-156.
- Bulan R. 2004. *Esterifikasi patchouli alkohol hasil isolasi dari minyak daun nilam (Patchouli oil)*. Tesis. Yogyakarta (ID): FMIPA Universitas Gajah Mada.
- Chang R. 2003. *Kimia Dasar: Konsep-konsep Inti Jilid 1 Ed ke-3*. Jakarta (ID): Erlangga
- Hapsari FR, Edi PU, Siti MU. 2014. Studi molekul *odorant* dari turunan ester asetat berdasarkan kajian *in silico* dan *in vitro*. *Kimia Student Journal*. 1(2):161-167
- Harimurti N, Tatang HS, Djajeng S. 2012. Ekstraksi minyak nilam (*Pogostemon Cablin* Benth) dengan teknik hidrodifusi pada tekanan 1-3 bar. *J Pascapanen*. 9(1):1-10.

- Nisyak K, M. Farid R, Sutrisno S. 2013. Synthesis organonitrogen compounds from patchouli alcohol through ritter reaction with acetonitrile and its toxicity to *Artemia salina* Leach. *J Pure App Chem Res*. 2(1):11-18.
- Nuryoto, Sulistyono, H, Rahayu, S.S dan Sutijan. Kinetika reaksi esterifikasi gliserol dengan asam asetat menggunakan katalisator indion 225 Na. 2011. *Jurnal Rekayasa Proses* Vol 5 No.2 : 35-39
- Suryawanshi, M.A., Shinde, N.H. and Nagotkar, R.V., 2014, July. Kinetic Study of Esterification Reaction for the Synthesis of Butyl Acetate. In *International Journal of Engineering Research and Technology* (Vol. 3, No. 1 January-2014). ESRSA Publications.
- Trihadi B. 2007. Pengaruh perbandingan volume zat pereaksi terhadap esterifikasi asam asetat dengan fraksi dari minyak fusel. *Jurnal Gradien*. (1):222-225.
- Wahyuningrum, R., Cahyono, E. and Siadi, K., 2012. Kinetika Reaksi Siklisasi-Asetilasi Sitronelal Menjadi Isopulegil Asetat Terkatalisis Zr⁴⁺-Zeolit Beta. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 1(2).

UJI PETIK MUTU KAKAO BUBUK SESAAT DI PABRIK DAN DI PASAR DALAM PEMBERLAKUAN SNI SECARA WAJIB

(PICK-TEST QUALITY OF COCOA POWDER INSTANTANEOUS IN THE FACTORIES AND IN THE MARKET FOR ENFORCEMENT SNI OF COMPULSORY)

Syamsixman

Balai Besar Kimia dan Kemasan, BPPI, Kementerian Perindustrian

e-mail: syamsixman@yahoo.com

Received: 8 Oktober 2016 , Revised: 29 Oktober 2016 , Accepted : 18 November 2016

ABSTRAK

Uji petik mutu kakao bubuk sesaat di pabrik dan di pasar dalam pemberlakuan SNI secara wajib (regulasi teknis kakao bubuk) telah dilaksanakan. Tujuan kegiatan uji petik sesaat adalah untuk mengukur pencapaian pemenuhan persyaratan mutu kakao bubuk sesuai SNI 3747:2009 yang telah ditetapkan pemberlakuan SNI nya secara wajib melalui sampling langsung ke pabrik dan pasar potensial. Penentuan pabrik dan pasar lokasi pengambilan sampel kakao bubuk dilakukan secara *purposive* dengan pengambilan sampel secara acak, sehingga diperoleh lokasi pengambilan sampel di 11 pabrik dan 8 pasar, yang tersebar di 8 provinsi. Sebanyak 19 sampel yang diambil dari 11 pabrik dan 8 pasar di uji mutunya sesuai SNI 3747:2009 di laboratorium terakreditasi Balai Besar Industri Agro Bogor. Hasil uji menunjukkan bahwa kakao bubuk yang memenuhi persyaratan standar di lokasi pabrik hanya 3 sampel (27,3%) dan di lokasi pasar hanya 2 sampel (25,0%). Parameter mutu yang tidak terpenuhi di lokasi pabrik meliputi kehalusan sebesar 54,54%, kadar air sebesar 54,54%, kapang sebesar 36,37%, total mikroba sebesar 18, 18%, serta lemak dan bakteri bentuk *coli* masing-masing sebesar 9,09%. Sedangkan parameter mutu yang tidak terpenuhi dari kakao bubuk di lokasi pasar meliputi kehalusan sebesar 62,5%, kadar air sebesar 50,0%, cemaran kulit sebesar 37,5%, kapang sebesar 25,0%, lemak sebesar 25,0%, serta total mikroba dan khamir masing-masing sebesar 12,5%. Perusahaan kakao bubuk perlu melakukan perbaikan mutu produk dan peningkatan sistem manajemen mutu perusahaan dalam melaksanakan regulasi teknis kakao bubuk. Selain itu juga perbaikan sanitasi dan higienes perusahaan disamping perlunya peningkatan pengawasan dari pihak-pihak terkait, agar dapat kompetitif dalam menghadapi pemberlakuan Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA).

Kata Kunci : Kakao bubuk, kesesuaian mutu, regulasi teknis, uji petik.

ABSTRACT

Pick-Test Quality of Cocoa Powder Instantaneous in the Factories and in the Market for Enforcement SNI of Compulsory have been carried out. The objective of the pick-test Instantaneous is to measure the achievement of the fulfillment of the quality requirements of cocoa powder in accordance with SNI 3747:2009 predefined its mandatory enforcement of SNI through sampling of directly to the factory and the potential markets. Determination of the factory and the market for sampling of cocoa powder is purposively with random sampling, in order to obtain the sampling locations in 11 factories and 8 markets, are scattered in 8 provinces. The 19 samples that it's taken from 11 factories and 8 markets be tested quality according to SNI 3747:2009 in the accredited laboratories BBIA. The test results showed that the cocoa powder which meets the requirements of the standard at the factory site only three samples (27.3 %) and in the market location is only 2 samples (25.0 %). Quality parameters are not being met at the factory site include the fineness of 54.54 %, water content of 54.54 %, molds amounted to 36.37 %, total microbes as much as 18.18 %, and fat and coli form bacteria respectively 9.09 %. Whereas cocoa powder quality parameters are not fulfilled in the market location include the fineness of 62.5 %, water content of 50.0 %, amounted to 37.5 % of skin contamination, mold of 25.0 %, 25.0 % fat, as well as total microbes and yeasts respectively by 12.5 %. Cocoa powder companies need to improve product quality and improvement of the company's quality management system in implementing technical regulations cocoa powder. In addition, improvement of sanitation and higienes companies besides the necessity increased surveillance of the relevant parties, in order that can be competitive in facing the implementation of the ASEAN Economic Community (AEC).

Keywords : Cocoa powder, conformity of quality, technical regulations, pick-test.

PENDAHULUAN

Kakao bubuk adalah produk kakao berbentuk bubuk yang diperoleh dari kakao massa setelah dihilangkan sebagian lemaknya dengan atau tanpa alkalisasi (BSN 2009). Berdasarkan proses pengolahannya, kakao bubuk dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu *natural cocoa powder (non alkalized cocoa powder)* bila pengolahannya melalui proses *natural* dan *alkalized cocoa powder (dutch cocoa powder)* bila diproses melalui proses *dutch*. *Natural cocoa powder* memiliki warna lebih terang dengan kadar lemak sekitar (10-12)%, sedangkan *dutch cocoa powder* memiliki warna lebih gelap dengan kadar lemak sekitar (18-23)%. Kebanyakan kakao bubuk yang dijual dipasaran termasuk jenis *natural cocoa powder* (Widianto *et al.* 2013).

Pada tahun 2013 telah beroperasi industri pengolahan kakao bubuk dan coklat sebanyak 30 perusahaan (Ditjen Industri Agro, 2013), sehingga telah dapat memproduksi kakao bubuk sebesar 324.000 ton (Wijaya 2014). Menurut Hatmi dan Rustijarno (2012) dan Widianto *et al.* (2013) kakao Indonesia memiliki karakteristik yang tidak dimiliki oleh negara lain yaitu *melting point* yang tinggi sehingga cokelat *bar* tidak meleleh pada suhu ruangan, dan rasa *fruity* yang sangat cocok untuk aroma *blending*. Selain itu juga memiliki kandungan asam lemak bebas (*FFA*) yang rendah, sehingga memungkinkan untuk menghasilkan mutu kakao bubuk yang lebih baik.

Pemerintah dalam hal ini Kementerian Perindustrian berkewajiban melindungi industri nasional dan konsumen kakao bubuk terhadap maraknya produk kakao bubuk impor yang berkualitas rendah dengan harga murah, antara lain dilakukan melalui penerapan SNI wajib, yang berfungsi sebagai regulasi teknis. Pada tanggal 4 November 2009, Kementerian Perindustrian telah memberlakukan SNI kakao bubuk secara wajib berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian nomor 45/M-IND/PER/5/2009 yang mengacu pada SNI 01-3747-1995 (Menperin 2009b). Adapun yang menjadi alasan utama dalam pemberlakuan SNI wajib kakao bubuk tersebut adalah untuk dapat menjaga mutu kakao bubuk yang beredar di dalam negeri (Suhardi, 2010).

Menurut Suhardi (2010) bahwa sebelum pemberlakuan SNI kakao bubuk secara wajib, telah terjadi berbagai manipulasi dan penyimpangan mutu produk kakao bubuk, antara lain pembuatan kakao bubuk dengan menggunakan bahan baku dari kulit (cangkang) kakao. Dari informasi AMPER (Aliansi Masyarakat Peduli Energi Rakyat) pada tanggal

3 Maret 2009 bahwa jumlah produksi kakao bubuk yang berasal dari kulit kakao telah mencapai 550 MT/bulan atau 6.600 MT/tahun. Dengan pemberlakuan SNI wajib tersebut, maka parameter kulit (*shell*) pada SNI kakao bubuk secara wajib (SNI 3747:2009) dipersyaratkan maksimum sebesar 1,75%. Kepala BSN menginformasikan bahwa Kulit kakao diketahui mengandung OTA (*Ochratoxin A*) tinggi yang tidak boleh dikonsumsi manusia karena berbahaya bagi kesehatan serta malah menyebabkan timbulnya penyakit kronis (Suhardi 2010). Selain itu juga hasil pengujian yang dilakukan oleh Asosiasi Industri Kakao Indonesia pada tahun 2007 ditemukan bahwa kandungan kulit sangat tinggi pada kadar lemak kurang dari 10,0 %, sementara persyaratan yang ditetapkan di dalam SNI minimal 10,0%. Begitu pula dengan hasil uji yang dilakukan oleh PPMBEI Kementerian Perdagangan pada tahun 2006 ditemukan total mikroba (*PCA*) $2,3 \times 10^5$ koloni/gram, yang melebihi batas mutu yang dipersyaratkan SNI (5×10^3 koloni/gram) serta kadar lemaknya sebesar 8,74 % b/b, yang tidak memenuhi persyaratan SNI (minimum 10 % b/b). Dari hasil pengujian Lab Internal AIKI (Asosiasi Industri Kakao Indonesia) menyatakan bahwa pengujian *FFA* kulit sangat tinggi dengan kadar lemak kurang dari 10,0% b/b, sedangkan pada SNI dipersyaratkan minimum 10,0% b/b.

Menurut Menperin (2010), perusahaan yang memproduksi, mengimpor atau mencampur kakao bubuk wajib menerapkan dan memiliki Sertifikat Produk Penggunaan Tanda SNI (SPPT SNI) kakao bubuk. SPPT-SNI tersebut diterbitkan oleh Lembaga Sertifikasi Produk (LSPPro) yang telah terakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN) dan atau ditunjuk oleh Menteri Perindustrian (Menperin 2009a dan Menperin 2014). LSPPro menerbitkan SPPT SNI tersebut berdasarkan Penilaian Kesesuaian, yang meliputi pengujian kesesuaian mutu produk kakao bubuk serta melakukan audit penerapan Sistem Manajemen Mutu SNI ISO 9001:2008 (Menperin 2009a).

Salah satu tahapan kegiatan yang cukup penting dalam pemberlakuan SNI kakao bubuk secara wajib adalah pengawasan. Pengawasan yang dimaksud antara lain bertujuan untuk menjaga agar kesesuaian mutu kakao bubuk terhadap SNI terpelihara secara konsisten. Pengawasan secara berkala dan sesaat terhadap sistem manajemen mutu dan mutu produk perusahaan pemegang SPPT SNI sistem 5 dilakukan oleh LSPPro yang mengeluarkan SPPT SNI tersebut minimal setiap 1 tahun (Ditjen IAK 2009). Sedangkan pengawasan di dalam dan diluar lokasi produksi perusahaan

pemegang SPPT SNI dilakukan oleh Ditjen Industri Agro dan Kimia cq Ditjen Industri Agro, minimal 1 kali dalam 2 tahun (Dirjen IAK 2009).

Pengujian Kakao bubuk dalam rangka pengawasan SPPT SNI secara wajib dapat dilakukan dengan disubkontrakan kepada Laboratorium Uji dalam negeri yang diakreditasi KAN atau laboratorium Uji yang ditunjuk Menteri. Pengujian tersebut juga dapat dilakukan oleh Laboratorium Uji luar negeri yang telah diakreditasi KAN atau Badan Akreditasi negara lain yang telah menandatangani *Mutual Recognition Arrangement (MRA)* dengan KAN dan diverifikasi oleh LSPPro (Menperin 2009b).

Sejauh ini, pemberlakuan SNI kakao bubuk secara wajib yang berfungsi sebagai salah satu regulasi teknis telah berlangsung lebih dari 6 tahun, namun belum ada laporan penelitian yang mengevaluasi sejauh mana pencapaian kesesuaian mutu kakao bubuk terhadap SNI 3747:2009. Karena itu penelitian seperti yang dimaksud perlu dilakukan untuk mendapatkan masukan dalam memperbaiki kelemahan-kelemahan pelaksanaan regulasi teknis tersebut serta meningkatkan kompetensi perusahaan, terutama dalam rangka menghadapi perberlakuan Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA) yang bersifat sangat kompetitif (Prasetya 2014). Penelitian untuk mengevaluasi pemeriksaan mutu kakao bubuk yang disampling di lokasi produksi (pabrik) dan di luar lokasi produksi (pasar) secara acak dapat dilakukan melalui uji petik (Ditjen IAK 2009).

Menurut Akli (2011) dan Ditjen Cipta Karya (2014), uji petik adalah pengujian atas satuan barang yang hanya dilakukan terhadap sebagian barang yang dipetik dengan satuan barang tersebut. Tujuan melakukan kegiatan uji petik adalah untuk mengukur pencapaian pemenuhan persyaratan mutu kakao bubuk terhadap SNI 3747:2009 yang telah ditetapkan pemberlakuan SNI nya secara wajib melalui sampling langsung ke pabrik/pasar potensial (Ditjen IAK 2009 serta Suprapti dan Loppies 2015) dengan pengambilan sampel dilakukan secara acak (Nasution 2003). Uji petik merupakan bagian dari kerangka monitoring kegiatan secara keseluruhan, sehingga menjadi bagian yang saling melengkapi dengan kegiatan monitoring lainnya (Akli 2011).

BAHAN DAN METODA

Bahan

Bahan yang dipergunakan adalah kakao bubuk produksi pabrik dan yang beredar di pasar. Sedangkan untuk uji organoleptik, kimia dan mikrobiologinya dipergunakan pula bahan-bahan yang meliputi asam khlorida, petroleum

eter, larutan perak nitrat 0,1 N, aseton pa, deterjen, pereaksi *belluci*, asam asetat glasial, asam nitrat, asam sulfat, air, natrium khlorida. Selain itu juga larutan kalium, kalium khlorida, hidrogen peroksida, kalium iodida, borohidrida, natrium khlorida, arsenat serta larutan baku Cd, Pb, Sn, dan As. Bahan lain yang diperlukan adalah *buffer pepton water, lauryl sulphate trytose, BGLB, L-EMB, PCA, EC broth, lactose broth, non fat dry milk, BHI broth, brilliant green dye solution 1%, RV medium, BSA, HE* agar, *XLD* agar, *LIA, mac conkey* agar, *urea broth, LDB, tryptone broth, trypticase soy-trytose broth, bromcresol purple dye solution 0,2%, rapid urea broth, malonete broth*, kalium hidroksida 40%, reagen *kovacs, simmons* sitrat agar, *MR-VP broth, phenol red lactoce, dan purple lactose broth* (BSN 2009).

Peralatan

Peralatan yang dipergunakan meliputi neraca analitis, oven, penangas air, labu didih, alat *soxhlet*, selongsong kertas, gelas piala, kaca arloji, kertas saring bebas lemak, kertas saring *whatman 41*, desikator, alat uji organoleptik terhadap bau dan rasa serta warna, cawan platina bertutup, batang pengaduk, ayakan 200 *mesh*, erlenmeyer sedot, botol pencuci, sentrifusi, tabung sentrifusi, erlen meyer, labu kjehdal, tabung kaca, kaca alas, dan *counting grid*. Selain itu juga spektrofotometer serapan atom (AAS), piper ukur, labu ukur, gelas ukur, tanur, ose, tabung durham, tabung reaksi, rak tabung reaksi, sendok steril, gelas, cawan petri, botol pengencer, inkubator, autoklaf, alat hitung koloni mikroba, kantong plastik, penaduk gelas, pH meter, dan bunsen (BSN 2009).

Metoda

Penentuan pabrik/pasar lokasi pengambilan sampel kakao bubuk dilakukan secara *purposive* melalui penetapan kriteria spesifik terhadap pabrik produsen kakao bubuk/pasar lokasi pemasarannya. Kriteria tersebut dapat berupa adanya pabrik/pasar kakao bubuk dengan potensi relatif besar sebagai sampel (Suprapti dan Loppies 2015).

Berdasarkan prinsip diatas, maka ditetapkan sebanyak delapan daerah provinsi yang mempunyai pabrik/pasar kakao bubuk yang relatif berpotensi, yaitu Sumatera Utara (Medan), Sumatera Barat (Payakumbuh dan Pariaman), Kepulauan Riau (Batam), Banten (Tangerang), Jawa Barat (Bandung dan Bogor), DKI Jakarta (Jakarta Selatan, Jakarta Timur, Jakarta Barat dan Jakarta Pusat), Jawa Timur (Surabaya), dan Sulawesi Selatan (Makasar). Masing-masing kota di provinsi tersebut diambil sampel di pabrik dan atau di pasar secara acak,

sehingga diperoleh sebanyak 11 sampel dari pabrik dan sebanyak 8 sampel dari pasar dengan jumlah semua sebanyak 19 sampel.

Masing-masing sampel yang diambil seberat 2 kg, yang dilaksanakan dari Juli 2014 sampai dengan Maret 2015. Sampel yang diambil dari pabrik 1 di Medan, pabrik 2 di Payakumbuh, pabrik 3 di Pariaman, pabrik 4 di Tangerang, pabrik 5 di Tangerang, pabrik 6 di Jakarta Barat, pabrik 7 di Bandung, pabrik 8 di Bandung, pabrik 9 di Bandung, pabrik 10 di Surabaya, dan pabrik 11 di Makasar. Sedangkan sampel yang diambil dari pasar 1 di Jakarta Selatan, pasar 2 di Jakarta Timur, pasar 3 di Jakarta Barat, pasar 4 di Jakarta Pusat, pasar 5 di Batam, pasar 6 di Batam, pasar 7 di Batam, pasar 8 di Bogor. Sedangkan 3 sampel dari lokasi pasar yang direncanakan untuk disampling tidak dapat dilakukan, karena pada saat pengambilan tidak ditemukan kakao bubuk di lokasi pasar tersebut (pasar Payakumbuh, pasar Pariaman, dan pasar Makasar).

Selanjutnya ke 19 sampel kakao bubuk tersebut di bawa ke laboratorium uji terakreditasi yang ditunjuk Kemenperin, yaitu laboratorium uji Balai Besar Industri Agro Bogor untuk dilakukan pengujian terhadap 17 parameter uji sesuai SNI 3747:2009 (BSN 2009). Sedangkan analisa data hasil uji dilakukan menggunakan metode deskriptif, yaitu analisa mendasar yang menggambarkan data secara umum serta membandingkan kesesuaiannya terhadap SNI 3747:2009.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian sampel uji petik untuk mengukur pencapaian kesesuaian mutu kakao bubuk di lokasi produksi (pabrik) dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan hasil uji petik terhadap sampel di luar lokasi produksi (pasar) diperlihatkan pada Tabel 2. Dari 11 sampel kakao bubuk yang disampling di lokasi produksi, ternyata hanya 3 sampel (27,3%) yang memenuhi persyaratan sesuai SNI 3747:2009, sedangkan sisanya sebanyak 8 sampel atau 72,7% tidak memenuhi persyaratan mutu (Tabel 1 dan Tabel 3). Begitu pula dari 8 sampel yang disampling dari luar lokasi produksi (pasar) hanya 2 sampel (25%) yang memenuhi persyaratan mutu kakao bubuk sesuai SNI 3747:2009, sedangkan 6 sampel (75%) tidak memenuhi (Tabel 1 dan Tabel 3). Hal ini berarti bahwa kesesuaian mutu kakao bubuk terhadap SNI 3747:2009 di lokasi produksi (pabrik) baru mencapai 27,3% dan di luar lokasi pabrik (pasar) baru tercapai 25% dalam pelaksanaan regulasi teknis kakao bubuk. Karena itu, upaya perbaikan mutu dan sistem manajemen mutu oleh

perusahaan dan pengawasan oleh pihak berwenang terkait perlu ditingkatkan, terutama dalam rangka menghadapi pemberlakuan Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA) yang penuh kompetitif (Prasetya, 2014).

Sample-sampel yang tidak memenuhi persyaratan SNI 3747:2009 tersebut, selanjutnya diidentifikasi parameter mutunya yang tidak memenuhi, seperti pada Tabel 3. Dari sampel yang diambil di pabrik, maka parameter mutu yang tidak memenuhi meliputi parameter fisik (kehalusan) berasal dari 6 sampel, parameter kimia berupa kadar air berasal dari 6 sampel, kadar lemak berasal dari 1 sampel, parameter mikrobiologi berupa kapang berasal dari 4 sampel, total mikroba berasal dari 2 sampel dan cemaran bakteri bentuk coli yang berasal dari 1 sampel (Tabel 3). Sedangkan parameter mutu yang tidak terpenuhi dari sampel yang diambil dari luar lokasi pabrik (pasar) adalah parameter fisik berupa kehalusan berasal dari 5 sampel, parameter kimia berupa kadar air berasal dari 4 sampel, kadar lemak berasal dari 2 sampel, dan parameter mikrobiologi berupa kapang berasal dari 2 sampel, total mikroba berasal dari 1 sampel dan khamir berasal dari 1 sampel, dan parameter cemaran berupa kulit yang berasal dari 3 sampel (Tabel 3).

Persyaratan kehalusan lolos ayakan 200 mesh yang tidak terpenuhi dari sampel yang diambil di pabrik sebanyak 6 sampel (54,54%) serta yang diambil di pasar sebanyak 5 sampel (62,5%). Kehalusan kakao bubuk sangat ditentukan oleh ukuran patikelnya, yang merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan mutu kakao bubuk (Spriyanto dan Marseno 2010). Ketidakterpenuhinya persyaratan kehalusan tersebut antara lain sangat berkaitan dengan cara proses penyangraian hancuran keping biji kakao (*nib*) yang dilakukan di pabrik.

Umumnya pabrik kakao bubuk masih melakukan penyangraian hancuran keping biji kakao (*nib*) secara konvensional, yaitu menggunakan oven Memmert pada suhu 140 °C selama 40 menit. Kondisi penyangraian dengan cara ini menyebabkan ukuran hancuran partikel kakao bubuk yang dihasilkan relatif besar (20-125) μm serta bervariasi setelah dilakukan penggilingan, sehingga uji kehalusannya menghasilkan nilai yang lebih kecil (Jinap *et al.* 1998; Supriyanto *et al.* 2007 dan Spriyanto dan Marseno 2010). Menurut Supriyanto dan Marseno (2010). Penyangraian hancuran keping biji kakao (*nib*) menggunakan Energi Gelombang Mikro (EGM) adalah lebih baik. Hal ini dikarenakan dapat dihasilkan tekstur masa kakao yang lebih rapuh, lunak dan serba sama,

Tabel 1. Hasil uji sampel kakao bubuk yang disampling di lokasi produksi (pabrik)

No.	Parameter Uji	Lokasi Sampel											SNI 3747:2009	
		Pabrik 1	Pabrik 2	Pabrik 3	Pabrik 4	Pabrik 5	Pabrik 6	Pabrik 7	Pabrik 8	Pabrik 9	Pabrik 10	Pabrik 11		
1.	Bau	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Khas kakao, bebas bau asing
2.	Rasa	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Khas kakao, bebas bau asing
3.	Warna	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat.
4.	Kehalusan(% <i>,b/b</i>)	99,8	96,9	96,9	99,9	99,8	96,7	99,5	95,5	99,7	98,6	98,3	Min. 99,5% <i>b/b</i>	
5.	Kulit (% <i>,b/b</i>)	0,22	0,47	0,84	0,12	0,18	0,18	0,15	0,76	0	0,19	0,68	Maks. 1,75% <i>b/b</i>	
6.	Kadar Air (% <i>,b/b</i>)	3,82	5,43	6,52	2,85	3,83	5,67	4,92	5,34	8,36	5,96	2,79	Maks. 5,0% <i>b/b</i>	
7.	Kadar Lemak (% <i>,b/b</i>)	11,8	31,0	20,7	10,6	11,5	12,0	10,3	6,88	11,5	10,4	11,8	Min. 10,0% <i>b/b</i>	
8.	Timbal/Pb (mg/kg)	< 0,040	< 0,040	< 0,040	< 0,040	< 0,040	< 0,040	< 0,040	< 0,040	< 0,040	< 0,040	< 0,040	Maks. 2,0 mg/kg	
9.	Kadmium/Cd (mg/kg)	0,38	0,05	0,08	0,34	0,35	0,55	0,33	0,5	0,07	0,56	0,44	Maks. 1,0 mg/kg	
10.	Timah/Sn (mg/kg)	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	Maks.40,0 mg/kg	
11.	Arsen/As (mg/kg)	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	Maks. 1,0 mg/kg	
12.	Total Mikroba (Koloni/grm)	< 10	1,3x10 ²	2,8x10 ⁵	< 10	< 10	15	2,3x10 ⁴	1,5x10 ³	< 10	1,8x10 ³	15	Maks.5x10 ³ Kol/g	
13.	Bakteri Bentuk <i>Coli</i> (AMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	9,2	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3 AMP/grm	
14.	<i>E.Coli</i> (per grm)	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif/grm	
15.	<i>Salmonella</i> (per 25 grm)	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif/25 grm	
16.	Kapang (Koloni/grm)	< 10	1,4x10 ²	1,3x10 ³	< 10	< 10	< 10	1,2x10 ²	50	4,4x10 ²	20	10	Maks.50 Kol/g	
17.	Khamir 9 (Koloni/grm)	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	Maks.50 Kol/g	
	Keterangan	Memenu hi	Tidak Memenu hi	Tidak Memenu hi	Memenu hi	Memenu hi	Tidak Memenu hi	Tidak Memenu hi	Tidak Memenu hi	Tidak Memenu hi	Tidak Memenu hi	Tidak Memenu hi		

Keterangan : Warna merah jambu adalah tidak memenuhi persyaratan SNI 3747:2009.

Tabel 2. Hasil uji sampel kakao bubuk yang disampling di luar lokasi produksi (pasar)

No.	Parameter Uji	Lokasi Sampel								SNI 3747:2009
		Pasar 1	Pasar 2	Pasar 3	Pasar 4	Pasar 5	Pasar 6	Pasar 7	Pasar 8	
1.	Bau	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Khas kakao, bebas bau asing
2.	Rasa	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Normal khas kakao	Khas kakao, bebas bau asing
3.	Warna	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat	Coklat/warna lain karena alkalisasi
4.	Kehalusan(% _{b/b})	99,1	94,8	99,4	99,0	99,9	99,9	99,9	91,7	Min. 99,5% b/b
5.	Kulit (% _{b/b})	2,01	2,10	0,1	0,06	0,52	0,35	0,44	3,85	Maks. 1,75% b/b
6.	Kadar Air (% _{b/b})	7,32	6,68	5,47	3,33	3,43	4,18	5,09	4,38	Maks. 5,0% b/b
7.	Kadar Lemak (% _{b/b})	0,84	3,81	10,9	10,3	11,0	10,4	10,4	10,3	Min. 10,0% b/b
8.	Timbal/Pb (mg/kg)	< 0,040	< 0,040	< 0,040	< 0,040	< 0,040	< 0,040	< 0,040	< 0,040	Maks. 2,0 mg/kg
9.	Kadmium/Cd (mg/kg)	0,07	0,18	0,22	0,55	0,16	0,11	0,10	0,25	Maks. 1,0 mg/kg
10.	Timah/Sn (mg/kg)	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 0,8	Maks.40,0 mg/kg
11.	Arsen/As (mg/kg)	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	Maks. 1,0 mg/kg
12.	Total Mikroba (Koloni/grm)	3,2x10 ³	1,4x10 ⁵	20	< 10	< 10	< 10	< 10	5,0x10 ²	Maks.5x10 ³ Kol/g
13.	Bakteri Bentuk <i>Coli</i> (AMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3 AMP/grm
14.	<i>E.Coli</i> (per grm)	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif/grm
15.	<i>Salmonella</i> (per 25 grm)	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif/25 grm
16.	Kapang (Koloni/grm)	10	70	10	< 10	< 10	< 10	< 10	80	Maks.50 Kol/g
17.	Khamir 9 (Koloni/grm)	< 10	80	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	Maks.50 Kol/g
	Keterangan	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	Tidak Memenuhi	Tidak Memenuhi	-

Keterangan : Warna merah jambu adalah tidak memenuhi persyaratan SNI 3747:2009.

Tabel 3. Jumlah dan persentase sampel per parameter uji dan per sampel kakao bubuk memenuhi dan tidak memenuhi SNI 3747:2009 yang disampling di pabrik dan di pasar.

No.	Parameter Uji	Jumlah Sampel per parameter yang Memenuhi SNI		Jumlah Sampel per parameter yang tidak Memenuhi SNI	
		Pabrik (Sampel dan %)	Pasar (Sampel dan %)	Pabrik (Sampel dan %)	Pasar (Sampel dan %)
1.	Kehalusan	5 (45,46)	3 (37,5)	6 (54,54)	5 (62,5)
2.	Kadar Air	5 (45,46)	4(50,0)	6 (54,54)	4 (50,0)
3.	Kapang	7 (63,63)	6 (75,0)	4 (36,37)	2 (25,0)
4.	Lemak	10 (90,91)	6 (75,0)	1 (9,09)	2 (25,0)
5.	Total Mikroba	9 (81,82)	7 (87,5)	2 (18,18)	1 (12,5)
6.	Khamir	11 (100,00)	7 (87,5)	0 (0,0)	1 (12,5)
7.	Bakteri Btk Coli	10 (90,91)	8 (100,0)	1(9,09)	0(0,0)
8.	Kulit	11 (100,00)	5 (62,5)	0 (0,0)	3 (37,5)
Jumlah dan Per sentase Sampel Per sampel yang Meme nuhi dan Tidak Memenuhi SNI (Sam pel dan %)		3 Sampel (27,3%)	2 Sampel (25,0%)	8 Sampel (72,7%)	6 Sampel (75,0%)

Keterangan : Warna merah jambu adalah tidak memenuhi persyaratan SNI 3747:2009.

sehingga ukuran partikel kakao bubuk yang dihasilkan lebih kecil (10-45) μm setelah penggilingan. Ukuran partikel yang semakin kecil, akan menghasilkan uji kehalusan makin besar, yang memungkinkan dapat memenuhi persyaratan mutu kakao bubuk sesuai SNI 3747:2009. Kehalusan kakao bubuk juga dipengaruhi oleh kadar lemak. Semakin tinggi kadar lemak, maka penghalusan ukuran partikanya makin sulit, karena lemak mencair saat penggilingan, seperti sampel pabrik 2 dan pabrik 3 pada Tabel 1 (Subaedah 2008).

Kadar air kakao bubuk yang tidak memenuhi persyaratan SNI 3747:2009 berasal dari sampel yang diambil di lokasi pabrik sebanyak 6 sampel (54,54%), sedangkan dari pasar sebanyak 4 sampel (50,0%) seperti pada Tabel 3. Tingginya kadar air kakao bubuk tersebut sangat berkaitan dengan pengemasannya yang kurang baik dan atau terbiarkan di udara terbuka relatif lama setelah penggilingan. Karena kakao bubuk bersifat higroskopis, sehingga cenderung menyerap air di udara bila bersentuhan, yang menyebabkan kadar airnya meningkat. Walaupun setelah penyangraian konvensional dan penggilingan kadar air kakao bubuk memenuhi persyaratan mutu, namun apa bila terbiarkan di udara terbuka relatif lama atau pengemasannya yang kurang baik, maka kadar airnya cenderung cenderung lebih besar (Jinap *et al.* 1998; Supriyanto *et al.* 2007; dan Belitz 2009). Kadar

air kakao bubuk akan makin kecil bila diproses dari biji yang telah difermentasi, begitu pula bila disangrai dalam waktu yang lebih lama atau suhu yang lebih tinggi (Ginting 2011).

Dari Tabel 3, ternyata sebanyak 4 sampel (36,37%) yang diambil dari pabrik dan 2 sampel (25,0%) dari pasar mempunyai hasil uji kapang yang melewati standar. Hal ini, dikarenakan kadar airnya yang melebihi standar, sehingga kondisinya dapat menstimulir pertumbuhan kapang. Selain itu juga dikarenakan sanitasi dan higienes di pabrik dan di tempat penjualan masih kurang baik, sehingga terjadi konminasi silang (Fardiaz 1992). Uji kapang dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana pencemaran kapang terjadi di pabrik atau di pasar penjualan akibat penerapan sanitasi dan hygiene yang belum baik.

Kadar Lemak yang belum memenuhi persyaratan strandar dari sampel yang diambil di pabrik di dapatkan dari 1 sampel (9,09%), sedangkan yang diambil dari pasar di peroleh 2 sampel (25,0%) seperti pada Tabel 3. Kadar lemak yang lebih rendah dari pada standar, biasanya berkaitan dengan adanya cemaran kulit yang besar (Suhardi 2010), seperti pada Tabel 1 dan Tabel 2. Kepala BSN menginformasikan bahwa Kulit kakao diketahui mengandung OTA (*Ochratoxin A*) tinggi, yang tidak boleh dikonsumsi manusia karena berbahaya bagi kesehatan serta malah menyebabkan timbulnya penyakit kronis (Suhardi 2010).

Total mikroba yang tidak sesuai standar terdapat pada 2 sampel (18,18%) yang diambil di pabrik dan 1 sampel (12,5%) dari pasar. Sedangkan khamir yang tidak sesuai standar hanya terdapat pada 1 sampel (12,5%) yang diambil dari pasar (Tabel 3). Uji total mikroba dan khamir dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana pencemaran mikroba dan khamir terjadi di pabrik atau di pasar penjualan akibat penerapan sanitasi dan higiene yang belum baik. Karena itu, sanitasi dan higiene di pabrik kakao bubuk dan di tempat pemasarannya perlu diperbaiki dan ditingkatkan. Apa lagi bakteri bentuk *coli*, yang biasanya terdapat pada kotoran manusia serta berfungsi sebagai kriteria sanitasi terdapat pada 1 sampel (9,09%) yang sampling di pabrik, telah meyakinkan bahwa sanitasi dan higiene di pabrik dinilai belum baik, sehingga perlu ditingkatkan (Fardiaz 1992).

Cemaran kulit pada kakao bubuk yang diteliti terdapat pada 3 sampel (37,5%) yang diambil di pasar (Tabel 3). Hal ini sesungguhnya tidak diperbolehkan, karena menurut kepala BSN, Kulit kakao diketahui mengandung OTA (*Ochratoxin A*) tinggi, yang tidak boleh dikonsumsi manusia karena berbahaya bagi kesehatan serta malah menyebabkan timbulnya penyakit kronis (Suhardi 2010).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan hasil uji petik yang dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa dalam perberlakuan SNI kakao bubuk secara wajib, maka mutu kakao bubuk yang diproduksi oleh perusahaan baru memenuhi persyaratan SNI 3747:2009 sebesar 27,3%. Sedangkan mutu kakao bubuk yang beredar di pasaran baru sebesar 25,0%.

Parameter uji yang belum terpenuhi oleh kakao bubuk di pabrik meliputi kehalusan sebesar 54,54%, kadar air sebesar 54,54%, kapang sebesar 36,37%, total mikroba sebesar 18,18%, serta lemak dan bakteri bentuk *coli* masing-masing sebesar 9,09%. Sedangkan untuk mutu kakao bubuk di pasar, parameter uji yang belum terpenuhi meliputi kehalusan sebesar 62,5%, kadar air sebesar 50,0%, cemaran kulit sebesar 37,5%, kapang sebesar 25,0%, lemak sebesar 25,0%, serta total mikroba dan khamir masing-masing sebesar 12,5%.

Perusahaan kakao bubuk perlu melakukan perbaikan mutu produk dan peningkatan sistem manajemen mutu

perusahaan dalam melaksanakan regulasi teknis kakao bubuk. Selain itu juga perbaikan sanitasi dan higiene perusahaan disamping perlunya peningkatan pengawasan dari pihak terkait, agar kompetitif dalam menghadapi pemberlakuan Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA).

Saran

Kompetensi perusahaan kakao bubuk perlu ditingkatkan dalam pelaksanaan regulasi teknis kakao bubuk. Perbaikan tersebut antara lain berupa perbaikan mutu dan sistem manajemen mutu perusahaan disamping peningkatan pengawasan oleh pihak terkait. Selain itu juga sangat diperlukan perbaikan sanitasi dan higiene.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Pimpinan Pusat Standardisasi Kementerian Perindustrian dan Tim Pendukung yang terlibat dalam pelaksanaan Uji/penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akli, Lukman, N. 2011. *Uji Petik Kualitas Udara Sesaat di Kab. Kotawaringin Timur Kalimantan Tengah*. Banjar Baru: Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BBTKLPP).
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2009. *Standar Nasional Indonesia (SNI) 3747:2009. Kakao Bubuk*. Jakarta:BSN
- Belitz, H.D, W. Grosch and P. Schieberle. 2009. *Food Chemistry*. Velag, Berlin, and Heidelberg: Springer.
- Dirjen Industri Agro dan Kimia (Dirjen IAK). 2009. *Peraturan Dirjen Industri Agro dan Kimia nomor 49/IAK/Per/9/2009 tentang Petunjuk Teknis Pelaksanaan dan Pengawasan Pemberlakuan SNI Kakao Bubuk Secara Wajib (SNI 01-3747-1995 atau Revisinya)*. Jakarta.
- Ditjen Cipta Karya. 2014. *Prosedur Operasional Baku Uji Petik*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Ditjen Industri Agro. (2013). *Menuju Indonesia Sebagai Produsen Kakao Terbesar Dunia*. Jakarta: Kemenperin.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan 1*. Jakarta. PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Ginting, S. 2011. *Mempelajari Pengaruh Lama Fermentasi dan Penyengraian Biji*

- Kakao Terhadap Mutu Kakao Bubuk. *Stevia*. 1 (1) : 6-11.
- Hatmi, R.U. dan S. Rustijarno. 2012. *Teknologi Pengolahan Biji Kakao Menuju SNI 01-2323-2008*. Yogyakarta : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian.
- Jinap, S., Wan Rosli, W.I., Russly, A.R. dan Nordin, L.M. 1998. Effect of roasting time and temperature on volatile component profiles during nib roasting of cocoa beans (*Theobroma cacao*). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 77: 441-448.
- Menperin. 2009a. Peraturan Menteri Perindustrian RI Nomor 86/M-IND/PER/9/2009. *Standar Nasional Indonesia (SNI) Bidang Industri*. Jakarta: Kemenperin.
- 2009b. Peraturan Menteri Perindustrian RI Nomor 45/M-IND/PER/5/2009. *Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia (SNI) Kakao Bubuk Secara Wajib*. Jakarta: Kemenperin.
- 2010. Peraturan Menteri Perindustrian RI Nomor 60/M-IND/PER/6/2010. *Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Perindustrian RI Nomor 45/M-IND/PER/5/2009 Tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia (SNI) Kakao Bubuk Secara Wajib*. Jakarta: Kemenperin.
- 2014. *Peraturan Menteri Perindustrian RI Nomor 25 / M-IND / PER / 4 / 2014. Perubahan Atas Peraturan Menteri Perindustrian RI Nomor 11/M-IND/PER/2/2013 tentang Penunjukan Lembaga Penilai Kesesuaian dalam rangka Pemberlakuan dan Pengawasan Standar Nasional Indonesia (SNI) Kakao Bubuk secara Wajib*. Jakarta: Kemenperin.
- Nasution, R. 2003. *Teknik Sampling*. Medan: Fakultas Kesehatan Masyarakat-USU.
- Prasetya, Bambang. 2014. Standar Kunci Melindungi Pasar. *Media Industri*, 03-2014, 55-58.
- Ruku, Subaedah. 2008. Teknologi Pengolahan Kakao Kering Menjadi Produk Olahan Setengah Jadi. *Buletin teknologi dan Informasi Pertanian BPTP Sulawesi Tenggara*. Hal 37-44.
- Suhardi, Hardy. 2010. *SNI Wajib pada Bubuk Kakao*, <http://hardysuhardi.blogspot.com/2010/06/kakao.html>. diakses 7 Oktober 2016.
- Suprpti dan Loppies, J.E. 2015. Mutu Biji Kako Asal Sulawesi Barat dan Tenggara. *Prosiding PPIS Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Standardisasi*, 207-209.
- Supriyanto, Haryadi, Rahardjo, B. dan Marseno, D.W. 2007. Changes in Temperature, Moisture Content, colour, Polyphenolcontent and Antioxidatif Activity of Cocoa During Microwave Roasting. *Agritech* 27: 18-26.
- Supriyanto dan D.W. Mrseno. 2010. Penyangraian Hancuran Nib Kakao Energi Gelombang Mikro (EGM) untuk Menghasilkan Coklat Bubuk. *Agritech*. 30(4): 243-249.
- Widiyanto; Donny A.D. Pramita; dan S. Wedhastri. 2013. Perbaikan Proses Fermentasi Biji Kakako Kering Dengan Penambahan Tetes Tebu, Khamir, Bakteri Asam Asetat. *Jurnal Teknosains*. 3(1): 38-44.
- Wijaya, Sindra. 2014. *Peranan Asosiasi dalam Industri Kakao Bubuk di Indonesia serta Prosfek Pengembangan Selanjutnya*. Jakarta:AIKI.

POTENSI MIKROALGA SEBAGAI BAHAN KIMIA ADI

(POTENTIAL OF MICROALGAE AS FINE CHEMICAL SUBSTANCE)

Siti Agustina dan Sidik Herman

Balai Besar Kimia dan Kemasan, Kementerian Perindustrian
Jl. Balai Kimia no.1 Pekayon Pasar Rebo Jakarta Timur

Email : tinaratujaya@yahoo.com

Received: 3 Oktober 2016; revised: 24 Oktober 2016; accepted: 14 November 2016

ABSTRAK

Mikroalga dapat berkembang dengan baik pada perairan di Indonesia. Senyawa bioaktif yang terdapat di dalam mikroalga, antara lain senyawa vitamin, antioksidan, antibakteri dan pigmen. Senyawa ini termasuk dalam kategori sebagai bahan kimia adi, yang dibutuhkan untuk industri pangan, industri kosmetik dan industri farmasi. Pada saat ini kebanyakan bahan kimia adi masih impor. Untuk memenuhi kebutuhan kimia adi nasional, maka pengembangan mikroalga perlu dilakukan dalam skala besar, dengan melalui beberapa tahapan proses, yaitu: proses kultivasi, proses pasca panen dan proses ekstraksi senyawa bioaktif. Teknologi yang dilakukan pada setiap proses adalah teknologi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Indonesia berpotensi untuk pengembangan mikroalga dalam skala besar atau skala industri, sehingga dapat mensubstitusi bahan kimia adi impor.

Kata kunci : Mikroalga, Bioaktif, Kimia adi.

ABSTRACT

Microalgae can be developed in Indonesian ocean. The bioactive compounds contained in microalgae, such as vitamin compounds, antioxidants, antibacterials and pigments. These compounds are included in the category as the fine chemicals, which is required to the food industry, cosmetics industry and pharmaceutical industry. At this time most of the fine chemicals is still imported. To meet the needs of national fine chemistry, the development of microalgae needs to be done on a large scale, through several stages of the process, namely the process of cultivation, post-harvest processing and extraction of bioactive compounds. The technology performed on every process is sustainable technologies and environmentally friendly. Indonesia has the potential for the development of microalgae on a large scale or an industrial scale, so it can substitute of fine chemicals imports.

Keywords: *Microalgae, Bioactive, Fine chemical*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang mempunyai garis pantai yang cukup panjang, sehingga daerah perairan lebih luas dari daerah daratan dan terletak di garis khatulistiwa, menyebabkan intensitas sinar matahari cukup tinggi. Kondisi ini sangat baik untuk tumbuh dan berkembangnya mikroalga, dikarenakan dapat memenuhi kebutuhan hidup mikroalga, yaitu meliputi: suhu, salinitas, pencahayaan, pH air,

pasokan air, durasi pencahayaan. (Wargadalam 2011).

Mikroalga merupakan sejenis fitoplankton yang tumbuh diperairan, mengandung senyawa organik yaitu protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan pigmen. Komponen senyawa organik tersebut dapat digunakan untuk memenuhi berbagai kebutuhan, misalnya untuk industri

farmasi, industri pangan fungsional dan industri kosmetik (Hadiyanto *et al.* 2012).

Jenis mikroalga yang banyak diproduksi adalah Spirulina, *Chlorella Vulgaris* dan *Daniella Salina* (Fithriani 2015). Menurut Nur (2014) Spirulina dapat digunakan sebagai pangan fungsional, dikarenakan mengandung protein, vitamin dan mineral. Dalam memproduksi mikroalga ini cukup efisien. Negara yang aktif memproduksi spirulina adalah Jepang, Tiongkok, Taiwan dan Thailand. Tiongkok dapat memproduksi spirulina sebanyak 10 % dari kebutuhan spirulina dunia. Mikroalga Spirulina merupakan mikroalga yang mempunyai kadar protein tinggi, yaitu 46 % sampai dengan 47 %, kalau dibandingkan dengan kadar protein bahan lain, yaitu: telur 49 %, *chlorella Vulgaris* 51 % sampai dengan 58 % dan *Daniella Salina* 57 % (Panggabean, 1998). Spirulina mempunyai senyawa yang dapat berguna untuk mengurangi hipertensi, gagal ginjal dan hiperlipidemia, serta mengandung pigmen berupa fikosianin yang dapat digunakan sebagai antioksidan, antikanker dan bahan pewarna alami untuk industri kosmetik dan farmasi. Mikroalga yang juga berpotensi untuk dikembangkan adalah *Chlorella Vulgaris*, mikroalga ini mengandung senyawa protein, vitamin dan pigmen. Mikroalga ini dapat digunakan sebagai sumber pangan karena mempunyai kandungan protein yang tinggi dan kandungan vitamin A yang tinggi sebesar 480 mg/kg, dibandingkan dengan bahan lain, misalnya bayam 130 mg/kg dan hati sapi 360 mg/kg. (Becker 1994). *Chlorella* merupakan mikroalga yang mengandung senyawa pigmen berwarna hijau, ini dikarenakan mengandung klorofil. Klorofil merupakan senyawa bioaktif yang dapat digunakan untuk menurunkan resiko kanker dan dapat digunakan sebagai bahan pewarna alami. Jenis mikroalga ini sudah komersil, terdapat 70 produsen dan terbesar diproduksi oleh Taiwan sebanyak 400 ton pertahun, sedangkan Jerman 130 ton sampai dengan 150 ton pertahun. Mikroalga yang juga potensi dikembangkan adalah *Dunaillea Salina*, mikroalga ini mengandung senyawa protein, vitamin dan pigmen. Dapat digunakan sebagai sumber pangan karena proteinnya tinggi, dan mengandung betakarotin yang tinggi. Betakarotin dapat digunakan untuk obat kanker payudara, obat mata, iritasi kulit dan penghilang rasa sakit. Pigmen betakarotin yang terdapat pada mikroalga ini sebanyak 17 %, warnanya kuning kemerahan, dapat digunakan sebagai bahan pewarna alami untuk industri pangan

(margarine, keju, jus, makanan dalam kaleng), industri farmasi dan kosmetik. Mikroalga *Nanochloropsis* dapat digunakan sebagai sumber vitamin E dan mikroalga Spirulina sebagai sumber vitamin B12 (Dumaz 2007) serta mikroalga *Isochysis Galbana* mengandung senyawa bioaktif untuk penyembuhan tuberkulosis (Prakash *et al.* 2004). Selain mikroalga di atas, masih banyak jenis mikroalga yang dapat dikembangkan diperairan Indonesia, baik pada air tawar maupun air laut.

Pada review potensi mikroalga sebagai bahan kimia adi, diharapkan dapat memberikan nilai tambah untuk mikroalga yang terdapat cukup banyak di perairan Indonesia dan meningkat substitusi impor bahan kimia adi.

PRODUKSI BIOMASA MIKROALGA

Proses pembiakan mikroalga

Mikroalga yang hidup di perairan Indonesia terdiri dari berbagai jenis, yang banyak dikembangkan secara komersil adalah Spirulina sp, *Chlorella Vulgaris*, *Daniella Salina*, *Nannochloropsis*. Faktor yang penting dalam perkembangbiakan mikroalga adalah intensitas cahaya, suhu, media tumbuhan, salinitas, dan pH air (Yudha 2008). Pada pengembangbiakan mikroalga skala besar, dapat dilakukan dengan menggunakan sistem alami dan sistem fotobioreaktor. Pada sistem alami, mikroalga dikembangkan di kolam, atau dipinggir pantai, dimana pencahayaan menggunakan matahari dan media yang digunakan adalah air alami, baik berupa air tawar maupun air laut. Pada pengembangbiakan mikroalga menggunakan sistem fotobioreaktor, faktor yang mempengaruhi dikontrol dengan baik, misalnya: (1) unsur hara. Unsur hara terdiri dari dua jenis, yaitu unsur hara makro (N, P, K, S, Fe, Mg, Si dan Ca) dan unsur hara mikro (Mn, Zn, Co, Mo, Bo, B, Cu). Pada setiap unsur hara berfungsi dalam pembentukan kandungan mikroalga, misalnya unsur nitrogen berfungsi untuk pembentukan media kultur. Unsur S, P, K untuk pembentukan protein dan unsur fosfor berguna untuk pembentukan asam nukleat, enzim dan vitamin. (2) Cahaya merupakan faktor yang penting untuk mikroalga, dikarenakan mikroalga merupakan organisme autotrof yang mampu membentuk senyawa organik dari senyawa anorganik melalui proses fotosintesis. Keberadaan cahaya berguna untuk melakukan proses fotosintesis. Pada sistem fotobioreaktor didalam ruangan cahaya matahari dapat diganti dengan sinar lampu TL, intensitas cahaya

optimum untuk mikroalga antara 2000 lux sampai dengan 8000 lux. Suhu optimum dalam pengembang biakan mikroalga adalah 25 sampai dengan 32. (4) pH merupakan indikator kondisi air untuk media tumbuh mikroalga, dimana pH berkaitan dengan kesetimbangan CO_2 terlarut, ion karbonat (CO_3^{2-}) dan bikarbonat (HCO_3^-) dalam air, laju fotosintesis akan terbatas oleh penurunan karbon dalam hal ini karbondioksida. (5) Salinitas yang tinggi atau rendah dapat menyebabkan tekanan osmosis di dalam sel juga menjadi lebih rendah atau lebih tinggi sehingga aktivitas sel menjadi terganggu. Salinitas optimum bagi pertumbuhan mikroalga antara 25% - 35 % (Tjahjo *et al.* 2002).

1. Proses pasca panen mikroalga

Proses perkembang biakan (proses kultivasi) mikroalga dapat dilakukan selama 5 hari sampai dengan 7 hari (*Spirulina sp.*), untuk jenis mikroalga yang lain, *Chlorella Vulgaris* 3 sampai dengan 4 hari dan *Nannochloropsis hari*. Selanjutnya dilakukan proses pemanenan mikroalga. Pada proses ini mikroalga dipanen, dengan menggunakan sentrifuse untuk *Nannochloropsis sp.* dan *Chlorella sp.*, karena ukuran mikroalga lebih kecil dari mikroalga *Spirulina sp* menggunakan penyaringan dengan kain satin, dikarenakan ukuran mikroalganya lebih besar. Mikroalga kemudian dicuci dengan air bersih menggunakan perbandingan 1 : 20 (mikroalga : air) dan disentrifuse menggunakan sentrifuse dengan kecepatan 2455 rpm, temperatur 10 °C, selama 10 menit. Supernatan dibuang dan endapan mikroalga dicuci kembali dengan air bersih. Pencucian ini diulang hingga mikroalga memiliki pH 7. Selanjutnya mikroalga tersebut dikeringkan dengan *freeze dryer*, sehingga mendapatkan bubuk mikroalga yang kering, biasa disebut biomassa mikroalga (Melanie *et al.* 2015)

Proses ekstraksi untuk mendapatkan senyawa bioaktif

Proses ekstraksi dapat dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya adalah ekstraksi dengan bahan pelarut, ekstraksi dengan mekanis (pengepresan) dan ekstraksi dengan pemanasan. Pada proses ekstraksi mikroalga sebaiknya menggunakan ekstraksi dengan

bahan pelarut, dikarenakan kalau menggunakan sistim mekanis dan pemanasan akan merusak senyawa bioaktif mikroalga. Teknologi ekstraksi dengan menggunakan bahan pelarut dapat dilakukan dengan metoda maserasi, ekstraksi soklet dan destilasi uap. Menurut Kadam (2013) teknologi ekstraksi bioaktif mikroalga dapat menggunakan metode ekstraksi dengan enzim, ekstraksi dengan microwave, ekstraksi dengan ultrasonik, ekstraksi dengan superkritikal dan ekstraksi dengan tekanan. (1) Ekstraksi dengan enzim atau *enzyme assisted extraction* (EAE), kondisi enzim dapat berfungsi pada suhu 37 derajat Celcius dan pH 6,2, enzim dapat memecah dinding sel mikroalga, sehingga akan menghasilkan komponen bioaktif. Enzim yang dapat digunakan adalah *viscoenzym*, *cellucast*, *termomyl*, *ultraflo*, *xylanase*, *alcalase*, *carragenase* dan *neutrase*. Metode dengan menggunakan enzim menghasilkan yield yang tinggi, ramah lingkungan dan tidak beracun. (2) Teknologi ekstraksi dengan menggunakan microwave atau *microwave assisted extraction* (MAE). Metode ini merupakan radiasi elektromagnetik dengan frekuensi 300 MHz sampai dengan 300 GHz, terjadi perpindahan panas ke dalam larutan, sehingga adanya mekanisme rotasi dipole dan penghantar ion, meningkatkan penetrasi pelarut ke dalam matriks sel, sehingga dinding sel pecah dan akan menghasilkan bioaktif komponen dari mikroalga. Metode ini dapat dilakukan dengan kondisi vakum atau disebut dengan *vacuum microwave assisted extraction* (VMAE). Keuntungan menggunakan metode ini adalah yield meningkat, laju proses ekstraksi meningkat dan sedikit menggunakan pelarut. Salah satu faktor yang mempengaruhi hasil ekstraksi adalah perbandingan antara bahan terhadap pelarut yang digunakan (Maligan *et al.* 2015). (3) Teknologi ekstraksi menggunakan ultrasonikasi atau *ultrasonic assisted extraction* (UAE). Metode ini menggunakan panjang gelombang dengan frekuensi 20 KHz, dimana panjang gelombang melalui energi kavitasasi, berupa gelembung yang bertekanan dapat menekan matriks dinding sel suatu komponen, sehingga akan terjadi proses pemecahan dinding sel mikroalga, maka akan menghasilkan bioaktif

mikroalga. Metode ini dapat dilakukan dua cara, yaitu dengan menggunakan *water bath* dan sistem *probe*. Keuntungan menggunakan metode ini adalah prosesnya mudah dan memerlukan biaya yang murah. (4) Teknologi ekstraksi menggunakan superkritikal atau *supercritical fluid extraction (SFE)*. Metode ini baik digunakan untuk proses ekstraksi komponen bioaktif suatu senyawa, termasuk mikroalga, karena tidak ada bahan *volatile* yang hilang, laju ekstraksi cepat, yield tinggi dan ramah lingkungan. Metode ini sangat baik diaplikasikan untuk industri pangan, farmasi, pestisida dan bahan bakar. (5). Teknologi ekstraksi menggunakan tekanan atau *pressure liquid extraction (PLE)*, metode ini menggunakan tekanan yang tinggi, baik digunakan untuk ekstraksi bioaktif mikroalga dengan menggunakan pelarut air. Senyawa bioaktif yang dihasilkan sebaiknya diaplikasikan untuk antioksidan dan antimikroba. Keuntungan metode ini adalah ramah lingkungan dan bioaktif dihasilkan tidak beracun.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan proses ekstraksi mikroalga dengan menggunakan metoda maserasi, dimana mikroalga diekstraksi dengan etanol dengan perbandingan biomassa mikroalga dan etanol 1 : 10, dimaserasi selama 24 jam dan disentrifuse selama 10 menit pada suhu 10 derajat Celcius, disaring dan supernatan dipisahkan menggunakan rotavapor vakum. Ekstrak disimpan dalam botol gelap. (Fitriani *et.al.* 2015). Proses ekstraksi dengan menggunakan ultrasonikasi, dimana mikroalga ditambahkan pelarut sebanyak 50 ml, selanjutnya dilakukan proses ultrasonikasi selama 1 jam dengan panjang gelombang 40 KHz pada suhu ruang, selanjutnya di refluks selama 4 jam pada suhu 50 °C sampai dengan 60 °C disentrifugasi selama 1 jam dengan kecepatan 2500 rpm kemudian disaring, *supernatant* yang terbentuk dievaporasi dengan *rotary evaporator* pada suhu 37 °C sampai dengan 38°C. Hasil ekstrak disimpan ke dalam botol berwarna gelap (Firdiyani *et al.* 2015). Proses ekstraksi dengan menggunakan *microwave*, dimana mikroalga dilarutkan dalam bahan pelarut, selanjutnya dimasukkan dalam *microwave open* pada suhu

100 °C selama 5 menit. Lalu disaring dan *supernatant* dikeringkan dengan menggunakan *rotary evaporator* (Melanie *et al.* 2015). Proses diatas merupakan proses ekstraksi komponen bioaktif mikroalga yang berpotensi untuk dapat diaplikasikan di industri.

Senyawa bioaktif mikroalga

Mikroalga mengandung komponen senyawa aktif, yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan kimia adi (*fine chemical*) untuk industri farmasi, industri kosmetik dan industri pangan. Senyawa bioaktif terdiri dari vitamin, pigmen, antimikroba dan antioksidan.

Senyawa vitamin pada mikroalga

Mikroalga dapat digunakan sebagai suplemen (pangan fungsional), dikarenakan mengandung berbagai jenis vitamin, misalnya mikroalga *Spirulina*, *Nanochloropsis*, *Chlorella*, dan beberapa jenis mikroalga lainnya. Kandungan vitamin pada mikroalga *Spirulina* : Vitamin A (22 mg/kg), *Thiamin* (44), Riboflavin (37), *Pyridoxine*(3), *Cobalmin*(7), Vitamin C (80), Vitamin E (120), Biotin (3,3), asam folat (0,4). Kandungan vitamin pada mikroalga *S. obliquus* : Vitamin A (230), *Thiamin* (8), Riboflavin (36,6), *Pyridoxine* (2,5), *Cobalmin* (0,4), Vitamin C (60), Biotin (0,2), asam folat (0,7). Kandungan vitamin pada *chlorella pyridosa* : Vitamin A (480), thiamin (10), Riboflavin (36), *pyridoxine* (23). (Becker 1994). Berdasarkan banyaknya kandungan vitamin pada mikroalga, maka mikroalga dapat digunakan untuk sumber vitamin alami yang potensial untuk dikembangkan, mengingat produktifitas mikroalga cukup tinggi. Manfaat mikroalga mengandung senyawa bioaktif sebagai vitamin adalah dapat digunakan untuk mengurangi iritasi kulit, mengurangi resiko penyakit mata, meningkatkan daya tahan tubuh dan menghindari resiko kanker (Nur 2014).

Senyawa pigmen pada mikroalga

Mikroalga telah dikenal sebagai sumber sebagai pigmen berharga yaitu *chlorophyl*,

zeaxanthin, *canthaxanthin* and *astaxanthin* (Rocha *et al.*, 2003).

Spirulina sp. adalah mikroalga berbentuk spiral yang karena sifatnya yang bernutrisi tinggi dan mengandung senyawa bioaktif seperti fikosianin (Moraes *et al.*, 2011). Fikosianin merupakan pigmen biru yang kebanyakan ditemui pada jenis cyanobakteria. *Chlorella* sp. dikategorikan ke dalam kelompok alga hijau yang memiliki jumlah genus sekitar 450 dan jumlah spesies lebih dari 7500.

Nannochloropsis sp. adalah alga hijau uniseluler berbentuk bola dengan diameter sekitar 2–5 mm, kelas *Eustigmatophyceae*. Klorofil dapat dijumpai di hampir semua mikroalga, dan tersusun atas lebih dari satu jenis klorofil, seperti klorofil-a, klorofil-b, klorofil-c, klorofil-d dan klorofil-e. Klorofil-a adalah klorofil primer yang hampir dijumpai di sebagian besar mikroalga, dan merupakan satu satunya klorofil yang dimiliki mikroalga jenis *cyanobacteria* serta *rhodophyta* (Nur 2014).

Beta karotin merupakan pigmen alami yang merupakan pigmen kuning kemerahan, biasanya banyak di buah-buahan. Mikroalga yang mengandung beta karotin dapat ditemukan pada beberapa spesies dari alga merah seperti *Dunaliella Salina*. Beta karotin alami memiliki kandungan karotenoid yang kompleks dan nutrient esensial dibandingkan dengan beta karotin buatan. (Olson *et al.* 1995). Kelompok mikroalga dapat menyebabkan perairan tampak berwarna indah sesuai dengan zat warna atau pigmen yang dikandungnya. Warna hijau muda disebabkan oleh *Dunaliella* sp. dan *Chlorella* sp. Ada juga warna kuning kecoklatan yang disebabkan oleh *Chaetoceros* sp., *Skletonema* sp., *Nitzschia* sp. Pada ekstraksi klorofil akan lebih efisien kalau menggunakan metode ultrasonikasi sistem *probe*, dibandingkan dengan menggunakan metode maserasi (Simon *et al.* 2013).

Senyawa antioksidan pada mikroalga

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menghambat reaksi oksidasi, dengan mengikat radikal bebas dan molekul yang sangat reaktif. Saat ini antioksidan yang banyak

digunakan merupakan antioksidan sintetis, contohnya: *Butylated hydroxyanisole (BHA)*, *Butylatedhydroxytoluene (BHT)*, *Propylgallate (PG)* dan *Tert-Butylhydroquinone (TBHQ)*. Antioksidan sintetis mempunyai dampak bagi kesehatan kalau digunakan dalam waktu yang lama. Oleh karena itu, pada saat ini banyak digunakan antioksidan yang bersifat alami contohnya mikroalga *Chlorella sp* mempunyai senyawa antioksidan yang tergolong kuat karena mempunyai nilai EC_{50} kurang dari 50 ppm. Antioksidan berfungsi dapat menunda, memperlambat dan mencegah terjadinya proses oksidasi, sangat bermanfaat bagi kesehatan dan berperan penting untuk mempertahankan mutu produk pangan. Manfaat antioksidan bagi kesehatan dan kecantikan, misalnya untuk mencegah penyakit kanker dan tumor, penyempitan pembuluh darah, penuaan dini, dan lain-lain. Antioksidan dalam produk pangan, dapat digunakan untuk mencegah terjadinya proses oksidasi yang dapat menyebabkan kerusakan, misalnya ketengikan perubahan warna dan aroma, serta kerusakan fisik lainnya (Tamat *et al.* 2007). Mikroalga mengandung senyawa bioaktif sebagai antioksidan alami terdapat juga pada *Spirulina platensis* (Firdiyani *et al.* 2015). Hasil uji aktivitas antioksidan (DPPH) dan hasil uji kapasitas antioksidan (FRAP) untuk mikroalga *Nannochloropsis* sp. dan *Chlorella* sp. cenderung lebih rendah dari *Spirullina* sp (Fitriani *et al.* 2015).

Senyawa antibakteri pada mikroalga

Aktivitas antibakteri bertujuan untuk mengetahui kemampuan suatu bahan dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Metode yang dapat digunakan adalah metode difusi cakram. Prinsip dari metode ini adalah kertas cakram yang dijenuhkan dalam larutan ekstrak, ditempatkan pada medium padat yang sebelumnya telah diinokulasi bakteri uji pada permukaannya. Setelah diinkubasi, akan terbentuk diameter zona hambat sekitar cakram. Besarnya zona hambat menentukan besarnya aktivitas antibakteri ekstrak terhadap bakteri uji. Semakin besar zona hambat yang terbentuk, maka semakin besar pula efektivitas ekstrak sebagai antibakteri. Mikroalga *Chlorella sp* dapat menghambat bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, dimana zona hambat 9,9 mm untuk *E.Coli* dan zona hambat 12 mm

untuk *S. aureus* (Kumalasari, *et. al.* 2014, Fasya *et al.* 2013).

Mikroalga *Dunaille Salina* mempunyai sifat antimikroba, dimana zona hambat untuk bakteri *E. Coli* lebih besar dari zona hambat bakteri *S. Aureus*. Mekanisme senyawa antimikroba dalam menghambat pertumbuhan mikroba dibagi menjadi beberapa cara, diantaranya adalah: kerusakan pada dinding sel, perubahan permeabilitas sel, penghambatan sintesis protein dan asam nukleat, dan menghambat enzim-enzim metabolik (Yudha 2008).

PEMBAHASAN

Peningkatan nilai tambah suatu bahan (biomassa), yaitu untuk bahan bakar, pakan, pangan dan kimia adi (kosmetik dan farmasi). Karakteristik kimia adi (*fine chemical*) adalah kualitasnya yang baik dan dibutuhkan sedikit, sehingga nilai jualnya cukup tinggi atau tingkat nilai tambahnya lebih tinggi, dibanding dengan peruntukan yang lain. Pada saat ini bahan kimia adi (*fine chemical*) banyak masih impor, pada tahun 2014 sampai dengan 2015 sebanyak 15 ton. Padahal komponen aktif dari sumber daya alam Indonesia cukup banyak, tapi belum dilakukan pemanfaatan secara maksimal. Di pasaran banyak produk berupa suplemen, kosmetik dan antioksidan dari komponen aktif mikroalga, contohnya *spirulina sp* dan *chlorella sp*, tapi merupakan produk impor. Di Indonesia *Spirulina sp* dan *Chlorella sp* cukup banyak, tetapi belum dikembangkan secara komersil.

Pada inpres no 6 tahun 2016 tentang percepatan pengembangan industri farmasi dan alat kesehatan, salah satu tugas kementerian perindustrian adalah meningkatkan ketersediaan bahan baku dan komponen pendukung industri sediaan farmasi dan alat kesehatan. Pada Rencana Induk Pengembangan Industri (RIPIN), untuk industri prioritas industri farmasi, kosmetik dan alat kesehatan terdapat tentang pengembangan industri pada sediaan herbal, produk herbal, produk kosmetik dan bahan baku tambahan obat (*excipient*). Hal ini menunjukkan keseriusan pemerintah untuk pengembangan kimia adi (*fine chemical*), termasuk didalamnya pengembangan senyawa bioaktif mikroalga.

Potensi mikroalga yang cukup banyak di Indonesia, baik kuantitas maupun keberagamannya akan merupakan daya tarik para investor untuk mengembangkan industri kosmetik dan industri farmasi yang berbahan baku mikroalga. Pengembangan mikroalga dapat dimulai dari proses kultivasi, proses pasca panen dan proses ekstraksi. Pada proses kultivasi menggunakan metoda fotobioreaktor, sehingga pertumbuhan mikroalga dapat terukur dengan baik dan intensitas cahaya tidak bergantung pada sinar matahari. Pada proses pasca panen menggunakan metode penyaringan dengan membran dan pengeringan menggunakan oven bersuhu rendah, sehingga akan mendapatkan biomassa mikroalga yang berkualitas baik. Pada proses ekstraksi mikroalga untuk mendapatkan senyawa bioaktif menggunakan berbagai metoda ekstraksi, misalnya pada mikroalga yang mempunyai senyawa bioaktif pigment dan antioksidan, dapat menggunakan metode ekstraksi super kritikal, pada senyawa bioaktif mengandung bahan pangan (protein, karbohidrat, lemak) dan vitamin serta antibakteri dapat menggunakan metoda ekstraksi dengan pelarut, asal pelarutnya tidak berbahaya bagi kesehatan.

Mikroalga mengandung senyawa protein, karbohidrat dan lemak, ketiga senyawa ini merupakan senyawa yang dibutuhkan manusia untuk menjaga kesehatannya, sehingga mikroalga berpotensi untuk dikembangkan menjadi sumber pangan. Menurut Nur (2014), keunggulan mikroalga dari tanaman, adalah produktifitasnya tinggi dan kandungan protein, lemak dan karbohidrat lebih tinggi dari tanaman. Sehingga apabila dikembangkan dalam produksi massal akan mempunyai prospek yang baik untuk industri pangan.

Mikroalga mengandung senyawa antioksidan. Pada saat ini antioksidan alami masih terbatas dan di Indonesia kebanyakan produk antioksidan alami yang terdapat di pasaran masih impor. Pada umumnya menggunakan antioksidan sintesis, tapi pada akhir-akhir ini, hasil penelitian menunjukkan bahwa antioksidan sintesis dapat bersifat karsinogen, sehingga dianjurkan untuk mengurangi pemakaiannya dan menggunakan

antioksidan alami. Mikroalga mengandung antioksidan yang cukup tinggi (Simon 1997), sehingga dapat digunakan untuk industri kosmetik sebagai bahan aktif untuk mengurangi penuaan dini, menjaga elastisitas kulit, menjaga kesehatan kulit dari pengaruh radikal bebas yang terdapat di lingkungan. Untuk industri farmasi dapat digunakan untuk bahan sediaan obat yang berfungsi untuk mengurangi hipertensi, penyakit jantung dan anti kanker. Pada bahan pangan antioksidan dapat berfungsi untuk memperlambat proses oksidasi, sehingga bahan pangan yang mengandung lemak tidak cepat kadaluarsa (Hermani 2004).

Mikroalga mengandung senyawa antibakteri alami. Bahan anti bakteri alami juga terdapat pada tumbuhan, misalnya daun sirih, kunyit, lengkuas, cengkeh, bawang putih, dll. Kekurangan antibakteri alami dari tanaman, adalah menghasilkan bau yang khas, ini dikarenakan tanaman tersebut mengandung minyak atsiri. Hal ini yang menyebabkan sebagian masyarakat tidak menyukai bau khas tersebut. Hal ini yang menyebabkan kurang diminatinya antibakteri alami dari tumbuhan. Bahan antibakteri juga terdapat di bahan mineral, contohnya seng oksida, titanium oksida (Siti Agustina 2008). Pada industri kosmetik dan farmasi sebagian besar menggunakan bahan sediaan yang berfungsi sebagai antibakteri adalah seng oksida atau titanium oksida karena aktivitas antibakterinya stabil dan terukur. Menurut Yudha (2008) mikroalga berpotensi untuk dikembangkan menjadi bahan sediaan antibakteri alami, karena aktivitas antibakteri pada mikroalga cukup tinggi dan tidak mempunyai bau yang khas, sehingga dapat digunakan untuk berbagai produk. Hal yang perlu dilakukan penelitian meningkatkan kestabilan aktivitas antibakteri, sehingga dapat digunakan dalam waktu yang relatif lama.

Mikroalga mengandung senyawa vitamin yang cukup tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai suplemen (pangan fungsional). Fungsi suplemen adalah untuk membantu meningkatkan metabolisme pada tubuh manusia, sehingga vitamin merupakan bahan yang cukup penting untuk tubuh manusia (Nur 2015). Dalam mencukupi kebutuhan akan vitamin, biasanya

dianjurkan untuk menambahkan asupan makan sayur-sayuran dan buah-buahan. Dapat juga ditambahkan vitamin sintetis, yang berasal dari proses kimia. Pada saat ini kebutuhan akan vitamin didalam negeri masih impor.

Mikroalga mengandung pigmen (bahan berwarna), diantaranya adalah fikosianin, betakarotin dan klorofil. Pigmen merupakan bahan yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan, misalnya untuk kosmetik, pangan, farmasi. Pada industri kosmetik, warna merupakan bahan yang penting. Pada saat ini bahan pewarna digunakan adalah bahan pewarna yang berasal dari mineral, misalnya untuk warna merah, maka digunakan besi stearat. Sehingga kebanyakan bahan kosmetik mengandung logam berat, yaitu berasal dari bahan pewarna. Kelebihan bahan pewarna mineral adalah mempunyai kestabilan warna yang cukup baik, sedangkan bahan pewarna alami mempunyai keterbatasan waktu untuk kestabilan warna. Pada industri pangan, bahan pewarna dapat berasal dari bahan baku pangan itu sendiri atau dapat ditambahkan dari luar. Bahan yang ditambahkan biasanya bahan pewarna alami, seperti bahan pewarna yang terdapat pada mikroalga. Pada industri farmasi, bahan pewarna yang ditambahkan adalah bahan pewarna alami. Penggunaan bahan pewarna bertujuan untuk memberi ciri khas pada obat-obatan yang diproduksi dan untuk memberi daya tarik tersendiri bagi konsumen (Fretes *et al.* 2012).

Berdasarkan banyaknya kandungan senyawa bioaktif yang terdapat di dalam mikroalga dan potensi pengembangbiakan mikroalga, sebaiknya pengembangan mikroalga ditingkatkan dalam skala besar atau skala produksi di Industri. Teknologi ekstraksi yang digunakan sebaiknya menggunakan teknologi kimia hijau, sehingga akan bersifat ramah lingkungan dan berkelanjutan (Agustina 2015).

Pada saat ini dalam memenuhi kebutuhan bahan kimia adi (*fine chemical*) dilakukan impor dari negara lain, diharapkan dengan pengembangan mikroalga skala besar dapat mensubsitisi kebutuhan bahan kimia adi (*fine chemical*) di dalam negeri.

KESIMPULAN

Perairan Indonesia merupakan tempat yang baik untuk perkembangan mikroalga. Mikroalga mempunyai kandungan senyawa bioaktif, diantaranya adalah senyawa bahan vitamin, antioksidan, anti bakteri, pigmen. Senyawa bioaktif ini termasuk dalam kategori bahan *fine chemical* yang sangat dibutuhkan oleh manusia.

Pada saat ini dalam memenuhi kebutuhan bahan *fine chemical* masih impor dari negara lain. Padahal potensi bahan baku didalam negeri cukup banyak. Dalam rangka memenuhi kebutuhan bahan *fine chemical* dalam negeri dilakukan pengembangan mikroalga. Pengembangan mikroalga dapat dilakukan untuk skala yang lebih besar, dengan menggunakan tahapan sebagai berikut : peningkatan proses perkebang biakan mikroalga (kultivasi) untuk mikroalga yang mempunyai nilai tinggi (komersil), penanganan pasca panen untuk mendapatkan biomassa mikroalga yang berkualitas, peningkatan proses ekstraksi untuk mendapatkan senyawa bioaktif yang terkandung didalam mikroalga.

Dalam penanganan produk hilir dilakukan proses formulasi senyawa bioaktif sesuai dengan karakteristik produk yang diharapkan. Bahan biokatif mikroalga dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan industri pangan, industri kosmetik dan industri farmasi. Pengembangan senyawa bioaktif mikroalga akan dapat mensubstitusi bahan *fine chemical* impor.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, S. 2015. *Rekayasa proses sintesa nana seng oksida dari hasil samping industri galvanis sebagai bionanokomposit*. Disertasi. Program studi Teknologi Industri pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor, Bogor.
- Agustina, S. 2015. Teknologi kimia hijau untuk menghasilkan fitokimia. Portal. *Media ilmiah bidang kimia dan kemasan*. Vol 2.
- Becker, E. W. 1994. *Microalgae Biotechnology and Microbiology*. USA: Cambridge University Press.
- Durmaz, Y. 2007 Vitamin E (-tocopherol) production by marine microalgae *Nannochloropsis oculata* (Eustigmatophyceae) in nitrogen limitation. *Aquaculture Vol : 272*
- Fasya AG, khamidah, Amaliyah s, Khairul SB, Romaidi. 2013. Uji aktivitas antibakteri ekstrak methano mikroalga *Chlorella sp*. Hasil kultivasi dalam *Medium Ekstrak Tauge (MET)* pada tiap fase pertumbuhan. *Alchemy Vol 2 (3)*.
- Firdhiani F,Agustini TW, Ma'ruf WF. 2015. Ekstraksi senyawa bioaktif sebagai antioksidan alami *Spirulina* Plantasis segar dengan pelarut yang berbeda. *JPHPI Vol 18 (1)*.
- Fithriani D, Amini S, Melanie S, Susilowati R. 2015. Uji fitokimia kandungan total fenol dan aktivitas antioksidan mikroalga *Spirulina sp*, *Chlorella sp*, dan *Nannochlorosis sp*. JPB kelautan dan perikanan . Vol 10 no 1.
- Hadiyanto, A. M. 2012. *Mikroba sumber pangan dan energi masa depan*. Edisi pertama. Semarang: Undip Press.
- Hermani, M.R. 2004. *Tanaman berkhasiat antioksidan*. Bogor: Penebar swadaya.
- Kadam, S.U., B.K.Tiwari, L.P. O'Donnell. 2013. Application of Novel extraction technologies for bioactives from marine algae. *Journal of agricultural and food chemistry Vol 61*.
- Kumala sari, D., A.G. Fasya, T.K. Adi, A. maunarin. 2014. Uji aktivitas antibakteri asam lemak hasil hidrolisis minyak mikroalga *Chlorella sp*. *Alchemy Vol 3 (2)*.
- Maligan, J.M., A.P. Mardhini, W.D.K.Putri. 2015. Analisis senyawa bioaktif ekstrak mikroalga laut *traselmischuiil* sebagai sumber antioksidan alami. *Jurnal Reka pangan Vol 9 (2)*.
- Melanie, S., D. fitriani. 2015. Rendemen minyak dari mikroalga *Spirulina sp* dan *Chlorella sp* dengan teknik pemecahan dinding sel. *Widyariset, Vol 1(1)*.
- Nur, M.M.A. 2015. Potensi mikroalga sebagai sumber pangan fungsional di Indonesia (overview). *Energi vol XI (2): 1410-394X*
- Moraes, C.C., L. Sala, Cerveira, G.P. & Kalil, S.J. (2011). C-phycoyanin extraction from *Spirulina platensis* wet biomass. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*.
- Olson, J. A., Krinsky, N.I. 1995. Introduction: The colorful, fascinating world of the carotenoids: Important physiologic modulators. *FASEB Journal Vol.9*
- Panggabean, L.M.G. 1998. Mikroalgae: alternatif pangan dan bahan industri di masa mendatang. *Oseana 23 (1): 19-26*.
- Plaza, M., S. Santoyo, L. Jaime, G.O.B. Renia, M. Herrero, F.J Senorans, E. Ibanez. 2010. Screening for bioactive compound from

- algae. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*. Vol 51.
- Prakash, S., Bhimba, B.V. 2004. Pharmaceutical development of novel microalgal compounds for Mdr *Mycobacterium tuberculosis*. *Natural product radiance*, Vol. 4 (4)
- Rocha, G.J.M.S., J.E.C. Garcia, M.H.F. Henriques, 2003. Growth aspects of the marine microalga *Nannochloropsis*. *Biomolecular Engineering*.
- Simon, D., Helluel. 1997. Extraction and qualification of *Chlorophyll A* from fresh water green algae. *Eat Res*. Vol 32 (7).
- Tamat, S.R, T. Wikanta, L.S, Maulina. 2007. Aktivitas antioksidan dan toksisitas senyawa bioaktif dari ekstrak rumput laut hijau *Ulva reticulata* Forsskal. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia* 5(1):31-36.
- Tjahyo W, Ernawati L, Hanung S.. (2002). *Budidaya Fitoplankton dan Zooplankton*. Direktorat Jendral Perikanan Budidaya Departemen Kelautan dan Perikanan: Proyek Pengembangan Perekayasaan Ekologi Balai Budaya Laut Lampung.
- Wargadalam, V. J. 2011. Indonesia's Algae Based Biofuel Potentials. Presentation at APEC workshop on Algal Biofuels San Francisco, 12 September 2011. <http://www.egnret.ewg.apec.org/workshops/AlgalBiofuels/Verina%20Wargadalam.pdf>. (Accessed 10 Juli 2016).
- Yudha AP. 2008. *Senyawa antibakteri dari mikroalga Dunallia sp pada umur panen yang berbeda*. Tesis. Program studi Teknologi Hasil Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.

bbkk.kememperin.9010

IMPROVEMENT OF AWARENESS ON CHEMICAL SECURITY AND SAFETY IN CENTER FOR CHEMICAL AND PACKAGING

(PENINGKATAN KEPEDULIAN TERHADAP KESELAMATAN DAN KEMAMAN BAHAN KIMIA DI BALAI BESAR KIMIA DAN KEMASAN)

Irma Rumondang and Eva Oktarina

Center for Chemical and Packaging, Jakarta, Indonesia

Email : rumondang479@gmail.com

Received: 1 November 2016 ; revised: 21 November 2016 ; accepted: 5 Desember 2016

ABSTRACT

Center for Chemical and Packaging (CCP) is an Indonesian research center with an expertise in chemical area. Despite of its advance experience dealing with chemical issue, CCP has a major problem to be addressed that is lack of awareness on chemical security and safety. A previous report from CCP team revealed that lack of awareness among analysts, researchers, and regulator is due to poor knowledge and capacity on safety and security as a crucial aspect in workplace environment. Therefore, It is important for CCP to raise awareness of chemical safety and security for their management level by conducting Security Vulnerability Assessment (SVA) as an addition for previous assessment on technical level: Hazard & Risk Management (H&RM) and Job Safety Analysis (JSA). SVA was conducted by installing keyless door lock, relocating its storage or transfer area to a more secure and hidden location, and conducting training for staff. Meanwhile, H&RM methodology was conducted by providing training for CCP's staffs regarding safety conditions and factors, as an addition to design of risk mapping with hazard sign and safety laboratory equipment. JSA methodology was manifested into JSA compilation that reflects risk evaluation, appropriate control measures, and mitigation plan.

Keywords: Chemical security and safety, SVA, H&RM, JSA

ABSTRAK

Balai Besar Kimia dan Kemasan (BBKK) adalah lembaga penelitian yang ada di Indonesia dengan kompetensi dibidang kimia. Sekalipun sudah berpengalaman bekerja dengan bahan kimia, BBKK tetap memiliki masalah utama yang perlu diperhatikan terhadap kurangnya kesadaran akan keamanan dan keselamatan bahan kimia. Laporan sebelumnya dari tim BBKK menemukan bahwa kurangnya kesadaran dari para analis, peneliti, dan manajemen adalah karena kurangnya pengetahuan dan pemahaman terhadap keselamatan dan keamanan sebagai aspek kritis di lingkungan kerja mereka. Karena itu, sangatlah penting bagi BBKK untuk meningkatkan kepedulian terhadap keselamatan dan keamanan bahan kimia untuk tingkat manajemen melalui pelaksanaan Security Vulnerability Assessment (SVA) sebagai assesmen awal yang kemudian dilanjutkan pada bagian teknis : manajemen resiko & bahaya dan Job Safety Analysis (JSA). SVA telah dilaksanakan melalui pemasangan pintu tanpa kunci manual, merelokasi gudang bahan kimia atau memindahkan bahan kimia ke daerah yang tidak terlihat oleh pihak luar, dan melaksanakan pelatihan kepada staf. Sementara itu, manajemen bahaya dan resiko telah dilaksanakan dengan melaksanakan pelatihan untuk staf BBKK diantaranya mengenai pengenalan kondisi dan faktor keselamatan bahan kimia, memetakan resiko dengan menggunakan tanda bahaya dan peralatan keselamatan yang diperlukan. Metodologi JSA adalah manifestasi dari kumpulan analisis terhadap keselamatan pekerjaan yang menunjukkan evaluasi dari resiko, mengendalikan langkah-langkah dari pekerjaan dan rencana mengurangi bahaya.

Keywords: Keselamatan dan keamanan bahan kimia, SVA, manajemen bahaya & resiko, JSA

INTRODUCTION

In may 2014, Indonesian Minister of State Secretariat gave recommendation to Coordinating Ministry for Human Development and Culture regarding the importance of safety and security in workplace. As part of the recommendation, Ministry of Industry was appointed to take responsibility in assisting the implementation of safety and security in workplace for Small and Medium Enterprise (SME), and all laboratories under the Ministry of Industry. This responsibility exclude big enterprise industries as they have already implemented ISO 18001.

CCP is a research center under Indonesian Ministry of Industry which employs 170 staff. It has 6 buildings on a 4,000 hectare area in East Jakarta. It also has some facilities to support their activities: analytic laboratory, chemical research laboratory, transport/physic laboratory, environmental analysis laboratory, packaging research laboratory, warehouse, and test house. Chemical samples have been used intensively in CCP's laboratory for testing and research purpose. Its intensive use of chemical samples may cause danger as some chemical samples stored in laboratory have potential to cause fires, explosions, and toxic release (Phifer 2007). In addition, misuse of chemical, lack of knowledge on potential hazard and/or toxic chemical, inappropriate chemical management, and poor information sharing may lead to accidents and serious threats.

Some potential risks in chemical facility include fatality, chemical burns or irritation, inflammation, fires, and inhalation (Legget, 2012). An example for this is an accident that was happened in CCP's laboratory due to a flask was placed too close to electrical outlet and triggered the chemical solution to burst out, causing an analyst being suffered from skin irritation.

Other potential threats in chemical facility include loss of containment, sabotage, theft, fraud, product contamination, vandalism or fires by trespassers, chemical theft for illegal drugs manufacture (thieves probably left the valves open, causing chemical release), employees' intimidation, bomb threats, drug crime in workplace, theft of confidential information, product tampering, 'hands off' threat such as cutting off electricity, telephone, computer network, or contaminating or cut off water and creation of destructive or hazardous

conditions through modification of fail-safe mechanism or tampering with valves (done in person or electronically from a distance) (Baker 2015, Jonston 2015 and Garcia 2001). Some chemicals such as potassium hidroxyde, potassium aluminium sulfate, potassium permanganate, and precursors were stolen from CCP. This experience becomes a warning for CCP to improve their awareness on chemical safety and security due to CCP's position as a reference laboratory for calcium carbide testing in 2016. Calcium carbide is a dual use chemical that can be used as fruit ripening and as a bomb detonator. In short, threats against chemical assets or facilities may cause greater consequences for the community rather than threat to some other industries. This is due to the location of CCP is in a densely populated area.

In order to provide preventive and minimization measures of chemical accidents and threats in CCP, an analysis of the major cause of chemical accidents and threats is necessary. A report from CCP's safety team revealed that lack of awareness among analysts, researchers, and regulator is due to poor knowledge and capacity on safety and security as a crucial aspect in workplace environment. Most CCP's staff has no profound understanding on how to analyze the risks and prevent chemical accidents. Therefore, It is important to raise awareness of chemical safety and security through Security Vulnerability Assessment (SVA) in managerial level, Hazard and Risk Management (H&RM) and Job Safety Analysis (JSA) in technical level.

METHOD

The improvement described by an integration method can be found in Figure 1. CCP's safety team was formed in 2014, collaborated with OHSAS UI as instructor. SVA was applied together with SVA design of American Chemical Society (ACS) for laboratories and small chemical facilities. It was conducted by Head of Administrative, Laboratory Manager Techique, and Laboratory Coordinator. H & RM was performed in capacity buildings for all laboratories by CCP's Chemical Security and Safety team. Meanwhile, JSA was employed together with JSA table and risk control hierarchy by Laboratory Coordinator

and Analysts. A descriptive (case study) method was used in this research.

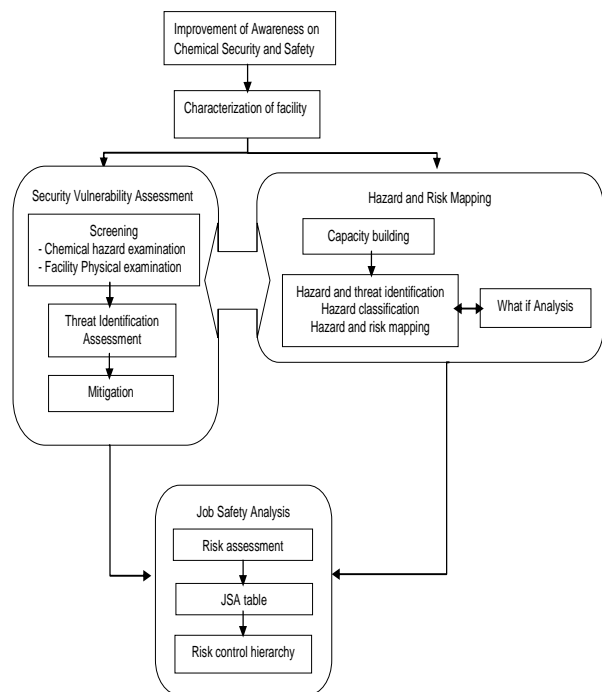


Figure 1. Diagram method of Awareness Improvement

DISCUSSION

Security vulnerability assessment (sva)

American Chemicals Society (ACS) define SVA as a systematic evaluation process in which qualitative and quantitative techniques are applied to detect vulnerabilities and to arrive at an effective level for a security system to protect specific targets from specific adversaries and their acts (Society 2015). SVA by ACS also contains threat assessment which involves identification and characteristic of potential threat to facility (Jager 2003 and Stickles 2003).

CCP's security and safety team was conducting site survey by examining physical facility to determine and verify critical process point (Jaeger 2002). Risk analysis was performed according to the SVA by ACS. The SVA by ACS is checklist notes that include a review of information about the facility hazardous materials conditions (storage location, material handling system, waste storage and processing system, container); infrastructure condition (power lines and

equipment, utilities, all entrance or exits, production equipment, storage tank/vessels/pits, process control system, telephone and data lines, water supply, backup power system, vehicles, surrounding properties, sprinkler systems); and security system (security cameras, intrusion detection, employee/student identification, visitor identification/access, perimeter fencing, lighting, maintenance areas, public/private roads, rail lines/sidings); response systems (personnel responsibilities and training, response equipment/storage locations, personnel protection equipment and supplies, arrangements with outside agencies, automatic alarms/monitoring, emergency communication system and backup); evacuation procedure and alternates; worst case scenarios/drills (a terrorist attack employee or student violence or sabotage, vandalism, violent weather, seismic disturbance, climatic condition, flooding, power failure, and fire) (Garcia 2001).

The first step of SVA is to screen COI-DHS (Jaeger 2002) chemical list of the agent and to identify which one is being the potential interest for terrorists or vandals. Some chemicals are known as dual-use or multiple-use types, which means that those chemicals are not only useful for scientific purpose but may also endanger human. The US Department of Homeland Security has released CFR (Chemical Facility Anti-Terrorism Standards) part 7 about Chemical of interest (COI) terms (DoH Security 2007). It includes US Department of State's Chemical Weapon Convention (CWC) list, chemical that could be stolen, diverted, or used directly as Weapons of Mass Effect (WME): Theft/Diversions-Explosives (EXP)/ Improvised Explosive Device Precursors (IEDP) and high acute toxic chemicals in DHS (a Commercial Grade/ ACG). The result from screening phase is shown in table 1. Chemical's theft in CCP will cause a significant impact on national security and its neighborhood. Fortunately, CCP has a hidden chemical storage to protect chemical from public especially regarding chemical's nature and quantities.

SVA table analysis depicts security and safety aspect of laboratory by marking the prepared and unprepared SVA points. The percentage of prepared and unprepared SVA points in CCP is 57% and 43%, respectively. Therefore, CCP try to fulfill all the SVA points by

improving the implementation of safety and security.

Tabel 1. DHS Chemicals list that has existed on CCP

No	Chemical	CAS
1	Chloroform	67-66-3
2	Formaldehyde	50-00-0
3	Hydrochloric acid	7647-01-0
4	Hydrofluoric acid	7664-39-3
5	Hydrogen bromide	10035-10-6
6	Hydrogen peroxide	7722-84-1
7	Nitric acid	7697-37-2
8	Nitrobenzene	98-95-3
9	Potassium nitrate	7757-79-1
10	Potassium permanganate	7722-64-7
11	Ammonium nitrate	6484-52-2
12	Potassium cyanide	151-50-8
13	Triethanolamine	102-71-6
14	N-butyl acetate	123-86-4

Improvements and mitigations were taken in the unprepared points, including chemical storage arrangement (see Figure 2.a), card lock

identification, CCTV installation, and waste labelling. Prior to this process, CCP has conducted capacity building for their staffs (analysts, researchers, and regulators).

Re-arrangement of chemical storages (see Figure 2.b) was taken in order to minimize potential hazard (mitigation) caused by minor earthquake by equipping all chemical storage shelves with horizontal bars to keep them in place. Chemical was stored with other compatible chemicals and separated by appropriate distances from incompatible chemicals. By segregating chemicals according to their hazard classification, an improved storage will be achieved (Palabrica 2000). Flammables were stored in a wooden flammable materials cabinet coated with flame retardant paint. All strong bases were stored in corrosive chemicals cabinet coated with corrosion-resistant material. Fuming chemicals were stored in cabinet equipped with blower. The ventilated-storage system implemented in CCP was able to



reduce odors in chemical storage.

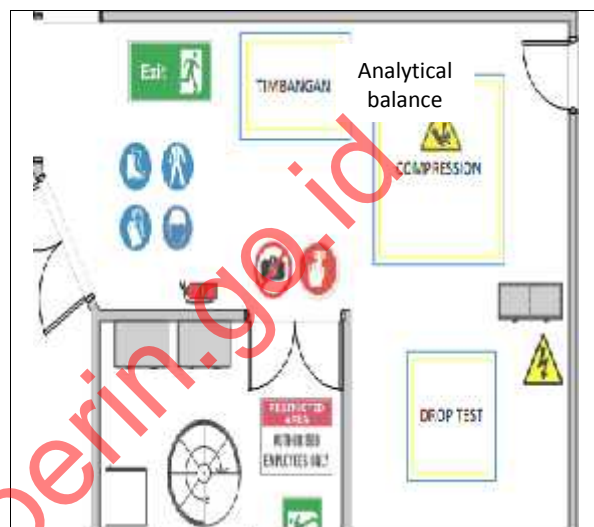
Identification card lock units were installed in six doors of CCP's building with access being granted to authorized staff only. CCTVs were fully installed and operated for 24x7 hours. CCP has fire extinguishers in every building and has a good coordination with Cijantung Fire Department in order to prevent fire. Emergency numbers are available in telephone number list. Each building is complemented with exit route. Meanwhile, some potential spots such as laboratory equipped with gas (oxygen, argon, nitrogen, and hydrogen) are labelled with caution and hazard signs. CCP also has a secure perimeter fence supported by guards, security cameras, and lighting system operating for 24 hours.

Hazard and risk mapping

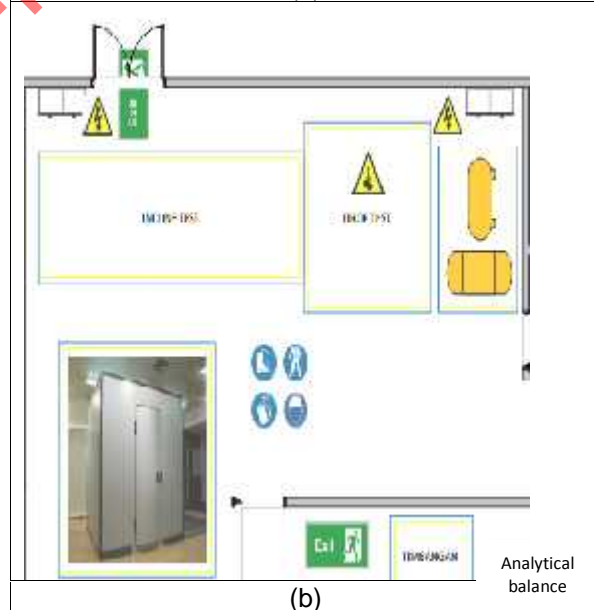
Hazard and risk mapping is the screening process of potential hazard and risk in facilities' design and operation with aims to improve chemical safety and security (Marendaz 2013). The improvement in CCP was conducted through capacity building for all staffs regarding chemical safety and security. Capacity building was chosen because of its ability to improve awareness, augment staffs' attitude towards chemical safety and security, and equalize perception among staff regarding chemical safety and security (Jonston 2003). Capacity building was conducted by combining exercise, experimental study, and classroom learning activity which becomes an effective method in translating theoretical knowledge into applied knowledge (Tsuji *et al.* 2015 dan Kinoshita *et al.* 2015).

Capacity building activity includes risk identification; hazard identification; accident identification; Personal Protective Equipment (PPE) and Safety Equipment Performance Specification; Standard Operating Procedure (SOP); safety signs, including mandatory, warning and prohibition sign; Globally Harmonized System (GHS), including chemical label and Safety Data Sheets (SDS). Each chemical has its own potential hazard, thus chemicals and waste have to be labeled and identified based on its hazardous properties (Ta *et al.* 2010). For chemicals, the hazard information was known as chemical labels and Safety Data Sheets and the composition of it. Hazard identification on CCP is according to

Minister Industry regulation No. 23/M-IND/PER/4/2013. For chemical waste, the labels also indicate the source (e.g. dendrimer research or bioethanol research), the laboratory (e.g. Laboratory of environment or laboratory of chemical research), the researcher that responsible, and the date when the chemical become waste.



(a)



(b)

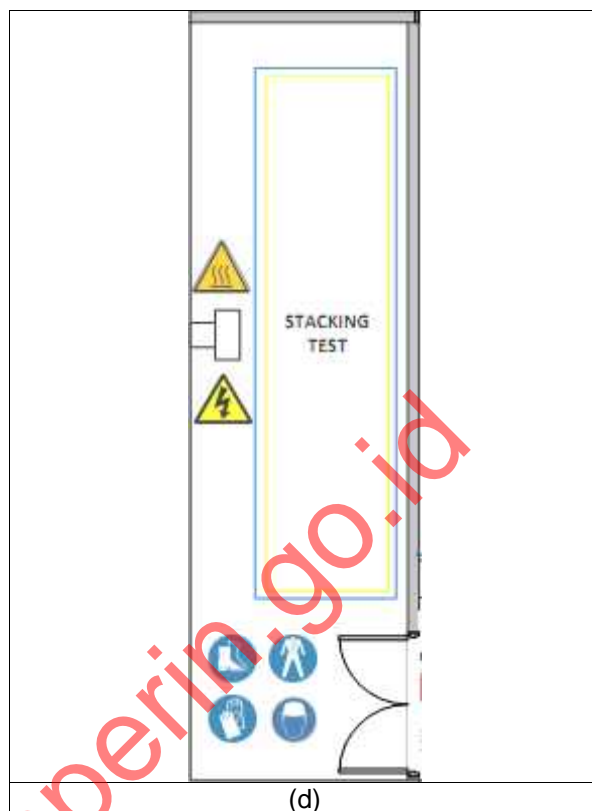
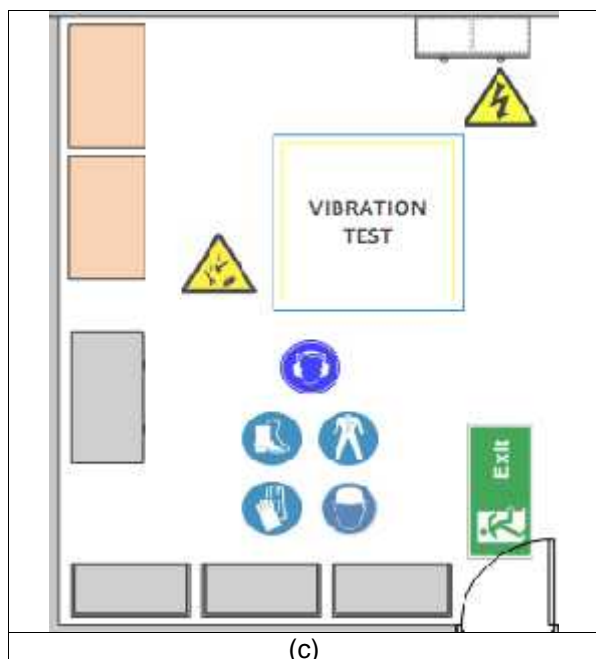


Figure 3. (a) drop test that potentially cause falling objects; (b) vibration test that potentially cause a noise hazard; (c) health hazard caused by the stacking test; (d) hazard and Risk Mapping in CCP Physic Laboratory

Safety signs are placed in physics laboratory which has potential hazards and accidents. These safety signs include mandatory signs: safety protective clothing, safety helmet and safety footwear; warning signs: hand hazard for compression tests, high voltage equipment, hot surface for stacking process and falling objects for drop test; prohibition sign: no smoking sign and no eating & drinking sign. CCP team also built Standard Operational Procedure (SOP) regarding chemical management in CCP as chemical system safety in chemical administration and in tracking of chemical in CCP.

Job safety analysis

Job Safety Analysis (JSA) is a systematic and specific task identification method which aims

to evaluate the risks and determine appropriate control measures and/or mitigation plan. All laboratory representatives were trained to analyze their highest risk tasks, describe their tasks gradually and identify hazards and risk in each division. They are identifying and evaluating hazards, risks, probabilities, consequences, risk levels and control by filling up JSA table. Risk level was acquired from risk assessment by estimating analysis and aggregation of consequence, vulnerability and threat [16]. JSA can help them to improve work, review and/or design the instructions in each laboratory. The control was taken by implementing recommendation.

Protein analysis is an example of JSA implementation in CCP. Protein analysis with higher risk probability has been regularly held in CCP. The protein analysis was divided into three

steps: destruction, distillation, and titration (according to Indonesia National Standard 2970:2015).

Risk or accidents may occur due to several factors including the unavailability of safety and security procedure, SDS, PPE, first aid, emergency eyewash, and fire extinguisher. The main cause of risk or accident is due to poor awareness on chemical safety and security. Therefore, these sustainable measures were taken in order to improve awareness on chemical safety and security in CCP. Risk control and recommendation is implementable through hazard elimination, hazard substitutions, engineering controls, administrative control, and PPE.

Eliminating hazard can be done by changing process in protein analysis that will remove hazards. However, protein analysis with Kjeldhal method cannot be eliminated. Therefore, the next step is substitution. Substitution can be done by substituting toxic chemical with non toxic chemical, since there is no safer chemical than chemical on protein analysis described above, the substitution cannot be done. If the hazard cannot be eliminated and safer substitution cannot be done, the next approach is engineering control. Engineering control such as using exhaust ventilation has already been done in almost all laboratories in CCP. Exhaust ventilation carried away the contaminants on the laboratories, therefore, It can reduce chemical (gas) hazard. In order to control other hazards, CCP has conducted administration control which involves changes in workplace policies and procedures. It also includes warning alarms, labeling systems, reducing time of workers being exposed to hazard, and training.

Administration control in CCP was implemented through training on SVA, hazard and risk mapping in addition to JSA. Administration control was also implemented through other measures, such as labeling system in chemical and waste secondary container and 5S- *seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu*, and *shitsuke*. PPE implementation of protein analysis process include facilitation of hand gloves to handle heat and chemical, lab coat to protect analysts from chemical splashes, mask to protect analyst's respiratory tract during destruction process, fire extinguisher, emergency eyewash, and shower. CCP also equipped with face shield goggle or

safety glass, and foot protection for test houses for PPE in protein analysis process.

Integration methods were simplified into safety and security training for effectiveness, and then adopted by 5S team of Ministry of Industry in 2015. In 2016, these methods were adopted into 5S + 2S (*seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu*, and *shitsuke* + safety and security) at Ministry of Industry. The 5S+2S team in Ministry of industry created a guidance of laboratory assessment for laboratories and research facilities under Ministry of Industry. The 5S+2S assessment held once a year. The assessment was used Technique Guidance of Workplace Environment 5S+2S on the research unit under Ministry of Industry. In addition, 5S+2S team in Ministry of industry also conducts drill practice for security teams.

CONCLUSION

SVA methodology was manifested into CCTV and keyless door lock installation, relocation of storage or transfer areas into hidden and secure spot, in addition to CCP staffs' training on security vulnerability. Meanwhile, H&RM methodology was manifested into CCP staffs' training on safety conditions and factors, in addition to design of risk mapping with hazard sign and safety laboratory equipment. JSA methodology was manifested into JSA compilation reflecting risk evaluation, appropriate control measures and mitigation plan. This study helps CCP to improve awareness of analysts, researchers and regulators on chemical safety and security. Furthermore, as Ministry of Industry has several research institutions and universities that using chemicals intensively, this article was expected to improve the awareness on chemical safety and security in those institutions and universities.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to acknowledge the financial support from Chemical Security Engagement Programs (CSP) with MoU number CSP-8649-13. The authors would like to express their appreciation to Ministry of Industry Indonesia and Occupational Health & Safety Department, University of Indonesia for the cooperation in this study.

REFERENCE

- Baker, G.H. 2005. A Vulnerability Assessment Methodology for Critical Infrastructure Facilities. [Online]. Available: http://www.jmu.edu/iia/wm_library/Vulnerability_Facility_Assessment_05-07.pdf. (Accessed 26 October 2015).
- Garcia, M.L. 2001. *The design and Evaluation of Physical Protection System*. United States of America: Elsevier.
- Jaeger, C.D. 2002. Vulnerability Assessment Methodology for Chemical Facilities (VAM-CF). *Chemical Health and Safety* vol. November/December: 15-19.
- Jaeger, C.D. 2003. Chemical facility vulnerability assessment project. *Journal of Hazardous Materials* 104:207-213.
- Jonston, R.G. and A. R. Garcia. 2003. Effective Vulnerability Assessments for Physical Security Devices, Systems, and Programs, [Online]. Available: <http://permalink.lanl.gov/object/tr?what=info:lanl-repo/lareport/LA-UR-02-5545>. (Accessed 25 November 2015).
- Kinoshita, T., K. Tonokura, I. Shibata, E. Yamada; S. Murata, S. Matsumoto, M. Sawamura, H. Nakagawa, K. Morimoto and A. Koyama. 2015. Management of Chemicals for Safety and Education in Laboratory. *Journal of Environment and Safety* 6(2): 81-84.
- Leggett, D.J. 2012. Hazard identification and risk analysis for the chemical research laboratory. Part 2. Risk analysis of laboratory operations. *Journal of Chemical Health and Safety*, vol. September/October: 25-36.
- Marendaz.J.L., J. C. Suard and T. Meyer. 2013. A systematic tool for Assessment and Classification of Hazards in Laboratories (ACHiL). *Safety Science* 53 : 168-176.
- Moore. D.A., B. Fuller, M. Hazzan and J. W. Jones. 2007. Development of a security vulnerability assessment process for the RAMCAP chemical sector. *Journal of Hazardous Materials* 142 : 689-694.
- Palabrica. C.A. 2000. Ventilated storage cabinets for fine chemicals. *Chemical Health and Safety*, vol. January/February: 15-17.
- Phifer. R.W. 2007. Security vulnerability analysis for laboratories and small chemical facilities. *Journal of Chemical Health and Safety*, vol. November/December : 12-14.
- Security. D.O.H. 2007. Department of Homeland Security. 20 November [Online]. Available: https://www.dhs.gov/xlibrary/assets/chemsec_appendixafinalrule.pdf. (Accessed 23 March 2015).
- Society. A.C., "Security vulnerability checklist for academic and small chemical laboratory facilities. [Online]. Available: <https://www.acs.org/content/dam/acsorg/about/governance/committees/chemicalsafety/publications/security-vulnerability-checklist.pdf>. (Accessed 3 March 2015).
- Stickles. R.P. H. Ozog and S. Mohindra. 2003. *Security Vulnerability Assessment (SVA) Revealed*. ioMosaic Corporation, New Hampshire.
- Ta. G.C. M. Mokhtar., A. M. Mokhtar, A. Ismail and M. A. Yazid. 2010. Analysis of the Comprehensibility of Chemical Hazard Communication Tools at the Industrial Workplace. *Industrial Health* 48 :835-844.
- Tsuji. Y, T. Mogi, T. Tobino and Y. Oshima. 2015. Toward a comprehensive, effective and concrete program for environmental safety education. *Journal of Environment and Safety* 6(2) : 75-78.

PENGARUH UKURAN SEL DALAM UJI MIGRASI DENGAN SIMULAN AIR SULING PADA KEMASAN PANGAN MULTILAYER

(INFLUENCE OF CELL SIZE ON MIGRATION TEST WITH SIMULANTS DISTILLED WATER ON MULTILAYER FOOD PACKAGING)

Bernadus Sri Sumarjono

Balai Besar Kimia Dan Kemasan, Kementerian Perindustrian
Jl. Balai Kimia No.1 Pekayon Pasar Rebo, Jakarta Timur

Email : bernadus_stisumarjono@yahoo.co.id

Received : 3 Oktober 2016; Revised : 19 November 2016; Achieved: 30 November 2016

ABSTRAK

Percobaan verifikasi metoda uji migrasi ini bertujuan untuk mengetahui apakah ukuran dan bahan sel mempengaruhi hasil uji migrasi dengan menggunakan simulasi air suling terhadap kemasan pangan multilayer. Percobaan dilakukan sebanyak 10 kali berdasarkan gravimetri. Contoh kemasan dipotong sesuai ukuran luas sel (0,442 dm² dari bahan kaca dan 2,543 dm² dari bahan stainless steel). Selanjutnya ditambahkan air suling dan dipanaskan pada suhu 121 °C selama 2 jam, kemudian diekstrak menggunakan kloroform. Faktor utama yang perlu diperhatikan adalah cara mengoperasikan sel sehingga pada saat pemanasan tidak terjadi kebocoran yang berakibat sel kering. Hasil percobaan menunjukkan bahwa ukuran luas sel dan jenis bahan sel tidak mempengaruhi hasil akhir uji migrasi, yang ditunjukkan oleh hasil analisa yang sama terhadap kemasan pangan multilayer. Kondisi hasil verifikasi ini memberikan keuntungan terhadap analis dan laboratorium, dengan menggunakan ukuran sel yang besar dan bobot yang cukup tinggi tidak menuntut laboratorium mempunyai lemari pengering dengan luas yang besar.

Kata kunci : Kemasan pangan multilayer, Uji migrasi, Verifikasi metoda.

ABSTRACT

Experiment of verification for method of migration test aimed to find out does the size of and materials of cell affect the migration test results with simulants using distilled water to the multilayer food packaging. Experiments performed 10 times by gravimetry. Sample of packaging be cut corresponding size with cell area (0.442 dm² of glass and 2.543 dm² of stainless steel). Furthermore distilled water is added and heated at 121°C for 2 hours, then extracted using chloroform. The main factors that need to be concerned is how to operate the cell so that when the heating does not leak resulting dry cell. The experimental results show that the size of the cell area and type of cell material does not affect the outcome of migration test, which is shown by the results of a similar analysis of the multilayer food packaging. The condition of results of this verification provides benefits to the analyst and the laboratory, using a large cell size and a high weight does not require laboratory has drying cabinets with large areas.

Keywords: Multilayer food packaging, Migration test, Verification of methods.

PENDAHULUAN

Kemasan makanan seperti plastik ataupun styrofoam bukan hanya sekedar sarana pembungkus tetapi juga sebagai pelindung agar makanan aman dikonsumsi. Kemasan makanan juga mempunyai fungsi kesehatan, pengawetan, kemudahan, promosi, informasi, dan penyeragaman. Namun tidak semua kemasan makanan aman bagi makanan yang dikemasnya. (Syarif *et al.* 1989).

Bahan kemasan plastik memiliki daya kemas yang bagus sehingga daya simpan produk menjadi lebih lama. Hal ini sangat dibutuhkan pada dunia industri makanan. Bahan kemasan plastik dibuat melalui proses polimerisasi. Selain plastik, styrofoam atau yang dikenal dengan plastik busa juga banyak digunakan terutama untuk makanan cepat saji. Keunggulan plastik dan styrofoam adalah lebih praktis dan tahan lama, yang

merupakan daya tarik tersendiri bagi para produsen dan konsumen makanan untuk menggunakannya (Sulchan dan Endang 2007).

Dalam proses pembuatannya, kemasan dari plastik maupun *styrofoam* akan ditambahkan aditif untuk memperbaiki sifat-sifat fisika kimia kemasan tersebut. Bahan aditif yang sengaja ditambahkan itu dikelompokkan sebagai komponen nonplastik. Bahan-bahan tersebut berfungsi sebagai pewarna, antioksidan, penyerap cahaya ultraviolet, penstabil panas, penurun viskositas, penyerap asam, pengurai peroksida, pelumas, peliat dan lain-lain (Sulchan dan Endang 2007).

Pada kenyataannya kemasan dari bahan plastik juga memiliki beberapa kelemahan, seperti kemungkinan terjadinya migrasi zat monomer dari bahan plastik ke dalam makanan, terutama jika makanan tersebut tidak cocok dengan kemasan atau wadah penyimpanannya. Dalam terminologi pengemasan pangan, perpindahan bahan kontaminan dari bahan pengemas ke dalam produk disebut migrasi. Ada dua macam migrasi yaitu migrasi total dan migrasi spesifik. Migrasi total adalah total masa yang bermigrasi dari kemasan ke dalam makanan atau simulan pangan pada kondisi tertentu. Sedangkan migrasi spesifik adalah zat teridentifikasi yang bermigrasi dari kemasan ke dalam makanan atau simulan pangan (Syarif *et al.* 1989 dan Warsiki 2009).

Pada makanan yang dikemas dalam kemasan plastik, adanya migrasi ini tidak mungkin dapat dicegah 100 % (terutama jika plastik yang digunakan tidak cocok dengan jenis makanan-nya). Migrasi monomer terjadi karena dipengaruhi oleh suhu makanan atau penyimpanan dan proses pengolahannya. Semakin tinggi suhu tersebut, semakin banyak monomer yang dapat bermigrasi ke dalam makanan. Semakin lama kontak antara makanan tersebut dengan kemasan plastik, jumlah monomer yang bermigrasi dapat makin tinggi (Sulchan dan Endang 2007).

Pengertian Pengaruh

Pengaruh adalah suatu daya yang dapat membentuk atau mengubah sesuatu yang lain. Adapun menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2002:849) disebutkan bahwa pengaruh adalah daya yang ada atau timbul dari sesuatu (orang, benda) yang ikut membentuk watak, kepercayaan, atau perbuatan seseorang. Untuk mengetahui tingkat pengaruh secara kuantitatif antara ukuran sel dengan hasil uji migrasi, instrumen yang digunakan adalah statistik uji korelasi (r) dan uji t ; karena dengan diketahui besarnya nilai r maupun nilai t hitung serta t tabel, maka dapat disimpulkan ada tidaknya pengaruh tersebut.

Migrasi

Migrasi merupakan salah satu mekanisme yang digunakan untuk menjelaskan interaksi antara kemasan dengan produk terkemas. Walaupun migrasi dapat pula berasal dari bahan pangan ke dalam kemasan, tetapi yang lebih dikhawatirkan adalah migrasi dari bahan kemasan ke dalam pangan (Pratiwi 2010). Menurut Budiawan (2004), faktor-faktor yang mempengaruhi proses migrasi, antara lain jenis dan konsentrasi bahan kimia yang terkandung dalam kemasan, sifat alamiah pangan atau pilihan larutan simulan pangan disertai kondisi saat terjadi kontak (suhu dan lama kontak), ketebalan kemasan, dan sifat intrinsik bahan kemasan (*inert* atau tidak).

Potensi migrasi meningkat seiring dengan meningkatnya lama kontak, suhu kontak, dan luas permukaan kontak, semakin tinggi konsentrasi komponen aditif dalam bahan kemasan, dan adanya bahan pangan yang agresif. Potensi migrasi menurun bila bahan kemasan berbobot molekul tinggi, kontak antara pangan dan kemasan tidak langsung atau kering, daya difusi bahan kemasan rendah (*inert*), dan adanya lapisan pembatas yang *inert* (Pratiwi 2010).

Dalam buku Pedoman Uji migrasi yang dikeluarkan oleh BPOM menyebutkan bahwa menurut aturan Uni Eropa (*EU*) batas migrasi menjadi dua yaitu batas migrasi total dan batas migrasi spesifik. Batas migrasi total adalah perpindahan seluruh zat yang berpindah dari kemasan ke dalam pangan dalam simulan tertentu sesuai jenis atau tipe pangan dengan batas maksimal sebesar 60 mg/kg pangan. Sementara batas migrasi spesifik adalah jumlah maksimum suatu zat spesifik yang diperbolehkan berpindah dari suatu *Food Contact Substances (FCS)* dari kemasan ke dalam pangan dan dipresentasikan sebagai perpindahan senyawa spesifik *FCS* tersebut ke dalam simulan pangan (BIN 2002).

Simulan air suling

Air suling (akuades) merupakan simulan yang paling sederhana, karena bahan yang digunakan adalah air destilasi yang dapat menggantikan air pada umumnya yang digunakan oleh kebanyakan orang dalam konsumsi sehari-hari. Air suling yang digunakan dalam percobaan ini adalah air yang disuling sekali dan bukan air dua kali suling (akuabides). Hal ini dilakukan agar tidak terlalu berbeda dengan yang umumnya digunakan oleh masyarakat, sehingga hasil migrasi yang diperoleh akan lebih mendekati dengan yang sebenarnya apabila digunakan air konsumsi seperti air sumur ataupun air dari Perusahaan Air Minum (PAM).

EU membagi penggunaan simulan pangan menjadi empat bagian, yaitu air destilasi untuk pangan berair (pH>4,5); asam asetat 3 % untuk pangan asam (pH<4,5); etanol 10 % untuk pangan beralkohol; dan minyak zaitun rectified, campuran trigliserida sintetis, minyak bunga matahari, atau minyak jagung untuk pangan berlemak. EU menyarankan penggunaan simulan pengganti yang meliputi isooktana, etanol 95%, dan polifenilena oksida termodifikasi untuk pangan berlemak, jika penggunaan simulan sebelumnya kurang sesuai. EU merekomendasikan pula penggunaan simulan untuk pangan yang lebih spesifik, misalnya untuk ikan segar, asin, asap, pedas, dalam bentuk pasta menggunakan simulan air destilasi dan minyak zaitun rectified, campuran trigliserida sintetis, minyak bunga matahari, atau minyak jagung, dan sebagainya (McCort-Tipton and Pesselman, 1999).

Peraturan Kepala Badan POM No. HK.00.05.55.6497 tanggal 20 Agustus 2007 mengatur penggunaan simulan pangan berdasarkan jenis pangan dan kondisi proses pengolahan serta penyimpanan pangan yang dikemas. Penggunaan simulan pangan untuk plastik meliputi air, heptana, dan alkohol 8 % yang bervariasi suhu dan waktu perendamannya tergantung tiga faktor di atas (BPOM 2007a).

Mengacu pada peraturan dari Uni Eropa dalam 82/711/EEC untuk berbagai tipe pangan dan simulan pangan seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tipe Pangan dan Simulan Pangan menurut Uni Eropa (Mc. Cort-Tipton and Pesselman, 1999).

Tipe pangan	Simulan pangan	Singkatan
Pangan berair (pH > 4.5)	Air destilasi atau air lain yang serupa	Simulan A
Pangan asam (pH < 4.5)	Asam asetat 3% (w/v)	Simulan B
Pangan beralkohol	Etanol 10%, disesuaikan dengan kandungan alkohol sebenarnya dari pangan tersebut jika melebihi 10% (v/v)	Simulan C
Pangan berlemak	Simulan pangan berlemak	Simulan D
Pangan kering	Tidak ada	Tidak ada

Pada Tabel 1, dapat dilihat bahwas simulan pangan dibagi ke dalam 3 kelas, yang sangat mempengaruhi keberlangsungan migrasi. Kelas 1 (simulan A) migrasi tidak terjadi dari bahan kemasan ke simulan pangan. Sedangkan

kelas 2 (simulan B dan C) migrasi terjadi secara independen tanpa dikendalikan oleh simulan pangan dan akan mencapai kondisi *stady state* dimana tercapai kesetimbangan zat yang bermigrasi dari kemasan ke simulan pangan. Kelas 3 (simulan D) migrasi terjadi akibat adanya kendali dari simulan pangan yang menyebabkan migrasi terjadi secara cepat dalam waktu singkat (BPOM 2007a).

Kemasan Pangan

Kemasan menurut Undang-undang (UU) No. 7 Tahun 1996 Bab 1 Pasal 1 tentang Pangan yang dimaksud dengan kemasan adalah bahan yang digunakan untuk mawadahi dan atau membungkus pangan, baik yang bersentuhan langsung dengan pangan maupun tidak (BPOM 2007a). Dalam industri pangan, kemasan mempunyai peranan yang sangat penting; karena dapat berfungsi antara lain untuk melindungi produk terhadap pengaruh cuaca, sinar matahari, benturan, kotoran, dan lain-lain, menarik perhatian konsumen, memudahkan distribusi, penyimpanan, dan pemajangan, tempat penempelan label yang berisi informasi tentang nama produk, komposisi bahan, isi bersih, nama dan alamat produsen/importir, nomor pendaftaran, kode produksi, tanggal kadaluarsa, petunjuk penggunaan, informasi nilai gizi, tanda halal, serta klaim atau pernyataan khusus (BPOM 2007a).

Menurut Peraturan Kepala Badan POM RI No 00.05.55.6497/2007 tentang Bahan Kemasan Pangan, jenis bahan kemasan terdiri dari plastik (termasuk *varnishes dan coating*), selulosa terregenerasikan (*regenerated cellulose*), elastomer dan karet, kertas dan karton, keramik, kaca/gelas, logam dan paduan logam (*alloy*), kayu/gabus, produk tekstil, lilin parafin, dan mikrokristal. Masing-masing jenis bahan pengemas ini memiliki keunggulan untuk jenis pangan tertentu (BPOM 2007a).

Di antara berbagai jenis bahan kemasan pangan yang dikenal, plastik menempati porsi terbesar. Kemudahan dibentuk, fleksibilitas yang tinggi, dan tampilan yang menarik dengan aneka warna cetakan merupakan sejumlah alasan plastik lebih dominan dibandingkan bahan kemasan lain dalam beberapa dekade terakhir. Bahan kemasan plastik berupa polietilen (PE), polipropilen (PP), poliester (PET, PEN, PC), ionomer, etilen vinil asetat (EVA), poliamida (PA), *polyvinyl chloride* (PVC), poliviniliden klorida (PVdC), polistiren (PS), stiren butadiena (SB), akrilonitril butadiena stirena (ABS), etilen vinil alkohol (EVOH), polimetil pentena (TPX), polimer tinggi nitril (HNP), *fluoropolimer* (PCTFE/PTFE), materi berbasis selulosa, dan polivinil asetat (PVA) (Sulchan dan Endang 2007).

Kemasan pangan multilayer merupakan jenis kemasan komposit yang terdiri dari beberapa jenis kemasan seperti kertas, plastik dan/atau logam; sehingga kekuatan jenis kemasan ini akan lebih bagus dibandingkan dengan kemasan yang hanya terdiri dari satu jenis kemasan (Sulchan dan Endang 2007).

BAHAN DAN METODA

Bahan dan Peralatan

Untuk kepentingan pengujian migrasi kemasan pangan jenis multilayer dengan simulasi air suling dalam rangka pembuktian ada tidaknya pengaruh ukuran sel, bahan-bahan yang penulis gunakan adalah kemasan multilayer, Kloroform, Air suling. Sedangkan peralatan yang digunakan adalah sel dari bahan kaca dengan ukuran diameter 0,75 dm luas 0,442 dm² dan sel dari stainless steel berdiameter 1,8 dm dengan luas 2,543 dm². Selain juga neraca analitis, gelas piala, gelas ukur, corong pemisah, oven, dan penangas air (BIN 2002).

Metoda

Prosedur analisa migrasi global yang dilakukan adalah diawali dengan memotong contoh sesuai ukuran luas sel untuk dipasangkan sebagai contoh uji pada sel dan ditutup rapat sempurna. Kemudian masukkan air suling ke sel dengan luas 0,442 dm² sebanyak 21 ml, sedangkan untuk sel dengan luas 2,543 dm² sebanyak 125 ml. Selanjutnya dioven pada suhu 121 °C selama 2 jam, kemudian didinginkan serta segera pindahkan air suling kedalam gelas piala. Selanjutnya diekstrak dengan 25 mL kloroform dalam labu kocok, lalu pisahkan bagian kloroform ke dalam gelas piala yang telah diketahui bobotnya, kemudian ekstrak kembali air suling dengan 25 ml

kloroform dalam labu kocok, lalu pisahkan bagian kloroform dan satukan dengan kloroform pertama dalam gelas piala. Selanjutnya diuapkan kloroform diatas penangas air hingga kering serta keringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 2 jam, selanjutnya didinginkan dan timbang hingga bobot tetap (BIN 2002).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil percobaan yang dilakukan terhadap kemasan multilayer menggunakan dua sel dengan ukuran yang berbeda yaitu sel berdiameter 0,75 dm dengan luas 0,442 dm² dan berdiameter 1,8 dm dengan luas 2,543 dm² yang masing-masing 10 kali, diperoleh data hasil percobaan yang tidak berbeda yaitu nol, seperti yang diperlihatkan pada tabel 2. Hal ini berarti bahwa ukuran dan bahan sel pada dasarnya tidak mempengaruhi hasil uji migrasi, karena perhitungan akhir dari rangkaian pekerjaan adalah bobot (mg) residu dibagi dengan luas permukaan contoh (dm²). Hal yang mungkin dapat menjadikan perbedaan hasil terutama karena terdapat kebocoran pada saat memasang sel, sehingga ada sebagian simulasi yang keluar dan pada akhirnya mengurangi bobot residu yang sebenarnya.

Pada prinsipnya penentuan migrasi total dalam bahan kemasan sangat sederhana yaitu contoh bahan yang diuji diketahui luas permukaannya selanjutnya ditempatkan dalam sel dengan makanan pengganti (simulasi) dibawah kondisi temperatur dan waktu tertentu. Akhir pengujian simulasi diuapkan dan sisanya yang kering ditimbang. Hasilnya dinyatakan sebagai mg residu/dm² luas permukaan bahan kemas yang kontak dengan simulasi. Dengan demikian apabila pekerjaan dilakukan secara teliti, maka ukuran luas sel yang digunakan tidak akan mempengaruhi hasil. Hal ini terlihat sebagaimana pada tabel 2 bahwa ukuran sel tidak berpengaruh terhadap hasil migrasi.

Tabel 2. Hasil percobaan terhadap kemasan multilayer menggunakan dua sel migrasi

No	Sel Kecil (L = 0,442 dm ²)			Sel Besar (L = 2,543 dm ²)		
	Gelas piala kosong	Gelas piala kosong + residu	Migrasi (mg/dm ²)	Gelas piala kosong	Gelas piala kosong + residu	Migrasi (mg/dm ²)
1	130,5658	130,5658	0	128,1879	128,1879	0
2	126,6602	126,6602	0	124,8735	124,8735	0
3	131,5526	131,5526	0	129,2163	129,2163	0
4	127,5289	127,5289	0	125,7674	125,7674	0
5	128,1103	128,1103	0	127,0488	127,0488	0
6	127,1862	127,1862	0	126,0680	126,0680	0
7	128,6211	128,6211	0	127,5213	127,5213	0
8	124,4887	124,4887	0	123,4546	123,4546	0
9	129,5927	129,5927	0	131,0637	131,0637	0
10	129,9639	129,9639	0	128,8872	128,8872	0
Jumlah			0			0
Rata-rata			0			0

Ketidakhadanya perbedaan hasil tersebut sangat dipengaruhi oleh cara menggunakan sel, karena baik sel yang berdiameter 0,75 dm yang terbuat dari bahan kaca ataupun sel yang berdiameter 1,8 dm yang terbuat dari bahan *stainless steel*, keduanya harus dipastikan rapat sempurna agar tidak terjadi kebocoran sedikitpun.

Hasil yang diperoleh antara sel berukuran luas kecil dan besar dengan tanpa adanya perbedaan tersebut (Tabel 2), ada kemungkinan apabila dikerjakan oleh analisis lain akan memberikan nilai yang lain. Kondisi demikian sangat dimungkinkan karena umumnya analisis menganggap bahwa cara merapatkan sel cukup dengan mengunci pengamannya, padahal pengamanan tersebut lebih bersifat agar tutup sel tidak terlepas pada saat digunakan dan bukan sebagai jaminan bahwa telah tertutup sempurna.

Untuk sel yang terbuat dari kaca dengan diameter 0,75 dm pada dasarnya memiliki banyak keunggulan dalam penggunaannya, antara lain adalah :

1. Bobot sangat ringan bila dibanding sel yang terbuat dari bahan *stainless steel*.
2. Mudah untuk mengeluarkan simulan karena model penutupnya berbentuk setengah lingkaran dengan bagian atasnya berlubang yang dapat dibuka tutup.
3. Tidak memerlukan ruangan yang luas pada saat harus dipanaskan dalam oven karena diameternya yang sangat kecil yaitu 0,75 dm atau 7,5 cm.
4. Simulan yang dibutuhkan sedikit yaitu 22 mL sedangkan untuk sel dengan luas 2,54 dm² simulan yang digunakan 125 mL.

Dalam menggunakan sel yang terbuat dari bahan kaca dengan diameter 0,75 dm tersebut di atas, ada beberapa hal yang sangat perlu diperhatikan agar terjamin bahwa tidak akan terjadi kebocoran, antara lain adalah :

1. Karet seal tidak boleh terbalik antara bagian atas dengan yang bawah, karena
2. keduanya berbeda bentuk akan tetapi mempunyai ukuran diameter yang sama.
3. Memasang tutup dengan badan sel harus diusahakan tidak miring agar plat logam penguncinya dapat dikencangkan sempurna.
4. Posisi bahan uji harus benar-benar ditengah-tengah sehingga pada keliling tutup sel tidak terdapat sebagian yang menonjol keluar.

Selain beberapa kelebihan sebagaimana disebutkan di atas, sel dengan bahan dari kaca mempunyai kelemahan, antara lain :

1. Resiko pecah sangat tinggi.
2. Tutup yang terbuat dari bahan plastik akan mudah retak.

Tidak terdapatnya perbedaan hasil uji migrasi antara penggunaan sel berbahan kaca dengan luas 0,442 dm² dengan sel berbahan *stainless steel* dengan luas 2,543 dm² pada dasarnya merupakan suatu keuntungan bagi suatu laboratorium maupun analisis, karena untuk dengan ukuran sel yang besar dan bobotnya cukup tinggi, menuntut laboratorium mempunyai lemari pengering dengan ruang yang besar.

Dipasaran dijumpai banyak kemasan yang sebetulnya kurang cocok dengan jenis makanan yang dikemas. Setiap jenis makanan memiliki sifat yang perlu dilindungi yang harus dapat ditanggulangi oleh jenis plastik tertentu. Kesalahan material kemasan dapat mengakibatkan kerusakan bahan makanan yang dikemas. Berikut beberapa contoh penggunaan kemasan plastik multi lapis :

- Roti tawar, memerlukan perlindungan terhadap kelembaban, sehingga kemasan yang memiliki barier terhadap uap seperti *LDPE* cukup baik.
- Susu, sama dengan roti namun perlu adanya persyaratan yang lebih ketat sehingga perlu penggunaan *PE* yang *high density*.
- Keju dan keripik kentang, memerlukan kemasan yang memiliki barier terhadap oksigen dan uap air serta tahan lemak. Kemasan yang tepat adalah *PVdC* yang dilapisi selofan atau di laminasi aluminium atau *PVdC-glassin*.
- Daging segar, kesegaran warna dan juice dari daging harus dilindungi oleh jenis kemasan yang tepat yaitu kemasan yang tinggi daya transmisi oksigen dan tinggi tingkat pencegahan hilangnya kadar air yaitu *plasticized PVC*. Sebaliknya untuk daging olahan, membutuhkan kemasan yang memiliki sifat-sifat barier yang baik terhadap oksigen ditambah tinggi dayanya menjaga uap air. Kemasan yang tepat adalah plastik *PVdC*.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan hasil percobaan, maka dapat disimpulkan bahwa ukuran dan bahan sel pada dasarnya tidak mempengaruhi hasil uji migrasi, karena perhitungan akhir dari rangkaian pekerjaan adalah bobot (mg) residu dibagi dengan luas permukaan contoh (dm²), kecuali bila terjadi kebocoran pada sel yang dipergunakan. Hasil percobaan ini merupakan keuntungan bagi analisis dan laboratorium uji, karena untuk menggunakan ukuran sel yang besar dan bobotnya cukup tinggi tidak menuntut

laboratorium mempunyai lemari pengering dengan ruang yang besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM). 2005. *Berita Pengemasan Edisi 13 April-Mei 2005*. Jakarta : Federasi Pengemas Indonesi.
- Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM). 2007a. *Peraturan Kepala Badan POM No. HK.00.05.55.6497 tentang Bahan Kemasan Pangan*. Jakarta : BPOM.
- Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM). 2007b. Organisasi Badan Pengawas Obat dan Makanan RI. www.pom.go.id/profile/organisasi_BadanPOM.asp. (diakses pada tanggal 11 Oktober 2016).
- Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM). 2008. Kemasan Polistirena. *Info POM*. 9(5).Jakarta;BPOM RI.
- Belgisch Instituut voor Normalisatie (BIN). 2002. *Materialen en artikelen in contact met voedingsmiddelen-Kunststoffen-Deel 1 : Leidraad voor de selectie van omstandigheden enbeproevingsmethoden voor totale migratie*. Brussel : BIN.
- Budiawan, R.N. 2004. Ekses Bahan Kemasan terhadap Kesehatan dan Lingkungan. *Prosiding Lokakarya Wadah Pangan*. Jakarta : Direktorat Standardisasi Produk Pangan BPPOM.
- Pratiwi, Retno. 2010. *Pengembangan Metode Penentuan Kadar DEHP dan Analisis Migrasi DEHP ke Dalam Simulan Pangan di Pusat Riset Obat dan Makanan-BPOM RI*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Mc. Cort-Tipton, M. and R.L. Pesselman. 1999. What Simulant is Right for My Intended End Use. In: *Food Packaging. Testing Methods and Applications*. (S. J. Risch, ed.). *American Chemical Society*, Washington DC.
- Sulchan, M dan Endang Nur W. 2007. Keamanan pangan kemasan plastik dan styrofoam. *Majalah Kedokteran Indonesia*. 57(2).
- Syarief, R., Santousa, S dan Ismayana, B. 1989. *Teknologi Pengemasan Pangan*. Bogor : Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi-Institut Pertanian Bogor.
- Warsiki, E. 2009. *Pedoman Uji Migrasi Kemasan Pangan*. Jakarta : Direktorat Pengawasan Produk dan Bahan Berbahaya.
- Winarno, F.G. 1997. *Kumpulan Tulisan Ilmiah*. Bogor: PAU Pangan dan gizi IP

VERIFIKASI METODA MIGRASI GLOBAL PADA PRODUK MELAMIN DENGAN SIMULAN ALKOHOL 15% SESUAI SNI 7322:2008

(VERIFICATION OF METHODS FOR GLOBAL MIGRATION IN THE MELAMINE PRODUCTS WITH ALCOHOL SIMULANTS 15% ACCORDANCE SNI 7322: 2008)

Desyarni'

¹Balai Besar Kimia Dan Kemasan
Email: desyarni_rivai@yahoo.com

Received : 2 November 2016; Revised : 21 November 2016; .Accepted: 12 Desember 2016

ABSTRAK

Verifikasi metoda dilakukan pada semua metode standar /metoda baku atau metoda yang sudah di validasi pada awal penggunaan dengan jarak waktu tertentu secara berkala. Tujuan verifikasi metoda antara lain, untuk memastikan bahwa analis dapat menerapkan metoda analisis dengan baik dan untuk menjamin mutu hasil uji. Verifikasi dilakukan pada contoh uji melamin perlengkapan makan dan minum, dengan simulan alkohol 15 % sesuai SNI 7322:2008. Migrasi global dilakukan terhadap simulan alkohol. Nilai migrasi global pada produk melamin adalah 0 mg/dm². Produk melamin tersebut sesuai dengan standar SNI 7322:2008 dimana nilai maksimum migrasi global dengan simulan Alkohol 15 % adalah sebesar 10 mg/dm². Ketelitian metoda dilihat dari nilai RSD, dimana nilai RSD yang diperoleh sebesar 0 %. Hal ini menunjukkan metode yang digunakan sesuai dengan syarat, yaitu nilai RSD adalah 2 %, maka metode ini dapat dipakai oleh laboratorium untuk pengujian migrasi global dalam komoditi produk melamin perlengkapan makan dan minum.

Kata kunci : Melamin perlengkapan makan dan minum, migrasi global, verifikasi metoda

ABSTRACT

Verification methods performed on all standard method / standard methods or methods that have been validated at the time of first use at certain intervals periodically. The purpose of verification methods among others, to ensure that analysts can apply the method of analysis properly and to assure quality uji. Verifikasi performed on a test sample of melamine eating and drinking equipment, with 15 % alcohol simulants SNI 7322:2008. Global migration conducted on alcohol simulants. Value of global migration on melamine product was 0 mg/dm². The melamine products in accordance with ISO standards 7322:2008 where the maximum value of global migration with the simulants Alcohol 15 % is equal to 10 mg/dm². Accuracy of the method seen from the value of RSD, where the value of RSD obtained at 0 %. It shows a method used in accordance with the terms, the value of RSD is 2 %, then this method can be used by the laboratory for testing of global migration in commodity products melamine eating and drinking equipment.

Keywords: Melamine eating and drinking equipment, global migration, verification methods

PENDAHULUAN

Produk melamin merupakan salah satu jenis produk perlengkapan makan dan minum yang banyak digunakan untuk keperluan makan dan minum. Hal ini dikarenakan produk melamin mempunyai beberapa kelebihan antara lain ringan, dapat dijumpai dalam berbagai bentuk dan disain yang menarik serta tidak mudah pecah. Namun demikian penggunaan produk melamin dan sejenisnya harus diwaspadai terutama dengan semakin maraknya peredaran produk-produk tersebut di pasaran yang mutunya tidak bisa dipertanggungjawabkan karena beberapa produk tersebut dapat mengakibatkan gangguan pada kesehatan manusia apabila digunakan. Produk melamin perlengkapan makan dan minum ini sangat lah banyak beredar di pasar maupun di

toko- toko tertentu dan juga di pasar tradisional. Melamin berpotensi membahayakan kesehatan manusia karena melamin menghasilkan monomer beracun yang disebut formal dehid (formalin). Senyawa yang tahan panas ini dipilih karena dianggap sangat cocok digunakan sebagai wadah makanan panas ataupun digunakan dalam microwave (Imam, 2007).

Melamin merupakan bahan yang dihasilkan oleh industri petrokimia dengan rumus C₃H₆N₆ juga dikenal dengan nama 2-4-6 triamino 1-3-5 triazine. Senyawa ini berbentuk kristal monosiklik berwarna putih. Melamin diantaranya digunakan sebagai bahan baku pembuatan melamin resin, bahan sintesa organik, bahan pencampur cat, pelapis kertas, tekstil, penyamakan kulit, dan lain-

lain. Melamin dikenalkan di Indonesia sekitar tahun 1970-an. Melamin ini banyak sekali digunakan sebagai bahan pembuat plastik, lem dan pupuk. Melamin dibentuk dari gabungan formaldehid dan fenol, campuran keduanya yang tidak seimbang akan menghasilkan residu (Fenol yang tidak bersenyawa dengan sempurna). Melamin merupakan senyawa kimia organik yang bersifat basa yang mengandung kadar nitrogen sebesar 66% yang kemudian direaksikan dengan formaldehid membentuk plastik melamin sebagai bahan baku peralatan makan yang dikenal sebagai melamin (Stevens 2001).

Melamin resin diproduksi dengan cara mencampurkan melamin dan formaldehid dalam suhu dan tekanan yang sangat tinggi. Bahan – bahan ini dipolimerisasi, kemudian dilanjutkan dengan proses pengeringan dan pendinginan. Material yang sudah didinginkan, digiling untuk menghasilkan bahan yang lunak. Pada proses ini dimasukkan bahan pengawet, minyak pelumas, dan zat warna. Setelah proses penggilingan selesai, dilanjutkan dengan granulasi yaitu membentuk bahan menjadi butiran – butiran kecil kemudian bahan dicetak sesuai dengan bentuk yang diinginkan (Shreve, 1956).

Verifikasi adalah konfirmasi, melalui penyediaan bukti objektif, bahwa persyaratan yang ditentukan telah dipenuhi. Verifikasi dilakukan terhadap suatu metode baku sebelum diterapkan di Laboratorium. Verifikasi sebuah metode bermaksud untuk membuktikan bahwa laboratorium yang bersangkutan mampu melakukan pengujian dengan metode tersebut dengan hasil valid. Disamping itu verifikasi juga bertujuan untuk membuktikan bahwa laboratorium memiliki data kinerja. Hal ini dikarenakan laboratorium yang berbeda memiliki kondisi dan kompetensi personel serta kemampuan peralatan yang berbeda, sehingga kinerja antara satu laboratorium dengan laboratorium lainnya tidaklah sama (ISO/IEC 17025:2005).

Verifikasi Metode dilakukan pada semua metode standar (metode baku) atau metode yang telah di validasi pada waktu mula – mula digunakan dan jarak waktu tertentu secara berkala. Tujuan verifikasi metode antara lain :

- Untuk memastikan bahwa analisis dapat menerapkan metode analisis dengan baik
- Untuk menjamin mutu hasil uji, maka Verifikasi dilakukan dengan menetapkan
- presisi, akurasi dan batas deteksi suatu metode analisis. Penetapan presisi dapat dilakukan dengan salah satu pengujian berikut :
- Pengujian berulang pada contoh uji yang ada
- Pengujian berulang pada contoh uji formulasi sintetik

- Pengujian berulang pada bahan rujukan bersertifikat (CRM)

Verifikasi diperlukan untuk membuktikan bahwa pengujian suatu metoda standar yang dilakukan oleh suatu laboratorium dapat dilakukan dengan hasil yang benar dan memiliki kinerja yang baik. Verifikasi migrasi global pada produk melamin perlu dilakukan untuk menentukan kualitas produk tersebut. Produk Melamin batas persyaratan yang telah ditetapkan oleh SNI dapat dikatakan berkualitas rendah. Hasil verifikasi bergantung terhadap kondisi dan kompetensi personil serta kemampuan peralatan yang berbeda-beda.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah alkohol 15 % dan produk melamin berupa mangkok. Alat-alat yang digunakan dalam penentuan migrasi adalah gelas piala 250 mL, neraca analitik ketelitian 0,0001 gram, desikator, tang-krus, oven, pemanas listrik, termometer, *waterbath*, gelas ukur, *digital caliper*.

Metode

Persiapan contoh uji

Permukaan mangkok melamin dibersihkan dengan air agar permukaan mangkok melamin bersih dan bebas dari kotoran, kemudian dikeringkan

Penentuan Luas Permukaan

Permukaan mangkok melamin dibersihkan dengan kain agar permukaan mangkok bersih dan kering, kemudian diukur diameter dan tinggi mangkok dengan *digital caliper* lalu di hitung luas permukaan mangkok melamin tersebut.

Pengolahan Data

Penentuan Migrasi Global

Disiapkan 10 gelas piala untuk simulasi alkohol 15%, di keringkan dalam oven suhu 105°C selama 30 menit, di dinginkan dalam desikator selama 30 menit. Ditimbang masing – masing gelas piala (a). Dimasukkan 180 ml alkohol 15% ke dalam setiap mangkok melamin (diberi tanda ketinggian cairan), dan diatur suhu 60°C selama 30 menit. Dipindahkan alkohol 15% kedalam 180 mL setiap mangkok kedalam gelas piala yang sudah diketahui bobotnya dan di keringkan diatas pemanas listrik sampai kering. Selanjutnya gelas piala di masukkan kedalam oven suhu 105°C selama 30 menit, diangkat dan didinginkan dalam desikator, lalu ditimbang hingga bobot tetap, dicatat hingga bobot tetap, dicatat berat akhir

masing – masing gelas piala (b). Dihitung migrasi global dengan persamaan sebagai berikut:

$$M = \frac{(b - a) \times 1000}{S} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

- M= Total migrasi perluas area contoh uji yang berpindah kedalam simulan (mg/dm²)
- a= Berat gelas piala kosong (gram)
- b= Berat gelas piala+residu simulan (gram)
- s= Luas permukaan contoh uji (dm²)

Standar Deviasi (SD)

Standar Deviasi merupakan akar jumlah kuadrat deviasi masing – masing hasil penetapan terhadap *mean* dibagi dengan derajat kebebasannya (*degrees of freedom*). Dengan rumus, SD dapat dinyatakan

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

- x= nilai dari masing – masing pengukuran
- \bar{x} = rata-rata (*mean*) dari pengukuran
- n= frekwensi penetapan
- n-1= derajat kebebasan

Standar deviasi (SD) lebih banyak digunakan sebagai ukuran kuantitatif ketepatan atau ukuran presisi, terutama apabila dibutuhkan untuk membandingkan ketepatan suatu hasil (metode) dengan hasil (metode) lain. Semakin kecil nilai SD dari serangkaian pengukuran, maka metode yang digunakan semakin tepat. (Gholib, 2007).

Standar Deviasi Relatif (RSD)

Standar deviasi relatif (*Relatif Standard Deviation, RSD*), yang juga dikenal dengan koefisien variasi (CV) merupakan ukuran ketepatan relatif dan

umumnya dinyatakan dalam persen. RSD dirumuskan dengan persamaan:

$$\% RSD = \frac{SD}{\bar{X}} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Dimana:

- RSD= Standar deviasi relatif (%)
- SD= Standar deviasi
- \bar{X} = Rata – rata

Semakin kecil nilai RSD dari serangkaian pengukuran maka metode yang digunakan semakin tepat

Uji Ketelitian (Presisi)

Uji presisi dilakukan dengan mengukur nilai migrasi total sebanyak 10 kali ulangan.

Uji kelayakan metode uji migrasi global pada produk melamin dengan simulan alkohol 15%

Verifikasi metode penentuan migrasi global pada contoh uji melamin dilakukan berdasarkan metode SNI 7322:2008 tentang Produk melamin–Perlengkapan makan dan minum. Pengukuran contoh uji dilakukan dengan secara gravimetri (BSN, 2008).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penentuan Bobot Residu

Penentuan bobot residu menggunakan gelas piala yang sudah di oven pada suhu 105°C dan di desikator selama 30 menit. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan uap yang masih menempel pada gelas piala tersebut. Berdasarkan hasil penimbangan bobot residu (Tabel 1) dapat dilihat bahwa hasil yang negatif pada bobot residu. Hal ini disebabkan tidak ada residu dari produk melamin yang larut bersama dengan simulan alkohol 15%.

Tabel 1. Data Penimbangan Bobot Residu

No	Bobot Awal (a gram)	Bobot Akhir (b gram)	Bobot residu (b - a) gram
1.	126,9448	126,9431	-0,0017
2.	128,3718	128,3709	-0,0009
3.	127,3183	127,3182	-0,0001
4.	128,4390	128,4376	-0,0014
5.	126,9806	126,9801	-0,0005
6.	127,9176	127,9119	-0,0057
7.	130,0441	130,0441	0
8.	127,9770	127,9760	-0,0010
9.	126,5759	126,5759	0
10.	127,4905	127,4905	0

Hasil Migrasi Global

Migrasi adalah proses perpindahan dua arah yang akan terus berlangsung hingga potensi kimia dari pangan sama dengan potensi kimia yang terdapat pada kemasan. Untuk mengetahui nilai migrasi global dilakukan pengeringan pada simulasi alkohol 15%. Pengeringan dilakukan untuk memisah kotoran-kotoran yang mudah menguap lainnya. Berdasarkan kepada Tabel 2 ditunjukkan bahwa tidak ada perpindahan komponen yang terjadi dari contoh melamin ke dalam simulasi alkohol 15%. Hal ini ditunjukkan

dengan nilai migrasi global adalah 0 mg/dm², yang berarti bahwa potensi migrasi pada contoh uji melamin tidak ada sama sekali.

Penentuan migrasi global menggunakan simulasi alkohol 15%. Hal ini dikarenakan alkohol 15% berfungsi untuk mengganti kemampuan ekstraksi dari makanan dengan pH 5 dan di atasnya. Proses migrasi dalam melamin dipengaruhi oleh empat faktor yaitu tipe pangan, struktur bahan kemasan, suhu dan waktu tertentu (Warsiki, 2013).

Tabel 2. Data Perhitungan Migrasi Global Dengan Simulasi Alkohol 15%

No	Bobot residu (b - a) gram	Migrasi global (mg/dm ²)
1.	-0,0017	0
2.	-0,0009	0
3.	-0,0001	0
4.	-0,0014	0
5.	-0,0005	0
6.	-0,0057	0
7.	0	0
8.	-0,0010	0
9.	0	0
10.	0	0

Uji Ketelitian (Presisi)

Presisi merupakan ukuran kedekatan antar serangkaian hasil analisis yang di peroleh dari beberapa kali pengukuran pada contoh uji yang sama. Konsep presisi diukur dengan simpangan baku. Dari data Tabel 2 dapat di ketahui bahwa nilai SD dan RSD pada contoh uji melamin perlengkapan makan dan minum adalah 0 mg/dm². Hal ini menunjukkan metode atau ketepatan dalam verifikasi migrasi global dengan simulasi alkohol 15% adalah tepat karena hasil yang didapat dari nilai RSD adalah 0%. Hal ini menunjukkan bahwa metode yang digunakan sesuai dengan syarat, yaitu nilai RSD adalah 2 %

Uji kelayakan metode uji migrasi global pada produk melamin dengan simulasi alkohol 15%.

Menurut SNI 7322:2008 tentang persyaratan mutu dan cara uji produk melamin yang bersentuhan langsung dengan makanan dan minuman, batas maksimum migrasi global dengan menggunakan simulasi alkohol 15% adalah sebesar 10 mg/dm². Hal ini menunjukkan bahwa contoh uji melamin tersebut memenuhi

persyaratan, karena nilai migrasi global pada contoh uji melamin tersebut adalah 0 mg/dm².

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil verifikasi migrasi global pada produk melamin perlengkapan makan dan minum dengan simulasi alkohol 15% sesuai SNI 7322:2008 diperoleh Nilai migrasi global pada produk melamin perlengkapan makan dan minum adalah 0 mg/dm². Produk melamin perlengkapan makan dan minum tersebut sesuai dengan standar SNI 7322:2008 yaitu nilai maksimum migrasi global dengan simulasi alkohol 15% adalah 10 mg/dm². Metode ini sudah sesuai dan dapat diterapkan di laboratorium. Nilai Standar Deviasi Relatif (RSD) adalah 0%, yang berarti bahwa metode yang digunakan sesuai dengan syarat, yaitu nilai RSD adalah 2%.

DAFTAR PUSTAKA

Gholib, I.G. dan Rohman, A 2007, *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

- Harmita. 2004. Petunjuk pelaksanaan validasi metode dan cara perhitungannya. *Majalah Ilmu Kefarmasian* 1:117-135.
- Imam. S 2007. *Perkakas Makan dan Minum dari Melamin*, Jakarta. Bisnis Indonesia.
- ISO/IEC 17025:2005. 2005. *General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories*. Publikasi : ISO.
- McCort-Tipton, M. and R.L. Pesselman. 1999. What simulan is Righ for My Intended End Use? In *Food Packaging. Testing Methods and Applications*. (S. J.Risch, ed). *Amercan Chemical Society*, Washington DC.
- Badan Standar Nasional (BSN), 2008, SNI 7322:2008.2008. *Produk Melamin*
- Perlengkapan makan dan minum*, Jakarta: BSN.
- Stevens, P.M. 2001. *Kimia Polimer*, Jakarta : PT Pradnya Paramita.
- Shreve, N. 1959. *Chemical Process Industries*, Edisi Keempat, Konkkuha: Mc Graw Hill International Book Company.
- Warsiki, E. 2013. *Teknologi Lanjut:Material Kontak Pangan dan Kemasan Pangan*. Bab 3: 29-30. Jakarta.
- Windi, Sofiana. 2015, *Verifikasi Migrasi Global pada Produk Melamin dengan Simulan Air suling* sesuai SNI 7322:2008.

bbkk.kememperin.go.id

Daftar Isi

Esterifikasi Patchouli Alkohol dalam Minyak Nilam

Retno Yunilawati dan Endeh Bariyah

107 - 112

Uji Petik Mutu Kakao Bubuk Sesaat di Pabrik dan di Pasar dalam Pemberlakuan SNI secara wajib

Syamsixman

113 - 121

Potensi Mikroalga sebagai Bahan Baku Kimia Adi

Siti Agustina dan Sidik Herman

122 - 130

Improvement of Awareness on Chemical Security and Safety in Center for Chemical and Packaging

Irma Rumondang dan Eva Oktarina

131 - 138

Pengaruh Ukuran Sel dalam Uji Migrasi dengan Simulan Air Suling pada Kemasan Pangan Multilayer

Bernardus Sri Sumarjono

139 - 144

Verifikasi Metoda Migrasi Global Pada Produk Melamin dengan Simulan Alkohol 15 % Sesuai SNI 7322:2008

Desyarni

145 - 149