

**STUDI PENGARUH PERLAKUAN KIMIA SERAT SABUT KELAPA
TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT SERAT SABUT
KELAPA/KARET ALAM**

(Skripsi)

Oleh

**AYOGA TRI ISMI AJI
(1515021002)**



JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

2021

ABSTRACT

STUDY OF THE EFFECT CHEMICAL TREATMENT OF COCONUT FIBER ON THE TENSILE STRENGTH OF COCONUT FIBER/NATURAL RUBBER COMPOSITES

By

AYOGA TRI ISMI AJI

Composite is a combination of two or more materials that have different material properties. Natural rubber is one of the renewable materials that can be used in the manufacture of composites. The purpose of this research to determine the effect of chemical treatment of coco fiber on the tensile strength of composites of coconut coir fiber and natural rubber. In this study, the chemical treatment of 5% NaOH and acetic anhydride with chemical treatment variants of 5%, 10% and 15% chemical treatment of acetic anhydride was used. The first composite manufacturing process is natural rubber and formic acid then pouring it into the mold. After that, the specimen press and oven. The test carried out is a tensile test which produces the highest average value of tensile strength in the natural rubber-coconut shabu fiber composite chemical treatment 10% of 4. 684 MPa and the average value of the lowest tensile strength in the natural rubber-coconut fiber composite using 5% chemical treatment was 3,033 MPa. The level of chemical treatment of acetic anhydride on the fiber affects the tensile strength produced and the interfacial bond formed as seen in the SEM photo observations. In the SEM photo observation, it can be seen that the interfacial bond and the adhesion between coconut coir fiber and natural rubber increased.

Keywords: Composite, , NaOH, Acetic Anhydride, Natural Rubber, Natural Fiber, TensileTest, SEM.

ABSTRAK

STUDI PENGARUH PERLAKUAN KIMIA SERAT SABUT KELAPA TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA/KARET ALAM

**Oleh
AYOGA TRI ISMI AJI**

Komposit merupakan penggabungan dua material atau lebih yang memiliki sifat material yang berbeda. Karet alam merupakan salah satu material terbaharukan yang dapat digunakan dalam pembuatan komposit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perakuan kimia serat sabut kelapa terhadap kekuatan tarik komposit serat sabut kelapa dan karet alam. Dalam penelitian ini menggunakan perlakuan kimia NaOH sebesar 5% dan asetat anhidrida dengan perlakuan kimia asetat anhidrida 5%, 10% dan 15%. Proses pembuatan komposit yang pertama yaitu karet alam dan asam formiat dituangkan kedalam cetakan. Kemudian komposit di pres dan proses selanjutnya komposit di oven. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik yang menghasilkan nilai rata-rata kekuatan tarik tertinggi pada komposit karet alam- serat sabut kelapa perlakuan kimia 10% sebesar 4.684 MPa dan nilai rata-rata kekuatan tarik terendah pada komposit karet alam-serat sabut kelapa perlakuan kimia 5% sebesar 3.033 MPa. Tingkat kadar perlakuan kimia asetat anhidrida pada serat mempengaruhi kekuatan tarik yang dihasilkan serta ikatan antarmuka yang terbentuk seperti pada pengamatan foto SEM. Pada pengamatan foto SEM dapat dilihat ikatan antar muka dan adhesi antara serat sabut kelapa dan karet alam meningkat.

Kata kunci: Komposit, Naoh, Asetat Anhidrida, Karet Alam, Serat Alam, Uji Tarik, SEM.

**STUDI PENGARUH PERLAKUAN KIMIA SERAT SABUT KELAPA
TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT SERAT SABUT
KELAPA/KARET ALAM**

Oleh:

AYOGA TRI ISMI AJI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2021

Judul Skripsi : **STUDI PENGARUH PERLAKUAN KIMIA
SERAT SABUT KELAPA TERHADAP
KEKUATAN TARIK KOMPOSIT SERAT SABUT
KELAPA/KARET ALAM**

Nama Mahasiswa : **Ayoga Tri Ismi Aji**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1515021002**

Jurusan : **Teknik Mesin**

Fakultas : **Teknik**

MENYETUJUI
Komisi Pembimbing



Dr. Eng. Shirley Savetlana, S.T., M.Met.
NIP. 19740202 199910 2 001



Harnowo Supriadi S.T., M.T.
NIP. 19690909 199703 1 002

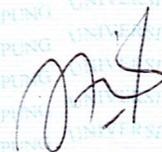
MENGETAHUI

Ketua Jurusan
Teknik Mesin



Dr. Amrul, S.T., M.T.
NIP. 19710331 199903 1 003

Ketua Program Studi
S1 Teknik Mesin



Novri Tanti, S.T., M.T.
NIP. 19701104 199703 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Eng. Shirley Savetlana , S.T., M.Met.

Anggota Penguji : Harnowo Supriadi, S.T., M.T

Penguji Utama : Zulhanif, S.T., M.T.



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc
NIP. 197509282001121002

☞

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 8 Desember 2021



LEMBAR PERNYATAAN

Penulis dengan ini menyatakan bahwa:

1. Skripsi dengan judul Studi Pengaruh Perlakuan Kimia Serat Sabut Kelapa Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Sabut Kelapa/Karet Alam adalah karya pribadi dan tidak melakukan penjiplakan atas karya orang lain sebagaimana diatur dalam pasal 36 peraturan Rektor Universitas Lampung No. 13 Tahun 2019 tentang peraturan akademik Universitas Lampung.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah yang berkaitan dengan hal ini sepenuhnya diserahkan kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini apabila terjadi suatu hal yang tidak dibenarkan, penulis bersedia menanggung sanksi yang berlaku kepada penulis.

Bandar Lampung,
Pembuat Pernyataan



Ayoga Tri Ismi Aji
NPM. 1515021002

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Way Kanan, pada tanggal 09 Oktober 1996. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara pasangan Bapak Nyoto dan Ibu Semi. Penulis menyelesaikan pendidikan taman kanak-kanak di TK Darma Wanita Banjit, Way Kanan pada tahun 2003. Penulis Menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 01 Banjit Way Kanan pada tahun 2009, pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 29 Bandar Lampung pada tahun 2012, dan pendidikan menengah akhir di SMA Negeri 3 Bandar Lampung pada tahun 2015. Penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Lampung pada tahun 2015 melalui penerimaan jalur undangan (SNMPTN) pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Penulis telah melaksanakan Program Kerja Praktik (KP) di PT. Indo America Seafood Tanjung Bintang Lampung Selatan pada tahun 2018. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata Tematik (KKN-Tematik) pada tahun 2020 di Desa Bhakti Negara, Kecamatan Pakuan Ratu, Kabupaten Way Kanan. Pada tahun 2020 penulis melanjutkan Penelitian Skripsi dengan Judul “Studi Pengaruh Perlakuan Kimia Serat Sabut Kelapa Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Sabut Kelapa/Karet Alam” dibawah Bimbingan Ibu Dr. Eng. Shirley Savetlana, M.Met., dan Bapak Harnowo Supriadi, S.T., M.T..

MOTTO

**“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat”
(QS. Al-Mujadalah : 11)**

**“...Jangan lah kamu berduka cita, sesungguhnya Allah selalu bersama kita ”
(QS. At- Taubah :40)**

**“Sesungguhnya setiap amalan tergantung pada niatnya. Dan sesungguhnya seseorang hanya mendapatkan apa yang dia niatkan”
(HR. Bukhari dan Muslim)**

“Menuntut ilmu bisa dilakukan kapan dan dimana saja, kesempatan merawat orang tua tidak datang untuk yang kedua kali ”

SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT karena berkat limpahan rahmat dan karunia-Nya skripsi yang berjudul **“STUDI PENGARUH PERLAKUAN KIMIA SERAT SABUT KELAPA TERHADAP KEKUATAN TARIK KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA/KARET ALAM”** dapat penulis selesaikan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan tinggi di Fakultas Teknik di Universitas Lampung.

Skripsi ini dapat diselesaikan atas bantuan berupa dukungan moril, bimbingan, arahan, motivasi serta kritik dan saran yang sangat berarti. Sehingga pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih dengan tulus kepada:

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.
2. Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung Bapak Dr. Amrul, S.T., M.T.
3. Ketua Program Studi Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung Ibu Novri Tanti, S.T., M.T.
4. Ibu Dr. Eng. Shirley Savetlana, M.Met., selaku Dosen Pembimbing I karena telah banyak memberikan saran, arahan, motivasi dan banyak ilmu baru dalam penulisan skripsi ini.

5. Bapak Harnowo Supriadi, S.T., M.T., selaku Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu berdiskusi untuk kelancaran skripsi ini.
6. Bapak Zulhanif, S.T., M.T., selaku Penguji yang telah memberikan masukan dan koreksi untuk kelayakan skripsi ini.
7. Bapak Ir. Herry Wardono, M.Sc., selaku Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan masukan selama menempuh perkuliahan
8. Seluruh Dosen Teknik Mesin atas ilmu yang telah diberikan selama penulis melaksanakan studi, baik materi akademik serta motifasi untuk masa yang akan datang. Tak lupa juga terima kasih kepada seluruh staff dan karyawan Gedung H Teknik Mesin Universitas Lampung.
9. Kedua orang tua saya bapak Nyoto dan almarhumah ibu Semi yang selalu memberikan kasih sayang, doa, dan dukungan yang tak terbatas serta tak terbalaskan. Terima kasih pula karena tidak pernah lelah menyemangati saya untuk menyelesaikan perkuliahan ini.
10. Agung Pratama (kakak) dan Asriana Ramadhan (adik) yang selalu memberikan motivasi untuk dapat menyelesaikan penulisan ini.
11. Teman Terkasihku Meirin Jasuma Putri, S.M., yang selalu setia menemani, mendoakan, motivasi, membantu serta selalu memberikan kasih sayang.
12. Teman-teman seperjuangan “TEKNIK MESIN 2015” serta teman-teman tongkrongan dan KP saya yang menemani dari menjadi mahasiswa baru hingga menjadi mahasiswa tingkat akhir, Alfiza (Aal), M.IIham Hambali, Farid Akam serta teman-teman yang lainnya.

13. Keluarga Besar “VESPA UNILA” yang sudah memberikan dukungan, canda tawa, kenangan dan kebersamaan, Iqbal, Akmal, Anam, Rouf, Eli serta anggota lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
14. Sahabat-sahabat terbaikku SMA 3 Bandar Lampung (Arini, Yuri, Aji, Andre) dan yang selalu memberikan cerita dalam perjalanan hidup, terima kasih Novrizal, Prasetyo, Panzi Romansyah, Budi, Vino, Yogi, Dewa Made Adyana dan yang lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
15. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu terimakasih telah membantu penulis selama kuliah dan proses penyelesaian skripsi. Penulis berharap skripsi yang sederhana ini dapat memberikan inspirasi dan berguna bagi bangsa Indonesia. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya.

Bandar Lampung,

Penulis

Ayoga Tri Ismi Aji

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| DAFTAR ISI | i |
| DAFTAR GAMBAR | iii |
| DAFTAR TABEL | v |
| | |
| I. PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.3 Batasan Masalah | 5 |
| 1.4 Sistem Penulisan..... | 6 |
| | |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Karet Alam..... | 7 |
| 2.2 Komposit | 9 |
| 2.3 Serat Alami | 11 |
| 2.4 Serat Sabut Kelapa..... | 12 |
| 2.5 Perlakuan Alkali | 14 |
| 2.6 Perlakuan Anhidrida Asetat | 14 |
| 2.7 Kekuatan Tarik | 15 |
| 2.8 Scanning Electron Microscope (SEM) | 18 |
| | |
| III. METEDOLOGI PENELITIAN | |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian..... | 20 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 20 |
| 3.3 Metode Penelitian | 30 |
| 3.4 Pengujian Komposit..... | 33 |
| 3.5 Dagram Alur Penelitian | 35 |
| 3.6 Diagram Alur Pembuatan Spesimen | 36 |
| | |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1 Sampel Uji Tarik..... | 37 |
| 4.2 Uji Tarik..... | 39 |

| | |
|---|----|
| A. Uji Tarik Spesimen KA-SK.5 | 39 |
| B. Uji Tarik Spesimen KA-SK.10 | 42 |
| C. Uji Tarik Spesimen KA-SK.15 | 45 |
| D. Nilai Rata-rata Tegangan Tarik | 48 |
| E. Nilai Rata-rata Regangan Tarik | 49 |
| F. Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas | 50 |
| 4.3 Hasil dan Pembahasan Uji SEM..... | 51 |
| A. Uji SEM Spesimen Perlakuan Kimia 5% | 51 |
| B. Uji SEM Spesimen Perlakuan Kimia 10% | 53 |

V. KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan | 56 |
| 5.2 Saran | 57 |

DAFTAR PUSTAKA

Lampiran

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|----------------|
| 2.1 Perkebunan karet dan proses penyadapan karet | 7 |
| 2.2 Struktur komposit serat..... | 10 |
| 2.3 Komposit partikel | 11 |
| 2.4 Komposit lapis..... | 11 |
| 2.5 Dimensi dan bentuk dumbel ASTM-D 412..... | 16 |
| 2.6 Skema uji tarik | 17 |
| 2.7 Skema SEM mengenai permukaan..... | 19 |
| 3.1 Karet alam | 21 |
| 3.2 Sabut kelapa | 21 |
| 3.3 NaOH | 22 |
| 3.4 Asam formiat | 23 |
| 3.5 Asam asetat | 23 |
| 3.6 <i>Perchloric acid</i> | 24 |
| 3.7 Asetat anhidrida..... | 24 |
| 3.8 Amonia | 25 |
| 3.9 Alat uji tarik shimadzu AG-50 kNXPlus..... | 26 |
| 3.10 Dimensi specimen uji ASTM-D 412 | 26 |
| 3.11 Cosmos CO-9909 B | 27 |
| 3.12 Alat uji SEM | 27 |
| 3.13 Timbangan digital | 28 |
| 3.14 Alat <i>press</i> | 29 |
| 3.15 Cetakan baja..... | 29 |
| 3.16 Saringan 100 mesh..... | 30 |
| 3.17 Bentuk <i>dembbel Die C</i> uji tarik (ASTM-D412)..... | 33 |
| 3.18 Diagram alur penelitian | 35 |
| 3.19 Diagram alur pembuatan spesimen | 36 |

| | | |
|------|---|----|
| 4.1 | Spesimen uji tarik komposit KA-SK.5 | 37 |
| 4.2 | Spesimen uji tarik komposit KA-SK.10 | 38 |
| 4.3 | Spesimen uji tarik komposit KA-SK.15 | 38 |
| 4.4 | Grafik tegangan-regangan komposit KA-SK.5 | 39 |
| 4.5 | Spesimen komposit KA-SK.5 sesudah uji tarik | 41 |
| 4.6 | Grafik tegangan-regangan komposit KA-SK.10 | 42 |
| 4.7 | Spesimen komposit KA-SK.10 sesudah uji tarik | 44 |
| 4.8 | Grafik tegangan-regangan komposit KA-SK.15 | 45 |
| 4.9 | Spesimen komposit KA-SK.15 sesudah uji tarik | 47 |
| 4.10 | Grafik rata-rata tegangan tarik komposit..... | 48 |
| 4.11 | Grafik rata-rata regangan tarik komposit..... | 49 |
| 4.12 | Grafik rata-rata modulus elastisitas komposit | 50 |
| 4.13 | Hasil foto SEM komposit KA-SK.5 | 52 |
| 4.14 | Hasil foto SEM komposit KA-SK.10 | 54 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|----------------|
| 2.1 Komposit karet alam..... | 8 |
| 2.2 Dimensi ukuran <i>dumbbel</i> | 15 |
| 3.1 Komposisi lateks | 21 |
| 3.2 Sifat sabut kelapa | 22 |
| 3.3 Sifat NaOH | 22 |
| 3.4 Sifat asam formiat | 23 |
| 3.5 Sifat asam asetat | 23 |
| 3.6 Sifat <i>perchloric acid</i> | 24 |
| 3.7 Sifat asetet anhidrida | 25 |
| 3.8 Sifat amonia | 25 |
| 3.9 Spesifikasi Cosmos CO-9909 B | 27 |
| 3.10 Spesifikasi Alat uji SEM | 28 |
| 3.11 Spesifikasi <i>Kitchen Scale</i> SF – 400 | 28 |
| 3.12 Spesifikasi alat Press | 29 |
| 3.13 Perlakuan kimia serat kelapa | 31 |
| 3.14 Variasi campuran karet alam dan serat | 32 |
| 3.15 Data hasil uji tarik | 34 |
| 4.1 Data hasil uji tarik komposit KA-SK.5..... | 40 |
| 4.2 Data hasil uji tarik komposit KA-SK.10..... | 43 |
| 4.3 Data hasil uji tarik komposit KA-SK.15..... | 46 |

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Karet merupakan salah satu hasil perkebunan yang sangat penting. Hasil dari pengolahan karet dapat dijadikan berbagai jenis produk yang bernilai dan bermutu tinggi, alat rumah tangga, ban kendaraan dan lain-lain. Berdasarkan data Ditjen Perkebunan Hasil Pertanian tahun 2013, nilai ekspor karet Indonesia mencapai 9,83 juta ton dengan pendapatan sebesar 29,79 miliar USD. Nilai ekspor tersebut terdiri atas hasil perkebunan rakyat sebesar 78,97 %, perkebunan negara sebesar 10,08 %, dan perkebunan swasta sebesar 10,95 % dari total luas area perkebunan karet sebesar 3.555.763 ha (Ditjen Perkebunan, 2013). Perkembangan kinerja ekspor pertanian Indonesia menunjukkan pertumbuhan yang cukup baik khususnya hasil perkebunan, salah satu komoditas unggulan ekspor yang menjadi target pengembangan karena memiliki potensi pasar yang cukup luas adalah karet alam. Produksi karet alam dunia pada tahun 2016 dikuasai oleh Indonesia, dan Thailand dengan pangsa pasar 59.50% . Indonesia menduduki posisi kedua dengan produksi 3,16 juta ton setelah Thailand dengan produksi sebesar 4,48 juta ton pada tahun 2016 (FAO, 2018).

Indonesia juga merupakan negara penghasil kelapa terbesar di dunia. Beberapa negara penghasil kopra terbesar di dunia adalah Indonesia, Filipina, dan India. Kelapa / *cocos nucifera l* dikenal sebagai tanaman serbaguna karena setiap bagian dari tanaman ini memiliki manfaat yang berguna bagi kehidupan serta memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Beberapa bentuk produk kelapa

yang dekat dengan kehidupan adalah santan kelapa, minyak kelapa, air kelapa, dan produk lainnya. Salah satu bagian terpenting dari tanaman kelapa adalah buah kelapa. Buah kelapa terdiri dari beberapa bagian yaitu kulit luar kelapa, sabut, tempurung, daging buah dan air kelapa. Semua bagian tersebut dapat diolah menjadi beberapa produk turunannya. Walaupun Indonesia penghasil kelapa terbesar di dunia tetapi, pemanfaatan sabut kelapa masih sangat rendah sehingga nilai tambah dari produk rendah. Hal ini terbukti dari produksi kelapa yang tinggi yaitu sekitar 15 miliar butir per tahun tetapi Indonesia baru mampu menyuplai 10% kebutuhan dunia akan *coco fiber* dengan produksi 50 ton per tahun sementara secara nasional pemanfaatan sabut kelapa baru 3,2% dari total produksi. Indonesia jauh tertinggal dari Sri Lanka dan India dalam pemenuhan kebutuhan dunia dimana kedua negara tersebut sudah mampu mengeskpor 70% *coco fiber* (APPC, 2006).

Di Indonesia pemanfaatan kedua bahan tersebut masih belum optimal. Petani karet hanya melakukan penyadapan pohon karet yang menghasilkan lateks atau getah dan melakukan penggumpalan menggunakan asam formiat. Karet yang telah terkumpul dalam beberapa hari kemudian dijual begitu saja. Cara yang dilakukan petani tersebut dinilai kurang efektif dan tidak optimal dalam pemanfaatan nilai ekonomis produk karet alam. Begitu pun petani kelapa yang membuang atau menjual sabut kelapa begitu saja tanpa memanfaatkannya dan memberikan nilai lebih. Dalam hal ini perlu dilakukan teknologi rekayasa terhadap pemanfaatan getah karet alam, sehingga dapat dihasilkan sifat karet alam yang jauh lebih baik. Salah satunya strategi sederhana untuk memperbaiki ini adalah dengan menambah atau menyampurkannya salah satu serat alam yaitu sabut kelapa. Tujuan penambahan bahan tersebut adalah untuk mengetahui apakah memperbaiki sifat mekanik karet seperti peningkatan kekuatan, peningkatan kekerasan, tahan gesekan dan sebagainya. Karet alam yang telah tercampur dengan bahan lain sebagai penguat serat atau unsurnya disebut dengan komposit karet alam.

Dalam penelitian ini serat sabut kelapa merupakan bahan yang dipilih sebagai pembuatan komposit dengan menggunakan serat alam. Sabut kelapa memiliki sifat tahan lama, sangat ulet, kuat terhadap gesek, tidak mudah patah, tahan terhadap tidak mudah membusuk, tahan terhadap jamur dan hama serta tidak dihuni oleh rayap dan tikus sehingga serat alam ini bisa menjadi alternatif *filler* bahan komposit, karena selain murah, ketersediaan serabut kelapa sangat berlimpah (Moncrieff, 1983).

Penelitian yang dilakukan oleh Fidelis Chigondo dkk yang berjudul *Maize Stalk As Reinforcement In Natural Rubber Composites* dengan serat direndam dengan berisi 10 mL larutan natrium hidroksida setengah jam dan suhu campuran dijaga pada suhu 20°C. kemudian diasetilasi dengan direndam 15 ml asam asetat (10%) dilanjutkan penambahan 1% asam perklorat. Kemudian di rendam dengan asetat anhidrida 30 ml (20%) selama 45 menit. Didapat kesimpulan Modifikasi kimiawi menghasilkan peningkatan adhesi antar muka antara serat dan matriks karet alam.

Penelitian oleh Onyekwere dkk yang berjudul *Optimisation Of Acetylation Parameters For Reduced Moisture Absorption Of Bamboo Fibre Using Taguchi Experimental Design And Genetic Algorithm Optimisation Tools*. Melakukan penelitian dengan varian 5%, 10%, 15% asam asetat anhidrida. Perendaman dengan asam asetat 15% dengan waktu 50 menit dan perendaman asam asetat anhidrida 10 % dengan waktu 30 menit kemudian dioven 80 °C menghasilkan penyerapan kelembaban air paling sedikit yaitu 54%.

Penelitian oleh Moyeenuddin A Sawpan dkk yang berjudul *Effect of various chemical treatments on the fibre structure and tensile properties of industrial hemp fibres*. Dengan perendaman 5% asam asetat dan asam asetat anhidrida selama 15 menit, kemudian di oven 120 C selama 2 jam dan di bersihkan menggunakan aquades dan kembali di oven 80 C selama 48 jam menghasilkan permukaan serat yang lebih halus.

Penelitian oleh Oladele dkk yang berjudul *Acetylation Treatment for the Batch Processing of Natural Fibers: Effects on Constituents, Tensile Properties and Surface Morphology of Selected Plant Stem Fibers*. Melakukan penelitian perendaman 3 jam dengan suhu kamar dan dengan variasi asam asetat anhidrida 2%,4%,6% menghasilkan peningkatan regangan paling tinggi varian 4%.

Penelitian yang dilakukan oleh Tserki dkk yang berjudul *A Study The Effect of Acetylation and Propionylation on the interface of natural fiber Biodegradable composites*. Peningkatan *interface* paling optimal dengan melakukan perendaman 2 jam. Kemudian pada penelitian yang dilakukan oleh Beztout dkk yang berjudul *The effects of Acetylation on properties of flax fibre and its polypropylene composites* dengan variasi asam asetat anhidrida 3,6% 12% 18% dan 34 %. Varian 12% memiliki nilai tertinggi dalam mendegradasi lignin. Pada varian 18% kekuatan Tarik paling tertinggi dan sekitar 25% peningkatan kekuatannya.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Zulkifli (2019) Perlakuan alkali terhadap komposit serat sabut kelapa mempengaruhi sifat mekanik sifat kekuatan impak dari material komposit dengan kekuatan impak dan energi serap material komposit memiliki hubungan terbalik terhadap jumlah konsentrasi larutan alkalinya. Makin tinggi konsentrasi larutan alkalinya akan menyebabkan makin kecilnya energi serap dan kekuatan impak dari material komposit berkuat serat sabut kelapa.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Bakri, (2011) tunjauan aplikasi serat sabut kelapa sebagai penguat material komposit dimana didapat kesimpulan bahwa serat sabut kelapa memiliki kekuatan tarik dan modulus yang lebih rendah dibanding dengan serat lainnya, namun elongasinya yang paling tinggi mencapai 30%.

Penelitian-penelitian diatas menunjukkan perubahan sifat mekanik komposit karet alam berpenguat sabut kelapa yang di sebabkan oleh perlakuan kimia NaOH dan asetat anhidrida yang bertujuan untuk meningkatkan kekutan Tarik dari komposit karet. Untuk itu peneliti ini di lakukan agar dapat memberikan informasi mengenai komposit karet alam berpenguat serat sabut kelapa kepada khalayak ramai guna memajukan pemanfaatan serat alam yang ada di Indonesia.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh perlakuan kimia NaOH dan asetat anhidrida terhadap kekuatan tarik dari komposit karet alam berpenguat serat sabut kelapa.
2. Mengetahui mekanisme kegagalan komposit karet alam-sabut kelapa berdasarkan pengamatan foto *Scanning Electron Microscope* (SEM).

1.3 Batasa Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup yang jelas berdasarkan uraian yang telah dikemukakan pada latar belakang di atas, maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut :

1. Bahan pengisi pada karet alam yaitu serat sabut kelapa.
2. Perlakuan kimia terhadap serat sabut kelapa menggunakan bahan kimia NaOH dan asetat anhidrida.
3. Pengujian mekanik yang dilakukan adalah pengujian kekuatan tarik dan pengamatan analisa morfologi kegagalan dengan foto *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

1.4 Sistem Penulisan

Adapun sistematika dalam penulisan yang digunakan penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

I. PENDAHULUAN

Pendahuluan pada tugas akhir ini berisikan diantaranya yaitu Latar Belakang, Tujuan Penelitian, Batasan Masalah, dan Sistematika Penulisan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka pada tugas akhir ini berisikan diantaranya yaitu pengertian tentang Karet Alam, Jenis-Jenis Karet Alam, Perbedaan Karet Alam dengan Karet Sintetis, Bahan Penyusun Kompon atau Komposit Karet Alam, Komposit, Metode Pencampuran Komposit Partikel, Karbon Hitam, Kekuatan Tarik dan Scanning Electron Microscopy (SEM).

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian pada penelitian tugas akhir ini berisikan diantaranya yaitu Waktu dan Tempat, Bahan dan Alat, Metode Penelitian, Pengujian Komposit, Diagram Alur Proses Pembuatan Sampel (Spesimen), dan Diagram Alur Penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pembahasan pada tugas akhir ini berisikan diantaranya yaitu Hasil Uji Tarik komposit Karet alam-Sabut kelapa perlakuan NaOH 5% dan komposit Karet alam-Sabut kelapa perlakuan NaOH, Asam asetat, , dan gambar sempel komposit Karet alam-Sabut kelapa dari pengujian *SEM*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan adalah menjelaskan kesimpulan dan saran dari data-data yang diperoleh penulis tentang studi kasus yang dilaksanakan saat peneltian.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karet Alam

Tanaman karet dengan nama latin *Hevea Brasiliensis* merupakan tanaman perkebunan yang berasal dari negara Brazil. Sebagian besar perkebunan karet di Indonesia terletak di pulau Sumatra 70%, Kalimantan 24% , dan Jawa 4% pohon karet tumbuh di Indonesia sudah lama tetapi memiliki kualitas yang tidak baik dikarenakan tanaman karet hanya dijadikan salah satu koleksi di Kebun Raya Bogor, sejak tahun 1864 warga negara asing memperkenalkan karet dengan nama latin *Hevea Brasiliensi* dengan begitu kaya manfaat akhirnya karet ditanam dalam bentuk perkebunan dan menyebar ke berbagai daerah hingga pernah menjadi penghasil karet alam terbesar di dunia. Tanaman karet mulai di sadap pada saat usia minimal 5 tahun dalam proses penyadap pohon karet bisa di lakukan sampai 26 tahun lamanya dengan membiasakan sadap di malam atau subuh hari akan lebih baik proses keluarnya getah karet pada batang pohon tersebut. Gambar 2.1 menunjukkan karet perkebunan yang berada di daerah provinsi lampung.



Gambar 2.1. Perkebunan karet alam dan proses penyadapan getah karet.

(dokumen pribadi)

Karet alam berwujud cair seperti contoh gambar 2.1 disebut dengan lateks, lateks merupakan cairan yang berwarna putih seperti susu. Getah lateks dihasilkan dari proses penyadapan pohon karet. Proses penyadapan dilakukan dengan pisau sadap yang khusus dan hasil penyadapan karet alam ditampung dalam wadah penampungan lateks (Vijayakumar, 2000).

Menurut Surya, komponen karet alam atau lateks kebun secara umum adalah senyawa hidrokarbon, protein, karbohidrat, lipida, senyawa organik lain, mineral, dan air. Komposit karet alam dijelaskan di tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposit karet alam. (surya, 2016)

| No. | Komponen | Komponen dalam lateks segar (%) | Komponen dalam lateks kering (%) |
|-----|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1 | Karet hidrokarbon | 36 | 92 - 94 |
| 2 | Protein | 1,4 | 2,5 - 3,5 |
| 3 | Karbohidrat | 1,6 | - |
| 4 | Lipida | 1,6 | 2,5 - 3,2 |
| 5 | Penyawaan organik lain | 0,4 | - |
| 6 | Penyawaan anorganik | 0,5 | 0,1 - 0,5 |
| 7 | Air | 58,5 | 0,3 - 1,0 |

Bahan pengumpul adalah bahan yang apabila ditambahkan ke karet alam akan mengakibatkan pengumpulan pada karet alam. Bahan anti pengumpul adalah bahan yang apabila ditambahkan ke karet alam mengakibatkan karet alam tahan tidak mengumpul. Beberapa contoh bahan pengumpul dan bahan anti pengumpul yang biasa digunakan yaitu Larutan soda (Na_2CO_3), Amonia (NH_3), Natrium sulfat (Na_2SO_3), Asam formiat (CHOOH). Proses penggumpalan karet alam terjadi karena penguatan partikel karet yang menyebabkan daya interaksi karet dengan pelindungnya menjadi hilang. Penggunaan bahan ini mengakibatkan mengikatnya partikel karet disebabkan oleh ikatan hidrogen antara air dengan protein yang melapisi partikel karet. Proses penggumpalan

karet bisa terjadi secara alamiah yaitu dengan bantuan sinar matahari ataupun udara. Hal ini di karenakan terjadinya oksidasi pada karet alam.

2.2 Komposit

Komposit adalah penggabungan antara dua bahan material atau lebih yang berbeda. Bahan atau material ini digabung menjadi satu atau proses pencampuran dari dua material atau lebih menjadi satu. Bahan pembentuk komposit pada umumnya diklasifikasikan menjadi dua bagian yaitu bahan dengan fasa kontinyu disebut matrik, dan bahan dengan fasa diskontinyu disebut penguat, contohnya pasir, karbon hitam, dan silika (Zainuri, 2008).

Komposit merupakan sebuah system yang tertata melewati pencampuran dua material atau lebih yang berbeda, bentuk dan komposisi material tidak larut satu sama lain. Umumnya, bahan komposit merupakan bahan yang memiliki beberapa sifat yang mungkin tidak dimiliki oleh setiap komponennya. Sehingga dapat diketahui bahwa kombinasi atas pengertian tersebut tidak terbatas pada bahan matriknya (Saito, 1985).

Komposit berasal dari kata “*to compose*” yang artinya menyusun atau menggabung. Secara sederhana dapat dipahami bahwa material komposit adalah material gabungan dari dua atau lebih material yang berbeda. Sehingga komposit merupakan suatu bahan yang merupakan gabungan atau campuran dari beberapa material pada skala *makroskopis* untuk membentuk material ketiga yang mempunyai manfaat lebih (Fajar *et al*, 2013). Pada perkembangannya komposit memiliki keuntungan-keuntungan atas penggunaannya, seperti konstruksi ringan, kuat dan tidak terpengaruh oleh korosi (Wirjosentono, 1995).

Bahan komposit bisa disesuaikan di berbagai macam properti sesuai dengan kebutuhan untuk memilih bahan yang tepat, proporsi, baik komponen, distribusi, tekstur kristografi, morfologi, serta struktur dan komposisi antar komponennya, sehingga dapat menghasilkan komposit terbaik sesuai dengan kebutuhannya. Karena kesesuaian inilah, bahan komposit dapat dirancang

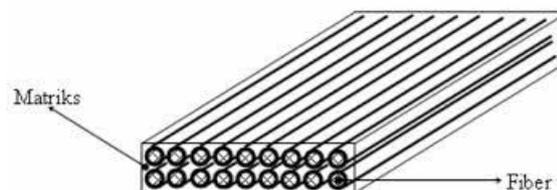
untuk memenuhi kebutuhan teknologi terkait elektronik, energi, konstruksi, biomedis dan industri lainnya (Deborah, 2009).

Material komposit adalah bahan gabungan secara makro dan di definisikan sebagai sebuah sistem material yang tersusun dari campuran dua atau lebih unsur-unsur utama yang berbeda dalam bentuk atau komposisi material dan tidak dapat dipisahkan (Schwartz, 1984).

Menurut jenis bahan pokok penyusunnya komposit dibagi menjadi tiga yaitu.

1. Komposit Serat

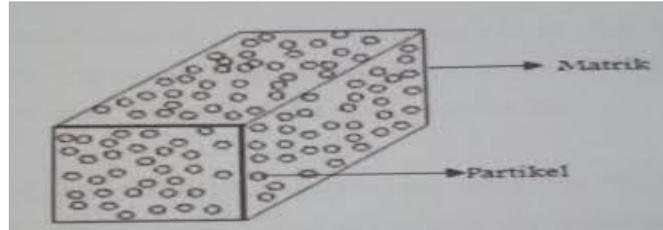
Komposit serat adalah komposit yang terdiri dari serat dan matriks (bahan dasar) yang diproduksi secara fabrikasi, misalnya serat yang ditambahkan bahan resin sebagai bahan perekat. Komposit serat merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat / *fiber*. Skema struktur untuk komposit serat / *fiber* dapat dilihat gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur komposit serat. (Diharjo, 2003)

2. Komposit Partikel

Komposit partikel adalah komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriksnya. Komposit partikel mempunyai bahan penguat yang dimensinya kurang lebih sama, seperti : bulat serpih, dan bentuk-bentuk yang berupa partikel. Skema struktur untuk komposit partikel dapat dilihat gambar 2.3

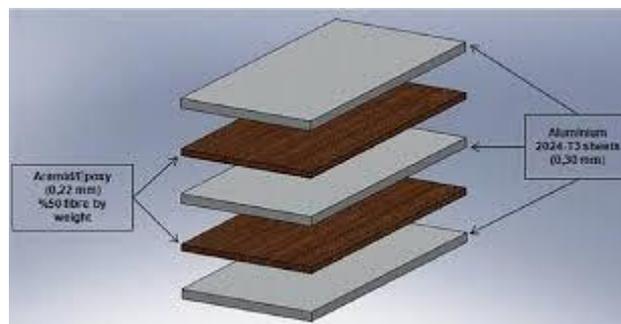


Gambar 2.3. komposit partikel. (Diharjo, 2003)

Gambar 2.5 menjelaskan skema struktur partikel yang dimasukkan ke dalam matriks sehingga menjadi bahan pengisi. Komposit partikel biasanya menggunakan bahan-bahan seperti : karbon hitam, *flay ash* arang biji sawit dan silika.

3. Komposit Lapis

Komposit lapis adalah yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu dan setiap lapisan memiliki karakteristik sifat yang berbeda-beda. Komposit lapis terdiri dari lapisan serat dan matriks. Skema struktur komposit belapung ditunjukkan gambar 2.4.



Gambar 2.4 Komposit lapis (Diharjo, 2003)

2.3 Serat alami

Serat alam adalah serat yang didapatkan dari tumbuhan yang dianggap bahan penguat komposit serat yang ramah lingkungan. Contoh serat alami yaitu jute, rami, sisal sabut kelapa / *coir* dan serat pisang / *abaca*. Semua serat ini di tanam sebagai tanaman pertanian di berbagai belahan dunia dan biasanya digunakan

untuk membuat tali, karpet, tas dan sebagainya. Komponen dari serat alami seperti selulosa, lignin dan hemiselulosa. Tergantung pada jenis serat alami, ada kandungan selulosa dengan berat kisar 60-80% dan berat kandungan lignin berkisar 5-20% (Mallick, 2008).

Serat alami dipilih karena memiliki kekuatan yang tinggi, serta serat sangat baik untuk campuran komposit. Komposit dengan campuran serat alam sangat populer dikarenakan karakter mekanisnya dan juga kemampuan daur ulang sehingga ramah lingkungan dan tidak akan mencemari lingkungan hidup. Komposit campuran serat alam memiliki beberapa keunggulan lain jika dibandingkan dengan serat gelas, serat alam marak digunakan karena kuantitas yang banyak, ramah lingkungan karena dapat terurai secara alami. Serat alam lebih murah jika dibandingkan dengan serat gelas, sehingga penelitian tentang serat alam terus dikembangkan guna mengurangi pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh limbah – limbah industri. Pada penelitian ini komposit berpenguat serat menggunakan serat sabut kelapa sebagai bahan penguat komposit serat.

2.4 Serat Sabut Kelapa

Fungsi serat adalah sebagai bahan penguat untuk memperkuat komposit sehingga sifat mekaniknya lebih kaku, tangguh dan lebih kokoh dibandingkan dengan tidak menggunakan serat penguat, selain itu serat juga dapat menghemat penggunaan resin. Kaku merupakan kemampuan dari suatu bahan untuk menahan perubahan bentuk jika dibebani dengan gaya tertentu dalam daerah elastis pada pengujian bending. Tangguh adalah ketika pemberian gaya atau beban yang menyebabkan bahan-bahan tersebut menjadi patah pada pengujian titik lentur. Kokoh adalah kondisi yang diperoleh akibat kelenturan dan proses kerja yang mengubah struktur komposit sehingga menjadi keras pada pengujian kelenturan (Jonathan dkk, 2013).

Serat sabut kelapa merupakan serat berasal dari sabut (serabut kulit kelapa) pada tanaman kelapa yang termasuk pohon batang lurus dari *family Palmae*.

Secara tradisional serat sabut kelapa hanya dimanfaatkan untuk bahan pembuat sapu, keset, tali dan alat-alat rumah tangga lain. Serat sabut kelapa memiliki kandungan 43,8% selulosa dan 45% lignin (lilin). Karakteristik serat sabut kelapa juga tergantung dari tempat tumbuh, musim dan kadar air. Serat sabut kelapa memiliki sifat mekanis seperti serat-serat alam lainnya. Serat sabut kelapa memiliki sifat mekanis Tensile Strength 95-230 MPa, Tensile Modulus 2,8-6 GPa. Berdasarkan sifat mekanis serat sabut kelapa tersebut maka perlu diterapkan sebagai bahan baku penguat pada komposit serat. Komposit dengan sifat mekanis yang tinggi memerlukan ikatan yang kuat antara serat dan matrik. Sebelum ke ikatan antara serat dan matrik maka diketahui dulu seberapa tinggi sifat mekanis yang dimiliki serat tersebut, sehingga dapat menunjukkan kualitas struktural gabungan kekuatan serat dengan matrik.

Pada komposit serat, beban dipindahkan dari matrik ke serat memakai gaya geser pada ikatan antar muka antara serat dan matrik. Ikatan antar muka komposit serat adalah permukaan yang terbentuk oleh suatu batas bersama antara serat penguat dengan matrik yang bersentuhan dengan ikatan di antara keduanya dan mempertahankan ikatan tersebut terhadap transfer beban. Pada komposit berpenguat serat alam, ikatan antar muka dipengaruhi oleh sifat hidrofilik alami dari serat. Hal itu membuat ikatan antara serat dengan matrik lemah dan tidak kuat. Kelompok hidroksil selulosa pada serat alam membuat sifat serat menjadi hidrofilik, sifat yang digunakan untuk memperkuat matrik ialah hidrofobik, sehingga bila serat digabungkan dengan matrik maka menghasilkan ikatan yang tidak kuat (Li Xue dkk., 2007: 26).

Hidrofilik berarti material yang dapat berikatan dengan air dan hidrofobik berarti material yang tidak dapat berikatan dengan air. Sifat hidrofilik dan hidrofobik dapat diketahui dengan ketika permukaan material ditetesi dengan air. Material hidrofilik mempunyai sudut kontak antara permukaan dan air antara 30° - 89° dan hidrofobik mempunyai sudut kontak antara permukaan dan air antara 90° (Syakur, 2011: 199). Jadi sifat serat yang harus dimiliki agar ikatan antara serat dengan matrik menjadi kuat yaitu hidrofobik.

2.5 Perlakuan Alkali

Perlakuan alkali merupakan cara memodifikasi serat dalam rangka meningkatkan ikatan antarmuka antara serat-serat dan matrik. Salah satu modifikasi permukaan yang sering digunakan untuk meningkatkan kekuatan adalah perlakuan alkali, dimana pengurangan kapasitas penyerapan air pada serat itu sendiri dan memodifikasi permukaan serat-serat untuk meningkatkan sifat mekanik dari komposit (Dittenber & GangaRao, 2012: 1424). Perlakuan serat alam secara kimia ini dapat memperbaiki adhesi antara serat dan matrik. Hal ini membuat sifat mekanik komposit serat mengalami peningkatan karena pengaruh dari perlakuan serat yang secara kimia tersebut. Perlakuan alkali akan menghilangkan sifat serat alam yang hidrofolik menjadi hidrofobik. Perlakuan ini menghilangkan sejumlah lignin (lilin) dan hemiselulosa pada serat. Ikatan antara serat dan resin menjadi tidak sempurna karena terhalang oleh lapisan yang menyerupai lilin di permukaan serat (Pratama dkk., 2014:9).

2.6 Perlakuan Anhidrida Asetat

Modifikasi serat alam secara kimia dapat memperbaiki adhesi antara serat dan matrik. Pelakuan asetilasi merupakan cara yang sering dilakukan pada serat penguat pada komposit. Asetilasi membantu mengurangi kerentanan serat alami terhadap penyerapan air. Dengan demikian, meningkatkan stabilitas dimensi dan ketahanan terhadap degradasi lingkungan baik dari permukaan serat maupun komposit yang diperkuat serat. Asetilasi bekerja pada interface antara bagian anorganik dan bahan organik untuk mengikat atau menggabungkan dua material yang tidak sama tersebut (Oladele. 2020).

Serat dimodifikasi secara kimiawi dengan asetilasi anhidrida (asetilasi) untuk meningkatkan kompatibilitasnya dengan matriks karet hidrofobik. pengisian pengisi ditentukan dan dibandingkan dengan nilai yang diperoleh dengan menggunakan silika terhidrasi kelas komersial. Dibandingkan dengan komposit serat-karet alam yang tidak diolah, komposit yang diasetilasi menunjukkan sifat mekanik yang lebih tinggi, penyerapan air yang berkurang, dan ketahanan yang lebih tinggi terhadap penuaan hidrotermal (Fidelis,2013)

2.7 Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik adalah salah satu pengujian tegangan regangan dalam sifat mekanik yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan bahan atau material terhadap gaya tarik. Pengujian kekuatan tarik pada komposit karet menggunakan standart pengujian ASTM D 412. Pengujian ini mengacu pada analisa sifat uji tarik karet vulkanisir dan elastomer termoplastik.

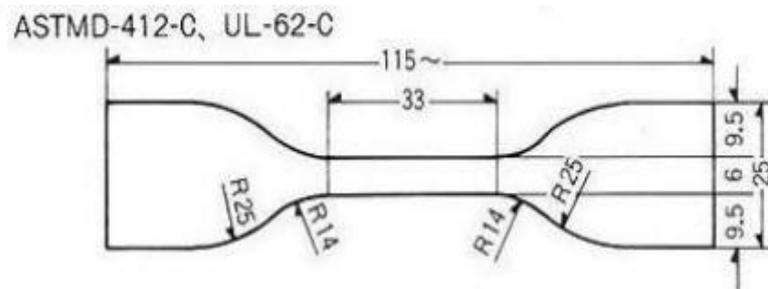
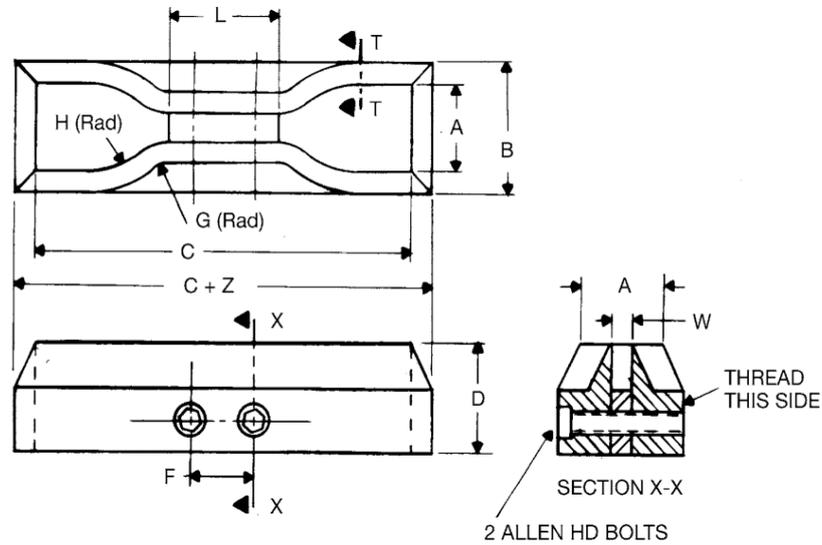
Uji tarik komposit karet memiliki dua bentuk spesimen yang pertama yaitu bentuk *dumbbel* dan *straight*. Bentuk *dumbbel* adalah yang paling sering digunakan, sedangkan bentuk *straight* digunakan saat bentuk *dumbbel* tidak dapat dibuat. Bentuk *dumbbel* dibuat menggunakan alat pembentuk yang disebut *cutting dumbbel*. Dimensi dan ukuran *dumbbel* adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Dimensi ukuran *dumbbel*. (Fajar,2016)

| Dimensi | Toleransi | Die C (mm) |
|---------|----------------|------------|
| A | ± 1 | 25 mm |
| B | Max | 40 mm |
| C | Min | 115 mm |
| D | $\pm 6^B$ | 32 mm |
| D-E | ± 1 | 13 mm |
| F | 2 | 19 mm |
| G | ± 1 | 14 mm |
| H | ± 2 | 25 mm |
| L | ± 2 | 33 mm |
| W | $\pm 0.5-0.00$ | 6 mm |
| Z | ± 1 | 13 mm |

Pada tabel tersebut menunjukkan standar dimensi ukuran *dumbbel* pada uji tarik. *Dumbbel* dibentuk dari lembaran-lembaran kompon atau komposit

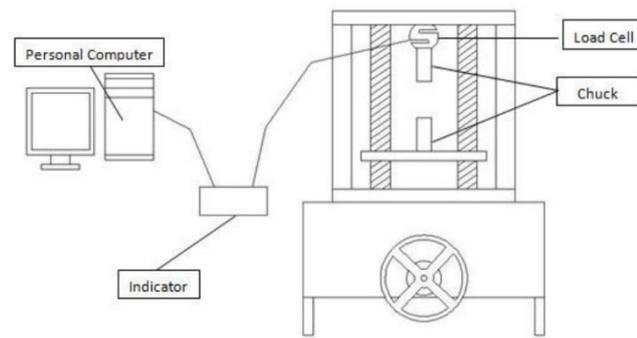
karet alam dan dibentuk menjadi lima (5) dalam satu variasi pengujian. Berikut ini bentuk skema *dumbbel* dari proses *cutt er dumbbel* (Fajar, 2016)



Gambar 2.5 Dimensi dan bentuk dumbbel ASTM-D 412. (Fajar, 2016)

Gambar diatas menunjukkan skema *dumbbel* dan dimensinya berdasarkan standar ASTM-D412. Kemudian, hasil pembentukan *dumbbel* disimpan dalam suhu ruang selama 24 jam. Pada proses pengujian tariknya, *dumbbel* dijepit pada *grip* mesin uji tarik dan ditarik dengan kecepatan 500 mm/menit.

Pengujian pada kekuatan tarik dengan menggunakan alat material dimana pada kedua ujungnya akan diberikan gaya tarik, kedua ujung spesimen yang akan di tarik, dengan menarik satu atau dua arah sekaligus pada spesimen yang akan di ujikan seperti contoh pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Skema uji tarik. (Haris, 2016)

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui tegangan, regangan, modulus elastisitas bahan dengan cara menarik spesimen sampai putus. Pengujian tarik dilakukan dengan mesin uji tarik atau dengan *universal testing standar* (Standar ASTM) seperti pada gambar 2.6 dimana ujung-ujung spesimen akan di jepit dan kedua ujung-ujung spesimen tersebut akan di tarik dengan kecepatan 400 mm/menit, 500 mm/menit dan 600 mm/menit.

Hubungan tegangan regangan pada tarikan memberikan nilai yang cukup berubah tergantung pada laju tegangan, temperature, kelembaban, dan lama pengopenan bahan spesimen. Kekuatan tarik diukur dengan menarik sekeping sampel dengan dimensi yang seragam.

$$\sigma_{\text{maks}} = \frac{F}{A_0} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.1}$$

Keterangan

σ_{maks} = Tegangan maksimum (MPa)

F = Gaya (N)

A_0 = Luas permukaan (mm²)

Regangan adalah nilai perbandingan sebelum pengujian spesimen ditarik dan sesudah di tarik , antara pertambahan panjang (ΔL) dibagi dengan panjang awal (L_0).

$$\epsilon_{\text{maks}} = \frac{\Delta L}{L_0} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.2}$$

Keterangan :

σ = Regangan maksimum (%)

ΔL = Pertambahan panjang (mm)

L_0 = Panjang awal (mm)

Panjang total adalah pertambahan dimana keseluruhan spesimen dari panjang awal dengan panjang yang sudah di ujik tarik saat pertambahan panjang spesimen (ΔL) ditambah dengan panjang awal spesimen (L_0).

$$L = \frac{\Delta L}{L_0} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.3}$$

Keterangan :

L = Panjang total (mm)

ΔL = Pertambahan panjang (mm)

L_0 = Panjang awal (mm)

Modulus elastisitas (E) adalah kekuatan suatu bahan spesimen yang akan di ujikan terhadap deformasi. Modulus elastisitas ditentukan dari panjang elastis yang terjadi pada garis tegangan (σ_{elastis}) dibagi dengan nilai regangan ($\epsilon_{\text{elastis}}$).

E = Modulus elastisitas (Gpa)

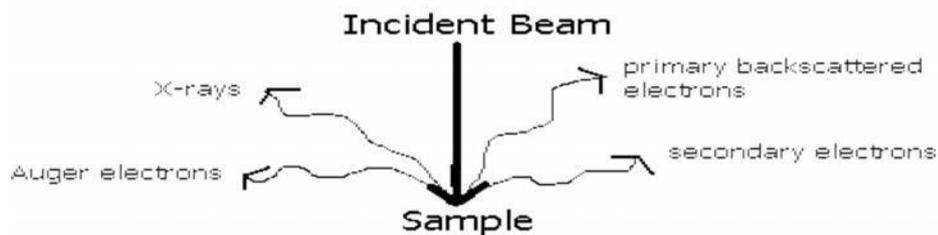
σ_{Elastis} = Tegangan elastis (Mpa)

$\epsilon_{\text{elastis}}$ = Regangan elastis (%)

2.8 Scanning Electron Microscope (SEM)

Scanning Electron Microscopy (SEM) merupakan salah satu jenis mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk teknik pemeriksaan dan analisa permukaan berguna untuk mengetahui struktur mikro suatu material. SEM biasanya digunakan untuk menentukan faktor kegagalan spesimen,

meliputi tekstur, morfologi, dan komposisi permukaan partikel. SEM terdiri dari dua komponen utama yaitu electron column dan display console. Electron column adalah model electron beam scanning. Display console adalah elektron sekunder. Pancaran elektron energi tinggi dihasilkan oleh electron gun yang kedua tipenya berdasar pada pemanfaatan kuat arus. Proses detektor di dalam SEM adalah proses mendeteksi elektron yang dipantulkan dan menentukan lokasi berkas elektron yang dipantulkan dengan intensitas tertinggi, arah tersebut memberi informasi profil permukaan benda seperti seberapa landai dan ke mana arah kemiringannya ditunjukkan pada gambar 2.7.



Gambar 2.7. Skema SEM mengenai permukaan. (Fajar, 2016)

Adapun fungsi utama dari SEM antara lain dapat digunakan untuk mengetahui informasi-informasi mengenai:

- 2.8.1 Topografi, yaitu ciri-ciri permukaan dan teksturnya (kekerasan, sifat memantulkan cahaya, dan sebagainya).
- 2.8.2 Morfologi, yaitu bentuk dan ukuran dari partikel penyusun objek (kekuatan, cacat pada *Integrated Circuit (IC)* dan *chip*, dan sebagainya).
- 2.8.3 Komposisi, yaitu data kuantitatif unsur dan senyawa yang terkandung di dalam objek (titik lebur, kereaktifan, kekerasan, dan sebagainya)

III. METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode pengujian yang menggunakan sampel dan alat yang akan dijelaskan di bawah ini

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu dan tempat pelaksanaan penelitian sebagai berikut

a. Persiapan dan Pembuatan

Tahap persiapan dan tahap pembuatan komposit karet alam-Sabut kelapa dilakukan pada tanggal November 2020 sampai Januari 2021, di Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung, Lampung.

b. Pengujian

Waktu pengujian kekuatan tarik dan Pengamatan melalui *Scanning Elektron Microscopy* (SEM) pada 2021.

3.2. Alat dan Bahan

1. Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

a. Karet Alam

Karet alam adalah bahan utama yang digunakan pada penelitian kali ini. Jenis karet alam yang digunakan (lateks) yang didapat dari kebun. Karet

alam atau latek kebun berfungsi sebagai matriks dalam komposit, seperti yang di tunjukan gambar 3.1.



Gambar 3.1 Karet Alam

Tabel 3.1 komposisi lateks

| Komponen | Jumah (%) |
|------------|-----------|
| Karet alam | 30-40 |
| Protein | 1.0-1.5 |
| Resins | 1.5-3.0 |
| Minerals | 0.7-0.9 |
| Karboidrat | 0.8-0.1 |
| Air | 55-60 |

b. Serat sabut kelapa

Karbon hitam adalah salah satu bahan utama dan bahan pengisi yang digunakan dalam penelitian kali ini. Karbon hitam berfungsi sebagai penguat dalam komposit. seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Sabut kelapa

Tabel 3.2 sifat sabut kelapa

| | |
|-------------------------|----------------------------|
| Density | 1.1-1.46 g/cm ³ |
| Tegangan | 95-230 MPa |
| Density | 2.8-6 GPa |
| Regangan (perpanjangan) | 15-51.4 % |

c. NaOH

Natrium hidroksida (NaOH) merupakan zat kimia yang akan digunakan untuk perlakuan kimia terhadap serat sabut kelapa. NaOH yang akan digunakan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



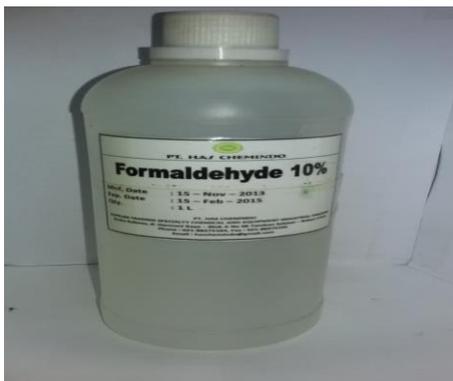
Gambar 3.3 NaOH

Tabel 3.3. Sifat NaOH

| | |
|-------------|----------|
| Massa Molar | 40 g/mol |
| Densitas | 2,1 g/cc |
| Titik Didih | 318 °C |
| Titik Lebur | 1390 °C |

d. Asam formiat atau *Formic acid* (HCOOH)

Asam formiat atau *Formic acid* (HCOOH) adalah bahan penggumpal dalam pembuatan karet alam dan komposit karet alam-karbon hitam. Asam formiat berfungsi katalis dalam komposit, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Asam formiat

Tabe 3.4 sifat asam formiat

| | |
|-------------|------------|
| Massa Molar | 46 g/mol |
| Densitas | 1.220 g/ml |
| Titik Didih | 8.4 °C |
| Titik Lebur | 100.8 °C |

e. Asam Asetat

Asam Asetat digunakan untuk perlakuan kimia terhadap serat sabut kelapa. Asam asetat yang akan digunakan seperti gambar di bawah ini.



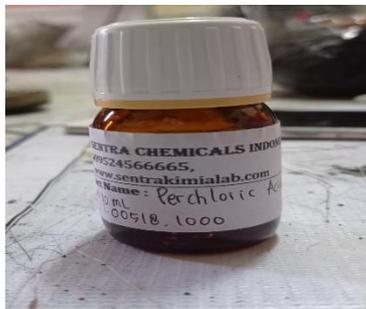
Gambar 3.5 Asam asetat

Table 3.5 Sifat asam asetat

| | |
|-------------|-------------|
| Massa Molar | 60.05 g/mol |
| Densitas | 1.049 g/cm |
| Titik Didih | 118 °C |

f. *perchloric acid*

Perchloric acid digunakan untuk perlakuan kimia terhadap serat sabut kelapa. *Perchloric acid* yang akan digunakan seperti gambar di bawah.

Gambar 3.6 *Perchloric acid*Table 3.6 Sifat *perchloric acid*

| | |
|-------------|--------------|
| Massa Molar | 100.46 g/mol |
| Densitas | 1.768 g/cm |
| Titik Didih | 203 °C |
| Titik Lebur | -112 °C |

g. Asetat anhidrida / *acetic anhydride*

Asetat anhidrida digunakan untuk perlakuan kimia terhadap serat sabut kelapa dan yang akan digunakan seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3.7 Asetat anhidrida

Table 3.7 Sifat asetat anhidrida

| | |
|-------------|------------------------|
| Massa Molar | 102,09 g/mol |
| Densitas | 1.08 g/cm ³ |
| Titik Didih | 203 °C |
| Titik Lebur | -73,1 °C |

h. Amonia

Pemberian amonia ini dilakukan setelah latek karet alam baru di ambil, dan ini bertujuan untuk anti kogulan bagi latek. Di bawah ini adalah gambar ammonia yang digunakan.



Gambar 3.8 Amonia

Table 3.8 Sifat amonia

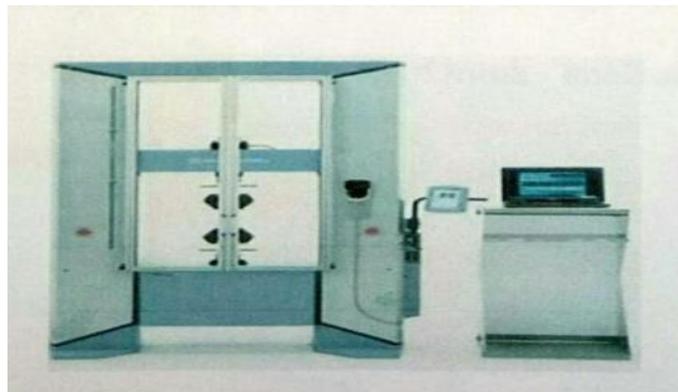
| | |
|-------------|-------------|
| Massa Molar | 35,04 g/mol |
| Massa jenis | 0.91 g/mL |
| Titik Didih | 33.34 °C |
| Titik Lebur | -77,1 °C |

2. Alat

Adapun alat-alat yang digunakan pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut

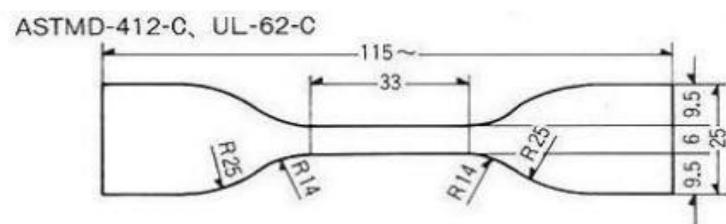
a. Alat uji Tarik

Alat uji tarik adalah alat uji yang berfungsi untuk mengetahui nilai kekuatan Tarik dari setiap spesimen karet alam dengan variasi kecepatan tarik tertentu. Alat uji tarik yang dapat digunakan beragam tergantung dari tempat pengujiannya. Alat uji Tarik di tunjukan pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Alat uji tarik Shimadzu AG- 50 kNXPlus

Standar yang dipakai dalam pengujian ini adalah ASTM-D 412 dengan menggunakan metode *dumbble* seperti di tunjukan pada gambar 10.



Gambar 3.10 Dimensi spesimen uji ASTM-D 412

b. Oven

Oven merupakan mesin pemanas yang dapat beroperasi pada suhu tertentu. *Oven* berperan sebagai alat yang digunakan untuk proses curing pada spesimen uji.



Gambar 3.11 Cosmos CO-9909 B

Tabel 3.9 Spesifikasi Cosmos CO-9909 B

| | |
|------------|--------------|
| Daya | 350 Watt |
| Kapasitas | 9 Liter |
| Temperatur | 0 – 100 °C |
| Durasi | 0 – 60 Menit |

c. Alat uji *Scanning Elektron Microscopy* (SEM)

Alat uji SEM berfungsi sebagai alat melihat faktor-faktor kegagalan yang terjadi pada spesimen atau sampel komposit karet alam–karbon hitam dengan metode analisis morfologi permukaan pada daerah perputusan. Dengan menggunakan SEM perbesaran gambar spesimen dapat mencapai 1.000.000 kali dengan kualitas gambar yang masih jelas. Sebelum dilakukan pengujian terlebih dahulu dilapisi bahan pelapis metal. Alat uji SEM di tampilkan pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Alat uji SEM

Tabel 3.10 Spesifikasi alat uji SEM

| | |
|-----------------------|---------------------|
| Perbesaran | 10 – 3.000.000 kali |
| <i>Depth of field</i> | 4 – 0,4 mm |
| Resolusi | 1 – 10 nm |

d. Timbangan digital

Timbangan digital adalah salah satu alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini. timbangan digital berfungsi sebagai menimbang atau menentukan variasi pencampuran bahan-bahan komposit seperti karet alam-karbon hitam dan cairan Asam formiat. seperti yang ditunjukkan gambar 3.13.



Gambar 3.13 Timbangan digital

Tabel 3.11 Spesifikasi *Kitchen Scale SF – 400*

| | |
|-----------|--------------------|
| Kapasitas | 5 kg |
| Dimensi | 24 x 16.5 x 3.5 cm |

e. Alat *press*

Alat *press* adalah alat yang digunakan saat pembentukkan lembaran kompon. Alat *press* berfungsi sebagai menekan atau meng*press* cetakan yang berisi campuran karet alam, karbon hitam dan asam formiat dengan menggunakan beban sebesar 8 ton, seperti yang ditunjukkan gambar 3.14.

Gambar 3.14 Alat *press*Table 3.12 Spesifikasi alat *press*

| | |
|-----------|-------------------------------|
| Nama | Hydrolic press floor Type 20T |
| Model | KW0500137 |
| Kapasitas | 20T |
| Dimensi | 740 x 700 x1800 |
| Berat | 61 kg |

f. Cetakan

Cetakan adalah alat yang digunakan dalam pembuatan komposit yang berfungsi sebagai wadah pembentuk campuran menjadi bentuk lembaran kompon, seperti yang ditunjukkan gambar 3.15.



Gambar 3.15 Cetakan baja

g. Saringan 100 mesh

Saringan 100 mesh adalah alat yang digunakan untuk menyaring karet alam dari kotoran karet seperti bubuk lateks dan kayu tatal penyadapan, seperti yang ditunjukkan gambar 3.16



Gambar 3.16 Saringan 100 mesh

3.3 Metode penelitian

Adapun metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian kali ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Langkah awal pada penelitian ini dilakukan dengan menggumpulkan data-data awal sebagai studi literatur. Studi literatur bertujuan untuk mengenal dan mencari tahu permasalahan yang dihadapi, serta menyiapkan rencana penelitian yang akan dilakukan. Pada rencana penelitian yang awal yaitu melakukan pengambilan data-data penelitian yang sudah ada. Data-data penelitian ini sebagai pembandingan hasil pengujian yang akan dilakukan. Rencana penelitian selanjutnya yaitu melakukan survey lapangan dalam hal ini kebun karet dan pengenalan sifat karet secara bentuk dan fisik. Rencana penelitian yang ke tiga yaitu melakukan pembuatan speimen karet alam-karbon hitam dan proses-proses kerja yang akan dilakukan. Rencana penelitian yang ke empat yaitu melakukan pengujian material uji dan mengolah data-data hasil pengujian. Rencana penelitian yang ke lima yaitu melakukan kesimpulan dan saran yang ada dipenelitian.

2. Persiapan Bahan

- a. Penyadapan pohon karet alam menggunakan pisau sadap karet dan ditampung dengan wadah penampung dan menunggu sekitar 30 menit.
- b. Setelah getah karet alam atau lateks kebun diperoleh disaring dengan saringan.
- c. Persiapkan serat sabut kelapa yang telah di berihkan.
- d. Persiapkan bahan kimia yaitu NaOH, asam asetat, *perchloric acid* dan Asetat Anhidrida.
- e. Rendam serat sabut kelapa dengan larutan NaOH 5 % selama 120 menit.
- f. Oven serat 100 °C selama 10 menit.
- g. Serat kelapa yang sudah kering kemudian direndam menggunakan asam asetat 10% selama 10 menit.
- h. Serat di rendam kembali menggunakan *perchloric acid* 2% selama 30 menit.
- i. Setelah itu bersihkan serat menggunakan aquades dan redam kembali menggunakan asetat anhidrida / *acetic anhydride* 5%, 10% dan 15% selama 45 menit.
- j. Kemudian oven dengan temperature 100 °C selama 15 menit
- k. Persiapan alat-alat yang digunakan seperti wadah perendamn,timbangan digital, stop watch, pengaduk, air bersih, saringan dan cetakan.

Tabel 3.13 Perlakuan kimia serat kelapa

| Kode | Perlakuan serat kelapa | | | |
|------------|------------------------|-----------------|----------------------------|---------------------|
| | NaOH (%) | Asam asetat (%) | <i>perchloric acid</i> (%) | asetat anhidrida(%) |
| KA-SK.5% | 5 | 10 | 2 | 5 |
| KA-SK.10% | 5 | 10 | 2 | 10 |
| KA-SK. 15% | 5 | 10 | 2 | 15 |

Tabel 3.14 Variasi campuran karet alam dan serat

| Nama sampel | Asam Formiat (Phr) | Serat sabut Kelapa (Phr) | Karet alam dan amoniak (Phr) |
|---------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Spesimen KA-SK.5 % | 2 | 5 | 100 |
| Spesimen KA-SK.10 % | 2 | 5 | 100 |
| Spesimen KA-SK.15 % | 2 | 5 | 100 |

3. Proses Pembuatan Sampel

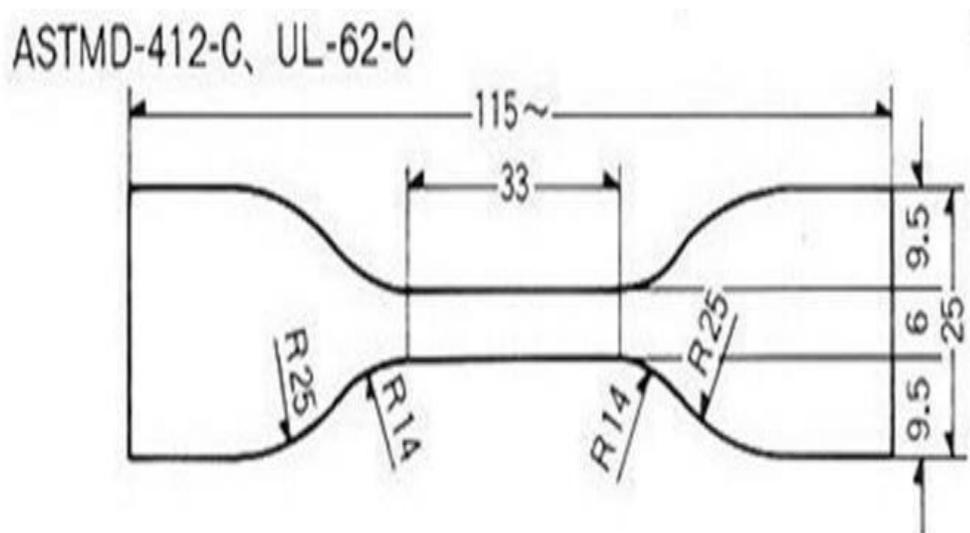
- a. Menyiapkan semua alat dan bahan
- b. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan bahan uji ditimbang menggunakan timbangan digital.
- c. Susun serat sabut kelapa memanjang satu arah di dalam cetakan
- d. Karet alam cair atau (lateks kebun) dimasukkan kedalam wadah untuk proses mixer selama 1 menit.
- e. Masukkan larutan asam formiat sebanyak 2 Phr dalam lateks kebun dan mixer selama 30 detik.
- f. Setelah karet alam dan asam formiat tercampur rata maka proses percampuran dihentikan.
- g. Tuangkan campuran lateks dan asam formiat tersebut ke dalam cetakan dengan hati-hati agar sabut kelapa tidak berubah.
- h. Membiarkan sampel tersebut sampai menggumpal
- i. Kemudian lakukan proses press di alat shop press menggunakan pembebanan 8 Ton selama 30 menit.
- j. Selanjutnya dilakukan proses oven pada komposit karet alam-Sabut kelapa dengan suhu 100 °C selama 10 menit.
- k. Selanjutnya material uji yang sudah di oven dikeluarkan dan dilakukan pemotongan sesuai geometri specimen pada standar ASTM.

3.4. Pengujian Komposit

Setelah semua spesimen komposit karet alam-serat kelapa uji selesai dibuat, selanjutnya melakukan pengujian. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu :

1. Pengujian Uji Tarik

Uji tarik dalam penelitian ini mengacu pada karet vulkanisir dan elastomer termoplastik dengan standar uji ASTM D-412 dan kecepatan penarikan 05 mm/menit. Sebelum melakukan pengujian sampel atau spesimen dibentuk *dumbbel* menggunakan alat yaitu *cutter dumbbel*. Pada pengujian ini menggunakan ukuran *dumbel die C* Bentuk dari *dumbbel*, seperti yang ditunjukkan gambar 3.17.



Gambar 3.17 Bentuk *dumbel Die C* uji tarik (ASTM-D412)

Tabel 3.15 data hasil uji tarik

| No | Nama sampel | T (mm) | W (mm) | Ao (mm ²) | Lo (mm) | ΔL (mm) | L (mm) | F (N) | σ_{maks} (MPa) | Σ_{maks} (%) |
|-----------------|---------------|-----------|-----------|--------------------------|------------|--------------------|-----------|----------|--------------------------|------------------------|
| 1 | Spesimen SK.1 | | | | | | | | | |
| | Spesimen SK.1 | | | | | | | | | |
| | Spesimen SK.1 | | | | | | | | | |
| Rata-rata | | | | | | | | | | |
| Standar Deviasi | | | | | | | | | | |
| 2 | Spesimen SK.2 | | | | | | | | | |
| | Spesimen SK.2 | | | | | | | | | |
| | Spesimen SK.2 | | | | | | | | | |
| Rata-rata | | | | | | | | | | |
| Standar Deviasi | | | | | | | | | | |
| 3 | Spesimen SK.3 | | | | | | | | | |
| | Spesimen SK.3 | | | | | | | | | |
| | Spesimen SK.3 | | | | | | | | | |
| Rata-rata | | | | | | | | | | |
| Standar Deviasi | | | | | | | | | | |

Keterangan :

T = tebal spesimen

L = Panjang total

W = Lebar spesimen

F= Gaya

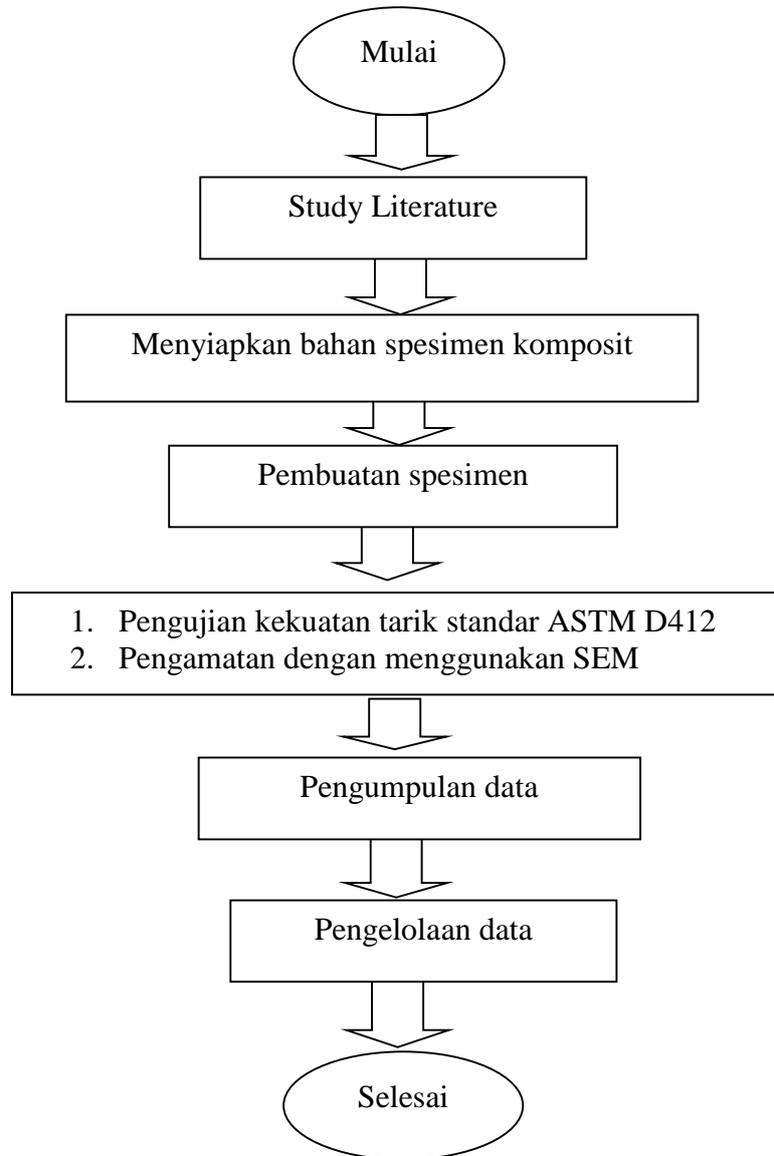
Ao= Luas permukaan

 σ_{maks} = Teganga maksimal

Lo = Panjang specimen

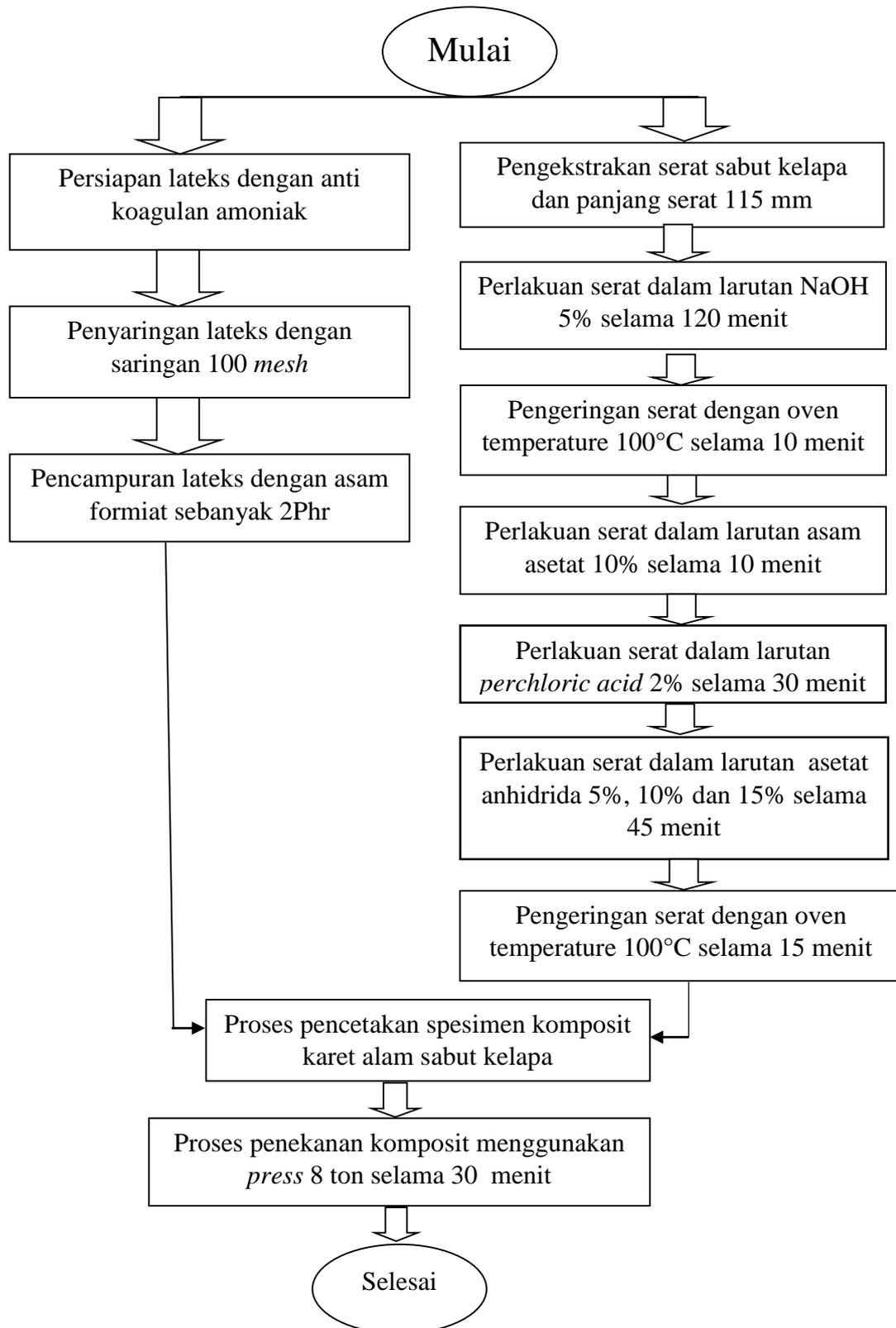
 ϵ_{maks} = Regangan maksimal ΔL = Pertambahan panjang

3.5. Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.18 Diagram alur penelitian

3.6 Diagram Alur Pembuatan Spesimen



Gambar 3.19 Diagram alur pembuatan spesimen

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

penelitian tentang komposit karet alam-serat kelapa dengan menggunakan metode pencampuran secara manual antara karet alam dan serat alam. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah karet alam dan serat sabut kelapa dengan varian perlakuan kimia asetat anhidrida 5 %, 10 %, dan 15 %. Pada penelitian ini menghasilkan beberapa kesimpulan antara lain:

1. Penambahan kadar perlakuan kimia asetat anhidrida meningkatkan *modulus elastisitas* komposit karet alam-serat kelapa dengan nilai rata-rata *modulus elastisitas* tertinggi pada komposit karet alam-serat kelapa perlakuan kimia asetat anhidrida 15 % yaitu sebesar 0.118 GPa. Nilai rata-rata *modulus elastisitas* pada komposit karet alam-serat kelapa perlakuan kimia asetat anhidrida 10 % yaitu sebesar 0.107 GPa. Nilai rata-rata *modulus elastisitas* terendah pada komposit karet alam-serat kelapa perlakuan kimia asetat anhidrida 5 % yaitu sebesar 0.087 GPa.
2. Pada Penggunaan perlakuan kimia asetat anhidrida 5 %, 10 %, dan 15 % menghasilkan nilai rata-rata kekuatan tarik tertinggi pada komposit karet alam-serat kelapa perlakuan kimia asetat anhidrida 10 % yaitu sebesar 4.684 MPa. Nilai rata-rata kekuatan pada komposit karet alam-serat kelapa perlakuan kimia asetat anhidrida 15 % yaitu sebesar 4.365 MPa. Nilai rata-rata kekuatan tarik terendah pada komposit karet alam-serat kelapa perlakuan kimia asetat anhidrida 5 % yaitu sebesar 3.033 MPa.

3. Pada Penggunaan perlakuan kimia asetat anhidrida 5 %, 10 %, dan 15 % menghasilkan nilai rata-rata regangan tertinggi pada komposit karet alam-serat kelapa perlakuan kimia asetat anhidrida 5 % yaitu sebesar 62.11 %. Nilai rata-rata reangan pada komposit karet alam-serat kelapa perlakuan kimia asetat anhidrida 15 % yaitu sebesar 48.54 %. Nilai rata-rata regangan terendah pada komposit karet alam-serat kelapa perlakuan kimia asetat anhidrida 10 % yaitu sebesar 38.24 %.
4. Pengamatan hasil foto SEM menunjukkan Ikatan komposit pada perlakuan kimia 5% asetet anhidrida terdapat lubang atau jarak antara serat kelapa dengan karet alam, tetapi pada Ikatan komposit perlakuan kimia 10% anhidrida asetat tidak terdapat lubang atau jarak antara serat kelapa dengan karet alam. Ini membuktikan dengan meningkatkan kadar perlakuan kimia asetat anhidrida dapat meningkatkan adhesi antara karet alam dan serat kelapa

5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian pada komposit karet alam-serat sabut kelapa dengan menggunakan metode pencampuran manual maka saran yang dapat saya berikan adalah

1. Dalam proses perlakuan kimia diharapkan menggunakan sarung tangan dan masker karena bau menyengat bahan kimia dapat mengganggu proses pembuatan sampel.
2. Saat melakukan proses pembuatan spesimen komposit serat harus disusun secara merata dan harus diberikan penahan pada kedua sisinya agar ketika dilakukan proses penuangan karet alam maka serat alam tidak bergerak atau berpindah sehingga tidak terjadi penumpukan serat alam pada satu sisi atau tak merata.

3. Serta pada saat melakukan pencampuran karet alam dan asam formiat sebaiknya dibantu oleh rekan (tidak dilakukan sendirian), hal ini berguna untuk mencegah resiko penggumpalan karet alam sebelum dituangkan ke cetakan.
4. Perlu di kembangkan penelitian ini lebih lanjut dengan mencoba menggunakan jenis serat alam yang lain seperti serat nanas dan serat ijuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahrudin, Ida, Said Amraini. (2010). *Pengaruh Filler Carbon Black Terhadap Sifat dan Morfologi Komposit Natural Rubber/Polypropilene*. Vol.9 No.2 Agustus 2010.62-68. Fakultas Teknik. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Riau Pekanbaru.
- Bakri. (2011). *Tinjauan Aplikasi Serat Sabut Kelapa Sebagai Penguat Material Komposit*. Teknik Mesin. Universitas Tadulako. Palu.
- Beztout Meriama, Amar Boukerrou. (2014). *Effects Of Acetylation Process And Cellulose Content On The Mechanical, Thermal, Morphological And Rheological Properties Of Poly (Vinyl Chloride)/Cellulose Composites*. Laboratory of Advanced Materials Polymers, University Abderrahmane MIRA. Prancis.
- Bukit, Nurdin. (2011). *Pengolahan Ban Bekas Berwawasan Lingkungan Menjadi Bahan Bumper Pada Outomotif*. Vol 34, Edisi Khusus 2011. Staf Pengajar Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Medan.
- Deborah, DL Chung. (2009). *Clasifikasi Carbon fiber composit*. Butterworht-Hainemman. Britania Raya.
- Diharjo K, dan Triyno. T., 2003. *Buku Pegangan Kuliah Material Teknik*, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Fajar Andi S. (2016). *Pengaruh Karbon Hitam Terhadap Sifat Uji Tarik Komposit Karet Alam*. Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Lampung.

Fidelis Chigondo, Piwai Shoko. (2013). *Maize Stalk As Reinforcement In Natural Rubber Composites. International Journal Of Scientific & Technology Research* Volume 2, Issue 6.

Haris Budiman. (2016). *Analisis pengujian tarik pada baja st37 dengan alat bantu ukur load cell*. Teknik Mesin Universitas Majalengka. Jawa Barat.

Hendrawan, Muhammad (2015). *Studi Karakteristik Sifat Mekanik Kompon Karet Dengan Variasi Komposisi Sulfur Dan Karbon Hitam Sebagai Bahan Dasar Ban Luar*. Simposium Nasional Teknologi Terapan. Fakultas Teknik. Jurusan Teknik Mesin. Universitas Muhamadiyah Surakarta.

[Http://ditjenbun.pertanian.go.id/](http://ditjenbun.pertanian.go.id/). Direktorat Jendral Perkebunan. 2013. (Diakses : Minggu, 10 November 2019, 13:05 WIB)

Jonathan, dkk. (2003). *Analisis Sifat mekanik material komposit dari serat sabut kelapa*. Universitas Sam Ratulangi Manado. Manado.

Jones R.M, 1975. *Mechanics of Composite Materials*. Scripta Book Company, Washington D.C., USA.

Manual book of ASTM Standard D-412. (2008). *Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers-Tension*.

Moyeenuddin S, Kim L. (2010). *Effect of various chemical treatments on the fibre structure and tensile properties of industrial hemp fibres*. Department of Engineering. University of Waikato. New Zealand.

Oladele Isiaka, Omokafe. (2020). *Acetylation Treatment for the Batch Processing of Natural Fibers: Effects on Constituents, Tensile Properties and Surface Morphology of Selected Plant Stem Fibers* Department of Mechanical Engineering. Landmark University. Nigeria.

Onyekwere O.S., Igboanugo. (2019). *Optimisation Of Acetylation Parameters For Reduced Moisture Absorption Of Bamboo Fibre Using Taguchi Experimental*

Design And Genetic Algorithm Optimisation Tools. Faculty Of Engineering.
Federal University Wukari, Wukari, Taraba State. Nigeria

Saito S, Surdia T. (1985). *Pengetahuan Bahan Teknik*, Cetakan Ke-3, PT Pradya Paramita, Jakarta. Jakarta.

Sasongko, Atur Riga. (2012). *Pengaruh Ukuran Partikel dan Jumlah Phr Carbon Black Sebagai Bahan Pengisi Terhadap Sifat Mekanik Produk Karet Alam*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Program Studi Kimia. Universitas Indonesia.

Schwartz, M. M. 1984. *Composite Materials Handbook*. New York: McGraw-Hill Inc.

Surya, Indra, Ir. (2006). *Teknologi Karet*. (Bahan Ajar). Fakultas Teknik. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Sumatra Utara.

Tserki V, Panayiotou. (2010). *A Study Of The Effect Of Acelatyon And Propionylaion On The Interface Of Natural Fibre Biodegradable Composite*. Departement Of Chemical Engineering, Aristotle University Of Thessaloniki. Greece.

Vijayakumar, Chandrashekar, dan V. Philip. (2000). *Natural Rubber : Agromanaement and Crop Proc*. Rubb Res .Inst, India. Kottayam, Kerala, India.

Viktor, Tulus. (2013). *Metoda Pengujian Sifat Fisik Barang Jadi Karet*. Balai Besar Pendidikan Dan Pelatihan Ekspor Indonesia Direktorat Pengembangan Ekspor Nasional Kementerian Perdagangan Republik Indonesia.

Wirjosentono B. 1995. *Analisis dan Karakterisasi Polimer*. FMIPA USU Press Medan. Indonesia.

Zainuri. M, Eddy. S, (2008). *Pengaruh pelapisan permukaan partikel sic terhadap odulus elastisitas komposit*. Jurnal vol 12, No 2 November 2018.

Zulkifli, Ida Bagus. (2019). *Analisa Pengaruh Perlakuan Kimia Pada Serat Terhadap Kekuatan Impak Charpy Komposit Serat Sabut Kelapa Bermatriks Epoxy*. Teknik Mesin. Poiteknik Negeri Balikpapan