



**LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING**  
**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA**  
**SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI**

JUDUL : INOVASI TEKNOLOGI FORMULASI KARET ALAM  
DENGAN SERAT SABUT KELAPA UNTUK MATERIAL  
ALAS RUMAH KOMPOSIT

NAMA/NIM : BERNIKE ROSA RETHA / 1511.017  
TRI ABADHI / 1611.005

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA INDUSTRI

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan  
dalam sidang Tugas Akhir Sekolah Tinggi Manajemen Industri  
Kementerian Perindustrian Republik Indonesia

Ketua Program Studi,  
Teknik Kimia Industri

Dosen Pembimbing

( Dr. Ir. Gatot Ibnusantosa, DEA )  
NIP. 195105021980031003

( Dr. Ir. Agus Mundiyo )  
NIP. 195403281982031003

**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA**  
**SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**JUDUL TUGAS AKHIR** : INOVASI TEKNOLOGI FORMULASI KARET  
ALAM DENGAN SERABUT KELAPA UNTUK  
MATERIAL ALAS RUMAH KOMPOSIT

**DISUSUN OLEH :**

**NAMA/NIM** : BERNIKE ROSA RETHA / 1511.017  
TRI ABADHI / 1611.005

**PROGRAM STUDI** : TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Program Studi Teknologi Kimia  
Industri Sekolah Tinggi Manajemen Industri pada hari Selasa, 25 Agustus 2015.

Jakarta, 25 Juli 2015

Penguji,

Penguji,

**(Ir. Parulian Leonard Marpaung, M.M)**

**NIP.195702141985031002**

**(Dr. Ir. Agus Mundiyo)**

**NIP. 195403281982031003**

Penguji,

**(Sakri Widhianto, S.Teks, M.M)**

**NIP.195031719031001**

Penguji,

**(Ir. Sumingkrat, M.Si)**

**NIP.195107071984032001**

## **LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya Mahasiswa Program Studi Teknologi Kimia Industri Sekolah Tinggi Manajemen Industri Kementerian Perindustrian Republik Indonesia :

Nama : Bernike Rosa Retha

NIM : 1511017

Program Studi : Teknologi Kimia Industri

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang saya buat dengan judul :

### **INOVASI TEKNOLOGI FORMULASI KARET ALAM DENGAN SERAT SABUT KELAPA UNTUK MATERIAL ALAS RUMAH KOMPOSIT**

- Dibuat dan diselesaikan sendiri menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing di tempat saya melakukan penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir saya.

Bila terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti yang tertera diatas, karya Tugas Akhir saya ini dibatalkan.

Jakarta, Mei 2015  
Yang Membuat Pernyataan

**Bernike Rosa Retha**

## **LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya Mahasiswa Program Studi Teknologi Kimia Industri Sekolah Tinggi Manajemen Industri Kementerian Perindustrian Republik Indonesia :

Nama : Tri Abadhi  
NIM : 1611005  
Program Studi : Teknologi Kimia Industri

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang saya buat dengan judul :

### **INOVASI TEKNOLOGI FORMULASI KARET ALAM DENGAN SERAT SABUT KELAPA UNTUK MATERIAL ALAS RUMAH KOMPOSIT**

- Dibuat dan diselesaikan sendiri menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing di tempat saya melakukan penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir saya.

Bila terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti yang tertera diatas, karya Tugas Akhir saya ini dibatalkan.

Jakarta, Mei 2015  
Yang Membuat Pernyataan

**Tri Abadhi**

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur dan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa melimpahkan rahmat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Laporan Penelitian yang dilaksanakan pada tanggal 4 Maret – 5 Mei 2015 di Balai Pengkajian Teknologi Polimer – Sentra Teknologi Polimer, kawasan puspitek serpong dengan baik.

Penyusunan Laporan Penelitian ini ditujukan untuk memenuhi salah satu persyaratan menyelesaikan program Diploma IV Sekolah Tinggi Manajemen Industri, Kementerian Perindustrian, Jakarta.

Dalam menyelesaikan Laporan Penelitian ini, penyusun banyak dibantu oleh berbagai pihak, karena itu dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Drs. Achmad Zawawi, M.A., M.M selaku Ketua Sekolah Tinggi Manajemen Industri, Kementerian Perindustrian RI.
2. Bapak Dr. Ir. Gatot Ibnsantosa, DEA selaku Ketua Jurusan Teknologi Kimia Industri Sekolah Tinggi Manajemen Industri.
3. Bapak Syaiful selaku pembimbing penelitian di BPPT – STP
4. Bapak Dr. Ir. Agus Mundiyo selaku pembimbing penelitian pertama di Teknologi Kimia Industri Sekolah Tinggi Manajemen Industri Kementerian Perindustrian RI.
5. Ibu Fitria Ika Aryanti, M. Eng selaku pembimbing penelitian kedua di Teknologi Kimia Industri Sekolah Tinggi Manajemen Industri Kementerian Perindustrian RI.
6. Ibu Fitri, Ibu Retno, Pak Yurrohman, dan Mas Hakim yang telah banyak membantu dan memberikan saran kepada kami selama penelitian.

7. Keluarga yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan. Terutama untuk kedua Orang Tua kami.
8. Serta semua pihak yang tak dapat penyusun sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penyusun menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penyusun berharap adanya kritik serta saran yang bersifat membangun agar Laporan Penelitian ini dapat lebih baik lagi. Akhir kata penyusun berharap agar Laporan Penelitian ini bermanfaat bagi semua pembaca.

Jakarta, Mei 2015

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
ABSTRAK .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Masalah .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Komposit.....	7
2.1.1 Bagian-bagian Utama dari Komposit.....	9

2.1.2	Klasifikasi Material Komposit .....	10
2.1.3	Jenis-jenis Material Komposit.....	11
2.1.4	Faktor Ikatan <i>Fiber-Matrix</i> .....	12
2.1.5	Faktor Ikatan <i>Filler-Matrix</i> .....	12
2.2	Polimer .....	13
2.3	Karet.....	15
2.3.1	Struktur Kimia Karet .....	15
2.3.2	Penyebab Terjadinya Prakoagulasi .....	17
2.3.3	Tindakan Pencegahan Prakoagulasi dan Zat Anti Koagulan .....	19
2.3.4	Perbedaan Karet Alam dengan Karet Sintetis .....	20
2.3.5	Jenis-jenis Karet Alam .....	21
2.3.6	<i>Crumb Rubber</i> .....	22
2.3.7	Kompon Karet .....	23
2.3.8	Bahan Kimia Karet.....	24
2.3.8.1	Bahan Pemvulkanisasi.....	24
2.3.8.2	Bahan Pencepat.....	26
2.3.8.3	Bahan Pengaktif ( <i>Activator</i> ).....	27
2.3.8.4	Bahan Pelunak ( <i>Plastizer</i> ) .....	27
2.3.8.5	Bahan Antioksidan .....	27
2.3.8.6	Bahan Pemantap ( <i>Stabilizier</i> ).....	28
2.3.8.7	Bahan Pengisi ( <i>Filler</i> ) .....	28
2.4	Serat Sabut Kelapa .....	28
2.5	Alas Rumah Komposit.....	30
2.6	STP – BPPT (Sentra Teknologi Polimer – Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi).....	31
2.7	Metode Uji .....	31
2.7.1	<i>Tensile Strength</i> dan <i>Elongation at Break</i> .....	31
2.7.2	<i>Scanning Electron Microscopy</i> .....	33

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	35
3.2 Bahan dan Alat.....	35
3.2.1 Bahan.....	35
3.2.2 Alat .....	38
3.3 Prosedur Penelitian .....	43
3.3.1 Langkah Kerja Penimbangan .....	43
3.3.2 Pembuatan Komposit dengan Matriks Karet Alam Padat ( <i>Crumb Rubber</i> ).....	43
3.3.3 Pembuatan Komposit dengan Matriks Karet Alam Cair (Lateks) .....	45
3.4 Urutan Pengerjaan.....	47
3.4.1 Diagram Alir Penelitian Komposit Karet Alam Padat ( <i>Crumb Rubber</i> )- Serat Sabut Kelapa.....	47
3.4.2 Diagram Alir Penelitian Komposit Karet Alam Cair (Lateks)- Serat Sabut Kelapa .....	48
3.5 Komposisi Komposit .....	51
3.5.1 PHR ( <i>Parts per Hundred Rubber</i> ) .....	52
3.6 Pengujian Komposit.....	53
3.6.1 Tensile Strength (Kuat Tarik) dan Perpanjangan Putus .....	53
3.6.2 <i>Scanning Electron Microscopy</i> .....	54

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 <i>Tensile Strength</i> (Kekuatan Tarik).....	56
4.2 <i>Elongation at Break</i> (Perpanjangan Putus).....	60
4.3 <i>Scanning Electron Microscopy</i> .....	64

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan .....	69
5.2 Saran .....	69

DAFTAR PUSTAKA .....	71
LAMPIRAN A .....	74
LAMPIRAN B .....	77

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Karet <i>Standard Indonesia Rubber</i> (SIR) .....	23
Tabel 2.2 Sifat Kimia dan Komposisi Serat Kelapa .....	29
Tabel 3.1 Komposisi Karet Alam Padat ( <i>Crumb Rubber</i> ), Serat Sabut Kelapa dan Bahan Kimia Aditif (dalam Phr) .....	51
Tabel 3.2 Komposisi Karet Alam Cair (Lateks) dan Serat Sabut Kelapa (dalam Phr).....	52
Tabel 3.3 Komposisi Karet Alam Padat ( <i>Crumb Rubber</i> ), Serat Sabut Kelapa dan Bahan Kimia Aditif (dalam gram).....	52
Tabel 3.4 Komposisi Karet Alam Cair (Lateks) dan Serat Sabut Kelapa (dalam gram) .....	53
Tabel 3.5 Standart ASTM D412 pada Uji Tarik .....	54
Tabel 4.1 Standar Mutu Karpet Karet.....	56
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kompon <i>Crumb Rubber</i> Terhadap <i>Tensile Strength</i> (MPa).....	57
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kompon Lateks Terhadap <i>Tensile Strength</i> (MPa) .....	57
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kompon <i>Crumb Rubber</i> Terhadap <i>Elongation at Break</i> (%) .....	61
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kompon Lateks Terhadap <i>Elongation at Break</i> (%).....	61

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komposit Serat.....	11
Gambar 2.2 Komposit Laminat.....	11
Gambar 2.3 Komposit Partikel.....	12
Gambar 2.4 Struktur Monomer <i>Isoprene</i> .....	16
Gambar 2.5 Rumus Bangun <i>Polyisoprene</i> .....	16
Gambar 2.6 Rumus Bangun <i>cis – 1,4 – Polyisoprene</i> .....	16
Gambar 2.7 Karet kompon SIR 10 dan 20.....	23
Gambar 2.8 Karet Kompon <i>Latex</i> .....	23
Gambar 2.9 Reaksi Vulkanisasi Ikatan Sambung Silang.....	25
Gambar 2.10 Mekanisme Reaksi Vulkanisasi .....	26
Gambar 2.11 Struktur <i>N-cyclohexyl-2-benzothiazole sulphenamide (CBS)</i> .....	27
Gambar 2.12 Bagian – bagian Buah Kelapa .....	30
Gambar 2.13 Standart Spesimen Pengujian Tarik ASTM D412 .....	32
Gambar 2.14 Diagram <i>Scanning Electron Microscopy</i> .....	34
Gambar 3.1 Serat Sabut Kelapa .....	35
Gambar 3.2 Karet Alam (SIR 10) .....	36
Gambar 3.3 Karet Alam (SIR 20) .....	36
Gambar 3.4 Karet Alam ( <i>Latex cair</i> ).....	36
Gambar 3.5 <i>Magnetic Stirrer</i> .....	38
Gambar 3.6 Oven .....	39
Gambar 3.7 Mettler Toledo PG5002-S DeltaRange .....	40
Gambar 3.8 <i>Open Mixing Mill</i> .....	40
Gambar 3.9 <i>Hot Press</i> tipe 300 P.....	41
Gambar 3.10 Cetakan <i>Hot Press</i> .....	41
Gambar 3.11 <i>Calipers</i> .....	41

Gambar 3.12 <i>Universal Testing Machine</i> Shimadzu AG 10NG.....	42
Gambar 3.13 Peralatan <i>Scanning Electron Microscopy</i> .....	42
Gambar 3.14 Diagram Alur penelitian Komposit Karet Alam Padat ( <i>Crumb Rubber</i> ) – Serat Sabut Kelapa.....	47
Gambar 3.15 Diagram Alur Penelitian Komposit Karet Alam Cair (Lateks) – Serat Sabut Kelapa.....	48
Gambar 3.16 Sampel Karet Kompon Vulkanisir ( <i>Crumb Rubber</i> ).....	49
Gambar 3.17 Sampel Karet Kompon Vulkanisir ( <i>Latex</i> ).....	49
Gambar 3.18 Spesimen Uji komposisi 10 phr serabut kelapa ( <i>Crumb Rubber</i> ).....	49
Gambar 3.19 Spesimen Uji komposisi 30 phr serabut kelapa ( <i>Crumb Rubber</i> ).....	49
Gambar 3.20 Spesimen Uji komposisi 50 phr serabut kelapa ( <i>Crumb Rubber</i> ).....	49
Gambar 3.21 Spesimen Uji komposisi 10 phr serabut kelapa ( <i>Latex</i> ).....	49
Gambar 3.22 Spesimen Uji komposisi 30 phr serabut kelapa ( <i>Latex</i> ).....	50
Gambar 3.23 Spesimen Uji komposisi 50 phr serabut kelapa ( <i>Latex</i> ).....	50
Gambar 3.24 Spesimen Uji komposisi 10 phr serabut kelapa <i>after test</i> ( <i>Crumb Rubber</i> ) .....	50
Gambar 3.25 Spesimen Uji komposisi 30 phr serabut kelapa <i>after test</i> ( <i>Crumb Rubber</i> ) .....	50
Gambar 3.26 Spesimen Uji komposisi 50 phr serabut kelapa <i>after test</i> ( <i>Crumb Rubber</i> ) .....	50
Gambar 3.27 Spesimen Uji komposisi 10 phr serabut kelapa <i>after test</i> ( <i>Latex</i> ).....	50
Gambar 3.28 Spesimen Uji komposisi 30 phr serabut kelapa <i>after test</i> ( <i>Latex</i> ).....	51
Gambar 3.29 Spesimen Uji komposisi 50 phr serabut kelapa <i>after test</i> ( <i>Latex</i> ).....	51
Gambar 4.1 Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa terhadap Kekuatan Tarik Kompon <i>Crumb Rubber</i> .....	58
Gambar 4.2 Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa terhadap Kekuatan Tarik Kompon Lateks.....	59
Gambar 4.3 Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa terhadap Perpanjangan Putus Kompon <i>Crumb Rubber</i> .....	62

Gambar 4.4 Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa terhadap Perpanjangan Putus Kompon Lateks .....	63
Gambar 4.5 Micrograph SEM Kompon <i>Crumb Rubber</i> dengan pembesaran 40x untuk komposisi serat sabut kelapa 10 phr .....	64
Gambar 4.6 Micrograph SEM Kompon <i>Crumb Rubber</i> dengan pembesaran 1000x untuk komposisi serat sabut kelapa 10 phr .....	64
Gambar 4.7 Micrograph SEM Kompon <i>Crumb Rubber</i> dengan pembesaran 40x untuk komposisi serat sabut kelapa 30 phr .....	65
Gambar 4.8 Micrograph SEM Kompon <i>Crumb Rubber</i> dengan pembesaran 1000x untuk komposisi serat sabut kelapa 30 phr .....	65
Gambar 4.9 Micrograph SEM Kompon <i>Crumb Rubber</i> dengan pembesaran 40x untuk komposisi serat sabut kelapa 500 phr .....	65
Gambar 4.10 Micrograph SEM Kompon <i>Crumb Rubber</i> dengan pembesaran 1000x untuk komposisi serat sabut kelapa 50 phr .....	65
Gambar 4.11 Micrograph SEM Kompon Lateks dengan pembesaran 40x untuk komposisi serat sabut kelapa 10 phr .....	66
Gambar 4.12 Micrograph SEM Kompon Lateks dengan pembesaran 1000x untuk komposisi serat sabut kelapa 10 phr .....	66
Gambar 4.13 Micrograph SEM Kompon Lateks dengan pembesaran 40x untuk komposisi serat sabut kelapa 30 phr .....	67
Gambar 4.14 Micrograph SEM Kompon Lateks dengan pembesaran 300x untuk komposisi serat sabut kelapa 30 phr .....	67
Gambar 4.15 Micrograph SEM Kompon Lateks dengan pembesaran 40x untuk komposisi serat sabut kelapa 50 phr .....	67
Gambar 4.16 Micrograph SEM Kompon Lateks dengan pembesaran 1000x untuk komposisi serat sabut kelapa 50 phr .....	67

## ABSTRAK

Komposit polimer berpengisi serat sabut kelapa yang digunakan dalam penelitian ini merupakan bahan alternatif untuk pembuatan komposit karet yang akan diaplikasikan untuk produk karpet karet. Dalam hal ini, karet alam bersifat tidak tahan terhadap hal – hal mekanik, untuk memperbaiki sifat mekanis karet perlu ditambahkan bahan pengisi berupa serat sabut kelapa, karena selain murah juga sekaligus sebagai penguat. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki sifat mekanik karet sehingga diperoleh material yang kuat yang nantinya dapat meningkatkan nilai tambah pada barang jadi karet. Rancangan percobaan meliputi variasi penambahan serat sabut kelapa sebesar 10 phr, 30 phr dan 50 phr pada kompon karet, digunakan untuk mengetahui hasil optimum dari komposit terhadap sifat mekanisnya. Untuk pembuatan sampel uji dengan menggunakan alat roll open mill untuk membuat kompon crumb rubber sedangkan alat *nozzle spray* untuk membuat kompon lateks. Pengujian dilakukan dengan standar prosedur ASTM dengan alat *universal testing machine* dan *scanning electron microscopy*. Hasil penelitian menunjukkan bahan pengisi serat sabut kelapa yang paling optimum dari komposit bermatriks karet alam (*Crumb Rubber*) dengan komposisi 30 phr yang memiliki kekuatan tarik 4,292 MPa dan perpanjangan putus 262,8%. Sedangkan untuk komposit bermatriks karet alam (Lateks) nilai optimum pada komposisi 50 phr yang memiliki kekuatan tarik 4,861 MPa dan pada komposisi 10 phr dengan perpanjangan putus 305,4 %. Karakteristik kompon karet alam *Crumb Rubber* dan *Latex* untuk parameter *tensile strength* belum memenuhi standar mutu kompon karet untuk aplikasi karpet karet, namun untuk parameter *elongation at break* kompon karet alam *Crumb Rubber* dan Lateks memenuhi standar mutu kompon karet untuk aplikasi karpet karet. Standar produk yang digunakan mengacu pada standar SNI 12-1000-1989.

Kata kunci : Formulasi, material komposit, vulkanisasi, karet alam, serat sabut kelapa

## ***ABSTRACT***

*Polymer composites coco fiber fillers used in this study is an alternative material for the manufacture of rubber composites that will be applied to the rubber carpet products. In this case, natural rubber are not resistant to it - mechanical things, to improve the mechanical properties of rubber to be added fillers such as coconut coir fiber, because of cheap also as reinforcement. This study aims to improve the mechanical properties of rubber in order to obtain a strong material that can later be added value to the finished rubber goods. The experimental design includes variations addition of coco fiber by 10 phr, 30 phr and 50 phr in the rubber compound, used to determine the optimum result of the mechanical properties of the composite. To manufacture the test sample by using an open roll mill to make crumb rubber compound while the spray nozzle tool to make the latex compound. Testing is done with the ASTM standard procedure by means of a universal testing machine and scanning electron microscopy. The results showed coco fiber fillers are the most optimum of composites with a matrix of natural rubber (crumb rubber) with 30 phr composition that has a tensile strength of 4.292 MPa and elongation at break of 262.8%. As for composites with a matrix of natural rubber (latex) optimum value at 50 phr composition that has a tensile strength of 4.861 MPa and the composition of the 10 phr with elongation at break of 305.4%. Characteristics of natural rubber compound Crumb Rubber and Latex for tensile strength parameters do not meet the quality standard rubber compound for rubber carpet applications, but the elongation at break parameters for natural rubber compound Crumb Rubber and Latex meet the quality standard rubber compound for rubber carpet applications. Standard products used refers to the SNI 12-1000-1989 standards.*

*Keywords : Formulation, Composite materials, vulcanization, natural rubber, coconut fibers*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Dalam upaya mengatasi merosotnya harga karet alam, pemerintah mendorong peningkatan pemanfaatan karet alam untuk kebutuhan dalam negeri serta mengembangkan industri pengolahan karet alam, terutama yang bisa mendukung pembangunan infrastruktur nasional. Dengan upaya tersebut, pemerintah mengharapkan bisa menambah penyerapan karet alam. Hal ini, bertujuan untuk mengerek harga karet alam yang terpuruk. Tak hanya itu, peningkatan pemanfaatan karet alam ini juga akan mendongkrak harga karet.

Indonesia merupakan negara pemasok karet alam terbesar kedua di pasar dunia dengan total produksi sebanyak 3,1 juta ton dan kontribusi devisa senilai US\$4,7 miliar pada 2014. Saat ini, pemanfaatan karet alam di dalam negeri sekitar 18 persen dari total produksi, antara lain untuk industri ban, sarung tangan dan ban vulkanisir. Sebagian besar karet ini diekspor dalam bentuk mentah, yaitu crumb rubber (karet remah), *ribbed smoked sheets* (RSS) dan lateks pekat. Dengan peningkatan pemanfaatan karet alam domestik ini, diharapkan produk-produk berbasis karet alam yang dihasilkan lebih beragam. Tak hanya untuk memenuhi kebutuhan domestik, tapi juga meningkatkan ekspor yang bernilai tambah [1].

Perkembangan material komposit kini melaju pesat. Hal ini disebabkan banyaknya hasil riset yang menunjukkan bahwa produk - produk berbahan dasar komposit mampu bersaing dengan produk - produk berbahan logam atau produk lain. Ada tuntutan bahwa material harus mempertimbangkan aspek lingkungan maka perkembangan material komposit bergerak menuju komposit alam [2].

Karet alam merupakan salah satu komoditi industri hasil tanaman tropis yang mempunyai peranan penting dan strategis dalam mendukung perekonomian nasional,

utamanya sebagai sumber perolehan devisa dan sumber nafkah berjuta-juta petani karet di pedesaan sehingga dapat membendung arus urbanisasi, serta sebagai penyedia lapangan kerja bagi buruh pabrik karet, penting dan strategisnya komoditi karet alam ini tidak hanya dirasakan oleh negara-negara produsen karet alam, seperti Indonesia, Thailand dan Malaysia, tetapi juga dirasakan oleh negara-negara konsumen/pengimpor [3] .

Karet merupakan material konstruksi yang cukup mempunyai banyak kelebihan, sehingga karet sampai saat ini banyak dipelajari mengenai sifat-sifatnya, struktur materialnya, kekuatan untuk menahan gaya, panas dan sifat kimia lainnya, Keistimewaan sifat dari karet, yang tetap menarik perhatian para insinyur perencana adalah kelebihan pada kontek pembebanan. Pada tahun 1839 *Charles Good Year* menambahkan *sulfur* dan *basic lead carbonate* kedalam campuran karet alam dengan pemanasan, sehingga didapatkan karet dengan kualitas terbaik. Kimia dasar dari karet mulai muncul pada tahun 1839 yang merupakan bagian terbesar dari metode vulkanisasi, suatu bentuk improvisasi dalam rangka meningkatkan tegangan tarik, tahan sobek, tahan panas dan fleksibel [4].

Karet merupakan polimer yang mempunyai sifat elastis, sehingga dinamakan pula sebagai elastomer. Karet digolongkan atas dua jenis yaitu, karet alam dan karet sintetis. Dalam konsumsinya jumlah produksi karet alam jauh dibawah karet sintetis. Hal ini disebabkan pasokan karet alam selalu mengalami perubahan, bahkan kadang-kadang bergejolak. Selain itu karet alam dari segi karakteristiknya berbanding terbalik dengan karet sintetis yang bersifat tidak tahan terhadap ozon, minyak dan suhu tinggi. Karet jika sudah divulkanisasi berubah menjadi termoset dan tidak dapat di proses kembali baik dengan proses pemanasan ataupun pelarutan [5]. Vulkanisat dengan komposisi lateks, belerang, pencepat dan pengaktif tanpa bahan pengisi hasilnya relatif bersifat lembut. Maka dari itu untuk memperbaiki sifat vulkanisat dan karakteristiknya perlu ditambahkan bahan pengisi. Penambahan bahan pengisi dapat meningkatkan sifat-sifat mekanik seperti *tensile strength*, *stiffness*, *tear resistance*

*dan abrasion resistance* dan lain – lain [6]. Yang akan mengangkat derajat mutu barang jadi karet sehingga produk karet alam diharapkan juga dapat mengikuti dan mempertahankan dari segi ekonomi dan kualitas produk dalam persaingan pasar.

Keunggulan sifat-sifat karet alam ini memberikan keuntungan atau kemudahan dalam proses pengerjaan dan pemakaiannya, baik dalam bentuk karet atau kompon maupun dalam bentuk vulkanisat. Dalam bentuk bahan mentah, karet alam sangat disukai karena mudah menggulung pada *roll* sewaktu diproses dengan *open mill*/penggiling terbuka dan dapat mudah bercampur dengan berbagai bahan-bahan yang diperlukan di dalam pembuatan kompon. Dalam bentuk kompon, karet alam sangat mudah dilengketkan satu sama lain sehingga sangat disukai dalam pembuatan barang-barang yang perlu dilapis-lapiskan sebelum vulkanisasi dilakukan. Keunggulan daya lengket inilah yang menyebabkan karet alam sulit disaingi oleh karet sintetik. Begitupun sifat kepegasan pantul dari vulkanisasi karet alam sangatlah baik, yang menyebabkan timbulnya kalor (*heat build up*) yang sangat rendah saat terpantul, merupakan sifat yang sangat diperlukan oleh barang jadi karet yang akan mengalami hentakan berulang-ulang. Sifat inilah yang sulit disaingi oleh karet sintesis [7].

Peningkatan kebutuhan bahan atau produk yang efisien dengan biaya yang murah semakin meningkat, penggunaan serat alami secara konvensional merupakan salah satu tindakan efisiensi biaya bahan yang digunakan dalam suatu produksi.

Potensi ketersediaan serabut kelapa untuk dikonversi menjadi produk komersial cukup besar. Dari produksi buah kelapa nasional rata-rata sebanyak 15,5 milyar butir pertahun, dapat diperoleh serabut kelapa sekitar 1,8 juta ton [6]. Selama ini pemanfaatan sabut kelapa hanya sebagian kecil, sebagian besar sabut kelapa tersebut dibuang dan menjadi limbah. Limbah sabut kelapa sangat potensial digunakan sebagai penguat bahan komposit yang alami dan ramah lingkungan. Serat sabut kelapa dapat digunakan sebagai bahan pembuat karpet, pengisi sandaran kursi, *dashboard* mobil, kasur, genteng, plafon atau bahan panel dinding tahan gempa, penggunaan sabut kelapa banyak dimanfaatkan karena sabut kelapa memiliki sifat

tahan lama, sangat ulet, kuat terhadap gesekan, tidak mudah patah, tahan terhadap air, tidak mudah membusuk, tahan terhadap jamur dan hama serta tidak dihuni oleh rayap dan tikus. Untuk itu, serat sabut kelapa sebagai filler menjadi alternatif perkembangan komposit dalam penelitian ini, yaitu pembuatan komposit karet alam – serat sabut kelapa, yang nantinya dapat di aplikasikan untuk produk barang jadi karet seperti karpet karet, karena *filler* dengan serat sabut kelapa selain murah, mudah didapat juga sangat berlimpah [8].

Proses vulkanisasi merupakan salah satu tahapan proses paling penting dalam pembuatan komposit karet alam – serat sabut kelapa. Vulkanisasi merupakan proses pembentukan ikatan silang belerang dengan karet untuk membentuk struktur jaringan tiga dimensi. Ikatan silang menjadikan karet tidak lengket serta meningkatkan kekuatan tariknya. Kondisi vulkanisasi yang tidak tepat akan menyebabkan vulkanisat kurang matang atau lewat matang sehingga komposit menjadi tidak kuat dan tidak elastis. Proses vulkanisasi dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat fisik karet, sehingga yang dihasilkan lebih elastis dan lebih kuat [6].

## **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian diatas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh mekanis karet dengan variasi penambahan serat sabut kelapa terhadap karet alam (*Crumb Rubber* dan Lateks) untuk aplikasi sebagai material alas rumah komposit ?
2. Berapa komposisi penambahan berat serat sabut kelapa terhadap karet alam (*Crumb Rubber* dan lateks) yang menghasilkan komposit dengan sifat mekanik yang lebih optimal untuk aplikasi sebagai material alas rumah komposit ?
3. Apakah kompon karet sesuai dengan standar mutu karpet karet (SNI 12-1000-1989) ?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui pengaruh dari penambahan *filler* serat sabut kelapa terhadap sifat mekanis karet untuk aplikasi sebagai material alas rumah komposit.
2. Mengetahui nilai optimum dari penambahan *filler* serat sabut kelapa terhadap sifat mekanik komposit untuk aplikasi sebagai material alas rumah komposit
3. Mengetahui hasil uji komposit yang mengacu pada standar SNI 12-1000-1989.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberi informasi mengenai pengaruh dari penambahan *filler* serat sabut kelapa pada kompon karet alam terhadap komposit untuk aplikasi sebagai material alas rumah komposit.
2. Memberi informasi mengenai penambahan *filler* serat sabut kelapa pada kompon karet alam yang menghasilkan kekuatan mekanik komposit karet yang optimal untuk aplikasi sebagai material alas rumah komposit

3. Memberi informasi mengenai spesifikasi mutu komposit yang mengacu pada standar mutu karpet karet (SNI 12-1000-1989).

#### **1.5. Batasan masalah Penelitian**

1. Pengaruh kandungan benda asing yang terbawa selama proses pengerjaan dianggap tidak ada / diabaikan.
2. Semua spesimen uji mekanik hasil cetakan memiliki ukuran dimensi yang sama.
3. Teknik pencampuran serat sabut kelapa dengan kompon karet

#### **1.6. Sistematika Penulisan**

##### Bab I Pendahuluan

- Latar Belakang Masalah memuat uraian informasi sehubungan dengan alasan pemilihan masalah dalam penelitian.
- Rumusan Masalah memuat kalimat-kalimat yang memberikan ketegasan terhadap pokok-pokok persoalan yang akan diteliti.
- Tujuan Penelitian berisi hal-hal yang akan dicapai dalam penelitian.
- Manfaat Penelitian memuat uraian kegunaan penelitian dan sumbangan yang akan diberikan sehubungan dengan penelitian tersebut.
- Batasan Masalah penelitian memuat asumsi-asumsi yang digunakan atau dapat berupa kelemahan – kelemahan yang mungkin ada terjadi dalam penelitian.

##### Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi tinjauan pustaka berkaitan dengan hasil-hasil penelitian sebelumnya yang relevan dengan permasalahan yang diteliti dan hasil-hasil penelitian yang telah dicapai. Landasan teori yang dapat bersifat kualitatif maupun kuantitatif yang mengandung persamaan-persamaan matematik, rumus ataupun hukum-hukum fisika, kimia dan sebagainya yang kesemuannya terhimpun dalam suatu metode untuk mendukung pemecahan masalah penelitian.

### Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini berisi uraian tentang materi penelitian, yaitu menyangkut tempat dan waktu penelitian, persiapan penelitian, bahan baku dan alat yang digunakan, prosedur pelaksanaan penelitian, penetapan variabel, komposisi, bagan alur penelitian dan cara pengujian.

### Bab IV Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Bab ini berisi data hasil pengujian, pengolahan ataupun analisis data yang dapat berbentuk tabel yang sudah diolah, dan grafik.

### Bab V Kesimpulan Dan Saran

Bab ini berisi pernyataan singkat dan tepat yang dijabarkan dari hasil penelitian dan pembahasan untuk menjawab permasalahan. Saran dibuat berdasarkan pengalaman dan pertimbangan.

### Daftar Pustaka

Daftar pustaka berisi pustaka atau referensi yang diacu dalam Penelitian.

### Lampiran

Lampiran antara lain memuat keterangan data-data mentah hasil pengamatan/pengukuran (*raw data*)

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Komposit**

Komposit adalah material yang terdiri lebih dari dua elemen penyusunnya. Komposit juga bersifat heterogen dalam skala mikroskopik. Bahan penyusun komposit masing-masing memiliki sifat yang berbeda, dan ketika digabungkan dalam komposisi tertentu terbentuk sifat-sifat baru yang disesuaikan dengan keinginan. Komposit merupakan gabungan antara bahan *matrix* (sebagai pengikat) dan *filler* (sebagai penguat).

Penguat adalah komponen yang dimasukkan ke dalam matriks yang berfungsi sebagai penerima beban utama yang dialami oleh matriks. Sedangkan matriks adalah komponen pembentuk, yang berfungsi sebagai bahan pengikat dalam komposit. *Matrix* tersebut bergabung bersama dengan bahan penyusun lainnya, oleh karena itu secara tidak langsung mempengaruhi sifat-sifat fisis dari komposit yang dihasilkan [9].

Bahan komposit mempunyai keunggulan dibanding dengan bahan lainnya, diantaranya sebagai berikut:

1. Lebih ringan
2. Mempunyai kekuatan dan kekakuan yang baik
3. Kekuatan impak/beban kejut dan termalnya yang baik
4. Ketahanan oksidasi serta korosinya yang baik

Dalam penelitian tentang komposit banyak berbagai upaya yang dilakukan seperti penambahan bahan kimia yang kompatibel terhadap bahan penyusunnya,

maupun jenis penguat yang di gunakan agar menghasilkan sifat mekanik yang lebih baik dari material komposit tersebut.

Pengerasan pada karet mengakibatkan kualitas produk barang jadi karet menurun dan pengerasan tersebut merupakan salah satu faktor kelemahan dari karet dimana terjadi penurunan nilai elastis karet akibat pengaruh lama penyimpanan, pengangkutan dan penggunaannya. Akibatnya barang jadi karet sering mengalami retak (pecah) akibat panas matahari sehingga terjadi pengusangan. Dari masalah tersebut Poppy Marlina dkk, melakukan penelitian tentang kompon karet dengan menggunakan *filler* arang aktif tempurung kelapa (*Carbon black*) sebesar 10 phr dan nano silika sekam padi sebesar 40 phr dengan penambahan *filler* tersebut diharapkan sifat elastisitas dan kekuatan karet bisa lebih baik serta meningkatkan mutu barang jadi karet. Metode yang digunakan adalah variasi suhu dan lama pengusangan, sehingga menghasilkan tegangan putus  $21 \text{ N/mm}^2$ , kekerasan 58 *shore A*, perpanjangan putus 354%, dan ketahanan kikis  $427 \text{ cm}^3$  [10].

Dalam penelitian biasanya penguat dengan serat di lakukan perlakuan khusus untuk menghilangkan lignin atau dengan pencucian menggunakan NaOH terlebih dahulu. Namun dalam penelitian Suharto Honggokusumo dan Nursyamsu Bahar, Lignin termodifikasi dapat digunakan sebagai pelunak kompon karet alam dan dapat meningkatkan ketahanan usang oleh panas [11].

Penggunaan silika akan lebih meningkatkan kekuatan kompon elastomer dari NBR (*Nytrite Butadine Rubber*) dan CR (*Chloroprene Rubber*) di bandingkan dengan polimer nonpolar seperti karet alam dan SBR (*Styrene Butadiene Rubber*) akan tetapi hal tersebut dapat diatasi dengan penambahan *silane coupling agent* pada penelitian kompon karet alam dengan *filler* campuran silika dan kulit kerang darah yang dilakukan oleh A. Rasyidi Fachry, dkk didapat hasil nilai kekuatan tarik optimum pada penambahan 60 phr (*Part per Hundred Rubber*) filler silika yaitu  $25,49 \text{ N/mm}^2$ . 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 [12].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Bahruddin dkk, *filler* yang digunakan adalah *carbon black* pada campuran matriks *natural rubber/polypropylene* dengan *filler* berupa *carbon black* diharapkan dapat meningkatkan sifat *tensile* pada material komposit tersebut. Dan diperoleh hasil Morfologi terbaik dengan metode dimana *Carbon Black* dan *Natural Rubber* dicampur terlebih dahulu didalam *roll mill* sebelum dicampur *Polypropylene* didalam *internal mixer*. Dengan metode tersebut, pada rasio massa *Natural Rubber* (NR)/*Polypropylene* (PP) 70/30 dan komposisi *Carbon Black* (CB) 30% massa, diperoleh kuat tarik sebesar 9,8 Mpa dan *elongation at break* 413% [13].

Dalam komposit dengan matriks karet alam padat penggunaan *plasticizer* dapat membantu proses penyebaran *filler* di dalam campuran karet, karena *plasticizer* yang ditambahkan dapat memutuskan ikatan rantai polimer pada karet dan molekul *plasticizer* dapat menembus ke dalam matriks. Sedangkan sulfur berfungsi pada saat proses vulkanisasi, dengan penambahan sulfur akan terjadi proses vulkanisasi yang akan meningkatkan sifat-sifat elastis dan mekanik karet. Oleh karena itu Maradona dkk, melakukan penelitian dengan menggunakan *filler* abu sawit/*carbon black* pada komposit karet alam dan didapat hasil analisa *Scanning Electron microscopy* (SEM) bahwa penyebaran *filler* yang cukup merata pada karet vulkanisat dengan kadar sulfur 2,5 phr dan *plastisizer* 2,5 phr pada rasio abu sawit/*carbon black* 30/70 serta menghasilkan nilai *tensile strength* 18,4 Mpa, *elongation at break* 1155,9 % dan *modulus elastic* 0,9 Mpa [5].

Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh I. D. K. Anom dkk, kompon lateks dengan menggunakan serat sabut kelapa sebagai *filler* memperlihatkan hasil nilai maksimum uji kekuatan tarik terdapat pada variasi komposisi campuran 50 gram serat sabut kelapa dengan 145 gram lateks menghasilkan nilai 0,1443 N/mm<sup>2</sup> [6].

### **2.1.1 Bagian-bagian utama dari komposit**

Material komposit terdiri dari dua buah penyusun yaitu *matrix* (bahan pengikat) dan *filler* (bahan pengisi). Adapun definisi dari keduanya adalah sebagai berikut:

1. *Matrix* (Bahan Pengikat)

*Matrix* adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan). *Matrix* mempunyai fungsi sebagai berikut:

- a) Mentransfer tegangan ke serat
- b) Membentuk ikatan koheran, permukaan *matrix* atau serat
- c) Melindungi serat
- d) Memisahkan serat
- e) Melepas ikatan
- f) Tetap stabil setelah proses manufaktur

Pada penelitian ini bahan *matrix* yang digunakan adalah polimer elastomer dengan jenis karet alam [14].

## 2. *Filler* (Bahan Pengisi)

Bahan pengisi yang digunakan dalam pembuatan komposit, biasanya berupa serat atau serbuk. Serat yang sering digunakan dalam pembuatan komposit antara lain *glass fibers*, Boron, Karbon dan lain sebagainya. Bisa juga dari serat alam antara lain serat kenaf, jute, rami, cantula, sabut kelapa dan lain sebagainya [15].

### 2.1.2 Klasifikasi Material Komposit

Berdasarkan *matrix* yang digunakan komposit dapat dikelompokkan atas:

#### 1. *MMC: Metal Matrix Composite* (menggunakan *matrix* logam)

*Metal Matrix Composite* adalah salah satu jenis komposit yang memiliki matriks logam. MMC mulai dikembangkan sejak tahun 1996. Pada mulanya yang diteliti adalah *Continuous Filamen MMC* yang digunakan dalam industri penerbangan.

#### 2. *CMC: Ceramic Matrix Composite* (menggunakan matriks keramik)

*Ceramic Matrix Composite* merupakan material dua fasa dengan satu fasa berfungsi sebagai penguat dan satu fasa sebagai matriks dimana matriksnya terbuat dari keramik. Penguat yang umum digunakan pada CMC adalah; oksida, *carbide*, *nitride*. Salah satu proses pembuatan dari CMC yaitu dengan proses *DIMOX (Directed Metal Oxidation)* yaitu proses pembentukan komposit dengan reaksi oksidasi leburan logam untuk pertumbuhan matriks keramik di sekeliling daerah *filler*.

#### 3. *PMC: Polymer Matrix Composite* (menggunakan matriks polimer)

Polimer merupakan matriks yang paling umum digunakan pada material komposit. Karena memiliki sifat yang lebih tahan terhadap korosi dan lebih ringan. Matriks polimer terbagi 2 golongan yaitu

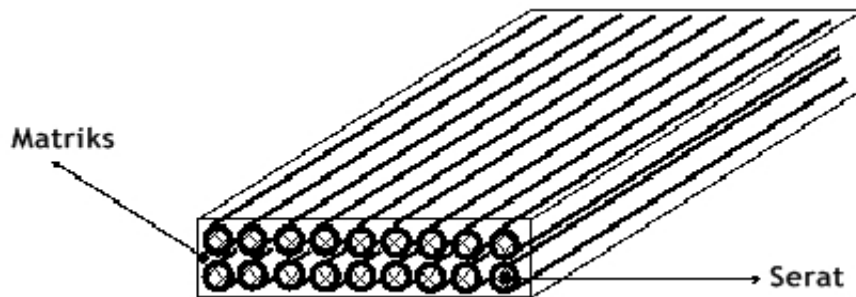
termoset dan termoplastik. Perbedaannya polimer termoset tidak dapat didaur ulang sedangkan termoplastik dapat didaur ulang sehingga lebih banyak digunakan belakangan ini. Jenis-jenis termoplastik yang biasa digunakan adalah *polypropylene* (PP), *polystyrene* (PS), *polyethylene* (PE), dan lain-lain.[15]

### 2.1.3 Jenis – jenis Material Komposit

Secara garis besar ada 3 macam jenis komposit berdasarkan penguat yang digunakannya yaitu :

a) *Fibrous Composites* (Komposit Serat)

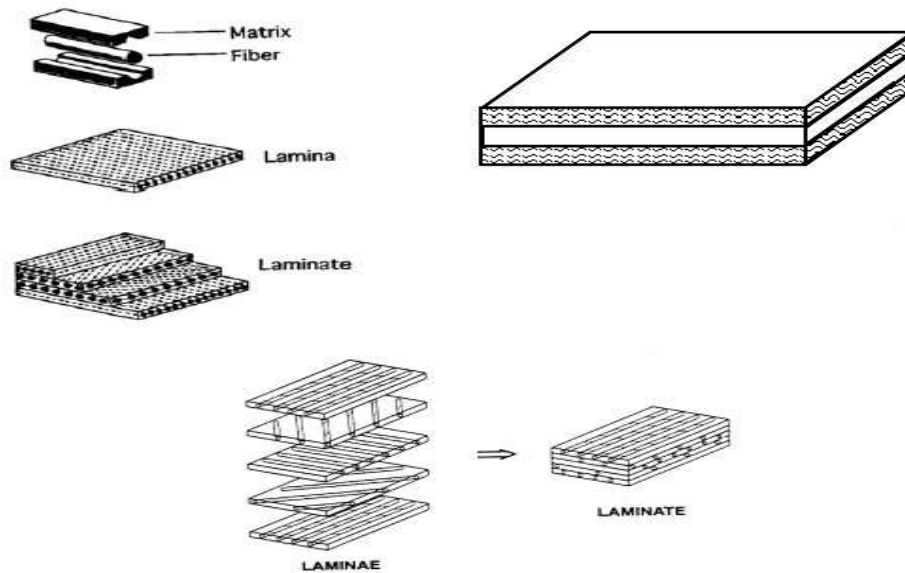
Merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lamina atau satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat/fiber. Fiber yang digunakan bisa berupa glass fiber, *carbon fibers*, *aramid fibers* (*polyaramide*), dan sebagainya.



Gambar 2.1 Komposit Serat

b) *Laminated Composites* (Komposit laminat)

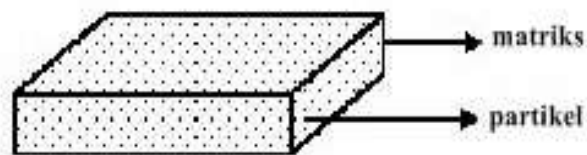
Merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapisan atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri.



Gambar 2.2 Komposit Laminat

c) *Particulate Composites* (Komposit Partikel)

Merupakan komposit yang menggunakan partikel/serat sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya. Sifat dari komposit dengan bahan pengisi partikel adalah seragam (isotropik) dalam arah maupun karena distribusi partikel dalam matriks acak dan merata. [16]



Gambar 2.3 Komposit Partikel

2.1.4 Faktor Ikatan *Fiber-Matrix*

Komposit berpenguat serat banyak diaplikasikan pada alat-alat yang membutuhkan material yang mempunyai perpaduan dua sifat dasar yaitu kuat namun juga ringan. Komposit serat yang baik harus mampu menyerap *matrix* yang memudahkan terjadi antara dua fase. Selain itu komposit serat juga harus mempunyai kemampuan untuk menahan tegangan yang tinggi, karena serat dan *matrix* berinteraksi dan pada akhirnya terjadi pendistribusian tegangan. Kemampuan ini harus dimiliki oleh *matrix* dan serat. Hal yang mempengaruhi ikatan antara serat dan *matrix* adalah *void*, yaitu adanya celah pada serat atau bentuk serat yang kurang sempurna yang dapat menyebabkan *matrix* tidak akan mampu mengisi ruang kosong pada cetakan. Bila komposit tersebut menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke daerah *void* sehingga akan mengurangi kekuatan komposit tersebut [15].

#### **2.1.5 Faktor Ikatan *Filler-Matrix***

Dengan adanya partikel berupa *filler*, maka pada beberapa daerah pada resin sebagai matriks akan terisi oleh partikel, sehingga pada saat terjadi *interlamellar stretching*, deformasi yang terjadi pada bagian *amorph* dapat diminimalisir oleh partikel. Mekanisme penguatannya adalah bahwa dengan adanya partikel, maka jarak antara bagian polimer yang strukturnya kristalin (berbentuk seperti lempengan/lamellar) akan diperpendek oleh adanya partikel tadi. Dengan semakin meningkatnya jumlah partikel yang ada (sampai pada batasan tertentu dimana *matrix* masih mampu mengikat partikel), maka deformasi yang terjadi juga akan semakin berkurang, karena beban yang sebelumnya diterima oleh *matrix* akan diteruskan atau ditanggung juga oleh partikel sebagai penguat.

Ikatan antara *matrix* dan *filler* harus kuat. Apabila ikatan yang terjadi cukup kuat, maka mekanisme penguatan dapat terjadi. Tetapi apabila ikatan antar permukaan partikel dan *matrix* tidak bagus, maka yang terjadi adalah *filler* hanya akan berperan sebagai impurities atau pengotor saja dalam spesimen. Akibatnya *filler* akan terjebak dalam *matrix* tanpa memiliki ikatan yang kuat dengan *matrix*nya.

Sehingga akan ada udara yang terjebak dalam *matrix* sehingga dapat menimbulkan cacat pada spesimen. Akibatnya beban atau tegangan yang diberikan pada *spesimen* tidak akan terdistribusi secara merata. Hal inilah yang menyebabkan turunnya kekuatan mekanik pada komposit.

Ikatan antar permukaan yang terjadi pada awalnya merupakan gaya *adhesi* yang ditimbulkan karena kekasaran bentuk permukaan, yang memungkinkan terjadinya *interlocking* antar muka, gaya elektrostatis yaitu gaya tarik menarik antara atom bermuatan ion, ikatan *Van der Waals* karena adanya dipol antara partikel dengan resin. Permulaan kekristalan (nukleasi) pada polimer bisa terjadi secara acak di seluruh *matrix* ketika molekul-molekul polimer mulai bersekutu (nukleasi homogen) atau mungkin juga terjadi disekitar permukaan suatu kotoran (*impurities* asing), yaitu mungkin suatu nukleator sengaja ditambahkan sehingga terjadi nukleasi heterogen. Jadi partikel yang ditambahkan pada polimer akan berpengaruh terhadap kristalisasi dari polimer itu sendiri.

## **2.2 Polimer**

Polimer merupakan molekul besar yang terbentuk dari unit-unit berulang yang sederhana (monomer), polimer terbagi dalam tiga kelompok umum yaitu polimer elastomer, polimer dengan sifat-sifat elastis, seperti karet, polimer serat, polimer mirip benang, seperti kapas, sutera atau nilon, dan polimer plastik yang berupa lembaran tipis. Perulangan unit-unit (monomer) dapat membentuk susunan rantai linier, bercabang, dan jaringan. Berdasarkan sumbernya Polimer dapat dibagi dua, yaitu polimer alam seperti pati, selulosa, dan sutera yang dihasilkan oleh melalui tanaman dan binatang, polimer lainnya adalah polimer sintetik yang dihasilkan dilaboratorium, lazim disebut plastik (mudah dibentuk). Polimer plastik atau sintetik dapat dilelehkan dan dibentuk menjadi bermacam-macam bentuk, berupa lembaran

serat-serat yang digunakan untuk tekstil [17]. Sifat-sifat khas bahan polimer pada umumnya adalah sebagai berikut :

1. Mampu cetak dengan baik

Pada temperatur relatif rendah bahan dapat dicetak dengan penyuntikan, penekanan, ekstrusi dan seterusnya sehingga ongkos pembuatan relatif rendah dibandingkan dengan material logam dan keramik.

2. Produk ringan dan kuat

Berat jenis polimer rendah dibandingkan dengan logam dan keramik, yaitu sekitar  $1000\text{--}1700 \text{ Kg/m}^3$  yang memungkinkan membuat barang kuat dan ringan.

3. Sebagai isolator listrik yang baik.

Banyak diantara polimer bersifat isolasi listrik yang baik. Polimer mungkin juga dibuat konduktor dengan jalan mencampurnya dengan serbuk logam, butiran karbon dan sebagainya.

4. Tahan terhadap air dan zat kimia.

5. Produk dapat dibuat sesuai dengan kebutuhan. Produk-produk dengan sifat yang cukup berbeda dapat dibuat tergantung pada cara pembuatannya.

6. Umumnya bahan polimer lebih murah harganya.

7. Kurang tahan terhadap panas sehingga perlu cukup diperhatikan pada penggunaannya.

8. Kekerasan permukaan yang sangat kurang kekerasan bahan polimer masih jauh di bawah bahan logam dan keramik.

9. Kurang tahan terhadap pelarut. Bahan polimer mudah larut dalam zat pelarut tertentu.

10. Mudah termuati listrik secara elektrostatis. Kecuali beberapa bahan yang khusus dibuat agar menjadi hantaran listrik, kurang higroskopik dan dapat dimuati listrik.
11. Beberapa bahan tahan abrasi atau mempunyai koefisien gesek yang kecil [18].

### 2.3 Karet

Karet adalah polimer hidrokarbon yang terbentuk dari emulsi kesusuan (dikenal sebagai *latex*) yang diperoleh dari getah beberapa jenis tumbuhan karet tetapi dapat juga diproduksi secara sintetis. Sumber utama dari *latex* yang digunakan untuk menciptakan karet adalah pohon karet *hevea brasiliensis* (*Euphorbiaceae*). Ini dapat dilakukan dengan cara melukai kulit pohon sehingga pohon akan memberikan respon yang menghasilkan lebih banyak latex lagi. Karet alam merupakan senyawa hidrokarbon yang mengandung atom karbon (C) dan atom hidrogen (H) dan merupakan senyawa polimer dengan isoprena sebagai monomernya.

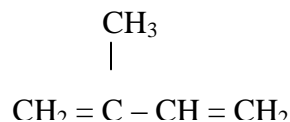
Karet alam adalah jenis karet pertama yang dibuat sepatu. Sesudah penemuan proses vulkanisasi oleh *Charles Goodyear* yang membuat karet menjadi tahan terhadap cuaca dan tidak larut dalam minyak, maka karet mulai digemari sebagai bahan dasar dalam pembuatan berbagai macam alat untuk keperluan dalam rumah ataupun pemakaian di luar rumah seperti sol sepatu dan bahkan sepatu yang semuanya terbuat dari bahan karet.

Dalam bentuk bahan mentah, karet alam sangat disukai karena mudah menggulung pada *roll* sewaktu diproses dengan *open mill* / penggiling terbuka dan dapat mudah bercampur dengan berbagai bahan-bahan yang diperlukan di dalam pembuatan kompon. Dalam bentuk kompon, karet alam sangat mudah dilengketkan satu sama lain sehingga sangat disukai dalam pembuatan barang-barang yang perlu dilapisi sebelum vulkanisasi dilakukan. Keunggulan daya lengket inilah yang menyebabkan karet alam sulit disaingi oleh karet sintetis dalam pembuatan karkas

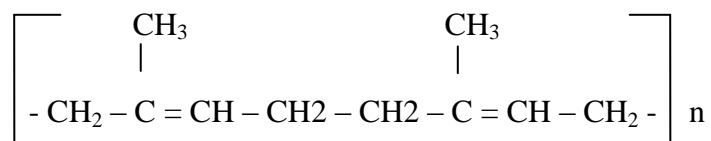
untuk ban radial ataupun dalam pembuatan sol karet yang sepatunya diproduksi dengan cara vulkanisasi langsung [19].

### 2.3.1 Struktur kimia karet

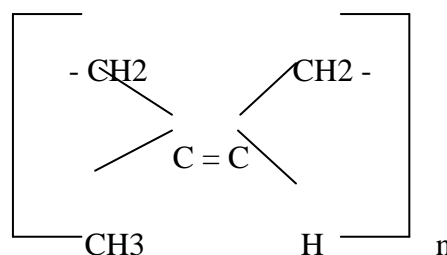
*Polyisoprene* adalah gabungan dari unit – unit *monomer* hydrocarbon C<sub>5</sub>H<sub>8</sub> (*isoprene*) yang membentuk rantai panjang dan jumlahnya sangat banyak. Karet alam adalah makro molekul *polyisoprene* yang bergabung dengan ikatan kepala ke ekor. Konfigurasi dari polimer ini adalah konfigurasi "cis" dengan susunan ruang yang teratur, sehingga rumus dari susunan karet adalah 1,4 *cis polyisoprene*. Susunan ruang demikian membuat karet mempunyai sifat kenyal. Adapun rumus bangun dari *isoprene*, *polyisoprene* dan *cis 1,4 polyisoprene* dapat dilihat dibawah ini.



**Gambar 2.4 Struktur monomer *Isoprene***



**Gambar 2.5 Rumus bangun *Polyisoprene***



## Gambar 2.6 Rumus bangun *cis* - 1,4 – *Polyisoprene*

Sumber : [20]

”n” adalah derajat polimerisasi yaitu bilangan yang menunjukkan jumlah monomer dalam rantai polimer. Nilai ”n” dalam karet berkisar antara 3000 – 15000.

Viskositas karet berkorelasi dengan nilai ”n”. Semakin besar nilai n akan semakin panjang rantai molekul karet menyebabkan *viskositas mooney* semakin tinggi. Karet yang terlalu keras kurang disukai konsumen, karena akan mengkonsumsi energi yang lebih besar sewaktu proses vulkanisasi pada pembuatan barang jadi. Tetapi sebaliknya karet yang *viskositas mooney*-nya terlalu rendah juga kurang disukai karena sifat tegangan putus dan perpanjangan putus menjadi rendah.

Adanya ikatan rangkap karbon (  $-C=C-$  ) pada molekul karet memungkinkan dapat terjadi reaksi oksidasi. Oksidasi karet oleh udara ( $O_2$ ) terjadi pada ikatan rangkap molekul, sehingga *viskositas mooney* menurun. Terjadinya pemutusan ikatan rangkap molekul, sehingga panjang rantai polimer semakin pendek. Terjadinya pemutusan rantai polimer mengakibatkan sifat  $P_o$  (Plastisitas awal) dan PRI (*Plasticity Retention Index*) karet jadi rendah. Oksidasi karet oleh udara ( $O_2$ ) akan semakin lambat bila kadar antioksidan alam (protein dan lipida) tinggi serta kadar ion – ion logam dalam karet (Ca, Mg, Cu, Fe, Na, Rb dan Mn) rendah [20].

### 2.3.2 Penyebab Terjadinya Prakoagulasi

Prakoagulasi merupakan pembekuan pendahuluan yang menghasilkan *lumps* atau gumpalan-gumpalan pada cairan getah sadapan. Prakoagulasi terjadi karena

kemantapan bagian koloidal yang terkandung dalam lateks berkurang. Bagian-bagian koloidal ini kemudian menggumpal menjadi satu dan membentuk komponen yang berukuran lebih besar. Komponen koloidal yang lebih besar ini akan membeku. Inilah yang menyebabkan terjadinya koagulasi.

Banyak hal yang dapat menyebabkan terjadinya prakoagulasi. Bukan hanya penyebab dari dalam seperti jenis karet yang ditanam atau bahan – bahan enzim saja, melainkan juga hal-hal dari luar keadaan cuaca dan sistem pengangkutan yang seolah tidak berhubungan.

Penyebab terjadinya prakoagulasi antara lain sebagai berikut:

1. Jenis karet yang ditanam

Perbedaan antara jenis yang ditanam akan menghasilkan lateks yang berbeda-beda pula. Otomatis kestabilan atau kemantapan koloidalnya berbeda. Klon-klon tertentu ada yang rendah kadar kestabilannya.

2. Enzim-enzim

Enzim dikenal sebagai biokatalis yang mampu mempercepat berlangsungnya suatu reaksi walaupun hanya terdapat dalam jumlah kecil. Cara kerjanya adalah dengan mengubah susunan protein yang melapisi bahan-bahan karet. Akibatnya kemantapan *latex* berkurang dan terjadilah prakoagulasi. Biasanya enzim-enzim mulai aktif setelah keluar dari batang karet yang disadap.

3. Mikroorganisme atau jasad – jasad renik

Mikroorganisme banyak terdapat dilingkungan perkebunan karet. Jasad ini dapat berada di pepohonan, udara, tanah, air atau menempel pada alat-alat yang digunakan. *Latex* yang berasal dari pohon karet yang sehat dan baru disadap dapat dikatakan steril atau bersih sama sekali dari mikroorganisme.

#### 4. Faktor cuaca atau musim

Faktor cuaca sering menyebabkan timbulnya prakoagulasi. Pada saat tanaman karet menggugurkan daunnya prakoagulasi terjadi lebih sering. Begitu juga pada saat musim hujan. *Latex* yang baru disadap mudah menggumpal jika terkena sinar matahari yang terik karena kestabilan koloidnya rusak oleh panas yang terjadi.

#### 5. Kondisi tanaman

Tanaman karet yang disadap masih muda atau telah tua bisa mempengaruhi prakoagulasi. Penyadapan pada tanaman yang belum siap sadap akan menghasilkan *latex* yang kurang mantap, mudah menggumpal. Hasil sadapan tanaman yang menderita fisiologi sering membeku dalam mangkuk.

#### 6. Air sadah

Air sadah adalah air yang mengandung ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  biasanya terbentuk dari garam karbonat atau sulfat, bereaksi asam apabila air tercampur kedalam *latex*, maka prakoagulasi akan terjadi dengan cepat, untuk menjaga jangan sampai air sadah dipakai dalam pengolahan, maka dilakukan analisis kimia sebelumnya.

#### 7. Cara pengangkutan

Sarana transportasi baik jalan atau kendaraan yang buruk akan menambah frekuensi terjadinya prakoagulasi. Jalan yang buruk atau angkutan yang berguncang mengakibatkan lateks yang diangkut terkocok-kocok secara kuat sehingga merusak kestabilan koloidal.

#### 8. Kotoran

Prakoagulasi sering terjadi karena tercampur kotoran atau bahan lain yang mengandung kapur atau asam. [21]

### **2.3.3 Tindakan Pencegahan Prakoagulasi dan Zat Anti Koagulan**

Berapa tindakan yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya prakoagulasi antara lain sebagai berikut :

- a. Menjaga kebersihan alat-alat yang digunakan dalam penyadapan penampungan, maupun pengangkutan.
- b. Mencegah pengenceran *latex* dari kebun dengan air kotor
- c. Memulai penyadapan pada pagi hari sebelum matahari terbit

Adapun bahan yang digunakan sebagai anti koagulan adalah :

#### 1. Soda atau Natrium Karbonat

Anti koagulan ini tidak mempengaruhi waktu pengeringan dan kualitas produk yang dihasilkan, hanya mudah membentuk gas asam arang ( $\text{CO}_2$ ) dalam *latex*, sehingga mempermudah pembentukan gelembung gas dalam bekuan (koagulum)

#### 2. Amoniak

Bersifat senyawa anti koagulan dan juga sebagai desinfektan 0,7%  $\text{NH}_3$  biasanya digunakan untuk *latex* pusingan. Tiap liter lateks membutuhkan 5-10 ml larutan amoniak 2 - 2,5%.

#### 3. Formaldehida

Formaldehida yang dipakai sebagai anti koagulan dalam *latex* yang diolah dosis yang dapat dipakai adalah 5 – 10 ml larutan dengan kadar 5% untuk

setiap liter *latex* yang akan dicegah prakoagulasinya. Misalkan menggunakan formalin 40% maka jumlah yang dibutuhkan adalah 0,6 – 1,3 ml.

#### 4. Natrium Sulfit

Apabila gejala prakoagulasi tampak jelas , maka pemakaian natrium sulfit sebagai alat pencegahnya dapat dikatakan terlambat. Bahan ini tidak tahan lama disimpan. Apabila ingin dipergunakan maka harus dibuat terlebih dahulu. Dalam jangka sehari saja teroksidasi oleh udara menjadi natrium sulfat. Bila sudah teroksidasi maka sifatnya sebagai anti koagulan menjadi lenyap. Selain sebagai anti koagulan natrium *sulfite* memperpanjang waktu pengeringan dan sebagai desinfektan. Dosis yang digunakan adalah 5 – 10 ml larutan berkadar 10% untuk setiap liter *latex*. Untuk membuat larutan seperti itu dibutuhkan *natrium sulfite* air kristal sebanyak 0,5 – 1 gr. [21]

#### 2.3.4 Perbedaan karet alam dengan karet sintetis

Walaupun karet alam sekarang ini jumlah produksi dan konsumsinya jauh dibawah karet sintetis atau karet buatan pabrik, tetapi sesungguhnya karet alam belum dapat digantikan oleh karet sintetis. Bagaimanapun keunggulan yang dimiliki oleh karet alam sulit ditandingi oleh karet sentetis. Adapun kelebihan yang dimiliki karet alam dibandingkan karet sintetis adalah :

- a. Memiliki daya elastisitas dan daya lenting sempurna.
- b. Memiliki plastisasi yang baik sehingga pengolahannya mudah.
- c. Mempunyai daya aus yang tinggi.
- d. Tidak mudah panas (*low heat bid up*), dan
- e. Memiliki daya tahan tinggi terhadap keretakan

Walaupun demikian, karet sintetis memiliki kelebihan untuk beberapa keadaan :

- a. Tahan terhadap berbagai zat kimia.
- b. Harga cenderung bisa dipertahankan supaya tetap stabil.

- c. Pengiriman atau suplai karet sintetis jarang mengalami kesulitan yang sulit diharapkan dari pengiriman atau suplai karet alam.

### 2.3.5 Jenis – jenis karet alam

#### 1. *Crepes*

Berasal dari *latex*, lump karet, atau RSS (*Ribbed Smoked Sheet*) yang berkualitas rendah. Cara pembuatannya mirip dengan RSS (*Ribbed Smoked Sheet*) yang berbeda adalah menghilangkan warna coklat tua dari karet kering. Kemudian hasilnya adalah karet yang berwarna putih yang digiling menggunakan mesin pengiling menjadi lembaran tipis *crepes*.

#### 2. *Latex*

Karet alam yang dicampur dengan ammonia. Kebanyakan *latex* yang berasal dari pohon mempunyai kadar karet 25-29%. *Latex* kebun ini kemudian bisa dikentalkan dengan menggunakan mesin sentrifugal untuk meningkatkan kadar karetnya menjadi sekitar 60%. Karet dengan kadar 60% inilah yang kita sebut karet pekat. (spesifikasi karet pekat).

#### 3. *RSS (Ribbed Smoked Sheet)*

*Latex* yang digumpalkan dengan mencampur dengan asam. Kemudian dipanaskan dan diasap di ruang asap. Karena proses pengasapan ini, product ini disebut *Ribbed Smoked Sheet* (Lembaran karet yang dipotong dan diasap). Digunakan untuk membuat ban dan selang *tube* untuk mesin

#### 4. *TSR (Technical Specified Rubber)*

*Latex* karet digumpalkan terus dihaluskan dan dipanaskan untuk digunakan untuk membuat ban, selang tube untuk mesin. *TSR (Technical Specified Rubber)* disebut juga *block rubber*, pembuatannya membutuhkan mesin yang cukup kompleks dan tenaga listrik yang cukup besar.

TSR (*Technical Specified Rubber*) diberbagai Negara: Malaysia disebut **SMR** (*Standard Malaysian Rubber*), Singapura disebut **SSR** (*Standard Singapore Rubber*), Indonesia disebut **SIR** (*Standard Indonesian Rubber*) dan Thailand disebut **TTR** (*Thai Tested Rubber*) [22].

### 2.3.6 *Crumb Rubber*

*Crumb rubber* disebut juga sebagai SIR atau *Standard Indonesian Rubber* yaitu karet alam produksi Indonesia yang dijual dalam bentuk bongkahan dan mutunya dinilai berdasarkan spesifikasi teknis. Penilaian spesifikasi teknis didasarkan pada hasil analisis dari beberapa syarat uji yang ditetapkan untuk SIR yaitu penetapan kadar kotoran, kadar abu, kadar zat menguap,  $P_o$  (Plastisitas awal), serta PRI (*Plasticity Retention Index*), *viskositas Mooney* dan ASHT (*Accelerated Storage Hardening Test*).

Kotoran yang terdapat dalam *crumb rubber* sangat merusak sifat-sifat dari barang jadi karet terutama ketahanan lentur dan ketahanan pemakaiannya. Sifat-sifat tersebut penting dalam menentukan mutu ban kendaraan bermotor, sehingga makin tinggi kadar kotoran *crumb rubber*, makin rendah mutunya.

Penentuan kadar abu dimaksudkan untuk menjamin agar karet mentah yang dijual tidak mengandung terlalu banyak bahan-bahan kimia yang banyak dipakai dalam proses pengolahan. Bila pencucian karet kurang bersih maka zat-zat kimia tersebut masih tertinggal dalam karet yang sudah menjadi *crumb rubber* dan tercermin dari tingginya kadar abu. Adanya pasir juga dapat diketahui dari kadar abu yang tinggi pula.

Zat menguap dalam karet mentah sebagian besar terdiri dari uap air dan sisanya adalah zat – zat lain yang mudah menguap. Kadar zat menguap secara praktis adalah tidak lain penetapan kadar air karet mentah. Penentuan ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa karet yang dijual telah mengalami pengeringan yang sempurna [23].

Karet bongkah adalah karet yang telah dikeringkan dan dikilang menjadi bandela – bandela dengan ukuran yang telah ditentukan. Karet bongkah ada yang berwarna muda dan setiap kelasnya itu mempunyai kode warna tersendiri. Standar mutu karet bongkah indonesia tercantum dalam SIR (*Standard Indonesian Rubber*) (Irma Julianty Siregar, 2008). Untuk tiap golongan SIR tersebut harus ditentukan

nilai Plastisitas Retensi Indeks (PRI) nya dan digolongkan dengan menggunakan simbol huruf H, M, dan S. H menunjukkan nilai PRI nya sebesar 80, M untuk nilai PRI antara 60 – 79, dan S untuk nilai PRI antara 30 – 59. Karet remah dengan nilai PRI kurang dari 30 tidak boleh dimasukkan ke dalam golongan SIR .

PRI adalah ukuran terhadap tahan usangnya karet dan juga sebagai penunjuk mudah tidaknya karet tersebut dilunakkan dalam gilingan pelunak. Untuk menentukan nilai PRI digunakan alat yang disebut *Wallace Plastemeter* [20]. Pada (Tabel 2.1) menunjukkan spesifikasi karet SIR.

**Tabel 2.1 Spesifikasi Karet *Standard Indonesia Rubber (SIR)*  
(SNI 06-1903-1990)**

<b>Keterangan</b>	<b><i>Standard Indonesian Rubber (SIR)</i></b>					
	<b>30CV</b>	<b>3L</b>	<b>3WF</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>
Kadar kotoran, % maks.(b/b)	0,03	0,03	0,03	0,50	0,10	0,20
Kadar abu,% maks.(b/b)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,75	1,00
PRI, min	60	75	75	70	60	50
Po, min	-	30	30	30	30	30
Nitrogen,% maks. (b/b)	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Visk. ASHT maks.,wallace	8	-	-	-	-	-
Warna, Lovibond	-	6	-	-	-	-
Warna lambang pada kemasan	hijau	Hijau	hijau	Hijau garis coklat	coklat	merah

Sumber :

[23]

### 2.3.7 Kompon karet

Dalam bentuk kompon, karet alam sangat mudah dilengketkan satu sama lain sehingga sangat disukai. Kompon karet dapat dibuat sesuai dengan formulasi yang dibutuhkan, seperti kompon untuk karet vulkanisir, kompon karet silikon dengan berbagai pilihan warna, ataupun kompon yang dikerjakan sesuai dengan kriteria akhir yang dibutuhkan.



**Gambar 2.7 Karet kompon SIR 10 dan 20**



**Gambar 2.8 Karet kompon *latex***

Pembuatan dan pembentukan kompon karet merupakan tahap awal dari produksi barang jadi karet. Pembuatan kompon dilakukan dengan cara pencampuran karet dengan bahan kimia sesuai dengan formulasi yang dibutuhkan di dalam mesin pencampur dan pembentukan dilakukan di dalam mesin pembentuk setelah terlebih dahulu dilunakkan. Mesin *two roll mill* mampu menghasilkan kompon yang homogen dengan cara memasukkan dan mendispersikan bahan-bahan pencampur kedalam karet sehingga mudah diolah. Mesin pembentuk mampu melunakkan kompon dengan cara menggesek dan memanaskannya di dalam silinder dan lalu dibentuk dalam cetakan. Dalam proses pencampuran dan pembentukkan kompon diperlukan gaya geser yang cukup besar untuk melunakkan bahan dan ditambah lagi dengan energi panas [19]. Sedangkan dalam proses kompon *latex* pencampuran dilakukan di dalam

*beacker glass* dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit dan dilanjutkan pada tahap pencampuran dengan filler serat sabut kelapa menggunakan cara *spray*.

### **2.3.8 Bahan Kimia Karet**

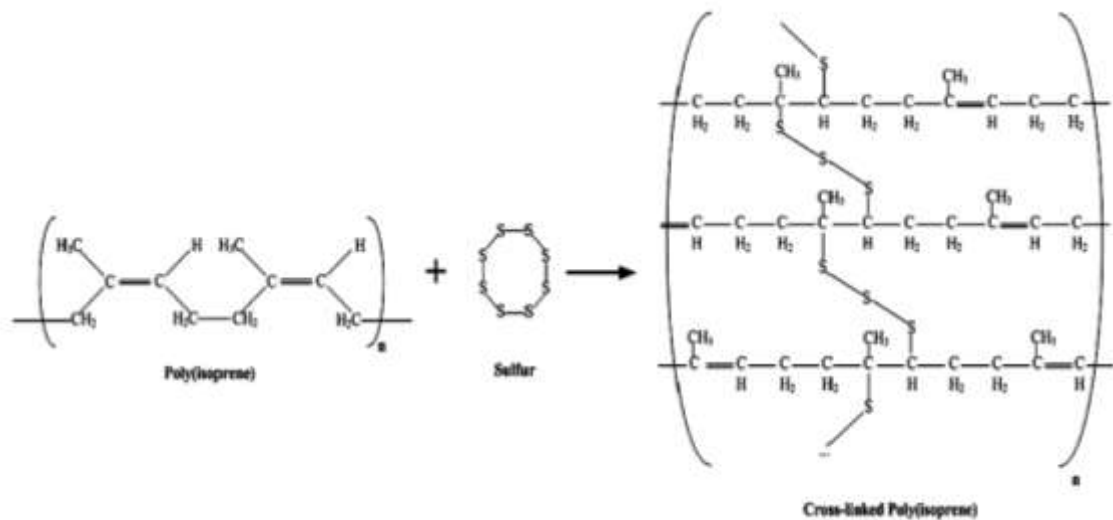
Bahan kimia tersebut terdiri atas: bahan kimia pokok dan bahan kimia tambahan. Bahan kimia pokok adalah bahan kimia yang diperlukan dalam setiap kompon karet, penggunaan bahan ini beraneka ragam tergantung pada bahan baku yang digunakan dan mutu produk yang akan dihasilkan, berdasarkan fungsinya maka bahan kimia karet dalam proses dapat dikelompokkan menjadi bahan pemvulkanisasi, bahan pencepat, bahan pengaktif, bahan pelunak, bahan antioksidan dan bahan pengisi. Bahan kimia tambahan adalah bahan kimia yang hanya ditambahkan pada pembuatan barang karet tertentu, seperti bahan pewarna, bahan peniup, bahan pencegah pravulkanisasi, bahan pewangi dan bahan penunjang. Disini hanya akan dibahas bahan kimia pokok karet, yaitu :

#### **2.3.8.1 Bahan Pemvulkanisasi**

Proses vulkanisasi dapat berlangsung jika ada bahan pengvulkanisasi. Suatu bahan yang dapat bereaksi dengan gugus aktif pada molekul karet sehingga terjadi ikatan silang. Bahan Pemvulkanisasi yang digunakan adalah belerang (S).

Vulkanisasi adalah suatu proses dimana molekul karet yang linier mengalami reaksi sambung silang sulfur (*sulfur-crosslinking*) sehingga menjadi molekul polimer yang membentuk rangkaian tiga dimensi. Reaksi ini merubah karet yang bersifat plastis (lembut) dan lemah menjadi karet yang elastis, keras dan kuat. Vulkanisasi juga dikenal dengan proses pematangan (*curing/cure*), dan molekul karet yang sudah tersambung silang (*crosslinked rubber*) dirujuk sebagai vulkanisat karet (*rubber vulcanizate*) [20]. Ikatan silang ini berfungsi sebagai ‘pemingkat bentuk’ (*shape*

*memory*) sehingga karet dapat kembali ke bentuk dan dimensi asalnya pada saat mengalami deformasi dalam jumlah yang sangat besar [24].

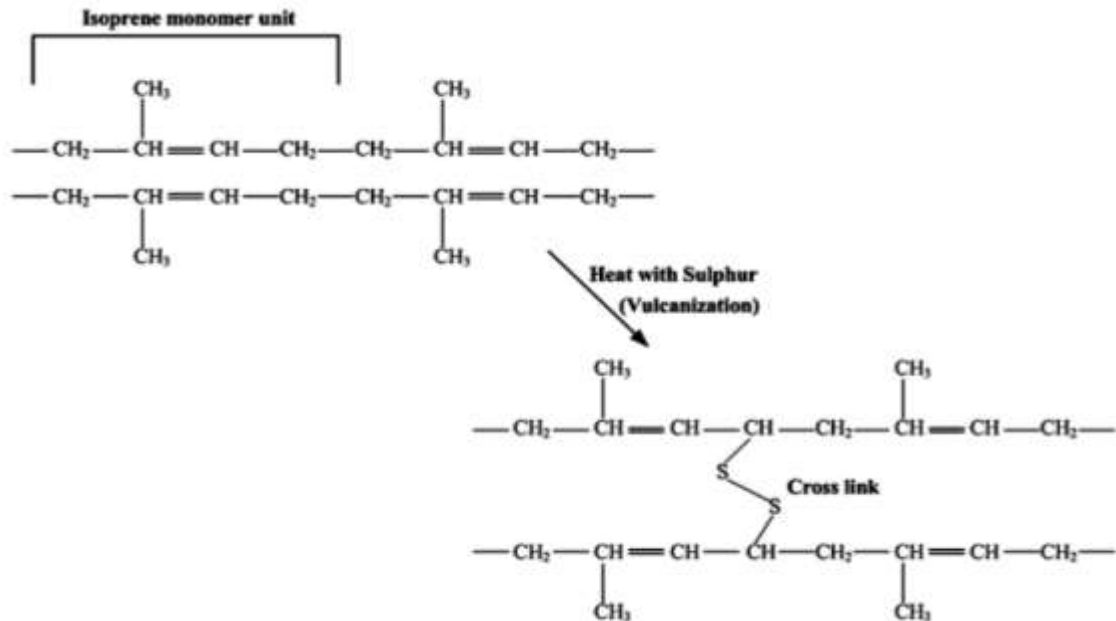


**Gambar 2.9 Reaksi Vulkanisasi dan Ikatan Sambung Silang**

*Sumber : [25]*

Tidak seperti awal ditemukannya oleh *Charles Goodyear* di tahun 1939, dimana reaksi sambung silang oleh sulfur ini memerlukan waktu yang relatif sangat lama. Dewasa ini dengan ditambahkannya bahan pencepat (*accelerator agent*) ke dalam ramuan karet maka proses vulkanisasi hanya memerlukan waktu dalam hitungan menit saja [25].

## NATURAL RUBBER

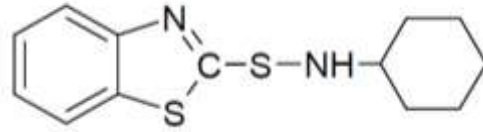


Gambar 2.10 Mekanisme Reaksi Vulkanisasi

Sumber : [25]

### 2.3.8.2 Bahan Pcepat

Reaksi antara hidrokarbon karet dengan belerang lambat, oleh karena itu pada proses vulkanisasi biasa dipakai bahan pcepat walaupun persen beratnya dalam kompon sangat rendah. Bahan pcepat adalah bahan kimia yang ditambahkan dalam jumlah sedikit untuk mempercepat proses vulkanisasi dan mengurangi jumlah pemakaian sulfur yang dipakai. Bahan pcepat yang digunakan adalah *N-cyclohexyl-2-benzothiazole sulphenamide (CBS)*, *Zinc Diethyldithiocarbamate (ZDEC)*, dan *Zinc 2-Mercaptobenzothiazole (ZMBT)*.



**Gambar 2.11 Struktur *N*-cyclohexyl-2-benzothiazole sulphenamide (CBS)**

*Sumber : [26]*

### **2.3.8.3 Bahan Pengaktif (*activator*)**

Bahan pengaktif adalah bahan yang ditambahkan dalam sistem vulkanisasi yang dipercepat untuk meningkatkan pencepat agar sistem mencapai kemampuan penuh dalam membentuk ikatan silang. Umumnya bahan pencepat tidak dapat bekerja baik tanpa bahan pengaktif. Bahan pengaktif yang digunakan adalah kombinasi *ZnO* (*Zinc oxide*) dengan Asam Stearat.

### **2.3.8.4 Bahan Pelunak (*Plastizer*)**

Bahan pelunak berguna untuk menurunkan viskositas karet, agar karet mudah bercampur dengan bahan – bahan kimia lain sewaktu dalam penggilingan sehingga melunakkan karet mentah agar mudah diolah. Contoh yang digunakan pada penelitian ini adalah *white oil*.

Kegunaan lain bahan pelunak, antara lain :

- a. Memudahkan dispersi bahan pengisi kedalam kompon karet
- b. Mempersingkat waktu dan menurunkan suhu pencampuran
- c. Memudahkan proses pemberian bentuk

### **2.3.8.5 Bahan Antioksidan**

Antioksidan adalah bahan kimia yang digunakan untuk mencegah oksidasi (mencegah reaksi dengan oksigen) pada produk karet. Zat – zat tersebut mempunyai tujuan untuk mencegah barang – barang karet menjadi usang atau dengan perkataan lain untuk memperpanjang daya tahan dari barang – barang tersebut.

Bahan antioksidan ditambahkan dalam pembuatan kompon agar melindungi karet sebelum dan sesudah vulkanisasi, terhadap pengusangan oleh oksidasi, panas, sinar matahari dan pengaruh mekanis. Karet alam telah memiliki bahan antioksidan alami, tetapi karena kadarnya rendah tidak cukup untuk melindungi karet terhadap proses oksidasi. Bila tidak ditambahkan bahan antioksidan tersebut pada karet, maka karet akan mudah lengket dan lunak serta menjadi keras dan retak – retak ataupun rapuh, antioksidan yang digunakan adalah *Trimethyl quinone (TMQ)*, *Octolite* dan *Butylated hydroxy toluene (BHT)*.

#### **2.3.8.6 Bahan Pemantap (*Stabilizier*)**

Kalium Hidroksida (KOH) adalah bahan yang digunakan sebagai bahan pemantap. Bahan pemantap ditambahkan agar lateks terlindungi dari tegangan terhadap beberapa campuran dan berfungsi sebagai bahan pendispersi [27].

#### **2.3.8.7 Bahan Pengisi (*filler*)**

Kegunaan bahan ini adalah meningkatkan sifat fisik, memperbaiki karakteristik pengolahan tertentu, mengurangi biaya [20], pada umumnya mekanisme penguatan material komposit tergantung pada bentuk, geometri, orientasi, rasio dan ikatan antara *matrix* dan bahan pengisi [16]. Serat adalah sebagai penguat bahan untuk memperkuat komposit sehingga sifat-sifat mekaniknya lebih kaku, tangguh dan lebih kokoh bila dibandingkan dengan tanpa serat penguat, bahan pengisi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Serat Sabut Kelapa.

## 2.4 Serat Sabut Kelapa

Sebagai negara kepulauan dan berada di daerah tropis dan kondisi agroklimat yang mendukung, Indonesia merupakan negara penghasil kelapa yang utama di dunia. Pada tahun 2000, luas area tanaman kelapa di Indonesia mencapai 3,76 juta Ha, dengan total produksi diperkirakan sebanyak 14 milyar butir kelapa, yang sebagian besar (95 %) merupakan perkebunan rakyat. Kelapa mempunyai nilai dan peran yang penting baik ditinjau dari aspek ekonomi maupun sosial budaya. Sabut kelapa merupakan hasil samping, dan merupakan bagian yang terbesar dari buah kelapa, yaitu sekitar 35 % dari bobot buah kelapa. Dengan demikian, apabila secara rata-rata produksi buah kelapa per tahun adalah sebesar 5,6 juta ton, maka berarti terdapat sekitar 1,7 juta ton sabut kelapa yang dihasilkan. Potensi produksi sabut kelapa yang sedemikian besar belum dimanfaatkan sepenuhnya untuk kegiatan produktif yang dapat meningkatkan nilai tambahnya. Serat sabut kelapa, atau dalam perdagangan dunia dikenal sebagai *coco fiber*, *coir fiber*, *coir yarn*, *coir mats*, dan *rugs*, merupakan produk hasil pengolahan sabut kelapa.

Secara tradisional serat sabut kelapa hanya dimanfaatkan untuk bahan pembuat sapu, keset, tali dan alat-alat rumah tangga lain. Perkembangan teknologi, sifat fisika-kimia serat, dan kesadaran konsumen untuk kembali ke bahan alami, membuat serat sabut kelapa dimanfaatkan menjadi bahan baku industri karpet, jok dan *dashboard* kendaraan, kasur, bantal, dan lain-lain.

Serat kelapa juga dimanfaatkan untuk pengendalian erosi. Serat kelapa diproses untuk dijadikan *coir fiber sheet* yang digunakan untuk lapisan kursi mobil, *spring bed* dan lain-lain. Serat kelapa bagi negara – negara tetangga penghasil kelapa sudah merupakan komoditi ekspor yang memasok kebutuhan dunia yang berkisar 75,7 ribu ton pada tahun 1990. Indonesia walaupun merupakan negara penghasil kelapa terbesar di dunia, pasar serat kelapa masih sangat kecil. Kecenderungan kebutuhan dunia terhadap serat kelapa yang meningkat dan perkembangan jumlah

dan keragaman industri di Indonesia yang berpotensi dalam menggunakan serat kelapa sebagai bahan baku/bahan pembantu, merupakan potensi yang besar bagi pengembangan industri pengolahan serat kelapa [28]. Adapun sifat kimia dan komposisi yang terdapat dalam serat kelapa dapat ditunjukkan pada (Tabel 2.2).

**Tabel 2.2 Sifat Kimia dan Komposisi Serat Kelapa**

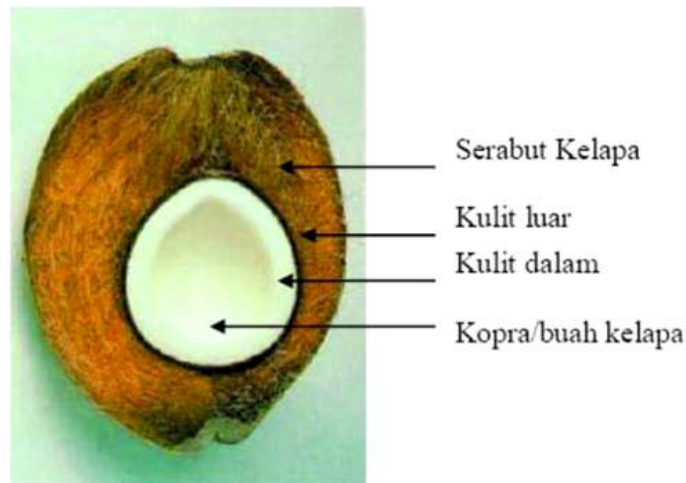
<b>Komponen Kimia</b>	<b>Komposisi (%)</b>
Kadar abu	2,33
Kadar <i>Lignin</i> (metode Klason)	25,49
Kadar Sari	4,90
Kadar Alfa Selulosa	31,72
Kadar Total Selulosa	55,78
Kadar Pentosan sebagai Hemiselulosa	24,06
Kelarutan dalam NaOH 1 %	32,48

Sumber : [17]

Serat kelapa termasuk salah satu serat alam yang didapat dari kulit buahnya (*seed fiber*). Serat kelapa memiliki penampang melintang yang berbentuk lingkaran. Identitas morfologi penampang terhadap serat kelapa menunjukkan bahwa serat kelapa memiliki banyak rongga. Struktur permukaannya lebih menyerupai busa (*sponge*). Bahkan terdapat lubang yang cukup besar berada di tengah-tengah diameternya. Luas lubang ini di perkirakan  $\pm 5$  persen luas lingkaran penampang melintangnya. Serat kelapa memiliki ukuran diameter rata-rata 236  $\mu\text{m}$ . Serat kelapa memiliki sifat yang paling ulet (*ductile*) [17].

Serat kelapa adalah material berserat penyusun bagian *mesocarp* yang tebal (lapisan tengah) pada buah kelapa (*Cocos nucifera*). Buah kelapa mengandung sekitar 65% berat *kernel* (bagian tempurung, daging buah dan air) dan 35% berat serabut kelapa (*husk*). Serabut kelapa (*husk*) terdiri 70% *pith* (serbuk serabut kelapa) dan 30%

serat kelapa (*coir fiber*) tiap basis berat keringnya. Di beberapa daerah di Indonesia serabut kelapa merupakan produk samping dari industri kopra. Dimana, serabut kelapa tersebut dibuang atau digunakan sebagai pupuk. Hal ini dikarenakan, serabut kelapa memiliki kandungan potassium yang tinggi. Berikut ini (Gambar 2.11) memperlihatkan bagian- bagian dari buah kelapa.



Gambar 2.12 Bagian-bagian Buah Kelapa

Serat kelapa dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu serat berwarna putih dan serat berwarna coklat. Serat kelapa yang berwarna putih diperoleh dari buah kelapa yang belum matang. Serat ini lebih halus dan memiliki warna yang lebih cerah. Sedangkan serat kelapa berwarna coklat diperoleh dari buah kelapa yang telah matang. Untuk dapat memperoleh serat ini, serabut kelapa perlu direndam dalam air [18].

## 2.5 Alas Rumah Komposit

Alas rumah komposit (karpet karet) adalah sejenis penutup lantai yang terdiri dari bagian atas yang melekat pada bagian alas dibawahnya. Bahan yang digunakan untuk membuat karpet ini pun merupakan berbahan dasar komposit dan dibuat dari bahan serabut kelapa dan karet alam.

## **2.6 STP – BPPT (Sentra Teknologi Polimer – Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi)**

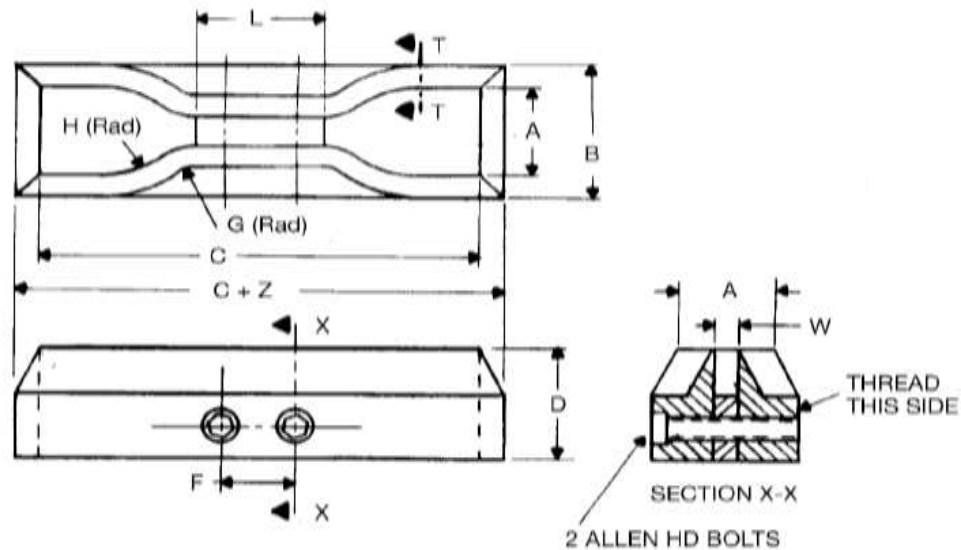
Sentra Teknologi Polimer (STP) adalah institusi di bawah naungan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) yang melakukan pengkajian bidang teknologi polimer. STP memberikan jasa pelayanan pada bidang polimer yang meliputi plastik, karet dan komposit dalam bentuk: pengujian, pelatihan, penelitian dan konsultasi teknis. STP beralamat BPTP BPPT Gd. 460 Kawasan PUSPITEK Serpong Tangerang 15314.

## **2.7 Metode Uji**

### **2.7.1 *Tensile Strength* (Kekuatan Tarik) dan *Elongation at Break* (perpanjangan putus)**

Uji Tarik adalah salah satu uji *stress-strain* mekanik yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tarik. Dalam pengujiannya, bahan uji ditarik sampai putus [29]. Kekuatan Tarik merupakan salah satu sifat dasar dari bahan polimer yang terpenting dan sering digunakan untuk karakterisasi suatu bahan polimer. Kekuatan (*strength*) adalah ukuran besar gaya yang diperlukan untuk mematahkan atau merusak bahan, kekuatan tarik (*tensile strength*) suatu bahan ditetapkan dengan membagi gaya maksimum dengan luas penampang mula-mula,

dimensinya sama dengan tegangan [17]. Kekuatan tarik diukur dengan menarik sekeping sampel dengan dimensi yang seragam. Bentuk sampel uji secara umum digambarkan seperti (Gambar 2.12) berikut:



Gambar 2.13 Standart Spesimen Pengujian Tarik ASTM D412

Tegangan tarik  $T$ , adalah gaya yang diaplikasikan,  $F$ , dibagi dengan luas penampang  $A$ . Pengukuran uji tarik berdasarkan ASTM D 412 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.1) sebagai berikut:

$$T_{(xxx)} = \frac{F_{(xxx)}}{A} \quad (2.1)$$

Dimana :

$T_{(xxx)}$  = tegangan tarik pada (xxx) % elongasi, MPa (lbf / in<sup>2</sup>),

$F_{(xxx)}$  = berlaku pada perpanjangan tertentu, MN atau (lbf), dan

A = luas penampang spesimen longgar, m<sup>2</sup> (in<sup>2</sup>).

Pertambahan panjangnya yang terjadi akibat gaya tarikan yang diberikan pada sampel uji disebut deformasi, dan regangan merupakan perbandingan antara pertambahan panjang dengan panjang mula-mula yang dinyatakan dalam persamaan (2.2). regangan merupakan ukuran untuk kekenyalan suatu bahan yang biasanya dinyatakan dalam persen [24].

$$\varepsilon = \frac{100 (L - L_0)}{L_0} \quad (2.2)$$

Dimana :

$\varepsilon$  = Regangan (%)

L = Panjang akhir (m)

L<sub>(o)</sub> = Panjang mula – mula (m)

### 2.7.2 Scanning Electron Microscopy (SEM)

SEM (*Scanning Electron Microscope*) adalah alat yang digunakan untuk mempelajari morfologi permukaan / ukuran butiran. Pengamatan morfologi permukaan dalam 3 Dimensi, resolusi tinggi dan analisa Kimia.

Prinsip kerja SEM (*Scanning Electron Microscope*) adalah sebagai berikut:

#### 1. *Electron Gun* ( Sumber Elektron / Penembak elektron)

Penembak elektron terdiri dari filamen *Tungsten*, penembak elektron ini digunakan untuk menghasilkan elektron dalam suatu volum tertentu dengan energi yang dapat ditentukan dengan mengatur arus listrik ke filamen sehingga terjadi pelepasan elektron.

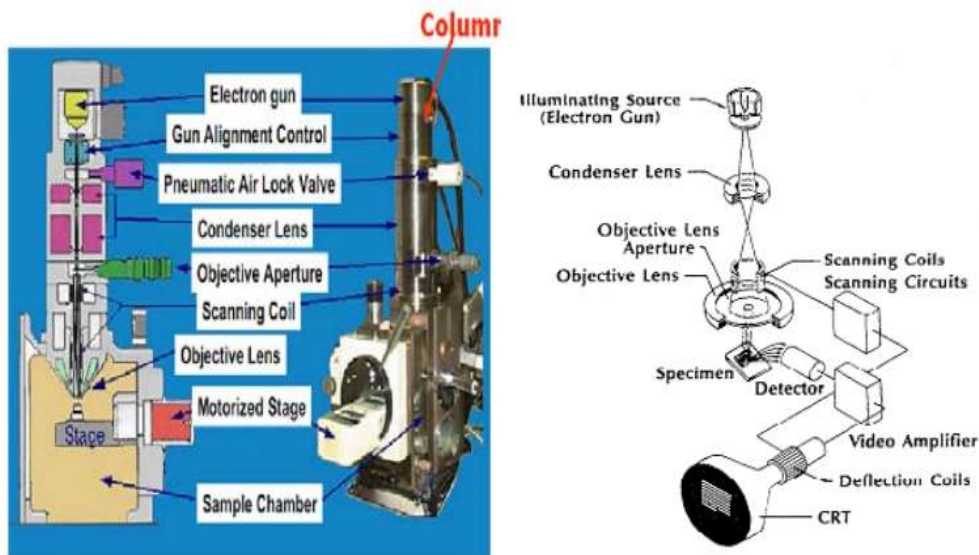
## 2. Demagnetification System (Perangkat Demagnetisasi)

Perangkat Demagnetisasi terdiri dari gabungan lensa-lensa elektromagnetik yang digunakan untuk memfokuskan *E-Beam* menjadi sangat kecil pada saat mencapai sampel.

## 3. Scan Unit (Sistem Pelarikan)

Pembentukan Gambar dengan menggunakan prinsip *Scanning*, dimana elektron diarahkan ke objek, gerakan berkas tersebut mirip dengan “Gerakan Membaca”. *Scan unit* dibangkitkan oleh *scanning coil*, sedangkan hasil interaksi berkas elektron dengan sampel menghasilkan *Secondary Electron* (SE) dan elektron *Backs Scattered* (BSc), diterima detektor SE/BSc, di ubah menjadi sinyal, data sinyal diperkuat oleh *Video Amplifier* kemudian disinkronkan oleh *scanning circuit* terbentuklah Gambar pada Tabung Sinar Katoda (CRT) [30].

Pada (gambar 2.16) menunjukkan diagram *Scanning Electron Microscopy*.



Gambar 2.14 Diagram *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

Sumber : [24]

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Pembuatan komposit dan pengujian komposit dilakukan di Sentra Teknologi Polimer (STP) Serpong. Waktu pelaksanaan penelitian 4 maret sampai 5 mei 2015.

#### **3.2 Bahan dan Alat**

##### **3.2.1 Bahan**

a. Serat Sabut Kelapa

Sabut kelapa dilakukan pembersihan terlebih dahulu dengan membersihkan sabut dari bahan pengotor kemudian dicuci menggunakan air bersih dan sabut kelapa dikeringkan dibawah sinar matahari.



Gambar 3.1 Serat Sabut Kelapa

b. Karet alam (SIR 20 dan SIR 10)

Sebelum proses *compounding*, karet di persiapan dengan menyesuaikan ukuran potongan karet dengan ketebalan  $\pm$  2cm agar mudah dalam proses *compounding* saat mastikasi karet pada *roll open mixing mill*.



Gambar 3.2 Karet alam (SIR 10)



Gambar 3.3 Karet alam (SIR 20)

c. Karet alam (*Latex cair*)

*Latex* yang digunakan adalah *latex* cair yang sudah bersih sehingga tidak perlu melakukan proses penyaringan untuk menghilangkan partikel-partikel pengotor seperti debu dan pasir.



Gambar 3.4 Karet alam (*Latex cair*)

d. Aditif

Dalam proses *compounding* karet diperlukan bahan aditif untuk tujuan tertentu, adapun bahan aditif yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan fungsi dan jenis karetnya yaitu:

1. Karet alam padat (SIR 10 dan 20)
  - ZnO (*Zinc oxide*) dan Asam Stearat  
Berfungsi sebagai bahan pengaktif pada proses vulkanisasi yang menggunakan Sulfur sebagai vulkanisatornya.
  - TMQ (*Trimethyl quinone*) dan BHT (*Butylated hydroxy toluene*)  
Berfungsi sebagai bahan antioksidan pada karet agar karet tidak mudah rusak akibat reaksi oksidasi.
  - CBS (*N-cyclohexyl-2-benzothiazole sulphenamide*)  
Berfungsi sebagai bahan katalis/pencepat pada proses vulkanisasi. Reaksi vulkanisasi yang lambat kurang efisien karena menambah waktu produksi yang secara tak langsung juga menambah biaya maka perlu ditambahkan bahan ini pada kompon karet sebelum proses vulkanisasi.
  - *White Oil*

Berfungsi sebagai bahan pelunak karet agar karet mudah bercampur dengan bahan-bahan kimia lain pada proses komponding.

- *Sulfur*

Berfungsi sebagai bahan vulkanisator pada proses vulkanisasi.

## 2. Karet alam (*Latex Cair*)

- ZnO (*Zinc oxide*)

Berfungsi sebagai bahan pengaktif pada proses vulkanisasi yang menggunakan Sulfur sebagai vulkanisatornya.

- KOH

Sebagai penstabil agar lateks terlindung dari tegangan terhadap campuran bahan lain dan sebagai bahan pendispersi.

- ZDEC (*Zinc Diethyldithiocarbamate*) dan ZMBT (*Zinc 2-Mercaptobenzothiazole*)

Berfungsi sebagai bahan katalis/pencepat pada proses vulkanisasi.

- *Octolite*

Berfungsi sebagai bahan antioksidan pada karet agar karet tidak mudah rusak akibat reaksi oksidasi.

- *Sulfur*

Berfungsi sebagai bahan vulkanisator pada proses vulkanisasi.

### 3.2.2 Alat

#### a. *Cutter*

Digunakan untuk memotong karet dengan ketebalan tertentu secara manual sebelum proses komponding karet SIR.

#### b. Peralatan laboratorium seperti :

- Erlenmeyer  
Digunakan untuk tempat membuat larutan bahan aditif karet pada perlakuan lateks cair
- *Beacker Glass*  
Tempat untuk menyimpan dan membuat campuran lateks dengan larutan bahan aditif pada alat magnetik stirer
- Batang pengaduk  
Untuk mengaduk dalam pembuatan larutan bahan aditif
- Alumunium foil  
Digunakan sebagai penutup erlenmeyer dan gelas beaker

c. *Magnetic stirrer*

Alat yang digunakan untuk menghomogenkan campuran lateks cair dengan larutan bahan aditif menggunakan pengadukan stirer (batang magnet).



Gambar 3.5 *Magnetic Stirrer*

d. Oven

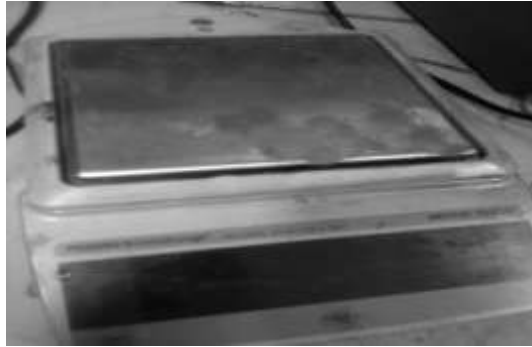
Alat yang digunakan untuk vulkanisasi lanjutan setelah dilakukan vulkanisasi dengan *hot press* pada kompon lateks, dengan settingan temperature 80°C selama 8 jam.



Gambar 3.6 Oven

e. Timbangan

Bahan yang diperlukan untuk pembuatan kompon karet ditimbang sesuai perlakuan. Jumlah dari setiap bahan di dalam formulasi kompon dinyatakan dalam PHR (*Part per Hundred Rubber*). Adapun spesifikasinya yaitu merk Mettler Toledo dengan tipe PG5002-S DeltaRange, *maximum capacity* 1000 g/5100 g, *readability* 0.01 g/0.1 g, *taring range* 0...5100 g, *repeatability* 0.008 g/0.03 g, *linearity*  $\pm 0.02$  g / 0.05 g, *stabilization time* 1...2 s, *Adjustment with internal weights*: FACT (*fully automatic self-calibration*), *Adjustment with external weights*: 2000/3000/4000/5000 g, *Sensitivity (temperature drift)*  $\pm 3$  ppm/ $^{\circ}$ C, *Sensitivity (long-term stability)*  $\pm 0.0030$  %, *Interfaces*: RS-232C, Sub-D 9 pin, *Size of weighing pan*: 165x165 mm, *Dimensions*: 226x95x360 mm (WxDxH).



Gambar 3.7 Mettler Toledo PG5002-S DeltaRange

f. *Open Mixing Mill*

Alat mesin giling terbuka yang terdiri dari dua rol keras dan permukaannya licin, alat ini digunakan pada proses komponding karet dengan bahan kimia lainnya.



Gambar 3.8 *Open Mixing Mill*

g. *Hot Press*

Alat yang digunakan pada saat proses vulkanisasi atau proses pematangan kompon karet menjadi kompon karet vulkanisir. Adapun spesifikasinya yaitu *Hot press* tipe 300 P merk COLLIN, *pressing power* dengan kekuatan maksimal

300 kN, load per surface 320 N/cm<sup>2</sup>, max. Platen temperature 300°C, Heating speed 16° C/min, Cooling 48° C/min.



Gambar 3.9 *Hot Press* Tipe 300 P

h. Cetakan *Hot Press*

Media yang di gunakan sebagai tempat pembentukan serat sabut kelapa untuk perlakuan pada kompon lateks dan digunakan untuk pencampuran *filler* serat sabut kelapa dengan kompon karet SIR sebelum di hotpress.



Gambar 3.10 Cetakan *Hot Press*

i. *Calipers*

Alat yang digunakan untuk mengukur ketebalan spesimen komposit.



Gambar 3.11 *Calipers*

j. UTM (*Universal Testing Machine*)

Alat yang digunakan untuk uji tarik pada material komposit, sifat tarik dari material komposit dikarakterisasi dengan menggunakan mesin Universal Testing Machine Shimadzu AG 10NG dengan kapasitas load cell 10 kN.



Gambar 3.12 *Universal Testing Machine Shimadzu AG 10NG*

k. SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

Alat yang digunakan untuk mengamati permukaan komposit secara microscopis maka dilakukan pengukuran dengan menggunakan SEM yang terdapat pada (gambar 3.13).



Gambar 3.13 Peralatan *Scanning Electron Microscopy*

### 3.3 Prosedur Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Variabel Bebas yaitu variasi penambahan serat sabut kelapa sebanyak 10 phr, 30 phr dan 50 phr pada karet kompon *crumb rubber* dan *latex*.
2. Variabel Terikat
  - Variabel terikat pada *crumb rubber* adalah Karet 100 phr, *white oil* 5 phr, ZnO 5 phr, Asam Stearat 2 phr, TMQ 1 phr, BHT 2 phr, CBS 2 phr, *sulfur* 3 phr.
  - Variabel terikat pada *latex* adalah Karet 100 phr, 100 gr lateks cair, 3 gr larutan KOH 10%, 2 gr larutan ZDEC 50%, 2 gr larutan ZMBT 50%, 2 gr ZnO, 1 gr Octolite dan 1,5 gr *Sulfur*.

#### 3.3.1 Langkah Kerja Penimbangan

1. Persiapan pendahuluan alat-alat penimbangan, siapkan alat dan bahan yang akan ditimbang.
2. Pemeriksaan pendahuluan terhadap neraca meliputi: kebersihan neraca dan kedataran neraca.
3. Penimbangan sesuai dengan berat yang sudah ditentukan dalam formula (Tabel 3.3 dan 3.4), dapat dilakukan setelah diperoleh keadaan setimbang pada neraca dan timbangan pada posisi nol, demikian pula setelah penimbangan selesai posisi timbangan dikembalikan seperti semula

### **3.3.2 Pembuatan Komposit dengan Matriks Karet Alam Padat (*Crumb Rubber*)**

Dalam pembuatan kompon karet padat Pencampuran dilakukan dalam gilingan terbuka (*open mill*) yang telah dibersihkan, selanjutnya dilakukan tahapan pembuatan sebagai berikut :

1. Persiapan Serat Sabut Kelapa
  - a. Serat sabut kelapa dibersihkan dari bahan pengotor
  - b. Serat sabut kelapa dicuci dengan air bersih
  - c. Serat sabut kelapa dikeringkan dibawah sinar matahari
  - d. Kemudian serat sabut kelapa yang sudah bersih di timbang dengan berat yang sudah ditentukan dalam formula (Tabel 3.3)
2. Pembuatan kompon karet alam padat (*Crumb Rubber*)
  - a. Karet padat (SIR 10 dan SIR 20) dimastikasi selama  $\pm 10$  menit dan mencapai suhu  $40^{\circ}\text{C}$ .
  - b. Campurkan *white oil* ke dalam karet, giling hingga merata selama 1 menit.
  - c. Campurkan ZnO, giling bersama karet alam hingga merata selama 1 menit.
  - d. Campurkan Asam Stearat, giling hingga merata selama 1 menit.
  - e. Campurkan TMQ, giling hingga merata selama 1 menit.

- f. Campurkan BHT, giling hingga merata selama 1 menit.
- g. Campurkan CBS, giling hingga merata selama 1 menit.
- h. Campurkan *sulfur*, giling hingga merata selama 5 menit dan suhu akhir pada pencampuran adalah 70 °C.

### 3. Pembentukan Komposit

- a. Siapkan lembaran karet hasil dari pembuatan kompon karet, dan serat sabut kelapa yang sudah bersih, dengan berat yang sudah ditentukan dalam formula (Tabel 3.3).
- b. Siapkan cetakan, bersihkan, kemudian cetakan diolesi dengan vaselin agar karet tidak lengket pada cetakan kemudian masukan serat sabut kelapa dan kompon karet (*Crumb Rubber*) ke dalam cetakan dengan susunan sebagai berikut :
  - Lapisan pertama serat sabut kelapa
  - Lapisan kedua kompon karet
  - Lapisan ketiga yang paling atas adalah serat sabut kelapaBerat yang digunakan sudah ditentukan dalam formula (Tabel 3.3).
- c. Panaskan alat *press*, masukan cetakan yang telah berisi serat sabut kelapa dan kompon karet kemudian lakukan pengepresan pada temperatur 150 °C selama 35 menit.
- d. Setelah karet kompon matang, dinginkan dan buka cetakan.

### 3.3.3 Pembuatan Komposit dengan Matriks Karet Alam Cair (Lateks)

Dalam pembuatan kompon lateks berbeda halnya dengan pembuatan kompon karet *Crumb Rubber* yang menggunakan alat *two roll open mill*, adapun tahapan dalam pembuatan kompon lateks yaitu :

#### 1. Persiapan Serat Sabut Kelapa

- a. Serat sabut kelapa dibersihkan dari bahan pengotor
- b. Serat sabut kelapa dicuci dengan air bersih
- c. Kemudian serat sabut kelapa dikeringkan dibawah sinar matahari
- d. Serat sabut kelapa yang sudah bersih di timbang dengan berat yang sudah ditentukan dalam formula (Tabel 3.4)
- e. Serat sabut kelapa dibentuk di dalam cetakan *hot press* dengan bentuk lingkaran yang berdiameter 20cm, dengan orientasi acak dan merata.
- f. Masukkan cetakan ke dalam alat *hot press*, lakukan pengepresan pada temperatur 23<sup>0</sup>C selama 5 menit.
- g. Setelah itu cetakan dibuka dan serat sabut kelapa akan membentuk sesuai ukuran cetakan.

#### 2. Pembuatan Kompon Lateks dan Larutan Aditif

Dalam Pembuatan kompon lateks dan larutan aditif, komposisi dan konsentrasi bahan aditif yang digunakan mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh I D. K. Anom dkk [6].

##### a. Pembuatan Larutan Aditif

- Pembuatan KOH 10% (b/b)

Larutkan KOH 5gr dengan pelarut aquadest 45gr dalam erlenmeyer, aduk hingga homogen dengan menggunakan batang pengaduk.

- Pembuatan ZDEC 50% (b/b)

Larutkan ZDEC 25gr dengan pelarut benzene 25gr dalam erlenmeyer, aduk hingga homogen dengan menggunakan batang pengaduk.

- Pembuatan ZMBT 50% (b/b)

Larutkan ZMBT 25 gr dengan pelarut benzene 25 gr dalam erlenmeyer, aduk hingga homogen dengan menggunakan batang pengaduk.

b. Pembuatan kompon Lateks

- Bahan – bahan kimia dilarutkan ke dalam lateks cair menggunakan gelas beaker dengan komposisi 100 gr lateks cair, 3 gr larutan KOH 10%, 2 gr larutan ZDEC 50%, 2 gr larutan ZMBT 50%, 2 gr ZnO, 1 gr Octolite dan 1,5 gr *Sulfur*.
- Campuran kompon lateks diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit.
- Setelah pengadukan selesai kompon lateks siap digunakan pada proses pencampuran dengan *filler* serat sabut kelapa.

3. Pembentukan Komposit

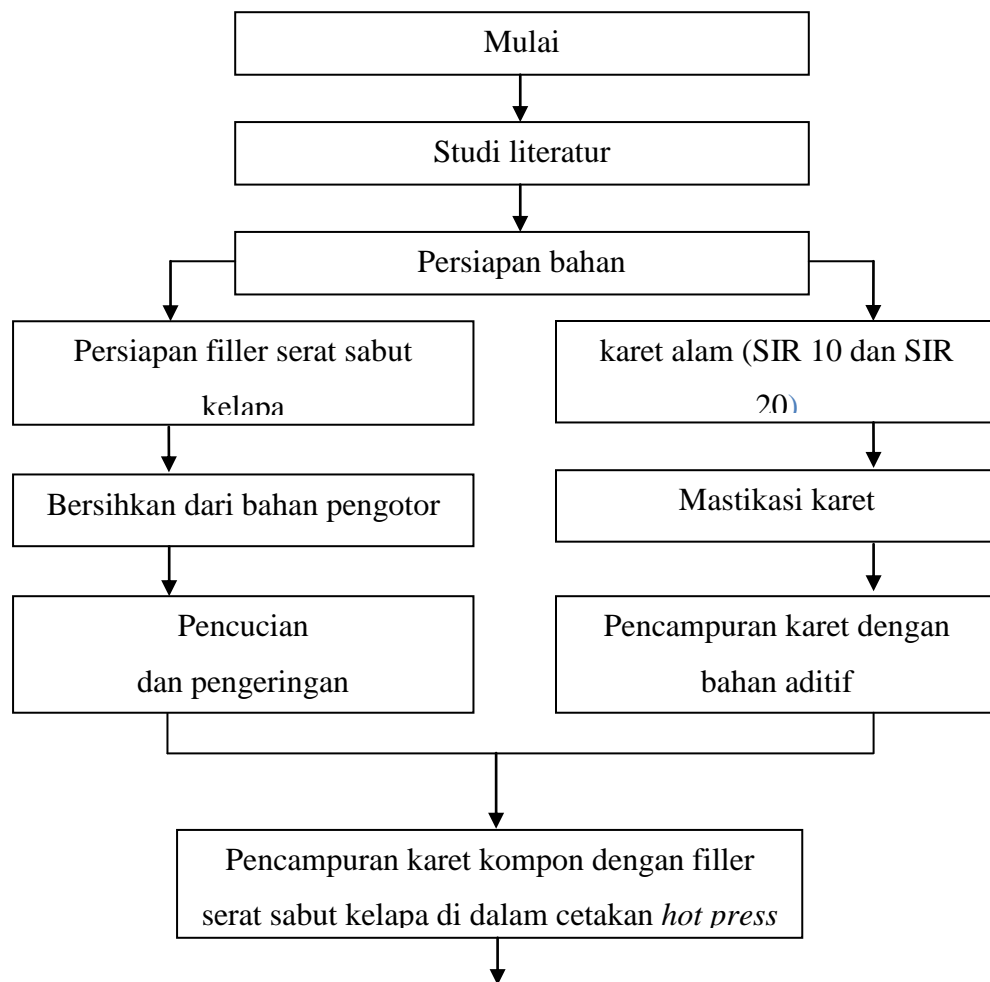
- a. Serat sabut kelapa yang sudah di bentuk bundar pada komposisi 10 phr, 30 phr dan 50 phr, masing – masing dimasukan kedalam cetakan loyang yang berdiameter 20cm.
- b. Serat sabut kelapa ditata sebaik mungkin di dalam cetakan loyang.
- c. Permukaan serabut kelapa di spray secara merata menggunakan kompon lateks dengan berat yang sudah ditentukan dalam formula (Tabel 3.4), jarak antara permukaan serat dan *nozzle sprayer*  $\pm$  20cm.

- d. Siapkan cetakan *hot press*, bersihkan, kemudian cetakan diolesi dengan vaselin agar karet tidak lengket pada cetakan dan masukan serabut kelapa yang sudah di spray dengan kompon lateks ke dalam cetakan *hot press*.
- e. Masukan cetakan ke dalam alat *hot press* dan lakukan pengepresan pada temperatur 150 °C selama 35 menit.
- f. Setelah selesai proses pengepresan, dinginkan dan cetakan dibuka .
- g. Kemudian kompon lateks dikeluarkan dari cetakan *hot press* dan dimasukkan ke dalam oven pada temperature 80 °C selama 8 jam.
- h. Setelah matang kompon lateks diangkat dan dikeluarkan dari oven.

### 3.4 Urutan Pengerjaan

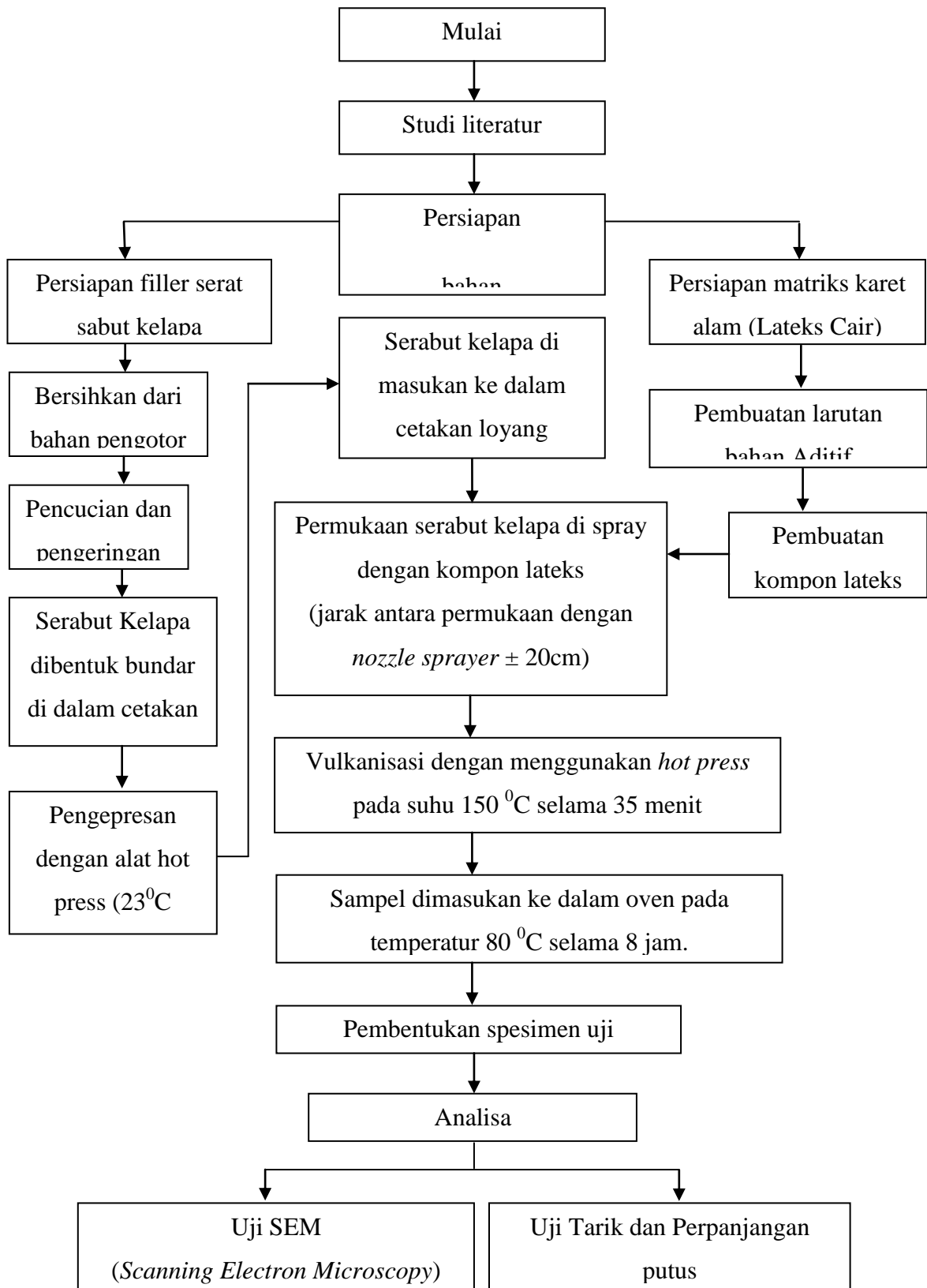
Adapun urutan kerja yang dilakukan dari awal sampai akhir penelitian sebagaimana disajikan pada (gambar 3.14 dan gambar 3.15) sebagai berikut :

#### 3.4.1 Diagram Alir Penelitian Komposit Karet Alam Padat (*Crumb Rubber*) – Serat Sabut Kelapa



Gambar 3.14 Diagram alir penelitian Komposit Karet Alam Padat (*Crumb Rubber*) – Serat Sabut Kelapa

### 3.4.2 Diagram Alir Penelitian Komposit Karet Alam Cair (Lateks) – Serat Sabut Kelapa



Gambar 3.15 Diagram alir Penelitian Komposit Karet Alam Cair (Lateks) – Serat Sabut Kelapa

Berikut adalah contoh sampel dan pembentukan spesimen untuk uji Parameter Tarik, Perpanjangan putus dan Analisa SEM (*Scanning Electron Microscopy*).



Gambar 3.16 Sampel Karet Kompon Vulkanisir (*Crumb Rubber*)



Gambar 3.17 Sampel Karet Kompon Vulkanisir (*Latex*)



Gambar 3.18 Spesimen Uji komposisi 10 phr serabut kelapa (*Crumb Rubber*)



Gambar 3.20 Spesimen Uji komposisi 50 phr serabut kelapa (*Crumb Rubber*)



Gambar 3.22 Spesimen Uji komposisi 30 phr serabut kelapa (*Latex*)

Gambar 3.19 Spesimen Uji komposisi 30 phr serabut kelapa (*Crumb Rubber*)



Gambar 3.21 Spesimen Uji komposisi 10 phr serabut kelapa (*Latex*)



Gambar 3.23 Spesimen Uji komposisi 50 phr serabut kelapa (*Latex*)

Adapun contoh spesimen karet komposit setelah uji Parameter Tarik dan Perpanjangan putus adalah sebagai berikut :



Gambar 3.24 Spesimen Uji komposisi 10 phr serabut kelapa *after test (Crumb Rubber)*



Gambar 3.25 Spesimen Uji komposisi 30 phr serabut kelapa *after test (Crumb Rubber)*



Gambar 3.26 Spesimen Uji komposisi 50 phr serabut kelapa *after test (Crumb Rubber)*



Gambar 3.27 Spesimen Uji komposisi 10 phr serabut kelapa *after test (Latex)*



Gambar 3.28 Spesimen Uji komposisi 30 phr serabut kelapa *after test (Latex)*



Gambar 3.29 Spesimen Uji komposisi 50 phr serabut kelapa *after test (Latex)*

### 3.5 Komposisi Komposit

Parameter pada penelitian ini adalah komposisi serat sabut kelapa yang dipakai dalam matrik karet dengan menggunakan bahan kimia aditif. (Tabel 3.1 dan tabel 3.2) menunjukkan komposisi yang digunakan.

Tabel 3.1 Komposisi Karet Alam Padat (*Crumb Rubber*), Serat Sabut Selapa dan Bahan Kimia Aditif ( dalam Phr )

Bahan	Formula I	Formula II	Formula III
	Phr	Phr	Phr
Karet	100	100	100
Serat Sabut Kelapa	10	30	50
ZnO	5	5	5
Asam Stearat	2	2	2
TMQ	1	1	1
BHT	2	2	2

CBS	2	2	2
White Oil	5	5	5
Sulfur	3	3	3
<b>Total</b>	130	150	170

Tabel 3.2 Komposisi Karet Alam Cair (Lateks) dan Serat Sabut Kelapa  
( dalam Phr )

Bahan	Formula I	Formula II	Formula III
	Phr	Phr	Phr
Karet	100	100	100
Serat Sabut Kelapa	10	30	50
<b>Total</b>	110	130	150

### 3.5.1 PHR ( *Parts per Hundred Rubber* )

PHR (*Parts per Hundred Rubber*) ini digunakan untuk perhitungan formula. Bahan-bahan senyawa diberikan sebagai bagian per 100 berat polimer karet. Jumlah phr karet tidak boleh lebih dari 100 phr atau kurang, karena phr ini digunakan untuk patokan penimbangan bahan – bahan yang lain. Untuk mengetahui berat bahan kompon yang akan di timbang maka perlu terlebih dahulu mengetahui faktor pengali. Sedangkan faktor pengali didapat dari berat kompon yang akan dibuat dibagi dengan jumlah seluruh phr dari kompon.

Dalam penelitian ini pembuatan kompon karet yang akan dibuat sebesar 100 gr maka untuk mengetahui berat masing – masing bahan yang akan ditimbang dapat dicari dengan menggunakan cara berikut :

$$\frac{\text{Berat kompon jadi yang ingin dibuat}}{\text{Jumlah seluruh Phr}} \times \text{Phr bahan}$$

Dari cara perhitungan diatas didapat berat masing – masing bahan yang akan ditimbang terdapat pada (Tabel 3.3 dan tabel 3.4).

Tabel 3.3 Komposisi Karet Alam Padat (*Crumb Rubber*), Serat Sabut Selapa dan Bahan Kimia Aditif ( dalam gram )

<b>Bahan</b>	<b>Formula I</b>	<b>Formula II</b>	<b>Formula III</b>
	<b>Berat (gram)</b>	<b>Berat (gram)</b>	<b>Berat (gram)</b>
Karet	76,92	66,67	58,82
Serat Sabut Kelapa	7,69	20,00	29,41
ZnO	3,85	3,33	2,94
Asam Stearat	1,54	1,33	1,18
TMQ	0,77	0,67	0,59
BHT	1,54	1,33	1,18
CBS	1,54	1,33	1,18
White Oil	3,85	3,33	2,94
Sulfur	2,31	2,00	1,76
<b>Total</b>	± 100	± 100	± 100

Tabel 3.4 Komposisi Karet Alam Cair (Lateks) dan Serat Sabut Kelapa ( dalam gram )

<b>Bahan</b>	<b>Formula I</b>	<b>Formula II</b>	<b>Formula III</b>
	<b>Berat (gram)</b>	<b>Berat (gram)</b>	<b>Berat (gram)</b>
Karet	90,91	76,92	66,67
Serat Sabut Kelapa	9,09	23,08	33,33

<b>Total</b>	100	100	150
--------------	-----	-----	-----

### 3.6 Pengujian Komposit

#### 3.6.1 *Tensile Strength* ( Kuat Tarik ) dan Perpanjangan Putus

Untuk mengetahui kekuatan tarik pada material komposit dapat diketahui dengan melakukan percobaan pada mesin uji tarik. Pengujian tarik berdasarkan ASTM D412, *Test Method For Tensile Properties of Rubber*.

##### A. Peralatan Uji

*Universal Testing Machine*

##### B. Spesimen Uji

Jumlah sampel pengujian terdapat 6 sampel ( 3 sampel kompon *crumb rubber* dan 3 sampel kompon lateks ) dan spesimen uji yang diambil dalam 1 sampel terdapat 5 spesimen uji. Tabel 3.3 menyajikan ukuran standart uji tarik dan gambar 3.12 menjelaskan bentuk profil uji tarik berdasarkan ASTM D412.

Tabel 3.5 Standart ASTM D412 pada Uji Tarik

<i>Width of Grip (mm)</i>	<i>Width of Gage (mm)</i>	<i>Thickness (mm)</i>	<i>Overall Length (mm)</i>	<i>Gage Length (mm)</i>	<i>Radius of Fillet (mm)</i>
25	6	3	115	33	25

##### C. Prosedur Pengujian

1. Kondisi pengujian - dilakukan sama dengan kondisi saat kondisioning spesimen uji.
2. Clamping – letakkan spesimen uji pada clamping dengan mengatur arah longitudinal spesimen sama dengan arah pergerakan mesin saat di uji. Kencangkan grip sehingga slip dapat dihindari.
3. Kecepatan pengujian – tetapkan kecepatan pengujian menurut standar pengujian material yang sesuai.
4. Perekaman data – rekam data gaya dan kenaikan nilai gage length selama pengujian dengan kurva/strain.

### **3.6.2 Scanning Electron Microscopy ( SEM )**

Tujuan dari pengujian SEM adalah agar dapat memberikan informasi secara langsung tentang morfologi ( bentuk dan ukuran ) dan topografi ( tekstur permukaan sampel ) pada sampel material komposit karet alam dengan serat sabut kelapa.

#### **A. Peralatan Uji**

SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dan *Sputter Coater*.

#### **B. Spesimen Uji**

Sampel di ambil sebelum uji tarik.

#### **C. Prosedur Pengujian**

##### **1. Preparasi Sampel**

- a. Spesimen yang akan diamati dengan SEM harus dibersihkan terlebih dahulu dan pastikan permukaan spesimen bebas dari kotoran.
- b. Spesimen diletakan diatas *holder* agar penangannya lebih mudah, dimana posisi permukaan potongan menghadap keatas.
- c. *Sputter coater* yang telah dinyalakan harus didiamkan selama 10 menit untuk menstabilkan mesin.

- d. Selanjutnya spesimen hasil potongan tersebut dimasukkan kedalam *sputter coater* untuk proses coating.
- e. Pastikan penutupnya serapat mungkin.
- f. Lalu tekan tombol untuk mengaktifkan proses deposit logam mulia ke permukaan spesimen.
- g. Matikan alat setelah proses depositionsasi selama 15 menit dan keluarkan spesimen.

## 2. Pengamatan SEM

- a. Kondisi dalam chamber saat *standby* dalam keadaan vakum, sehingga chamber harus di *venting* terlebih dahulu sebelum sampel dimasukkan.
- b. Selanjutnya *chamber* dibuat menjadi vakum kembali.
- c. Pastikan *chamber* tertutup rapat dan tunggu hingga ready.
- d. Pilih detektor SEI untuk mengamati topografi dan cari daerah *interface* yang cukup presentatif untuk menggambarkan kekuatan *interface* dan mekanisme perpatahan.
- e. Atur *settingan* alat agar diperoleh gambar yang bagus dan jelas, lalu simpan gambarnya dengan perbesaran 40X dan 1000X.
- f. Lakukan langkah dan pengaturan yang sama untuk setiap pengujian.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian komposit karet alam – serat sabut kelapa dengan memvariasikan penambahan bahan *filler* pada matriks karet menunjukkan bagaimana pengaruh terhadap sifat mekanik karet untuk aplikasi karpet karet. Pada penelitian ini parameter yang menjadi dasar utama dalam menilai sifat mekanik suatu material karet vulkanisat diantaranya adalah dengan nilai *tensile strength* dan *elongation at break* serta analisa SEM untuk mengetahui morfologi dari material tersebut. Berikut ini merupakan SNI Karpet Karet yang digunakan sebagai acuan standar mutu yang baik terhadap kompon karet.

**Tabel 4.1 Standar Mutu Karpet Karet  
(SNI 12-1000-1989)**

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Kekuatan Tarik	MPa	Min. 4,9
2	Perpanjangan Putus	%	Min. 60
3	Kerapatan massa	g/cm <sup>3</sup>	1,50 – 1,80
4	Kekerasan	Shore A	70 – 80
5	Ketahanan Pampatan <i>Resistance</i>	MPa	Min. 2,9
6	Pampatan Tetap ( <i>Constant deflection Compression Sett</i> )	%	Maks. 2

#### 4.1 *Tensile Strength* (Kekuatan Tarik)

Kekuatan tarik merupakan parameter untuk mengetahui ketahanan putus vulkanisat karet alam jika diberi gaya, untuk mengetahui komposisi *filler* yang optimum dalam kompon karet alam dilakukan pengujian berupa *tensile strength* pada kompon karet dengan variasi penambahan filler serat sabut kelapa. Hasil pengujian *tensile strength* terhadap penambahan serat sabut kelapa diambil 5 data spesimen dalam 1 sampel ditunjukkan pada tabel 4.2 (kompon *Crumb Rubber*) dan tabel 4.3(kompon karet lateks).

Tabel 4.2 Hasil pengujian Kompon *Crumb Rubber* Terhadap *Tensile Strength* (MPa)

<b>Keterangan</b>	<b>Sampel</b>		
	<b>F1 (MPa)</b>	<b>F2 (MPa)</b>	<b>F3 (MPa)</b>
Kompon <i>Crumb Rubber</i> 1	4,381	4,301	3,598
Kompon <i>Crumb Rubber</i> 2	2,896	3,545	2,671
Kompon <i>Crumb Rubber</i> 3	3,183	5,389	2,652
Kompon <i>Crumb Rubber</i> 4	3,176	3,645	3,185
Kompon <i>Crumb Rubber</i> 5	3,072	4,581	2,253
<b>Mean</b>	<b>3,342</b>	<b>4,292</b>	<b>2,872</b>
<b>Standar deviasi</b>	<b>0,592</b>	<b>0,752</b>	<b>0,524</b>

Tabel 4.3 Hasil pengujian Kompon Lateks Terhadap *Tensile Strength* (MPa)

<b>Keterangan</b>	<b>Sampel</b>		
	<b>F1 (MPa)</b>	<b>F2 (MPa)</b>	<b>F3 (MPa)</b>

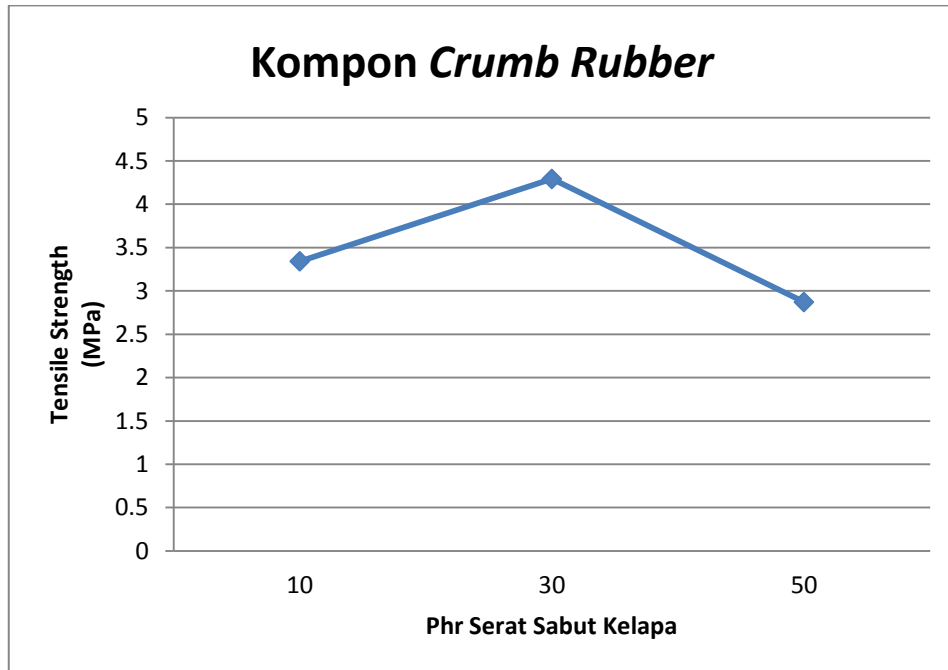
Kompon lateks 1	3,369	3,755	4,866
Kompon lateks 2	3,229	4,405	4,055
Kompon lateks 3	2,905	4,658	5,659
Kompon lateks 4	3,920	3,764	5,258
Kompon lateks 5	3,470	4,797	4,469
<b>Mean</b>	<b>3,379</b>	<b>4,276</b>	<b>4,861</b>
<b>Standar deviasi</b>	<b>0,370</b>	<b>0,492</b>	<b>0,632</b>

Keterangan :

- F1 (Formula 1) adalah Komposisi 10 phr Serat Sabut Kelapa
- F2 (Formula 2) adalah Komposisi 30 phr Serat Sabut Kelapa
- F3 (Formula 3) adalah Komposisi 50 phr Serat Sabut Kelapa

Hasil analisa pengaruh *filler* serat sabut kelapa terhadap kekuatan tarik kompon crumb rubber ditunjukkan pada gambar 4.1 (kompon crumb rubber) dan gambar 4.2 (kompon lateks).

Dari grafik (gambar 4.1) diketahui bahwa kompon *crumb rubber* dengan kekuatan tarik optimum adalah pada penambahan 30 phr serat sabut kelapa, yaitu 4,292 MPa. Hal ini selain dikarenakan *filler* terdispersi merata pada kompon karet, serat sabut kelapa memiliki kekuatan sebagai penerima beban tegangan utama dari luar yang dialami oleh matriks dan pada penambahan serat sabut kelapa yang tepat juga akan mempengaruhi sifat mekanisnya sehingga nilai optimum terjadi pada komposisi serat 30 phr.



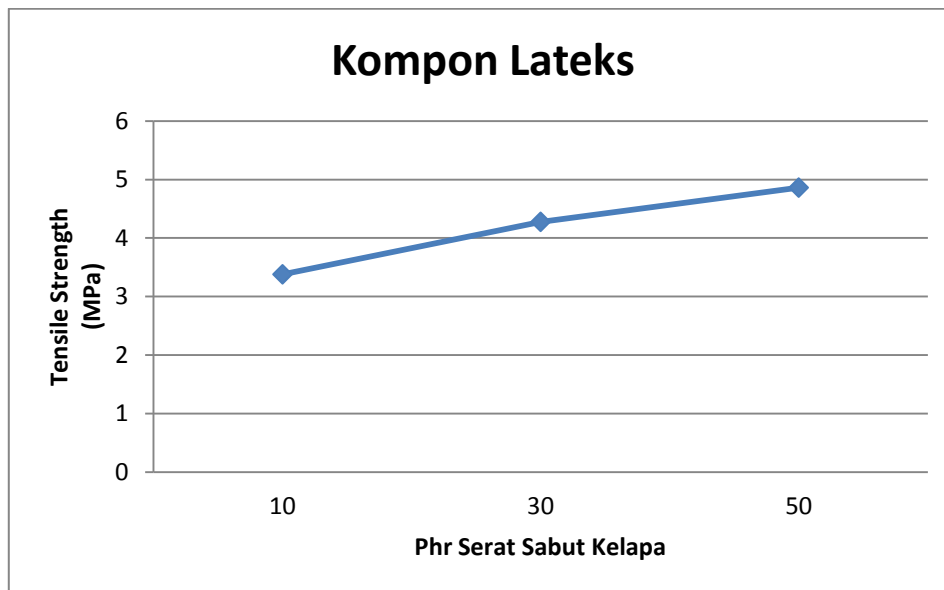
**Gambar 4.1** Pengaruh penambahan Serat Sabut Kelapa terhadap Kekuatan Tarik Kompon *Crumb Rubber*

Penambahan *filler* serabut kelapa akan meningkatkan kekuatan tarik kompon karet alam. Pada kompon dengan penambahan serat 10 phr, kekuatan tarik hanya menunjukkan nilai 3,342 MPa. Hal tersebut terjadi karena penambahan serat lebih minim dibandingkan dengan variasi penambahan *filler* serat 30 phr sehingga kekuatan tarik kompon tersebut lebih rendah.

Pada grafik terjadi penurunan nilai kekuatan tarik pada kompon crumb rubber dengan penambahan 50 phr serabut kelapa. Semakin banyak jumlah *filler* yang ditambahkan maka kekuatan tarik semakin kecil. Hal tersebut berkaitan dengan pembentukan agregat yang besar (aglomerasi) dari serat *filler* untuk membentuk domain seperti benda asing. Penambahan *filler* yang terlalu banyak akan menyebabkan *filler* membentuk aglomerasi sehingga menghambat proses vulkanisasi

dan menurunkan nilai kekuatan tarik kompon karet alam [12]. Penambahan *filler* dengan orientasi acak yang tidak merata atau tidak terdistribusinya dengan dengan baik juga dapat menimbulkan terjadinya aglomerasi pada kompon karet. Aglomerasi pada suatu komposit dapat menyebabkan komposit menjadi lebih rapuh sehingga menyebabkan komposit mudah patah, patahan terjadi pada bagian yang tidak terisi *filler*. Namun hal ini juga sangat dipengaruhi oleh teknik pencampuran *filler* dengan matriks.

Dari grafik (gambar 4.2) diketahui bahwa kompon lateks menunjukkan nilai yang signifikan pada uji tarik dan kekuatan tarik optimum terjadi pada variasi penambahan 50 phr serat sabut kelapa, yaitu 4,861 MPa.



**Gambar 4.2** Pengaruh penambahan Serat Sabut Kelapa terhadap Kekuatan Tarik Kompon Lateks

Hal ini dikarenakan kompon lateks memiliki daya elastisitas yang cukup baik serta teknik pencampuran *filler* dengan matriks yang baik pada pembuatan kompon lateks, sehingga nilai tegangan putus semakin besar seiring dengan penambahan

*filler*. Karena berdasarkan fungsinya, *filler* serat sabut kelapa sebagai penerima beban utama tegangan yang di transfer oleh matriks dari luar, dan dengan di dukunginya daya elastisitas yang baik maka menghasilkan kekuatan tarik yang baik pula.

Pada kompon dengan penambahan serat 10 phr, kekuatan tarik hanya menunjukkan nilai 3,379 MPa dan penambahan serat 30 phr menghasilkan kekuatan tarik sebesar 4,276 MPa. Hal tersebut karena penambahan serat lebih minim dibandingkan dengan variasi penambahan filler serat 30 phr sehingga kekuatan tarik kompon tersebut lebih rendah.

Pada penelitian ini kompon *crumb rubber* dengan komposisi *filler* 30 phr dan kompon lateks dengan komposisi *filler* 50 phr dijadikan titik optimum untuk variasi penambahan *filler* serat sabut kelapa. Berdasarkan nilai kekuatan tarik kompon dengan *filler* serat sabut kelapa, sampel tidak memenuhi syarat standar mutu karpet karet (SNI 12-1000-1989). Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan pada penelitian ini *filler* serat sabut kelapa digunakan tanpa perlakuan khusus seperti pencucian menggunakan NaOH pada serat. Karena serat sabut kelapa mengandung lignin dan dapat dimanfaatkan sebagai pemlastis serta dapat meningkatkan ketahanan usang oleh panas pada kompon karet alam [11]. Namun di sisi lain *filler* serat sabut kelapa tanpa perlakuan khusus akan menimbulkan efek penurunan pada sifat mekanisnya.

Ikatan antara *filler* serat dan matriks menjadi tidak sempurna karena terhalang oleh adanya lapisan yang menyerupai lilin (lignin) di permukaan serat, sehingga ketika diuji tarik kegagalan didominasi oleh lepasnya ikatan antara serat dengan matriks yang diakibatkan oleh tegangan geser dipermukaan serat yang disebut dengan istilah "*fiber pull out*". pada kondisi kegagalan ini, matriks dan serat sebenarnya masih mampu menahan beban dan meregang yang lebih besar, tetapi karena ikatan antara serat dan matriks gagal, maka komposit pun mengalami kegagalan lebih awal [31]. Selain itu penambahan *coupling agent* pada kompon karet juga akan meningkatkan kekuatan mekanisnya, karena ikatan antara matrik dengan pengisi menjadi cukup kuat sehingga dibutuhkan energi lebih untuk menarik serat keluar dari matriks.

#### 4.2 *Elongation at Break* (Perpanjangan Putus)

Perpanjangan putus merupakan penambahan panjang suatu potongan uji kompon karet bila diregangkan sampai putus, dinyatakan dengan persentase dari panjang potongan uji sebelum diregangkan [9]. Hasil pengujian perpanjangan putus terhadap penambahan serat sabut kelapa diambil 5 data spesimen dalam 1 sampel ditunjukkan pada tabel 4.4 (kompon *Crumb Rubber*) dan tabel 4.5 (kompon karet lateks).

Tabel 4.4 Hasil pengujian Kompon *Crumb Rubber* Terhadap *Elongation at Break* (%)

Keterangan	Sampel		
	F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)
Kompon <i>Crumb Rubber</i> 1	217,8	442,0	252,0
Kompon <i>Crumb Rubber</i> 2	153,3	196,2	103,2
Kompon <i>Crumb Rubber</i> 3	177,5	326,3	158,7
Kompon <i>Crumb Rubber</i> 4	198,4	101,5	153,1
Kompon <i>Crumb Rubber</i> 5	159,5	248,2	126,0
<b>Mean</b>	<b>181,3</b>	<b>262,8</b>	<b>158,6</b>
<b>Standar deviasi</b>	<b>26,92</b>	<b>129,2</b>	<b>56,76</b>

Tabel 4.5 Hasil pengujian Kompon Lateks Terhadap *Elongation at Break* (%)

	Sampel
--	--------

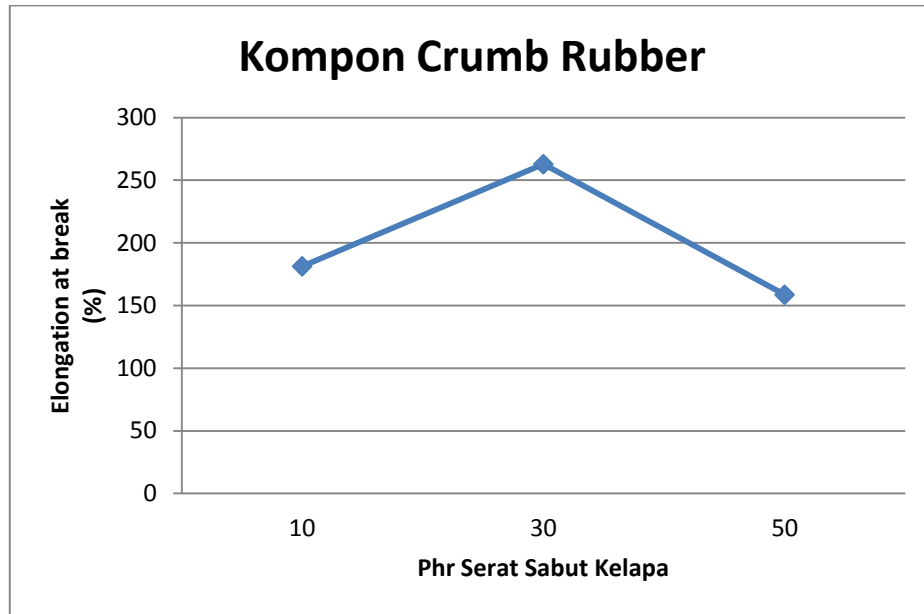
<b>Keterangan</b>	<b>F1 (%)</b>	<b>F2 (%)</b>	<b>F3 (%)</b>
Kompon lateks 1	349,1	96,47	64,51
Kompon lateks 2	335,5	401,3	69,08
Kompon lateks 3	307,1	355,8	116,0
Kompon lateks 4	362,5	207,6	279,8
Kompon lateks 5	172,8	124,6	82,24
<b>Mean</b>	<b>305,4</b>	<b>237,2</b>	<b>122,3</b>
<b>Standar deviasi</b>	<b>76,91</b>	<b>136,3</b>	<b>90,31</b>

Keterangan :

- F1 (Formula 1) adalah Komposisi 10 phr Serat Sabut Kelapa
- F2 (Formula 2) adalah Komposisi 30 phr Serat Sabut Kelapa
- F3 (Formula 3) adalah Komposisi 50 phr Serat Sabut Kelapa

Hasil analisa pengaruh *filler* serat sabut kelapa terhadap perpanjangan putus kompon *crumb rubber* ditunjukkan pada gambar 4.3 (kompon *crumb rubber*) dan gambar 4.4 (kompon lateks).

Dari grafik diketahui bahwa kompon *crumb rubber* dengan perpanjangan putus optimum adalah pada penambahan 30 phr serat sabut kelapa, yaitu 262,8 %. Hal ini dikarenakan *filler* pada komposisi tersebut terdispersi merata pada kompon karet dan dapat menunjang perpanjangan putus pada kompon. Karena serat mempunyai sifat gaya regang yang tinggi di sepanjang sumbunya.



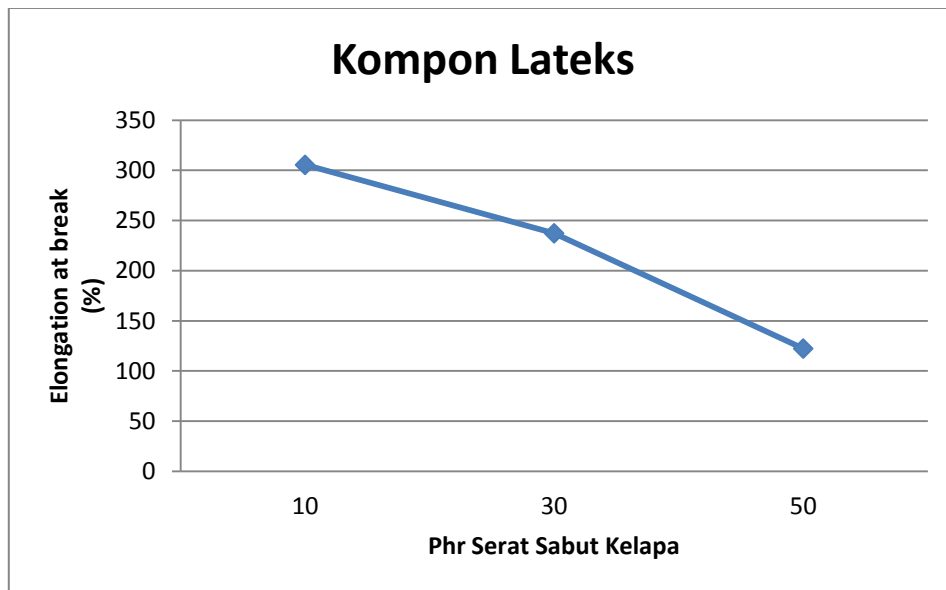
**Gambar 4.3** Pengaruh penambahan Serat Sabut Kelapa terhadap Perpanjangan Putus Kompon *Crumb Rubber*

Sedangkan pada penambahan serat 10 phr, perpanjangan putus hanya menunjukkan nilai sebesar 181,3 %. Hal tersebut terjadi karena penambahan serat lebih minim dibandingkan dengan variasi penambahan *filler* serat 30 phr sehingga nilai regangan atau perpanjangan putus kompon tersebut lebih rendah.

Pada grafik terjadi penurunan nilai perpanjangan putus pada kompon *crumb rubber* dengan penambahan 50 phr serabut kelapa. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan banyaknya ikatan yang terbentuk akan mengurangi keleluasan gerak rantai polimer, sehingga menyebabkan viskositas kompon meningkat, kompon menjadi kaku, keras dan elastisitasnya menurun [10].

Dari grafik (gambar 4.4) diketahui bahwa *tensile strength* berbanding terbalik dengan *elongation at break* yang diperoleh. Kompon lateks menunjukkan penurunan nilai *elongation at break* yang signifikan, nilai optimum terjadi pada variasi

penambahan 10 phr serat sabut kelapa, yaitu 305,4 %. Hal tersebut terjadi karena penambahan *filler* yang lebih sedikit dibandingkan dengan penambahan serat 30 phr dan 50 phr, dan dengan daya elastisitas kompon lateks yang cukup baik serta kandungan matriksnya lebih besar maka akan menimbulkan nilai *elongation* yang tinggi. Adanya kapasitas ikatan hidrogen yang tinggi, matrik polimer yang dihasilkan semakin kuat dan mengakibatkan gaya tarik intermolekul menjadi semakin kuat, sehingga perpanjangan putus (*elongation*) juga meningkat [32].



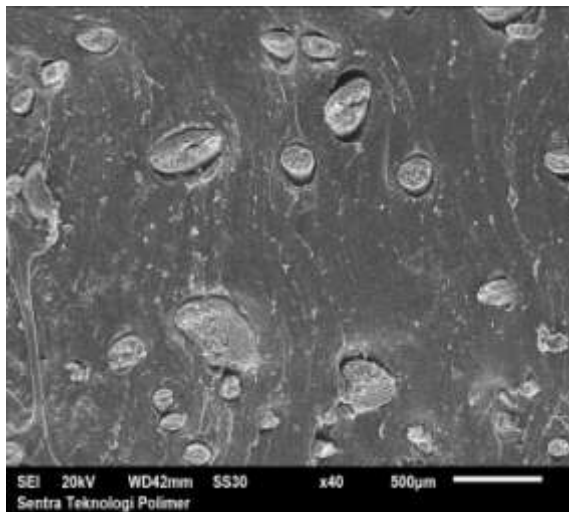
**Gambar 4.4** Pengaruh penambahan Serat Sabut Kelapa terhadap Perpanjangan Putus Kompon Lateks

Pada kompon lateks dengan penambahan 30 phr menunjukkan nilai *elongation* sebesar 237,2 % dan pada penambahan sebanyak 50 phr hanya menunjukkan nilai *elongation* sebesar 122,3 %, kompon lateks mengalami penurunan nilai *elongation* seiring dengan penambahan *filler* serabut kelapa. Hal ini terjadi dikarenakan banyaknya komposisi serat pada kompon lateks sehingga kompon menjadi kaku, keras juga menyebabkan elastisitasnya menurun.

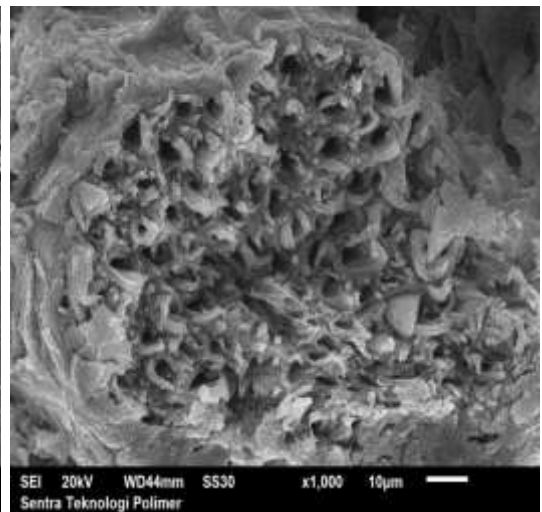
Pada penelitian ini kompon *crumb rubber* dengan komposisi filler 30 phr dan kompon lateks dengan komposisi filler 10 phr dijadikan titik optimum untuk variasi penambahan *filler* serat sabut kelapa. Berdasarkan nilai perpanjangan putus kompon dengan *filler* serat sabut kelapa, semua sampel memenuhi syarat standar mutu karpet karet (SNI 12-1000-1989).

### 4.3 Scanning Electron Microscopy (SEM)

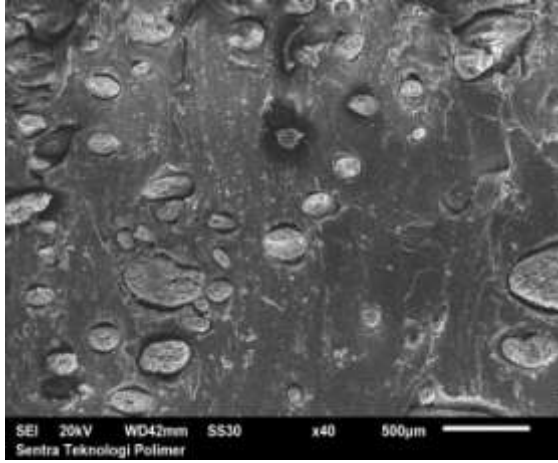
Morfologi dari material komposit karet dengan *filler* serat sabut kelapa diketahui berdasarkan hasil uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Elektron sekunder menghasilkan topografi dari benda yang dianalisa, permukaan yang tinggi berwarna lebih cerah dari permukaan rendah. Pada penelitian ini, analisa morfologi dilakukan pada sampel dengan komposisi *filler* serat sabut kelapa 10 phr, 30 phr dan 50 phr.



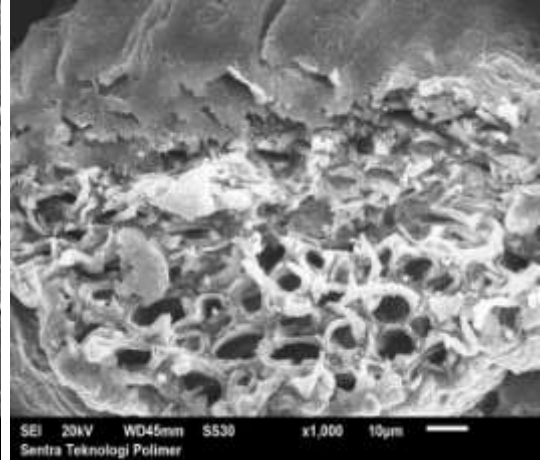
Gambar 4.5 Micrograph SEM  
Kompon *Crumb Rubber* dengan  
pembesaran 40x untuk komposisi



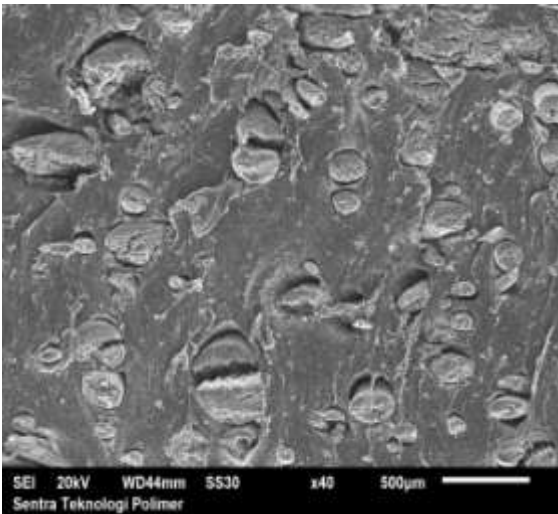
Gambar 4.6 Micrograph SEM  
Kompon *Crumb Rubber* dengan  
pembesaran 1000x untuk komposisi



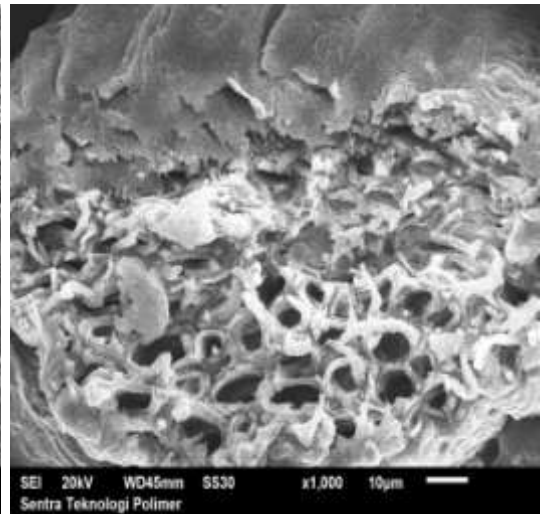
Gambar 4.7 Micrograph SEM  
Kompon *Crumb Rubber* dengan  
pembesaran 40x untuk komposisi



Gambar 4.8 Micrograph SEM  
Kompon *Crumb Rubber* dengan  
pembesaran 1000x untuk komposisi



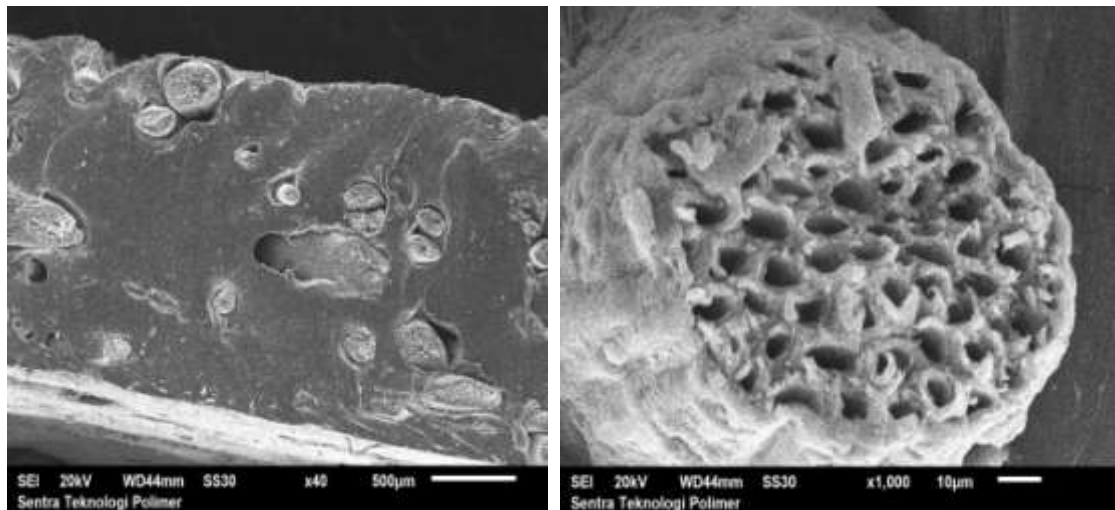
Gambar 4.9 Micrograph SEM  
Kompon *Crumb Rubber* dengan  
pembesaran 40x untuk komposisi



Gambar 4.10 Micrograph SEM  
Kompon *Crumb Rubber* dengan  
pembesaran 1000x untuk komposisi

Pada pengujian mekanik, sampel kompon *crumb rubber* yang memiliki kuat tarik terbaik adalah sampel dengan komposisi *filler* 30 phr. (Gambar 4.7) dengan pembesaran 40x bertujuan untuk melihat penyebaran *filler* serat sabut kelapa pada komposit. Dari gambar dapat diketahui bahwa penyebaran *filler* yang cukup merata dan lebih banyak dibandingkan dengan penambahan *filler* 10 phr sehingga terjadi titik optimum pada penambahan 30 phr *filler*. Namun terlihat pada penambahan *filler* 10 phr (gambar 4.5) *filler* lebih terdispersi dengan baik, akan tetapi karena penambahan *filler* serat sabut kelapa yang berfungsi sebagai penguat dan mempunyai gaya regang yang tinggi, penambahan serat sabut kelapa yang tepat juga sangat mempengaruhi sifat mekanisnya. Sehingga terciptanya suatu material komposit dengan karakteristik yang baik.

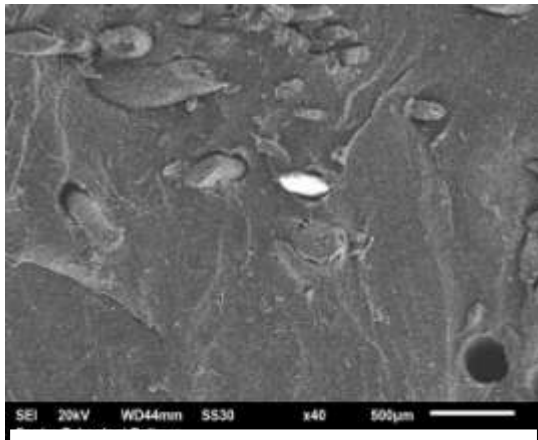
Pada penambahan *filler* serat sabut kelapa 50 phr (gambar 4.9) hasil pengujian mekanik menunjukkan dampak yang negatif dari penambahan serat sabut kelapa ke dalam komposit. Semakin banyak komposisi penambahan serat sabut kelapa ke dalam komposit dan pendistribusian serat sabut kelapa yang kurang baik akan menimbulkan potensi terjadi pembentukan aglomerasi, sehingga mengakibatkan penurunan sifat mekaniknya. Hal ini sejalan dengan hasil pengamatan mikro dengan SEM menggunakan detektor *secondary electron* pada daerah permukaan spesimen. Adapun hasil analisa SEM dari sampel kompon lateks terdapat pada gambar dibawah



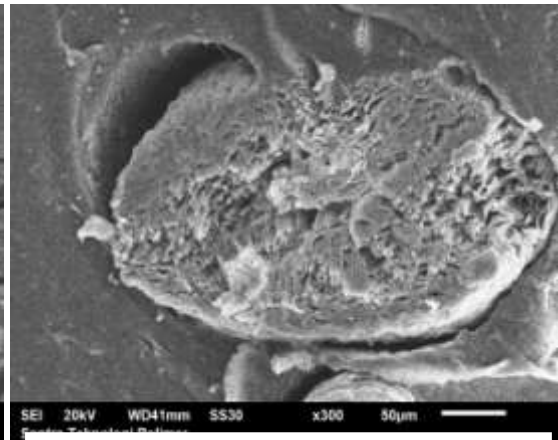
ini:

Gambar 4.11 Micrograph SEM  
Kompon Lateks dengan pembesaran  
40x untuk komposisi serat sabut

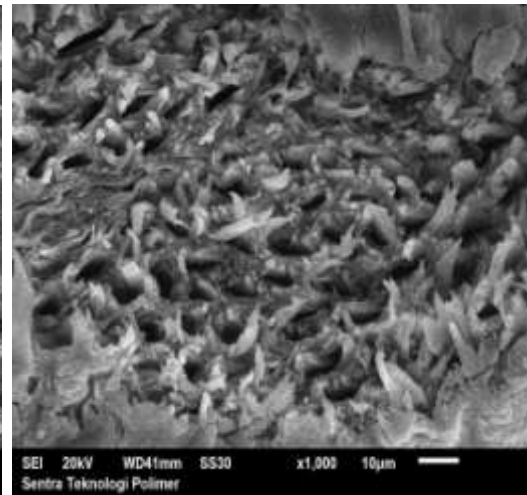
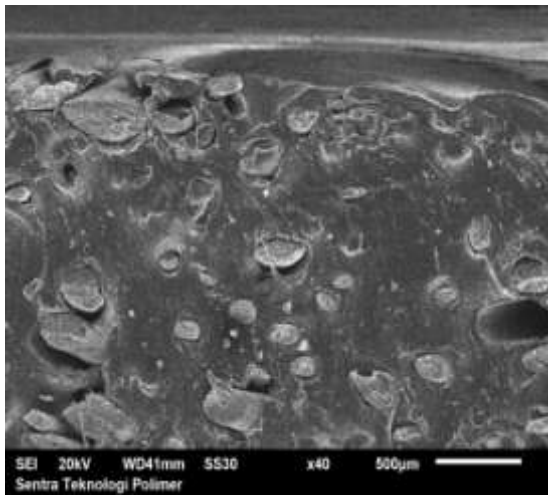
Gambar 4.12 Micrograph SEM  
Kompon Lateks dengan pembesaran  
1000x untuk komposisi serat sabut



Gambar 4.13 Micrograph SEM  
Kompon Lateks dengan pembesaran  
40x untuk komposisi serat sabut



Gambar 4.14 Micrograph SEM  
Kompon Lateks dengan pembesaran  
300x untuk komposisi serat sabut



Micrograph SEM  
dengan pembesaran  
komposisi serat sabut

Pada (gambar 4.15) dengan pembesaran 40x dapat diketahui bahwa penyebaran *filler* cukup merata. Oleh karena itu pengujian sifat mekanik terbaik pada komposisi filler serat sabut kelapa 50 phr. Karena sifat elastisitas dari lateks yang lebih unggul dibandingkan dengan *crumb rubber*, sehingga titik optimum pada uji mekanik terjadi pada komposisi penambahan *filler* serat sabut kelapa 50 phr. Dan terdapat nilai *elongation* atau regangan tertinggi pada komposisi 10 phr, hal ini berbanding terbalik dengan uji kekuatan tarik karena kandungan matriks karetnya yang lebih banyak dan elastisitas yang tinggi menyebabkan kekuatan tarik rendah. Hal ini dikarenakan filler serat sabut kelapa yang sebagai penerima beban tegangan lebih sedikit dalam komposisinya. Tetapi pada gambar tersebut terlihat masih terdapat celah kosong antara matriks dengan *filler*, hal ini disebabkan tidak homogenya

pencampuran bahan – bahan pada proses pencampuran serta waktu vulkanisasi yang singkat.

Pada (gambar 4.11 dan 4.13) terlihat bahwa matriks karet lateks juga dapat melakukan pembasahan cukup baik terhadap serat sabut kelapa. Namun masih terdapat celah kosong antara matriks dengan *filler*. Celah kosong dapat juga terjadi akibat kandungan lignin berlebih yang terdapat pada serat sabut kelapa, sehingga pada ikatan antara matriks dengan *filler* tidak begitu kuat.

Pada hasil pengujian SEM dengan pembesaran 1000x (gambar 4.6, 4.8, 4.10, 4.12, 4.14, dan 4.16) memperlihatkan bahwa adanya celah kosong antara matriks dengan *filler* sehingga ikatan pada *interface* tidak begitu kuat yang dapat menyebabkan lemahnya pada sifat mekanis. Pada pembesaran tersebut juga menunjukkan bahwa serat sabut kelapa memiliki banyak rongga dan struktur permukaannya lebih menyerupai busa (*sponge*) dan mempunyai sifat yang paling elastis [17].

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian tentang komposit bermatriks karet alam padat (*Crumb Rubber*) dan karet alam cair (*Latex*) dengan menggunakan *filler* Serat Sabut Kelapa untuk aplikasi alas rumah komposit (karpet karet) terhadap sifat mekanis kompon karet alam diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Penambahan *filler* Serat Sabut Kelapa akan berpengaruh terhadap sifat mekanis karet, yaitu memperbaiki *tensile strength* kompon, akan tetapi penambahan serabut kelapa yang terlalu banyak dan penggunaan serabut kelapa sebagai *filler* tanpa perlakuan khusus dapat menurunkan kekuatan tarik.
2. Pengujian dari penambahan *filler* serat serabut kelapa terhadap sifat mekanik kompon karet alam padat (*Crumb rubber*) diperoleh nilai optimum, yaitu dengan penambahan 30 phr serat sabut kelapa diperoleh *tensile strength* 4,292 MPa dan *elongation at break* 262,8 %. Sedangkan untuk kompon karet alam cair (*Latex*) sifat mekanik terbaik diperoleh dengan penambahan 50 phr serat sabut kelapa dengan *tensile strength* 4,861 MPa, dan untuk *elongation at break* di peroleh pada penambahan 10 phr serat sabut kelapa sebesar 305,4 %.
3. Karakteristik kompon karet alam padat (*Crumb Rubber*) dan karet alam cair (*Latex*), untuk parameter *tensile strength* belum memenuhi syarat mutu kompon karet untuk aplikasi karpet karet, sesuai SNI 12-1000-1989. Namun untuk parameter *elongation at break* kompon karet alam padat (*Crumb Rubber*) dan karet alam cair

(*Latex*) memenuhi syarat mutu kompon karet untuk aplikasi karpet karet, sesuai SNI 12-1000-1989.

## **5.2 Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan hasil analisa yang telah diperoleh, maka disarankan agar penelitian selanjutnya mengenai kompon karet alam berbahan pengisi serat sabut kelapa dapat ditambahkan jenis bahan kimia lainya seperti *coupling agent*. Pada saat pencucian disarankan agar dilakukan perlakuan khusus terhadap serat sabut kelapa seperti perlakuan alkalisasi dengan NaOH untuk mengurangi kandungan lignin yang terdapat pada serat dan untuk mengoptimalkan sifat fisik kompon karet alam tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rimba Laut dan Arie Dwi Budiawati, (2015) , "Cara Pemerintah Dongkrak Harga Karet Alam" <http://bisnis.news.viva.co.id/news/read/611987-cara-pemerintah-dongkrak-harga-karet-alam>, diakses pada 27 juni 2015.
- [2] A RHATRIYANTO, (2013), [http://eprints.ums.ac.id/23971/2/BAB\\_I.pdf](http://eprints.ums.ac.id/23971/2/BAB_I.pdf) diakses pada 15 Juni 2015.
- [3] DJKPI., "INTERNATIONAL RUBBER CONSORTIUM LIMITED (IRCo)", <http://ditjenkpi.kemendag.go.id>, diakses pada 29 april 2015.
- [4] Masyrukan, (2013), "karakterisasi bahan karet untuk keperluan gasket kendaraan terhadap pengaruh kandungan sulfur", universitas muhammadiyah surakarta.
- [5] Maradona, dkk, (2008), "pengaruh kadar sulfur dan plastisizer paraffin terhadap morfologi dan sifat karet alam thermoset dengan filler abu sawit/carbon black, universitas riau.
- [6] I D. K. Anom, dkk, (2011), "Sifat Fisik dan Mekanik Coccofoam dari Serabut Kelapa dengan Kompon Lateks pada beberapa Variasi komposisi campuran", Agritech, vol. 31, No. 3, hal 260-266
- [7] Usman Daras dan Juniaty Towaha, 2013, "Keunggulan Karet Alam dibanding Karet Sintetis" BALLITRI, <http://balittri.litbang.pertanian.go.id> diakses pada 16 Juni 2015
- [8] Nurmaulita, (2010), "Pengaruh orientasi serat sabut kelapa dengan resin polyester terhadap karakteristik papan lembaran", hal. 22, Universitas sumatera utara.
- [9] R. Nurhasanah, (2014) , [http://digilib.unila.ac.id/1966/8/BAB\\_II.pdf](http://digilib.unila.ac.id/1966/8/BAB_II.pdf), diakses pada 14 mei 2015.
- [10] Poppy marlina, dkk, (2014), "Pengaruh suhu dan lama penyimpanan terhadap karakteristik kompon karet dengan bahan pengisi arang aktif tempurung

kelapa dan nano silika sekam padi”, Jurnal Dinamika Penelitian Industri, vol.25, no.1, hal. 43-51.

- [11] Suharto Honggokusumo dan Nursyamsu Bahar, (1998), “Penggunaan Lignin Termodifikasi sebagai bahan Pelunak Kompon Karet”, Prosiding Simposium Nasional Polimer II, hal. 178 – 184.
- [12] A. Rasyidi Fachry, dkk, (2014), “Pengaruh Filler Campuran Silika Dan Kulit Kerang Darah Terhadap Sifat Mekanis Kompon Sol Sepatu Dari Karet Alam”, Jurnal Teknik Kimia, vol.20, no.3, hal.1 – 11.
- [13] Bahruddin, dkk, (2010),” pengaruh filler carbon black terhadap sifat Dan morfologi komposit natural Rubber/polypropylene”, Jurnal Teknik Kimia Indonesia, vol. 9, no. 2, hal. 62 – 68.
- [14] Nurun Nayiroh, (2013) , <http://nurun.lecturer.uin-malang.ac.id/wp-content/uploads/sites/7/2013/03/Material-Komposit.pdf>, diakses pada 14 mei 2015.
- [15] Neni Juli Astuti, (2012), “Pembuatan dan karakterisasi genteng polimer menggunakan aspal dan polypropilen dengan variasi komposisi dan serat nanas terorientasi”, Universitas Sumatera Utara.
- [16] Osman Hakim, (2009). “Analisis fraksi berat filler dan variasi ukuran serta penambahan coupling agent PP-g-MA 3%wt terhadap sifat mekanik komposit polipropilena-serat sabut kelapa, Universitas Jember
- [17] Sunariyo, (2008), “karakteristik komposit termoplastik polipropilena Dengan serat sabut kelapa sebagai Pengganti bahan palet kayu” hal.8, Universitas Sumatera Utara.
- [18] Erna Yusniyanti, (2013), “Pemanfaatan Limbah LDPE dan Serat Pendek Sabut Kelapa dengan Campuran Aspal dan Pasir dalam Pembuatan Genteng Komposit Polimer” , Universitas Sumatera Utara
- [19] E.Frida, (2012), [http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/31764/4/Chapter II. Pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/31764/4/Chapter%20II.Pdf). Diakses pada 17 mei 2015.

- [20] T. Wulandari, (2010), “optimasi penggunaan campuran asam asetat dan fenol sebagai antioksidan pada karet alam SIR 20”, Universitas Sumatera Utara
- [21] Irma Julianty Siregar, (2008),”Pengaruh Suhu Pemanasan Terhadap Plastisitas Karet SIR 20”, Fakultas MIPA, Universitas Sumatera Utara.
- [22] Lidya. C, (2009), “Jenis – jenis karet”, <http://www.karetalam.com/> diakses pada 17 mei 2015.
- [23] <http://www.kdei-taipei.org/banner/karet.htm>,”Upaya Industri Karet Nasional Dalam Menghadapi Persaingan Pasar Karet Remah Di Dunia Internasional” diakses pada 26 mei 2015.
- [24] N. Bukit, 2012, [http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/31767/4/Chapter II.pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/31767/4/Chapter%20II.pdf) diakses pada 02 juni 2015
- [25] Indah Maulina Syafitri Sitorus, (2013), “Pengaruh penambahan alkanolamida terhadap karakteristik pematangan dan kekerasan vulkanisat karet alam berpengisi kaolin”, Universitas Sumatera Utara.
- [26] Geert Heideman, (2004),”reduced zinc oxide levels in sulphur Vulcanisation of rubber compounds”, University of Twente.
- [27] T.S Ramadhani,(2010), [http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/19733/4/ ChapterII.pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/19733/4/ChapterII.pdf) diakses pada 26 mei 2015
- [28] Ellyawan S. Arbintarso, (2009),” Tinjauan kekuatan kelengkungan papan serat sabut kelapa sebagai bahan teknik”, Jurnal Teknologi, Vol. 2, No.1, hal 53-60.
- [29] <http://ft.unsada.ac.id/wp-content/uploads/2008/03/bab4-mt.pdf>. diakses pada 18 mei 2015
- [30] H.Abdullah, (2012), [http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/34194/4/Chapter II.pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/34194/4/Chapter%20II.pdf) diakses pada 22 mei 2015

- [31] Budha Maryanti, A. As'ad Sonief, Slamet Wahyudi, (2011), "Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa – Poliester Terhadap Kekuatan Tarik", Jurnal Rekayasa Mesin, vol.2, No.2, Hal 123-129.
- [32] Bambang Riyanto, Ruddy Suwandi dan Ikhwan Dimas Permana, (2010), "Karakteristik Composite Biofiber Textile Berbahan Dasar Kitosan Dan Polivinil Alkohol (Pva) Melalui Proses Pemintalan Basah" Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia, Vol. XIII, No. 1, Hal 1-13.