

Pengaruh Penambahan Berbagai Minyak Nabati sebagai Bahan Pelunak terhadap sifat Fisik Produk Karet Sol Sepatu

Melly Oktaviani¹⁾, Budi Santoso^{1, a)}, Aprillena Tornadez Bondan²⁾

¹ *Chemical Engineering, Technical Faculty, Sriwijaya University, Indonesia*

² *Palembang Institute for Industrial Research and Standardization, Ministry of Industry, Indonesia*

^{a)} budisantosokimia@gmail.com

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh waktu vulkanisasi pada temperatur 140°C dalam pembuatan sol karet cetak dengan memanfaatkan beberapa jenis minyak nabati sebagai bahan pelunak. Rancangan percobaan meliputi variasi waktu vulkanisasi 5 menit, 10 menit, dan 15 menit, serta variasi minyak nabati meliputi minyak sawit, minyak zaitun, minyak biji bunga matahari dan kombinasi minyak campuran dengan rasio 1:1:1. Parameter sifat fisika yang diamati menurut SNI 0778:2009 tentang sol karet cetak adalah tegangan putus, perpanjangan putus, kekerasan dan berat jenis. Sifat fisika terbaik diperoleh pada penggunaan bahan pelunak minyak zaitun dan kondisi operasi waktu vulkanisasi 10 menit dengan nilai parameter uji tegangan putus sebesar 287,56 kg/cm², perpanjangan putus 710%, kekerasan 50 Shore A dan berat jenis 1.076 g/cm³.

Kata kunci : Minyak nabati, pelunak, sifat fisika, sol karet, vulkanisasi 140°C

Abstract

The purpose of this research is to study the effect of vulcanization time on temperature 140°C in rubber sole manufacturing by utilizing some types of vegetable oil as plastisizer. Experimental design include variation in vulcanization time 5 minutes, 10 minutes, and 15 minutes and then variation of vegetable oils are palm oil, olive oil, sunflower oil and combination of three vegetable oils with rasio 1:1:1. According to SNI 0778:2009 about rubber sole, the physical properties parameters to be observed are tensile strenght, elongation at break, hardness and density. The best physical properties result was obtained using olive oils with operating condition for vulcaniation time is 10 minutes with the following values tensile strength of 287,56 kg/cm², elongation at break of 710%, hardness of 50 Shore A and density of 1.076 g/cm³.

Keywords : *vegetable oils, plastisizer, physical properties, rubber sole, vulcanization of 140°C*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara produsen utama karet alam terbesar di dunia yang dapat mengekspor hasil perkebunan yaitu berupa karet alam ke beberapa Negara. Dalam beberapa tahun terakhir, harga karet turun sebagai dampak dari pasokan berlebihan di pasar global. Akibatnya harga karet alam sejak pertengahan 2011 turun drastis dari 5,6 Dolar AS per kilogram menjadi 1,3 Dolar AS per kilogram. Kementerian Perindustrian (Kemenperin) meminta seluruh pembuat kebijakan atau *stakeholders* berupaya mengembangkan sektor industri karet hilir atau hirilisasi karet.

Berdasarkan Pasal 30 UU No.3 Tahun 2014 tentang Perindustrian menyatakan bahwa sumber daya alam (SDA) dalam negeri diolah dan dimanfaatkan secara efisien, ramah lingkungan dan berkelanjutan oleh perusahaan industri di dalam negeri. Hirilisasi pemanfaatan sumber daya karet dilakukan dengan tahap perancangan produk, perancangan proses produksi, tahap produksi, optimalisasi sisa produk dan pengolahan limbah. Salah satu hasil dari hirilisasi karet adalah pengolahan karet mentah menjadi produk karet berstandar

Indonesia Rubber (SIR20). Upaya-upaya nyata dari produk hirilisasi karet dalam menghasilkan berbagai macam produk karet telah dilakukan oleh Badan Riset dan Standarisasi Industri (Baristand Industri). Salah satu produk yang dihasilkan adalah kompon karet untuk pembuatan sol karet cetak yang dapat di distribusikan dalam sektor industri kecil sampai dengan industri menengah.

Sol karet cetak terbuat dari beberapa bahan, diantaranya adalah kulit, karet dan plastik. Diantara bahan-bahan tersebut yang paling banyak digunakan adalah karet, yang dibuat menjadi kompon sol karet cetak. Kualifikasi dan standar sol karet yang diterima oleh standar industri. Standar tersebut sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 0778:2009 pada sol karet cetak. Dalam mencapai Standar Nasional Indonesia sebagai spesifikasi yang harus terpenuhi dalam pembuatan kompon karet untuk sol karet cetak dapat dilakukan dengan penambahan bahan-bahan kimia. Spesifikasi pada pembuatan sol karet cetak dapat terpenuhi jika faktor-faktor yang membentuk sifat-sifat tersebut dapat diidentifikasi. Salah satu faktor yang mempengaruhi sifat-sifat fisis dalam pembuatan kompon karet adalah bahan pelunak.

Bahan pelunak pada pembuatan kompon karet saat ini banyak digunakan berasal dari minyak bumi (*petroleum oil*) yaitu jenis minyak mineral seperti parafinik, naftenik dan aromatik. Produksi minyak bumi di Indonesia pada tahun 1970 hingga 1990 cukup potensial, setelah periode tersebut produksi minyak bumi mengalami penurunan 5-15%. Cadangan minyak bumi hanya dapat diproduksi selama jangka waktu 20 tahun kedepan [11]. Oleh karena itu perlu adanya alternatif penggunaan bahan pelunak yang lain yang dapat diperbarui yaitu minyak yang berasal dari bahan nabati.

Minyak nabati adalah salah satu senyawa organik yang menjanjikan yang dapat digunakan sebagai plastisizer karena ramah lingkungan, tidak beracun dan merupakan bahan yang dapat diperbarui. Flanigan et al telah meneliti penggunaan *bio-based plasticizers* dari berbagai jenis *palm oil*, *flexseed oil*, *cashew nut shell liquid* (CNSL) dan *low-saturated soybean oil* (SBO) sebagai pengganti bahan pelunak berbasis petroleum untuk telapak dan karet [1]. Menurut penelitian Nandanani minyak nabati dapat mengganti minyak aromatik maupun naftematik sebagai bahan pelunak kompon karet dengan bahan baku karet alam maupun karet sintesis [10]. Bambang et al telah meneliti pemanfaatan minyak biji ketapang, minyak minarek dan minyak kernel kelapa sawit sebagai bahan pelunak terhadap kualitas fisik dan kimia kompon karet yang dihasilkan [14].

Minyak nabati termasuk dalam golongan lipid yaitu senyawa organik yang terdapat dalam alam dan tidak larut air, tetapi larut dalam pelarut organik non polar seperti senyawa hidrokarbon. Kandungan utama dari minyak nabati adalah asam lemak yang terdiri dari asam lemak jenuh (*saturated fatty acid*) yaitu asam palmitat dan asam lemak tak jenuh (*unsaturated fatty acid*) yaitu asam oleat dan asam linoleat [4]. Plasticizer adalah zat (biasanya pelarut) yang ditambahkan ke resin sintesis untuk menghasilkan atau meningkatkan plastisitas dan fleksibilitas, dan untuk mengurangi kerapuhan. Dengan demikian, plasticizer didefinisikan secara kimia sebagai zat atau bahan yang dimasukkan ke dalam bahan lain (elastomer) untuk meningkatkan fleksibilitas dan kemampuan kerja [17]. Penambahan bahan pelunak terhadap vulkanisat karet akan berpengaruh diantaranya memudahkan pencampuran bahan pengisi kedalam kompon karet, sehingga jumlah penambahan pengisi harus diimbangi dengan jumlah penambahan bahan pelunak, mempersingkat waktu dan menurunkan suhu mastikasi dan membuat kompon karet menjadi lebih fleksibel sehingga mudah dibentuk [8].

Minyak sawit (*palm oil*) merupakan trigliserida yang terdiri dari berbagai asam lemak, salah satunya yaitu palmitat 51% [13]. Asam lemak jenuh merupakan penyusun minyak kelapa sawit sehingga berwujud cair pada suhu ruang dan memiliki warna kuning kecoklatan. Asam lemak enuh merupakan asam lemak yang mengandung ikatan tunggal pada rantai hidrokarbonnya. Asam lemak jenuh mempunyai rantai zig-zag yang dapat cocok satusama lain sehingga gaya tarik vanderwalls tinggi. Minyak sawit umumnya adalah trigliserida dengan kandungan asam lemak palmitat yang terbesar, terdiri dari rantai hidrokarban yang tidak mempunyai ikatan rangkap. Asam palmitat memiliki 16 atom karbon dengan rumus molekul $C_{16}H_{32}O_2$ dan memiliki berat molekul 256.43 g/mol. Minyak kelapa sawit bersifat semi solid. Hal ini dikarenakan minyak kelapa sawit memiliki titik leleh yang cukup tinggi yaitu 25°C- 50°C. Nilai densitas minyak kelapa sawit berkisar antara 0.909 – 0.917 g/ml pada suhu ruang. Suhu dapat mempengaruhi nilai densitas minyak kelapa sawit, dimana semakin tinggi suhu maka nilai densitas minyak menurun [18].

Minyak zaitun (*olive oil*) merupakan trigliserida yang dominan dengan kandungan asam lemak tak jenuh yaitu asam oleat 75% [13]. Minyak zaitun memiliki warna kuning pucat Asam oleat tersusun dari 18 atom C dengan rumus molekul $C_{18}H_{34}O_2$ dan memiliki berat molekul 282.5 g/mol. Asam oleat memiliki satu ikatan rangkap diantara atom C ke-9 dan ke-10 sehingga termasuk dalam kelompok *monounsaturated fatty acid*.

Minyak bunga matahari (*sunflower oil*) merupakan trigliserida yang dominan dengan kandungan asam lemak tak jenuh yaitu asam linoleat 71% [13]. Minyak biji bunga matahari memiliki warna yang bening dan sedikit kekuningan dan bersifat tidak mudah menguap. Secara kimiawi asam linoleat adalah asam yang berantai karbon 18 dengan rumus molekul $C_{18}H_{32}O_2$ dan berat molekul 280.4 g/mol serta memiliki 2 cis ikatan rantai

pada rantai atom C ke-3 dan ke-6 pada struktur molekulnya sehingga asam linoleat termasuk dalam kelompok *polyunsaturated fatty acid* karena mengandung lebih dari satu ikatan rangkap pada struktur hidrokarbonnya.

Modifikasi penggunaan minyak nabati sebagai bahan pelunak yaitu menggunakan beberapa jenis minyak nabati yang memiliki kandungan *fatty acid* yang berbeda-beda yang dikategorikan menjadi 3 kelompok bagian yaitu kandungan palmitat, oleat dan linoleat. Minyak nabati yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain minyak sawit, minyak zaitun, minyak biji bunga matahari dan kombinasi dari ketiga jenis minyak dengan rasio 1:1:1. Pada penelitian ini mencoba untuk menggunakan bahan pelunak lain selain mineral oil. Dimana pada penelitian sebelumnya telah dilakukan pembuatan sol karet cetak menggunakan mineral oil dengan variasi temperatur dan waktu vulkanisasi [7]. Disini akan ditinjau sifat fisik yang dihasilkan dari proses vulkanisasi yaitu tegangan putus, perpanjangan putus, kekerasan dan berat jenis yang dihasilkan dari vulkanisasi karet pada temperatur 140°C dengan variasi waktu 5 menit, 10 menit dan 15 menit dapat menggantikan fungsi dan peran dari mineral oil sebagai *plasticizers*.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Karet alam padat (SIR 20) didapatkan dari PT. Sri Trang Lingga Indonesia, Palembang, Provinsi Sumatra Selatan. MBTS (mercapto benzothiazole disulfida), ZnO (zink oksida), asam stearat, 6 PPD (N-(1,3-Dimethylbutyl)-N'-phenyl-p-henylenediamine, *Carbon black*, TMQ (2,2,4-trimethyl-1,2-dihydroquinoline) dan sulfur didapatkan dari Pusat Penelitian Bogor. Minyak sawit, minyak zaitun dan minyak bunga matahari didapatkan dari market Palembang Trade Center (PTC) Palembang. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah oven mill, press hidrolik, neraca analitik, cetakan sol, gunting, sarung tangan, dan peralatan pengujian fisika.

PROSEDUR PENELITIAN

Persiapan Bahan

Bahan kimia dari masing-masing formula kompon ditimbang sesuai dengan yang telah ditentukan. Jumlah dari setiap bahan di dalam formula kompon dinyatakan dalam PHR (*per hundred rubber*) dengan memperhatikan faktor konversinya. Tabel 1 menunjukkan komposisi kompon sol karet cetak yang akan dipakai untuk membuat sol karet cetak tabel 2 menunjukkan spesifikasi persyaratan standar mutu SNI 0778:2009 untuk sol karet cetak.

Tabel 1. Komposisi Kompon Sol Karet Cetak dalam PHR

Bahan	Formula Kompon (phr)
Karet Alam SIR 20	100
ZnO	5
Asam Stearat	2
MBTS	1,5
TMQ	2
6-PPD	1
Carbon Black	35
Minyak Nabati	5
Sulfur	1,5
Total	153

(Sumber: Dede, 2017)

Dalam memenuhi standar persyaratan mutu tersebut, maka karet alam harus dicampur dengan bahan kimia seperti yang telah dijelaskan diatas untuk meningkatkan sifat fisika dari produk sol karet dengan bahan baku karet alam agar sesuai dengan persyaratan standar mutu SNI 0778:2009 yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Sol Karet Cetak

Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
FISIKA		
Kekerasan	Shore A	55-80
Tegangan Putus	Kg/cm ²	Min 50
Perpanjangan Putus	%	Min 150
Ketahanan Retak	-	Tidak retak
Bobot Jenis	g/cm ³	Maks 1.4

(Sumber: SNI 0778:2009)

Metode Pengujian

Penelitian ini dilakukan melalui 3 tahapan yaitu pencampuran (*mixing*), vulkanisasi dan pencetakan sol karet cetak serta pengujian sifat fisika sol karet cetak. Variabel yang diteliti adalah pengaruh pemanasan terhadap waktu reaksi pada proses yang akan divariasikan mulai dari 10 menit, 15 menit dan 20 menit pada temperatur 140°C.

Pencampuran

Proses pencampuran dilakukan dalam giliran terbuka (*open mill*) yang telah dibersihkan selanjutnya dapat dilanjutkan dengan proses mastikasi karet alam. Kompon karet merupakan campuran yang terdiri atas karet alam SIR20, ZnO, MBTS, TMQ, 6-PPD, Carbon black, *plasticizer* dan sulfur. Formula kompon karet dikembangkan dari hasil penelitian Dede et al [7]. Namun pada penelitian ini jenis bahan pelunak yang digunakan adalah minyak nabati yang terdiri dari minyak sawit minyak bunga matahari, minyak zaitun, dan campuran dari ketiga minyak tersebut yang masing-masing jumlahnya dibuat tetap 5 phr (*per hundred rubber*). Proses pencampuran dilakukan pada temperatur kamar dengan urutan proses pencampuran sebagai berikut. Pertama tama karet dimastikasi, selanjutnya ditambahkan ZnO sampai homogen diikuti dengan penambahan MBTS hingga merata. Selanjutnya berturut-turut ditambahkan TMQ dan 6-PPD sampai homogen dan diikuti dengan ditambahkannya *carbon black* diselang-seling dengan penambahan bahan pelunak sampai homogen. Terakhir ditambahkannya sulfur dalam proses pembuatan kompon karet ini sehingga karet siap untuk dilanjutkan ke proses selanjutnya yaitu vulkanisasi.

Vulkanisasi dan Pencetakan Kompon Sol Karet

Proses vulkanisasi dilakukan pada temperatur 140°C dengan variasi waktu 5 menit, 10 menit dan 15 menit menggunakan alat *press hidrolik*. Proses vulkanisasi dan pencetakan kompon sol karet pertama tama dengan menyalipkan lembaran kompon karet yang disesuaikan dengan permukaan cetak sol sepatu, dimana cetakan diolesi dengan *silicon* emulsi agar karet tidak lengket pada cetakan. Sehingga hasil dari proses vulkanisasi didapatkan vulkanisat karet dalam bentuk sol sepatu.

Pengujian Kompon Karet

Pengujian sifat mekanis vulkanisat karet berbasis campuran minyak nabati meliputi tegangan putus (*tensile strength*), perpanjangan putus (*elongation break*), kekerasan (*hardness*) dan berat jenis (*density*) yang diamati dalam penelitian ini meliputi parameter sesuai dengan SNI 0778:2009 tentang sol karet cetak. Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil uji sifat fisika sol karet pada temperatur 140°C yang ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Sifat Fisika Sol Karet Pada Temperatur 140°C

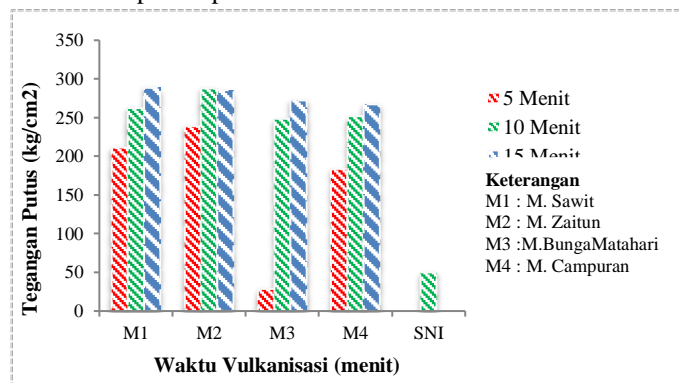
Jenis Minyak Nabati	Waktu Vulkanisasi (menit)	Tegangan Putus (kg/cm ²)	Perpanjangan Putus (%)	Kekerasan (Shore A)	Berat Jenis (g/cm ³)
Minyak Sawit	5	211.081	630	45	1.077
	10	262.067	690	48	1.077
	15	288.5797	60	50	1.077
Minyak Zaitun	5	238.614	710	47	1.075
	10	287.56	710	50	1.078
	15	285.521	700	50	1.078

Minyak Bunga Matahari	5	28.552	450	42	1.075
	10	248.811	720	48	1.077
	15	272.264	680	50	1.077
Minyak Campuran	5	183.549	660	45	1.076
	10	251.87	720	49	1.077
	15	267.166	700	50	1.079

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tegangan Putus

Tegangan putus adalah besarnya beban yang diperlukan untuk merenggangkan potongan uji sampai putus yang dinyatakan dengan gaya per satuan luas penampang potongan uji sebelum direnggangkan. Tegangan putus merupakan pengujian fisika karet yang sering dilakukan, dengan pengujian ini dapat ditetapkan waktu vulkanisasi optimum suatu kompon, serta menggambarkan kekuatan dan kekenyalan karet [14]. Pada proses vulkanisasi yang berlangsung akan terjadi ikatan silang (*crosslinking*) terhadap molekul karet yang terjadi pada saat mencapai kondisi optimum pada molekul karet [7]. Pengaruh bahan pelunak terhadap tegangan putus dengan variasi waktu vulkanisasi dapat dilihat pada gambar 1. Berdasarkan gambar 1 yang merupakan hasil pengujian tegangan putus terhadap sol karet cetak yang cenderung terjadi peningkatan yang konstan terhadap minyak zaitun dan didapatkan nilai optimal pada waktu vulkanisasi 10 menit.



Gambar 1. Grafik Pengaruh Minyak Nabati dan Waktu Vulkanisasi Terhadap Tegangan Putus Sol Karet Cetak

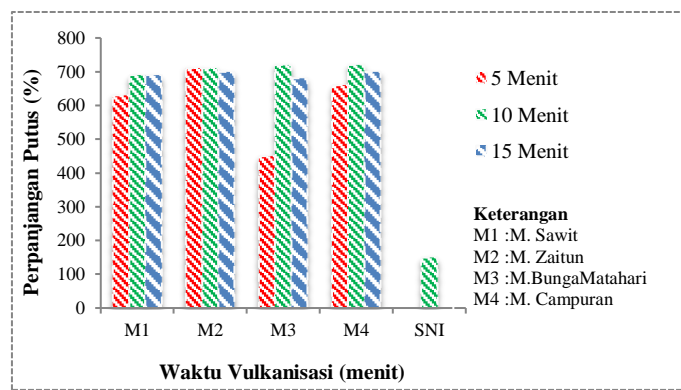
Pada gambar 1 dapat diketahui bahwa pengaruh variasi minyak nabati yang digunakan sebagai bahan pelunak terhadap sifat tegangan putus yang terbaik yaitu pada saat menggunakan minyak zaitun dengan waktu vulkanisasi 10 menit yaitu 287,56 kg/cm². Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi minyak zaitun sebagai bahan pelunak lebih besar dibandingkan minyak sawit, minyak bunga matahari dan minyak campuran. Ini artinya minyak zaitun lebih kompatibel terhadap kompon karet. Situasi kompatibel adalah jika pemplastis mempunyai gaya interaksi kedalam fase polimer, dimana proses interaksi tersebut akan berlangsung dalam skala molekul (monomer) dan terbentuknya larutan polimer pemplastis [15]. Peningkatan sifat mekanik akibat terjadinya penguatan (*reinforcement*) interaksi antara karet dengan bahan pelunak yang membentuk ikatan rantai kimia yang kuat [3]. Hal ini sependapat dengan Khalaf et al yang menyatakan bahwa minyak zaitun adalah pemplastis minyak nabati yang baik dan dapat meningkatkan sifat mekanis *tensile strenght* (tegangan putus) pada karet vulkanisasi [5]. Persyaratan uji tegangan putus sol karet sepatu SNI 0778:2009 adalah minimal 50 kg/cm².

Pada penggunaan minyak nabati lainnya telah memenuhi standar SNI kecuali untuk minyak bunga matahari yang menghasilkan tegangan putus paling buruk pada saat waktu vulkanisasi 5 menit yaitu 28,55kg/cm². Hal ini menunjukkan bahwa minyak bunga matahari yang digunakan sebagai bahan pelunak belum mencapai kondisi atau waktu yang optimum pada saat proses vulkanisasi di menit ke 5. Artinya pada saat minyak belum larut dengan sempurna Minyak bunga matahari adalah minyak yang memiliki tingkat

ketidakejenuhan yang paling tinggi dibandingkan dengan minyak zaitun dan minyak sawit [13]. Pada saat waktu menit ke 5 vulkanisasi, minyak bunga matahari belum larut dengan sempurna terhadap karet sehingga ikatan silang yang terjadi antara gaya tarik menarik antara molekul belum mencapai kondisi optimum sehingga sifat plastisizer pada minyak nabati tidak memberikan pengaruh dalam memperbaiki *tensile strength* melainkan hal tersebut berdampak mengurangi sifat fisika komponen karet.

Perpanjangan Putus

Perpanjangan putus (*elongation break*) merupakan penambahan panjang suatu potongan uji yang diregangkan sampai putus dengan satuan (%) dari panjang potongan uji sebelum diregangkan. Bersarnya pertambahan panjang yang dialami setiap benda ketika merenggang akan berbeda antara sama yang lain tergantung dari elastisitas bahannya. Pengujian perpanjangan putus bertujuan untuk mengetahui sifat sifat tegangan dan regangan berdasarkan kekuatan dan pertambahan panjang vulkanisat karet ketika mengalami pnearikan sampai perpanjangan tertentu dan sampai putus [8]. Pengaruh variasi minyak nabati sebagai bahan pelunak terhadap perpanjangan putus dengan variasi waktu vulkanisasi dapat dilihat pada gambar 2.



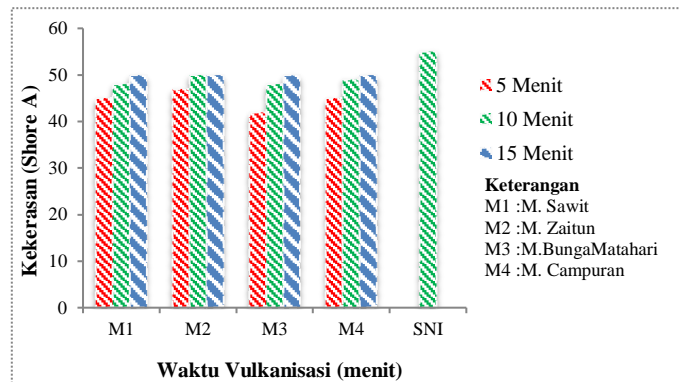
Gambar 2. Grafik Pengaruh Minyak Nabati dan Waktu Vulkanisasi Terhadap Perpanjangan Putus Sol Karet Cetak

Pada gambar 2 dapat diketahui bahwa pengaruh variasi minyak nabati yang digunakan sebagai bahan pelunak terhadap sifat perpanjangan putus yang optimal yaitu pada saat menggunakan minyak zaitun. Pada waktu vulkanisasi 5 menit telah memberikan efek yang sangat baik pada pengujian perpanjangan putus yaitu 710 % dan hasil uji ini masih tetap konstan pada waktu vulkanisasi 10 menit. Nilai terendah terdapat pada penggunaan minyak bunga matahari pada waktu vulkanisasi 5 menit sebesar 450%. Persyaratan uji perpanjangan putus sol karet sepatu SNI 0778:2009 adalah minimal 150%. Dari gambar 2 yang menggambarkan hasil pengaruh minyak nabati terhadap sifat fisik perpanjangan putus pada karet vulkanisat dapat disimpulkan bahwa semua jenis minyak nabati yang digunakan memenuhi persyaratan standar SNI.

Perpanjangan putus yang dihasilkan dari penelitian ini antara 450-720% lebih tinggi dari hasil penelitian Dede et al yaitu 123-147% dengan menggunakan bahan pengisi arang aktif dari tempurung kelapa sebagai *filler* dan *white oil* sebagai bahan pelunak dengan rasio bahan yang sama dan penggunaan bahan kimia lainnya yang sama yang digunakan pada penelitian ini [7]. Hal ini menunjukkan, bahan proses seperti *carbon black* dan minyak nabati mempengaruhi jaringan tiga dimensi pada ikatan silang yang terbentuk antara polimer dan bahan kimia yang digunakan pada saat proses vulkanisasi berlangsung. Jaringan tiga dimensi yang kuat dapat meningkatkan sifat mekanik yang lebih baik. Nilai perpanjangan putus dipengaruhi juga oleh komposisi bahan pelunak yang ditambahkan. Perpanjangan putus dipengaruhi komposisi antara bahan pengisi dan bahan pelunak dalam membuat komponen karet [2]. Nilai perpanjangan putus berbanding lurus dengan tegangan putus.

Kekerasan

Kekerasan (*hardness*) dari suatu vulkanisat dapat diartikan tekanan balik dari vulkanisat karet pada saat vulkanisat karet tersebut diberikan tekanan. Prinsip dari pengukuran kekerasan dengan alat Shore A adalah pengukuran penetrasi dari jumlah dengan beban tetap terhadap vulkanisat karet pada kondisi tertentu. Pengujian kekerasan (*hardness*) dilakukan untuk mengukur besarnya kekerasan vulkanisat yang dilakukan dengan kekuatan penekanan tertentu [12]. Kekerasan komponen karet dipengaruhi jumlah optimum yang akan meningkatkan elastisitas dari vulkanisat karet. Pada gambar 3 dapat dilihat hasil uji kekerasan komponen karet yang menggunakan beberapa jenis minyak nabati dengan variasi waktu vulkanisasi pada temperatur 140°C.

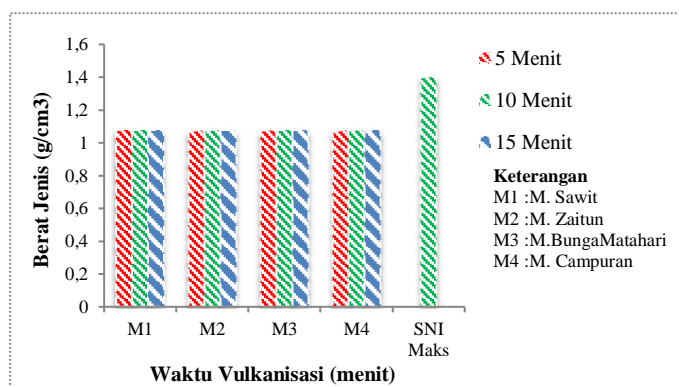


Gambar 3. Grafik Pengaruh Minyak Nabati dan Waktu Vulkanisasi Terhadap Kekerasan Sol Karet Cetak

Pada gambar 3 dapat dilihat bahwa pengaruh variasi minyak nabati yang digunakan sebagai bahan pelunak terhadap sifat kekerasan yang optimal yaitu pada saat menggunakan minyak zaitun. Pada waktu vulkanisasi 5 menit telah memberikan efek yang sangat baik pada pengujian kekerasan sebesar 47 Shore kemudian mengalami peningkatan pada waktu vulkanisasi 10 menit menjadi 50 Shore A dan hasil uji ini masih tetap konstan pada waktu vulkanisasi 10 menit. Persyaratan uji kekerasan sol karet sepatu SNI 0778:2009 adalah minimal 55 Shore A. Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa variasi minyak nabati terhadap sifat fisika kekerasan tidak memberikan perbedaan yang cukup signifikan karet vulkanisat. Pada penelitian ini dapat dikatakan bahwa pemilihan minyak nabati sebagai bahan pelunak membuat karet vulkanisat tidak cukup memenuhi persyaratan sifat kekerasan dan membuat vulkanisat karet menjadi lebih elastis. Tingginya elastisitas dan rendahnya kekerasan yang dihasilkan dapat diakibatkan karena gaya antar molekul yang berkurang menyebabkan gerakan antara rantai polimer mudah bergerak, akibatnya bahan yang pada awalnya keras dan kaku menjadi lembut [9]. Formulasi bahan yang tepat antara bahan pengisi dan bahan pelunak sangat mempengaruhi sifat fisika dari kompon karet dan produk yang dihasilkan.

Berat Jenis

Pengujian berat jenis (*density*) dilakukan untuk mengetahui mutu dari kompon karet dan perhitungan jumlah karet yang dibutuhkan untuk volume tertentu. Pengujian berat jenis bertujuan untuk mengontrol berat kompon karet yang akan digunakan untuk membuat vulkanisat karet dalam hitungan volume [7]. Pada gambar 4 dapat dilihat hasil uji kekerasan kompon karet yang menggunakan beberapa jenis minyak nabati dengan variasi waktu vulkanisasi pada temperatur 140°C.



Gambar 4. Grafik Pengaruh Minyak Nabati dan Waktu Vulkanisasi Terhadap Berat Jenis Sol Karet Cetak

Dari gambar 4 tersebut dapat dilihat bahwa nilai berat jenis untuk sol karet cetak yang terbesar adalah 1,079 gr/cm³ yang berada pada kondisi waktu vulkanisasi selama 15 menit dengan menggunakan minyak campuran dan berat jenis terendah diantara empat jenis minyak digunakan adalah 1,075 gr/cm³ dengan waktu vulkanisasi selama 5 menit pada penggunaan minyak bunga matahari. Persyaratan uji berat jenis sol karet sepatu SNI 0778:2009 adalah maksimal 1,4 gr/cm³. Dari gambar 4 yang menggambarkan hasil pengaruh minyak nabati terhadap sifat fisika berat jenis pada karet vulkanisat dapat disimpulkan bahwa semua jenis minyak nabati yang

digunakan memenuhi persyaratan standar SNI. Meskipun tidak menghasilkan perbedaan berat jenis yang signifikan terhadap vulkanisat karet dari variasi minyak nabati yang digunakan tetapi minyak nabati yang berperan sebagai bahan pelunak dalam kompon karet mampu memberikan berat jenis yang cukup baik pada vulkanisat karet. Hal ini dapat disebabkan vulkanisasi yang dilakukan pada temperatur 140°C merupakan temperatur optimum sehingga menghasilkan ikatan silang (*crosslinking*) yang stabil dan menghasilkan Peningkatan berat jenis dapat disebabkan karena semakin banyak molekul yang terikat pada polimer karet menjadikan vulkanisat karet semakin padat sehingga berat jenis dari vulkanisat karet menjadi semakin bertambah [16].

KESIMPULAN

Dari hasil analisa penelitian tentang pengaruh penambahan berbagai minyak nabati sebagai bahan pelunak terhadap sifat fisik produk karet sol sepatu Sifat fisika terbaik diperoleh pada penggunaan bahan pelunak minyak zaitun dan kondisi operasi waktu vulkanisasi 10 menit dengan nilai parameter uji tegangan putus sebesar 287,56 kg/cm², perpanjangan putus 710%, kekerasan 50 Shore A dan berat jenis 1.076 g/cm³.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Flanigan, C., Beyer, L., Klekamp, D., Rohweder, D., & Haakenson, D. (2013). Using bio-based plasticizers, alternative rubber. *Rubber & Plastic News*, 15-19
- [2] Herminiwati & Niken, Karsiati. (1999). Pembuatan sol karet lembaran untuk sandal. *Majalah Barang Kulit, Karet dan Plastik*, Vol. 15, No. 2, Hal 40-46.
- [3] Hutapea, D.S., Tampubolon, H.L., & Surya, I. (2012). Pengaruh penambahan alkanolamida turunan minyak kelapa sawit terhadap sifat-sifat uji tarik vulkanisat karet alam berpengisi silika. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 1(1), 25-29
- [4] Kaltsum, U., & Firdaussi, K, S. (2016). Pengukuran sifat polarisasi berbagai jenis minyak nabati menggunakan lampu Ir dan laser He-Ne. *Jurnal MIPA*. Univeristas Diponegoro. 39(2), 123-127.
- [5] Khalaf, I, Aman., Ward, A, Azza., El-Kader, W, Amal., & El-Sabbagh, H, Salwa. (2015). Effect of selected vegetable oils on the properties of acrylonitrile-butadiene rubber vulcanizates. *Polimers and Pigment Deptatment, Cairo-Egypt*. <http://dx.doi.org/10.14314/polimery.2016.043>
- [6] Nasruddin. (2017). Pengembangan karet alam dengan bahan pengisi dan bahan pelunak menjadi tube collar. *Seminar Nasional Kulit, Karet, dan Plastik*. [ISSN:2477-3298](https://doi.org/10.2477/3298).
- [7] Nugraha, Dede., & Rizqullah, Daffa, M. (2018). Pengaruh temperatur dan waktu vulkanisasi terhadap sifat fisika sol karet cetak dengan bahan pengisi arang aktif tempurung kelapa. *Jurnal Teknik Kimia Unsri*. 24(2), 44-50. <http://jtk.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/view/413/437>
- [8] Nuyah dan Rahmaniar. 2013. *Pembuatan Kompon Karet Dengan Bahan Pengisi Arang Cangkang Sawit*. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, Vol. 24, No. 2, Hal 114-121
- [9] Nurhajati, D.W., Supraptiningsih., & Sarengat, N. (2015). Pengaruh pemlastis nabati terhadap sifat elastomer termoplastik berbasis campuran karet alam/polipropilena. *Majalah Kulit, Karet dan Plastik*, 31(2), 75-84, <http://dx.doi.org/10.20543/mkpv31i2.506>
- [10] Nandan, V. (2000). *Studies on the use of drying oils as ingredients in the vulcanization of elastomers*. Cochin University of Science and Technology, India.
- [11] Pertamina. 2013. <http://www.pertamina.com/RefineryUnit4.aspx> (diakses tanggal 14 Agustus 2019).
- [12] Pireno, Adi, Cahyo., Wijaya, Agus., & Pembayun, Rindit. (2013). Pengaruh suhu dan waktu vulkanisasi terhadap karakteristik kompon sol karet cetak berbasah isi arang cangkang sawit. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 24(1), 33-40.
- [13] Sakhno, L.O. (2010). Variability in the fatty acid composition of rapeseed oil: classical breeding and biotechnology. *Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, Ukrain*, 44(6), 389-397. <https://www.researchgate.net/publication/225629874>
- [14] Sugiono, Bambang., Hamzah, Basuni., & Wijaya, Agus. (2015). Pemanfaatan minyak biji ketapang, minyak minarek dan minyak kernel kelapa sawit sebagai bahan pelunak dalam pembuatan kompon karet. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 26(2), 117-124.

- [15] Suharjo, Kuntari, Adi., Basuki, Ariyadi., Surasno., & Sondari, Dewi. (2011). Modifikasi karet alam menjadi bahan elastomer thermoplastik. *Jurnal Riset Industri*. 5(3), 283-292.
- [16] Supraptiningsih, A. 2005. Pengaruh rss/sbr dan filler caco3 terhadap sifat fisis kompon karpet karet. *Majalah Kulit, Karet dan Plastik*, Vol. 21(1), Hal 34-40.
- [17] Vieira, M. G. A., da Silva, M. A., dos Santos, L. O., &Beppu, M. M. (2011). Natural-based plasticizers and biopolymer films: A review. *European Poly-mer Journal* ,47(3), 254-263
- [18] Wulandari, Nur., Muchtadi, R, Tien., Budijanto, Slamet., & Sugiono. (2011). Sifat fisik minyak sawit kasar dan korelasinya dengab atribut mutu. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 12(2), 177-183.