

LAPORAN TUGAS AKHIR
ANALISIS KOMPOSISI KIMIA SERBUK KARET ALAM
TERAKTIVASI MENGGUNAKAN METODE EKSTRAKSI
DENGAN ASETON DAN PIROLISIS SERTA METODE
PENGABUAN



OLEH :

SOFIA PUSPITA NINGRUM (1514012)

GESTI PRAJANINGTYAS (1514014)

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I
JAKARTA
2018

LAPORAN TUGAS AKHIR
ANALISIS KOMPOSISI KIMIA SERBUK KARET ALAM
TERAKTIVASI MENGGUNAKAN METODE EKSTRAKSI
DENGAN ASETON DAN PIROLISIS SERTA METODE
PENGABUAN

Diajukan sebagai salah satu syarat penyelesaian akademik
Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta



OLEH :

SOFIA PUSPITA NINGRUM (1514012)

GESTI PRAJANINGTYAS (1514014)

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I
JAKARTA

2018

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

POLITEKNIK STMI JAKARTA KEMENTERIAN
PERINDUSTRIAN R.I

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL PENELITIAN:

ANALISIS KOMPOSISI KIMIA SERBUK KARET ALAM
TERAKTIVASI MENGGUNAKAN METODE EKSTRAKSI DENGAN
ASETON DAN PIROLISIS SERTA METODE PENGABUAN.

DISUSUN OLEH :

NAMA : 1. SOFIA PUSPITA NINGRUM
2. GESTI PRAJANINGTYAS

NIM : 1. 1514012
2. 1514014

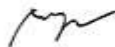
PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diperiksa dan disetujui sebagai salah satu syarat penyelesaian akademik
Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta.

Jakarta, Agustus 2018

Menyetujui

Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer



Ir. Roosmariharso, MBA.
NIP. 195405231980031004

Dosen Pembimbing



Syaiful Ankan, S.T., M.T.
NIP. 19807162014021001

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING PENELITIAN

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING PENELITIAN

JUDUL PENELITIAN:

ANALISIS KOMPOSISI KIMIA SERBUK KARET ALAM
TERAKTIVASI MENGGUNAKAN METODE EKSTRAKSI DENGAN
ASETON DAN PIROLISIS SERTA METODE PENGABUAN.

DISUSUN OLEH :

NAMA : 1. SOFIA PUSPITA NINGRUM
2. GESTI PRAJANINGTYAS

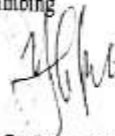
NIM : 1. 1514012
2. 1514014

PROGRAMSTUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Jakarta, Agustus 2018

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing



Henry Prastanto, ST, M.Eng.
NIK. 3011978040041

LEMBAR PENUGASAN DOSEN PEMBIMBING



POLITEKNIK STMI JAKARTA

d.t. SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI

Jl. Lejen Suprapto No. 26 Cempaka Putih, Jakarta 10510
Telp: (021) 42886064 Fax: (021) 42888206
www.stmi.ac.id



Nomor
Lampiran
Perihal

01/0 /SJ-IND.7.2/V/2018
: 1 (satu)
: Penugasan Proses
Bimbingan Tugas Akhir
Tahun Akademik 2017/2018

Jakarta, 31 Mei 2018

Kepada
Yth. Bapak Syaiful Ahsan, ST, MT
Di Jakarta

Berdasarkan Keputusan Direktur Politeknik STMI Jakarta Nomor 01/SJ-IND 7.2/ KEP/01 /2018 tanggal 03 Januari 2018 tentang pengangkatan Dosen Pembimbing dan Assisten Dosen Pembimbing Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta Tahun Akademik 2017/2018, maka dengan ini kami berharap bantuan Bapak untuk dapat memberikan bimbingan dalam penulisan / penyusunan Tugas Akhir kepada mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini:

Nama : Sofia Puspita Ningrum
No. Induk : 1514012

Adapun judul Tugas Akhir yang bersangkutan berdasarkan proposal yang terdaftar adalah:

" Pengembangan Metode Pirolisis dan Ekstrat Aseton untuk Standar Pengujian Aspal Karet "

Demikian surat penugasan ini disampaikan. Atas perhatian dan bantuan Bapak kami ucapkan terima kasih.



Dr. Mustofa, ST, MT
NIP : 19700924 200312 1 001

Tembusan:

1. Pudir 1;
2. Ka Prodi TKP;
3. Mahasiswa yang bersangkutan;
4. Pertinggal



SAI GLOBAL CERTIFICATION SERVICES Pty.Ltd Registration ISO 9001 : 2008 No. Reg QEC 264727

LEMBAR PENUGASAN DOSEN PEMBIMBING



POLITEKNIK STMI JAKARTA

d.h. SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI

Jl. Letjen Suprpto No. 26 Cempaka Putih, Jakarta 10510
Telp: (021) 42886084 Fax: (021) 42886206
www.stmi.ac.id



Nomor : 04/ ISJ-IND.7.2/VI/2018
Lampiran : 1 (satu)
Perihal : Penugasan Proses
Bimbingan Tugas Akhir
Tahun Akademik 2017/2018

Jakarta, 31 Mei 2018
Kepada
Yth. Bapak Syaiful Ahsan, ST, MT
Di Jakarta

Berdasarkan Keputusan Direktur Politeknik STMI Jakarta Nomor 01/SJ-IND 7.2/KEP/01 /2018 tanggal 03 Januari 2018 tentang pengangkatan Dosen Pembimbing dan Asisten Dosen Pembimbing Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta Tahun Akademik 2017/2018, maka dengan ini kami mengharap bantuan Bapak untuk dapat memberikan bimbingan dalam penulisan / petyusunan Tugas Akhir kepada mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini:

Nama : Gesti Prajaningtyas
No. Induk : 1514014

Adapun judul Tugas Akhir yang bersangkutan berdasarkan proposal yang terdaftar adalah:

" Pengembangan Metode Pirolysis dan Ekstrak Aseton Untuk Standar Pengujian Aspal Karet . "

Demikian surat penugasan ini disampaikan. Atas perhatian dan bantuan Bapak kami ucapkan terima kasih.



Dr. Mustofa, ST, MT
NIP : 19700924 200312 1 001

Tembusan

1. Pudir 1;
2. Ka Prodi TKP;
3. Mahasiswa yang bersangkutan;
4. Pertinggal

LEMBAR PERMOHONAN TUGAS AKHIR PENELITIAN



POLITEKNIK STMI JAKARTA

d.h. SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI

Jl. Letjen Suprapto No. 26 Cempaka Putih, Jakarta 10510

Telp. (021) 42886084 Fax: (021) 42888208

www.stmi.ac.id



Nomor : 017 /SJ-IND.7.2/II/2018
Lampiran :
Perihal : **Permohonan Penelitian**

Jakarta, 02 Februari 2018

Kepada
Yth. Bapak/Ibu Pimpinan
Direktur Pusat Penelitian Karet
Jl. Salak No.1 Babakan Bogor Tengah Jawa
Barat

Dalam rangka menambah wawasan dan mengaplikasikan teori yang didapat Mahasiswa/i di Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI, dengan ini memohon bantuan Bapak/Ibu agar bersedia menerima mereka yang namanya tersebut di bawah ini untuk melakukan Penelitian di Perusahaan/Instansi yang Bapak/Ibu pimpin selama kurang lebih 6 (enam) bulan.

Adapun nama mahasiswa/i yang akan melakukan Penelitian adalah:

No.	Name	NIM	Kompetensi yang diharapkan
1.	Sofia Puspita Ningrum	1514012	Proses Produksi

Dalam pelaksanaannya kami mengharapkan bantuan bimbingan Bapak/Ibu agar mahasiswa/i kami dapat melakukannya dengan baik. Untuk selanjutnya kompetensi yang diperoleh dari hasil bimbingan Bapak/Ibu akan dipresentasikan dan mudah-mudahan dapat bermanfaat bagi perusahaan.

Demikian atas bantuan dan kerjasama Bapak/Ibu, kami ucapkan terima kasih.



Dr. Ridzky Kramanandita, S.Kom, M.T
NIP : 19740302 200212 1 001

Tembusan:

1. Direktur STMI;
2. Ka Prodi TKP;
3. Mahasiswa yang bersangkutan;
4. Pertinggal



SAI GLOBAL CERTIFICATION SERVICES Pty.Ltd Registration ISO 9001 : 2008 No. Reg QEC 264727

LEMBAR PERMOHONAN TUGAS AKHIR PENELITIAN



POLITEKNIK STMI JAKARTA

d.h. SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI

Jl. Letjen Suprpto No. 26 Cempaka Putih, Jakarta 10510

Telp: (021) 42886064 Fax: (021) 42686206

www.stmi.ac.id



Nomor : *OR* /SJ-IND.7.2/1/2018
Lampiran :
Perihal : **Permohonan Penelitian**

Jakarta, 02 Februari 2018

Kepada
Yth. Bapak/Ibu Pimpinan
Direktur Pusat Penelitian Karet
Jl. Saiaik No.1 Babakan Bogor Tengah Jawa Barat

Dalam rangka menambah wawasan dan mengaplikasikan teori yang didapat Mahasiswa/i di Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI, dengan ini memohon bantuan Bapak/Ibu agar bersedia menerima mereka yang namanya tersebut di bawah ini untuk melakukan Penelitian di Perusahaan/Instansi yang Bapak/Ibu pimpin selama kurang lebih 6 (enam) bulan.

Adapun nama mahasiswa/i yang akan melakukan Penelitian adalah:

No.	Nama	NIM	Kompetensi yang diharapkan
1.	Gesti Prajaningtyas	1514014	Proses Produksi

Dalam pelaksanaannya kami mengharapkan bantuan bimbingan Bapak/Ibu agar mahasiswa/i kami dapat melakukannya dengan baik. Untuk selanjutnya kompetensi yang diperoleh dari hasil bimbingan Bapak/Ibu akan dipresentasikan dan mudah-mudahan dapat bermanfaat bagi perusahaan

Demikian atas bantuan dan kerjasama Bapak/Ibu, kami ucapkan terima kasih.



Dr. Rizky Kramanandita, S.Kom, M.T
NIP : 19740302 200212 1 001

Tembusan:

1. Direktur STMI;
2. Ka Prodi TKP;
3. Mahasiswa yang bersangkutan;
4. Peringgal

LEMBAR KETERANGAN DITERIMA TUGAS AKHIR PENELITIAN



PUSAT PENELITIAN KARET *Indonesian Rubber Research Institute*

Jl. Salak No. 1 Bogor 16151 Indonesia | Phone : (0251) 8319817 – 8352732 | Fax : (0251) 8324047
Email : ppkbogor@puslitkaret.co.id; ppkbogor@gmail.com | web : www.puslitkaret.co.id

Bogor, 13 Maret 2018

Nomor : 0203/PPK-Um/II/2018
Lampiran : 1(satu) lembar
Perihal : Ketersediaan Penelitian

Kepada Yth.
Direktur
Sekolah Tinggi Manajemen Industri
Jl. Letjen Suprpto No. 26
Cempaka Putih
Jakarta 10510

Sehubungan dengan Surat Saudara No. 017.016/SJ-IND.7.2/II/2018, dan 018/SJ-IND.7.2/II/2018 Tanggal 2 Februari 2018 perihal tersebut di atas, dengan ini diinformasikan bahwa kami dapat memberikan ijin kepada Mahasiswa dibawah ini:

No	Nama	NIM
1.	Sofia Puspita Ningrum	1514012
2.	Gesti Prajaningtyas	1514014

Mahasiswa tersebut akan ditempatkan di bawah bimbingan Sdr. Henry Pranstanto, S.T., M.Eng. (Peneliti). Selanjutnya kepada Mahasiswa yang bersangkutan mohon segera menghubungi Penanggung Jawab Administrasi Kepegawaian untuk penjelasan lebih lanjut berkaitan dengan ketentuan yang berlaku di Pusat Penelitian Karet.

Demikian kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik diucapkan terima kasih.

PUSAT PENELITIAN KARET
a.n. Direktur,

Fera Koes Rahayu, S.Si, M.M.
Pjs. Kepala Biro SDM & Umum

Sebelum surat lampir dapat diajukan langsung kepada Direktur (Please address all letters directly to the Director)

Balai Penelitian (Research Centre)

- **BALAI PENELITIAN SUNGAI PUTIH (Sungai Putih Research Centre)**
Sungai Putih - Galang Sumatera Utara, P.O.Box 1416 Medan 20001 | Phone (061) 7980043, Fax (061) 7980044 | e-mail : baliputih@indosat.net.id, www.baliputih.com
- **BALAI PENELITIAN SEMBANG (Sembang Research Centre)**
Jl. Raya Palembang-Balai, Km 27, P.O.Box 1127 Palembang 30901, Sumatera Selatan | Phone : (0711) 7437493, 7437445, Fax : (0711) 7437382
email : balisw@mdp.net.id, www.balisembang.com
- **BALAI PENELITIAN GETAS (Getas Research Centre)**
Jl. Fatmura Km.4, Kotak Pos 804, Solatiga Jawa Tengah | Phone (0298) 322804, Fax : (0298) 333078 | e-mail : rubgetas@indo.net.id





LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR PENELITIAN

LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR PENELITIAN

Nama : Sofia Puspita Ningrum dan Gesti Prajaningtyas
 NIM : 1514012 dan 1514014
 Judul TA Penelitian :
 Analisis Komposisi Kimia Serbuk Karet Alam Teraktivasi Menggunakan
 Metode Ekstraksi dengan Aseton dan Pirolisis serta Metode Pengabuan.
 Pembimbing : Syaiful Ahsan, S.T, M.T

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
27-02-2018		Diskusi topik dan tempat penelitian	
08-03-2018		Pembahasan judul penelitian yang diberikan oleh Pusat Penelitian Karet	
16-03-2018		Pembahasan jurnal terkait penelitian di Pusat Penelitian Karet	
23-03-2018		Pembahasan penelitian mengenai judul dan tujuan penelitian	
19-04-2018	I	Pembahasan pendahuluan	
10-07-2018	I - II	Pembahasan pendahuluan, tinjauan pustaka	
17-07-2018	II - III	Pembahasan tinjauan pustaka, metode penelitian, diagram alir, penulisan tabel	
20-07-2018	IV	Diskusi hasil pembahasan	

**LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR
PENELITIAN**

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
02-08-2018	IV - V	Pembahasan gambar, tata letak serta kesimpulan hasil penelitian	
09-08-2018	I - IV	Pembahasan latar belakang penelitian dan tata letak penelitian	
10-08-2018	I - V	Pembahasan pendahuluan, tinjauan pustaka, metode penelitian, pembahasan, kesimpulan dan saran	
13-08-2018	Presentasi	Pembahasan Presentasi	

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer



Ir. Roosmarharso, MBA
NIP. 195405231980031004

Dosen Pembimbing



Syaiful Anan, S.T, M.T
NIP. 19807162014021001

LEMBAR PENGESAHAN TIM SEMINAR TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK STMI JAKARTA KEMENTERIAN
PERINDUSTRIAN R.I
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SEMINAR TUGAS
AKHIR**

JUDUL PENELITIAN :

ANALISIS KOMPOSISI KIMIA SERBUK KARET ALAM
TERAKTIVASI MENGGUNAKAN METODE EKSTRAKSI DENGAN
ASETON DAN PIROLISIS SERTA METODE PENGABUAN.

DISUSUN OLEH :

NAMA : 1. SOFIA PUSPITA NINGRUM
2. GESTI PRAJANINGTYAS

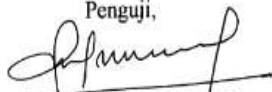
NIM : 1. 1514012
2. 1514014

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diuji oleh Tim Penguji Seminar Tugas Akhir Penelitian Program Studi
Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta pada hari Jumat, 24 Agustus
2018.

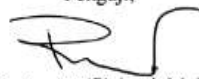
Jakarta, Agustus 2018

Penguji,



Ir. Parulian Leonard M, MM
NIP. 195702141985031002

Penguji,



Ir. Rochmi Widjajanti, M. Eng
NIP. 19560910194032002

Pembimbing,



Syaiful Anan, S.T, M.T
NIP.198407162014021001

**LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS
AKHIR**

**POLITEKNIK STMI JAKARTA KEMENTERIAN
PERINDUSTRIAN R.I
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS
AKHIR**

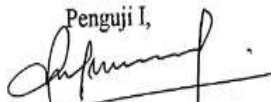
JUDUL PENELITIAN :


ANALISIS KOMPOSISI KIMIA SERBUK KARET ALAM
TERAKTIVASI MENGGUNAKAN METODE EKSTRAKSI DENGAN
ASETON DAN PIROLISIS SERTA METODE PENGABUAN.

DISUSUN OLEH :
NAMA : 1. SOFIA PUSPITA NINGRUM
2. GESTI PRAJANINGTYAS
NIM : 1. 1514012
2. 1514014
PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Penelitian Program Studi
Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta pada hari Senin, 10
September 2018.


Jakarta, September 2018

Penguji I,

Ir. Paruhwan Leonard M. MM
NIP. 195702141985031002

Penguji II,

Ir. Roosmariharso, MBA
NIP. 195405231980031004

Penguji III,

Dr. Erfina Oktariani, S.T., M.T
NIP. 1982100120140022001

Dosen Pembimbing,

Syaiful Ahsan, S.T., M.T
NIP. 198407162014021001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR PENELITIAN

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Kami Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta,
Kementerian Perindustrian Republik Indonesia:

Nama : Sofia Puspita Ningrum

NIM : 1514012

Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir Penelitian yang kami buat dengan judul Analisis Komposisi Kimia Serbuk Karet Alam Teraktivasi Menggunakan Metode Ekstraksi Dengan Aseton Dan Pirolisis Serta Metode Pengabuan :

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis Tugas Akhir Penelitian 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 dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir Penelitian kami.

Jika terbukti kami tidak memenuhi apa yang telah kami nyatakan seperti apa yang di atas, maka karya Tugas Akhir Penelitian kami ini dibatalkan.

Jakarta, September 2018



Sofia Puspita Ningrum

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR PENELITIAN

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Kami Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta,
Kementerian Perindustrian Republik Indonesia:

Nama : Gesti Prajaningtyas

NIM : 1514014

Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir Penelitian yang kami buat dengan judul Analisis Komposisi Kimia Serbuk Karet Alam Teraktivasi Menggunakan Metode Ekstraksi Dengan Aseton Dan Pirolisis Serta Metode Pengabuan :

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis Tugas Akhir Penelitian 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 dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
 - Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir Penelitian kami.
- Jika terbukti kami tidak memenuhi apa yang telah kami nyatakan seperti apa yang di atas, maka karya Tugas Akhir Penelitian kami ini dibatalkan.

Jakarta, September 2018



Gesti Prajaningtyas

KATA PENGANTAR

Puji Syukur saya panjatkan kepada Tuhan YME., karena atas limpahan rahmat, berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir penelitian yang berjudul “*Analisis Komposisi Kimia Serbuk Karet Alam Teraktivasi Menggunakan Metode Ekstraksi dengan Aseton dan Pirolisis serta Metode Pengabuan*”. Penyusunan laporan ini merupakan salah satu syarat penyelesaian akademik Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta. Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian Karet (PPK). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari s.d Agustus 2018. Pada kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu dan mendukung selama pelaksanaan dan penyusunan laporan ini terutama kepada:

1. Tuhan YME, atas berkat dan rahmat-Nya.
2. Orang tua dan adik saya, atas segala dukungan doa dan materil selama proses penyusunan tugas akhir ini.
3. Dr. Mustofa, S.T., M.T., selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta.
4. Ir. Roosmariharso, MBA., selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer dan dosen pembimbing penelitian di Politeknik STMI Jakarta.
5. Fitria Ika Aryanti, S.T., M.Eng., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta.
6. Henry Prastanto, ST.M.Eng., selaku pembimbing penelitian di Pusat Penelitian Karet (PPK) .
7. Syaiful Ahsan, ST, M.T., selaku dosen pembimbing penelitian di Politeknik STMI Jakarta.
8. Tri Haryani, S.Si dan Yati Nurhayati, S.Si., selaku pembimbing di Laboratorium Kimia Pusat penelitian Karet (PPK).
9. Seluruh karyawan di Pusat Penelitian Karet.
10. Teman-teman Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta angkatan 2014

11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari keterbatasan dan kemampuan dalam menyusun laporan ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun sehingga berguna bagi penulis untuk menyempurnakan Laporan Tugas Akhir Penelitian. Semoga Laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Jakarta, September 2018

Penulis

ABSTRAK

Saat ini mayoritas konsumsi produksi karet alam Indonesia diekspor dalam bentuk karet mentah untuk pemenuhan kebutuhan dalam pembuatan ban kendaraan, untuk meningkatkan konsumsi karet alam domestik perlu adanya upaya diversifikasi produk. Selain itu perkembangan kendaraan bermotor yang meningkat setiap tahunnya telah memicu berbagai masalah, salah satunya peningkatan jumlah ban bekas. Oleh sebab itu di buatlah serbuk karet alam teraktivasi (SKAT) untuk aditif pada aspal yang terbuat dari karet alam dan serbuk ban bekas untuk meningkatkan nilai tambah dari kedua bahan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi kimia dalam serbuk karet alam teraktivasi. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan menggunakan ekstraksi aseton dan pirolisis serta pengabuan. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi kimia dalam serbuk karet alam teraktivasi antara perhitungan teoretis dan hasil pengujian mempunyai nilai terendah pada kadar ekstrak aseton sebesar 2,79%, kadar polimer sebesar 1,54%, kadar abu sebesar 0,19%, dan kadar polimer sebesar 1,51%. Kemudian berdasarkan hasil uji *Fourier Infrared Spectrophotometer* (FTIR) menunjukkan jenis polimer di dalam serbuk karet alam teraktivasi mengandung *Isoprene Rubber* (IR) dari karet alam dan *Styrene Butadiene Rubber* (SBR) dari karet sintetis.

Kata kunci : aditif aspal , karet alam, serbuk ban, ekstraksi aseton, FTIR

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING PENELITIAN	iv
LEMBAR PENUGASAN DOSEN PEMBIMBING	v
LEMBAR PERMOHONAN TUGAS AKHIR PENELITIAN	vii
LEMBAR KETERANGAN DITERIMA TUGAS AKHIR PENELITIAN ..	ix
LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR PENELITIAN .x	
LEMBAR PENGESAHAN TIM SEMINAR TUGAS AKHIR.....	xii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR ...	xiii
LEMBAR PERNYTAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR PENELITIAN ...	xiv
KATA PENGANTAR	xvi
ABSTRAK.....	xviii
DAFTAR ISI	xix
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
DAFTAR TABEL	xxii
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Serbuk Karet Alam Teraktivasi (SKAT)	6
2.2. Aspal.....	6
2.3. Karet Alam	7
2.4. Karet Sintetis	10
2.5 Serbuk Ban	12

2.6	Kompon Karet	13
2.7	Proses <i>Mixing</i>	18
2.8	Ekstraksi	18
2.8.1	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Ekstraksi	20
2.8.2	Pemilihan Pelarut	21
2.8.3	Aseton	22
2.9	Distilasi.....	22
2.10	Pirolisis	24
2.11	<i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)</i>	25
BAB III METODE PENELITIAN		26
3.1.	Waktu dan Tempat Penelitian	26
3.2	Alat dan Bahan	26
3.3	Variabel Penelitian	27
3.3.1	Variabel Bebas	27
3.3.2	Variabel Tetap	27
3.4	Bagan Alir Penelitian	27
3.5	Prosedur Penelitian	29
3.5.1	Pembuatan Kompon	29
3.5.2	Penggilingan Menjadi Lembaran	29
3.5.3	Tahap Akhir Pembuatan SKAT	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1.	Pengujian Hasil SKAT (Serbuk Karet Alam Teraktivasi)	33
4.2.	Hasil Pengujian dan Perhitungan Teoretis	33
4.3.	Hasil Pengujian FTIR	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		39
5.1.	Kesimpulan.....	39
5.2.	Saran	39
DAFTAR PUSTAKA		40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Monomer Isoprena	9
Gambar 2.2 Struktur Molekul 1,4 – Cis - Poliisoprena	9
Gambar 2.3 Struktur Kimia <i>Styrene Butadiene Rubber</i> (SBR)	11
Gambar 2.4 Struktur Kimia <i>Isoprene Rubber</i> (IR)	11
Gambar 2.5 Butiran <i>Crumb Rubber</i> 40 Mesh	12
Gambar 2.6 Kompon Karet	13
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	28
Gambar 4.1 FTIR <i>Styrene Butadiene Rubber</i>	35
Gambar 4.2 FTIR <i>Isoprene Rubber</i>	35
Gambar 4.3 Hasil Uji FTIR Sampel A1	36
Gambar 4.4 Hasil Uji FTIR Sampel A2	36
Gambar 4.5 Hasil Uji FTIR Sampel A3	37
Gambar 4.6 Hasil Uji FTIR Sampel A4	37

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor di Indonesia	1
Tabel 2.1 Persyaratan Aspal Modifikasi	7
Tabel 2.2 Kandungan Ban Bekas	13
Tabel 3.1 Variasi Penelitian	27
Tabel 4.1 Perbandingan Hasil Teoretis dan Hasil Pengujian	33
Tabel 4.2 Spektra IR <i>Styrene Butadiene Rubber</i>	34
Tabel 4.3 Spektra IR <i>Isoprene Rubber</i>	35

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	45
LAMPIRAN B	57
LAMPIRAN C	59
LAMPIRAN D	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai penghasil karet alam terbesar ke dua di dunia setelah Thailand dengan produksi pada tahun 2017 mencapai 3,2 juta ton per tahun, dengan luas lahan perkebunan sebesar 3,6 juta hektar sedangkan produksi karet alam Thailand mencapai 4,1 juta ton (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2017). Saat ini Indonesia mayoritas konsumsi produksi karet alamnya diekspor dalam bentuk karet mentah atau untuk pemenuhan kebutuhan dalam pembuatan ban kendaraan untuk meningkatkan konsumsi karet alam domestik perlu adanya upaya diversifikasi produk dari karet alam (Prastanto, 2014).

Seiring dengan berkembangnya zaman maka perkembangan kendaraan bermotor setiap tahun juga semakin meningkat dan beraneka ragam. Menurut Atmojo dan Pujiati (2016) jumlah kendaraan bermotor di Indonesia meningkat 1 juta unit tiap tahunnya, kendaraan yang terhitung hingga tahun 2016 di Indonesia mencapai 129 juta unit. Penambahan kendaraan bermotor telah memicu berbagai masalah salah satunya peningkatan jumlah ban bekas, oleh sebab itu pengolahan ban bekas menjadi isu penting Seperti pada tabel 1.1 yang menunjukkan perkembangan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia selama 5 tahun.

Tabel 1.1 Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor di Indonesia

Jenis Kendaraan Bermotor	Tahun				
	2012	2013	2014	2015	2016
Mobil Penumpang	10.432.259	11.484.514	12.599.038	13.480.973	14.580.666
Mobil Bis	2.273.821	2.286.309	2.398.846	2.420.917	2.486.898
Mobil Barang	5.286.061	5.615.494	6.235.136	6.611.028	7.063.433
Sepeda Motor	76.381.183	84.732.652	92.976.240	98.881.267	105.150.082
Jumlah	94.373.324	104.118.969	114.209.260	121.394.185	129.281.079

Sumber : Badan Pusat Statistik (BPS), 2017

Aspal sendiri digunakan sebagai salah satu bahan ikat (binder) yang biasa digunakan dalam perkerasan jalan memiliki beberapa kelemahan diantaranya seperti mengalami deformasi/perubahan bentuk permanen disebabkan adanya tekanan terlalu berat oleh muatan truk yang berlebihan dan tingginya frekuensi lalu lintas kendaraan di jalan raya, keretakan-keretakan maupun kerusakan dapat juga disebabkan karena tererosi akibat kikisan air (Brown, 1990). Alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah-masalah tersebut yaitu dengan meningkatkan sifat fisik dan mekanik aspal salah satunya dengan aspal polimer.

Aspal polimer dihasilkan dari modifikasi antara polimer alam atau polimer sintesis dengan aspal, modifikasi aspal polimer diperoleh dari interaksi antara komponen aspal dengan bahan aditif polimer (Pei-Hung, 2000). Penambahan aditif pada aspal menjadi alternatif yang dapat digunakan untuk mempertahankan maupun meningkatkan daya rekatnya, titik leleh, maupun kelenturannya (Rianung, 2007). Penggunaan campuran polimer aspal merupakan tren yang semakin meningkat tidak hanya karena faktor ekonomi, tetapi juga demi mendapatkan kualitas aspal yang lebih baik dan tahan lama. Polimer yang digunakan bisa polimer sintesis atau polimer alam, polimer sintesis yang banyak digunakan sebagai bahan pemodifikasi aspal adalah SBS (*Styrene Butadiene Styrene*), namun masalah biaya dan ketersediaan bahan tersebut menjadi faktor untuk mencari alternatif bahan lain yang lebih baik, serta bahan tersebut perlu diimpor sehingga tidak memberi nilai tambah bagi produk dalam negeri dan sangat tergantung dari produsen di luar negeri (Prastanto, 2014).

Serbuk Karet Alam Teraktivasi (SKAT) digunakan sebagai aditif pada aspal yang terbuat dari karet alam mentah padat dicampurkan dengan campuran serbuk ban yang telah diaktivasi, pembuatan serbuk karet alam teraktivasi dinilai mampu meningkatkan nilai tambah dari kedua bahan tersebut. Selain itu karet alam termasuk polimer alam yang berpotensi digunakan sebagai pemodifikasi aspal. Penggunaan karet alam sebagai aditif atau pemodifikasi diprediksi lebih baik, karena memiliki sifat kelengketan dan plastisitas yang lebih baik dari polimer sintesis. Karet alam juga memiliki elastisitas yang baik, memiliki daya regang yang tinggi, dan resilien atau daya kenyal yang baik (Prastanto, 2014).

Jenis elastomer lain yang dapat digunakan pada bahan aditif aspal juga terdapat dalam serbuk ban bekas yang diperoleh dari karet ban yang mampu menambah ketahanan campuran aspal dan meningkatkan titik leleh (Prastanto, 2014). Serbuk karet alam teraktivasi ini dinilai bagus untuk jenis jalanan gap atau berongga.

Belakangan ini penelitian aspal yang dikombinasikan dengan bahan polimer telah banyak dipublikasikan dan pola ini sangat memungkinkan untuk membuat aspal khususnya untuk jalan raya di Indonesia. Hal ini tentunya dapat menjadi solusi untuk menghindari pemborosan dana APBN yang setiap tahunnya harus dikeluarkan oleh negara (Suroso, 2007). Beberapa penelitian sudah dilakukan mengenai perihal Modifikasi Aspal Polimer (MAP) dengan menggunakan beberapa jenis karet misalnya seperti yang dilakukan oleh Suroso (2007) yang menggunakan lateks karet alam pekat dan karet sintetis. Zhang (2009) yang melakukan penelitian mengenai pengaruh modifikasi karet stirena butadiena / montmorillonite pada sifat dan karakterisasi dari aspal. Yildirim (2005) melakukan modifikasi karet stirena butadiena stirena (SBS), karet stirena butadiena (SBR), dan etilen vinil asetat (EVA) dengan bahan pengikat aspal. Tortum (2004) melakukan penelitian tentang penentuan kondisi optimum untuk karet ban di aspal beton. Pei-Hung (2000) juga telah memodifikasi pada polietilen, polipropilen, dan karet EPDM dengan aspal. Mothe (2008) mengkarakterisasi campuran aspal dengan TG/DTG, DTA dan FTIR.

Mutu barang-barang karet ditentukan oleh jenis, jumlah dan kualitas karet mentah serta bahan-bahan kimia karet yang digunakan. Guna mendapatkan barang karet dengan mutu yang tepat perlu dilakukan analisis karet beserta bahan kimia karetnya, baik terhadap barang karet yang belum divulkanisasi (kompon) maupun yang sudah divulkanisasi (vulkanisat) (Alfa, 1994). Analisis yang dilakukan terhadap barang karet berupa pengujian sifat fisika dan analisis bahan kimia, analisis bahan kimia yang dilakukan meliputi analisis jenis bahan dan analisis jumlah setiap bahan yang terdapat dalam bahan karet. Analisis jenis memberikan informasi mengenai jenis karet, bahan pelunak, bahan pengisi, bahan pencepat, antioksidan dan bahan kimia karet lainnya. Sedangkan analisis jumlah

memberikan informasi tentang komposisi bahan utama penyusun barang karet seperti kadar abu, kadar karbon, dan kadar ekstrak aseton (Alfa, 1994).

Analisis kimia juga dapat digunakan sebagai dasar perkiraan dalam pembuatan barang karet sejenis atau yang lebih baik, setiap karet mempunyai karakteristik tertentu dan digunakan untuk membuat barang karet dengan spesifikasi tertentu. Jenis karet dapat ditentukan dengan berbagai metode, yang paling populer adalah penentuan jenis karet dari hasil pirolisis barang karet menggunakan alat spektrometer infra merah (IR) dan kadar polimer yang juga didapat dari hasil pirolisis (Alfa, 1994).

Berdasarkan uraian di atas maka peneliti ingin melakukan penelitian mengenai analisis komposisi kimia dari serbuk karet alam teraktivasi untuk aditif aspal karet menggunakan metode ekstraksi dengan aseton dan pirolisis serta metode pengabuan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana mengetahui komposisi kimia pada serbuk karet alam teraktivasi setelah dilakukan ekstraksi dengan aseton, pirolisis dan pengabuan ?
2. Bagaimana mengetahui jenis polimer yang terkandung di dalam serbuk karet alam teraktivasi dengan menggunakan alat *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) ?

1.3. Batasan Masalah

Adapun beberapa batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Ruang lingkup penelitian berada pada skala laboratorium dan dilakukan di laboratorium Pusat Penelitian Karet.
2. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kadar polimer, abu, karbon, ekstrak aseton pada serbuk karet alam teraktivasi dan jenis polimernya dengan alat *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) menggunakan metode ekstraksi dengan aseton, pirolisis dan pengabuan.

3. Penelitian ini hanya sampai pada kemampuan analisis komposisi kimia serbuk karet alam teraktivasi sebagai aditif aspal.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari latar belakang dan rumusan masalah yang telah dikemukakan, maka penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui kandungan komposisi kimia pada serbuk karet alam teraktivasi setelah dilakukan ekstraksi dengan aseton, pirolisis dan pengabuan.
2. Mengetahui jenis polimer yang terkandung di dalam serbuk karet alam teraktivasi dengan menggunakan alat *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR).

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi mengenai komposisi serbuk karet alam teraktivasi untuk aditif aspal.
2. Memberikan informasi mengenai jenis polimer yang terdapat dalam serbuk karet alam teraktivasi dengan menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Serbuk Karet Alam Teraktivasi (SKAT)

SKAT adalah serbuk karet alam teraktivasi yang terbuat dari karet alam mentah padat dicampurkan dengan campuran serbuk ban yang telah diaktivasi. Pengaktivasian SKAT dilakukan dengan teknik depolimerisasi, depolimerisasi adalah proses pemutusan rantai panjang molekul polimer menjadi rantai molekul yang lebih pendek. Dalam proses pembuatan kompon karet dikenal tahap mastikasi, yaitu proses penggilingan karet dalam *open mill* yang bertujuan untuk memutuskan rantai molekul karet sehingga menjadi lebih lunak dengan penambahan bahan-bahan kimia karet seperti bahan penggiat (*activator*), bahan antidegradasi (*antioxidant*), bahan pengisi (*filler*), dan bahan pelunak. SKAT merupakan aditif pada aspal karet yang sedang dikembangkan agar aspal menjadi lebih tahan panas dan tahan oksidasi, selain itu juga lebih gampang dicampurkan kedalam aspal dan lebih aman (Prastanto, 2014).

2.2. Aspal

Aspal adalah suatu bahan bentuk padat atau setengah padat berwarna hitam sampai coklat gelap, bersifat perekat (*cementious*) yang akan melembek dan meleleh bila dipanasi. Aspal tersusun terutama dari sebagian besar bitumen yang kesemuanya terdapat dalam bentuk padat atau setengah padat dari alam atau hasil pemurnian minyak bumi, atau merupakan campuran dari bahan bitumen dengan minyak bumi atau derivatnya (ASTM, 1994). Bitumen (*Asphalt Institute*, 1993) adalah suatu campuran dari senyawa hidrokarbon yang berasal dari alam atau dari suatu proses pemanasan, atau berasal dari kedua proses tersebut, kadang-kadang disertai dengan derivatnya yang bersifat non logam, yang dapat berbentuk gas, cairan, setengah padat atau padat. Aspal yang dipakai dalam konstruksi jalan mempunyai sifat fisis yang penting, antara lain kepekatan (*consistency*), ketahanan lama atau ketahanan terhadap pelapukan oleh karena cuaca, derajat pengerasan, dan ketahanan terhadap air.

Sukirman (2003) menyebutkan bahwa aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Banyaknya aspal dalam campuran perkerasan berkisar antara 4-10% berdasarkan berat campuran atau 10-15% berdasarkan volume. Aspal polimer adalah aspal keras yang dimodifikasi dengan polimer. Aspal polimer terdiri atas aspal plastomer dan elastomer, contoh plastomer (plastik) antara lain *polypropylene* dan *polyethylene* sedangkan elastomer antara lain karet alam dan *styrene butadiene styrene* (SBS) (Prastanto, 2014). Pembuatan aspal polimer menggunakan bahan aditif aspal, yaitu suatu bahan yang dipakai untuk ditambahkan pada aspal. Penggunaan bahan aditif aspal merupakan bagian dari klasifikasi jenis aspal *modifier* yang berunsur dari jenis karet alam, karet sintetis, karet yang sudah diolah dari ban bekas, dan juga dari bahan plastik (Prastanto, 2014). Persyaratan aspal modifikasi dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Persyaratan Aspal Modifikasi

Uraian	Metode	Persyaratan		Satuan
		Min	Max	
Penetrasi pada 25°C, 100g, 5 detik	SNI-06-2456-1991	50	80	Dmm
Titik nyala	SNI-06-2433-1991	225	-	°C
Titik Lembek	SNI-06-2434-1991	54	-	°C
Daktalitas pada 25°C, 5 cm/menit	SNI-06-2432-1991	50	-	Cm
Berat Jenis	SNI-06-2441-1991	1	-	gr/cm ³

Sumber : Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan

Badan Litbang Kementerian PU (2007), melakukan pengujian dengan menggunakan bahan aditif dengan menggunakan karet alam untuk meningkatkan mutu perkerasan jalan beraspal sebesar 3 % dari berat aspal minyak dengan hasil memperbaiki karakteristik aspal konvensional, meningkatkan mutu perkerasan beraspal yang ditunjukkan dengan peningkatan modulus resilien dan kecepatan reformasi, meningkatkan umur konstruksi perkerasan jalan yang ditunjukkan percepatan terjadinya retak dan alur.

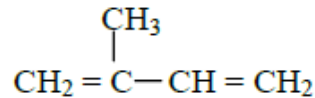
2.3. Karet Alam

Karet adalah material polimer yang memiliki sifat fleksibilitas dan kemungkinan memanjang. Dengan pemberian gaya, molekul melurus ke arah tarikan, ketika dilepaskan dari gaya, karet akan secara spontan kembali ke bentuk semula. Karet mencakup karet alam dan karet sintetis (Arayaprane, 2012). Karet

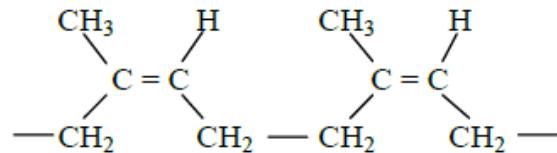
alam merupakan bahan polimer alam yang diperoleh dari *Hevea brasiliensis* atau *Guayule*. Sejak pertama sekali proses vulkanisasi diperkenalkan pada tahun 1839, karet alam telah dimanfaatkan secara meluas pada pembuatan ban, selang, sepatu, alat rumah tangga, olah raga, peralatan militer dan kesehatan. Karet alam yang berwujud cair disebut lateks. Lateks merupakan suatu cairan yang berwarna putih atau putih kekuning-kuningan, yang terdiri atas partikel karet dan bahan non karet yang terdispersi di dalam air (Triwiyoso dan Siswanto, 1995). Lateks segar pada umumnya berupa cairan susu, tetapi kadang-kadang sedikit berwarna, tergantung dari klon (varietas) tanaman karet.

Lateks atau getah karet terdapat di dalam pembuluh-pembuluh lateks yang letaknya menyebar secara melingkar di bagian luar lapisan kambium. Lateks diperoleh dengan membuka atau menyayat lapisan korteks. Penyayatan lapisan korteks tanaman karet dikenal sebagai proses penyadapan, yaitu suatu tindakan membuka pembuluh lateks agar lateks yang terdapat di dalam tanaman dapat keluar. Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi lateks adalah penyadapan, arah dan sudut kemiringan irisan sadap, panjang irisan sadap, letak bidang sadap, kedalaman irisan sadap, frekuensi penyadapan dan waktu penyadapan. Lateks hasil penyadapan dikenal dengan nama lateks kebun (Junaidi, 1996).

Karet alam adalah hidrokarbon yang merupakan makromolekul poliisoprena (C_5H_8)_n yang bergabung secara ikatan kepala ke ekor. Rantai poliisoprena tersebut membentuk konfigurasi cis dengan susunan ruang yang teratur, sehingga rumus kimianya adalah 1,4-cis-poliisoprena dengan monomer isoprena dalam bentuk 2-metil-1,3-butadiena. Struktur monomer lateks dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan struktur molekulnya dapat dilihat pada Gambar 2.2 karet yang mempunyai susunan ruang tersebut akan mempunyai sifat kenyal (elastis). Sifat kenyal tersebut berhubungan dengan viskositas atau plastisitas karet. Partikel karet tersuspensi atau tersebar secara merata dalam serum lateks dengan ukuran 0,04 – 3 mikron atau 0,2 miliar partikel karet per mililiter lateks. Bentuk partikel ini lonjong sampai bulat (Goutara dan Wijandi, 1985).



Gambar 2.1. Monomer isoprena (Cowd, 1991)



Gambar 2.2. Struktur molekul 1,4-cis-poliisoprena (Cowd, 1991)

Karet alam merupakan partikel yang berukuran pada kisaran antara 0,005 μm sampai 3 μm serta dilapisi oleh dua buah lapisan yang terdiri dari protein dan fosfolipid. Lapisan protein dan fosfolipid membentuk sistem kestabilan pada karet. Lapisan dalam merupakan lapisan hidrofobik, sedangkan lapisan luar merupakan lapisan hidrofilik. Lapisan hidrofilik terdiri atas protein dan sabun. Rantai polipeptida protein memiliki konfigurasi memanjang dengan sisi non polar yang menghadap ke partikel karet dan sisi polarnya menghadap ke fase cair (Tangpakdee, 1998). Menurut Goutara dkk (1985), berat molekul karet alam berkisar antara 250.000 sampai 300.000. Partikel karet tersebut ditutupi oleh selaput tipis bahan yang terdiri dari protein dan fosfolipida. Jumlah protein berkisar 0,2 persen dan dengan adanya protein karet akan terdispersi. Karet alam digolongkan ke dalam elastomer untuk penggunaan umum karena dapat digunakan sebagai bahan baku berbagai jenis dan tipe barang jadi karet. Penggunaannya sebagai bahan baku barang jadi karet sangat disukai, karena keunggulan sifat-sifatnya, seperti daya pantul, elastisitas, daya lengket dan daya cengkeram yang baik serta mudah untuk digiling. Selain itu, karet alam juga mempunyai beberapa sifat mekanik yang baik, antara lain memiliki tegangan putus, ketahanan sobek, dan kikis yang baik, sehingga karet alam merupakan elastomer pilihan. Karet dari perkebunan dibedakan menurut metode perlakuan serta sumber bahannya masing-masing tingkatan memiliki pemakaian yang spesifik di industri. Menurut Arizal (1994), karet alam mempunyai berbagai tingkatan diantaranya :

1. *Ribbed Smoked Sheet*

Ribbed Smoked Sheet (RSS) adalah salah satu jenis produk olahan yang berasal dari lateks/getah tanaman karet *hevea brasiliensis* yang diolah secara teknik mekanis dan kimiawi dengan pengeringan menggunakan rumah asap.

2. *Pale Crepe (tebal atau tipis)*

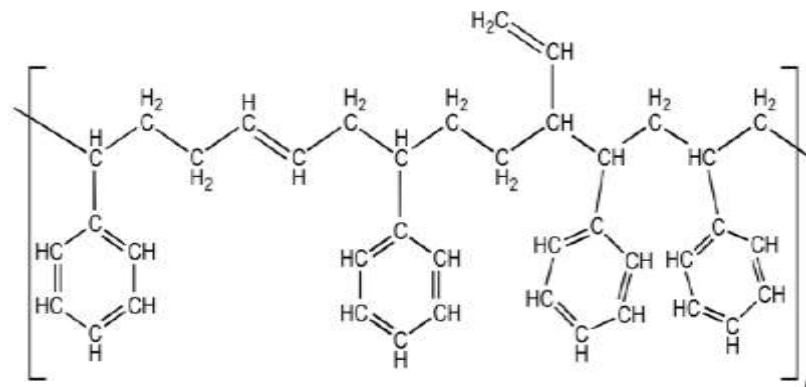
Pale Crepe adalah jenis *crepe* yang berwarna cerah/pucat pembuatan golongan ini dengan cara menarik keluar pigmen kuning yang ada dalam lateks melalui penambahan *bleaching*.

3. *Brown Crepe*

Brown Crepe adalah kombinasi antara 80% latex ter vulkanisir. Bahan baku pembuatan krep ini berasal dari koagulum alam seperti lump mangkok dan sisa-sisa penggumpalan yang melekat pada dinding bak pengumpul lateks.

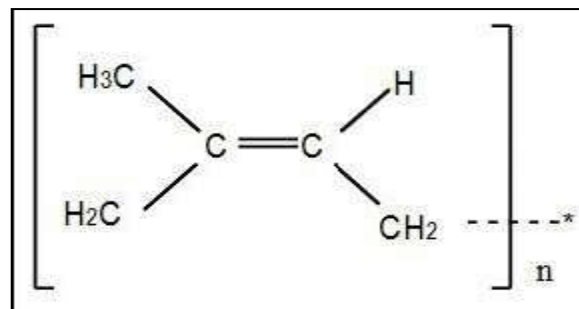
2.4. Karet Sintetis

Karet sintetis atau karet buatan yang umum disebut dengan *syntetic rubber*, merupakan polimerisasi *Styrene* yang dikombinasi dengan *butadiene* menghasilkan *Styrene butadiene rubber (SBR)* atau *Styrene Butadiene Styrene (SBS)*, yang mempunyai sifat menyerupai karet alam dan mempunyai kelebihan memperbaiki sifat yang kurang pada karet alam, antara lain ketahanan terhadap temperatur dan oksidasi. (Jawad, 2011). *Styrene butadiene rubber* adalah *syntetic rubber* yang paling banyak digunakan pada ban. SBR paling dibuat dari polimerisasi *styrene* dan *butadiene*. Juga memungkinkan untuk dengan mengubah kandungan *styrene* dan proses polimerisasi untuk membuat variasi tipe SBR dengan karakteristik berbeda (Jawad, 2011). Aplikasi SBR paling besar adalah pada industri otomotif dan ban, terhitung sekitar 70% penggunaan. Oleh karenanya, SBR sudah terikat dengan bisnis ban. Salah satu contoh karet sintetis jenis khusus adalah SBR (*Styrene Butadiene Rubber*). SBR merupakan jenis karet sintetis yang paling banyak diproduksi atau digunakan serta memiliki ketahanan kikis yang baik dengan kalor dan panas yang ditimbulkannya rendah. Gambar 2.3 menunjukkan struktur kimia *Styrene Butadiene Rubber*.



Gambar 2.3 Struktur kimia *Styrene Butadiene Rubber* (Malcom, 2000)

Jenis SBR merupakan karet sintetis yang paling banyak di produksi dan digunakan. Jenis ini memiliki ketahanan kikis yang baik dan kalor atau panas yang ditimbulkan juga rendah. Namun SBR yang tidak diberi tambahan bahan penguat memiliki kekuatan yang lebih rendah dibandingkan vulkanisir karet alam. IR (*Isoprene Rubber*) atau *polyisoprene rubber* pada gambar 2.4 menunjukkan struktur kimia IR (*Isoprene Rubber*).



Gambar 2.4 Struktur kimia IR (*Isoprene Rubber*) (Malcom, 2000)

Jenis karet ini mirip dengan karet alam karena sama-sama merupakan polimer isoprene. Dapat dikatakan bahwa sifat IR yang mirip sekali dengan karet alam, walaupun tidak secara keseluruhan. Jenis IR memiliki kelebihan lain di banding karet alam yaitu lebih murni dalam bahan dan viskositasnya lebih mantap.

Selain SBR dan IR terdapat beberapa jenis karet sintetis lain yang dikenal saat ini antara lain :

- Nitrile rubbers* (NBR) yang merupakan kopolimer dari *butadiene* dan *acrylonitrile*.
- Neoprene* (*polychloroprene*) yang merupakan hasil polimerisasi emulsi dari *chloroprene*.

- c. *Butylrubber* yang dibuat dari *isobutilen* dan *isoprene*.
- d. *Silicon rubber* yang merupakan campuran polimer inorganik-organik yaitu *silicon copper* dengan senyawa organik halida (misalnya CH_3Cl atau $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$).
- e. Thiokol adalah produk polimerisasi kondensasi dari *alkaline polysulfide* dengan senyawa organik dihalida (Shreve, 1985)

2.5 Serbuk Ban

Serbuk karet merupakan partikel-partikel unik karet yang berasal dari 100% ban bekas, salah satu kegunaan serbuk ban bekas yaitu sebagai campuran aspal. Aspal yang dimodifikasi dengan karet telah lama dikenal untuk memperbaiki sifat reologi pada suhu rendah dan tinggi dan membuat daya tahan lebih lama 3 kali lipat dibandingkan dengan aspal konvensional. Meskipun harga aspal yang dimodifikasi dengan karet tersebut jauh lebih tinggi dari pada aspal konvensional, keuntungan yang diperoleh dengan penambahan umur aspal modifikasi tersebut menjadikan total harga yang lebih murah (Laos dan Goestiawan, 2015).

Crumb rubber adalah istilah yang biasanya digunakan untuk ban kendaraan bekas yang melalui proses penggilingan hingga berbentuk parutan. *Crumb rubber* biasanya diklasifikasikan menurut ukuran partikel. Cara mengukur besarnya butiran-butiran tersebut adalah dengan melewatkannya melalui ayakan. Ukuran ayakan yang biasa digunakan adalah *mesh* (Suhaemi, 2013). Satuan *mesh* menunjukkan banyaknya lubang setiap satu inci persegi.



Gambar 2.5 Butiran *crumb rubber* 40 mesh
Sumber: Suhaemi (2013)

Kandungan ban bekas ditampilkan pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Kandungan Ban Bekas

Komposisi	Persentase
Polimer	57,60%
Abu	4,95%
Ekstrak Aseton	7,84%
Karbon	29,61%

Sumber : Pusat Penelitian Karet Bogor

2.6 Kompon Karet

Menurut Handoko (2003), kompon karet adalah campuran antara karet dengan berbagai bahan kimia untuk memperoleh hasil akhir atau vulkanisat setelah melalui proses tertentu. Abednego (1990), menyatakan penambahan kompon karet meliputi pemilihan jenis dan jumlah bahan kimia karet serta pencampuran karet mentah dan jenis bahan kimia tertentu sehingga dihasilkan barang jadi karet dengan sifat-sifat fisik yang diinginkan. Pada pembuatan kompon karet terdapat tiga faktor yang perlu diperhatikan, yaitu sifat kompon, karakteristik pengolahan, dan biaya. Gambar 2.6 menunjukkan gambar kompon karet.



Gambar 2.6 Kompon Karet

Sumber: Pusat Penelitian Karet (PPK)

Pencampuran bahan baku dan pembentukan kompon karet merupakan tahap awal dalam proses produksi karet sintesis. Pembuatan kompon dilakukan dengan cara pencampuran karet dengan bahan kimia di dalam mesin pencampur (*kneader machine*). Jika pembentukan kompon karet dilakukan di dalam mesin pembentuk (*injection machine*). Pada pembuatan kompon karet terdapat tiga faktor yang perlu diperhatikan yaitu sifat kompon, karakteristik pengolahan dan biaya produksi. Kompon karet pada umumnya memiliki tujuh atau lebih jenis bahan kimia karet. Setiap jenis bahan tersebut memiliki fungsi yang berbeda dan

mempunyai pengaruh terhadap sifat fisik, karakteristik pengolahan dan harga penjualan kompon karet (Arizal, 1994).

Beberapa contoh kompon karet yang dapat diformulasi dan diproduksi sesuai dengan yang diharapkan oleh konsumen yaitu:

- a. kompon karet sintetis tertentu dengan berbagai pilihan warna.
- b. kompon karet yang diharapkan atau disesuaikan dengan waktu dan suhu proses vulkanisasi khusus.
- c. kompon karet yang diharapkan memiliki kekerasan tertentu setelah proses vulkanisasi.
- d. kompon karet yang diproduksi memiliki karakteristik dan ketahanan fisik.

Ketika proses vulkanisasi, kompon karet memiliki ketahanan seperti tahan panas, tahan minyak atau oli, tahan gesek dan tahan tekanan (Arizal, 1994).

Proses pembuatan kompon adalah proses pencampuran antara karet mentah dengan bahan-bahan kimia (bahan aditif). Pencampuran karet mentah dengan bahan-bahan kimia disebut kompon karet (Arizal, 1994). Tujuan penambahan bahan kimia ke dalam karet mentah yaitu:

- a. memudahkan proses produksi kompon karet.
- b. menghambat kerusakan struktur kompon karet.
- c. menghasilkan kompon karet sesuai standar mutu produk.
- d. memiliki ketahanan terhadap cuaca, ozon dan cahaya matahari.
- e. menambah ketahanan retak pada permukaan kompon karet.

Bahan kimia karet dapat digolongkan atas fungsinya selama vulkanisasi atau dalam barang jadi, dan secara umum dikelompokkan atas bahan kimia pokok, bahan kimia tambahan dan bahan penunjang. Bahan kimia pokok adalah bahan kimia yang harus ada dalam setiap kompon karet. Bahan kimia tambahan adalah bahan yang hanya ditambahkan pada pengolahan barang jadi karet tertentu atau ditambahkan untuk meningkatkan efisiensi pengolahan kompon karet. Bahan penunjang berfungsi sebagai penunjang atau penguat yang memberikan kekuatan pada bagian suatu barang jadi karet (Alfa, 2007).

Berikut ini adalah uraian dari masing-masing bahan kimia karet :

1. Bahan Pemvulkanisasi (*vulcanizing agents*)

Bahan pemvulkanisasi adalah bahan kimia karet yang dapat bereaksi dengan gugus aktif molekul karet pada proses vulkanisasi, membentuk ikatan silang antar molekul karet, sehingga terbentuk jaringan tiga dimensi. Sulfur adalah bahan kimia yang pertama kali ditemukan sebagai bahan pemvulkanisasi dan paling banyak digunakan pada berbagai jenis karet. Sebagian besar jenis sulfur yang digunakan adalah golongan *soluble sulphur* (Alfa, 2007). Jenis bahan pemvulkanisasi diantaranya adalah sistem donor sulfur, peroksida organik, oksida logam, uretan, dan turunan quinon (Coran, 1978).

Pencampuran sulfur ke dalam sistem vulkanisasi karet juga dapat dilakukan pada proses pembuatan faktis sebagai bahan bantu olah karet. Sifat-sifat vulkanisat karet yang akan diperbaiki dengan adanya bahan pemvulkanisasi diantara adalah:

1. Kekuatan tariknya menjadi lebih tinggi.
2. Lebih sukar larut dalam zat-zat pelarut organik.
3. Lebih keras dan sukar berubah bentuknya.
4. Lebih tahan terhadap perubahan suhu.

Serbuk sulfur yang digunakan dalam proses vulkanisasi sebaiknya yang berbentuk serbuk dan sehalus mungkin. Hal ini ditujukan supaya pencampuran dan penyebarannya di dalam sistem vulkanisasi terjadi secara merata (Abednego, 1975).

2. Bahan Penggiat/Pengaktif (*activator*)

Bahan penggiat disebut juga bahan pengaktif (*activator*) adalah bahan kimia yang ditambahkan ke dalam sistem vulkanisasi, guna menggiatkan proses vulkanisasi yang berjalan sangat lambat jika hanya menggunakan sulfur. Dalam sistem vulkanisasi dengan bahan pencepat, bahan ini berfungsi sebagai pengaktif kerja bahan pencepat karena pada umumnya bahan pencepat organik tidak akan berfungsi secara efisien tanpa adanya bahan pengaktif. Bahan pengaktif yang paling umum digunakan adalah ZnO (seng oksida) (Alfa, 2007). Macam-macam bahan pengaktif lain diantaranya: golongan oksida logam (seng oksida, seng

peroksida, besi oksida, timbal oksida, dan mangan oksida) (Simpson, 2002), dan bahan penggiat organik (asam stearat) (Craig, 1969).

3. Bahan Pncepat (*accelerator*)

Bahan pncepat (*accelerator*) berfungsi untuk meningkatkan lajuvulkanisasi. Dalam sistem vulkanisasi sulfur pada suhu tinggi, bahan pncepat dapat memperpendek waktu vulkanisasi kompon dari hitungan jam menjadi beberapa menit (Morton, 1959). Bahan pncepat biasanya berupa senyawa organik (Simpson, 2002).

Bahan pncepat digolongkan ke dalam beberapa kelompok berdasarkan golongan senyawa, respon terhadap vulkanisasi dan fungsinya. Ditinjau dari fungsinya, pncepat dikelompokkan ke dalam pncepat primer yang berfungsi memberikan pravulkanisasi yang lambat, serta pncepat sekunder yang berfungsi memberikan pravulkanisasi yang cepat. Pncepat sekunder biasanya ditambahkan dalam jumlah yang lebih sedikit daripada pncepat primer, yang bertujuan untuk meningkatkan kecepatan matang kompon karet, atau dengan kata lain mempercepat laju vulkanisasi (Alfa, 2007). Pengelompokkan bahan pncepat berdasarkan fungsinya :

- a. Pncepat Primer : Thiazol, Sulfenamida
- b. Pncepat Sekunder : Guanidin, Thiuram, Dithiokarbamat, Dithiofosfat

Pengelompokkan bahan pncepat berdasarkan senyawa dan responnya :

- a. Aldehida-amin : HTM (Lambat)
- b. Guanidin : DPG, DOTG (Sedang)
- c. Thiazol : MBT, MBTS (Semi cepat)
- d. Sulfenamida : CBS, TBBS, MBS, DIBS (Cepat ditunda)
- e. Dithiofosfat : ZBPP (Cepat)
- f. Thiuram : TMTM, TMTD, TETD (Sangat cepat)
- g. Dithiokarbamat : ZDEC, ZMDC, ZBDC (Sangat cepat) (Alfa, 2007).

4. Bahan Pengisi (*filler*)

Bahan pengisi ditambahkan ke dalam kompon karet dalam jumlah besar dengan tujuan meningkatkan sifat fisik, memperbaiki karakteristik pengolahan dan menurunkan biaya. Berdasarkan keaktifannya bahan pengisi dibagi atas dua

golongan, yaitu golongan pengisi tidak aktif dan golongan pengisi aktif atau pengisi penguat. Yang termasuk golongan pengisi tidak aktif adalah kaolin, berbagai jenis tanah liat, kalsium karbonat, magnesium karbonat, barium sulfat dan barit. Sedangkan yang termasuk bahan pengisi penguat adalah *carbon black*, CaCO_3 , silika dan silikat. Pada jumlah optimum penambahan bahan pengisi penguat, akan meningkatkan kekerasan, modulus, ketahanan sobek, ketahanan kikis dan tegangan putus barang jadi karet. Efek penguatan bahan pengisi tersebut ditentukan oleh ukuran partikel, keadaan permukaan dan bentuk, kehalusan butiran dan kerataan penyebarannya (Alfa, 2007).

5. Bahan Pelunak (*softener*)

Bahan pelunak adalah bahan kimia yang ditambahkan ke dalam karet mentah selama proses pembuatan kompon karet dengan tujuan untuk melunakkan karet dan memudahkan pencampuran bahan-bahan kimia karet (Alfa, 2007). Secara lengkap tujuan penambahan bahan pelunak adalah sebagai berikut:

- a. Memudahkan pencampuran bahan pengisi ke dalam kompon karet. Kompon dengan bahan pengisi yang banyak perlu diimbangi dengan jumlah bahan pelunak yang cukup, karena penambahan bahan pengisi akan meningkatkan kekerasan, sedangkan penambahan bahan pelunak sebaliknya akan menurunkan kekerasan.
- b. Mempersingkat waktu dan menurunkan suhu pencampuran.
- c. Menghambat vulkanisasi dini (*scorch*).
- d. Memudahkan proses pemberian bentuk barang jadi karet.

Umumnya bahan pelunak merupakan senyawa organik yang dikenal dengan nama *peptizer*, *plasticizer*, dan *softener*. Berdasarkan sumber bahan bakunya bahan pelunak dapat dikelompokkan ke dalam empat kategori, yaitu:

- 1.) Asam-asam organik dan produk tumbuhan cemara,
- 2.) Produk pengolahan aspal,
- 3.) Bahan pelunak sintesis,
- 4.) Minyak mineral hasil industri minyak bumi (*petroleumoil*) (Alfa, 2007).

6. Bahan Antioksidan

Antioksidan adalah bahan kimia yang digunakan untuk mencegah oksidasi atau 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. Keusangan barang-barang karet dapat dilihat pada robekan-robekannya dan retakan-retakannya yang kecil benar ke berbagai jurusan, satu peristiwa yang berhubungan dengan oksidasi dari karet (Yayasan Karet, 1983). Golongan antioksidan turunan difenil amina contohnya nonox OD. Dari golongan fenil neftilamin contohnya PAN dan PBN. Golongan kondensat keton amina contohnya flectol H. Golongan kondensat aldehid amina contohnya agerite resin. Dari golongan fenil sulfida contohnya *santo white crystals*. Dari turunan fenol contohnya montaclere dan lonol (Yayasan Karet, 1983).

2.7 Proses *Mixing*

Proses *mixing* merupakan proses pencampuran bahan mentah awal. Bahan-bahan yang sudah di campur kemudian dimasukkan ke *banbury mixer*, yaitu alat yang biasa digunakan untuk mencampur bahan mentah dengan menggunakan tekanan dan putaran. Keluaran dari proses ini adalah *dust*. Setelah itu biasanya dilanjutkan dengan proses *calendering*, yaitu proses penggabungan rubber dengan bahan penyangga (*filament reinforces*) seperti *steel* atau *nylon*, kemudian di masukkan (Arizal, 1994).

2.8 Ekstraksi

Jenis-jenis metode ekstraksi yang dapat digunakan untuk mendapatkan ekstrak dari bahan organik dan non organik adalah sebagai berikut :

1. Maserasi

Maserasi merupakan metode sederhana yang paling banyak digunakan. Cara ini sesuai, baik untuk skala kecil maupun skala industri Metode ini dilakukan dengan memasukkan serbuk tanaman dan pelarut yang sesuai ke dalam wadah *inert* yang tertutup rapat pada suhu kamar. Proses ekstraksi dihentikan ketika tercapai kesetimbangan antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dengan konsentrasi dalam sel tanaman. Setelah proses ekstraksi, pelarut dipisahkan dari sampel dengan penyaringan. Kerugian utama dari metode maserasi ini adalah memakan banyak waktu, pelarut yang digunakan cukup banyak, dan besar kemungkinan beberapa senyawa hilang. Selain itu, beberapa senyawa mungkin

saja sulit diekstraksi pada suhu kamar. Namun di sisi lain, metode maserasi dapat menghindari rusaknya senyawa-senyawa yang bersifat termolabil (Mukhriani, 2014).

2. Perkolasi

Pada metode perkolasi, serbuk sampel dibasahi secara perlahan dalam sebuah perkolator yaitu wadah silinder yang dilengkapi dengan kran pada bagian bawahnya. Pelarut ditambahkan pada bagian atas serbuk sampel dan dibiarkan menetes perlahan pada bagian bawah. Kelebihan dari metode ini adalah sampel senantiasa dialiri oleh pelarut baru. Sedangkan kerugiannya adalah jika sampel dalam perkolator tidak homogen maka pelarut akan sulit menjangkau seluruh area. Selain itu, metode ini juga membutuhkan banyak pelarut dan memakan banyak waktu (Mukhriani, 2014).

3. Soxhlet

Metode ini dilakukan dengan menempatkan serbuk sampel dalam sarung selulosa dapat digunakan kertas saring dalam klonsong yang ditempatkan di atas labu dan di bawah kondensor. Pelarut yang sesuai dimasukkan ke dalam labu dan suhu penangas diatur di bawah suhu *reflux*. Keuntungan dari metode ini adalah proses ekstraksi yang kontinyu, sampel terekstraksi oleh pelarut murni hasil kondensasi sehingga tidak membutuhkan banyak pelarut dan tidak memakan banyak waktu. Kerugiannya adalah senyawa yang bersifat termolabil dapat terdegradasi karena ekstrak yang diperoleh terus-menerus berada pada titik didih (Mukhriani, 2014).

4. Reflux dan Distilasi Uap

Pada metode *reflux*, sampel dimasukkan bersama pelarut ke dalam labu yang dihubungkan dengan kondensor. Pelarut dipanaskan hingga mencapai titik didih. Uap terkondensasi dan kembali ke dalam labu. Distilasi uap memiliki proses yang sama dan biasanya digunakan untuk mengekstraksi minyak esensial campuran berbagai senyawa menguap. Selama pemanasan, uap terkondensasi dan distilat terpisah sebagai 2 bagian yang tidak saling bercampur, ditampung dalam wadah yang terhubung dengan kondensor. Kerugian dari kedua metode ini adalah senyawa yang bersifat termolabil dapat terdegradasi (Mukhriani, 2014)

2.8.1. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Ekstraksi

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses ekstraksi yaitu (Kirk dan Othmer, 1998 ; Perry dkk, 1984):

a. Perlakuan pendahuluan

Perlakuan pendahuluan dapat berpengaruh terhadap rendeman dan mutu ekstrak yang dihasilkan. Perlakuan pendahuluan meliputi pengecilan ukuran dan pengeringan bahan. Semakin kecil ukuran partikel, maka semakin besar luas kontak antara padatan dengan pelarut, tahanan menjadi semakin berkurang, dan lintasan kapiler dalam padatan menjadi semakin pendek (laju difusi berbanding lurus dengan luas permukaan padatan dan berbanding terbalik dengan ketebalan padatan), sehingga proses ekstraksi menjadi lebih cepat dan optimal. Teknik pengecilan ukuran dapat dilakukan dengan cara pemotongan, penggilingan, maupun penghancuran.

Pengeringan bahan bertujuan untuk menguapkan sebagian air dalam bahan, sehingga kadar air bahan menurun. Selain itu, kerusakan dinding sel bahan selama pengeringan akan mempermudah pengeluaran *solute* dalam bahan. Pengeringan juga dapat mempermudah proses pengecilan ukuran dan meningkatkan mutu ekstrak dengan menghindari adanya air dalam ekstrak (Somaatmadja, 1985). Pada umumnya pengeringan dilakukan pada suhu kamar atau oven dengan temperatur kurang dari 30⁰C. Keuntungan pengeringan dengan menggunakan oven yaitu tidak tergantung cuaca, kapasitas pengeringan dapat disesuaikan, tidak memerlukan tempat yang luas, dan kondisi pengeringan dapat dikontrol. Faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan yaitu udara pengering dan sifat bahan. Faktor yang berhubungan dengan udara pengering yaitu suhu, kecepatan volumetrik aliran udara pengering, dan kelembapan udara sedangkan faktor yang berhubungan dengan sifat bahan yaitu ukuran, kadar air awal, dan tekanan parisal bahan.

b. Temperatur

Kelarutan bahan yang diekstraksi dan difusivitas akan meningkat dengan meningkatnya temperatur. Namun temperatur yang terlalu tinggi dapat merusak bahan yang diekstrak, sehingga perlu menentukan temperatur optimum.

c. Faktor pengadukan

Pengadukan dapat mempercepat pelarutan dan meningkatkan laju difusi *solute*. Pergerakan pelarut di sekitar bahan akibat pengadukan dapat mempercepat kontak bahan dengan pelarut dan memindahkan komponen dari permukaan bahan ke dalam larutan dengan jalan membentuk suspensi serta melarutkan komponen tersebut ke dalam media pelarut (Larian, 1959). Pengadukan dapat dilakukan dengan cara mekanis, pengaliran udara atau dengan kombinasi keduanya.

2.8.2. Pemilihan Pelarut

Pemilihan pelarut merupakan salah satu faktor yang penting dalam proses ekstraksi. Jenis pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi mempengaruhi jenis komponen aktif bahan yang terekstrak karena masing-masing pelarut mempunyai selektifitas yang berbeda untuk melarutkan komponen aktif dalam bahan. Menurut Perry (1984), berbagai syarat pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi, yaitu sebagai berikut:

- a. Memiliki daya larut dan selektivitas terhadap *solute* yang tinggi. Pelarut harus dapat melarutkan komponen yang diinginkan sebanyak mungkin dan sesedikit mungkin melarutkan bahan pengotor.
- b. Bersifat inert terhadap bahan baku, sehingga tidak bereaksi dengan komponen yang akan di ekstrak.
- c. Reaktivitas. Pelarut tidak menyebabkan perubahan secara kimia pada komponen bahan ekstraksi.
- d. Tidak menyebabkan terbentuknya emulsi.
- e. Tidak korosif.
- f. Tidak beracun.
- g. Tidak mudah terbakar.
- h. Stabil secara kimia dan termal.
- i. Tidak berbahaya bagi lingkungan.
- j. Memiliki viskositas yang rendah, sehingga mudah untuk dialirkan.
- k. Murah dan mudah didapat, serta tersedia dalam jumlah yang besar.
- l. Memiliki titik didih yang cukup rendah agar mudah diuapkan.
- m. Memiliki tegangan permukaan yang cukup rendah.

2.8.3. Aseton

Aseton, CH_3COCH_3 , merupakan salah satu senyawa alifatik keton yang sangat penting. Pada umumnya aseton digunakan sebagai solven untuk beberapa polimer. Penggunaan yang bersifat komersial adalah penggunaan sebagai senyawa intermediet dalam pembuatan *methyl methacrylate*, bisphenol A, *diacetone alcohol* dan produk-produk lain (Lianna dan Silalahi, 2012).

Sifat Fisik aseton :

1. Rumus molekul : $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$
2. Berat molekul, g/gmol : 58,08
3. Kenampakan : cairan tak berwarna
4. Titik didih, $^{\circ}\text{C}$: 56,29
5. Titik beku, $^{\circ}\text{C}$: -94,6
6. Viskositas (20°C), Cp : 0,32
7. *Specific Gravity* (20°C) : 0,783
8. Tekanan kritis (20°C), kPa : 4,701
9. Temperatur kritis, $^{\circ}\text{C}$: 235,05
10. Sangat larut dalam air (Kirk dan Othmer, 1983).

Kegunaan aseton sangatlah banyak diantaranya adalah sebagai pelarut dalam senyawa karbon, plastik, lilin, bahan dasar sintesis kloroform dan iodoform, bahan pembuat cat, bahan pembuat parfum, pembersih cat kuku atau kuteks, pembuat tinner, dan sebagai pelarut dalam selulosa asetat, yang dapat menghasilkan crayon (Lianna dan Silalahi, 2012).

2.9 Distilasi

Distilasi merupakan suatu perubahan cairan menjadi uap dan uap tersebut di dinginkan kembali menjadi cairan. Unit operasi distilasi merupakan metode yang digunakan untuk memisahkan komponen-komponen yang terdapat dalam suatu larutan atau campuran dan tergantung pada distribusi komponen-komponen tersebut antara fasa uap dan fasa air. Distilasi sederhana atau distilasi biasa adalah teknik pemisahan kimia untuk memisahkan dua atau lebih komponen yang memiliki perbedaan titik didih yang jauh. Suatu campuran dapat dipisahkan

dengan distilasi biasa ini untuk memperoleh senyawa murni (Walangare dkk, 2013). Jenis Distilasi :

1. Distilasi Sederhana

Distilasi sederhana atau distilasi biasa adalah teknik pemisahan kimia untuk memisahkan dua atau lebih komponen yang memiliki perbedaan titik didih yang jauh. Suatu campuran dapat dipisahkan dengan distilasi biasa ini untuk memperoleh senyawa murni. Senyawa yang terdapat dalam campuran akan menguap saat mencapai titik didih masing-masing murni (Walangare dkk, 2013).

2. Distilasi Fraksionasi (Bertingkat)

Sama prinsipnya dengan distilasi sederhana, hanya distilasi bertingkat ini memiliki rangkaian alat kondensor yang lebih baik, sehingga mampu memisahkan dua komponen yang memiliki perbedaan titik didih yang berdekatan. Untuk memisahkan dua jenis cairan yang sama mudah menguap dapat dilakukan dengan distilasi bertingkat. Distilasi bertingkat adalah suatu proses distilasi berulang. Proses berulang ini terjadi pada kolom fraksional. Kolom fraksional terdiri atas beberapa plat dimana pada setiap plat terjadi pengembunan. Uap yang naik plat yang lebih tinggi lebih banyak mengandung cairan yang lebih atsiri atau mudah menguap sedangkan cairan yang kurang atsiri lebih banyak kondensat murni (Walangare dkk, 2013).

3. Distilasi Azeotrop

Memisahkan campuran azeotrop atau campuran dua atau lebih komponen yang sulit di pisahkan, biasanya dalam prosesnya digunakan senyawa lain yang dapat memecah ikatan azeotrop tersebut atau dengan menggunakan tekanan tinggi (Walangare dkk, 2013).

4. Distilasi Uap

Untuk memurnikan zat / senyawa cair yang tidak larut dalam air, dan titik didihnya cukup tinggi, sedangkan sebelum zat cair tersebut mencapai titik didihnya, zat cair sudah terurai, teroksidasi atau mengalami reaksi perubahan, maka zat cair tersebut tidak dapat dimurnikan secara distilasi sederhana atau distilasi bertingkat, melainkan harus didistilasi dengan distilasi uap. Distilasi uap adalah istilah yang secara umum digunakan untuk distilasi campuran air dengan

senyawa yang tidak larut dalam air, dengan cara mengalirkan uap air kedalam campuran sehingga bagian yang dapat menguap berubah menjadi uap pada temperatur yang lebih rendah dari pada dengan pemanasan langsung. Untuk distilasi uap, labu yang berisi senyawa yang akan dimurnikan dihubungkan dengan labu pembangkit uap. Uap air yang dialirkan ke dalam labu yang berisi senyawa yang akan dimurnikan, dimaksudkan untuk menurunkan titik didih senyawa tersebut, karena titik didih suatu campuran lebih rendah dari pada titik didih komponen-komponennya (Walangare dkk, 2013).

5. Distilasi Vakum

Memisahkan dua komponen yang titik didihnya sangat tinggi, metode yang digunakan adalah dengan menurunkan tekanan permukaan lebih rendah dari 1 atm, sehingga titik didihnya juga menjadi rendah, dalam prosesnya suhu yang digunakan untuk mendistilasinya tidak perlu terlalu tinggi (Walangare dkk, 2013).

2.10 Pirolisis

Pirolisis merupakan suatu proses dekomposisi material organik dengan panas tanpa mengandung oksigen. Bila oksigen ada pada suatu reaktor pirolisis maka akan bereaksi dengan material sehingga biasanya di bentuk oleh aliran gas inner sebagai fungsi untuk mengikat oksigen dan mengeluarkan dari reaktor. Produk pirolisis berupa gas, fluida cair dan padat berupa karbon dan abu. (Basu, 2010). Pirolisis terbagi menjadi 2 yaitu :

1. Pirolisis primer

Pirolisis primer adalah proses pirolisis yang terjadi pada bahan baku (umpan). Pirolisis primer terjadi pada suhu di bawah 600°C dan produk penguraian yang utama adalah karbon (arang). Proses pembentukan arang ini terjadi karena adanya energi panas yang mendorong terjadinya oksidasi sehingga molekul karbon yang kompleks terurai sebagian besar menjadi karbon atau arang.

2. Pirolisis sekunder

Pirolisis sekunder adalah pirolisis yang terjadi pada partikel dan gas atau uap hasil pirolisis primer. Pirolisis sekunder terjadi pada suhu lebih dari 600°C , berlangsung cepat, dan produk penguraian yang dihasilkan adalah

gas karbon monoksida (CO), hidrogen (H₂), senyawa-senyawa hidrokarbon berbentuk gas, serta tar. Pirolisis sekunder ini merupakan dasar proses yang digunakan pada sistem gasifikasi (*gas producer*) dimana biomassa diuraikan untuk memperoleh gas bahan bakar karbon monoksida (CO).

2.11 *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)*

Pada dasarnya, teknik FTIR adalah sama dengan spektroskopi inframerah biasa, kecuali dilengkapi dengan cara perhitungan *Fourier transform* dan pengolahan data untuk mendapatkan resolusi dan kepekaan yang lebih tinggi. Teknik ini dilakukan dengan penambahan peralatan interferometer yang telah lama ditemukan oleh Michelson pada akhir abad ke-19. Michelson telah mendapatkan informasi spektrum dari suatu berkas radiasi dengan mengamati interferogram yang diperoleh dari interferometer tersebut (Wirjosentono, 1995).

Energi yang dihasilkan oleh radiasi ini akan menyebabkan vibrasi atau getaran pada molekul. Pita absorbs inframerah sangat khas dan spesifik untuk setiap tipe ikatan kimia atau gugus fungsi. Metode ini sangat berguna untuk mengidentifikasi senyawa organik dan organometalik. Spektrum yang dihasilkan berupa grafik yang menunjukkan persentase transmittan yang bervariasi pada setiap frekuensi radiasi inframerah. Satuan frekuensi yang digunakan pada garis horizontal dinyatakan dalam bilangan gelombang, yang didefinisikan sebagai banyaknya gelombang dalam tiap satuan panjang (Dachriyanus, 2004).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian diadakan di Laboratorium Kimia Pusat Penelitian Karet di Bogor pada bulan 01 Maret 2018 – 10 Agustus 2018.

3.2 Alat dan Bahan

Bahan :

- a. Karet alam : Brown Crepes
- b. Aditif : Sulfur, CBS (*N-Cyclohexyl-2-benzothiazolesulfonamide*), Asam Stearat, Antioksidan, *Carbon Black*
- c. *Filler* : CaCO_3
- d. Karet Sintetis : Serbuk Ban Bekas
- e. Pelarut : Aseton *pro analysis*

Alat :

- a. Alat Ekstraksi
 - Kondensor
 - Pipa F
 - Sifon
 - Labu
 - *Water bath*
- b. Alat Pirolisis
 - Tabung Pirolisis
 - Perahu Porselen
 - Tabung gas nitrogen
- c. Timbangan digital
- d. Desikator
- e. *Oven*
- f. Wadah Sampel
- g. Tanur

h. *Open mill*

i. *Disk mill*

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang dipilih dan direncanakan dengan sengaja diukur dan dimanipulasi variasinya untuk diketahui hubungan dan pengaruhnya terhadap variabel yang diamati (variabel tergantung) (Poerwanti, 2000). Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian adalah berat *brown crepe* sebesar 100g, berat aditif (sulfur, ZnO, CBS, asam stearat, antioksidan, *carbon black*) dan serbuk ban. Dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Variasi Penelitian

Bahan	A1 (g)	A2 (g)	A3 (g)	A4 (g)
Kompon	20	20	25	25
Serbuk Ban	80	80	75	75
Aditif (minyak)	10	15	10	15
Filler	36,3	44,9	42,9	42,6
Berat Total	146,3	159,9	152,9	157,6

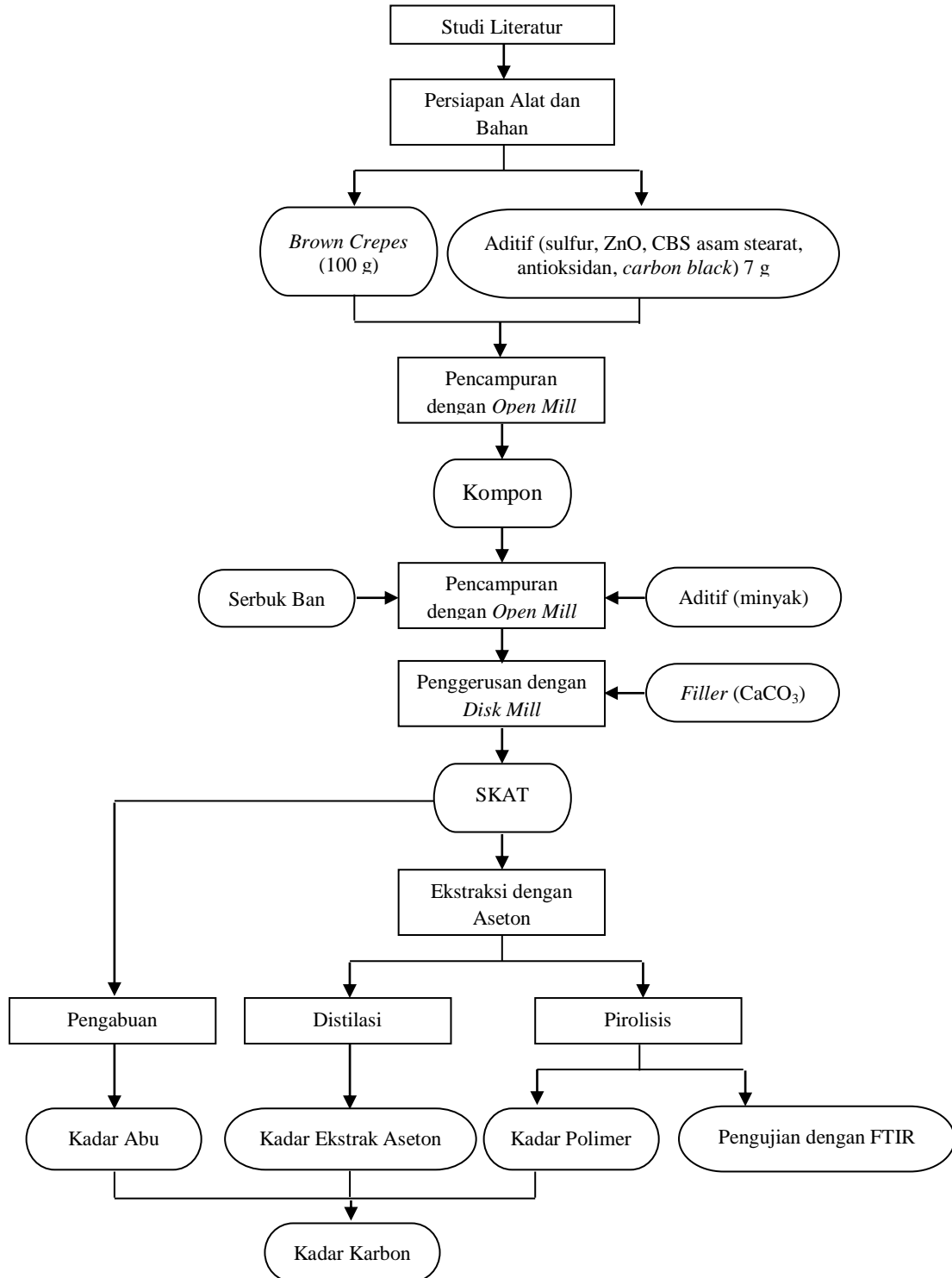
3.3.2 Variabel Tetap

Variabel tetap dalam penelitian ini adalah waktu pencampuran di *open mill*, pada pencampuran pertama berlangsung selama 30 menit dan pada pencampuran kedua selama 20 menit.

3.4 Bagan Alir Penelitian

Sebelum melakukan penelitian, yang perlu dilakukan adalah membuat urutan atau prosedur kerja yang akan dilakukan. Prosedur kerja berfungsi sebagai pemandu dalam melakukan penelitian sehingga tidak ada tahapan yang terlewat. Langkah pertama yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah persiapan material, seperti *brown crepes*, aditif (sulfur, ZnO, CBS, asam stearat, antioksidan, *carbon black*), *filler* (CaCO_3) dan minyak. Pekerjaan dilanjutkan dengan pencampuran bahan ke dalam *open mill* dan terakhir penghancuran menjadi ukuran kecil dengan *disk mill*, kemudian dilanjutkan dengan pengujian kadar menggunakan ekstraksi dengan aseton, pirolisis dan pengabuan dari pengujian tersebut nantinya akan didapatkan data yang akan dianalisis dan ditarik

kesimpulan. Adapun langkah-langkah penelitian yang dilakukan seperti pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

3.5 Prosedur Penelitian

Bahan baku yang digunakan berupa karet alam dari perkebunan rakyat Sukabumi dan serbuk ban bekas yang diperoleh dari PT. Bintang Jaya di Surabaya. Alat yang digunakan untuk membuat kompon yaitu mesin *open mill* untuk mencampur semua bahan baku hingga homogen dan *disk mill* untuk membuat kompon menjadi serbuk halus. Prosedur penelitian ini dilakukan untuk menyelesaikan pengambilan data.

3.5.1 Pembuatan Kompon

Pada proses ini karet *Brown Crepes* yang digunakan sebanyak 100g dan penambahan zat aditif berupa sulfur, antioksidan, ZnO, CBS, asam stearat dan *carbon black* sebanyak 7g, dimasukkan ke dalam *open mill* dengan tujuan untuk mencampur bahan baku hingga homogen selama 30 menit yang akan menjadi kompon dengan hasil akhir 107g.

3.5.2 Penggilingan Menjadi Lembaran

Penggilingan kompon menjadi lembaran dibagi sesuai dengan variasi penelitian sesuai tabel 3.1 kemudian ditambahkan serbuk ban karet bekas dan minyak dan dimasukkan kembali ke dalam *open mill* selama 20 menit, hingga menjadi lembaran-lembaran kompon.

3.5.3 Tahap Akhir Pembuatan SKAT

Lembaran-lembaran kompon yang telah jadi dimasukkan ke dalam *disk mill* ditambahkan *filler* berupa CaCO_3 yang bertujuan untuk meningkatkan sifat fisik, memperbaiki karakteristik pengolahan dan menekan biaya. Keluaran *disk mill* menjadi serbuk SKAT dan dilanjutkan dengan pengujian.

3.6 Pengujian dan Karakterisasi

a. Pengabuan (ASTM D297-93)

Prinsip Kerja

1. Kadar abu menunjukkan adanya kandungan mineral dalam karet. Metode penetapan didasarkan pada pengabuan di dalam tanur pada suhu 550°C .

Peralatan

1. Timbangan Analitik.
2. Cawan porselen kapasitas 50 cm^3 .

3. Gunting.
4. Pembakar listrik/*Bunsen burner*.
5. Tanur listrik/*Muffle furnace*.
6. Desikator
7. Alat penjepit cawan.

Cara Kerja

1. Timbang contoh uji SKAT sebanyak 5 g.
2. Lalu masukan ke dalam cawan porselen yang sebelumnya telah dipijarkan didalam *muffle* pada suhu 550°C selama 2 jam dan telah didinginkan kembali dalam desikator sampai suhu kamar (± 30 menit) kemudian ditimbang.
3. Cawan berisi potongan uji kemudian dipijarkan diatas pembakar listrik/gas sampai tidak keluar asap selanjutnya pemijaran diteruskan didalam *muffle furnace* pada suhu $550 \pm 20^{\circ}\text{C}$ selama kira-kira 2 jam, yaitu sampai tidak mengandung jelaga lagi.
4. Dinginkan cawan yang berisi abu di dalam desikator sampai suhu kamar (± 30 menit).
5. Kemudian ditimbang dengan ketelitian 0,1 mg (C).

Rumus Perhitungan Kadar Abu :

$$\text{Kadar Abu} = \frac{(\text{Bobot Cawan Abu} - \text{Bobot Cawan Kosong})}{\text{Bobot Contoh}} \times 100 \%$$

b. Penetapan Kadar Ekstrak Aseton (ASTM D297-93)

Bahan

- Aseton *pro-analysis*

Cara Kerja

1. Timbang contoh uji SKAT sebanyak ± 2 g.
2. Bungkus contoh uji SKAT dengan kertas saring lalu masukan ke dalam *soxhlet*.
3. Panaskan labu kosong berisi sedikit batu didih selama 2 jam di dalam *oven* pada suhu $70 \pm 50^{\circ}\text{C}$, lalu dinginkan di dalam desikator dan timbang.
4. Isi labu tersebut dengan 50-75 ml aseton.

5. Ekstraksi contoh uji SKAT selama 16 jam. Lalu uapkan pelarutnya di atas pemanas air.
6. Masukkan larutan untuk memisahkan pelarut ke dalam labu distilasi kemudian distilasi selama 6 jam pada suhu 90°C untuk didapatkan distilatnya.
7. Keringkan labu berisi ekstrak di dalam *oven* selama 2 jam pada suhu 70 ± 5°C kemudian dinginkan dalam desikator dan timbang.

Rumus Perhitungan :

$$\text{Kadar Ekstrak Aseton} = \frac{(\text{Berat Labu Ekstrak} - \text{Berat Labu Kosong})}{\text{Bobot Contoh}} \times 100 \%$$

b. Pirolisis (ASTM D297-93)

Peralatan

- Alat Pirolisis

Cara Kerja

1. Pasang tabung pirolisis dan perahu porselen dalam alat pirolisis.
2. Buka aliran gas nitrogen pada tabung gas.
3. Atur regulator pada kecepatan alir gas 50-60 ml/menit. Sambungkan aliran gas pada tabung pirolisis.
4. Tutup alat pirolisis
5. Sambungkan aliran listrik pada stop kontak 220 volt.
6. Lakukan pirolisis selama 30 menit.
7. Setelah selesai pirolisis matikan alat dengan mencabut stop kontak 220 volt dan hentikan aliran gas nitrogen.
8. Hasil pirolisis berupa char dan sisa pirolisis yang terdapat dalam perahu porselen.

a. Kadar Polimer

Perhitungan kadar polimer berdasarkan modifikasi dari metode ASTM D 6370-99.

Rumus :

$$\text{Kadar Polimer} = \frac{\text{B.PPC} - \text{B. Pirolisis}}{\text{BC sebenarnya}} \times 100 \%$$

Ket :

B.PPC = Bobot Perahu Porselen+SKAT 1g

B.Pirolisis = Bobot Setelah Pirolisis

BC sebenarnya = Bobot sebenarnya

d. FTIR

Prinsip Kerja

1. Metode pengujian didasarkan pada analisis dengan menggunakan spektrofotometer infra-merah.

Peralatan

- IR-Spektrofotometer

Bahan

- Hasil pirolisis (pirolisat) berupa char.

Cara kerja.

1. Hasil pirolisis (pirolisat) berupa char dipindahkan ke atas plate KBr untuk dianalisis IR- spektrofotometer.
2. Hasil spektra yang dihasilkan dari pengujian dengan menggunakan IR- spektrofotometer. Dibandingkan dengan spektra standar.

e. Kadar Karbon

Perhitungan Kadar Karbon terhadap sampel berdasarkan metode ASTM D 6370-99.

Rumus Perhitungan Kadar Karbon :

Kadar Karbon = 100% - (kadar ekstrak aseton+kadar polimer+ kadar abu).

Catatan : kadar di sini tidak bernilai satuan tetapi persen (%).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Hasil SKAT (Serbuk Karet Alam Teraktivasi)

Penelitian yang dilakukan di laboratorium adalah melakukan pemeriksaan terhadap benda uji atau material SKAT dengan menggunakan alat-alat laboratorium jenis pemeriksaan pengujian ini meliputi kadar ekstrak aseton, kadar abu, kadar karbon, kadar polimer dan FTIR.

4.2. Hasil Pengujian dan Perhitungan Teoretis

Dalam praktiknya, produk hasil reaksi yang diperoleh dari suatu reaksi hampir selalu lebih kecil dari hasil perhitungan secara teoretis. Hal ini dapat terjadi karena beberapa faktor, misalnya karena beberapa reaksi kimia ternyata dapat balik, produk yang sudah terbentuk dapat menjadi reaktan kembali. Saat mengambil produk yang dihasilkan terdapat zat yang tertinggal di dalam wadah reaksi, dan faktor lainnya. Untuk mempelajari komposisi kimia yang dihasilkan dilakukan perbandingan kadar teoretis dan hasil uji sesuai dengan variabel penelitian pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perbandingan Hasil Teoretis dan Hasil Pengujian

Kadar	Sampel	Teoretis	Hasil Pengujian	Selisih
Ekstrak Aseton (%)	A1	11,51	7,6	3,91
	A2	13,65	8,94	4,71
	A3	10,84	8,05	2,79
	A4	13,69	8,63	5,06
Polimer (%)	A1	44,27	49,21	4,94
	A2	40,51	43,9	3,39
	A3	43,53	41,99	1,54
	A4	42,24	44,09	1,85
Abu (%)	A1	27,90	24,15	3,75
	A2	30,91	30,72	0,19
	A3	30,94	30,13	0,81
	A4	29,84	29,6	0,23
Karbon (%)	A1	16,32	19,04	2,72
	A2	14,93	16,44	1,51
	A3	14,68	19,85	5,17
	A4	14,24	17,68	3,44

Setelah dilakukan pengujian uji kadar ekstrak aseton, kadar polimer, kadar abu, dan kadar karbon maka dilakukan perbandingan terhadap hasil teoretis. Berdasarkan tabel di atas perbandingan antara teoretis dan hasil uji pada kadar ekstrak aseton A1-A4 memiliki selisih terkecil 2,79% dan terbesar 5,06%, kadar polimer A1-A4 memiliki selisih terkecil 1,54% dan terbesar 4,94%, kadar abu memiliki selisih terkecil 0,19% dan terbesar 3,75%, dan kadar karbon memiliki selisih terkecil 1,51% dan terbesar 4,94%. Untuk mengetahui perhitungan lengkap teoretis dan hasil uji dapat dilihat pada lampiran A, dan untuk mengetahui perhitungan kadar selengkapnya terdapat pada lampiran B.

4.3. Hasil Pengujian FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)

Pengujian FTIR dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian Karet Bogor menggunakan Nicolet iS5. Pengujian FTIR bertujuan untuk melihat adanya gugus fungsi tertentu yang terbentuk pada spesimen uji.

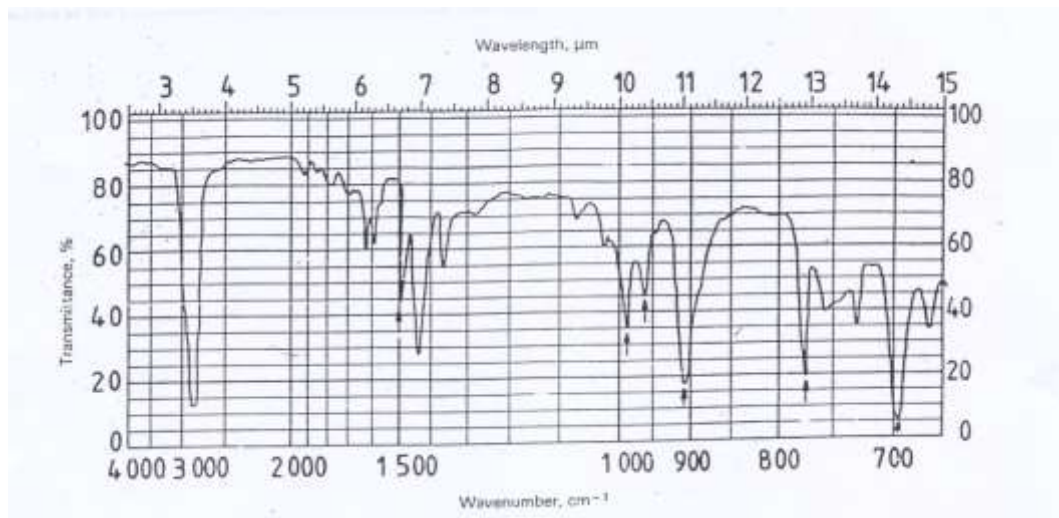
Tabel 4.2 menunjukkan spektra IR yang menjadi ciri khas dari *styrene butadiene rubber*.

Tabel 4.2 Spektra IR *Styrene-butadiene-rubber*

Panjang Gelombang (μm)	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Intensitas
14,3	699	<i>Very strong</i>
12,9	775	<i>Strong</i>
11,0	909	<i>Strong</i>
10,1	990	<i>Fairly strong</i>
6,7	1490	<i>Medium</i>
10,4	962	<i>Medium</i>

Sumber : *International Standard ISO 4650-1984*

Gambar 4.1 menunjukkan spektrum SBR dari 4000 sampai 600 cm^{-1} dari spesimen *Styrene Butadiene Rubber*.



Gambar 4.1 FTIR *Styrene-Butadiene-Rubber*

Sumber : *International Standard ISO 4650-1984*

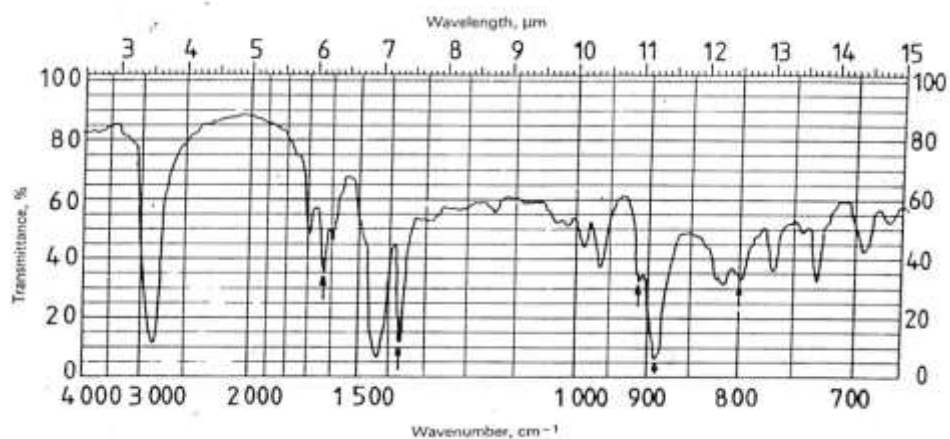
Tabel 4.3 menunjukkan spektra IR yang menjadi ciri khas dari *Isoprene Rubber*.

Tabel 4.3 Spektra IR *Isoprene Rubber*

Panjang Gelombang (μm)	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Intensitas
11,3	885	<i>Very strong</i>
7,3	1370	<i>Strong</i>
12,5	800	<i>Medium</i>
6,1	1640	<i>Medium</i>
11,0	909	<i>Shoulder</i>

Sumber : *International Standard ISO 4650-1984*

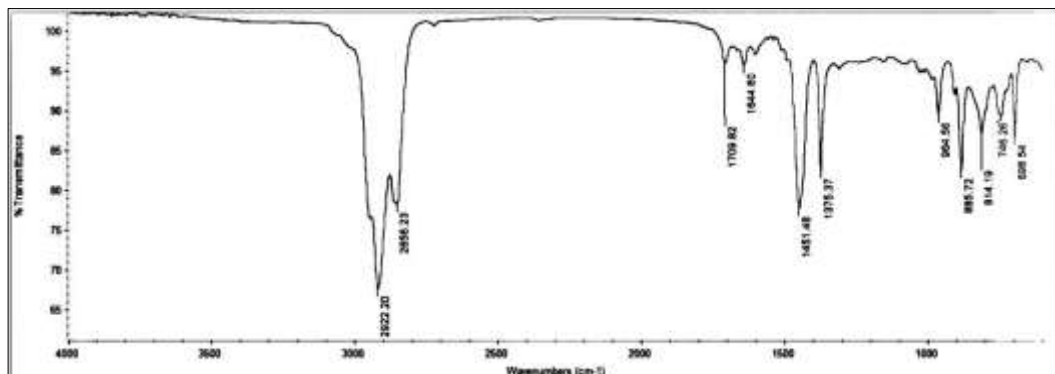
Gambar 4.2 menunjukkan spektrum IR dari 4000 sampai 600 cm⁻¹ dari spesimen *Isoprene Rubber*.



Gambar 4.2 FTIR *Isoprene Rubber*

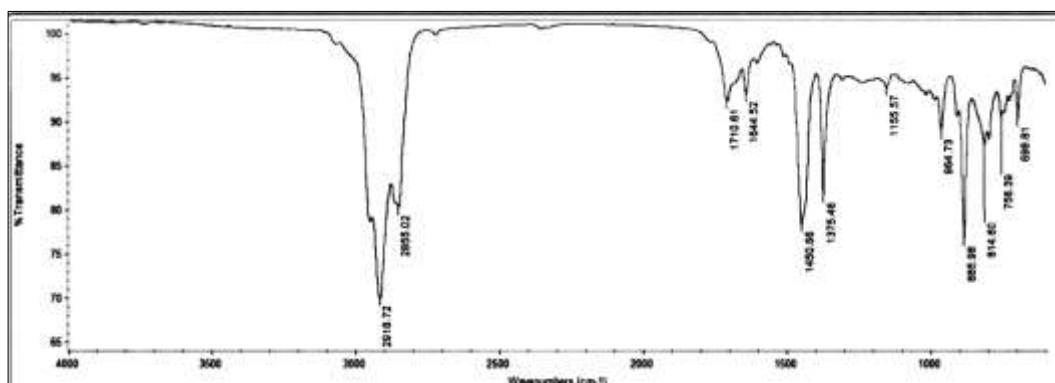
Sumber : *International Standard ISO 4650-1984*

Gambar 4.3-4.6 menunjukkan grafik karakterisasi gugus fungsi polimer karet SKAT dengan menggunakan FTIR.



Gambar 4.3 Hasil Uji FTIR Sampel A1 (kompon 20g, serbuk ban 80g, minyak 10g, filler 36,3g)

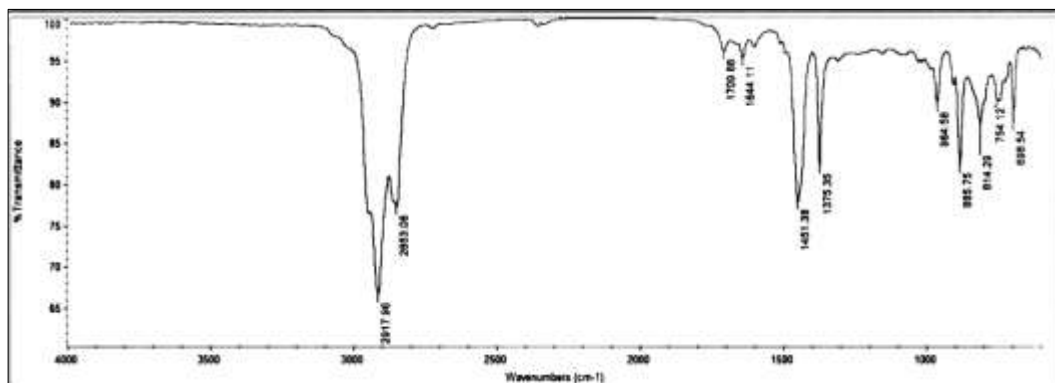
Dari hasil uji FTIR pada gambar 4.3 ada empat *peak* yang menonjol dibandingkan dengan *peak* yang lain. *Peak* yang dimaksud adalah *peak* dengan bilangan gelombang $885,72\text{ cm}^{-1}$ intensitas sangat kuat, $1375,37\text{ cm}^{-1}$ intensitas kuat, dan $1644,80\text{ cm}^{-1}$ intensitas medium yang teridentifikasi sebagai tiga *peak* milik *Isoprene rubber*. Sedangkan 1 *peak* dengan bilangan gelombang $698,54\text{ cm}^{-1}$ intensitas sangat kuat teridentifikasi sebagai *Styrene Butadiene Rubber*.



Gambar 4.4 Hasil Uji FTIR Sampel A2 (kompon 20g, serbuk ban 80g, minyak 15g, filler 44,9g)

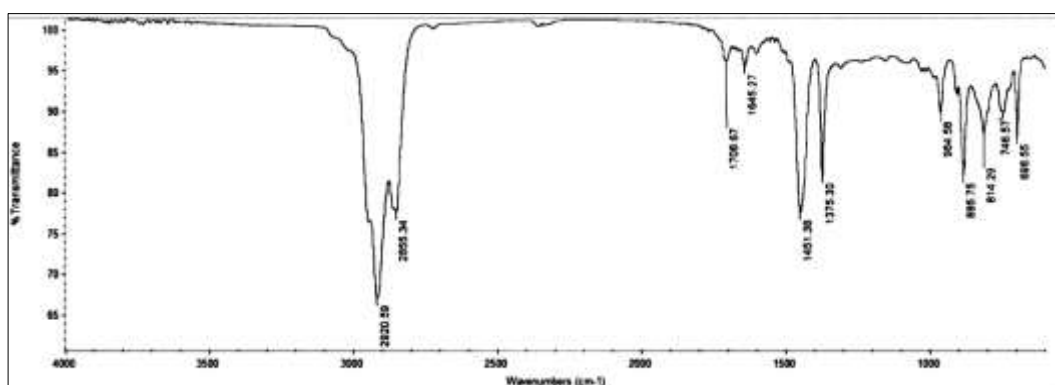
Dari hasil uji FTIR pada gambar 4.4 ada empat *peak* yang menonjol dibandingkan dengan *peak* yang lain. *Peak* yang dimaksud adalah *peak* dengan bilangan gelombang $885,98\text{ cm}^{-1}$ intensitas sangat kuat, $1375,46\text{ cm}^{-1}$ intensitas kuat, dan $1644,52\text{ cm}^{-1}$ intensitas medium yang teridentifikasi sebagai tiga *peak*

milik *Isoprene rubber*. Sedangkan 1 *peak* dengan bilangan gelombang $698,81 \text{ cm}^{-1}$ intensitas sangat kuat teridentifikasi sebagai *Styrene Butadiene Rubber*.



Gambar 4.5 Hasil Uji FTIR Sampel A3 (kompon 25g, serbuk ban 75g, minyak 10g, *filler* 42,9g)

Dari hasil uji FTIR pada gambar 4.5 ada empat *peak* yang menonjol dibandingkan dengan *peak* yang lain. *Peak* yang dimaksud adalah *peak* dengan bilangan gelombang $885,75 \text{ cm}^{-1}$ intensitas sangat kuat, $1375,35 \text{ cm}^{-1}$ intensitas kuat, dan $1644,11 \text{ cm}^{-1}$ intensitas medium yang teridentifikasi sebagai tiga *peak* milik *Isoprene rubber*. Sedangkan 1 *peak* dengan bilangan gelombang $698,54 \text{ cm}^{-1}$ intensitas sangat kuat teridentifikasi sebagai *Styrene Butadiene Rubber*.



Gambar 4.6 Hasil Uji FTIR Sampel A4 (kompon 25g, serbuk ban 75g, minyak 15g, *filler* 42,6g)

Dari hasil uji FTIR pada gambar 4.6 ada empat *peak* yang menonjol dibandingkan dengan *peak* yang lain. *Peak* yang dimaksud adalah *peak* dengan bilangan gelombang $885,75 \text{ cm}^{-1}$ intensitas sangat kuat, $1375,30 \text{ cm}^{-1}$ intensitas

kuat, dan $1645,27 \text{ cm}^{-1}$ intensitas medium yang teridentifikasi sebagai tiga *peak* milik *Isoprene rubber*. Sedangkan 1 *peak* dengan bilangan gelombang $698,55 \text{ cm}^{-1}$ intensitas sangat kuat teridentifikasi sebagai *Styrene Butadiene Rubber*. Dari hasil uji keempat sampel di atas terindikasikan sebagai *Isoprene rubber* dan *Styrene Butadiene rubber* yang merupakan polimer yang terdapat di dalam serbuk karet alam teraktivasi.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan yang dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan analisis komposisi kimia dalam serbuk karet alam teraktivasi antara perhitungan teoretis dan hasil pengujian mempunyai nilai selisih terendah dengan kadar ekstrak aseton sebesar 2,79%, kadar polimer sebesar 1,54%, kadar abu sebesar 0,19%, dan kadar polimer sebesar 1,51% dengan menggunakan ekstraksi dengan aseton, pirolisis dan pengabuan.
2. Hasil pengujian jenis polimer menggunakan alat FTIR menunjukkan jenis polimer di dalam serbuk karet alam teraktivasi mengandung *Isoprene Rubber* (IR) dari karet alam dan *Styrene Butadiene Rubber* (SBR) dari karet sintetis.

5.2. Saran

Hal-hal yang dapat disarankan pada penelitian ini antara lain :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mengaplikasikan serbuk karet alam teraktivasi dengan aspal.
2. Untuk penelitian berikutnya diharapkan menggunakan jenis karet alam dan karet sintetis lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abednego, J. G. 1975. *Dasar-dasar Teknologi Karet*. Balai Penelitian Perkebunan Bogor, Bogor.
- Abednego, J. G. 1990. *Pembuatan Kompon Karet*. Balai Penelitian Teknologi Karet, Bogor.
- Agoes, G., 2007. *Teknologi Bahan Alam 25-27*. Penerbit ITB, Bandung.
- Alfa, A. A. 1994. *Analisis Kimia Barang Jadi Karet*. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Teknologi Karet, Bogor.
- Alfa, A. A. 2007. *Siklisasi karet alam dari lateks berprotein rendah*. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Teknologi Karet, Bogor.
- American Society for Testing and materials (ASTM), 1994. *Annual Book of ASTM Standards*. Vol. 04-08, Soil and Rock. American National Standards Institute. New York, NY 10018.
- Asphalt Institute.1993.MS-22, *Construction of Hot Mix Asphalt Pavement*. US Federal Highway Administration, USA .
- Austin., dan Shreve., 1985, *Chemical Process Industries*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Arayaprane, W. 2012. *Rubber Abrasion Resistance*, Rangsit University. Thailand.
- Arizal, Ridha, 1994 “*Pengetahuan Dasar Elastomer*”. Bogor: Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor.
- Atmojo, T., dan Pujiati, A. 2016. *Analisis Pengaruh Kebijakan Harga BBM, Jumlah sepeda Motor, Pendapatan Perkapita Terhadap Konsumsi Premium*. Economics Development Analysis Journal.

- Badan Pusat Statistik, 2017. Statistik Karet Indonesia.
- Basu, P., 2010, "*Biomassa Gasification and Pyrolysis Practical Design and Theory*", Elsevier, New York.
- British Standard. 1978. *Steel, Concrete and Composite Bridge Part 2 : Specification for Loads*. Document No. BS 5400-2:1978. British Standard
- Brown, Stephen. 1990. *The Sheel Bitumen Handbook*. United Kingdom.
- Coran, A Y. 1978. *Vulcanization*. In Eirich, FR (ed). *Science and Technology of Rubber*. Academic Press, San Francisco.
- Cowd. M. A, 1991, *Kimia Polimer*, Alih bahasa: Harry Firman, Penerbit ITB, Bandung, 1.
- Craig, A S. 1969. *Concise Encyclopedic Dictionary of Rubber Technology*. Elsevier Publishing Company, Amsterdam Netherland.
- Dachriyanus., 2004, *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektrofotometri*, hal 1-37, Andalas University Press, Padang.
- Dinas Pekerjaan Umum. 2007. *Badan Penelitian Dan Pengembangan Permukiman dan Prasarana Wilayah, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Prasarana Transportasi, "Spesifikasi Umum Jalan dan Jembatan*. Jakarta : Dinas Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2017. *Produksi Karet*.
- Goutara dan S. Wijandi. 1985. *Dasar Pengolahan Gula*. Departemen Teknologi Hasil Pertanian IPB, Bogor.
- Handoko, B. 2003. *Pengolahan Lateks Pekat*. Kursus Teknologi Barang Jadi dari Lateks. Bogor: Balai Penelitian Teknologi Karet.

- Daniel Ibrahim, Amzul Rifin, dan Setiadi Djohar. 2018. “*Analysis Of Activated Grinded Rubber Industry (SKAT) For Rubberized Asphalt*”. Bogor. Balai Penelitian Teknologi Karet Bogor.
- Johanna Lianna dan Lusiana Silalahi. 2012. *Isopropil Alkohol Dengan Proses Dehidrogenasi*. Universitas Dipenogoro.
- Junaidi, U. 1996. *Penyadapan Tanaman Karet Dalam Sapta Usaha Bina Tani*. Anwar Chairil (ed). Balai Penelitian Sumbawa.
- Kirk dan Othmer. 1983. *Encyclopedia of Chemical Technology*. New York : Wiley.
- Laos, C dan Goestiawan, G. 2015. *Pengaruh Penambahan Serbuk Ban Karet pada Campuran Laston untuk Perkerasan Jalan Raya*. Universitas Kristen Petra, Surabaya, Indonesia.
- Malcolm. P. S. 2000.” *Kimia Polimer*”. Alih bahasa : Lis Sofyan, Pradyana Paramita, Jakarta.
- Morton, M. 1959. *Introduction to Rubber Technology*. Reinhold Publishing Corporation, New York.
- Mothe, M.G., Leite, L.F.M., (2008), *Thermal Characterization of Asphalt Mixtures By TG/DTG, DTA and FTIR, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*.
- Mukhriani, 2014, *Ekstrasi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif*. Jurnal kesehatan, 7(2): 361-367.
- Olewi, Jawad, K., M. S. Hamza, and N. A. Nassir. 2011. *A Study of The Effect of Carbon Black Powder on The Physical Properties of SBR/NR Blends Used In Passenger Tire Tread*. Baghdad. University of Technology.

- Pei-Hung, Y. 2000. *A Study of Potential Use of Asphalt Containing Synthetic Polymers For Asphalt Paving Mixes*. USA : UMI. USA.
- Perry, R.H. dan Green, D.W., 1984, *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 6th edition, McGraw Hill Book Company, Singapore
- Prastanto, H. 2014. *Depolimerisasi Karet Alam Secara Mekanis Untuk Bahan Aditif Aspal*. *Jurnal Penelitian Karet* 32 (1) : 81 – 87.
- Rianung, Sih. 2007. *Kajian Laboratorium Pengaruh Bahan Tambah Gondorukem pada Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) Terhadap Nilai Propertis Marshall dan Durabilitas*. Universitas Dipenogoro.
- Seidel, V . 2006. *Initial and Bulk Extraction*, In : sarker, S. D., Latif, Z., & Gray, A.1 (eds) *Natural Product isolation*, 27-46, Humana Pers, New Jersey.
- Simpson, R.B. 2002. *Rubber Basics*. Rapra Technology Limited. Shawbury, Shrewsbury, Shropshire, UK.
- Suhaemi, M. 2013. *Alternatif Pengganti Aspal Minyak dari Olahan Limbah Vulkanisir Ban*. Universitas Sebelas Maret Jurusan Teknik Sipil Universitas Udayana
- Sukirman, S. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Bandung : Yayasan Obor Indonesia.
- Suroso, T.W. 2007. *Peningkatan Kinerja Campuran Beraspal dengan Karet Alam dan Karet Sintetis*. *Jurnal JalanJembatan* 24(1) : 14-25.
- Tangpakdee, J., Mizokoshi, M., Endo, A., dan Tanaka, Y. 1998. *Novel method for preparation of low molecular weight natural rubber latex*. *Rubber chemistry and technology*, 71(4), 795-802.
- Triwiyoso dan Siswantoro. 1995. *In House Training Pengolahan Lateks Pekat dan Karet Mentah*. Balai Penelitian Perkebunan Bogor.

- Tortum, A., Cafer, C., Aydin, A.C. (2004), *Determination of The Optimum Conditions For Tire Rubber in Asphalt Concrete*, *Journal of Buliding & Environment, Turkey*.
- Walangare K. B. A., A. S. M. Lumenta, J. O. Wuwung dan B. A. Sugiarto, 2013. *Rancang Bangun Alat Konversi Air Laut Menjadi Air Minum Dengan Proses Distilasi Sederhana Menggunakan Pemanas Elektrik*.
- Wirjosentono, B. 1995. *Analisis dan Karakteristik Polimer*. Edisi Pertama. Cetakan Pertama. Medan: Penerbit Universitas Sumatera Utara USU Press.
- Yayasan Karet. 1983. *Penentuan Praktis Untuk Pembuatan Barang-Barang dari Karet Alam*. Jakarta : Penerbit KINTA.
- Yildirim, Y. 2005. *Polymer Modified Asphalt Binders*. *Journal of Construction and Building Materials* 21. USA. pp. 66.
- Zhang, F. dan J. Yu. 2009. *The Resarch for Asphalt Modified with Phosphorus Trichloride/SBS*. *International Polymer Processing* 24(2): 148-156.

LAMPIRAN A

PERHITUNGAN

- Komposisi**

Hasil Uji Kompon

Kompon	Gram	%	Komposisi
NR	100	93,46%	Polimer
ZnO, Sulfur, Asam Stearat	3	2,80%	Abu
Antioksidan dan CBS	3	2,80%	EA
<i>Carbon Black</i>	1	0,93%	Karbon
	107		

Serbuk Ban

Polimer	57,60%
Abu	4,95%
EA	7,84%
Karbon	29,61%

Perhitungan Teoretis Sampel A1

Sampel A1	Kompon (g)	Serbuk (g)	Tambahan (g)	Total (g)	%
Abu	0,56	3,96	36,30	40,82	27,90%
Polimer	18,69	46,08		64,77	44,27%
Karbon	0,19	23,69		23,87	16,32%
EA	0,56	6,27	10,00	16,83	11,51%
Jumlah				146,30	

Rumus Perhitungan Teoretis Sampel A1

Sampel A1	Kompon (g)	Serbuk (g)	Tambahan (g)	Total (g)	%
Abu	$20 \times 2,80\%$ = 0,56	$80 \times 4,95\%$ = 3,96	36,30	$0,56 + 3,96 +$ $36,30 = 40,82$	$40,82 : 146,30$ = 27,90
Polimer	$20 \times 93,46\%$ = 18,69	$80 \times 57,60\%$ = 46,08		$18,69 + 46,08$ = 64,77	$64,77 : 146,30$ = 44,27
Karbon	$20 \times 0,93\%$ = 0,19	$80 \times 29,61\%$ = 23,69		$0,19 + 23,69$ = 23,87	$23,87 : 146,30$ = 16,32
EA	$20 \times 2,80\%$ = 0,56	$80 \times 7,84\%$ = 6,27	10,00	$0,56 + 6,27 +$ $10,00 = 16,83$	$16,83 : 146,30$ = 11,51
Jumlah				$40,82 + 64,77 +$ $23,87 + 16,83$ = 146,30	

Perhitungan Teoretis Sampel A2

Sampel A2	Kompon (g)	Serbuk (g)	Tambahan (g)	Total (g)	%
Abu	0,56	3,96	44,90	49,42	30,91
Polimer	18,69	46,08		64,77	40,51
Karbon	0,19	23,69		23,87	14,93
EA	0,56	6,27	15,00	21,83	13,65
Jumlah				159,90	

Rumus Perhitungan Teoretis Sampel A2

Sampel A2	Kompon (g)	Serbuk (g)	Tambahan (g)	Total (g)	%
Abu	$20 \times 2,80\%$ = 0,56	$80 \times 4,95\%$ = 3,96	44,90	$0,56 + 3,96 +$ $44,90 = 49,42$	$49,42 : 159,90$ = 30,91
Polimer	$20 \times 93,46\%$ = 18,69	$80 \times 57,60\%$ = 46,08		$18,69 + 46,08$ = 64,77	$64,77 : 159,90$ = 40,51
Karbon	$20 \times 0,93\%$ = 0,19	$80 \times 29,61\%$ = 23,69		$0,19 + 23,69$ = 23,87	$23,87 : 159,90$ = 14,93
EA	$20 \times 2,80\%$ = 0,56	$80 \times 7,84\%$ = 6,27	15,00	$0,56 + 6,27 +$ $15,00 = 21,83$	$16,83 : 159,90$ = 13,65
Jumlah				$49,42 + 64,77 +$ $23,87 + 21,83$ = 159,90	

Perhitungan Teoretis Sampel A3

Sampel A3	Kompon (g)	Serbuk (g)	Tambahan (g)	Total (g)	%
Abu	0,70	3,71	42,90	47,31	30,94
Polimer	23,36	43,20		66,56	43,53
Karbon	0,23	22,21		22,44	14,68
EA	0,70	5,88	10,00	16,58	10,84
Jumlah				152,90	

Rumus Perhitungan Teoretis A3

Sampel A3	Kompon (g)	Serbuk (g)	Tambahan (g)	Total (g)	%
Abu	$25 \times 2,80\%$ = 0,70	$75 \times 4,95\%$ = 3,71	42,90	$0,70 + 3,71 +$ $42,90 = 47,31$	$47,31 : 152,90$ = 30,94
Polimer	$25 \times 93,46\%$ = 23,36	$75 \times 57,60\%$ = 43,20		$23,36 + 43,20$ = 66,56	$66,56 : 152,90$ = 43,53
Karbon	$25 \times 0,93\%$ = 0,2319	$75 \times 29,61\%$ = 22,21		$0,23 + 22,21$ = 22,44	$22,44 : 152,90$ = 14,93
EA	$25 \times 2,80\%$ = 0,70	$75 \times 7,84\%$ = 5,88	10,00	$0,70 + 5,88 +$ $10,00 = 16,58$	$16,58 : 152,90$ = 10,84
Jumlah				$47,3 + 66,56 +$ $22,24 + 16,58$ = 152,90	

Perhitungan Teoretis A4

Sampel A4	Kompon (g)	Serbuk (g)	Tambahan (g)	Total (g)	%
Abu	0,70	3,71	42,60	47,01	29,83
Polimer	23,36	43,20		66,56	42,24
Karbon	0,23	22,21		22,44	14,24
EA	0,70	5,88	15,00	21,58	13,69
Jumlah				157,60	

Rumus Perhitungan Teoretis A4

Sampel A4	Kompon (g)	Serbuk (g)	Tambahan (g)	Total (g)	%
Abu	25×2,80% = 0,70	75×4,95% = 3,71	42,60	0,70+3,71+ 42,60 = 47,01	47,01 : 157,60 = 29,83
Polimer	25×93,46% = 23,36	75×57,60% = 43,20		23,36+43,20 = 66,56	66,56 : 157,60 = 42,24
Karbon	25×0,93% = 0,2319	75×29,61% = 22,21		0,23+22,21 = 22,44	22,44 : 157,60 = 14,24
EA	25×2,80% = 0,70	75×7,84% = 5,88	15,00	0,70+5,88+ 15,00 = 21,58	21,58 : 157,60 = 13,69
Jumlah				47,01+66,56+ 22,24+21,58 = 157,60	

Sampel : A1

- Kadar Ekstrak Aseton**

$$\text{Kertas Saring (KS)} = 0,7780 \text{ g}$$

$$\text{Berat Contoh (BC)} = 2,0431 \text{ g}$$

$$\text{Ekstrak SKAT} = 1,0691 \text{ g}$$

$$\text{Kertas Saring (KS) + Ekstrak SKAT} = 1,8471 \text{ g}$$

$$\text{Berat Labu} = 61,9407 \text{ g}$$

$$\text{Ekstrak Setelah Distilasi} = 0,1552 \text{ g}$$

$$\text{Berat Labu + Ekstrak Setelah Distilasi} = 62,0959 \text{ g}$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Kadar Ekstrak Aseton (EA)} &= \frac{(\text{Berat Labu Ekstrak} - \text{Berat Labu})}{(\text{Berat Contoh})} \times 100 \% \\ &= \frac{(62,0959 \text{ g} - 61,9407 \text{ g})}{(2,0431 \text{ g})} \times 100 \% \\ &= 7,60 \% \end{aligned}$$

- Kadar Polimer**

$$\text{Bobot Perahu Porselen} = 14,9815 \text{ g}$$

$$\text{Bobot Perahu Porselen + Contoh (B.PPC)} = 15,9261 \text{ g}$$

$$\text{Bobot Contoh (BC)} = 15,9261 \text{ g} - 14,9815 \text{ g}$$

$$= 0,9446 \text{ g}$$

$$\text{Bobot Setelah Pirolisis} = 15,4230 \text{ g}$$

$$\text{Bobot Contoh Sebenarnya (BS)}$$

$$= (\text{BC} \times 100) : (100 - \text{Kadar Ekstrak Aseton})$$

$$= (0,9446 \text{ g} \times 100) : (100 - 7,60 \%)$$

$$= 1,0223 \text{ g}$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Kadar Polimer} &= \frac{\text{B.PPC} - \text{B.Pirolisis}}{\text{BC Sebenarnya}} \times 100 \% \\ &= \frac{15,9261 \text{ g} - 15,4230 \text{ g}}{1,0223 \text{ g}} \times 100 \% \\ &= 49,21\% \end{aligned}$$

- **Kadar Abu**

$$\text{Bobot Contoh (BC)} = 5,0323 \text{ g}$$

$$\text{Bobot Cawan Kosong} = 32,5425 \text{ g}$$

$$\text{Bobot Abu} = 1,2151 \text{ g}$$

$$\text{Bobot Cawan + Abu (B.CA)} = 33,7576 \text{ g}$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Kadar Abu} &= \frac{(\text{Bobot Cawan Abu} - \text{Bobot Cawan Kosong})}{(\text{Bobot Contoh})} \times 100\% \\ &= \frac{(33,7576 \text{ g} - 32,5425 \text{ g})}{(5,0323 \text{ g})} \times 100\% \\ &= 24,15\% \end{aligned}$$

- **Kadar Karbon**

$$\text{Kadar Ekstrak Aseton} = 7,60 \%$$

$$\text{Kadar Polimer} = 49,21 \%$$

$$\text{Kadar Abu} = 24,15 \%$$

Perhitungan :

Kadar Karbon

$$= 100\% - (\text{Kadar Ekstrak Aseton} + \text{Kadar Polimer} + \text{Kadar Abu})$$

$$= 100\% - (7,60 \% + 49,21 \% + 24,15 \%)$$

$$= 19,04 \%$$

Sampel : A2

- **Kadar Ekstrak Aseton**

$$\text{Kertas Saring (KS)} = 0,7967 \text{ g}$$

$$\text{Berat Contoh (BC)} = 2,0474 \text{ g}$$

$$\text{Ekstrak SKAT} = 1,0179 \text{ g}$$

Kertas Saring (KS) + Ekstrak SKAT	= 1,8146 g
Berat Labu	= 85,3500 g
Ekstrak Setelah Distilasi	= 0,1831 g
Berat Labu + Ekstrak Setelah Distilasi	= 85,5331 g

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Kadar Ekstrak Aseton (EA)} &= \frac{(\text{Berat Labu Ekstrak} - \text{Berat Labu})}{(\text{Berat Contoh})} \times 100 \% \\ &= \frac{(85,5331 \text{ g} - 85,3500 \text{ g})}{(2,0474 \text{ g})} \times 100\% \\ &= 8,94 \% \end{aligned}$$

- **Kadar Polimer**

Bobot Perahu Porselen	= 15,3621 g
Bobot Perahu Porselen + Contoh (B.PPC)	= 16,1636 g
Bobot Contoh (BC)	= 16,1636 g – 15,3621 g
	= 0,8015 g
Bobot Setelah Pirolisis	= 15,7772 g

Bobot Contoh Sebenarnya (BS)

$$= (\text{BC} \times 100) : (100 - \text{Kadar Ekstrak Aseton})$$

$$= (0,8015 \text{ g} \times 100) : (100 - 8,94\%)$$

$$= 0,8802 \text{ g}$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Kadar Polimer} &= \frac{\text{B.PPC} - \text{B.Pirolisis}}{\text{BC Sebenarnya}} \times 100 \% \\ &= \frac{16,1636 \text{ g} - 15,7772 \text{ g}}{0,8802 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 43,98 \% \end{aligned}$$

- **Kadar Abu**

Bobot Contoh (BC)	= 5,2884 g
Bobot Cawan Kosong	= 32,1214 g
Bobot Abu	= 1,6248 g
Bobot Cawan + Abu (B.CA)	= 31,7462 g

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Kadar Abu} &= \frac{(\text{Bobot Cawan Abu} - \text{Bobot Cawan Kosong})}{(\text{Bobot Contoh})} \times 100\% \\ &= \frac{(32,1214 \text{ g} - 31,7462 \text{ g})}{(5,2884 \text{ g})} \times 100\% \\ &= 30,72\% \end{aligned}$$

- **Kadar Karbon**

Kadar Ekstrak Aseton = 8,94 %

Kadar Polimer = 43,89 %

Kadar Abu = 30,72 %

Perhitungan :

Kadar Karbon

$$= 100\% - (\text{Kadar Ekstrak Aseton} + \text{Kadar Polimer} + \text{Kadar Abu})$$

$$= 100\% - (8,94\% + 43,89\% + 30,72\%)$$

$$= 16,44\%$$

Sampel : A3

- **Kadar Ekstrak Aseton**

Kertas Saring (KS) = 0,8490 g

Berat Contoh (BC) = 2,0285 g

Ekstrak SKAT = 0,9977 g

Kertas Saring (KS) + Ekstrak SKAT = 1,8467 g

Berat Labu = 59,4909 g

Ekstrak Setelah Distilasi = 0,1632 g

Berat Labu + Ekstrak Setelah Distilasi = 59,6541 g

Perhitungan :

$$\text{Kadar Ekstrak Aseton (EA)} = \frac{(\text{Berat Labu Ekstrak} - \text{Berat Labu})}{(\text{Berat Contoh})} \times 100\%$$

$$= \frac{(59,6541 \text{ g} - 59,4909 \text{ g})}{(2,0450 \text{ g})} \times 100\%$$

$$= 8,04\%$$

- **Kadar Polimer**

Bobot Perahu Porselen = 15,1260 g

Bobot Perahu Porselen + Contoh (B.PPC) = 15,9944 g

$$\begin{aligned} \text{Bobot Contoh (BC)} &= 15,9944 \text{ g} - 15,1260 \text{ g} \\ &= 0,8684 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\text{Bobot Setelah Pirolisis} = 15,5979 \text{ g}$$

Bobot Contoh Sebenarnya (BS)

$$= (\text{BC} \times 100) : (100 - \text{Kadar Ekstrak Aseton})$$

$$= (0,8684 \text{ g} \times 100) : (100 - 8,04\%)$$

$$= 0,9443 \text{ g}$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Kadar Polimer} &= \frac{\text{B.PPC} - \text{B.Pirolisis}}{\text{BC Sebenarnya}} \times 100 \% \\ &= \frac{15,9944 \text{ g} - 15,5979 \text{ g}}{0,9443 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 41,98\% \end{aligned}$$

- **Kadar Abu**

$$\text{Bobot Contoh (BC)} = 5,2194 \text{ g}$$

$$\text{Bobot Cawan Kosong} = 32,4686 \text{ g}$$

$$\text{Bobot Abu} = 1,5724 \text{ g}$$

$$\text{Bobot Cawan + Abu (B.CA)} = 34,0410 \text{ g}$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Kadar abu} &= \frac{(\text{Bobot Cawan Abu} - \text{Bobot Cawan Kosong})}{(\text{Bobot Contoh})} \times 100\% \\ &= \frac{(34,0410 \text{ g} - 32,4686 \text{ g})}{(5,2194 \text{ g})} \times 100\% \\ &= 30,13 \% \end{aligned}$$

- **Kadar Karbon**

$$\text{Kadar Ekstrak Aseton} = 8,04 \%$$

$$\text{Kadar Polimer} = 41,98 \%$$

$$\text{Kadar Abu} = 30,13 \%$$

Perhitungan :

Kadar Karbon

$$= 100\% - (\text{Kadar Ekstrak Aseton} + \text{Kadar Polimer} + \text{Kadar Abu})$$

$$= 100\% - (8,04 \% + 41,98 \% + 30,13 \%)$$

$$= 19,85 \%$$

Sampel : A4

- **Kadar Ekstrak Aseton**

Kertas Saring (KS) = 0,7841 g

Berat Contoh (BC) = 2,0502 g

Ekstrak SKAT = 1,0552 g

Kertas Saring (KS) + Ekstrak SKAT = 1,8393 g

Berat Labu = 61,9380 g

Ekstrak Setelah Distilasi = 0,1769 g

Berat Labu + Ekstrak Setelah Distilasi = 62,1149

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Kadar Ekstrak Aseton (EA)} &= \frac{(\text{Berat Labu Ekstrak} - \text{Berat Labu})}{(\text{Berat Contoh})} \times 100 \% \\ &= \frac{(62,1149 \text{ g} - 61,9380 \text{ g})}{(2,0502 \text{ g})} \times 100\% \\ &= 8.63 \% \end{aligned}$$

- **Kadar Polimer**

Bobot Perahu Porselen = 14,4557 g

Bobot Perahu Porselen + Contoh (B.PPC) = 15,3728 g

Bobot Contoh (BC) = 15,3728 g – 14,4557 g

= 0,9171 g

Bobot Setelah Pirolisis = 14,9303 g

Bobot Contoh Sebenarnya (BS)

= (BC × 100) : (100 – Kadar Ekstrak Aseton)

= (0,9171 g × 100) : (100 – 8,63%)

= 1,0037 g

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Kadar Polimer} &= \frac{\text{B.PPC} - \text{B.Pirolisis}}{\text{BC Sebenarnya}} \times 100 \% \\ &= \frac{15,3728 \text{ g} - 14,9309 \text{ g}}{1,0037 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 44,09 \% \end{aligned}$$

- **Kadar Abu**

$$\text{Bobot Contoh (BC)} = 5,0817 \text{ g}$$

$$\text{Bobot Cawan Kosong} = 31,2675 \text{ g}$$

$$\text{Bobot Abu} = 1,5042 \text{ g}$$

$$\text{Bobot Cawan + Abu (B.CA)} = 32,7717 \text{ g}$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Kadar Abu} &= \frac{(\text{Bobot Cawan Abu} - \text{Bobot Cawan Kosong})}{(\text{Bobot Contoh})} \times 100\% \\ &= \frac{(32,7717 \text{ g} - 31,2675 \text{ g})}{(5,0817 \text{ g})} \times 100\% \\ &= 29,60\% \end{aligned}$$

- **Kadar Karbon**

$$\text{Kadar Ekstrak Aseton} = 8,63 \%$$

$$\text{Kadar Polimer} = 44,09 \%$$

$$\text{Kadar Abu} = 29,60 \%$$

Perhitungan :

Kadar Karbon

$$= 100\% - (\text{Kadar Ekstrak Aseton} + \text{Kadar Polimer} + \text{Kadar Abu})$$

$$= 100\% - (8,63 \% + 44,091 \% + 29,60 \%)$$

$$= 17,68 \%$$

Perhitungan Selisih Sampel Hasil Teoretis dengan Pengujian

- **Kadar Ekstrak Aseton**

Sampel : A1

$$\text{Hasil perhitungan teoretis} = 11,51\%$$

$$\text{Hasil perhitungan eksperimen} = 7,6\%$$

$$\text{Perhitungan selisih uji} = 11,51\% - 7,6\%$$

$$= 3,91\%$$

Sampel : A2

$$\text{Hasil perhitungan teoretis} = 13,65\%$$

$$\text{Hasil perhitungan eksperimen} = 8,94\%$$

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan selisih uji} &= 13,65\% - 8,94\% \\ &= 4,71\% \end{aligned}$$

Sampel : A3

$$\begin{aligned} \text{Hasil perhitungan teoretis} &= 10,84\% \\ \text{Hasil perhitungan eksperimen} &= 8,05\% \\ \text{Perhitungan selisih uji} &= 10,84\% - 8,05\% \\ &= 2,79\% \end{aligned}$$

Sampel : A4

$$\begin{aligned} \text{Hasil perhitungan teoretis} &= 13,69\% \\ \text{Hasil perhitungan eksperimen} &= 8,63\% \\ \text{Perhitungan selisih uji} &= 13,69\% - 8,63\% \\ &= 5,06\% \end{aligned}$$

- **Kadar Polimer**

Sampel : A1

$$\begin{aligned} \text{Hasil perhitungan teoretis} &= 44,27\% \\ \text{Hasil perhitungan eksperimen} &= 49,21\% \\ \text{Perhitungan selisih uji} &= 49,21\% - 44,27\% \\ &= 4,94\% \end{aligned}$$

Sampel : A2

$$\begin{aligned} \text{Hasil perhitungan teoretis} &= 40,51\% \\ \text{Hasil perhitungan eksperimen} &= 43,9\% \\ \text{Perhitungan selisih uji} &= 43,9\% - 40,51\% \\ &= 3,39\% \end{aligned}$$

Sampel : A3

$$\begin{aligned} \text{Hasil perhitungan teoretis} &= 43,53\% \\ \text{Hasil perhitungan eksperimen} &= 41,99\% \\ \text{Perhitungan selisih uji} &= 43,53\% - 41,99\% \\ &= 1,54\% \end{aligned}$$

Sampel : A4

$$\begin{aligned} \text{Hasil perhitungan teoretis} &= 42,24\% \\ \text{Hasil perhitungan eksperimen} &= 44,09\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perhitungan selisih uji} &= 44,09\% - 42,24\% \\ &= 1,85\% \end{aligned}$$

- **Kadar Abu**

- **Sampel : A1**

$$\begin{aligned} \text{Hasil perhitungan teoretis} &= 27,90\% \\ \text{Hasil perhitungan eksperimen} &= 24,15\% \\ \text{Perhitungan selisih uji} &= 27,90\% - 24,15\% \\ &= 3,75\% \end{aligned}$$

- **Sampel : A2**

$$\begin{aligned} \text{Hasil perhitungan teoretis} &= 30,91\% \\ \text{Hasil perhitungan eksperimen} &= 30,72\% \\ \text{Perhitungan selisih uji} &= 30,91\% - 30,72\% \\ &= 0,19\% \end{aligned}$$

- **Sampel : A3**

$$\begin{aligned} \text{Hasil perhitungan teoretis} &= 30,94\% \\ \text{Hasil perhitungan eksperimen} &= 30,13\% \\ \text{Perhitungan selisih uji} &= 30,94\% - 30,13\% \\ &= 0,81\% \end{aligned}$$

- **Sampel : A4**

$$\begin{aligned} \text{Hasil perhitungan teoretis} &= 29,83\% \\ \text{Hasil perhitungan eksperimen} &= 29,6\% \\ \text{Perhitungan selisih uji} &= 29,83\% - 29,6\% \\ &= 0,23\% \end{aligned}$$

- **Kadar Karbon**

- **Sampel : A1**

$$\begin{aligned} \text{Hasil perhitungan teoretis} &= 16,32\% \\ \text{Hasil perhitungan eksperimen} &= 19,04\% \\ \text{Perhitungan selisih uji} &= 19,04\% - 16,32\% \\ &= 2,72\% \end{aligned}$$

- **Sampel : A2**

$$\text{Hasil perhitungan teoretis} = 14,93\%$$

Hasil perhitungan eksperimen	= 16,44%
Perhitungan selisih uji	= 16,44% – 14,93%
	= 1,51%

Sampel : A3

Hasil perhitungan teoretis	= 14,68%
Hasil perhitungan eksperimen	= 19,85%
Perhitungan selisih uji	= 19,85% – 14,68%
	= 5,17%

Sampel : A4

Hasil perhitungan teoretis	= 14,24%
Hasil perhitungan eksperimen	= 17,68%
Perhitungan selisih uji	= 17,68% – 14,24%

LAMPIRAN B
TABEL DATA KADAR

Tabel B.1 Data Kadar Ekstrak Aseton

Kode	Berat Contoh (g)	Berat Labu (g)	Berat labu + Ekstrak (g)	Berat Ekstrak (g)	Kadar Ekstrak (%)
A1	2,0431	61,9407	62,0959	0,1552	7,5962
A2	2,0474	85,3500	85,5331	0,1831	8,94
A3	2,0285	59,4909	59,6541	0,1632	8,04
A4	2,0502	61,9380	62,1149	0,1769	8,63

Tabel B.2 Data Kadar Polimer

Kode	Bobot Perahu Porselen (g)	Bobot Perahu porselen + contoh (g)	Bobot Contoh (g)	Bobot Contoh Sebenarnya (g)	Bobot Setelah Pirolisis (g)	Kadar Polimer (%)
A1	14,9815	15,9261	0,9446	1,0223	15,4230	49,21
A2	15,3621	16,1636	0,8015	0,8802	15,7772	43,89
A3	15,1260	15,9944	0,8684	0,9443	15,5979	41,98
A4	14,4557	15,3728	0,9171	1,0037	14,9309	44,09

Tabel B.3 Kadar Abu

Kode	Bobot Contoh (g)	Bobot Cawan Kosong (g)	Bobot Cawan + Abu (g)	Bobot Abu (g)	Kadar Abu (%)
A1	5,0323	32,5425	33,7576	1,2151	24,15
A2	5,2884	30,1214	31,7462	1,6248	30,72
A3	5,2194	32,4686	34,0410	1,5724	30,13
A4	5,0817	31,2675	32,7717	1,5042	29,60

Tabel B.4 Data Kadar Karbon

kode	Kadar Ekstrak Aseton (%)	Kadar Polimer (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Carbon (%)
A1	7,60	49,21	24,15	19,04
A2	8,94	43,9	30,72	16,44
A3	8,04	41,99	30,13	19,85
A3	8,63	44,09	29,60	17,68

Tabel B.5 Data Total Keseluruhan

kode	Kadar Ekstrak Aseton (%)	Kadar Polimer (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Carbon (%)
A1	7,60	49,21	19,04	100
A2	8,94	43,9	16,44	100
A3	8,04	41,99	19,85	100
A4	8,63	44,09	17,68	100

LAMPIRAN C
GAMBAR ALAT PENGUJIAN



Gambar C.1 Alat *Open mill*



Gambar C.2 Alat *Disk mill*



Gambar C.3 Proses Ekstraksi



Gambar C.4 *Oven*



Gambar C.5 Alat Pirolisis



Gambar C.6 Alat *Muffle* (Tanur)



Gambar C.7 Pembakar Listrik



Gambar C.8 Timbangan *Digital*



Gambar C.9 Labu Ukur



Gambar C.10 Desikator



Gambar C.11 *Soxhlet*



Gambar C.12 Perahu Poselen



Gambar C. 13 Cawan Porselen



Gambar C.14 Selongsong Pirolisis



Gambar C.15 Gunting penjempit



Gambar C.16 Alat FTIR

Sumber : Pusat Penelitian Karet (PPK)

LAMPIRAN D
GAMBAR BAHAN PENGUJIAN



Gambar D.1 *Brown Crepes*



Gambar D.2 Serbuk Ban Bekas



Gambar D.3 SKAT



Gambar D.4 Aseton pa



Gambar D.5 Bahan Kimia Karet
Sumber : Pusat Penelitian Karet (PPK)