

PENGARUH FILLER CAMPURAN SILIKA DAN KULIT KERANG DARAH TERHADAP SIFAT MEKANIS KOMPON SOL SEPATU DARI KARET ALAM

A. Rasyidi Fachry*, Tuti Indah Sari*, Sthevanie, Susi Susanti

*Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jln. Raya Palembang Prabumulih Km. 32 Inderalaya Ogan Ilir (OI) 30662
Email: kagakukogaku_unsri@yahoo.com

Abstrak

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki banyak potensi perkebunan, salah satunya karet alam yang dapat meningkatkan sumber devisa negara. Pembuatan barang jadi karet seperti sol sepatu dapat meningkatkan nilai karet alam dan dapat mengembangkan industri berbahan baku karet alam. Pada penelitian ini dipelajari pengaruh penambahan campuran filler silika dan cangkang kerang terhadap sifat mekanis vulkanisat sol sepatu. Sifat mekanis yang didapat akan dibandingkan dengan standar mutu berdasarkan Standar Nasional Indonesia. Cangkang kerang digunakan sebagai pengganti filler non-hitam lainnya seperti CaCO_3 dan meningkatkan nilai ekonomis cangkang. Silika dan cangkang kerang yang digunakan terlebih dahulu dihaluskan dengan ukuran partikel 120 mesh. Hasil penelitian menunjukkan loading filler silika yang paling optimum ditunjukkan oleh sampel A-3 dengan komposisi silika 60 phr yang memiliki kekuatan tarik yaitu $25,49 \text{ N/mm}^2$. Sifat fisik dan mekanis vulkanisat sol sepatu olahraga yang paling baik berdasarkan SNI 06-1884-1990 Ed.1.2. adalah sampel B-3 dengan komposisi filler silika 30 phr dan cangkang kerang 30 phr yang memiliki kekerasan sebesar 53 Shore A, kekuatan tarik sebesar $18,6276 \text{ N/mm}^2$, kekuatan sobek sebesar $12,7452 \text{ N/mm}^2$, dan ketahanan abrasi sebesar 439 mm^3 .

Kata kunci : karet alam, filler, silika, cangkang kerang, sifat mekanis sol sepatu.

Abstract

Indonesia is an agricultural country that has a lot of potential plantation, one of which is natural rubber that can increase the country's foreign exchange resources. Manufacture of finished goods such as rubber shoe soles can increase the value of natural rubber and can develop a natural rubber-based industry. This research studied the influence of the addition of a mixture of silica and shells filler against mechanical properties of vulkanisat shoe soles. Mechanical properties obtained are compared with the standard quality based on the national standards of Indonesia. Shells are used as a substitute for other non-black filler such as CaCO_3 and increase the economic value of the seashell. Silica and shells used first mashed with a 120 mesh particle size. The results showed silica filler loading of the most optimum demonstrated by the sample A- 3 with silica composition 60 phr that has a tensile strength that is $25,49 \text{ N/mm}^2$. Physical and mechanical properties of vulkanisat soles sports shoes

Keywords : natural rubber, filler, silica, shells, mechanical properties of shoe sole

1. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara eksportir karet alam. Akan tetapi, perkembangan industri barang jadi berbasis karet alam sangat minim. Hal ini terbukti dengan besarnya nilai impor karet sintetik oleh industri hilir. Besarnya permintaan produk karet sintetik oleh industri secara umum disebabkan oleh spesifikasi produk yang diinginkan tidak dapat dipenuhi oleh produk karet alam olahan yang ada saat ini. Untuk dapat memenuhi spesifikasi produk karet tersebut, diperlukan pengembangan riset dan penggunaan teknologi yang lebih maju, mulai dari pembuatan formulasi sampai pada proses manufakturnya.

Saat ini, jumlah produksi dan konsumsi karet alam jauh berada di bawah penggunaan karet sintesis, tetapi sesungguhnya karet alam belum dapat digantikan oleh karet sintesis. Bagaimanapun, keunggulan yang dimiliki karet alam sulit ditandingi oleh karet sintesis. Adapun kelebihan-kelebihan yang dimiliki karet alam dibanding dengan karet sintesis adalah:

- a. Memiliki daya elastis atau daya lenting yang sempurna
- b. Memiliki plastisitas yang baik sehingga pengolahannya mudah
- c. Mempunyai daya aus yang tinggi
- d. Tidak mudah panas
- e. Memiliki daya tahan yang tinggi terhadap keretakan (*groove cracking resistance*)

Walaupun demikian, karet sintesis memiliki kelebihan seperti tahan terhadap berbagai zat kimia dan harganya yang cenderung bisa dipertahankan supaya tetap stabil.

Sifat-sifat karet yang terpenting untuk menjamin mutunya adalah:

- a. Viskositasnya harus rendah
- b. Ketahanan oksidasi harus cukup tinggi
- c. Sifat-sifat pematangan harus cepat matang tanpa penyaluran terlalu cepat
- d. Kadar zat tambahan dan kotoran harus serendah mungkin.

Sol adalah salah satu bagian bawahan sepatu yang merupakan unsur penentu kualitas sepatu. Kualitas sol karet sebagai komponen bawahan sepatu atau alas kaki, sangat ditentukan oleh sifat – sifat fisisnya, antara lain : tegangan putus, perpanjangan putus, kekerasan, pampatan tetap, bobot jenis, dan

ketahanan retak lentur (Prayitno, 1983 dalam Rahmawati, 2009).

Karet alam dapat dibentuk menjadi granula (bubuk karet) dan dilarutkan dalam minyak. Karet alam dapat menegang (menghablur/mengkristal) dimana memperlihatkan daya regang dan kekuatan sobek yang tinggi serta ketahanan kikis yang tinggi. Karet alam digolongkan ke dalam elastomer (polimer yang memiliki sifat keelastisan) untuk penggunaan umum karena dapat digunakan sebagai bahan baku berbagai jenis dan tipe barang jadi karet yang disukai dikarenakan keunggulan sifat-sifat seperti daya pantul, elastisitas, daya lengket, dan daya cengkeram yang baik serta mudah untuk digiling. Ikatan utama dari karet alam adalah ikatan tidak jenuh (ikatan rangkap) sehingga menyebabkan tidak tahan terhadap oksigen, ozon, cahaya, dan panas..

Karet alam tidak tahan terhadap minyak, asam pengoksidasi dan memiliki ketahanan terbatas terhadap asam mineral serta akan mengembang jika terkena senyawa hidrokarbon aromatik, alifatik dan hidrokarbon halogen. Namun, karet alam tahan terhadap beberapa bahan kimia anorganik selain bahan tersebut. Karet alam dapat dibuat ikatan silang (vulkanisasi) dengan menggunakan metode sulfur, sistem donor sulfur, peroksida, vulkanisasi dan radiasi isosianat, tetapi sulfur adalah yang paling banyak digunakan.

Dalam proses pembuatan barang jadi karet, karet alam harus dibuat menjadi kompon terlebih dahulu (*compounding*). Kompon karet adalah karet alam padat yang ditambah dengan berbagai bahan kimia untuk memberikan sifat barang jadi karet yang diinginkan (Barlow, 1993). Dalam pembuatan kompon karet, setidaknya terdapat tiga faktor yang harus diperhatikan, yaitu:

- a. Komposisi kompon
- b. Karakteristik pengolahan
- c. Biaya yang dibutuhkan (P3 Bogor, 1985)

Kompon karet pada umumnya mengandung enam atau lebih bahan kimia karet tergantung dari karakteristik barang jadi karet yang diinginkan. Bahan-bahan kimia tersebut memiliki fungsi spesifik dan mempunyai

pengaruh terhadap sifat karakteristik pengolahan dan harga dari komponen karetnya.

Bahan pembuatan formulasi/kompon karet alam, memiliki beberapa pilihan bahan kimia tambahan untuk meningkatkan kualitas vulkanisat produk karet alam. Bahan kimia tersebut memberikan sifat mekanik yang spesifik terhadap vulkanisat produk karet yang akan dibentuk. Bahan kimia yang biasa ditambahkan dalam proses pembuatan kompon dari karet alam adalah bahan vulkanisasi (sulfur atau non-sulfur), bahan pengaktivasi, bahan pencepat, bahan pengisi, dan bahan pelindung.

Salah satu bahan aditif yang paling berpengaruh dalam pembuatan kompon karet adalah *filler*. Sifat fisik karet alam dapat diperkuat dengan penambahan *filler*. Dalam penelitian ini digunakan *filler* campuran antara *filler* aktif (silika) dan non aktif (cangkang kerang darah). *Filler* aktif dapat meningkatkan kuat tarik, ketahanan sobek, modulus, *hardness*, ketahanan abrasi, dan masih banyak lagi. Sedangkan *filler* non aktif tidak dapat memperbaiki sifat mekanis kompon, hanya untuk menambah volume dan mengurangi biaya produksi kompon.

Silika merupakan senyawa logam oksida yang banyak terdapat di alam, namun keberadaannya di alam tidak dalam kondisi bebas melainkan terikat dengan senyawa lain baik secara fisik maupun secara kimia. Penggunaan silika banyak dalam industri-industri, dikarenakan sifat dan morfologinya yang unik, diantaranya: luas permukaan dan volume porinya yang besar, dan kemampuan untuk menyerap berbagai zat seperti air, oli dan bahan radioaktif. Pada umumnya silika bisa bersifat *hidrofobik* ataupun *hidrofilik* sesuai dengan struktur dan morfologinya (Nugroho, dkk. 2006).

Selain itu silika juga bersifat non konduktor, memiliki ketahanan terhadap oksidasi dan degradasi termal yang baik, jika dipadukan dengan karet alam, maka akan membentuk komposit karet alam silika yang akan menunjukkan kemampuannya untuk memperbaiki kinerja sebuah komposit baik sifat mekanik, optik, listrik maupun ketahanannya terhadap korosi jika dibandingkan dengan komposit berpenguat lainnya. Kinerja yang

lebih baik tersebut terbentuk disebabkan adanya ikatan *interface* antara SiO₂ dengan karet alam.

Penggunaan silika sebagai *filler* karet alam sudah tidak asing lagi karena telah digunakan sejak awal abad ke-20. Penambahan silika pada kompon karet dapat memberikan banyak keuntungan seperti peningkatan dalam ketahanan sobek, pengurangan penumpukan panas, dan peningkatan adhesi senyawa dalam produk multikomponen seperti ban. Dua sifat utama silika yang mempengaruhi sifat fisik kompon adalah ukuran partikel dan tingkat hidrasi. Sifat sekunder lainnya yang mempengaruhi kompon karet adalah pH, komposisi kimia, dan oil absorption.

Silika merupakan senyawa amorphous yang mengandung silikon dan oksigen yang tersusun dalam struktur tetrahedral. Ukuran partikel silika bervariasi antara 1 sampai 30 nm dengan luas permukaan dari 20 sampai 300 m²/g.

Tingkat kekuatan kompon yang diberikan oleh silika lebih rendah jika dibandingkan dengan karbon black pada ukuran partikel yang sama. Penyimpanan silika harus di tempat yang memiliki kelembaban rendah karena gugus silanol pada permukaan silika dapat menyerap uap air sehingga mempengaruhi keasaman silika. Hal ini dapat menghambat vulkanisasi, diperlukan pencepat lebih banyak dan bahan tambahan seperti senyawa amina, glycol dan *coupling agent* seperti silane. Silane harus ditambahkan kedalam karet sebelum bahan lain ditambahkan kedalam karet sebelum bahan lain ditambahkan, jika tidak fungsinya sebagai *coupling agent* akan hilang.

Penambahan silika sintesis ke dalam beberapa polimer menghasilkan perubahan pada sifat fisis dan rheological, yang dipengaruhi oleh ukuran partikel dan densitas silanol groups pada permukaannya. Pengolahan karet dengan pengisi silika diperlukan suhu lebih tinggi untuk mengurangi uap air karena silika bersifat higroskopis.

Umumnya penggunaan silika akan lebih meningkatkan kekuatan kompon elastomer dari NBR dan CR dibandingkan dengan polimer nonpolar seperti karet alam dan SBR. Akan tetapi, hal tersebut dapat diatasi dengan penambahan *silane coupling agent*.

Penelitian mengenai silika sebagai bahan pengisi kompon karet telah banyak dilakukan. Davies (1994) dalam Darwin (2006) menyatakan bahwa silika digunakan sebagai *filler* pada produk kompon non-black. Fetterman (1973) dalam Hildayati (2009) meneliti bahwa lamanya waktu vulkanisasi ditentukan oleh total luas permukaan silika, sedangkan komposisi sulfur ditentukan oleh ukuran partikel dan komposisi total silika.

Suhaida (2011) meneliti tentang pengaruh bentuk partikel silika terhadap kompon karet. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi bentuk partikel tidak berpengaruh terhadap *cure time* dan *scorch time* tapi berpengaruh terhadap sifat mekanis kompon.

Cangkang kerang darah digunakan sebagai *filler* karena mengandung kalsium karbonat dan juga dapat meningkatkan nilai ekonomis dari cangkang kerang. Yuniati (2010) meneliti tentang penggunaan cangkang kerang kipas sebagai *filler*. *Filler* cangkang kerang kipas ini dapat menurunkan *swelling index* dan menaikkan sifat mekanis kompon.

Kerang laut (*Anadara grandis*) adalah salah satu dari jenis kerang yang banyak ditemukan di perairan Indonesia. Kerang ini banyak dikonsumsi masyarakat karena banyak mengandung protein. Jumlah kerang yang cukup berlimpah akan sebanding dengan jumlah limbah kulitnya yang selama ini sebagian besar hanya dibuang dan sebagian kecil dimanfaatkan sebagai pakan ternak, bahan baku pembuatan kosmetik, dan kerajinan tradisional.

Limbah kulit kerang mengandung senyawa kimia yang bersifat *pozzolan* yaitu zat kapur (CaCO_3) sebesar 98,70% sehingga dapat dijadikan sebagai alternatif *filler* karet alam karena kandungan CaCO_3 yang tinggi. Dengan demikian optimalisasi pemanfaatan limbah kulit kerang ini diharapkan dapat mengurangi limbah yang mencemari lingkungan dan dapat memberi nilai tambah terhadap limbah kulit kerang tersebut.

Banyaknya kandungan mineral kalsium sebagai pembentuk tulang dan mineral (Cu, Fe, Zn, dan Si) yang berfungsi sebagai antioksidan serta proksimat dari kerang darah (*Anadara granosa*) dapat dilihat pada Tabel 1. Komposisi

kimia serbuk cangkang kerang darah (*Anadara granosa* Linn.)

Tabel 1. Kandungan Kimia Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa*)

Komponen	Kandungan (%) berat)
CaCO_3	98,7
Na	0,9
P	0,02
Mg	0,05
Fe, Cu, Ni, B, Zn, dan Si	0,2

Berdasarkan uraian di atas maka peneliti mencoba untuk memanfaatkan limbah cangkang kerang darah dan silika sebagai bahan pengisi melalui proses pencampuran bahan-bahan kimia yang lain untuk membentuk kompon sol sepatu.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan metode eksperimen yang data – datanya diperoleh dengan jalan melakukan eksperimen. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Penelitian Balai Riset dan Standarisasi Industri Sumatera Selatan di kota Palembang.

Adapun variabel yang akan ditinjau pada saat melakukan penelitian ini adalah variasi penambahan *filler* aktif (silika) untuk menentukan jumlah optimum penambahan *filler* terhadap kompon. Selain itu terdapat juga variasi penambahan *filler* silika dan kerang darah (*Anadara Granosa*) pada komposisi pembuatan kompon sebagai bahan dasar pembuatan sol sepatu. Jumlah *filler* yang digunakan untuk variasi campuran *filler* silika dan cangkang kerang darah ini adalah jumlah *filler* optimum yang didapat dari variasi sampel A. Berikut ini tabel komposisi masing – masing sampel:

Tabel 2. Komposisi *Filler* Silika pada Pembuatan Kompon Sol Sepatu (phr)

Filler	SAMPEL				
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
Silika	20	40	60	80	100

Tabel 3. Komposisi *Filler* Campuran pada Pembuatan Kompon Sol Sepatu (phr)

<i>Filler</i>	SAMPEL (phr)				
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅
Silika	60	45	30	15	0
Kerang Darah	0	15	30	45	60

Dalam pembuatan kompon sol sepatu olahraga dari karet alam dibutuhkan berbagai macam bahan kimia, yaitu MBTS dan DPG sebagai bahan pencepat. ZnO dan asam stearat sebagai bahan pengaktivasi untuk mengaktifkan bahan pencepat. TMQ sebagai antioksidan untuk mencegah oksidasi, 6-PPD sebagai antiozon. Silika dan cangkang kerang darah sebagai filler. White oil sebagai bahan pelunak. Dan sulfur sebagai vulkanisator.

Tabel 4. Komposisi Kompon Sol Sepatu Berpengisi Silika (phr)

Bahan	Sampel				
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
Karet Alam	100	100	100	100	100
ZnO	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Asam Stearat	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
<i>Filler</i> Silika	20	40	60	80	100
MBTS	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
DPG	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Sulfur	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
6-PPD	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Oil	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
TMQ	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

Alat yang digunakan dalam pembuatan kompon karet alam berpengisi silika dan cangkang kerang darah yaitu, *open roll mill*, timbangan digital, pisau, dan mesin press. Tahapan pembuatan kompon sol sepatu adalah:

Pembuatan Filler Dari Kulit Kerang

- 1) Pisahkan antara kulit kerang dengan isi.
- 2) Pembersihan dari kotoran-kotoran yang melekat langsung dibakar sampai menjadi abu atau bisa juga dimasukkan kedalam

oven dengan suhu 115°C selama 120 menit, lalu dijemur selama 12 jam di bawah sinar matahari.

- 3) Setelah itu kulit kerang dihancurkan di dalam crusher.
- 4) Kulit kerang yang sudah hancur kemudian dipisahkan atau diayak dengan menggunakan *sieve*.
- 5) Tepung kulit kerang yang lolos dari *sieve* dimasukkan dalam *ball mill* selama 3 jam untuk mendapatkan tepung kulit kerang yang lebih halus dan yang tidak lolos *sieve* dimasukkan dalam *crusher* lagi untuk mendapatkan hasil yang lebih halus
- 6) Setelah 3 jam, tepung kulit kerang kemudian dipisahkan atau diayak menggunakan *sieve* untuk mendapatkan tepung kulit kerang sesuai ukuran 120 mesh.

Tabel 5. Komposisi Kompon Sol Sepatu Berpengisi Filler Campuran (phr)

Bahan	Sampel				
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅
Karet Alam	100	100	100	100	100
ZnO	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Asam Stearat	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
<i>Filler</i> Silika	60	45	30	15	0
<i>Filler</i> Kerang Darah	0	15	30	45	60
MBTS	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
DPG	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Sulfur	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
6-PPD	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Oil	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
TMQ	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

Tahapan Pekerjaan yang Dilakukan

- 1) Persiapan bahan
Bahan kimia dari masing-masing formula kompon ditimbang sesuai dengan yang telah ditentukan. Jumlah dari setiap bahan didalam formula kompon dinyatakan dalam PHR (berat per seratus karet) dengan memperhatikan faktor konversinya.

- 2) *Mixing* (pencampuran)
 Proses pencampuran dilakukan dalam gilingan terbuka (*open mill*), yang telah dibersihkan. Selanjutnya dilakukan proses :
- a. Mastikasi Karet padat SIR 20 selama ± 15 menit dan mencapai suhu $40-70^{\circ}\text{C}$ dengan indikasi tidak ada bolongan lagi yang terdapat pada karet yang sedang dimastikasi.
 - b. Pencampuran Karet Padat SIR dengan bahan kimia :
 - a) Campurkan ZnO, giling bersama karet alam hingga ZnO sudah merata.
 - b) Campurkan Asam Stearat, giling hingga merata.
 - c) Campurkan MBTS, giling hingga merata.
 - d) Campurkan DPG, giling hingga merata.
 - e) Campurkan TMQ, giling hingga merata.
 - f) Campurkan 6 PPD, giling hingga merata.
 - g) Campurkan *filler*, giling hingga merata dan setelah merata campurkan oil hingga merata.
 - h) Campurkan sulfur, giling hingga merata.
 - i) Setelah campuran sudah dianggap homogen, kemudian diblending sebanyak 6 kali.
 - j) Lakukan langkah kerja ini untuk semua kompon.
- 3) Pembuatan Sol Sepatu Olahraga
- a. Siapkan lembaran kompon karet dengan tebal 5 mm, panjang 12 cm, lebar 10 cm atau disesuaikan dengan permukaan cetakan yang akan dilapisi karet.
 - b. Siapkan cetakan, bersihkan, kemudian cetakan diolesi dengan vaselin agar karet tidak lengket pada cetakan dan masukkan kompon karet ke dalam cetakan.
 - c. Selanjutnya permukaan cetakan dilapisi lembaran kompon karet yang telah dipersiapkan dan jangan ada udara yang terjebak pada lapisan karet.
 - d. Panaskan alat pres, masukan cetakan yang telah berisi kompon karet dan lakukan pengepresan pada temperatur 150°C selama 30 menit.

e. Setelah kompon matang, dinginkan dan buka cetakan, selanjutnya dilakukan finishing, sol sepatu dibersihkan dan dirapikan dengan memotong karet-karet yang lebih.

Sifat –sifat mekanis yang diuji adalah kekerasan, kekuatan tarik, ketahanan sobek, dan ketahanan abrasi. Sifat mekanis vulkanisat sol sepatu yang didapat disesuaikan dengan SNI 06-1884-1990 Ed.1.2.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pembuatan kompon sol sepatu olahraga dari karet alam dibutuhkan berbagai macam bahan kimia, yaitu MBTS dan DPG sebagai bahan pencepat. ZnO dan asam stearat sebagai bahan pengaktivasi untuk mengaktifkan bahan pencepat. TMQ sebagai antioksidan untuk mencegah oksidasi, 6-PPD sebagai antiozon. Silika dan cangkang kerang darah sebagai *filler*. *White oil* sebagai bahan pelunak. Dan sulfur sebagai *vulkanisator*.

Berikut ini merupakan SNI Sol Sepatu Olahraga yang digunakan sebagai acuan standar mutu yang baik terhadap kompon karet untuk dicetak sebagai sol sepatu olahraga :

Tabel 6. Spesifikasi Sol Karet Sepatu Olahraga (SNI 06-1884-1990 Ed.1.2).

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	FISIKA		
	Tebal Tanpa Kembangan	mm	minimal 2.0
	Tegangan Putus	N/mm ²	minimal 10
	Perpanjangan Putus (%)	-	minimal 250
	Kekerasan	Shore A	50-70
	Ketahanan Sobek	N/mm ²	minimal 5.8
	Perpanjangan Tetap (50%)	-	maksimal 4
	Bobot Jenis	g/cm ³	maksimal 1.3
	Ketahanan Kikis Grasseli	mm ³	maksimal 1.0
	Ketahanan Retak-Lentur (tidak retak)	kcs	minimal 250

2. ORGANOLEPTIS		
Keadaan dan atau penampakan sol	-	Tidak cacat dan atau rusak yang berupa sobek, lubang, lepuh, retak, goresan, dan warna

Untuk memenuhi standar mutu, karet alam dicampur dengan bahan kimia seperti yang telah dijelaskan di atas untuk meningkatkan sifat mekanis dari produk sol sepatu olahraga dengan bahan baku karet alam agar sesuai dengan syarat standar mutu (SNI 06-1884-1990 Ed.1.2).

Untuk mengetahui komposisi *filler* yang optimum dalam kompon karet alam, dilakukan pengujian sifat fisik berupa *tensile strength* pada kompon karet dengan loading penambahan *filler* silika. Hasil pengujian *tensile strength* terhadap loading penambahan silika ditunjukkan pada tabel 7.

Hasil pengujian sifat mekanis kompon sol sepatu olahraga berpengisi campuran silika dan cangkang kerang darah (sampel B) ditunjukkan pada tabel 8.

Tabel 7. Hasil Pengujian *Loading Filler* Silika terhadap *Tensile strength*

Parameter Uji	Sampel					
	A0	A1	A2	A3	A4	A5
Tensile Strength (N/mm ²)	4.2	22.5	20.6	25.5	18.6	19.6

Tabel 8. Hasil Pengujian Sifat – Sifat Fisik Vulkanisat Sol Sepatu Olahraga

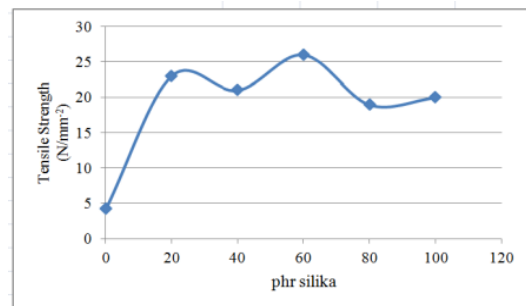
Parameter Uji	Sampel				
	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	B ₅
Hardness (Shore-A)	52	53	53	53.5	52.5
Tensile Strength (N/mm ²)	25.49	15.69	18.63	20.59	17.65
Tear Resistance (N/mm ²)	9.8	9.8	12.75	9.8	10.78
Abrasion Resistance (mm ³)	526	476	439	429	422

Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik merupakan parameter untuk mengetahui ketahanan putus vulkanisat karet alam jika diberi gaya. Variabel penelitian mengenai Pengaruh *Filler* Campuran Silika dan

Kulit Kerang Darah Terhadap Sifat Mekanis Kompon Sol Sepatu Olahraga dari Karet Alam ada dua macam, yaitu variabel penambahan *filler* silika dan *filler* campuran silika dan cangkang kerang darah. Variasi penambahan *filler* silika dalam kompon sol sepatu olahraga dengan bahan baku karet alam ditunjukkan pada tabel 7. Hasil analisa pengaruh *filler* silika terhadap kekuatan tarik vulkanisat karet alam ditunjukkan pada gambar 1.

Dari grafik kita mengetahui bahwa kompon karet dengan nilai kekuatan tarik optimum adalah pada penambahan 60 phr *filler* silika, yaitu 25,49 N/mm². Oleh karena itu, pada penelitian ini kompon karet dengan penambahan 60 phr *filler* digunakan sebagai komposisi optimum pada variasi penambahan *filler* campuran antara silika dan cangkang kerang darah. Hal ini dikarenakan *filler* terdispersi merata pada kompon karet.



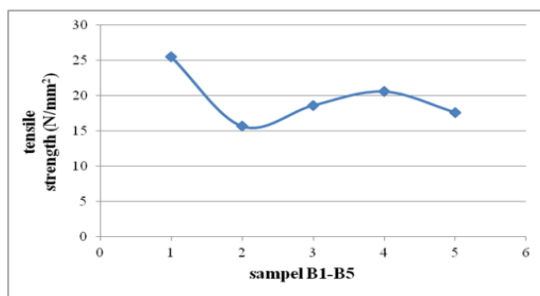
Gambar 1. Pengaruh Penambahan Silika terhadap Kekuatan Tarik Vulkanisat

Penambahan *filler* silika akan meningkatkan kekuatan tarik vulkanisat karet alam. Pada kompon tanpa silika (0 phr silika), kekuatan tarik hanya menunjukkan nilai 4.2 N/mm². Hal tersebut karena tidak ada penambahan *filler* sebagai bahan penguat sehingga kekuatan tarik kompon tersebut rendah. Pada grafik terjadi penurunan nilai kekuatan tarik pada vulkanisat dengan kandungan 40 phr *filler* silika. Kami mengasumsikan penyimpangan tersebut terjadi dikarenakan waktu penggilingan kompon kurang lama sehingga dispersi silika dalam kompon tersebut tidak merata. Kekuatan tarik meningkat seiring dengan penambahan *filler*. Akan tetapi kekuatan tarik kompon karet alam dengan penambahan 80 phr *filler* silika mengalami penurunan.

Peningkatan nilai kekuatan tarik selama penambahan filler silika berhubungan dengan interaksi antara bahan pengisi (filler) dengan karet. Interaksi antara bahan pengisi dengan karet dipengaruhi oleh derajat pendispersian pengisi dengan karet. Dispersi bahan pengisi yang lebih merata menghasilkan permukaan yang lebih luas bagi interaksi filler dan karet alam sehingga proses vulkanisasi menjadi lebih maksimum (Chuayjuljit, S, 2002).

Kekuatan tarik menurun pada sampel B4, hal tersebut berkaitan dengan pembentukan agregat yang besar (*agglomerate*) dari partikel filler untuk membentuk domain seperti benda asing. Penambahan filler yang terlalu banyak akan menyebabkan filler membentuk *agglomerate* sehingga menghambat proses vulkanisasi dan menurunkan nilai kekuatan tarik kompon karet alam (Indra Surya, 2006).

Pada penelitian ini, kompon karet alam dengan komposisi *filler* 60 phr dijadikan titik optimum untuk variasi penambahan *filler* campuran silika dan cangkang kerang darah yang dapat dilihat di tabel 3. Hasil analisa pengaruh penambahan campuran *filler* silika dan karet alam terhadap kekuatan tarik vulkanisat sol sepatu olahraga ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh Penambahan Silika dan Cangkang Kerang Darah terhadap Kekuatan Tarik Vulkanisat

Dari gambar diketahui bahwa vulkanisat B-1 dengan komposisi 60 phr silika dan 0 phr cangkang kerang darah memiliki nilai kekuatan tarik yang paling tinggi. Hal tersebut dikarenakan silika merupakan salah satu *filler* aktif yang dapat memperbaiki sifat mekanis karet alam. Gambar mengalami penurunan untuk sampel B-2 karena adanya pencampuran *filler* aktif dan non-aktif. Kekuatan tarik

optimum pada *filler* campuran silika dan cangkang kerang darah ditunjukkan oleh sampel B-4 yaitu sebesar 20,59 N/mm².

Kekuatan tarik vulkanisat kembali mengalami penurunan pada sampel B-5. Hal ini dikarenakan sampel B-5 hanya mengandung *filler* non-aktif yaitu cangkang kerang darah. *Filler* non-aktif berupa cangkang kerang darah hanya menambah volume kompon karet dan sedikit memperbaiki sifat mekanis kompon tersebut (Rahmawati, 2009).

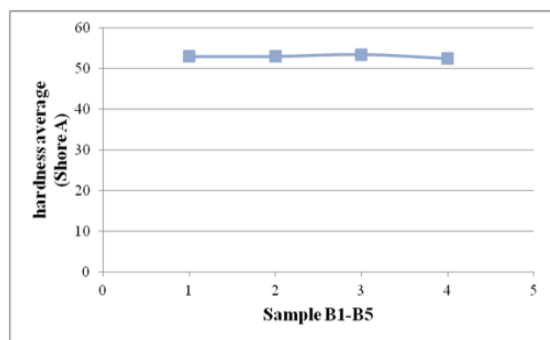
Selain penggunaan filler aktif dan nonaktif, faktor yang juga mempengaruhi nilai kekuatan tarik vulkanisat adalah ukuran partikel filler yang digunakan. Pada penelitian ini digunakan filler silika dengan ukuran 80 mesh dan filler cangkang kerang darah dengan ukuran 120 mesh. Nilai kekuatan tarik sampel B3 kembali meningkat karena rasio cangkang kerang dalam komposisi semakin meningkat. Semakin kecil ukuran partikel filler yang digunakan, akan memberikan nilai kekuatan tarik vulkanisat yang semakin baik (Atur, 2012).

Berdasarkan nilai kekuatan tarik kompon dengan *filler* campuran silika dan cangkang kerang darah, semua sampel memenuhi syarat standar mutu sol karet sepatu olahraga (SNI 06-1884-1990 Ed.1.2)

Kekerasan (*Hardness Shore A*)

Kekerasan merupakan ukuran kekakuan dari kompon karet. Semakin lentur produk karet alam, semakin rendah kekerasan (*hardness*) produk tersebut. Kekerasan juga merupakan salah satu parameter uji untuk sol karet sepatu olahraga. Berdasarkan SNI 06-1884-1990 Ed.1.2, nilai kekerasan untuk produk sol karet adalah sebesar 50 – 70 shore A.

Berdasarkan hasil analisa, diperoleh gambar pengaruh *filler* campuran terhadap kekerasan vulkanisat produk yang ditunjukkan pada gambar 3.



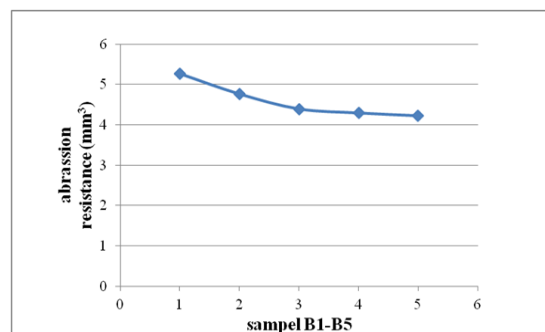
Gambar 3. Pengaruh Penambahan Silika dan Cangkang Kerang Darah terhadap Kekerasan Vulkanisat

Nilai kekerasan untuk setiap sampel B menunjukkan hasil yang hampir sama dan memenuhi syarat standar mutu SNI 06-1884-1990 Ed.1.2. Kekerasan kompon karet dipengaruhi jumlah phr karet alam, *filler*, MBTS, DPG, dan sulfur. Karet alam, *filler*, MBTS, DPG, dan sulfur akan menambah nilai kekerasan kompon sedangkan penambahan bahan pelunak akan mengurangi nilai kekerasan kompon (Victor, 2014).

Nilai kekerasan untuk setiap sampel B menunjukkan hasil yang hampir sama dan memenuhi syarat standar mutu SNI 06-1884-1990 Ed.1.2. Hal ini dikarenakan komposisi *filler* untuk sampel B sama yaitu 60 phr sehingga nilai untuk kekerasan masing – masing vulkanisat relatif sama.

Ketahanan Kikis

Ketahanan kikis atau *abrasion resistance* merupakan kemampuan produk jadi karet untuk menahan abrasi akibat adanya gaya gerak. Gambar yang menunjukkan pengaruh *filler* campuran silika dan cangkang kerang darah ditunjukkan pada gambar 4.



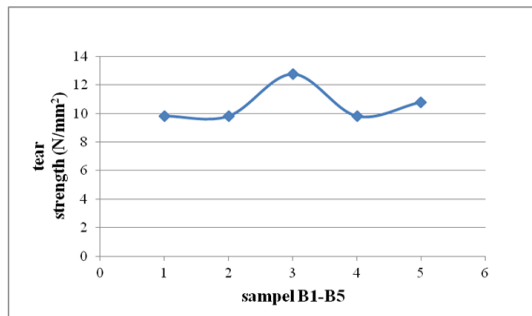
Gambar 4. Pengaruh Penambahan Silika dan Cangkang Kerang Darah terhadap Ketahanan Kikis Vulkanisat

Ketahanan kikis pada grafik tersebut menunjukkan volume vulkanisat (mm^3) yang terkikis. Dari grafik kita mengetahui bahwa vulkanisat sampel B1 dengan *filler* silika 60 phr mempunyai ketahanan kikis yang rendah yaitu 5.26 mm^3 . Hal ini dikarenakan penggunaan silika memiliki permukaan yang mengandung gugus silanol yang dapat mengabsorpsi air sehingga keasaman permukaannya menjadi tinggi. Hal tersebut dapat menghambat vulkanisasi sehingga diperlukan pencepat lebih banyak dan bahan tambahan seperti senyawa amina, glycol dan *coupling agent* seperti silane. Silane harus ditambahkan kedalam karet sebelum bahan lain ditambahkan, jika tidak fungsinya sebagai *coupling agent* akan hilang. Oleh karenanya, silika sebagai *filler* aktif tidak bisa memperbaiki sifat ketahanan kikis kompon karet alam. Untuk meningkatkan ketahanan kikis vulkanisat, penambahan *filler* silika harus dibarengi dengan penambahan silane *coupling agent* (Betty L. Lopez, 2005)

Vulkanisat sampel B5 dengan *filler* cangkang kerang 60 phr memiliki ketahanan abrasi yang tinggi. Akan tetapi, nilai ketahanan kikis yang ditunjukkan oleh semua sampel tidak memenuhi standar mutu menurut SNI 06-1884-1990 Ed.1.2. Ketahanan kikis dapat ditingkatkan dengan penambahan silane *coupling agent* seperti yang telah dijelaskan untuk memperkuat ikatan antara karet alam dan *filler* silika.

Ketahanan Sobek

Ketahanan sobek adalah parameter untuk mengetahui ketahanan vulkanisat terhadap robekan atau sobekan. Ketahanan sobek merupakan salah satu faktor penting dalam parameter uji sol sepatu. Ketahanan sobek yang tinggi menghasilkan vulkanisat sol sepatu yang semakin baik sehingga waktu pakai produk semakin lama. Hasil analisa pengaruh penambahan *filler* campuran silika dan cangkang kerang darah terhadap ketahanan sobek (*tear strength*) ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh Penambahan Silika dan Cangkang Kerang Darah terhadap Ketahanan Sobek Vulkanisat

Berdasarkan gambar diketahui bahwa vulkanisat yang memiliki nilai ketahanan sobek optimum adalah sampel B-3 yaitu sebesar 12,745 N/mm². Berdasarkan hasil analisa sifat fisik vulkanisat sol sepatu, dapat diketahui bahwa sampel B-3 dengan komposisi *filler* silika 30 phr dan cangkang kerang 30 phr memiliki sifat mekanis yang paling baik untuk digunakan sebagai produk sol sepatu olahraga. Perbandingan sifat mekanis vulkanisat sampel B-3 dan standar mutunya dapat dilihat di tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan Sifat Mekanis Vulkanisat Sampel B-3 dan SNI 06-1884-1990 Ed.1.2.

No	Parameter Sifat Mekanis	Sampel B-3	SNI 06-1884-1990 Ed.1.2.
1.	<i>Hardness</i> , shore A	52-54	50-70
2.	<i>Tensile strength</i> , N/mm ²	18.6276	minimal 10
3.	<i>Tear Resistance</i> , N/mm ²	12.7452	minimal 5.8
4.	<i>Abrasion Resistance</i> , mm ³	4.39	maksimal 1.0

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil analisa penelitian tentang Pengaruh *Filler* Campuran Silika dan Kulit Kerang Darah Terhadap Sifat Mekanis Kompon Sol Sepatu dari Karet Alam diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Penambahan *filler* silika akan memperbaiki *tensile strength* kompon, akan tetapi

penambahan silika yang terlalu banyak akan menurunkan kekuatan tarik kompon dikarenakan dispersi *filler* dalam kompon tidak merata.

2. Loading *filler* silika yang paling optimum ditunjukkan oleh sampel A-3 dengan komposisi silika 60 phr yang memiliki kekuatan tarik yaitu 25,49 N/mm².
3. Kompon karet dengan komposisi *filler* campuran silika dan cangkang kerang darah dapat memperbaiki sifat mekanis kompon tersebut sehingga cangkang kerang darah dapat dijadikan salah satu alternatif *filler* pada pembuatan kompon karet alam.
4. Penggunaan cangkang kerang darah sebagai *filler* dapat meningkatkan ketahanan abrasi vulkanisat sol sepatu jika dibandingkan dengan penggunaan silika sebagai *filler*.
5. Sifat fisik dan mekanis vulkanisat sol sepatu olahraga yang paling baik berdasarkan SNI 06-1884-1990 Ed.1.2. adalah sampel B-3 dengan komposisi *filler* silika 30 phr dan cangkang kerang 30 phr.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan hasil analisa yang telah diperoleh, maka disarankan agar penelitian mengenai kompon karet alam berbahan pengisi silika dapat menambahkan senyawa silane sebagai *silane coupling agent* untuk mengoptimalkan sifat fisik kompon karet alam tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- A, A. Achyar. (2008). *Pengantar Seputar Perekat Karet*. Balai Penelitian Teknologi Karet. Bogor.
- Alfa & Honggokusumo Suharto. 1996. *Bahan Kimia Penyusun Kompon*. Balai Industri Teknologi Karet. Bandung.
- Anonym. (2008). *Praktek Pembuatan Kompon Karet*. Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik. Yogyakarta.
- Ansarifar, A. (2005). *The Use of a Silanised Silica to Reinforce and Crosslink Natural Rubber*. International Journal of Adhesion and Adhesives 25:77-86
- Baharuddin dkk. (2012). *Pemanfaatan Limbah Fly Ash Pabrik Kelapa Sawit Sebagai Filler Substitusi untuk Material Karet Alam Termoset : Pengaruh Nisbah Fly Ash/ Carbon Black dan Kadar Coupling*

- Agent Maleated Natural Rubber*. Lembaga Penelitian Universitas Riau. Riau.
- Barlow, F.W. (1993). *Rubber Compounding*. Marcel Dekker Inc. New York.
- Cifriadi, Adi dan Dadi R. Maspanger. (2005). *Sifat Teknis Vulkanisat Sol Sepatu Karet Alam Menggunakan Bahan Pengisi Abu Terbang*. Balai Penelitian Teknologi Karet. Bogor.
- Grodzka, Janina dkk. (2005). *Physicochemical and Stuctural Evaluation of Carbonate – Silicate Filler*. *Advanced Powder Technol* Vol. 16 : 181-192.
- Hildayati dkk. (2009). *Sintesa dan Karakterisasi Bahan Komposit Karet Alam-Silika*. Seminar Nasional Pascasarjana IX – Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Idrus, Suhaida S.. (2011). *Study of the Effect of Different Shapes of Ultrafine Silica as Fillers in Natural Rubber Compounds*. *Journal Polimer Testing* Vol 30: 251 – 259.
- Mark, James E, dkk. (2005). *Science and Technology of Rubber Third Edition*. Elsevier : Amsterdam.
- Morton, M. 1973. *Rubber Technology van Nostrand Reinold 41 Company*.
- Nasution, Darwin Yunus. (2006). *Pengaruh Ukuran Partikel dan Berat Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengisi Terhadap Sifat Kuat Sobek, Kekerasan dan Ketahanan Abrasi Kompon*. *Jurnal Sains Kimia* Vol. 10: 86-91.
- Nugroho, A.B. & Triono, L.B. (2006). *Sintesis Partikel Silika dengan Metode Spray Drying dari Sol Silika*. Institut Teknik Surabaya. Surabaya.
- P3 Bogor. (1985). *Petunjuk Pembuatan Barang dari Karet Alam*. PT Kinta. Jakarta
- Perdana, Dika. (2009). *Proses Pembuatan Kompon*. (online). (<http://www.floatshaker.blogspot.com>). Diakses tanggal 11 Januari 2014.
- Putri, Melati. (2013). *Pembuatan Semen dari Bahan Bahan Baku Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa)*. (online) (<http://www.gintingchemicalengeneeringa2.blogspot.com>). Diakses tanggal 11 Januari 2014.
- Rahmawati. (2009). *Pengaruh Komposisi Arang Cangkang Kelapa Sawit dan Hitam Arang (Carbon Black) Terhadap Kualitas Kompon Karet Sol Sepatu*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Rattanasom, N dkk. (2007). *Reinforcement of Natural Rubber with Silica/ Carbon Black Hybrid Filler*. *Journal Polymer Testing* Vol 26: 369-377.
- Sahara, Rita. (2011). *Karakteristik Kerang Darah (Anadara Granosa)*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Santoso,A. Muji. (2008). *Bahan Kimia Kompon Karet*. Balai Penelitian Teknologi Karet. Bogor.
- Santoso,A. Muji. (2008). *Desain Kompon*. Balai Penelitian Teknologi Karet. Bogor
- Santoso,A. Muji. (2008). *Mastikasi dan Komponding*. Balai Penelitian Teknologi Karet. Bogor.
- Santopo, H. Hendro. (2008). *Teori Vulkanisasi Karet*. Akademi Teknologi Kulit. Yogyakarta.
- Sasongko, Atur Riga. (2012). *Studi Pengaruh Ukuran Partikel dan Jumlah PHR Carbon Black Sebagai Bahan Pengisi Terhadap Sifat Mekanik Produk Karet Alam*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia. Depok.
- Sidabutar, Victor Tulus Pangapoi. (2013). *Pengujian Sifat Fisik Barang Jadi Karet*. Balai Besar Pendidikan dan Pelatihan Ekspor Indonesia, Direktorat Jendral Pengembangan Ekspor Nasional Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. Jakarta.
- Sihaputar, Siti Soriani. (2011). *Pengaruh Pengisi Kalsium Karbonat dan Waktu Vulkanisasi terhadap Kekuatan Tarik dan Swelling Index Filem Lateks Karet Alam*. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Surya, Indra. (2002). *Reinforcement of Natural Rubber and Epoxidized Natural Rubbers with Amine – Treated Silica*. Universiti Sains Malaysia. Malaysia.
- Standar Nasional Indonesia. (1990). *Sol Karet Sepatu Olahraga*. SNI No 06-1884-1990, Jakarta : Badan Standarisasi Nasional
- Yuniati. (2010). *Studi Pemanfaatan Kulit Kerang (Andara Ferruginea) Sebagai Bahan Pengisi Produk Latex Karet Alam Dengan Tehnik Pencelupan*. Universitas Sumatera Utara. Medan.