

**PENGARUH UKURAN *FILLER* ZEOLIT DAN KONSENTRASI
ZINC-2-MERCAPTOBENZOTHIAZOLE (ZMBT) TERHADAP
KUALITAS VULKANISAT KARET GELANG**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Bidang Studi Kimia**



**ESIS MARESTA
08031181621073**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2020

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH UKURAN *FILLER* ZEOLIT DAN KONSENTRASI *ZINC-2-MERCAPTOBENZOTHIAZOLE* (ZMBT) TERHADAP KUALITAS
VULKANISAT KARET GELANG**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh :

ESIS MARESTA

08031181621073

Indralaya, 01 Oktober 2020

Pembimbing I

Pembimbing II



Zainal Fanani, M. Si
NIP. 196708211995121001



Widia Purwaningrum, M. Si
NIP. 197304031999032001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Dr. Iskhq Iskandar, M.Sc

NIP. 197210041997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Pengaruh Ukuran *Filler* Zeolit dan Konsentrasi *Zinc-2-Mercaptobenzothiazole* (ZMBT) Terhadap Kualitas Vulkanisat Karet Gelang” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 25 September 2020 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 01 Oktober 2020

Ketua :

1. Zainal Fanani, M. Si.

NIP. 196708211995121001

()

Anggota :

2. Widia Purwaningrum, M. Si.

NIP. 197304031999032001

()

3. Dr. Muhammad Said, M. T.

NIP.197407212001121001

()

4. Prof. Dr. Poedji Lockitowati H, M. Si.

NIP.196808271994022001

()

5. Prof. Dr. Elfita, M.Si.

NIP.196903261994122001

()

Mengetahui,

Dekan FMIPA

Prof. Dr. Iskhuq Iskandar, M.Sc.
NIP. 197210041997021001

Ketua Jurusan Kimia

Dr. Hasaudin, M. Si.
NIP. 197205151997021003

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama mahasiswa : Esis Maresta
NIM : 08031181621073
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 01 Oktober 2020

Penulis,



NIM. 08031181621073

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Esis Maresta
NIM : 08031181621073
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia
JenisKarya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: judul “Pengaruh Ukuran *Filler* Zeolit dan Konsentrasi *Zinc-2-Mercaptobenzothiazole* (ZMBT) Terhadap Kualitas Vulkanisat Karet Gelang”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusive ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 01 Oktober 2020

Yang menyatakan,



Esis Maresta

NIM. 08031181621073

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirohmanirrohim

“Janganlah kamu berlarut-larut sedih ketika berduka atas apa yang telah terjadi, karena tidak ada satupun yang abadi di dunia ini...”
(Imam Syafi’i)

“Ketika kamu mulai merasa lelah, dan seakan ingin menyerah. Ketahuilah, bahwa sesungguhnya pertolongan Allah hanya berjarak antara kening dan sajadah. MAKA BERSUJUDLAH...” - AyatSuci -

“Yakinlah ada sesuatu yang menantimu selepas banyak kesabaran yang kau jalani, yang akan membuatmu terpana hingga kau lupa betapa pedihnya rasa sakit...”
(Ali bin Abi Thalib)

“Rendahkan hatimu, maka Allah akan meninggikanmu dengan kemuliaan. Luaskan sabarmu, maka Allah akan memenuhi hidupmu dengan banyak kebaikan...” -Esis Maresta-

Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada:

- ❖ *Allah SWT*
- ❖ *Nabi Muhammad SAW*

Dan kupersembahkan kepada:

- ❖ *Kedua orang tua serta keempat saudaraku yang senantiasa selalu mendo'akan dan mendukungku.*
- ❖ *sahabat-sahabatku dan orang-orang terdekatku yang senantiasa mendo'akan dan mendukungku.*
- ❖ *Pembimbing-pembimbingku.*
- ❖ *Almamaterku (Universitas Sriwijaya).*

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya lah penulis dapat menyusun dan menyelesaikan penelitian dan skripsi yang berjudul “Pengaruh Ukuran *Filler* Zeolit dan Konsentrasi *Zinc-2-Mercaptobenzothiazole* (ZMBT) Terhadap Kualitas Vulkanisat Karet Gelang”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains (S.Si) pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Proses dalam penyusunan dan penyelesaian skripsi ini penulis menyadari sangat mendapat banyak dukungan dan bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada bapak **Zainal Fanani, M.Si.** selaku pembimbing I dan Ibu **Widia Purwaningrum, M.Si.** selaku pembimbing II atas segala bimbingan, kesabaran dan waktu yang diluangkan kepada penulis selama menjalankan penelitian dan penyusunan skripsi ini hingga selesai.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW, karena atas berkah, rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi dengan lancar.
2. Kedua orang tua tersayang Alm. Bapak Abas Aswan dan Ibu Amenah terima kasih atas do'a yang selalu kalian curahkan kepadaku disetiap saatnya dan terima kasih atas dukungan materi maupun non materi serta semangat yang selalu kalian berikan. Untuk ibukku makasih banyak sudah menjadi tulang punggung untuk menguliahkanku, meskipun dalam keadaan sakit namun tidak pernah mengeluh, semoga setiap keringat yang keluar dari jerih payahmu menjadi pahala yang kelak akan membawamu ke surga-Nya Allah, Aamiin.
3. Kakak umun, kakak eman, ayuk hila dan ayuk nia, terima kasih banyak sudah mendukungku selama ini, yang selalu menasihati disaat aku mulai berputus asa, terkhusus untuk kakak umun dan kakak eman terima kasih banyak kak karena tanggung jawab yang kalian berikan kepadaku, kalian selalu ada untukku dan terima kasih sudah menjadi sosok pengganti bapak untukku.

4. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M. Sc selaku Dekan MIPA Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Hasanudin, M. Si selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Dr. Addy Racmat, M. Si selaku Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya atas motivasi serta informasi yang diberikan berkaitan dengan jurusan kimia.
7. Bapak Zainal Fanani, M. Si selaku dosen Pembimbing Akademik sekaligus dosen pembimbing I dan Ibu Widia Purwaningrum, M. Si selaku dosen Pembimbing II yang sudah saya anggap seperti ibu sendiri, terima kasih untuk kalian Bapak/Ibu yang telah memberikan banyak motivasi, bimbingan serta solusi terkait masalah yang saya hadapi selama perkuliahan berlangsung, semoga kalian selalu sehat wal'afiat dan berada dalam lindungan Allah.
8. Bapak Dr. Muhammad Said, M. T., Ibu Prof. Dr. Poedji Loekitowati H, M. Si dan Ibu Prof. Dr. Elfita, M.Si selaku pembahas dan penguji sidang sarjana yang telah membimbing, membantu dan memberikan saran dalam menyelesaikan skripsi ini serta terima kasih juga atas ilmu pengetahuan yang saya dapatkan selama proses pengujian selama ini, semoga apa yang kalian berikan menjadi berkah untuk saya dan juga orang lain.
9. Ibu Ferlina Hayati, M.Si selaku Koordinator Seminar yang membantu dalam segala hal dalam pengurusan jadwal seminar.
10. Seluruh staf Dosen jurusan Kimia Fakultas MIPA UNSRI yang telah mendidik, membimbing serta memberikan ilmunya selama masa kuliah.
11. Staf Analis Laboratorium Kimia FMIPA dan Staf Administrasi Jurusan (Mbak Novi, Kak Iin dan Kak Teju) terima kasih banyak atas bantuannya selama perkuliahan, semoga kalian selalu dalam lindungan Allah.
12. Adik-adik dan teman-teman dari HIMAPALI UNSRI adik Ermin, Falen, Raffi, Rama Rodiansyah, Yayan, Sandra dan adik Cici serta sahabat-sahabat saya Devi, Danindra, Aren, kak Jamil, dan Ayuk Winda. Terima kasih banyak buat kalian semua yang sudah menorehkan cerita selama masa perkuliahan saya, terima kasih sudah menjadi teman curhat, bermain, berbagi pengalaman dan saling tolong menolong selama ini, semoga silaturahmi kita akan tetap

terjaga sampai akhir hayat. Untuk adik-adikku semangat selalu ya belajarnya semoga dipermudahkan dalam belajarnya dan cepat selesai.

13. Sahabat-sahabat terbaikku (Ditaria, Fiko, Ayu, Yusri, Ernita dan Bella), terima kasih telah menjadi team belajar, bercerita, bermain dan team titip bangku serta terima kasih sudah membuat kehidupan kampusku menjadi lebih berwarna dengan canda tawa dengan kegilaan kalian. Terima kasih banyak selalu mendukungku selama ini, yang menghapuskan setiap air mataku, yang selalu memberikan solusi atas masalah-masalahku, selalu merawatku dikala sakit, makasih banget udah sabar menghadapi aku, selalu membuat tawa dengan kekonyolan dan kerecehan kalian, makasih udah saling mengingatkan untuk selalu meningkatkan ibadah kepada Allah, menjadi teman mengaji dan sholat Tahajjud bareng, semoga persahabatan kita ini sampai ke Jannah Allah, Aamiin Allahuma Aamiin.
14. Sahabat-sahabat “Bangsawan Berhijrah” (Athis, Dyah, Khairani, Nurul, Shinta, Winni, Nur, Sully, Mey) terima kasih banyak atas bantuan dan kebersamaanya selama ini. Terima kasih telah menjadi sahabat diskusi, becawa, dan ke-uwuan serta keriwahan kalian selama ini. Sukses selalu buat kita semua, Aamiin.
15. Teman-teman kostanku (Ayis, Violine dan Sakia), terima kasih banyak buat kalian bertiga atas segala kebersamaan, canda tawa dan kegilaan kalian selama satu tahun ini, Ayis makasih sudah menjadi sahabat yang selalu mendengarkan keluh kesahku tentang masalah kuliah maupun masalah pribadi, Sakia makasih sudah menjadi adik yang sangat perhatian sama ayuk dan selalu sabar menghadapi ayuk yang mudah emosi ini, untuk adik Vio makasih udah menjadi adik yang paling bandel, yang pernah nendang pintu gara-gara ayuk nangis didalam kamar. Kangen banget sama kalian, terus semangat ya semoga kita dapat dipertemukan kembali oleh Allah.
16. Sahabatku Yayan Anugrah terima kasih banyak yaa udah mau jadi teman curhat saya, selalu ada ketika saya sedih, makasih udah menjadi sahabat yang selalu membangunkan saya untuk sholat Tahajjud dan selalu mengingatkan saya untuk meningkatkan ibadah kepada Allah, selalu bisa menenangkan

disaat saya gugup ataupun cemas, semoga kita semua semakin dekat dengan Allah dan berjuang bersama dalam menggapai surga-Nya.

17. Teman-teman seperjuangan kimia 2016 terima kasih atas bantuan dan kebersamaannya dari maba hingga akhir perkuliahan. Terima kasih untuk semua pengalaman dan pembelajaran yang luar biasa bersama kalian. Semoga kita semua sukses di dunia dan akhirat, Aamiin.
18. Kakak Ferri S.Si terima kasih ya kak udah bikin saya ketakutan saat mau maju seminar hasil maupun sidang HeHe, makasih udah jadi kakak terjudes dan terkocak yang pernah saya temui, makasih juga kak atas bantuannya dalam menyelesaikan penelitian ini dan suka memberikan motivasi, semangat walaupun kadang-kadang bikin kesal juga hahahah. Semoga kakak sukses selalu di dunia dan di akhirat nanti, Aamiin.
19. Seluruh kakak dan adik tingkat kimia FMIPA UNSRI serta semua pihak yang telah membantu memberikan saran dan masukan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu namanya.
20. Virus Covid-19, terima kasih telah mengajarkan kepada kami betapa pentingnya menjaga kebersihan diri sendiri dan keluarga, terima kasih karenamu sebagian sunnah Rasulullah terjalankan dimana banyak orang-orang yang menutup sebagian wajah mereka, tidak bersentuhan dengan lawan jenis dan menjaga jarak dengan orang-orang yang bukan mahrom, serta mengajarkan kami arti dari kesabaran dalam menghadapi kesulitan, dan dapat menyadarkan kami bahwa waktu adalah suatu hal yang sangat berharga dan tidak akan pernah kembali. Do'anya semoga umat Muslim selalu berada dalam lindungan Allah dan wabah ini cepat berakhir agar kami dapat beraktivitas kembali seperti sedia kala. Aamiin Allahumma Aamiin.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari para pembaca. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, 01 Oktober 2020

SUMMARY

THE EFFECT OF ZEOLITE FILLER SIZE AND ZINC-2-MERCAPTOBENZOTHIAZOLE (ZMBT) CONCENTRATION ON THE QUALITY OF RUBBER VULCANICATE BRACELET

Esis Maresta : supervised by Zainal Fanani, M.Si and Widia Furwaningrum, M.Si
Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Science Sriwijaya
University

xix + 52 pages + 12 pictures + 16 tables + 3 attachments

This study aims to determine the best size of the zeolite filler (mesh) and the best concentration of zinc-2-mercaptobenzothiazole (ZMBT) vulcanization accelerator in the manufacture of rubber band vulcanisate by varying the size of the zeolite filler 60, 80, 100 and 140 mesh and variations in the concentration of ZMBT 20, 40, 60 and 70%. The quality of the rubber band vulcanisate was determined by testing the value of tensile strength, elongation at break and modulus to determine the elasticity of the rubber band vulcanisate. The rubber band vulcanisate was made at a temperature of 70°C for 60 minutes and through the aging process at a temperature of 70°C for 70 hours to see changes in mechanical properties and product quality. The results showed that the best size of zeolite filler was obtained at a size of 100 mesh with a tensile strength values of 13.7 N/mm², elongation at break of 830% and a modulus of 3.2 N/mm². Meanwhile, that the best concentration vulcanization accelerator of ZMBT was obtained at a concentration of 40% with a tensile strength value of 17.6 N/mm², an elongation value of 790% and a modulus of 3.7 N/mm². The elasticity value of the rubber band vulcanisate has met the quality requirements of ISO 37:2017 (E) except for the tensile strength and modulus values. Aging can reduce the elasticity of the rubber band vulcanisate by decreasing the tensile strength and elongation at break and increasing the stiffness of the rubber band vulcanisate by increasing the modulus value.

Keywords : Zeolite, zinc-2-mercaptobenzothiazole, quality rubber band vulcanisate.

Citation : 43 (2002-2019)

RINGKASAN

PENGARUH UKURAN *FILLER* ZEOLIT DAN KONSENTRASI *ZINC-2-MERCAPTOBENZOTHIAZOLE* (ZMBT) TERHADAP KUALITAS VULKANISAT KARET GELANG

Esis Maresta : Dibimbing oleh Zainal Fanani, M.Si and Widia Furwaningrum, M.Si

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

xix + 52 pages + 12 pictures + 16 tables + 3 attachments

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan ukuran terbaik bahan pengisi zeolit (mesh) dan konsentrasi terbaik bahan pemercepat vulkanisasi *zinc-2-mercaptobenzothiazole* (ZMBT) pada pembuatan vulkanisat karet gelang dengan memvariasikan ukuran bahan pengisi (*filler*) zeolit 60, 80, 100 dan 140 mesh serta variasi konsentrasi ZMBT 20, 40, 60 dan 70%. Kualitas vulkanisat karet gelang ditentukan dengan pengujian nilai kekuatan tarik, perpanjangan putus dan modulus untuk mengetahui elastisitas dari vulkanisat karet gelang. Pembuatan vulkanisat karet gelang dilakukan pada temperatur 70°C selama 60 menit dan melalui proses *aging* pada temperatur 70°C selama 70 jam untuk melihat perubahan sifat mekanik maupun kualitas produk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran terbaik bahan pengisi zeolit diperoleh pada ukuran 100 mesh dengan nilai kekuatan tarik sebesar 13,7 N/mm², perpanjangan putus sebesar 830% dan modulus sebesar 3,2 N/mm². Sedangkan konsentrasi terbaik bahan pemercepat vulkanisasi ZMBT diperoleh pada konsentrasi 40% dengan nilai kekuatan tarik sebesar 17,6 N/mm², nilai perpanjangan putus sebesar 790% dan modulus sebesar 3,7 N/mm². Nilai perpanjangan putus vulkanisat karet gelang tersebut telah memenuhi persyaratan mutu ISO 37:2017 (E) kecuali nilai kekuatan tarik dan modulus. Pengusangan (*aging*) dapat menurunkan elastisitas vulkanisat karet gelang dengan penurunan nilai kekuatan tarik dan perpanjangan putus dan mampu meningkatkan sifat kekakuan vulkanisat karet gelang dengan kenaikan nilai modulus.

Kata Kunci : Zeolit, zinc-2-mercaptobezothiazole, kualitas vulkanisat karet gelang

Citation : 43 (2002-2019)

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Persetujuan	iii
Summary	iv
Ringkasan	v
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	x
Daftar Lampiran	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Karet	6
2.1.1 Komoditas Karet	6
2.1.2 Kadar Karet Kering Lateks Pekat	7
2.1.3 Karakterisasi Karet Alam	9
2.2. Bahan-Bahan Kimia Kompon Karet	10
2.2.1 Bahan Pemvulkanisasi (<i>Vulcanizing Agent</i>)	11
2.2.2 Bahan Pengisi (<i>Filler</i>)	11
2.2.3 Bahan Pemercepat Vulkanisasi (<i>Accelerators</i>).....	14
2.2.4 Bahan Pengaktif (<i>Activators Accelerators</i>).....	17
2.2.5 Bahan Penangkal Oksidasi (<i>Antioksidant</i>)	18
2.2.6 Bahan Pemantap (<i>Stabillizer</i>).....	18
2.2.7 Bahan Pewarna.....	19
2.3. Kompon Karet.	19
2.4. Vulkanisasi Karet	19

2.6. Pengujian Kualitas Vulkanisat Karet Gelang.....	22
2.6.1 Kekuatan Tarik (<i>Tensile Strength</i>).....	22
2.6.2 Perpanjangan Putus (<i>Elongation At Break</i>)	22
2.6.3 Modulus	23
2.6.4 Kekerasan (<i>Hardness</i>).....	23
2.6.5 Berat Jenis (<i>Density</i>)	24
2.6.6 Pengusangan (<i>Aging</i>)	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1. Waktu dan Tempat	25
3.2. Alat dan Bahan	25
3.3. Prosedur Penelitian.....	25
3.3.1 Persiapan Bahan.....	25
3.3.1.1 Pembuatan Dispersi Sulfur 50%	25
3.3.1.2. Pembuatan Dispersi ZDEC 50%	25
3.3.1.3 Pembuatan Dispersi ZMBT 20%, 40%, 60% dan 70%	26
3.3.1.4 Pembuatan Dispersi 2,6-di-tert-butyl-4-methyl phenol (Ionol) 50%	26
3.3.1.5 Pembuatan Dispersi ZnO 50%.....	26
3.3.1.6 Pembuatan Bahan Koagulan.....	26
3.3.2 Pembuatan Kompon Karet Gelang	26
3.3.2.1 Variasi Ukuran Pengisi Zeolit.....	27
3.3.2.2 Variasi Konsentrasi ZMBT.....	27
3.3.3 Pencetakan Vulkanisat Karet Gelang.....	28
3.3.5 Analisis Data	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1. Pengaruh Variasi Ukuran Zeolit.....	30
4.1.1 Kekuatan Tarik (<i>Tensile Strength/ N/mm²</i>)	30
4.1.2 Perpanjangan Putus (<i>Elongation At Break, %</i>).....	32
4.1.3 Modulus (<i>N/mm²</i>)	33
4.2. Pengaruh Variasi Konsentrasi ZMBT	34
4.2.1 Kekuatan Tarik (<i>Tensile Strength/ N/mm²</i>)	34

4.2.2 Perpanjangan Putus (<i>Elongation At Break</i> , %)	36
4.2.3 Modulus (N/mm ²)	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1. Kesimpulan	39
5.2. Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	44

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Lateks Hasil Penyardapan	7
Gambar 2. Monomer dari Cis-1,4-Poliisoprena	9
Gambar 3. Struktur Molekul Karet Alam	9
Gambar 4. Struktur ZMBT	15
Gambar.5.. Reaksi Pembentukan Ikatan Silang Sulfur dengan Polimer Karet Menggunakan ZMBT.....	16
Gambar 6. Reaksi Ikatan Silang Poliisoprena dengan Sulfur	21
Gambar 7. Kekuatan Tarik Vulkanisat Karet Gelang dengan Variasi Ukuran Pengisi Zeolit (mesh)	30
Gambar.8.. Perpanjangan Putus Vulkanisat Karet Gelang dengan Variasi Ukuran Pengisi Zeolit (mesh)	32
Gambar.9. Modulus Vulkanisat Karet Gelang dengan Variasi Ukuran Pengisi Zeolit (mesh)	33
Gambar 10. Kekuatan Tarik Vulkanisat Karet Gelang dengan Variasi Konsentrasi ZMBT (%)	34
Gambar 11. Perpanjangan Putus Vulkanisat Karet Gelang dengan Variasi Konsentrasi ZMBT (%)	36
Gambar 12. Modulus Vulkanisat Karet Gelang dengan Variasi Konsentrasi ZMBT (%)	37

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Komposisi Kimia Lateks	7
Tabel 2. Komposisi Zeolit Alam	13
Tabel 3. Pembuatan Kompon Karet Gelang dengan Variasi Ukuran Pengisi Zeolit 60 mesh, 80 mesh, 100 mesh dan 140 mesh	27
Tabel 4. Pembuatan Kompon Karet Gelang dengan Variasi Konsentrasi ZMBT 20%, 40%, 60% dan 70%	28
Tabel 5. Hasil Uji Kekuatan Tarik Vulkanisat Karet Gelang dengan Variasi Ukuran Zeolit (mesh).....	45
Tabel 6. Hasil Uji Perpanjangan Putus Vulkanisat Karet Gelang dengan Variasi Ukuran Zeolit (mesh).....	45
Tabel 7. Hasil Uji Modulus Vulkanisat Karet Gelang dengan Variasi Ukuran Zeolit (mesh).....	45
Tabel 8. Hasil Uji Kekuatan Tarik Vulkanisat Karet Gelang dengan Variasi Konsentrasi ZMBT (%)	46
Tabel 9. Hasil Uji Perpanjangan Putus Vulkanisat Karet Gelang dengan Variasi Konsentrasi ZMBT (%)	46
Tabel 10. Hasil Uji Modulus Vulkanisat Karet Gelang dengan Variasi Variasi Konsentrasi ZMBT (%)	46
Tabel 11. Hasil Uji Kekuatan Tarik Vulkanisat Karet Gelang dengan Variasi Ukuran Zeolit (Mesh) Sesudah <i>Aging</i>	47
Tabel 12. Hasil Uji Perpanjangan Putus Vulkanisat Karet Gelang dengan Variasi Ukuran Zeolit (Mesh) Sesudah <i>Aging</i>	47
Tabel 13. Hasil Uji Modulus Vulkanisat Karet Gelang dengan Variasi Ukuran Zeolit (Mesh) Sesudah <i>Aging</i>	47
Tabel 14. Hasil Uji Kekuatan Tarik Vulkanisat Karet Gelang dengan Variasi Konsentrasi ZMBT (%) Sesudah <i>Aging</i>	48
Tabel 15. Hasil Uji Perpanjangan Putus Vulkanisat Karet Gelang dengan Variasi Konsentrasi ZMBT (%) Sesudah <i>Aging</i>	48
Tabel 16. Hasil Uji Modulus Vulkanisat Karet Gelang dengan Variasi	

Konsentrasi ZMBT (%) Sesudah <i>Aging</i>	48
---	----

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Hasil Pengujian Vulkanisat Karet Gelang	45
Lampiran 2. Perhitungan.....	49
Lampiran 3. Alat dan Bahan yang digunakan.....	51

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang menempati posisi kedua setelah Thailand sebagai negara produsen karet alam terbesar di dunia. Tanaman karet di Indonesia pada tahun 2015 memiliki luas area sebesar 3,62 juta hektar yang terdiri dari, perkebunan rakyat sebesar 3,07 juta ha (84,78%), perkebunan besar swasta sebesar 0,3 juta ha (8,84%) dan hanya 0,23 juta ha (6,38%) yang diusahakan oleh perkebunan besar negara (Nuraini dkk, 2018). Sumatera merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki lahan yang cocok untuk tanaman karet sebesar 63 % dari total produksi di Indonesia. Sumatera Selatan menjadi wilayah penyumbang terbesar dalam produksi karet rakyat yang memiliki luas lahan 1.221.413 hektar dan memproduksi sebanyak 1.071.853 ton karet, sehingga Sumatera Selatan menjadi wilayah yang cukup potensial dalam hal produksi karet rakyat di Indonesia (Rahmaniar dkk, 2016). Namun saat ini, Sumatera Selatan belum memiliki pabrik-pabrik yang dapat mengelola karet alam menjadi produk jadi atau setengah jadi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai pembuatan barang jadi dari karet alam, salah satunya adalah karet gelang.

Pembuatan vulkanisat karet gelang terdiri dari beberapa tahap antara lain, pembuatan kompon karet, vulkanisasi karet dan pengujian kualitas vulkanisat. Kompon karet merupakan campuran antara karet alam dengan bahan-bahan kimia sebelum divulkanisasi. Kualitas vulkanisat karet gelang dipengaruhi oleh pembuatan kompon karet karena pada proses ini dilakukan penambahan berbagai macam bahan kimia ke dalam karet alam, sehingga dapat mempengaruhi sifat fisis dan kimia dari karet. Pada umumnya, bahan-bahan kimia yang biasa ditambahkan ke dalam karet alam meliputi bahan pemvulkanisasi (sulfur), bahan pengaktif (ZnO), bahan pemercepat vulkanisasi (ZDEC dan ZMBT), bahan antioksidasi (ionol), bahan pengisi (*zeolite*), serta bahan bantu olah dispersi (tamol). Penambahan bahan-bahan kimia tersebut bertujuan untuk mempercepat proses vulkanisasi dan juga memperbaiki kualitas vulkanisat karet (Prastanto dkk, 2018).

Salah satu bahan kimia yang akan diteliti mengenai pengaruhnya terhadap kualitas karet gelang adalah bahan pengisi (*filler*) dan bahan pemercepat vulkanisasi (*accelerators*). Salah satu bahan kimia yang akan diteliti mengenai pengaruhnya terhadap kualitas karet gelang adalah bahan pengisi (*filler*) dan bahan pemercepat vulkanisasi (*accelerators*).

Pembuatan kompon karet gelang tanpa bahan pengisi hasilnya relatif bersifat lembut oleh karena itu, Untuk memperbaiki sifat vulkanisat perlu ditambahkan bahan pengisi (Anom dkk, 2011). Haryadi (2010) menyatakan bahwa ada dua macam bahan pengisi yang meliputi bahan pengisi aktif dan bahan pengisi tidak aktif. Contoh bahan pengisi aktif adalah aluminium silika, magnesium silika dan *carbon black* yang dapat meningkatkan kekerasan, ketahanan sobek, ketahanan kikis dan tegangan putus pada barang jadi karet. Sedangkan contoh bahan pengisi tidak aktif terdiri dari tanah liat, kaolin, kalsium karbonat, magnesium karbonat, barium sulfat dan barit yang akan menambah kekerasan dan kekakuan pada karet (Daud, 2015).

Jenis *filler* (bahan pengisi) yang digunakan dalam penelitian ini adalah zeolit yang merupakan mineral alumina silikat terhidrat yang dikategorikan sebagai bahan pengisi aktif karena memiliki kandungan silika ($\pm 70\%$). Penggunaan zeolit sebagai bahan pengisi dapat meningkatkan kekuatan barang jadi karet. Zeolit mempunyai sifat sebagai adsorben yang mampu mengadsorbsi amoniak yang terkandung didalam lateks pekat yang digunakan dan memiliki pori-pori yang mampu menyerap molekul air yang masih terkandung didalam karet alam agar dapat mempercepat proses vulkanisasi (Ali dkk, 2014). Prasetya Hadi (2012) menyimpulkan bahwa ukuran bahan pengisi dan waktu vulkanisasi dapat berpengaruh terhadap sifat fisis kompon karet, yaitu kekuatan tarik, perpanjangan putus dan modulus. Bahan pengisi yang memiliki ukuran partikel kecil akan disertai dengan luas permukaan yang besar sehingga semakin mudah terdispersi secara merata diseluruh bagian matriks karet alam sehingga mampu meningkatkan nilai kekuatan tarik, perpanjangan putus dan menurunkan modulus dari vulkanisat karet gelang (Cifriadi dkk, 2019).

Kompon karet gelang yang telah divulkanisasi disebut vulkanisat karet. Vulkanisasi dapat dikatakan sebagai proses pemanasan karet setelah dicampur

dengan belerang dan bertujuan untuk membentuk polimer karet yang saling bertautan satu sama lain (*cross-linking*) (Lubis dkk, 2016). Vulkanisasi berfungsi untuk memperbaiki sifat-sifat fisik vulkanisat karet gelang yang dihasilkan agar lebih elastis dan lebih kuat (Anom dkk, 2011). Temperatur yang tinggi pada saat vulkanisasi dapat menghasilkan ikatan silang yang lebih banyak. Namun temperatur vulkanisasi yang lebih tinggi juga dapat menghasilkan ikatan silang yang tidak stabil atau dikenal sebagai proses reversi yang akan menyebabkan nilai dari sifat-sifat mekanik menjadi menurun (Tambunan dan Harahap, 2015). Reaksi vulkanisasi menggunakan belerang berlangsung sangat lambat, namun dapat dipercepat dengan penambahan bahan pemercepat vulkanisasi yaitu *Zinc-2-mercaptobenzothiazol* (ZMBT) dan bahan pengaktif yaitu oksida-oksida logam seperti *zinc oxide* (ZnO) untuk mengoptimalkan kerja dari bahan pemercepat vulkanisasi (Anom dkk, 2011).

Penggunaan *Zinc-2-mercaptobenzothiazol* (ZMBT) sebagai akselerator sekunder telah banyak digunakan oleh para peneliti yang biasanya dikombinasikan dengan bahan pemercepat lainnya seperti *Zinc-diethyl-dithio carbamate* (ZDEC) sehingga mampu mempersingkat proses vulkanisasi karet (Ahsan *et al.*, 2015). Penambahan konsentrasi bahan pemercepat ZMBT dapat mempengaruhi jumlah ikatan silang yang terbentuk pada saat vulkanisasi berlangsung. Jumlah ikatan yang silang yang semakin banyak menunjukkan bahwa vulkanisat karet gelang semakin elastis, namun konsentrasi ZMBT yang terlalu tinggi dapat menurunkan kualitas vulkanisat karet.

Pengujian kualitas vulkanisat karet gelang dilakukan tanpa proses *aging* pada temperatur 70°C selama 60 menit dan menggunakan proses *aging* pada temperatur 70°C selama 70 jam dan berdasarkan persyaratan mutu ISO 37:2017 (E). Pengusangan (*aging*) berfungsi untuk melihat perubahan sifat mekanik maupun kualitas produk yang disebabkan oleh panas yang terkena pada produk dalam waktu yang lama. Salah satu metode paling umum digunakan untuk *aging* adalah menggunakan oven dimana sampel karet digantungkan pada temperatur dan periode waktu tertentu (Lubis dkk, 2016). Uji kualitas vulkanisat karet gelang dilakukan dengan menentukan nilai kekuatan tarik (*tensile strength*), perpanjangan putus (*elongation at break*) yang menunjukkan elastisitas) dan

modulus yang menunjukkan kekakuan dari vulkanisat karet gelang. Kekuatan tarik adalah besarnya beban yang diperlukan untuk merenggangkan potongan vulkanisat karet sampai putus sedangkan uji perpanjangan putus adalah penambahan panjang suatu potongan vulkanisat karet gelang apabila diregangkan sampai batas maksimum sampai mengalami putus. Modulus bertujuan untuk mengetahui besarnya beban yang diperlukan untuk meregangkan vulkanisat karet pada perpanjangan tarik tertentu (Nasruddin, 2010). Nilai perpanjangan putus dan kekuatan tarik menunjukkan elastisitas vulkanisat karet gelang sedangkan nilai modulus menunjukkan kepadatan ikatan silang (Nasruddin, 2018).

1.2. Rumusan Masalah

1. Berapakah ukuran bahan pengisi zeolit (mesh) dalam pembuatan vulkanisat karet gelang yang menghasilkan kualitas terbaik?
2. Berapakah konsentrasi bahan pemercepat vulkanisasi ZMBT yang menghasilkan kualitas vulkanisat karet gelang terbaik melalui uji kekuatan tarik (*elongation at break*), perpanjangan putus (*elongation at break*) dan modulus?
3. Bagaimana pengaruh pengusangan (*aging*) pada temperatur 70°C selama 70 jam terhadap sifat kekuatan tarik, perpanjangan putus dan modulus vulkanisat karet gelang?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menentukan ukuran bahan pengisi (*filler*) zeolit terbaik pada pembuatan vulkanisat karet gelang yang menghasilkan kualitas vulkanisat karet gelang paling baik melalui uji kekuatan tarik, perpanjangan putus dan modulus.
2. Menentukan konsentrasi ZMBT terbaik yang menghasilkan kualitas vulkanisat karet gelang paling baik melalui uji kekuatan tarik, perpanjangan putus dan modulus.
3. Mengetahui pengaruh pengusangan (*aging*) pada temperatur 70°C selama 70 jam terhadap kualitas vulkanisat karet gelang.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memberikan informasi kepada peneliti selanjutnya mengenai ukuran zeolit terbaik sebagai bahan pengisi (*filler*) dan konsentrasi ZMBT terbaik sebagai bahan pemercepat vulkanisasi untuk menghasilkan vulkanisat karet gelang dengan kualitas terbaik melalui uji kekuatan tarik, perpanjangan putus dan modulus. Serta memberikan informasi mengenai ketahanan vulkanisat karet gelang terhadap pengusangan (*aging*).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullin, I. F., Turova, E. N., Parshakova, Y. V., Budnikov, G. K., and Gogolashvili, E. L. (2002). Determination of Ionol by Voltammetry and Coulometric Titration. *Journal of Analytical Chemistry*. 57(3): 248-252.
- Ahsan, Q., Mohamad, M., and Soh, T. C. (2015). Effects of Accelerators on the Cure Characteristics and Mechanical Properties of Natural Rubber Compounds. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering (IJAME)*. 12(1): 2954-2966.
- Alam, M. N., Mandal, S. K., and Debnath, S. C. (2012). Effect of Zinc Dithiocarbamates and Thiazole-Based Accelerators on the Vulcanization of Natural Rubber. *Rubber Chemistry and Technology*. 85(1): 120-131.
- Alfa, A. A. (2005). *Bahan Kimia untuk Kompon Karet*. Teknologi Barang Jadi Karet Padat. Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor.
- Ali, F., Mezal, M. R. D, dan Darmawan, V. H. (2014). Pengaruh Penambahan Zeolit dan Kulit Kerang Darah terhadap Sifat Mekanis Rubber Compound. *Jurnal Teknik Kimia*. 20(3): 57-65.
- Anom, D. K., Setiaji, B., Trisunaryanti, W., Dan Triyono. (2011). Sifat Fisik dan Mekanik Coccofoam dari Serabut Kelapa dengan Kompon Lateks pada Beberapa Variasi Komposisi Campuran. *Jurnal Agritech*. 31(3): 260-266.
- Boonstra, B. B. (2005). Reinorcement by Filler. *Jurnal Rubber Age*. 92(6): 227-235.
- Cifriadi, A., Puspitasari, S., dan Andriani, W. (2019). Pengaruh Jenis Arang Hitam Terhadap Sifat Mekanik Komposit Karet Alam pada Vulkanisat Elastomer Bantalan Jembatan. *Jurnal Penelitian Karet*. 37(1): 65 – 74.
- Damanik, S., Syakir, M., Tasma, M., dan Siswanto. (2010). *Budidaya dan Pasca Panen Karet*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan Bogor.
- Daud, D. (2015). Kaolin sebagai Bahan Pengisi pada Pembuatan Kompon Karet: Pengaruh Ukuran dan Jumlah terhadap Sifat Mekanik-Fisik. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 26(1): 41-48.
- Dewi, I. R., dan Herminiwati. (2014). Lateks Karet Alam untuk Sol Sepatu: Metode Pembuatan, Sifat Mekanik dan Morfologi. *Jurnal Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*. 30(2): 61-70.
- Ditjenbun. (2015). *Statistik Perkebunan Indonesia*. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Fachry, A. R., Sari, T. I., Putra, B. A., dan Kristianto, D. A. (2012). Pengaruh Penambahan Filler Kaolin terhadap Elastisitas dan Kekerasan Produk Souvenir dari Karet Alam (Havea Brasilliensis). *Prosiding STNK Topi*. ISSN: 1907-0500.

- Georgiev, A., Karamancheva, I., and Topalo, L. (2006). Evaluation of the Antioxidation Activity of Ionol and Piperidone Towards Transformer Oil Using FT-IR Spectroscopy. *Journal of Molecular Structure*. 797(8): 25-33.
- Handayani, H., Maspanger, D. R., dan Radiman, C. L. (2016). Peningkatan Ketahanan Oksidasi Karet Alam melalui Pengikatan Antioksidan 4-Aminodifenilamina Secara Kimia. *Jurnal Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*. 32(2): 65-74.
- Haryadi, B. (2010). *Pengaruh Bahan Pengisi terhadap Sifat Kompon Barang Jadi Lateks*. Laporan Riset Balai Riset dan Standardisasi Industri Palembang.
- Hasan, A., Rochmadi, Sulistyono, H., and Honggokusumo, S. (2013). Vulcanization Kinetics of Natural Rubber Based on Free Sulfur Determination. *Indo. J. Chem.* 13(1): 21-27.
- Haya, F., Masturi dan Yulianti, I. (2016). Studi Elastisitas Tali dari Ban Sepeda Motor Bekas Sebagai Bahan Konstruksi Bangunan Rumah Tahan Gempa. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*. 5(1): 7-12.
- Herminiwati., Murwati., dan Lestari, S. B. P. (2007). Pemanfaatan Zeolit sebagai Bahan Pengisi dalam Pembuatan Karet Sponge untuk Tatakan Sepatu. *Jurnal Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*. 23(1): 27-32.
- Marlina, P. (2009). Teknologi Pembuatan Sarung Tangan Karet Rendah Protein Alergen. *Jurnal Riset Industri*. 3(2): 103-108.
- Maspanger, D. R. (2007). Pembuatan Lateks Dadih dengan Proses Sentrifugasi Putaran Rendah dan Kualitas Barang Jadi Karetnya. *Jurnal AGRITEC*. 27(3): 124-129.
- Kinasih, N. A., Fathurrohman, M. I., dan Suparto, D. (2015). Pengaruh Suhu Vulkanisasi Terhadap Sifat Mekanis Vulkanisat Karet Alam dan Karet Akrilonitril-Butadiena. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*. 31(2): 65-75.
- Lubis, M., Hayat, N., dan Harahap, H. (2016). Pengaruh Aging pada Kekuatan Tarik (Tensile Strength) Film Lateks Karet Alam Berpengisi Nanokristalin Selulosa dan Penyerasi Alkanolamida. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 5(2): 27-31.
- Luftinor. (2017). Penggunaan Lateks Alam Cair untuk Pembuatan Kain Interlining. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 28(2): 76-80.
- Nasution, R. S. (2016). Pemanfaatan Berbagai Jenis Bahan sebagai Penggumpal Lateks. *Journal of Islamic Science and Technology*. 2(1): 29-36.
- Nasruddin. (2010). Karakteristik Sifat Fisika Kimia Membran dari Berbagai Formula Kompon. *Jurnal Dinamika Penelitian BIPA*. 21(37):60-71.
- Nasruddin. (2018). Sifat Mekanik Rubber Waves Dari Komposit Karet Alam dan Karet Sintetis Menggunakan Multi Filler. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 29(1):35-45.

- Nuraini E., Andriyanti, W., dan Saptaaji, R. (2018). Optimasi Proses Iradiasi Lateks Karet Alam Menggunakan Mesin Berkas Elektron (MBE). *Jurnal Risalah Fisika*. 2(1): 15-19.
- Nurhayati, C., dan Andayani, O. (2015). Pengolahan Lateks Pekat Proses Dadih Menggunakan Garam Alginat Hasil Ekstraksi Rumput Laut untuk Produk Busa. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 26(1): 49-58.
- Nurhayati, C., dan Andayani, O. (2012). Teknologi Pengolahan Lateks Cair Menjadi Karet Busa. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 23(1): 12–20.
- Nuyah. (2009). Penentuan Formulasi Karet Pegangan Setang (Grip Handle) dengan Menggunakan Karet Alam dan Karet Sintetis Berdasarkan SNI 06 – 7031 – 2004. *Penentuan Formulasi Karet Pegangan Setang*. 1(1): 1-10.
- Nuyah. (2013). Penggunaan Crude Palm Oil (CPO) sebagai Bahan Pelunak (*Factise*) dalam Pembuatan Kompon Karet Gelang. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 24(2): 122-128.
- Oktavia, V., Suroso, E., dan Utomo, T. P. (2014). Strategi Optimalisasi Bahan Baku Lateks pada Industri Karet Jenis Ribbed Smoked Sheet (Rss). *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. 19(2): 179-193.
- Prasetya, H. A. (2012). Arang Aktif Serbuk Gergaji Bahan Pengisi untuk Pembuatan Kompon Ban Luar Kendaraan Bermotor. *Jurnal Riset Industri*. 6(1): 1-5.
- Prastanto, H., Firdaus, Y., Puspitasari, S., Ramadhan A., dan Falaah F. (2018). Sifat Fisika Aspal Modifikasi Karet Alam pada Berbagai Jenis dan Dosis Lateks Karet Alam. *Jurnal Penelitian Karet*. 36(1): 65-76.
- Rahmaniar., Rejo, A., Priyanto, G., dan Hamzah, B. (2016). Optimasi Konsentrasi Ekstrak Kayu Secang dan Campuran Pasir Kuarsa dengan Kulit Kerang yang digunakan pada Pembuatan Kompon Karet. *Jurnal Agritech*. 36(2): 182-188.
- Sulasri, Malino, M. B., dan Lapanporo, B. P. (2014). Penentuan Kadar Kering Karet (K3) dan Pengukuran Konstanta Dielektrik Lateks Menggunakan Arus Bolak Balik Berfrekuensi Tinggi. *Jurnal Prisma Fisika*. 2(1): 11 – 14.
- Suliknyo. (2017). Pengembangan Formula Compound Rubber dalam Pembuatan Sol Sepatu. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*. 06(1): 1-5.
- Tamasi, K., and Kollar, M. S. (2018). Effect of Different Sulfur Content in Natural Rubber Mixtures on Their Thermo-Mechanical and Surface Properties. *International Journal of Engineering Research & Science (IJOER)*. 4(2): 28-37.
- Tambunan, F. E., dan Harahap, H. (2015). Pengaruh Suhu Vulkanisasi dan Komposisi Bentonite Clay yang Dimodifikasi dengan Alkanolamida dari

Bahan Baku RBDPKO pada Produk Lateks Karet Alam. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 4(4): 64-70.

Vijayaram, T. R. (2009). A Technical Review on Rubber. *International Journal on Design and Manufacturing Technologies*. 3(1): 25-37.

Yuniari, A., Sarengat, N., and Lestari, S. B. P. (2013). the Effect of Sulfur on Physical Properties of Pale Crepe and SBR Blends Used for Heat Resistant Rubber. *Jurnal Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*. 29(2): 63-68.

Zhang, Z., Wu, Q., and Zhao, Z. (2011). Evaluation of Sasobit Warm Mix Rubber Asphalt Properties. *Proceedings of the 3rd International Conference on Transportation Engineering (p. 1932-1938)*. Chengdu, China : ASCE.