

PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN PENGISI ALUMINIUM SILIKAT DAN BAHAN PENGEMBANG AZODICARBONAMIDE DALAM PEMBUATAN KARET MIKROSELULER UNTUK SOL RINGAN

(THE EFFECT OF ADDED ALUMINIUM SILICATE AND AZODICARBONAMIDE ON PRODUCTION OF MICROCELLULAR RUBBER FOR LIGHT SOLE)

Herminiwati dan Sri Brataningsih Pudji Lestari¹⁾

ABSTRACT

The aim of the research was to investigate the effect of the added aluminium silicate filler and Azodicarbonamide (AZDM) blowing agent on production of microcellular rubber for light soles. The formula of microcellular rubber consist of ethylene vinyl acetate (EVA) 80 phr, natural rubber (SIR 3 L) 20 phr, stearic acid 0,5 phr, zink oxide 1 phr, aluminium silicate 15 phr, AZDM 1,5 phr and dicumyl peroxide 0,8 phr. The best formula of microcellular rubber will be determined by variation of aluminium silicate filler in the amount of 10, 15 and 20 phr and AZDM blowing agent of 1,5, 2 and 2,5 phr, respectively. The vulcanisation process was carried out at 160-165° C for 20 minutes and molding on 100 kg/cm² pressure. The results showed that the best microcellular rubber was produced by using the formula of aluminium silicate filler of 20 phr and AZDM blowing agent of 1,5 phr. The microcellular rubber performed physical properties such as tensile strength 42,75 kg/cm², elongation at break 204%, Grasselli abrasion resistance 2,79 mm³/kg.m, hardness 50,6 shore A, compression set 33,12 % and specific gravity 0,34 g/cm³, while signs of cracking was not performed.

Key words : microcellular rubber, light soles, filler

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah untuk mempelajari pengaruh penambahan aluminium silikat sebagai bahan pengisi dan Azodicarbonamide (AZDM) sebagai bahan pengembang pada pembuatan karet mikroseluler untuk sol ringan. Formula karet mikroseluler terdiri atas Etilen Vynil Asetat (EVA) 80 phr, karet alam (SIR 3 L) 20 phr, asam stearat 0,5 phr, zink oksida 1 phr, bahan pengisi aluminium silikat 15 phr, AZDM 1,5 phr dan dicumyl peroksida 0,8 phr. Formula karet mikroseluler terbaik diteliti dengan variasi penambahan aluminium silikat berturut-turut 10, 15 dan 20 phr dan AZDM berturut-turut 1,5, 2 dan 2,5 phr. Vulkanisasi karet mikroseluler dilakukan pada suhu 160-165 °C selama 20 menit dengan cara cetak tekan pada tekanan 100 kg/cm². Hasil penelitian menunjukkan bahwa karet mikroseluler terbaik dibuat dengan formula penggunaan aluminium silikat sebesar 20 phr dan AZDM 1,5 phr. Karet mikroseluler yang dihasilkan memiliki kuat tarik 42,75 kg/cm², perpanjangan putus 204 %, ketahanan kikis Grasselli 2,79 mm³/kg.m, kekerasan 50,6 shore A, pampat tetap 33,12 % dan bobot jenis 0,34 g/cm³, serta tidak timbul keretakan.

Kata kunci : karet mikroseluler, sol ringan, bahan pengisi

PENDAHULUAN

Sepatu dan alas kaki merupakan salah satu komoditi ekspor andalan disamping kayu dan produk kayu, tekstil dan produk tekstil serta elektronika. Jumlah industri sepatu dan alas kaki mencapai 235 perusahaan dengan nilai investasi Rp. 1,7 trilyun dan total produksi 1,1 milyar pasang sepatu, serta mampu menyerap 414.930 tenaga kerja (Anonim, 2008). Industri sepatu dan alas kaki merupakan sumber devisa potensial, bersifat padat karya dan banyak menyerap tenaga kerja. Oleh sebab itu agar produk sepatu dan alas kaki tetap mempunyai daya saing tinggi di pasar internasional, maka kualitasnya harus

selalu dijaga dan bahkan terus ditingkatkan.

Sol ringan sangat diperlukan karena banyak digunakan dalam pembuatan sepatu dan alas kaki seperti sandal dan sepatu anak.

Berat dan ringan sol serta kekuatannya sangat dipengaruhi oleh jumlah dan jenis bahan pengisi maupun bahan pengembang yang ditambahkan dalam kompon karet. Sol ringan diukur dan ditentukan oleh bobot jenisnya, yakni yang dimaksud sol ringan adalah sol yang memiliki bobot jenis dibawah 1 g/cm³. Adapun kepadatan sol ditentukan oleh struktur mikropori dan jenis bahan pengembang yang digunakan. Oleh karena itu formula sol ringan yang

¹⁾Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik, Yogyakarta

kuat, dan sesuai untuk pembuatan alas kaki perlu dikaji.

Untuk meningkatkan sifat fisik dan mekanik barang karet agar sesuai dengan persyaratan yang ditentukan diperlukan filler penguat (reinforcing filler) diantaranya adalah precipitated aluminium silikat yang juga dimaksudkan sebagai filler untuk pembuatan barang-barang karet yang berwarna cerah atau bukan hitam.

Precipitated Al-silikat utamanya digunakan untuk campuran pembuatan sol dan barang karet berwarna cerah (Hofmann, 1987). Penggunaan precipitated Al-silikat dapat dalam jumlah besar khususnya untuk karet alam, dapat memperbaiki sifat ekstrusi dan kalendering tanpa menurunkan mutu barang jadi karetnya.

Pembuatan karet mikroseluler diperlukan bahan pengembang (blowing agent) untuk memperoleh vulkanisat karet yang mengembang, ringan dan berpori halus serta empuk namun kuat sehingga sesuai untuk sol (Franta, 1989). Biasanya menggunakan bahan pengembang organik yakni jenis nitrogen organik yang stabil selama penyimpanan dan pada suhu pencampuran serta mudah terdispersi dalam kompon karet dibanding bahan pengembang anorganik. Terdapat tiga jenis bahan pengembang organik yaitu dinitrosopenta metilen tetramine, sulphohydrazides dan azodicarbonamide.

Pemilihan bahan pengembang didasarkan pada berbagai faktor antara lain suhu dekomposisi, jumlah gas yang dihasilkan serta pertimbangan lain seperti dampak terhadap kesehatan, bau, penodaan (*staining*), perlu tidaknya perlakuan pendahuluan (*pre-treatment*) dan metode vulkanisasi. Bahan pengembang terdekomposisi pada berbagai tingkat suhu sambil melepaskan sejumlah gas sehingga membentuk pori-pori kecil pada vulkanisat. Bila sel-selnya saling berhubungan, produk karet disebut sebagai *open cell*, kalau tidak saling berhubungan maka disebut *closed cell*.

Jenis dinitrosopenta metilen tetramine (DNPT) berbau kurang enak (fishy smell) sedangkan benzena sulphohydrazides (BSH) harganya dua kali lebih mahal. Jenis azodicarbonamide (AZDM) tidak berbau, tidak beracun dan tidak menyebabkan noda serta tidak merubah warna, dan saat terdekomposisi menghasilkan 180 cm³ gas per gram bahan (Barlow, 1993).

Bahan baku karet mikroseluler adalah karet etilen vinil asetat (EVA) dan karet alam. Karet alam harus dilunakkan terlebih dahulu secara mastikasi, karena karet alam biasanya sulit diproses secara

langsung. Dalam mastikasi, karet alam yang sangat keras dihancurkan secara mekanis untuk mempermudah komponding atau pencampuran dengan bahan kimia.

Karet EVA merupakan kopolimer etilen dengan vinil asetat hasil kopolimerisasi larutan pada tekanan medium. Kopolimer dengan kandungan vinil asetat antara 40-60 %, bersifat menyerupai karet.

Karet EVA bersifat jenuh dan vulkanisasinya membutuhkan peroksida dan berlangsung pada suhu diatas 150 °C yaitu antara 170-200 °C untuk mendapatkan kecepatan vulkanisasi yang baik. Karet EVA tahan terhadap oksidasi karena bersifat jenuh dan ketahanan terhadap panas naik karena ditambah polikarbomide (Stabaxol PCD) 1-4 phr atau dikombinasikan dengan penil α -naptilamine 0,5 phr.

Penambahan *reinforcing filler* (carbon black HAF sampai 60 phr) dapat menghasilkan nilai tegangan putus sekitar 18 Mpa. Hal serupa dapat dicapai dengan penambahan bahan pengisi silika dengan partikel halus maksimum 30 phr, selebihnya dari jumlah tersebut derajat vulkanisasi turun. Sedangkan asam stearat mampu mencegah kompon melekat pada rol gilingan dan dapat meningkatkan dispersi bahan aditif lainnya (Morton, 1987).

Karet EVA memiliki sifat unggul seperti tahan panas, dimana sifat tersebut hanya bisa disamai oleh karet silikon dan fluorocarbon. Sifat unggul lain adalah sangat tahan terhadap pengusangan (*aging*), tahan terhadap cuaca, ozon dan mikroorganisme. Penambahan EVA pada karet alam atau styrene butadiene rubber (SBR) mampu meningkatkan ketahanan terhadap cuaca dan ozon.

BAHAN DAN METODE

Bahan penelitian

Bahan penelitian terdiri atas karet alam (SIR 3L), Etilen Vynil Asetat (EVA), bahan pengisi precipitated aluminium silikat, asam stearat, bahan pengembang AZDM, ZnO dan dicumyl peroksida (DCP).

Alat penelitian

Alat penelitian terdiri atas mesin two roll mill (Kodaira Seisaku-sho Ltd.), hidrolik press (Curing Press 30 ton), alat pencetak slab (Toyo Seiki-Japan), tensile strength (Toyo Seiki Ternsile Tester), durometer hardness (Toyo Seiki-Japan), compression set, abrasion tester (Toyo Seiki Rubber Abrasion Tester), alat pengukur bobot jenis (Toyo Seik Automatic Densimeter).

Cara penelitian

Dalam pembuatan karet mikroseluler untuk sol ringan faktor yang dipelajari adalah pengaruh variasi penambahan jumlah bahan pengisi dan bahan pengembang.

Formula karet mikroseluler adalah sebagai berikut

Etilen Vynil Asetat	= 80 phr
Karet alam	= 20 phr
Asam stearat	= 0,5 phr
Zink oksida	= 1 phr
Precipitated Al-silikat	= 10, 15 dan 20 phr
Blowing agent	= 1,5; 2 dan 2,5 phr
Dicumyl peroksida	= 0,8 phr

Pembuatan kompon dan vulkanisasi sebagai berikut : mesin two roll mill dipanaskan hingga suhu mencapai $\pm 60^{\circ}\text{C}$, kemudian karet alam dimastikasi hingga lunak dan melingkar pada roll mesin. Sedikit demi sedikit karet EVA dicampurkan hingga campurannya menjadi lunak dan homogen. Selanjutnya campuran karet ditambah berturut-turut asam stearat, zink oksida, bahan pengisi aluminium silikat, bahan pengembang AZDM dan dicumyl peroksida (DCP) dan penggilingan dilanjutkan sampai kompon homogen. Kompon dipotong seberat 500 g dan diletakkan pada cetakan slab yang berukuran 30 cm x 20 cm x 1 cm (toleransi pengembangan sekitar 20%). Sebelum digunakan cetakan terlebih dahulu dipanaskan sampai suhu 100°C pada mesin hidrolik press. Vulkanisasi dilakukan pada suhu $160 - 165^{\circ}\text{C}$ dengan tekanan 100 kg/cm^2 selama 20 menit. Slab dikeluarkan dari cetakan dan didinginkan sampai mencapai suhu ruang.

Rancangan percobaan seperti disajikan pada tabel 1

Tabel 1. Matrik rancangan percobaan dengan variasi jumlah bahan pengisi dan bahan pengembang

Bahan pengisi aluminium silikat (phr)	Bahan pengembang AZDM (phr)		
	1,5	2	2,5
10	F1	F2	F3
15	F4	F5	F6
20	F7	F8	F9

Keterangan : F1 s/d F9 = kode formula

Pengujian Mutu Karet Mikroseluler

Karet mikroseluler untuk sol ringan diuji sifat fisisnya yang meliputi kuat tarik, perpanjangan putus,

ketahanan kikis Grasselli, kekerasan, pampat tetap, bobot jenis dan ketahanan retak lentur ditetapkan menurut prosedur yang tercantum dalam SNI. 12-0778-1989 dan SNI. 06-1004-1989.

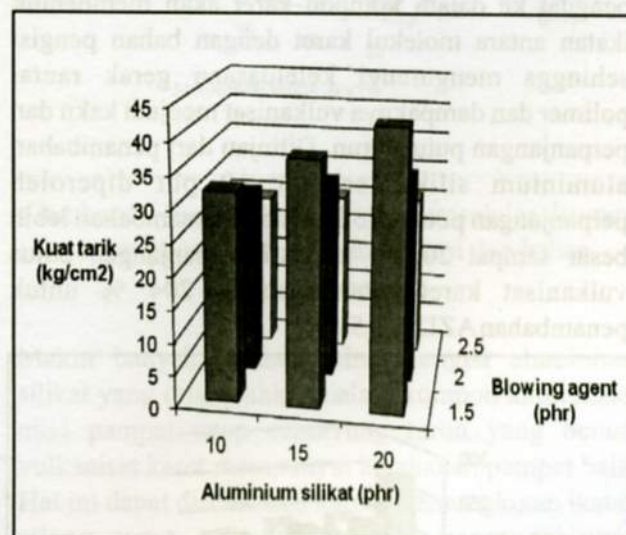
Analisa data

Data hasil pengujian sifat fisis karet mikroseluler dari berbagai variasi penambahan jumlah bahan pengisi dan bahan pengembang dianalisa secara statistik menggunakan uji anova dan dilanjutkan DMRT untuk mengetahui beda nyata pada tingkat signifikansi 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat tarik karet mikroseluler

Gambar 1 menunjukkan bahwa penambahan aluminium silikat dan bahan pengembang Azodicarbonamid (AZDM) pada kompon karet ternyata mempengaruhi sifat kuat tarik. Makin banyak aluminium silikat yang ditambahkan, maka kuat tarik makin tinggi, namun sebaliknya makin banyak AZDM yang ditambahkan maka kuat tarik turun. Hal ini dapat disebabkan karena makin banyak jumlah bahan pengisi aluminium silikat sampai 20 phr, maka nilai kuat tarik karet mikroseluler naik.



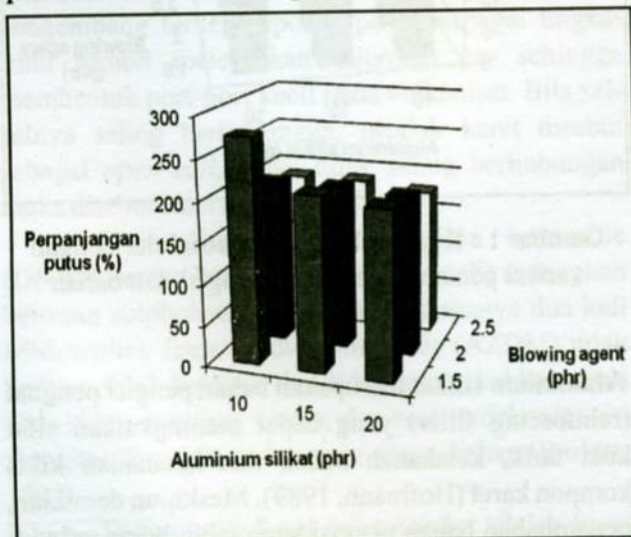
Gambar 1 : Kuat tarik karet mikroseluler dengan variasi penambahan bahan pengisi dan bahan pengembang

Aluminium silikat merupakan bahan pengisi penguat (reinforcing filler) yang dapat meningkatkan sifat kuat tarik, ketahanan sobek dan ketahanan kikis kompon karet (Hofmann, 1989). Meskipun demikian, penambahan bahan pengisi yang lebih besar terbukti menurunkan sifat kuat tarik vulkanisat karet karena tidak semua filler dapat berikatan dengan karet akibat jenuhnya molekul karet. Makin besar penambahan

AZDM dalam kompon karet sampai 2,5 phr menyebabkan kuat tarik turun. Hal ini disebabkan makin banyak jumlah bahan pengembang, maka makin banyak pori-pori terbentuk dan ukuran pori makin besar. Penyebabnya adalah gas yang dihasilkan oleh bahan pengembang saat pemanasan selama vulkanisasi. Makin banyak dan makin besar pori-pori terbentuk maka vulkanisat karet mikroseluler makin mengembang dan akibatnya kuat tarik turun. Barlow (1993) menyebutkan bahwa jumlah gas yang dihasilkan pada saat AZDM terdekomposisi cukup besar yaitu 180 cm^3 per gram bahan. Oleh sebab itu vulkanisat karet menjadi porous. Pada gambar 7, 8 dan 9 terlihat bahwa makin besar kadar AZDM makin banyak pori yang terbentuk.

Perpanjangan putus karet mikroseluler

Gambar 2 menunjukkan bahwa penambahan aluminium silikat maupun bahan pengembang AZDM mempengaruhi secara nyata perpanjangan putus vulkanisat karet. Makin banyak aluminium silikat dan AZDM yang ditambahkan, maka perpanjangan putus turun. Hal ini disebabkan karena penambahan aluminium silikat sebagai bahan pengisi penguat ke dalam kompon karet akan membentuk ikatan antara molekul karet dengan bahan pengisi sehingga mengurangi keleluasaan gerak rantai polimer dan dampaknya vulkanisat menjadi kaku dan perpanjangan putus turun. Ditinjau dari penambahan aluminium silikat sebesar 10 phr diperoleh perpanjangan putus 275 %, namun penambahan lebih besar sampai 20 phr terbukti perpanjangan putus vulkanisat karet turun menjadi 204 % untuk penambahan AZDM 1,5 phr.

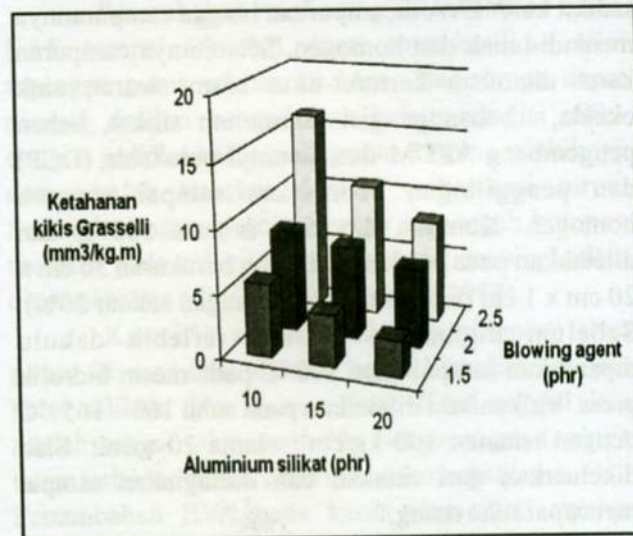


Gambar 2 : Perpanjangan putus karet mikroseluler dengan variasi penambahan bahan pengisi dan bahan pengembang

Selain itu makin banyak jumlah bahan pengembang yang ditambahkan makin banyak pori-pori terbentuk sehingga vulkanisat karet mudah putus. Penambahan AZDM sebesar berturut-turut 1,5; 2 dan 2,5 phr yang dikombinasikan dengan penambahan bahan pengisi 10 phr diperoleh perpanjangan putus makin turun, berturut-turut dari 275 %, 200 % dan 187,5 %

Ketahanan kikis Grasselli karet mikroseluler

Gambar 3 menunjukkan bahwa penambahan aluminium silikat maupun AZDM berpengaruh secara nyata terhadap sifat ketahanan kikis vulkanisat karet. Makin banyak aluminium silikat yang ditambahkan, maka ketahanan kikis makin tinggi, namun sebaliknya makin banyak AZDM ditambahkan, ketahanan kikis vulkanisat karet turun.



Gambar 3 : Ketahanan kikis Grasselli karet mikroseluler dengan variasi penambahan bahan pengisi dan bahan pengembang

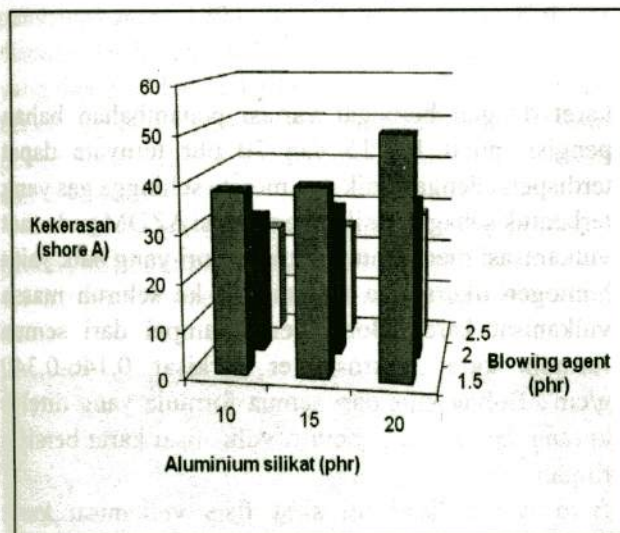
Ketahanan kikis Grasselli dinyatakan sebagai volume terkikis per satuan usaha ($\text{mm}^3/\text{kg.m}$). Makin tinggi angka volume terkikis per satuan usaha menunjukkan ketahanan kikis rendah. Seperti halnya kuat tarik, maka penambahan aluminium silikat pada kompon karet meningkatkan ketahanan kikis vulkanisat karet secara nyata ($p \leq 0,05$). Precipitated Al-silikat merupakan jenis bahan pengisi yang mempunyai ukuran partikel dibawah $0,1 \mu\text{m}$ dan menurut Franta (1989) bahwa pengisi ini meningkatkan kekuatan karet dan sifat-sifat mekanik lainnya. Dinyatakan pula oleh Hofmann (1989) bahwa precipitated aluminium silikat merupakan bahan pengisi penguat (reinforcing filler) yang dapat meningkatkan sifat kuat tarik, ketahanan sobek dan ketahanan kikis.

Adapun pembentukan pori-pori dalam matriks polimer dipengaruhi oleh jenis dan jumlah bahan pengembang yang digunakan (Franta, 1989). Makin banyak AZDM ditambahkan pada kompon karet maka banyak pori terbentuk, dan dampaknya karet mikroseluler menjadi lebih ringan namun mudah terkikis sehingga ketahanan kikis turun.

Pertumbuhan pori-pori ditentukan oleh perbedaan tekanan antara bagian luar dan bagian dalam pori. Tekanan di bagian dalam pori adalah tekanan yang dihasilkan oleh bahan pengembang yang terdispersi dan terjatoh dalam kisi-kisi polimer, sedangkan tekanan luar pori adalah tekanan yang ditimbulkan oleh tegangan permukaan (Franta, 1989).

Kekerasan karet mikroseluler

Menurut Gambar 4 terlihat bahwa makin besar kadar bahan pengisi, kekerasan vulkanisat karet mikroseluler makin tinggi. Nilai kekerasan dipengaruhi oleh banyaknya ikatan silang yang terbentuk, selain itu juga jenis dan jumlah bahan pengisi yang ditambahkan dalam kompon karet. Makin banyak ikatan silang yang terbentuk maka vulkanisat karet makin kuat, kaku, dan keras.



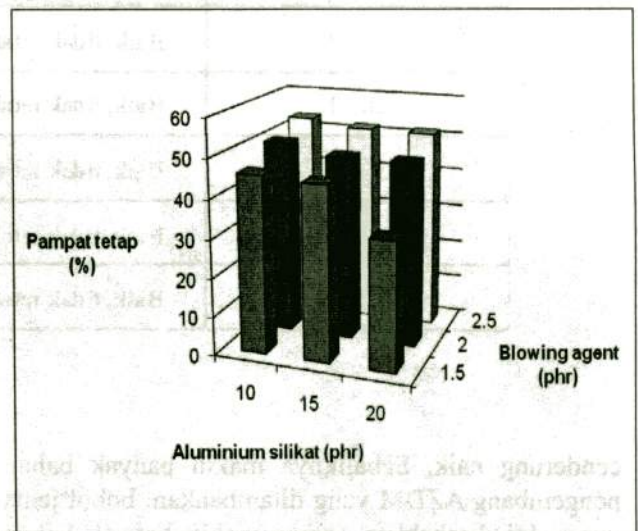
Gambar 4 : Kekerasan karet mikroseluler dengan variasi penambahan bahan pengisi dan bahan pengembang

Precipitated aluminium silikat merupakan bahan pengisi penguat yang memungkinkan terbentuknya ikatan silang dengan molekul karet. Selain itu bahan pengisi mempunyai sifat lebih padat dan keras dibanding karet, sehingga makin besar aluminium silikat ditambahkan dalam kompon karet terbukti meningkatkan kekerasan vulkanisat. Sebaliknya, makin banyak bahan pengembang yang ditambahkan dalam kompon karet, kekerasan turun karena makin

banyak pori-pori terbentuk dan vulkanisat menjadi empuk.

Pampatan tetap karet mikroseluler

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengukur perubahan tebal vulkanisat karet apabila ditekan pada tebal, suhu dan waktu tertentu. Berdasarkan hasil uji pampat tetap pada Gambar 5, terlihat bahwa banyaknya aluminium silikat dan AZDM yang ditambahkan dalam kompon karet berpengaruh secara nyata ($p \leq 0,05$) terhadap sifat pampat tetap. Ketidak mampuan vulkanisat karet kembali ke bentuk semula apabila dilakukan pemampatan disebabkan karena terjadinya deformasi permanen.



Gambar 5 : Pampat tetap karet mikroseluler dengan variasi penambahan bahan pengisi dan bahan pengembang

Makin banyak jumlah bahan pengisi aluminium silikat yang ditambahkan dalam kompon karet maka nilai pampat tetap cenderung turun yang berarti vulkanisat karet mempunyai ketahanan pampat baik. Hal ini dapat disebabkan karena kemungkinan ikatan silang yang terbentuk makin besar sehingga vulkanisat makin kuat dan tidak mudah berubah bentuk. Sebaliknya makin banyak AZDM yang ditambahkan menyebabkan pori-pori yang terbentuk makin banyak dan akibatnya ketahanan pampat cenderung turun. Dengan demikian makin kecil AZDM dalam vulkanisat karet menyebabkan porositas makin rendah sehingga vulkanisat lebih tahan terhadap pampatan

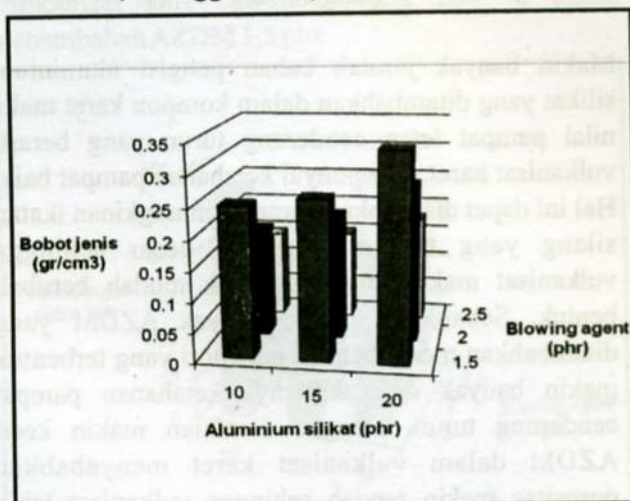
Bobot jenis karet mikroseluler

Pada Gambar 6 terlihat bahwa makin banyak aluminium silikat yang ditambahkan maka bobot jenis

Tabel 2. Ketahanan retak lentur (150.000 kali) karet mikroseluler

Perbandingan Filler : Blowing Agent	Hasil Uji		
	1	2	3
10 : 1,5	Baik, tidak retak	Baik, tidak retak	Baik, tidak retak
15 : 1,5	Baik, tidak retak	Baik, tidak retak	Baik, tidak retak
20 : 1,5	Baik, tidak retak	Baik, tidak retak	Baik, tidak retak
10 : 2	Baik, tidak retak	Baik, tidak retak	Baik, tidak retak
15 : 2	Baik, tidak retak	Baik, tidak retak	Baik, tidak retak
20 : 2	Baik, tidak retak	Baik, tidak retak	Baik, tidak retak
10 : 2,5	Baik, tidak retak	Baik, tidak retak	Baik, tidak retak
15 : 2,5	Baik, tidak retak	Baik, tidak retak	Baik, tidak retak
20 : 2,5	Baik, tidak retak	Baik, tidak retak	Baik, tidak retak

cenderung naik. Sebaliknya makin banyak bahan pengembang AZDM yang ditambahkan, bobot jenis turun. Ini disebabkan karena makin banyak bahan pengembang AZDM yang ditambahkan dalam kompon karet, maka makin banyak pori-pori yang terbentuk, sehingga bobot jenis turun.



Gambar 6 : Bobot jenis karet mikroseluler dengan variasi penambahan bahan pengisi dan bahan pengembang

Penambahan AZDM 1,5-2,5 phr ke dalam kompon

karet dengan berbagai variasi penambahan bahan pengisi mulai 10, 15 dan 20 phr ternyata dapat terdispersi dengan baik dan merata sehingga gas yang terbentuk sebagai hasil dekomposisi AZDM pada saat vulkanisasi membentuk struktur pori yang baik yaitu homogen ukurannya dan merata ke seluruh massa vulkanisat karet. Bobot jenis sampel dari semua formula karet mikroseluler berkisar 0,146-0,34 g/cm³. Bobot jenis dari semua formula yang diteliti kurang dari 1 g/cm³ berarti vulkanisat karet bersifat ringan.

Berdasarkan hasil uji sifat fisis vulkanisat karet mikroseluler yang meliputi kuat tarik, perpanjangan putus, ketahanan kikis Grasselli, kekerasan, pampatan tetap, bobot jenis dan ketahanan retak lentur, dapat dikemukakan bahwa formula yang merupakan kombinasi penambahan aluminium silikat 20 phr dan AZDM 1,5 phr menghasilkan vulkanisat karet mikroseluler yang mempunyai sifat fisis terbaik. Pengaruh penambahan bahan pengisi dan bahan pengembang terhadap struktur mikro pori karet mikroseluler seperti disajikan pada Gambar 7, 8 dan Gambar tersebut memperlihatkan struktur pori pada berbagai kadar blowing agent mulai dari 1,5, 2 dan 2,5 phr pada kadar filler yang sama yakni 15 phr.

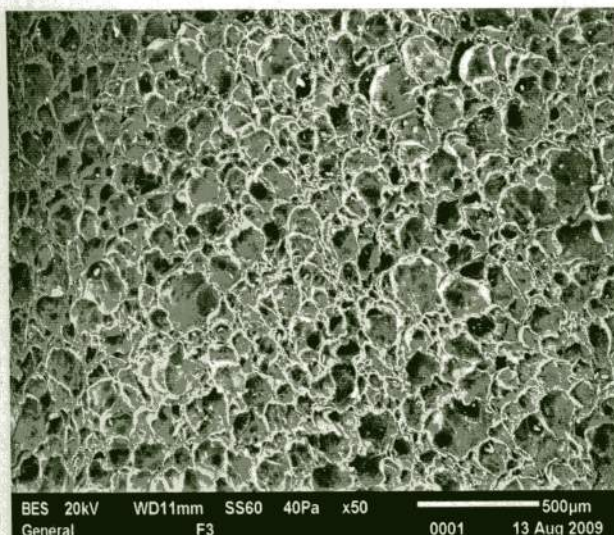
Pada gambar 7, 8 dan 9 tampak bahwa pada kadar bahan pengisi yang sama dan makin kecil kadar bahan pengembang yang ditambahkan terbentuk struktur mikro-pori lebih kecil dan halus. Sebaliknya makin banyak kadar bahan pengembang, struktur mikro pori yang terbentuk makin banyak dan besar ukurannya.

Ketahanan retak lentur karet mikroseluler

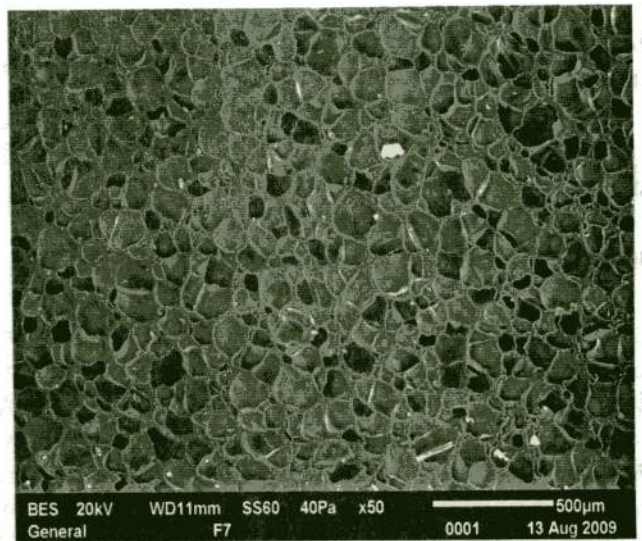
Ketahanan retak lentur merupakan salah satu persyaratan yang penting menurut SNI. 12-0778-1989 karena ketahanan retak lentur sebagai indikator ketahanan vulkanisat karet terhadap pembungkukan yang berulang-ulang yang banyak dialami dalam penggunaan alas kaki. Ketahanan retak lentur karet mikroseluler dengan variasi penambahan bahan pengisi dan bahan pengembang disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan data hasil uji ketahanan retak lentur 150 kcs (kilocycles) pada Tabel 2, menunjukkan bahwa penambahan bahan pengisi berpengaruh secara nyata ($p \leq 0,05$) terhadap ketahanan retak lentur. Penambahan aluminium silikat sampai 20 phr masih memenuhi sifat ketahanan retak lentur yakni baik dan tidak retak pada pembungkukan 150.000 kali (150 kcs). Hal ini disebabkan karena meskipun kadar bahan pengisi yang ditambahkan dalam kompon karet relatif besar, maka dengan diimbangi penambahan bahan pengembang, terbukti vulkanisat karet lebih lunak dan fleksibel.

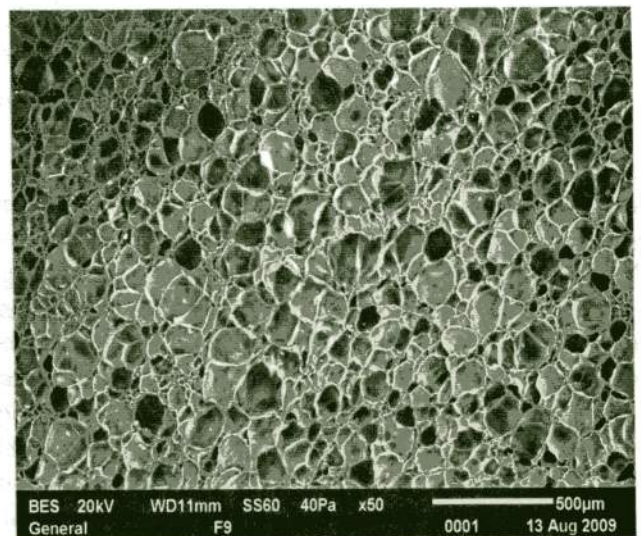
Berbagai formula percobaan dengan variasi penambahan aluminium silikat 10-20 phr dan AZDM 1,5-2,5 phr memberikan ketahanan retak lentur yang baik.



Gambar 7. Struktur mikro pori dengan AZDM 1,5 phr



Gambar 8. Struktur mikro pori dengan AZDM 2 phr



Gambar 9. Struktur mikro pori dengan AZDM 2,5 phr

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Formula terbaik kompon karet mikroseluler adalah kombinasi penambahan bahan pengisi aluminium silikat 20phr dan AZDM 1,5phr. Karet mikroseluler hasil formulasi terbaik mempunyai kuat tarik 42,75 kg/cm², perpanjangan putus 204%, ketahanan kikis Grasselli 2,79 mm³/kgm, kekerasan 50,6 shore A, pampat tetap 33,12 %, bobot jenis 0,34 g/cm³ dan ketahanan retak lentur = baik, tidak retak.

Saran

Formula hasil penelitian ini perlu diaplikasikan untuk pembuatan alas kaki.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1984. *Formulary for the Rubber Industry*. Bayer Rubber Chemicals Division, Bombay, India.
- Anonim. 2008. *Aprisindo News*. Asosiasi Persepatuan Indonesia, Jakarta.
- Barlow, Fred W. 1993. *Rubber Compounding. Principles, Materials and Techniques*. Second edition. Marcell Dekker Inc. New York.
- Eirick, F.R. 1978. *Science and Technology of Rubber*, Academic Press Inc., New York.
- Franta, I. 1989. *Elastomer and Rubber Compounding Materials Manufacture, Properties and Applications*. Elsevier Science Publishing Company, Inc., New York.
- Hofmann, W. 1989. *Rubber Technology Hand Book*. Hauser Publisher. Munich.
- Maurya, G.P. 1981. *Rubber Technology and Manufacture*. SBP Board of Consultants and Engineers, Small Business Publications, Roop Nagar, Delhi.
- Morton, M., 1987. *Rubber Technology*. 3rd edition. Van Nostrand Reinhold, New York.
- SNI. 06-1004-1989 : Karet Busa Lateks. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- SNI. 12-0778-1989 : Sol Karet Cetak. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.