

SINTESIS BAHAN BANTU OLAH KOMPON KARET SECARA REAKSI VULKANISASI DARI PERPADUAN MINYAK NABATI SEMI PENDINGER DAN PENDINGER

*Synthesis of Rubber Compound Processing Aid by Vulcanization of
Semi Drying and Drying Vegetable Oils Mixture*

Santi PUSPITASARI¹, Adi CIFRIADI¹, Eva Lilis NURGILIS², dan Zulhan ARIF²

¹Pusat Penelitian Karet
Jalan Salak Nomor 1 Bogor 16151
Email : shanty_bptkbgr@yahoo.co.id

²Departemen Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Pertanian Bogor

Diterima : 14 April 2014 / Direvisi : 20 Mei 2014 / Disetujui : 12 Juli 2014

Abstract

Brown factice is one of the most important rubber chemicals. It has ability to promote rubber compounding. Brown factice quality is affected by vegetable oil as raw material, sulphur concentration, and temperature of reaction. Vulcanization reaction between vegetable oil and sulphur in brown factice formation usually is run at 140-190°C. Vegetable oil must be have high iodine value (min 80-110 g iodine/ 100 g oil). This research studied the synthesis of brown factice from combinations of castor oil with drying oil other as semi drying oils at 80 : 20 ratio, 24 pho sulphur addition, and 150°C. The result showed that brown factice could be synthesized from combination of those vegetable oils composition at suitable reaction state. Based on the brown factice characterization, the reaction produced brown factice quality which equal to commercial brown factice level 3. The best vegetable oils combination were gained from castor oil and palm oil mixture.

Keywords: *Brown factice, rubber compound, vegetable oil*

Abstrak

Faktis cokelat merupakan salah satu bahan kimia karet terpenting yang berfungsi sebagai bahan bantu olah kompon karet. Mutu faktis cokelat dipengaruhi oleh pemilihan jenis minyak nabati sebagai bahan baku utama, konsentrasi sulfur, dan suhu reaksi. Reaksi vulkanisasi antara minyak nabati dengan sulfur pada pembentukan faktis cokelat umumnya dilakukan pada suhu 140-190°C. Minyak nabati harus memiliki bilangan iod yang tinggi minimal 80-110 g iod/100 g minyak. Pada penelitian ini dipelajari peluang pembuatan faktis cokelat dari

kombinasi minyak jarak kastor dengan minyak nabati lain golongan semi pendinger (sawit, jarak pagar) dan pendinger (kedelai, jagung, kanola) pada rasio minyak sebesar 80 : 20 dengan penambahan 24 bsm sulfur dan 150°C. Hasil percobaan menunjukkan bahwa faktis cokelat dapat disintesis dari kombinasi antar minyak nabati tersebut pada kondisi reaksi vulkanisasi yang telah ditetapkan. Berdasarkan hasil karakterisasi diperoleh faktis cokelat dengan tingkatan mutu setara dengan faktis cokelat komersial kelas 3. Kombinasi minyak nabati yang menghasilkan faktis cokelat terbaik diperoleh dari campuran antara minyak jarak kastor dengan minyak sawit.

Kata kunci: Faktis cokelat, kompon karet, minyak nabati

PENDAHULUAN

Faktis cokelat diperoleh melalui reaksi vulkanisasi antara minyak nabati dan sulfur pada suhu 140-190°C. Saat berlangsungnya reaksi vulkanisasi terjadi pembentukan ikatan silang antara bagian tak jenuh (trigliserida) dalam minyak nabati yang dijembatani oleh bahan pemvulkanisasi (Ebewele *et al.*, 2010). Proses ini mengakibatkan minyak nabati dapat membentuk gel faktis (Cotton, 1962). Fungsi utama faktis cokelat adalah sebagai bahan bantu olah kompon karet karena mampu mengurangi jaringan antar ikatan molekul karet sehingga karet menjadi lunak dan mudah bercampur dengan bahan kimianya. Selain itu faktis cokelat juga dapat meningkatkan kemampuan kompon karet

dalam menyerap *rubber processing oil*. Penambahan faktis cokelat turut mengurangi kuat tarik dan kekerasan pada vulkanisat karet (Lever, 1951). Dosis penggunaan faktis cokelat dalam kompon karet disesuaikan dengan jenis barang jadi karet yang akan diproduksi umumnya sebesar 5–30% (Puspitasari *et al.*, 2012; Simpson, 2002; Hepburn, 1997).

Kualifikasi mutu faktis cokelat digolongkan berdasarkan hasil pengujian visualisasi fisik dan analisis sifat kimia. Uji visualisasi fisik meliputi warna dan tekstur, sedangkan analisis kimia kuantitatif meliputi uji kadar ekstrak aseton, kadar sulfur bebas, kadar abu, pH, dan derajat ikatan silang (Puspitasari *et al.*, 2012; Ebeuele *et al.*, 2013), secara kualitatif dengan Spektroskopi FTIR. Rendemen hasil reaksi turut mendukung penilaian mutu faktis cokelat (Puspitasari dan Cifriadi, 2013). Faktis cokelat bermutu tinggi dicirikan dengan warna cerah, tekstur kenyal seperti karet, tidak lengket serta saat masa penyimpanan yang lama tidak berubah menjadi pasta (Nagdi, 1993). Ditinjau dari sifat kimia, jika faktis cokelat tersebut memiliki nilai kadar ekstrak aseton < 20%, kadar sulfur bebas < 2%, kadar abu < 5%, dan pH netral (Fernando, 1971; Erhan dan Kleiman, 1990; Puspitasari *et al.*, 2013). Keberhasilan pembuatan faktis cokelat menentukan mutunya yang dipengaruhi oleh suhu reaksi vulkanisasi, konsentrasi sulfur (10-20%), dan pemilihan minyak nabati (Methven, 1990). Bilangan iod menggambarkan kandungan asam lemak tak jenuh. Minyak nabati harus memiliki nilai bilangan iod yang tinggi minimal 80-110 g iod/100 g minyak (Fernando, 1971). Asam lemak tak jenuh inilah yang dikonversi menjadi faktis cokelat.

Untuk mendapatkan bilangan iod minyak nabati yang tinggi sebagai bahan baku faktis cokelat dapat dilakukan dengan cara mengkombinasikan minyak nabati yang memiliki bilangan iod rendah dengan bilangan iod lebih tinggi. Menurut Ketaren (1986), bilangan iod digunakan untuk menggolongkan minyak nabati sebagai minyak pengering (bilangan iod > 130) yaitu minyak yang dapat mengering jika teroksidasi dan akan berubah menjadi lapisan tebal kental serta membentuk selaput jika dibiarkan di udara terbuka,

minyak semi pengering (100 < bilangan iod < 130) yaitu minyak yang mempunyai daya mengering lebih lambat dan minyak tidak pengering (bilangan iod < 100). Penelitian Puspitasari *et al.* (2011) menunjukkan bahwa minyak jarak kastor dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan faktis cokelat yang memiliki tingkatan mutu komersial. Untuk memperbaiki mutu faktis cokelat dapat dilakukan dengan meningkatkan bilangan iod minyak nabati melalui pengaturan rasio komposisi antara minyak nabati dasar (*base vegetable oil*) terhadap minyak nabati paduannya. Minyak jarak kastor dipilih sebagai minyak nabati dasar yang mempunyai komposisi lebih besar daripada minyak nabati paduannya.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kemungkinan dalam pembuatan faktis cokelat menggunakan bahan baku dari kombinasi minyak jarak kastor (golongan tidak pengering) dengan minyak nabati lain golongan semi pengering dan pengering agar diperoleh bilangan iod minyak nabati yang lebih tinggi.

BAHAN DAN METODE

Percobaan tentang pembuatan faktis cokelat dari kombinasi minyak jarak kastor dengan berbagai minyak nabati golongan minyak semi pengering dan pengering telah dilaksanakan di Laboratorium Penelitian dan Laboratorium Pengujian Pusat Penelitian Karet yang berlokasi di Bogor dimulai sejak bulan Mei hingga Agustus 2013.

Bahan utama dalam percobaan adalah minyak nabati yang terdiri atas minyak jarak kastor, minyak jarak pagar (*Jatropha curcas oil*), minyak jagung, minyak kedelai, minyak sawit, dan minyak kanola. Sedangkan sebagai bahan pembentuk ikatan silang digunakan sulfur sedangkan ZnO berfungsi sebagai bahan pengaktif. Bahan pendukung percobaan meliputi reagen untuk analisis karakterisasi bahan baku minyak nabati serta faktis cokelat yang diperoleh meliputi reagen untuk uji bilangan iod, bilangan asam, kadar ekstrak aseton, kadar sulfur bebas, dan uji derajat ikatan silang.

Minyak nabati sebelum direaksikan

dengan ZnO dan sulfur, dikarakterisasi dahulu untuk mengetahui mutunya meliputi uji bilangan iod dan bilangan asam. Uji bilangan iod dilakukan secara metode Hanus. Minyak jarak kastor ditetapkan sebagai minyak dasar yang dipadukan dengan minyak nabati yang lain dalam pembuatan faktis cokelat. Pada percobaan ini rasio antara minyak jarak kastor terhadap minyak nabati lain ditentukan sebesar 80 : 20. Pembuatan faktis cokelat dari 100% minyak jarak kastor berfungsi sebagai pembanding (kontrol). Kapasitas paduan minyak nabati dalam reaksi sebesar 200 gram. Suhu reaksi diatur pada 150°C, dosis sulfur ditambahkan sebesar 24 berat seratus minyak (bsm), dan dosis ZnO cukup 0,1 bsm.

Reaksi vulkanisasi pembentukan faktis cokelat dijalankan sesuai prosedur berikut : campuran minyak nabati dipanaskan hingga tercapai suhu reaksi. Sesaat setelah tercapai suhu reaksi, ke dalam campuran minyak ditambahkan ZnO dan Sulfur. Berbagai perubahan yang menyertai jalannya reaksi seperti perubahan suhu, warna reaktan, dan timbulnya gas diamati setiap interval waktu 2 menit. Waktu awal reaksi mulai diperhitungkan saat setelah penambahan ZnO dan sulfur sedangkan waktu akhir reaksi dimulai ketika suhu reaksi kembali ke *set point* setelah melewati suhu eksotermis tertinggi. Pada akhir reaksi, faktis cokelat yang diperoleh didinginkan hingga suhu ruang. Faktis cokelat yang telah dingin selanjutnya dikeluarkan dari reaktor. Faktis cokelat

digerus menggunakan mortar sehingga berbentuk serbuk. Serbuk faktis cokelat dianalisis visualisasi fisik serta sifat kimianya. Hasil karakterisasi faktis cokelat digunakan sebagai dasar dalam penentuan kondisi optimal reaksi vulkanisasi dan mutu faktis cokelat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil karakterisasi minyak nabati yang akan digunakan sebagai bahan baku faktis cokelat meliputi uji bilangan iod dan bilangan asam dirangkum dalam Tabel 1. Dari Tabel 1 tersebut dapat diketahui bahwa seluruh minyak nabati tersebut layak digunakan sebagai bahan baku faktis cokelat karena memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Fernando (1971), yaitu memiliki bilangan iod minimal 80 g iod/ 100 g minyak.

Menurut besarnya bilangan iod, minyak nabati yang akan digunakan dalam pembuatan faktis cokelat tersebut dapat diklasifikasikan menjadi minyak tidak pengering yaitu minyak jarak kastor, minyak semi pengering terdiri atas minyak sawit dan minyak jarak pagar, serta minyak pengering mencakup minyak kedelai, minyak jagung dan minyak kanola. Minyak nabati dengan bilangan iod tinggi maka mengandung ikatan tak jenuh atau ikatan rangkap yang lebih banyak dalam struktur rantai molekulnya. Dalam 1 rantai molekul asam lemak tak jenuh dapat tersusun lebih dari satu ikatan rangkap C=C. Dengan

Tabel 1. Karakteristik minyak nabati sebagai bahan baku faktis cokelat
Table 1. Characteristic of vegetable oils as raw material for brown factice

Minyak nabati Vegetable oils	Bilangan iod (g iod/ 100 g minyak) <i>Iod value</i> (g iodine/ 100 g oils)		Bilangan asam (mg KOH/g minyak) <i>Acid value</i> (mg KOH/g oil)	
	Hasil uji <i>Test result</i>	Nilai teoritis <i>Theoretical value</i>	Hasil uji <i>Test result</i>	Nilai teoritis <i>Theoretical value</i>
	Minyak jarak kastor	86,45	82 – 88	1,64
Minyak jarak pagar	107,64	95 – 105	7,39	11 – 18
Minyak kedelai	167,19	120 – 152	6,54	1,9 – 2,3
Minyak jagung	156,23	103 – 135	2,21	10 – 10,77
Minyak sawit	104,53	44 – 58	1,77	3,4 – 5,2
Minyak kanola	147,53	81 – 112	0,36	5,8 – 8,2

Sumber (Source): Salunkhe *et al.*, 1992; Bitogun *et al.*, 2008; Atinafu dan Bedemo, 2011; Winkle-Moser dan Breyer, 2011; Inekke *et al.*, 2012; Neagu *et al.*, 2013

mengkombinasikan minyak jarak kastor dan minyak nabati lain dalam percobaan ini diharapkan dapat menghasilkan faktis cokelat bermutu lebih baik karena bahan bakunya memiliki bilangan iod atau kandungan asam lemak tak jenuh lebih tinggi.

Bilangan asam turut dipertimbangkan dalam pemilihan bahan baku faktis cokelat. Bilangan asam mendeskripsikan jumlah kandungan asam lemak bebas dalam minyak nabati. Kandungan asam lemak bebas yang tinggi diperkirakan dapat memicu terjadinya reaksi samping yang dapat mengganggu pembentukan faktis cokelat melalui reaksi vulkanisasi. Terdapat perbedaan nilai pada bilangan iod dan bilangan asam hasil pengujian terhadap nilai teoritis. Perbedaan tersebut disebabkan oleh beberapa faktor antara lain perbedaan jenis klon, umur tanaman ketika dipanen, iklim tempat tumbuh tanaman penghasil minyak, serta teknik pengolahan dari biji hingga menjadi minyak.

Waktu reaksi berhubungan dengan laju reaksi. Teori Arrhenius tentang laju reaksi mengungkapkan bahwa laju reaksi dapat dipercepat dengan meningkatkan konsentrasi pereaksi selain oleh suhu reaksi dan adanya penambahan katalis. Dalam hal reaksi vulkanisasi pembentukan faktis cokelat, konsentrasi pereaksi dapat diprediksi dari besarnya bilangan iod minyak nabati yang digunakan. Pada komposisi minyak jarak kastor terhadap minyak nabati paduannya sebesar 80 : 20, bilangan iod terhitung tertinggi dicapai pada

kombinasi antara minyak jarak kastor dengan minyak kedelai (102,6 g iod/100 g minyak). Kombinasi antar minyak nabati tersebut menghasilkan waktu reaksi vulkanisasi tersingkat dibandingkan dengan kombinasi minyak jarak kastor dengan minyak nabati yang lainnya.

Mulai terjalannya ikatan silang antar trigliserida yang dijembatani oleh sulfur pada pembentukan faktis cokelat ditandai dengan timbulnya gel faktis cokelat dan perubahan wujud pereaksi yang pada awalnya berupa cairan kuning encer menjadi cairan kental berwarna cokelat. Waktu timbulnya gel faktis (*gelling time*) selalu mendahului waktu tercapainya suhu eksotermis tertinggi (ekso). Reaksi vulkanisasi berlangsung secara eksotermis sehingga mengakibatkan kenaikan suhu reaksi. Semakin banyak gel faktis cokelat yang terbentuk maka semakin tinggi kenaikan suhu reaksinya. Suhu eksotermis tertinggi dihasilkan dari kombinasi antara minyak jarak kastor dengan minyak jagung. Kenaikan suhu reaksi (suhu eksotermis) tertinggi disertai dengan timbulnya gas H_2S sebagai hasil samping reaksi. Adanya gas tersebut mengakibatkan pemuaian volume pereaksi dan faktis cokelat yang dihasilkan memiliki tekstur berpori.

Hasil pengamatan visualisasi fisik faktis cokelat yang diperoleh menginformasikan bahwa faktis cokelat dari kombinasi antara minyak jarak kastor dengan sawit, *Jatropha*, dan kanola memiliki warna cokelat sedangkan faktis cokelat yang dihasilkan dari paduan minyak jarak kastor dengan kedelai dan jagung berwarna cokelat



Gambar 2. Tahapan dalam sintesis faktis cokelat
Figure 2. Steps on brown factice synthesis

Keterangan (*Remarks*):

1. Kondisi campuran minyak pada awal reaksi (*Oils mixture at the initial reaction*)
2. Kondisi mulai terbentuknya gel faktis cokelat (*Brown factice gelling formation*)
3. Faktis cokelat sebelum dihancurkan (*Brown factice before being milled*)
4. Serbuk faktis cokelat (*Brown factice granule*)

yang lebih gelap. Selain oleh kandungan bilangan iod dalam minyak nabati, warna faktis cokelat turut ditentukan oleh suhu reaksi dan konsentrasi sulfur. Dalam percobaan suhu reaksi dan konsentrasi sulfur ditetapkan konstan untuk seluruh kombinasi minyak nabati. Padahal pada bilangan iod yang lebih besar sering kali memerlukan suhu reaksi dan konsentrasi sulfur yang juga lebih tinggi. Hal ini mengakibatkan warna faktis cokelat yang disintesis dari kombinasi antara minyak jarak kastor dengan minyak jagung dan kedelai menjadi lebih gelap karena belum seluruh minyak nabati terkonversi menjadi faktis cokelat.

Rendemen reaksi diperhitungkan sebagai rasio bobot faktis cokelat yang diperoleh pada akhir reaksi terhadap bobot seluruh pereaksi awal. Rendemen reaksi bergantung pada tekstur faktis cokelat. Pada faktis cokelat yang bertekstur kenyal dan tidak lengket akan mudah dikeluarkan dari dalam reaktor dan dihancurkan dengan mortar. Selisih rendemen dari reaksi vulkanisasi pada setiap kombinasi minyak nabati terhadap reaksi pembandingan (100% minyak jarak kastor) hanya sebesar 1-5%. Faktis cokelat dari minyak jarak kastor yang tidak dikombinasikan dengan minyak nabati lain menghasilkan rendemen terbesar (92,30%). Perbedaan nilai rendemen reaksi dapat disebabkan karena adanya kehilangan bobot faktis cokelat pada saat pengeluaran dari dalam reaktor dan pada proses penggerusan faktis cokelat dalam mortar.

Parameter sifat kimia faktis cokelat meliputi kadar ekstrak aseton, kadar sulfur bebas, kadar abu, dan derajat keasaman (pH). Kadar ekstrak aseton dan kadar sulfur bebas dapat mengindikasikan besarnya konversi minyak nabati menjadi faktis cokelat. Hal ini disebabkan karena kadar ekstrak aseton berkaitan dengan jumlah minyak nabati yang tidak bereaksi dengan sulfur pada saat pembentukan faktis cokelat sedangkan kadar sulfur bebas menunjukkan jumlah sulfur sisa yang tidak membentuk jaringan ikatan silang antara trigliserida. Oleh karena itu, kedua parameter tersebut berfungsi sebagai acuan utama dalam menentukan mutu faktis cokelat.

Kadar ekstrak aseton faktis cokelat yang disintesis dari berbagai minyak nabati berada pada kisaran 52 – 70% dengan kadar ekstrak aseton terendah diperoleh pada faktis cokelat yang disintesis hanya dari minyak jarak kastor (faktis cokelat pembandingan). Faktis cokelat hasil dari kombinasi antara minyak jarak kastor dengan minyak sawit dan minyak *Jatropha* memiliki nilai kadar ekstrak aseton yang saling berdekatan, namun kombinasi minyak jarak kastor dengan minyak kedelai, minyak jagung dan minyak kanola memiliki kecenderungan nilai kadar ekstrak aseton yang lebih tinggi. Gejala yang sama terjadi pada hasil pengukuran kadar sulfur bebas. Reaksi sulfur dengan minyak jarak kastor 100% menghasilkan faktis cokelat yang memiliki kadar sulfur bebas terendah (2,62%), sedangkan kadar sulfur bebas

Tabel 2. Perfoma reaksi vulkanisasi dan visualisasi fisik faktis cokelat
Table 2. Vulcanization reaction performance and physical visualization of brown factice

Minyak nabati <i>Vegetable oils</i>	Waktu (menit) <i>Time (minute)</i>			Suhu eksotermis tertinggi, <i>Highest exothermic temperature (°C)</i>	Visualisasi fisik <i>Physical visualization</i>		Rendemen <i>Yield (%)</i>
	Reaksi <i>Reaction</i>	Gelling time	Eksotermis <i>Exothermic</i>		Warna <i>Color</i>	Tekstur <i>Texture</i>	
Kastor 100%	20 – 28	10 – 14	18 – 26	200	cokelat	kenyal	92,30
Kastor : kedelai	22 – 26	12	20 – 24	196 – 198	cokelat tua	kenyal	87,18
Kastor : jagung	30 – 38	14	28 – 36	200 – 208	cokelat tua	kenyal	88,29
Kastor : sawit	34	16 – 18	32	196 – 200	cokelat	kenyal	90,90
Kastor : <i>Jatropha</i>	28 – 34	16 – 18	26 – 32	196 – 198	cokelat	kenyal	87,82
Kastor : kanola	32	16	30	196 – 198	cokelat	kenyal	88,43

terbesar (4,13%) dimiliki oleh faktis cokelat yang berasal dari kombinasi minyak jarak kastor dengan minyak *Jatropha*.

Nilai kadar ekstrak aseton dan kadar sulfur bebas pada faktis cokelat dipengaruhi oleh suhu reaksi dan formulasi pereaksi dalam reaksi vulkanisasi. Semakin besar kandungan bilangan iod atau asam lemak tak jenuh pada minyak nabati maka memerlukan suhu dan konsentrasi sulfur yang lebih tinggi agar reaksi vulkanisasi dapat berjalan sempurna. Kadar ekstrak aseton dan kadar sulfur bebas pada faktis cokelat yang disintesis dari kombinasi minyak jarak kastor dengan minyak nabati lain cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan faktis cokelat pembanding yang berasal dari 100% minyak jarak kastor. Hal ini disebabkan oleh kandungan asam lemak tak jenuh pada minyak kombinasi yang lebih banyak daripada minyak jarak kastor murni. Akibatnya pada penambahan sulfur sebesar 24 bsm belum mampu mencukupi jumlah sulfur yang diperlukan untuk menjembatani ikatan silang antar trigliserida sehingga masih banyak minyak nabati yang tidak bereaksi. Suhu reaksi yang ditetapkan sebesar 150°C ternyata juga belum mampu menghasilkan reaksi vulkanisasi yang optimal. Pada suhu reaksi tersebut diperkirakan jumlah polisulfida yang terurai menjadi monosulfida dan disulfida yang menjembatani trigliserida dalam struktur rantai molekul faktis cokelat masih terlalu sedikit. Sulfur yang terdeteksi pada pengujian kadar sulfur bebas diduga berupa polisulfida tersebut.

Pengujian kadar abu dan derajat keasaman (pH) faktis cokelat lebih

diperlukan untuk mengetahui kelayakan faktis cokelat saat diimplementasikan sebagai bahan bantu olah dalam pembuatan kompon barang jadi karet. Kadar abu dan pH faktis cokelat dapat mempengaruhi sifat mekanik barang jadi karet yang dihasilkan. Apabila kadar abu faktis cokelat terlalu tinggi maka akan mengurangi keunggulan sifat mekanik dari barang jadi karet dan pada faktis cokelat yang bersifat asam dapat menghambat terjadinya vulkanisasi kompon karet. Hasil pengujian menunjukkan kadar abu faktis cokelat cukup rendah dan memenuhi persyaratan faktis cokelat komersial (maksimal 5%) namun faktis cokelat bersifat asam. Minyak nabati sebagai bahan baku faktis cokelat merupakan minyak nabati yang telah melalui proses pemurnian sehingga hanya sedikit mengandung mineral-mineral anorganik sebagai sumber abu. Sifat asam muncul karena adanya gas H₂S hasil samping reaksi vulkanisasi yang masih terjebak dalam pori-pori faktis cokelat.

Derajat ikatan silang turut menentukan karakteristik faktis cokelat. Kesempurnaan reaksi yang dicapai pada kondisi reaksi optimum akan menghasilkan derajat ikatan silang yang tinggi sehingga diperoleh faktis cokelat bermutu tinggi. Derajat ikatan silang menggambarkan tingkatan ikatan silang tiga dimensi yang terbentuk antar trigliserida yang dijembatani oleh sulfur. Derajat ikatan silang faktis cokelat hasil percobaan berada pada kisaran 1,4 x 10⁻⁴ – 4,5 x 10⁻⁴ mol/mL.

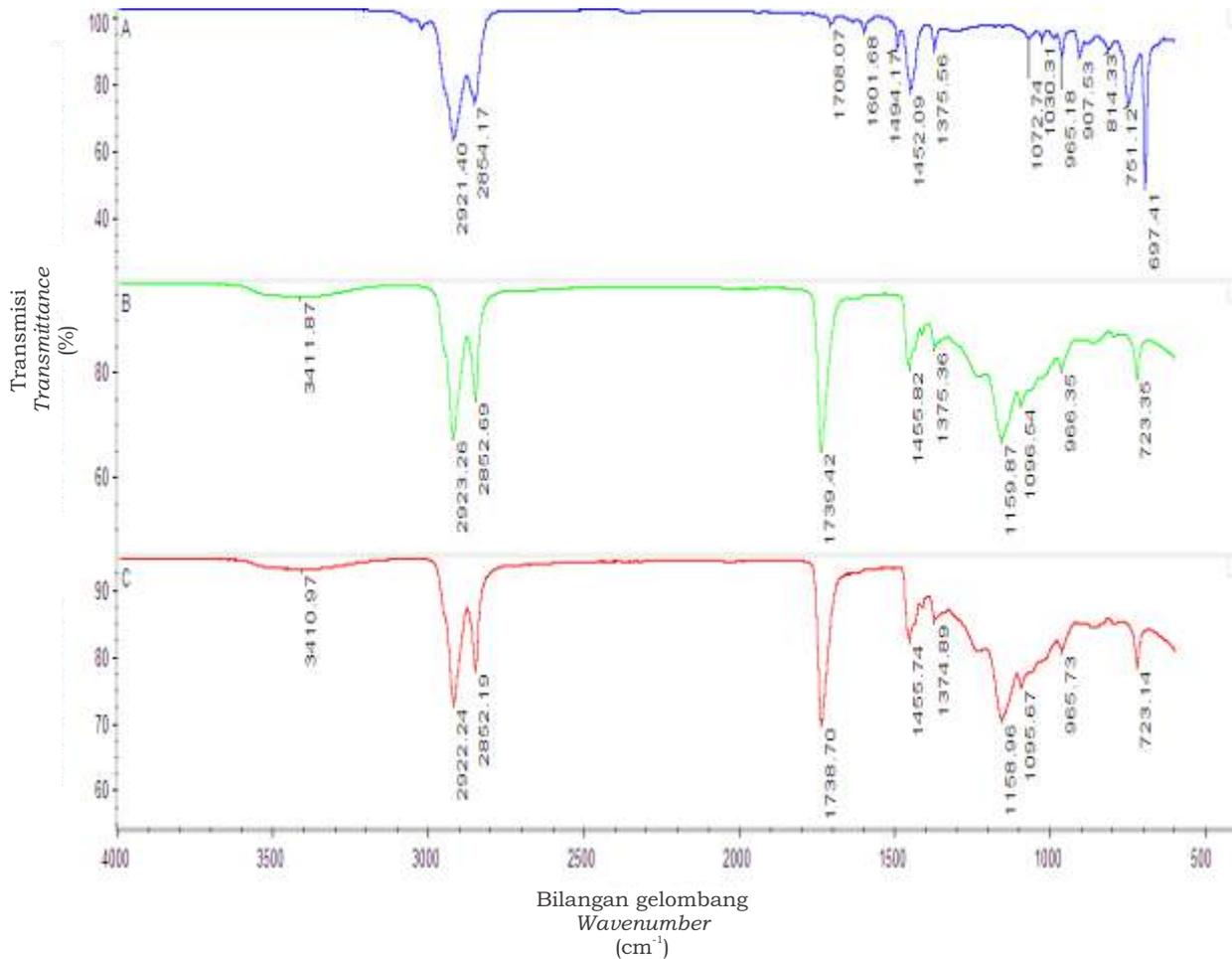
Spektrum FTIR faktis cokelat yang disintesis dari minyak jarak kastor murni maupun kombinasinya dengan minyak

Tabel 3. Sifat kimia dan derajat ikatan silang faktis cokelat
Table 3. Chemical properties and crosslink density of brown factice

Minyak nabati Vegetable oils	Sifat kimia Chemical properties				Derajat ikatan silang Crosslink density 10 ⁻⁴ (mol/mL)
	Kadar ekstrak aseton Acetone extract content (%)	Kadar sulfur bebas Free sulphur content (%)	Kadar abu Ash content (%)	pH	
Kastor 100%	51,48	2,62	0,07	5,84	2,0676
Kastor : kedelai	63,04	3,12	0,09	5,85	2,8045
Kastor : jagung	70,49	3,46	0,13	5,80	4,4763
Kastor : sawit	52,05	3,64	0,10	5,80	1,8894
Kastor : <i>Jatropha</i>	53,30	4,13	0,11	5,80	4,1469
Kastor : kanola	60,95	3,91	0,10	5,98	1,4195

nabati lain memperlihatkan pola yang identik (Gambar 3). Jika dibandingkan dengan spektrum FTIR dari minyak jarak kastor yang belum direaksikan menjadi faktis coklat maka terdapat beberapa puncak baru. Pada spektrum FTIR minyak jarak kastor terlihat puncak pada bilangan gelombang 814 cm^{-1} merupakan serapan gugus =CH, 1375 cm^{-1} dan 2854 cm^{-1}

menggambarkan gugus metilen ($-\text{CH}_2$), 1452 cm^{-1} dan 2921 cm^{-1} dari gugus metil ($-\text{CH}_3$), 1601 cm^{-1} milik gugus C=C dan 1708 cm^{-1} berasal dari gugus C=O. Sedangkan pada spektrum FTIR faktis coklat tampak bahwa terjadi eliminasi puncak pada bilangan gelombang 1601 cm^{-1} (serapan gugus C=C) dan 814 cm^{-1} (serapan gugus =CH) namun timbul puncak baru pada bilangan



Gambar 3. Spektrum FTIR faktis coklat
 Figure 3. Spectra-IR of brown factice

Keterangan spektrum FTIR (Remarks of FTIR spectras):

A : Minyak jarak kastor (Castor oil)

B : Faktis coklat dari kombinasi minyak kastor – sawit (Brown factice from castor – palm oil mixture)

C : Faktis coklat dari minyak jarak kastor (Brown factice from castor oil)

gelombang di sekitar 1096 cm^{-1} dari gugus C-S (ikatan monosulfida) dengan puncak pada bilangan gelombang yang lain tetap ada. Ikatan S-S (ikatan polisulfida) yang menjembatani trigliserida tidak terdeteksi pada spektrum FTIR tersebut. Hal ini disebabkan karena rentang pengukuran dibatasi pada bilangan gelombang $500 - 3500\text{ cm}^{-1}$, padahal ikatan S - S baru akan terdeteksi pada bilangan gelombang $470 - 500\text{ cm}^{-1}$ (Pednekar dan Raman, 2013). Dengan demikian membuktikan bahwa reaksi vulkanisasi dalam pembentukan faktis cokelat memutus ikatan rangkap C=C dalam trigliserida minyak jarak *castor* dan mengadisinya menjadi ikatan C-S. Ikatan C=O dan C-H adalah ikatan yang terdapat dalam struktur molekul asam lemak tak jenuh secara umumnya. Ikatan ini tidak bereaksi dengan atom sulfur. Ikatan C=O terutama terdapat dalam asam lemak risinoleat dalam minyak jarak kastor. Minyak jarak kastor mengandung sekitar 87% asam lemak risinoleat. Jumlahnya yang besar memberikan efek serapan yang tajam pada spektrum FTIR minyak jarak kastor maupun faktis cokelat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Mengacu pada hasil percobaan yang telah diuraikan dapat ditarik kesimpulan bahwa faktis cokelat dapat disintesis dari hasil kombinasi minyak jarak kastor yang termasuk dalam golongan minyak nabati tidak pengering dengan minyak nabati lain jenis minyak semi pengering (minyak sawit dan minyak jarak pagar atau *jatropha oil*) maupun minyak pengering (minyak kedelai, minyak jagung dan minyak kanola). Mutu faktis cokelat yang dihasilkan dari sintesis tersebut, berdasarkan uji visualisasi dan kimia diketahui setara dengan faktis cokelat komersial pada tingkatan mutu 3. Kombinasi minyak nabati yang menghasilkan faktis cokelat terbaik dalam penelitian ini adalah faktis hasil kombinasi minyak *castor* dan sawit. Hasil ini berdasarkan penentuan kadar ekstrak aseton yang didapat faktis tersebut paling rendah dari kombinasi minyak nabati yang lain yang merupakan parameter utama dalam penggolongan mutu faktis cokelat.

Pengujian lebih lanjut perlu dilakukan dengan mengatur konsentrasi sulfur yang ditambahkan pada reaksi

vulkanisasi menjadi lebih dari 24 bsm dan suhu reaksi turut ditingkatkan menjadi di atas 150°C agar reaksi vulkanisasi pembentukan faktis cokelat dapat berlangsung optimal. Hal ini disebabkan karena kombinasi minyak jarak kastor dengan minyak nabati lain mengakibatkan terjadinya penambahan kandungan asam lemak tak jenuh yang ditunjukkan dengan peningkatan bilangan iod pada campuran minyak nabati tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abitogun, A., A. Jide., J. Arawande., O. Alademeyin., and A. Omosheyin. 2008. Effects of Phosphoric Acid on Physicochemical Parameters of Soybean Oil. *Journal of Nutrition and Wellness* 8(2). www.ispub.com diakses tanggal 9 Juli 2014
- Atinafu, D. G., and B. Bedemo. 2011. Estimation of Total Free Fatty Acid and Cholesterol Content in Some Commercial Edible Oils in Ethiopia, Bahir Dar. *Journal of Cereals and Oil Seed* 2(6) : 71 – 76 .
- Cotton, F. H. 1962. *Factice as an Aid to Productivity in the Rubber Industry*. Reid Stationary, Manchester.
- Ebewele, R. O., A. F. Iyayi., and F. K. Hymore. 2010. Synthesis and Characterization of Vulcanized Vegetable Oil from Rubber Seed Oil. *Research Journal of Agriculture and Biology Science* 6(4) : 552 – 556.
- Ebewele, R. O., A. F. Iyayi., F. K. Hymore., S. O. Ohikhena., P. O. Akpaka., and U. Ukpeoyibo. 2013. Polymer Processing Aid From Rubber Seed Oil, A Renewable Resource: Preparation and Characterization. *African Journal of Agricultural Research* 8(18) : 1925 – 1928.
- Erhan, S. M. and R. Kleiman. 1990. Vulcanized Meadowfoam Oil. *J. Am. Oil. Chemist. Soc* 6(10) : 670 – 674.
- Fernando M. R. N. 1971. Manufacture of Dark Factice from Rubber Seed Oil. *Q. Jl. Rubb. Res. Inst. Ceylon* 47 (3-4): 59 – 64.

- Hepburn, C. 1997. *Rubber Compounding Ingredients: Need, Theory, and Innovation*. Part II Volume 9 Number 1. Rapra Technology Ltd, United Kingdom.
- Inekke, U. V., M. O. Odey., B. Gauje., A. M. Dakare., C. D. Ugwamma., and E. S. Adegbe. 2012. Fatty Acid Composition and Physicochemical Properties of *Jatropha curcas* Oil from Edo and Kaduna State of Nigeria and India. *Annals of Biological Research* 3(10) : 4860–4864.
- Ketaren, S. 1986. *Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. UI Press, Jakarta
- Lever, A.E. 1951. Factice: A Review of Its Characteristic. *The India-Rubber* (26): 4–7.
- Methven, J. M. 1991. *Polymeric Materials from Renewable Resources*. Pergamon, Oxford.
- Nagdi, K. 1993. *Rubber as an Engineering Material : Guideline for User*. Hanser Publisher, Germany.
- Neagu, A. A., I. Nita., E. Botez., and S. Geacai. 2013. A Physico-chemical Study for Some Edible Oil Properties. *Versita* 24(2) : 121–126.
- Pednekar, P. A. and B. Raman. 2013. The FT-IR Spectrometric Studies of Vibrational Bands of *Semecarpus anacardium* LINN. F. Leaf, Stem Powder and Extracts. *Asian Journal of Phamaceutical and Clinical Research* 6(1) : 159–169.
- Puspitasari, S., H. Handayani, and M. I. Faturohman. 2011. Study of Vulcanized *Jatropha curcas* Oil Synthesize and Reactor Performace on Semi Pilot Scale. *Proceedings of the 2nd International Seminar on Chemistry 2011*. Jatinangor, 24-25 November. University Padjadjaraj.: 386-389
- ^aPuspitasari, S., Muslich, dan Y. Syamsu. 2012. Kinerja Faktis Cokelat dari Minyak Jarak Kepyar dalam Produksi Selang Gas LPG. *Jurnal Penelitian Karet* 30(1) : 46–53
- ^bPuspitasari, S., P. U. Jannah., dan Y. Syamsu. 2012. Sintesis dan Aplikasi Faktis Cokelat dari Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) pada Pembuatan Vulkanisat Selang Gas LPG. *Jurnal Penelitian Karet* 30(1) : 54–64.
- Puspitasari, S., H. Handayani, and Y. Syamsu. 2013. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Aditif Terhadap Karakteristik Faktis Cokelat dari Minyak Jarak Pagar. *Eksergi* 9(1) : 34–38.
- Puspitasari, S., dan A. Cifriadi. 2013. Karakterisasi Proses Vulkanisasi Minyak Jarak Kastor dan Evaluasi Mutu Hasil Faktis Cokelat. *Buletin RISTRI* 4(2) : 99–108.
- Salunkhe, D. K., J. K. Chavan., R. N. Adsule., and S. S. Kadam. 1992. *Chemistry Technology and Utilization*. Van Nostrad Reinhold, New York.
- Winkler-Moser, J. K., and L. Breyer. 2011. Composition and Oxidative of Crude Oil Extracts of Corn Germ and Distillers Grains. *Industrial Crops and Products* 33 : 572–578.