

MODEL PENGEMBANGAN FORMULA RUBBER MEMBRANE FILTER PRESS**THE MODEL OF FORMULA DEVELOPMENT FOR RUBBER
MEMBRANE FILTER PRESS****Nasruddin**

Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang

e-mail: nas.bppi@gmail.com

Diterima: 28 Juli 2013; Direvisi: 1 Agustus – 20 November 2013; Disetujui: 28 November 2013

Abstrak

Telah dilakukan karakterisasi *rubber membrane filter press* yang berasal dari impor sebagai dasar untuk pengembangan formula baru *rubber membrane filter press* dengan *filler* kaolin, arang tempurung kelapa. Hasil pengujian sifat mekanik dari beberapa formula pengembangan diperoleh data untuk formula *rubber membrane filter press-M₃* hasil ujiannya lebih baik dari *rubber membrane filter press* impor. *Rubber membrane filter press-M₃* berdasarkan hasil uji untuk kekerasan 126 shore A; tegangan putus 173 kg/cm²; kuat tarik 200% nilainya 51 kg/cm²; perpanjangan putus 869%; ketahanan sobek 119 kg/cm²; berat jenis 1,992 g/cm³ dan ketahanan kikis DIN 210,6 mm². *Rubber membrane filter press (M₃)* dari formula pengembangan menunjukkan, kaolin dan arang tempurung kelapa yang ditambahkan sebagai bahan pengisi dapat meningkatkan sifat mekanik dan dapat meningkatkan ikatan antar molekul pembentuk *rubber membrane filter press*.

Kata kunci : arang, *membrane*, kaolin, karet alam, karet sintetis

Abstract

This reseach aimed to find the formula for rubber membrane filter press as substitution of imported ones. The treatment were kaolin (45, 50, 53, and coconut shell charcoal as a filler. The results showed that rubber membrane filter press-M3 had better chemical and physical properties than imported rubber membrane filter press. Test results for the rubber membrane filter press-M3 showed hardness value 126 shore A; tensile strength 173 kg/cm² ; tensile strength of 200% with a value of 51 kg/cm²; elongation at break of 869%, tear resistance 119 kg/cm² ; gravity of 1.992 g/cm³ and abrasion resistance DIN 210.6 mm². The test results of rubber membrane filter press (M₃) shows the development of the formula, kaolin derived from Bangka Island and coconut shell charcoal is added as a filler in rubber formula membrane filter press to improve the physical properties and gives a tendency to increase the bond between the rubber membrane-forming molecules filter press.

Keywords: charcoal, kaolin, membrane, natural rubber, synthetic rubber

PENDAHULUAN

Rubber Membrane Filter Press (RMFP) digunakan untuk memisahkan minyak inti sawit pada industri pengolahan *crude palm kernel oil* (CPKO). RMFP harus tahan terhadap temperatur uap panas >125°C dan tekanan tinggi (*high pressure-temperature* (Nasruddin, 2012). Kompon karet RMFP dibuat melalui proses vulkanisasi karet alam, karet sintetis, bahan pencepat (*accelerator*), bahan

penggiat (*activator*), bahan pengisi (*filler*) dan bahan bantu olah (*processing aid*). Menurut Handoko (2003), kompon karet merupakan campuran karet alam, karet sintetis dengan berbagai bahan kimia melalui proses tertentu.

Mutu merupakan persyaratan yang harus dipenuhi dalam pembuatan kompon untuk RMFP, yang meliputi antara lain *hardness, tensile strength, modulus, elongation at break, tear resistance, densitas, abrasion resistance* dan *volume change in oil*. Mutu RMFP

yang dihasilkan dipengaruhi oleh bahan yang digunakan, urutan mastikasi dan waktu pencampuran pada *two roll mixing mill*. Menurut Wang (2005), urutan mastikasi dan waktu penggilingan karet berpengaruh terhadap sifat fisik terutama ketahanan kikis pada vulkanisat kompon karet yang dihasilkan.

Bahan pemvulkanisasi yang sering digunakan dalam pembuatan kompon karet adalah sulfur (Alfa, 2005). Model pengembangan RMPF selain bahan pemvulkanisasi ditambahkan juga *filler* sebagai *reinforcing* dengan tujuan untuk meningkatkan volume karet dan memperbaiki sifat fisis RMFP yang dihasilkan.

Pengembangan formula kompon RMFP pada kegiatan penelitian ini digunakan kaolin sebagai *filler* yang berasal dari Pulau Bangka dan arang tempurung kelapa genjah. Kaolin dan *carbon black* telah banyak digunakan sebagai *filler* (Long, 1985). Kaolin merupakan mineral liat dengan kandungan besi yang rendah berwarna putih atau agak keputihan (Ridla *et al.*, 2008). Sifat kekerasan kaolin antara 2–2,5 pada Skala Mohs dengan densitas antara 2,60–2,63 (Wahyu, 2009 dan Sunardi, 2011). Kaolin adalah mineral lempung dengan nilai kapasitas tukar kation (KTK) relatif rendah antara 3-15 meq/100 g dan luas permukaan spesifik relatif kecil 20 m²/g (Konta, 1995).

Arang tempurung kelapa sebagai *filler* substitusi impor digunakan juga untuk pembuatan kompon RMFP. Arang tempurung kelapa dengan bentuk yang tidak beraturan yang mempunyai pori-pori antara 10-10000 Å (Herry, 2012). Ukuran partikel *filler* (kaolin dan arang tempurung kelapa) yang digunakan untuk penelitian ini adalah 200 mesh. Penentuan ukuran partikel arang tempurung kelapa 200 mesh bertujuan untuk meningkatkan luas permukaan agar kontak dan daya ikat antar molekul bahan yang digunakan akan lebih kuat. Ukuran partikel *filler* yang digunakan berpengaruh terhadap sifat fisik material yang dihasilkan (Bahruddin *et al.*, 2012).

Chloroprene (CR) merupakan bahan campuran yang digunakan untuk meningkatkan sifat mekanik pada model

pengembangan RMFP. CR mempunyai keunggulan antarlain tahan api, minyak, mempunyai daya rekat terhadap kain dan logam, tahan cuaca, ozon, abrasi, *flex cracking*, tahan terhadap senyawa alkalis dan asam (Nelly, 2005).

Karet sintetis yang digunakan berfungsi untuk menutupi kelemahan karet alam seperti viskositas *mooney* yang rendah (Refrizon, 2003), mudah mengalami reaksi oksidasi kurang elastis, tidak tahan terhadap panas dan pelarut hidrokarbon (Abednego, 1990). Karet alam dan karet sintetis adalah polimer yang mempunyai elastisitas pemuluran yang tinggi. Karet alam merupakan polimer dengan sifat dinamik yang baik antara lain tegangan putus, ketahanan sobek dan ketahanan kikis (Ary *et al.*, 2003). Karet alam dan karet sintetis jika dicampur dengan bahan pemvulkanisasi, bahan pencepat, bahan pengikat, bahan anti degradasi dan bahan pengisi yang divulkanisasi di open mill dengan rasio tertentu maka akan menghasilkan *rubber membrane filter press* yang tahan terhadap suhu *steam* dalam *autoclave*, minyak dan tekanan press hidrolik (Nasruddin, 2010).

Proses vulkanisasi kompon dilakukan dengan memperhatikan parameter kritis dan waktu vulkanisasi. Penambahan karet sintetis dan bahan pengisi pada pembuatan RMFP bertujuan untuk meningkatkan nilai viskositas *mooney*. Viskositas *mooney* karet alam menunjukkan panjangnya rantai molekul karet atau berat molekul serta derajat pengikatan silang rantai molekulnya (Roberts, 1988).

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan formula RMFP terbaik dari model pengembangan formula kompon dengan bahan pengisi kaolin dan arang tempurung kelapa.

BAHAN DAN METODE

Metode pengembangan formula kompon RMFP dilakukan dengan cara karakterisasi sampel RMF-P* impor yang sampelnya berasal dari pabrik CPKO di kota Palembang. Sampel RMF-P* impor dipreparasi dan dilakukan pengujian sifat mekanik. Hasil pengujian sifat mekanik

RMF-P* sebagai pendekatan untuk menyusun formula kompon dengan bahan pengisi kaolin dan arang tempurung kelapa. Gambar 1 berikut ini memperlihatkan sampel RMF impor (RMFP-P*).



Gambar 1. Sampel RMFP-P* Impor dari pabrik CPKO

Parameter uji RMFP-P* meliputi: Kekerasan (*hardness shore A*), tegangan putus (*tensile strength*), tegangan tarik (*modulus 200%*), perpanjangan putus (*elongation at break*), *tear strenght*, densitas dan *abrasion rest*. Hasil pengujian RMFP-P* sampel dari Pabrik CPKO diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Merkanik Sampel RMFP

| Propertis | Satuan | Hasil Uji RMFP-P* |
|----------------------------|--------------------|-------------------|
| <i>Hardness</i> | shore A | 79,62 |
| <i>Tensile strength</i> | kg/cm ² | 102,64 |
| <i>Modulus 200%</i> | kg/cm ² | 32,84 |
| <i>Elongation at break</i> | % | 740 |
| <i>Tear strenght</i> | kg/cm ² | 85 |
| Densitas | g/cm ² | 1,530 |
| <i>Abrasion rest</i> | mm ³ | 260,4 |

RMFP-P dari Pabrik CPKO

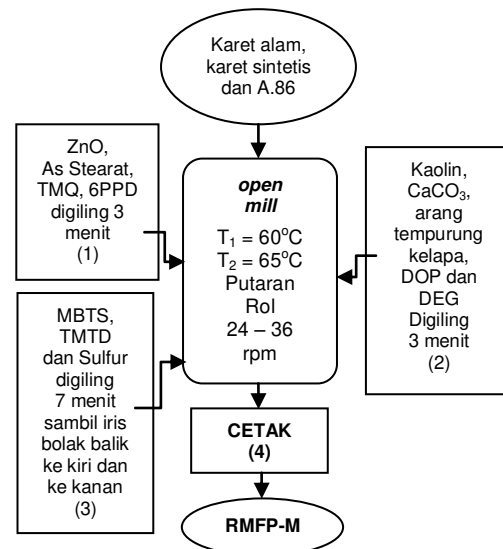
Hasil pengujian RMFP-P* dari pabrik CPKO (Tabel 1) dijadikan sebagai dasar untuk pengembangan formula RMFP-M (*Rubber Membrane Filter Press* hasil pengembangan formula) dengan *filler* kaolin dan arang tempurung kelapa. Model pengembangan RMFP-P* menjadi RMFP-M diformulasikan seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Model Pengembangan Formula RMFP-M

| Bahan | Perlakuan (phr) | | | |
|------------------------|-----------------|-----|-----|-----|
| | M1 | M2 | M3 | M4 |
| NR | 10 | 0 | 30 | 25 |
| CR | 90 | 100 | 70 | 75 |
| A. 86 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| ZnO | 4 | 0 | 3 | 3 |
| As Stearat | 0,5 | 0,5 | 0,7 | 0,6 |
| TMQ | 2 | 2 | 1,5 | 1,5 |
| 6 PPD | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Kaolin | 46 | 50 | 53 | 55 |
| CaCO ₃ | 22 | 16 | 11 | 12 |
| Arang tempurung kelapa | 10 | 12 | 14 | 15 |
| DOP | 4 | 5 | 3 | 2 |
| DEG | 3 | 5 | 5 | 2 |
| MBTS | 0 | 2 | 1 | 1 |
| TMTD | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Sulfur | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,5 |
| ETV | 0,8 | 0,3 | 0,5 | 0,4 |
| Mo | 3 | 3 | 3 | 3 |
| ETU | 1 | 0,6 | 0,6 | 0,8 |

Sebagian pengembangan formula (Nasruddin, 2012).

Prosedur pembuatan RMFP-M dari hasil pengembangan RMFP-P* impor diperlihatkan pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Proses Pembuatan RMFP-M

Selanjutnya masing-masing formula RMFP-M dari hasil pengembangan RMFP-P* (Tabel 2) diberi simbol M1 sampai dengan M4. Masing-masing formula digiling pada *open mill* untuk selanjutnya dibuat kompon dan dicetak menjadi *rubber membrane filter press model* (RMFP-M). Hasil cetakan dilakukan pengujian sifat mekanik dengan parameter uji sama seperti parameter uji RMFP-P*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

Hasil pengujian RMFP-M dari berbagai formula pengembangan seperti terlihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Hasil Pengujian RMFP-M

| Properties | Satuan | Hasil Uji | | | | |
|---------------------|--------------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | RMP-P* | M ₁ | M ₂ | M ₃ | M ₄ |
| Hardness | shore A | 79,62 | 81 | 95 | 126 | 98 |
| Tensile strength | kg/cm ² | 102,6 | 98,9 | 142 | 173 | 164 |
| Modulus 200% | kg/cm ² | 32,84 | 36 | 44 | 51 | 48 |
| Elongation at break | % | 740 | 725 | 810 | 869 | 751 |
| Tear strenght | kg/cm ² | 85 | 88 | 92 | 119 | 88 |
| Densitas | g/cm ² | 1,53 | 1,812 | 1,748 | 1,992 | 1,539 |
| Abrasion rest. DIN | mm ² | 260,4 | 255,8 | 268,3 | 210,6 | 284,6 |

EMFP-P* dari impor

M1 S/D M4 Kompon RMFP hasil modifikasi

2. Pembahasan

a. Hardness

Hasil pengujian kekerasan (*hardness*) RMFP-M (Tabel 3) terlihat, masing-masing parameter mempunyai sifat mekanik yang berbeda. Perbedaan sifat mekanik dari masing-masing RMFP-M disebabkan oleh perbedaan komposisi formula pembentuk kompon RMFP-M (Tabel 2). Kaolin dan arang tempurung kelapa yang ditambahkan sebagai *filler* berfungsi sebagai bahan pengisi yang mempunyai sisi aktif yang mengikat molekul-molekul karet alam dengan karet sintetis. Nilai kekerasan menggambarkan daya tahan RMFP-M terhadap tekanan yang menghimpit permukaan bagian depan dan bagian belakang RMFP-M.

Kaolin dan arang tempurung kelapa yang ditambahkan sebagai *filler* berfungsi untuk penguat (*reinforcing*) untuk CR dan NR sehingga tahan terhadap tekanan hidrolis pada saat dilakukan pengepresan biji inti sawit menjadi CPKO. Pengaruh arang tempurung kelapa dari masing-masing formula dan bahan pembentuk kompon lainnya yang ditambahkan pada pembuatan kompon RMFP-M pada sifat *swelling* dan ketahanan pampat tetap memberikan sifat fisik kompon yang lebih

baik. Sifat fisik kaolin yang ditambahkan dengan ukuran 200 mesh mempunyai nilai kekerasan antara 2–2,5 pada Skala Mohs dengan berat jenis antara 2,60–2,63 (Wahyu, 2009 dan Sunardi, 2011) dapat meningkatkan nilai *hardness* RMP-M (Tabel 3).

Hasil uji untuk formula M₃ nilai kekerasannya lebih tinggi (126 shore A) dibandingkan dengan formula lainnya. Perbedaan hasil uji disebabkan oleh rasio dari masing-masing bahan yang ditambahkan. Menurut Rattanasom *et al.*, (2007), vulkanisat karet alam dengan bahan pengisi silika berbading *carbon black* dengan rasio 20/30 memberikan sifat mekanik yang lebih baik daripada hanya dengan bahan pengisi silika atau *carbon black* saja sebesar 50 phr. Perbandingan kaolin, arang tempurung kelapa dan bahan lainnya yang ditambahkan (Tabel 2) meningkatkan sifat mekanik RMFP-M yang lebih baik jika dibandingkan dengan RMP-P* (Tabel 3).

Perbedaan berat kaolin, arang tempurung kelapa dan bahan pembentuk RMFP-M (Tabel 2) terlihat telah terjadi interaksi dengan karet alam dan karet sintetis untuk membentuk RMFP-M pada saat proses vulkanisasi berlangsung. Vulkanisasi kompon merupakan reaksi kimia antara karet dengan belerang dan bahan kimia pembentuk kompon lainnya yang bertujuan untuk membentuk ikatan silang yang menghasilkan kompon RMFP-M.

Jika dilihat komposisi formula dari masing-masing bahan yang ditambahkan maka, ZnO pada formula M₁ lebih besar (4 phr) dari M₂, M₃ dan M₄. Jika dilihat dari nilai *hardness* yang dihasilkan maka nilai *hardness*-nya lebih kecil dari nilai *hardness* M₂, M₃ dan M₄. ZnO yang ditambahkan berpengaruh terhadap nilai *hardness* RMFP-M. Menurut Masyrukan (2013), erbedaan nilai kekerasan dipengaruhi oleh ikatan yang terjadi antara bahan penyusun *compound*. Kekerasan yang baik disebabkan oleh struktur campuran yang baik. Selanjutnya Masyrukan (2013) menyatakan, variasi *sulfur* berpengaruh pada kekerasan *compound* semakin banyak kandungan *sulfur* pada masing-

masing spesimen kekerasan semakin meningkat. Selain itu dengan adanya penambahan bahan pelunak pada proses pembuatan kompon mempengaruhi nilai *hardness* (Tabel 3). Perubahan nilai *hardness* berpengaruh secara langsung pada mutu kompon yang dihasilkan.

Perbedaan nilai *hardness* RMFP-M disebabkan oleh *swelling* akibat dari interaksi antara molekul polimer dengan bahan pelunak sebagai pelarut. *Swelling* dinyatakan dalam jumlah cairan yang terserap kedalam polimer (Abu, 2010). Perbedaan sifat mekanik RMFP-M yang dihasilkan dari masing-masing formula, berdasarkan data dari hasil uji (Tabel 3) hal ini disebabkan oleh perubahan sifat mekanik yang selanjutnya menyebabkan terjadinya destruksi pada ikatan struktur polimer.

Data dari hasil uji (Tabel 3) terlihat nilai *hardness* untuk sampel M_2 sampai dengan sampel M_4 lebih besar jika dibandingkan dengan nilai *hardness* RMFP-P* (dari pabrik). Nilai *hardness* untuk M_1 lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai *hardness* RMFP-P* dan M_2 sampai dengan M_4 . Hal ini jelas terlihat dari perbedaan formula pembentuk kompon, dimana kaolin dan arang tempurung kelapa yang ditambahkan untuk M_1 lebih rendah dari formula M_2 sampai dengan M_4 (Tabel 2). Perbedaan penambahan kaolin dan arang tempurung kelapa beserta bahan lainnya (Tabel 2) berpengaruh langsung terhadap nilai *hardness* RMFP-M.

b. Tensile Strength

Nilai *tensile strength*, *elongation at break* dan *elastic modulus* dapat dijadikan sebagai parameter penentu untuk menilai sifat mekanik RMFP-M. Data dari hasil pengujian *tensile strength* sampel RMFP-M (M_1 sampai dengan M_4) pada Tabel 3 menunjukkan, nilai *tensile strength* mempunyai perbedaan yang cukup signifikan antar perlakuan. Perlakuan M_3 nilai *tensile strength* 173 kg/cm² lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai M_1 (98,9 kg/cm²), M_2 (142 kg/cm²), M_4 (142 kg/cm²) dan RMP-P* (164 kg/cm²). Penambahan kaolin dan

arang tempurung kelapa berpengaruh nyata terhadap nilai *tensile strength* dari masing-masing formula M_1 sampai M_4 .

Penambahan kaolin dan arang tempurung kelapa beserta bahan pembentuk kompon lainnya (Tabel 2) berpengaruh nyata terhadap nilai *tensile strength* RMFP-M yang ditunjukkan dari hasil uji yang memperlihatkan adanya peningkatan nilai *tensile strength*. Peningkatan nilai *tensile strength* terutama untuk RMFP-M dari formula M_3 , dimana nilai *tensile strength* M_3 berdasarkan hasil uji lebih tinggi (Tabel 3) jika dibandingkan dengan nilai *tensile strength* dari pabrik (RMFP-P*).

Kaolin dan arang tempurung kelapa sebagai *filler* mempunyai sisi aktif yang mempengaruhi sifat fisik pada kompon RMFP-M dan berpengaruh terhadap nilai *tensile strength* sehingga dapat meningkatkan ikatan antar molekul pembentuk kompon. Hasil pengamatan secara visual terhadap masing-masing kompon RMFP-M dari formula M_1 , M_2 , M_3 dan M_4 terlihat bahwa, adanya perbedaan dari masing-masing tampilan permukaan kompon RMFP-M. Sampel RMFP-M dari formula M_3 tampilan permukaannya lebih rapat dengan tidak terlihat adanya pori-pori yang terbentuk jika dibandingkan dengan kompon RMFP-M yang berasal dari formula M_1 , M_2 dan M_4 . Hal ini disebabkan untuk RMFP-M yang berasal dari formula M_3 untuk rasio antar bahan yang ditambahkan terbentuk ikatan yang kompak saling melengkapi dan tidak ada kelebihan bahan yang menyebabkan reaksi berlangsung tidak sempurna.

Pori-pori yang terbentuk pada permukaan kompon dapat dipakai sebagai indikator yang menyatakan ikatan antar molekul pembentuk bahan tidak berlangsung secara sempurna (reaksi yang terbentuk tidak berlangsung dengan sempurna). Pori-pori yang terbentuk pada permukaan kompon RMFP-M dapat juga diakibatkan oleh udara yang terjebak dalam molekul-molekul kompon dan pecah pada saat selesai proses vulkanisasi yaitu pada proses pendinginan. Ikatan antar molekul terjadi selain dipengaruhi oleh rasio

penambahan bahan dipengaruhi juga oleh vulkanisasi kompon.

Rasio bahan yang ditambahkan jika tidak sesuai dengan reaksi yang dibutuhkan atau terjadi kelebihan bahan pembentuk maka akan membentuk pori-pori permukaan dari kelebihan bahan pembentuk tersebut. Suhu dan waktu vulkanisasi berpengaruh signifikan terhadap reaksi pembentukan kompon terutama terhadap rasio dari masing-masing bahan yang ditambahkan. Suhu vulkanisasi untuk pembuatan RMFP-M berlangsung antara suhu 60°C – 65°C dengan kecepatan putaran rol pada *open mill* 24 – 36 rpm.

c. Modulus 200%

Berdasarkan data dari hasil uji RMFP-M untuk parameter *modulus* 200% (Tabel 3) terlihat mempunyai perbedaan yang cukup signifikan antar perlakuan dari beberapa formula pengembangan (M_1 sampai M_4) dan berbeda signifikan terhadap RMFP-P* yang bersasal dari impor. Perbedaan nilai modulus 200% hal ini disebabkan dari perbedaan rasio bahan pembentuk yang ditambahkan (Tabel 2).

Penambahan kaolin, arang tempurung kelapa dari cangkang kelapa dan beberapa bahan *aditif* lainnya (Tabel 2) untuk membentuk kompon RMFP-M dapat meningkatkan kekompakan untuk meningkatkan ikatan silang antar komponen penyusun RMFP-M. Terbentuknya kekuatan ikatan silang antar molekul yang terjadi maka secara langsung berbanding lurus dengan kekompakan dari masing-masing material yang ditambahkan sehingga menyebabkan tidak terbentuknya rongga-rongga (udara terperangkap) pada bagian dalam RMFP-M dan pori-pori pada bagian permukaan RMFP-M. Penambahan *filler* sebagai bahan pembentuk kompon bertujuan untuk meningkatkan kekompakan dan daya ikat sehingga tidak terjadi rongga-rongga pada kompon (Febrianto *et al.*, 1999).

RMFP-M dari formula kompon M_3 menghasilkan modulus 200% dengan nilai 51 kg/cm² berbeda sangat nyata jika dibandingkan dengan RMFP-M dari

formula kompon M_1 , M_2 , M_4 dan dari RMP-P* (Tabel 3). Hasil pengujian sifat mekanik dari masing-masing model pengembangan RMFP-M seperti terlihat pada Tabel 3 mengindikasikan adanya pengaruh nyata dari perbedaan penambahan kaolin, arang tempurung kelapa dan bahan pembentuk lainnya (Tabel 2) yang berfungsi antara lain sebagai *filler*, pencepat, bahan penggiat, bahan pemvulkanisasi dan sebagai bahan pelunak.

Hal lain yang menyebabkan terjadinya perbedaan sifat mekanik kompon terhadap modulus dapat dilihat dari perbedaan formula yang dikaitkan dengan waktu vulkanisasi yang optimum pada *open mill* pada saat dilakukan proses vulkanisasi. Karet jika dilakukan divulkanisasi melebihi waktu optimum akan terjadi penurunan sifat vulkanisat (Ghosh *at al.*, 2003).

Nilai *modulus* pada model pengembangan formula RMFP-M pada penelitian ini untuk masing-masing formula lebih tinggi dari RMP-P*, hal ini dapat dijadikan sebagai asumsi bahwa kaolin dan arang tempurung kelapa beserta material lainnya yang ditambahkan dapat memperbaiki sifat mekanik dari RMFP-M pada model pengembangan. Kaolin dan arang tempurung kelapa dapat memacu percepatan untuk meningkatkan interaksi reaksi antar fase terdispersi dari masing-masing bahan sebagai pembentuk kompon sehingga dapat meningkatkan nilai *modulus*. Perbedaan nilai *modulus* yang terjadi dari masing-masing formula dapat dijadikan sebagai salah satu alasan untuk menetapkan model pengembangan formula RMFP-M (M_3) yang lebih baik.

d. Elongation at Break

Hasil uji untuk parameter *elongation at break* dari masing-masing formula pada model pengembangan RMFP-M mempunyai perbedaan yang cukup signifikan (Tabel 3). Perbedaan hasil uji terjadi akibat dari rasio *filler* dan distribusi bahan pembentuk yang ditambahkan keseluruhan bagian kompon RMFP-M.

Kaolin dan arang tempurung kelapa yang ditambahkan sebagai *filler* meningkatkan rantai polimer yang terbentuk yang memberikan kontribusi terhadap nilai *elongation at break*. Kaolin sebagai *filler* yang ditambahkan pada kompon RMFP-M dapat memperbaiki struktur rantai polimer dan meningkatkan nilai *elongation at break*. Hasil pengujian menunjukkan, nilai *elongation at break* M_3 lebih tinggi (869%) jika dibandingkan dengan RMFP-M dari formula M_1 , M_2 , M_4 dan RMFP-P*.

Ratio penambahan arang tempurung kelapa (Tabel 2), untuk formula M_3 arang tempurung kelapa yang ditambahkan mencapai titik optimum (14 phr). Hal ini terlihat dari penambahan arang tempurung kelapa 15 phr berdampak pada penurunan nilai *elongation at break*. Penambahan arang tempurung kelapa 15 phr (M_4) terjadi penurunan nilai *elongation at break* (751%). Penambahan arang tempurung kelapa 10 phr sampai dengan 14 phr nilai *elongation at break* turun cukup signifikan (Tabel 3).

Balberg (2002), arang tempurung kelapa yang ditambahkan pada kompon menentukan komposisi optimal *filler* di dalam komposit bermatriks polimer. Arang tempurung kelapa yang ditambahkan sebagai *filler* aktif dapat secara visual meningkatkan performa karet vulkanisasi (Nukaga *et al.*, 2006; Rattanasom *et al.*, 2007 dan Omnes *et al.*, 2008). Kaolin, arang tempurung kelapa dan ZnO yang ditambahkan pada formula pembentuk RMFP-M berkontribusi sebagai bahan pencepat untuk meningkatkan proses vulkanisasi. Proses vulkanisasi yang terjadi jika tidak ditambahkan bahan pencepat/penggiat maka tidak dapat berlangsung secara sempurna (Nola, 2001).

e. Tear Strength

Tear strenght pada model pengembangan kompon RMFP-M, mempunyai peranan penting untuk menentukan mutu kompon. Nilai *tear strenght* dipengaruhi oleh *filler* dan bahan pembentuk kompon lainnya yang ditambahkan. Aktivitas arang tempurung kelapa sebagai *filler* mempunyai sisi aktif

sebagai salah satu bahan pembentuk kompon yang dapat dipengaruhi oleh ukuran partikel.

Ukuran partikel arang tempurung kelapa yang semakin kecil dari 200 mesh kecenderungan terjadinya aglomerasi akan semakin besar. Ikatan *Van der Walls* dan elektrostatis menyebabkan terjadinya proses aglomerasi, tetapi dalam proses produksi yang melibatkan gaya fisik sehingga aglomerat tersebut pecah membentuk *aggregate*. Menurut sudirman *et al.*, (2004), terbentuknya agglomeration mengakibatkan sifat mekanik menurun dalam bahan komposit.

Tear strenght dipengaruhi juga oleh nilai densitas, dimana nilai densitas dipengaruhi oleh ukuran partikel bahan yang ditambahkan. Ukuran partikel menentukan nilai kerapatan massa dari suatu bahan. Ukuran partikel yang semakin kecil, kerapatan massanya akan semakin kokoh, dimana pori-pori yang terbentuk hampir tidak ada. Nilai kerapatan massa tercermin dari nilai densitas. Nilai kerapatan massa yang tinggi berbanding lurus dengan nilai *tear strenght*. Hasil pengujian dari beberapa model pengembangan formula kompon untuk formula M_3 nilai *tear strenght* lebih tinggi (119 kg/cm²) jika dibandingkan dengan formula lainnya (M_1 , M_2 , M_4 dan RMP-P*). Nilai *tear strenght* untuk M_3 dipengaruhi oleh kerapatan massa yang berasal dari ukuran partikel bahan pembentuknya.

Kecenderungan perbedaan nilai *tear strenght* dari masing-masing rasio penambahan kaolin dan arang tempurung kelapa (Tabel 2), rasio penambahan NR : CR untuk kompon M_3 , NR yang ditambahkan 30 phr dan CR 70 phr (Tabel 3). Rasio penambahan asam stearat sebagai bahan penggiat dari masing-masing formula pada model pengembangan sangat menentukan percepatan proses vulkanisasi.

Asam stearat yang ditambahkan pada formula M_3 lebih tinggi (0,7 phr) jika dibandingkan dengan formula lainnya, hal ini yang menyebabkan terjadinya perbedaan hasil vulkanisasi. Percepatan proses vulkanisasi yang terjadi hal ini disebabkan oleh kinerja asam stearat

sebagai bahan pengikat pada proses vulkanisasi, maka berdampak pada mutu dari sifat fisik kompon RMFP-M yang dihasilkan.

f. Densitas

Nilai densitas dapat dipakai sebagai dasar menentukan dugaan sementara untuk menilai rapat massa dari kompon RMFP-M yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai densitas menggambarkan rapat massa dari kompon cukup tinggi. Nilai densitas ditentukan oleh ukuran partikel dari masing-masing formula pembentuk kompon. Untuk ukuran partikel kaolin dan arang tempurung kelapa yang digunakan adalah 200 mesh. Ukuran partikel 200 mesh berdasarkan hasil uji dapat menentukan percepatan reaksi dan waktu vulkanisasi. Waktu vulkanisasi terlalu lama berdampak pada kerapatan massa kompon dan reaksi pembentukan kompon dari masing-masing bahan.

Nilai densitas selain dipengaruhi oleh kerapatan massa, dipengaruhi juga oleh sejumlah udara yang terjebak dalam molekul-molekul kompon dan pori-pori pada permukaan kompon. Hasil pengujian menunjukkan untuk RMFP-M dari kompon formula M_3 nilai densitasnya adalah $1,992 \text{ g/cm}^3$ lebih besar dari nilai densitas untuk formula M_1 , M_2 , M_3 , M_4 dan RMFP-P* (Tabel 3).

Formula dengan kode M_3 (Tabel 2) untuk rasio penambahan arang tempurung kelapa lebih tinggi (14 phr) dari M_1 dan M_2 , demikian juga dengan rasio penambahan kaolin, asam stearat, ETV dan rasio bahan lainnya. Rasio penambahan bahan berdampak pada proses vulkanisasi berlangsung dan kerapatan ikatannya silang.

Densitas yang menggambarkan kerapatan massa kompon berpengaruh terhadap nilai *hardness*, *tensile strength*, *modulus*, *elongation at break*, *tear strength* dan *abrasion rest*. Arang tempurung kelapa sebagai *reinforcement* mempunyai kaitan yang erat dengan sifat mekanis kompon RMFP-M.

Reinforcement kompon RMFP oleh arang tempurung kelapa, kaolin dan bahan lainnya (Tabel 2) menghambat terjadinya pergerakan makro molekul dan meningkatkan kerapatan ikatan

silang pembentuk kompon RMFP-M. Ikatan silang yang terjadi berdampak pada terganggunya *elongation at break* yang diinduksi oleh *swelling*. *Swelling* dapat diminimalisasi dengan cara menambah jaringan pada molekul-molekul karet (Mostafa *et al.*, 2009; Lu *et al.*, 2010 dan Manoj *et al.*, 2011). Nilai densitas yang terjadi dipengaruhi juga oleh kerapatan ikatan silang dari berbagai rasio bahan pembentuk RMFP-M (Tabel 2) dengan perbedaan nilai densitas (Tabel 3).

g. Abrasion

Nilai *abrasion* sebagai salah satu parameter yang dapat dipakai untuk menentukan formula terbaik pembentuk RMFP-M. Nilai *abrasion* merupakan ketahanan terhadap gesekan oleh benda lain pada bagian permukaan. Gesekan pada permukaan RMFP-M berdampak terjadinya penurunan berat. Kekuatan ikatan antar molekul selain dipengaruhi oleh bahan pembentuk kompon, *abrasion* juga dipengaruhi oleh kesempurnaan pada saat proses vulkanisasi.

Berdasarkan data dari hasil uji terhadap RMFP-M nilai *abrasion* dari masing-masing RMFP-M berbeda nyata. Untuk formula M_3 nilai *abrasion* $210,6 \text{ mm}^2$ lebih rendah jika dibandingkan dengan M_1 , M_2 , M_4 dan RMFP-P*. Kaolin dan arang tempurung kelapa yang ditambahkan berpengaruh terhadap nilai kekerasan RMFP-M. Kekerasan kompon karet RMFP-M dapat dipengaruhi oleh rasio penambahan CaCO_3 sebagai salah satu bahan pembentuk dengan rasio seperti terlihat pada Tabel 2.

RMFP-M jika dilihat dari masing-masing formula pembentuk, maka untuk formula M_3 untuk rasio CaCO_3 yang ditambahkan lebih rendah (11 phr) jika dibandingkan dengan formula lainnya (Tabel 2). CaCO_3 memberikan kontribusi untuk menentukan nilai *abrasion*. CaCO_3 dengan molekul jaringan tiga dimensinya pada RMFP-M berdampak pada berkurangnya mobilitas molekulnya dengan berkurangnya mobilitas molekul maka akan berdampak pada semakin sulit gaya yang dapat menekan pada

RMFP-M. Gaya yang menekan permukaan RMFP-M yang menyebabkan terjadinya priksi berdampak pada abrasi permukaan RMFP-M semakin sulitnya, maka akan semakin besar daya pantul molekul kompon karet alam terhadap gaya yang diberikan. Sehingga kekerasan sampel tersebut menjadi lebih tinggi. Keberadaan struktur jaringan tiga dimensi berpengaruh terhadap nilai abrasi kompon RMFP-M. Kekerasan kompon RMFP-M bertambah dengan bertambahnya rasio CaCO_3 (Tabel 2 dan Tabel 3). Hal ini disebabkan CaCO_3 dan molekul jaringan tiga dimensi daya ikatnya antar molekul dipengaruhi oleh rasio CaCO_3 yang ditambahkan.

Terbentuknya jaringan tiga dimensi yang memperkuat ikatan antar molekul pembentuk RMFP-M yang menghambat terjadinya abrasi sangat dipengaruhi oleh kerapatan massa yang terlihat dari nilai densitasnya.

KESIMPULAN

Pengembangan *rubber membrane filter press* untuk formula M_3 berdasarkan dari data hasil uji, sifat mekaniknya lebih baik dari RMFP-P* impor dengan hasil pengujian: *hardness* 126 shore A; *tensile strength* 173 kg/cm^2 ; *modulus* 200% dengan nilai 51 kg/cm^2 ; *elongation at break* 869%; *tear strenght* 119 kg/cm^2 ; *densitas* 1,992 g/cm^2 dan *abrasion test* DIN 210,6 mm^2 .

Kaolin dari Pulau Bangka dan arang tempurung kelapa genjah sebagai *filler* dapat meningkatkan sifat mekanik *rubber membrane filter press* pada model pengembangan formula ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Dewan Redaksi dan Mitra Bestari:

1. Dr. Ir. Hari Adi Prasetya, M.Si Kepala Baristand Industri Palembang.
2. Dr. Ir. Didin Suwardin, M.Si. dan
3. Dr. Ir. Dadi R. Maspanger, M.T.

DAFTAR PUSTAKA

Abednego, J.G. (1990). *Penelitian Pembuatan Karet Tahan Usang*

karena Panas. Bogor: Penerbit Menara Perkebunan, Balai Penelitian Teknologi Karet.

Abu, A.M., dan Elamer, I. (2010). Mechanical and Swelling Properties of Thermoplastic Elastomer Blends. *Mat. Des.* 31: 808-815.

Alfa, A.A. (2005). *Bahan Kimia untuk Kompon Karet. Kursus Teknologi Barang Jadi Karet Padat*. Bogor: Balai Penelitian Teknologi Karet.

Ary, A.A., Sailah, J., dan Pandje, C. (2003). Produksi Karet Alam Berprotein Rendah dari Lateks Menggunakan Papain sebagai Penghidrolisis Protein. *Ji.Mat.* 3(1): 24-32.

Bahrudin, Zulfansyah dan Saktiani, L. (2012). Morfologi dan Sifat Karet Alam Vulkanisat yang Diperkuat dengan Filler Hibrid Carbon Black/Abu Sawit. *Teknobiologi.* 3(1): 25-30.

Balberg, I. (2002). a Comprehensive Picture of The Electrical Phenomena In Carbon Black-Polymer Composites. *Carbon.* 40: 139-143.

Febrianto, F., Yoshooka, M., Nagai, Y., Mihara, M. dan Shiraishi, N. (1999). Composites of Wood and Trans-1,4-Isoprene Rubber: Mechanical, Physical and Flow Behavior. *J. Wood Sci.* 45: 38-45.

Ghosh, P., Katare, S., Patkar, P., Caruthers, J.M., Venkatasubramanian, V., dan Walker, K.A. (2003). Sulfur Vulcanization of Natural Rubber for Benzothiazole Accelerated Formulations: From Reaction Mechanisms to a Rational Kinetic Model. *Rubber Chemistry and Technology.* 76: 592-694.

Handoko, B. (2003). *Pengolahan Lateks Pekat. Kursus Teknologi Barang Jadi dari Lateks*. Bogor: Balai Penelitian Teknologi Karet.

Herry, W. (2012). Aplikasi Arang Tempurung Kelapa sebagai Adsorben Udara Pembakaran untuk Meningkatkan Prestasi Sepeda Motor Bensin 4-Langkah. Prosiding Seminar Nasional Energi Terbarukan dan Produksi Bersih (221-224). Bandar Lampung: Universitas Lampung (UNILA).

- Konta, J. (1995). Clay and Man: Clay Row Materials in The Service of Man. *Appl. Clay Sci.* 10(4):275 -335.
- Long dan Harry. (1985). *Basic Compounding and Processing of Rubber*. Ohio: University of Akron.
- Lu, Y., Zhang, J., Chang, P., Quan, Y., dan Chen, Q. (2010). Effect of Filler on Compression Set, Compression Stress Strain Behaviour and Mechanical Properties of Polysulfide Sealants, *J.Appl. Polym. Sci.* 120: 2001-2007.
- Manoj, K.C., Kumari, P., and Unnikrishnan, G. (2011). Cure Properties, Swelling Behaviors and Mechanical Properties of Carbon Black Filler Reinforced EPDM/NBR Blend System, *J.Appl.Polym.Sci.* 120: 2654-2662.
- Mostafa, A., Aboel-Kasem, A., Bayoumi, M.R., dan El-Sebaie. (2009). Effect of Carbon Black Loading on The Swelling and Compression Set Behavior of SBR And NBR Rubber Compound, *J.Mater.Des.* 30: 1561-1568.
- Nasruddin. (2010). Karakteristik Sifat Fisika Kimia Membran dari Berbagai Formula Kompon. *Majalah Dinamika Penelitian BIPA.* 21(37): 60-71.
- Nasruddin. (2012). Pemanfaatan Silika Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengisi Rubber Membrane Filter Press untuk Memisahkan Minyak Inti Sawit. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri.* 23(2): 107-115.
- Nelly, R. (2005). *Pengetahuan Dasar Elastomer, Makalah Kursus Teknolgi Barang Jadi Karet Padat*. Bogor: Balai Penelitian Barang Jadi Karet.
- Nola, Christopher dan Dzikowicz, R. (2001). *Activated Liquid Dithiocarbamate Accelerator*. Ohio: R.T. Vanderbilt Company Inc.
- Nukaga, H., Fujinami, S., Watanabe, H., Nakajima, K., dan Nishi, T. (2006). Evaluation of The Mechanical Properties of Carbon Black Reinforced Natural Rubber by Atomic Force Microscopy. *International Polymer Science and Technology.* 34(4): 509-515.
- Omnes, B., Thuillier, S., Pilvin, P., Grohens, Y., dan Gillet, S. (2008). Effective Properties of Carbon Black Filled Natural Rubber: Experiments and Modelling, Composite Part A. *Applied Science and Manufacturing.* 39(7): 1141-1149.
- Rattanasom, N., Saowapark, T., dan Deeprasertkul, C. (2007). Reinforcement of Natural Rubber with Silica/Carbon Black Hybride Filler. *Polymer Testing.* 26(3): 369-377.
- Refrizon. (2003). *Viscositas Mooney Karet Alam*. Medan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. Diakses dari <http://www.scribd.com/doc/163419966/Viskositas-Mooney>. Diakses tanggal 11 November 2011.
- Ridla, B., Utari, T., dan I.P. Sari, (2008). Kaolin Sebagai Sumber SiO₂ untuk Pembuatan Katalis Ni/SiO₂: Karakterisasi dan Uji Katalis pada Hidrogenasi Benzena Menjadi Sikloheksana. *Makara Sains.* 12(37): 37-43
- Roberts, A.D. (1988). *Rheology of raw rubber, In: Natural Rubber Science and Technology*. New York: Oxford University Press.
- Sudirman, A.K., Karo, H., Ari, B., Sugeng, Rukihati dan Mashuri. Analisis Sifat Kekuatan Tarik, Derajat Kristalinitas dan Strukturmikro Komposit Polimer Polipropilena-Pasir. *Jurnal Sains Materi Indonesia.* 6(1): 1-6.
- Sunardi, Irawati, U., dan T. Wianto, (2011). Karakterisasi Kaolin Lokal Kalimantan Selatan Hasil Kalsinasi. *Jurnal Fisika FLUX.* 8(1): 59-65.
- Wahyu, G. (2009). Karakteristik Bahan Kaku Kaolin Untuk Bahan Pembuatan Badan Isolator Listrik Keramik Porselen Fuse Cut Out (FCO). *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia.* 11(2): 120-125.
- Wang, S., Boyjoo, Y., Choueib, A., dan Zhu, Z.H. (2005). Removal of Dyes from Aqueous Solution Using Fly Ash and Red Mud. *J. of Water Research.* 39: 129-138.