

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK ABACA FIBER REINFORCED POLYMER
SHEET**

Disusun dan diajukan oleh:

**NUR AINUN MAWADDAH
D011 19 1060**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

KARAKTERISTIK ABACA FIBER REINFORCED POLYMER SHEET

Disusun dan diajukan oleh

Nur Ainun Mawaddah
D011 19 1060

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada tanggal 31 Mei 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Eng. Fakhruddin, ST., M.Eng
NIP 198702282019031005

Pembimbing Pendamping,



Dr. Eng. Hj. Rita Irmawaty, ST., MT.
NIP 197206192000122001

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng.
NIP 196805292002121002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Nur Ainun Mawaddah

NIM : D011191060

Program Studi : Teknik Sipil

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Karakteristik Abaca Fiber Reinforced Polymer Sheet

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 31 Mei 2023

Yang Menyatakan



Nur Ainun Mawaddah

ABSTRAK

NUR AINUN MAWADDAH. *Karakteristik Abaca Fiber Reinforced Polymer Sheet* (dibimbing oleh Dr. Eng. Fakhruddin, ST., M.Eng dan Dr. Hj. Rita Irmawaty, ST., MT.)

Kesadaran global mengenai isu lingkungan saat ini semakin meningkat, terutama terkait emisi karbon dan keanekaragaman hayati. Sehingga, para peneliti terdorong untuk mengembangkan penggunaan bahan alami dalam berbagai bidang. Salah satunya adalah serat alami, berupa serat abaca dengan kekuatan tarik yang tinggi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik dari Abaca Fiber Reinforced Polymer Sheet. Karakteristik meliputi analisa pengaruh alkali treatment terhadap berat dan diameter serat abaca, kuat tarik serat tunggal abaca dan Abaca Fiber Sheet. Selain itu, dilakukan analisa SEM. Metode penelitian diawali dengan analisa pengaruh alkali *treatment* terhadap berat dan diameter serat. Dalam tahapan ini, serat diukur berat dan diameternya sebelum dan setelah *treatment*. Tahap kedua, adalah uji kuat tarik serat tunggal dengan 3 sampel *untreatment* dan 3 sampel *treatment*. Tahap ketiga adalah uji kuat tarik Abaca Fiber Reinforced Polymer Sheet (AbFRP) berjumlah 2 sampel *untreatment* dan 2 sampel *treatment*. Pabrikasi AbFRP ini menggunakan metode anyaman yang menyatukan serat menjadi bentuk lembaran. Selanjutnya, analisa SEM (Scanning Electron Microscope). Hasil yang diperoleh adalah terjadi penurunan berat dan penyusutan diameter serat abaca setelah *treatment*. Hal ini disebabkan lapisan lignin dan hemi selulosa menjadi hilang dalam larutan alkali. Uji kuat tarik tunggal menunjukkan serat tunggal *treatment* sebesar 1974,28 N/mm² lebih tinggi dibandingkan serat *untreatment* sebesar 977,78 N/mm². Untuk uji kuat tarik AFS, nilai AFS *treatment* sebesar 54,50 N/mm², dimana lebih rendah dibandingkan AFS *untreatment* sebesar 64,50 N/mm². Hal ini kemungkinan disebabkan adanya variasi diameter serat yang memengaruhi kuat tarik AFS keseluruhan.

Kata Kunci: Karakteristik, *Abaca Fiber Sheet*, *Treatment*

ABSTRACT

NUR AINUN MAWADDAH. *Karakteristik Abaca Fiber Reinforced Polymer Sheet* (supervised by Dr. Eng. Fakhruddin, ST., M.Eng and Dr. Hj. Rita Irmawaty, ST., MT.)

Global awareness of environmental issues is currently increasing, especially related to carbon emissions and biodiversity. Thus, researchers are encouraged to develop the use of natural materials in various fields. One of them is a natural fiber, in the form of abaca fiber with high tensile strength. The purpose of this study is to determine the characteristics of the Abaca Fiber Reinforced Polymer Sheet. The Characteristics include an analysis of alkali treatment on the weight and diameter of abaca fiber, the tensile strength of a single abaca fiber and Abaca Fiber Sheet. In addition, SEM analysis was carried out. The research method begins with an analysis of the effect of alkali treatment on fiber weight and diameter. In this stage, a fiber is measured with weight and diameter, before and after treatment. The second stage is the tensile strength test of a single fiber with 3 samples *non-treatment* and 3 samples *treatments*. The third stage is the tensile strength test of Abaca Fiber Reinforced Polymer Sheet (AbFRP) with 2 samples *untreatment* and 2 samples *treatments*. This AbFRP fabrication uses a unifying woven method fiber that becomes a sheet form. The Fourth stage is the form of SEM (Scanning Electron Microscope) analysis for samples that have been tested for tensile. The results obtained a decrease in weight and shrinkage of the diameter of the abaca fiber after treatment. This is due to the lignin layer and hemi cellulose layers that lost in alkaline solution. The single tensile strength test showed that the single treated fiber was 1974.28 N/mm^2 which was higher than the non-treated fiber which was 977.78 N/mm^2 . For the AFS tensile strength test, the treated AFS value was 54.50 N/mm^2 , which was lower than the non-treated AFS value of 64.50 N/mm^2 . This is probably due to the variations in fiber diameter which affect the overall AFS tensile strength.

Keywords: Characteristic, Abaca Fiber Sheet, Treatment

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Abaca Fiber	10
2.3 Uji Tarik.....	13
2.4 Pola Kegagalan Hasil Uji Tarik	14
2.5 Alkali <i>Treatment</i>	15
2.6 SEM (Scanning Electron Microscope).....	17
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Bagan Alir Penelitian.....	20
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	21
3.3 Alat dan Bahan Penelitian.....	21
3.4 Jenis Penelitian.....	21
3.4.1 Pengujian berat dan diameter serat abaca	21
3.4.2 Pengujian kuat tarik serat tunggal	22
3.4.3 Pengujian kuat tarik Abaca Fiber Reinforced Polymer Sheet.....	22
3.5 Desain Penelitian.....	23
3.6 Tahapan Penelitian	23

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Uji Berat dan Diameter Serat Abaca.....	31
4.2 Uji Kuat Tarik Serat Tunggal.....	37
4.2.1 Tanpa <i>Treatment</i>	37
4.2.2 Dengan Alkali <i>Treatment</i>	38
4.2.3 Gabungan	39
4.3 Uji Kuat Tarik <i>Abaca Fiber Reinforced Polymer (AbFRP)</i>	40
4.3.1 Tanpa <i>Treatment</i>	41
4.3.2 Dengan Alkali <i>Treatment</i>	42
4.3.3 Gabungan	44
4.3.4 Pola Kegagalan.....	45
4.4 SEM.....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Kuat tekan beton dengan penambahan serat abaca	7
Gambar 2 Uji SEM beton dengan serat abaca	7
Gambar 3 Tanaman dan serat abaca.....	10
Gambar 4 Tahapan ekstraksi serat abaca	12
Gambar 5 Syarat spesimen uji tarik	14
Gambar 6 Pola kegagalan uji tarik.....	15
Gambar 7 SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>)	17
Gambar 8 SEM serat kenaf	18
Gambar 9 SEM serat abaca tanpa alkali <i>treatment</i>	19
Gambar 10 SEM serat abaca dengan alkali <i>treatment</i>	19
Gambar 11 Diagram alir penelitian.....	20
Gambar 12 Penimbangan serat abaca sebelum <i>treatment</i>	23
Gambar 13 Pengukuran diameter serat abaca sebelum <i>treatment</i>	24
Gambar 14 Tahapan proses <i>treatment</i>	24
Gambar 15 Penimbangan serat abaca setelah <i>treatment</i>	25
Gambar 16 Pengukuran diameter serat abaca setelah <i>treatment</i>	25
Gambar 17 <i>Treatment</i> serat abaca.....	26
Gambar 18 Pengukuran diameter serat abaca tunggal	26
Gambar 19 Pemasangan grip pada benda uji	27
Gambar 20 Pengujian kuat tarik serat abaca tunggal.....	27
Gambar 21 Pabrikasi <i>Abaca Fiber Sheet</i>	28
Gambar 22 Epoksi Resin.....	28
Gambar 23 Pengaplikasian epoksi resin	29
Gambar 24 Uji tarik <i>Abaca Fiber Sheet</i>	29
Gambar 25 Penimbangan serat abaca sebelum <i>treatment</i>	31
Gambar 26 Penimbangan serat abaca setelah <i>treatment</i>	31
Gambar 27 Pengukuran diameter serat	32
Gambar 28 Perubahan luas permukaan serat abaca	35
Gambar 29 Diagram batang pengaruh alkali <i>treatment</i>	36
Gambar 30 SEM serat abaca	36
Gambar 31 Hubungan tegangan-regangan serat tunggal <i>non treatment</i>	38
Gambar 32 Hubungan Tegangan-Regangan serat <i>treatment</i>	39
Gambar 33 Hubungan tegangan-regangan serat abaca tunggal	39
Gambar 34 Pengujian Kuat Tarik <i>Abaca Fiber Reinforced Polymer (AbFRP)</i>	41
Gambar 35 Hubungan tegangan-regangan AbFRP <i>untreatment</i>	42
Gambar 36 Hubungan tegangan-regangan AbFRP <i>treatment</i>	43
Gambar 37 Hubungan tegangan-regangan AbFRP	44
Gambar 38 Pola kegagalan AbFRP.....	45
Gambar 39 Interaksi antara serat abaca dengan epoksi	46

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Pengujian <i>Slump</i> dan faktor pemadatan	6
Tabel 2 Hasil Pengujian Kuat Lentur	8
Tabel 3 Kekuatan tarik berbagai komposit abaca-epoksi	9
Tabel 4 Hasil pengujian kuat tarik komposit serat gelas-abaca	10
Tabel 5 Perbandingan komposisi kimia serat abaca dengan	11
Tabel 6 Perbandingan sifat fisik serat abaca dengan serat alam lain	11
Tabel 7 <i>Physical Properties</i> serat abaca	12
Tabel 8 Variasi benda uji	23
Tabel 9 Diameter serat Abaca <i>non treatment</i>	32
Tabel 10 Diameter serat Abaca setelah <i>treatment</i>	33
Tabel 11 Hasil Uji Kuat Tarik Tunggal <i>Untreatment</i>	37
Tabel 12 Hasil Uji Kuat Tarik Tunggal <i>Treatment</i>	38
Tabel 13 Hasil Kuat Tarik <i>Abaca Fiber Reinforced Polymer (AbFRP)</i> <i>Untreatment</i>	41
Tabel 14 Hasil Kuat Tarik <i>Abaca Fiber Reinforced Polymer (AbFRP)</i> <i>Treatment</i>	43

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan Syukur kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas segala kebaikan dan karunia-Nya kepada setiap insan intelektual, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tak lupa sholawat serta salam kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW sebaik-baiknya suri tauladan. Penyusunan tugas akhir yang berjudul **“KARAKTERISTIK ABACA FIBER REINFORCED POLIMER SHEET”** merupakan salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa terselesaikannya Tugas Akhir ini tidak hanya dari penulis sendiri melainkan berkat ilmu, arahan, bimbingan serta bantuan dari berbagi pihak. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. **Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. H. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T.,IPM** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
2. **Bapak Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge S.T., M.Eng.**, selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
3. **Bapak Dr. Eng. Bambang Bakri, S.T., M.T.**, selaku Sekretaris Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
4. **Bapak Dr. Eng. Fakhrudin, S.T., M.Eng.**, selaku dosen pembimbing I dan **Ibu Dr. Eng. Hj. Rita Irmawaty, S.T., M.T.**,selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan serta kesabarannya dalam menghadapi kualitas keilmuan penulis dari awal penelitian hingga selesainya tugas akhir ini. Semoga kebaikan, kesehatan serta kemudahan senantiasa dilimpahkan kepada beliau.
5. **Bapak Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge S.T., M.Eng.**, dan **Ibu Luna Nurdianti Ngeljaratan, ST.,MS.,Ph.D** selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan saran dan masukan dalam penyempurnaan tugas akhir ini.
6. **Bapak Dr. Eng. Ir. Andi Arwin Amiruddin, S.T., M.T.**, selaku Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin yang telah memberikan izin atas segala fasilitas yang digunakan.

7. Seluruh dosen Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
8. Seluruh staf dan karyawan Departemen Teknik Sipil, staf dan karyawan Fakultas Teknik serta staf Laboratorium dan asisten Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Yang teristimewa penulis persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua yang tercinta, yaitu ayahanda **Ahmuddin** dan ibunda **Risnawati** atas semua kasih sayang yang begitu tulus dan doa yang tiada henti serta dukungan yang terus mengalir kepada penulis setiap waktu.
2. **Syaliza Dwi Yanti dan Wahyu Adilaga** sebagai saudara dan teman seumur hidup yang selalu memberikan banyak warna dalam hidup penulis.
3. **Kak Nur Laely Mutmainnah** selaku kakak penulis yang telah menemani penulis dan menjadi tempat berbagi penulis terkait kehidupan kampus hingga saat ini.
4. **Arul** selaku partner S1 dan **Kak Fahri** selaku S2 yang selalu membantu dan menjadi teman berdiskusi dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. **Ice, Arul, Afdal** , sebagai sahabat BERJUANG penulis di dunia perkuliahan. Terima kasih untuk semua pengalaman baru baik akademik maupun non akademik paling menyenangkan yang diberikan selama penulis berkuliah di Teknik sipil.
6. **Ifa, Imma, Hera**, sebagai sahabat Ramtek 205. Terima kasih terus menemani penulis dalam melalui hari-harinya sejak maba hingga sekarang.
7. **Yayat**, sebagai teman yang membantu penulis selama berkuliah. Terima kasih telah membantu baik kegiatan akademik maupun organisasi.
8. **Yana, Arul, Riki, Juna** sebagai teman Asisten Lab Struktur dan Bahan. Terima kasih telah menemani saat penelitian dan menjadi teman diskusi selama menjadi asisten laboratorium.
9. **Kak Hasan**, selaku laboran di Lab Struktur dan Bahan. Terima kasih atas seluruh bantuannya selama menjadi asisten laboratorium.

10. Rekan-rekan di **Laboratorium Riset Perkuatan Struktur**, anak-anak kuat, khususnya **Syifa, Yuni, Mei, Fikri, Adrian**. Terima kasih karena telah menjadi teman berdiskusi yang baik dan telah menghidupkan suasana mukim perkuatan serta membuat penulisan tugas akhir ini menjadi sangat menyenangkan.
11. **Nur Azizah Ibrahim**, sahabat nun jauh di kampus Tamalanrea yang selalu menjadi penyemangat penulis.
12. Saudara-saudari **PORTLAND 2020**, teman-teman Departemen Teknik Sipil dan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin **Angkatan 2019** yang memberikan begitu banyak warna dan pengalaman yang sangat berharga dari awal hingga akhir nanti.
13. **HMS FT-UH** sebagai wadah berkembangnya penulis saat masa perkuliahan dan **Pengurus BE HMS FT-UH Periode 2021/2022** yang telah bersama-sama dengan penulis bertumbuh dan berkembang di kampus.

Penulis menyadari bahwa setiap karya buatan manusia tidak akan pernah luput dari kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhirnya semoga Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa melimpahkan kebaikan dan karunia-Nya kepada kita dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, khususnya dalam bidang Teknik Sipil.

Gowa, Mei 2022

Penulis

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini, kesadaran global mengenai isu perlindungan lingkungan, khususnya terkait emisi karbon dan keanekaragaman hayati semakin meningkat. Hal ini sejalan dengan *Sustainable Development Goals* (SDGs) poin 13 terkait *Climate Action*, dilakukan upaya-upaya untuk mengatasi dampak perubahan iklim yang terjadi. Sehingga, banyak peneliti yang terdorong untuk mengembangkan penggunaan bahan alami dalam segala bidang, termasuk bidang konstruksi. Di sisi lain, *Sustainable Development Goals* (SDGs) poin 9 terkait *Industry, Innovation, and Infrastructure*, konsep berkelanjutan menjadi fokus utama. Dimana dilakukan pengembangan infrastruktur yang tangguh, berkualitas, andal, dan berkelanjutan. Konsep ini juga dapat direalisasikan dengan penggunaan kembali bahan alami.

Salah satu penggunaan bahan alami adalah penggunaan serat alam. Serat dapat didefinisikan sebagai bahan yang utuh, panjang, tipis, dan mudah ditekuk membentuk jaringan memanjang. Serat alam berasal dari tumbuhan, serat mineral, dan hewan. Komponen penyusun utama serat alam ini adalah protein dan selulosa. Untuk serat tumbuhan, dibagi berdasarkan sumber serat yaitu batang, daun, biji, xylem, kulit kayu, dan buah. Serat alam ini memiliki sifat bio-terbarukan dan ramah lingkungan yang dapat menggantikan bahan sintesis dan berbahaya. Selain itu, ketersediaan serat alam juga berkelanjutan. Serat alam memiliki *mechanical properties* yang baik, misalnya untuk serat sisal, rami, kenaf, abaca, dan bambu tergolong serat yang kuat.

Kelemahan serat alam seperti biokompatibilitas dan sifat hidrofilik dapat diatasi dengan modifikasi permukaan menggunakan metode pengolahan dengan bahan kimia. Serat alami telah digunakan dalam berbagai bidang. Produsen otomotif telah menggunakan serat kenaf, flax, abaca dan rami untuk panel pintu, sandaran kursi, berbagai trim interior, dan khususnya pan roda cadangan. Komposit berbasis goni, seperti papan termoplastik goni, dibuat dari serat gono dapat

digunakan untuk membuat lembaran/papan, pintu, furnitur, bingkai jendela, pagar, dan lainnya (Karimah, et al., 2021).

Khalid et al.,(2021), Kharti et al.,(2020), Sarikaya et al., (2019), Jeyapragash et al.,(2019), Sanjay et al.,(2017), Ramnath et al., (2014), dan Ku et al.,(2011) melakukan penelitian terkait penggunaan serat alami atau *natural fiber* sebagai material komposit. Hasil penelitian menunjukkan material komposit berbahan serat alami memiliki karakteristik kuat tarik yang tinggi. Selain itu, penggunaan serat alami juga dinilai bersifat *biodegradable* atau mudah terurai dan berkelanjutan. Sehingga, dapat menggantikan penggunaan serat sintesis dalam berbagai aspek.

Salah satu serat alam yang berpotensi untuk digunakan adalah serat abaca. Serat abaca memiliki keunggulan kekuatan tarik yang tinggi, daya apung, porositas tinggi, ketahanan terhadap kerusakan di air asin, dan panjang serat yang mencapai 3m. Serat abaca (*Musa textilis*) ini merupakan pemanfaatan dari pelepah pisang Abaca. Populasi pisang ini sangat banyak ditemukan di Pulau Sulawesi. Serat abaca sering digunakan sebagai bahan baku tali pengikat, kerajinan serat, pulp untuk produksi kertas, bahan bukan tenunan, dan kertas rokok. Selain itu, serat abaca dalam bentuk komposit telah digunakan dalam industri otomotif karena beratnya yang ringan. Serat abaca juga telah digunakan dalam bidang konstruksi, misalnya sebagai campuran beton bertulang, aspal, semen, ataupun panel.

Serat abaca pun digunakan sebagai bahan penyusun FRP menggantikan serat sintetik. Menurut Adeniyi, et al.. (2019), berbagai serat alami yang berpotensi digunakan sebagai material penyusun FRP adalah serat sabut kelapa, pisang, bambu, sekam padi, dan serat alami lainnya. Menurut Vijayalakshmi et al., (2014), serat abaca adalah serat alami yang memiliki kuat tarik paling kuat dibandingkan serat lainnya.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan penelitian eksperimental yaitu “KARAKTERISTIK *ABACA FIBER REINFORCED POLYMER SHEET*”. Dimana penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan serat Abaca sebagai material penyusun *Natural Fiber Reinforced Polymer Sheet* yang dapat digunakan sebagai material perkuatan geser balok beton bertulang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka dirumuskan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh alkali *treatment* terhadap berat dan diameter serat abaca?
2. Bagaimana karakteristik serat tunggal abaca?
3. Bagaimana karakteristik *Abaca Fiber Reinforced Polymer Sheet*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis pengaruh alkali *treatment* terhadap berat dan diameter serat abaca.
2. Menganalisis karakteristik serat tunggal abaca.
3. Menganalisis karakteristik *Abaca Fiber Reinforced Polymer Sheet*.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam identifikasi karakteristik *Abaca Fiber Reinforced Polymer Sheet* dan dapat dijadikan dasar dalam pengaplikasiannya.

1.5 Batasan Masalah

Dalam suatu penelitian, tentunya terdapat hal penting yang menjadi fokus utama. Fokus utama penelitian dapat diperoleh secara lebih sistematis dan tidak meluas dengan cara memberikan batasan masalah terhadap hal-hal yang perlu ditinjau dalam melakukan penelitian. Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Benda uji yang digunakan adalah serat abaca baik dalam bentuk serat tunggal maupun dalam bentuk *sheet* (lembaran).

2. Variasi penelitian berdasarkan bentuk yaitu serat tunggal dan lembaran serta berdasarkan perlakuan (*treatment*) menggunakan NaOH 0,5%.
3. Pengujian yang dilakukan berupa pengujian pengaruh alkali *treatment* dan kuat tarik.

1.6 Sistematika Penulisan

Agar lebih terarah, sistematika penulisan yang dilakukan sesuai tahapan-tahapan yang dipersyaratkan sehingga Tugas Akhir yang dihasilkan lebih sistematis. Sistematika penulisan penelitian ini dapat diurutkan yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Pokok-pokok bahasan dalam bab ini adalah latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini diuraikan secara sistematis tentang teori, pemikiran, dan hasil penelitian terdahulu yang memiliki hubungan dengan penelitian ini. Bab ini memberikan kerangka dasar mengenai konsep dan teori yang akan digunakan untuk pemecahan masalah.

BAB III METODE PENELITIAN

Dalam bab ini, dijelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, langkah-langkah yang dituangkan dalam bentuk bagan alir penelitian, lokasi dan waktu penelitian, data penelitian berupa jenis dan sumber data serta analisis yang digunakan dalam mengolah data yang didapatkan dari laboratorium.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini, disusun hasil-hasil pengujian karakteristik serat abaca.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan bab yang menyimpulkan hasil dari analisis penelitian dan memberikan saran-saran dan rekomendasi penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Anthony et al. (2020) melakukan penelitian terdahulu mengenai studi eksperimen dan karakteristik beton serat abaca. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh beton konvensional yang memiliki kekuatan lentur rendah dan tahan terhadap defleksi. Dimana hal ini menyebabkan ditemukannya retakan pada beton. Sehingga, digunakanlah serat sebagai tambahan yang dapat memperbaiki sifat-sifat beton tersebut. Alasan digunakannya serat abaca dalam beton disebabkan serat abaca memiliki kekuatan tarik tinggi yang disebabkan oleh arsitektur dinding selnya. Serat abaca juga menunjukkan kekakuan yang tinggi dibandingkan serat lainnya karena mengandung 15% lignin. Pemilihan serat alami juga mengurangi penggunaan serat sintetis yang biasanya digunakan untuk meningkatkan sifat beton namun tidak ramah lingkungan. Dalam penelitian ini, digunakan 3 jenis variasi beton dengan komposisi abaca berturut-turut yaitu 0,5%, 1%, dan 1,5%. Lalu, dilakukan uji *slump* dan faktor pemadatan untuk menentukan *workability* beton. Hasil pengujian dapat dilihat pada **Tabel 1**.

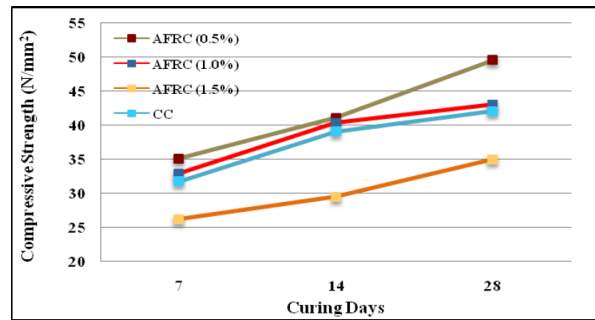
Tabel 1 Pengujian *Slump* dan faktor pemadatan

Workability	CC	0.50% AF	1.0% AF	1.5% AF
Nilai Slump (mm)	18	10	8	4
Faktor Kompaksi	0.819	0.812	0.831	0.841

Catatan : CC = *Compact Concrete*; AF = *Abaca Fiber*

Lalu, dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan durasi *curing* 7,14, dan 28 hari. **Gambar 1** menunjukkan hasil pengujian kuat tekan beton dengan tambahan serat abaca.

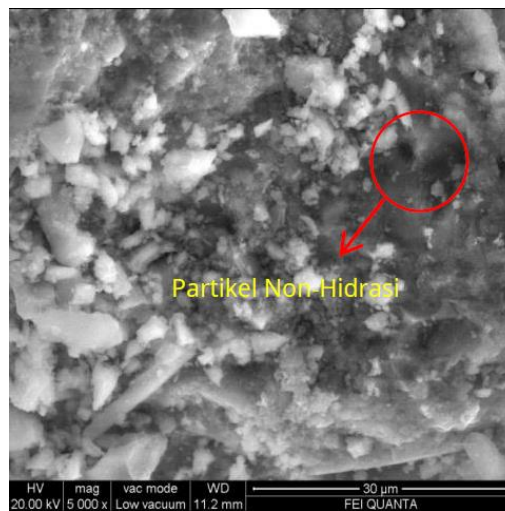
Diperoleh hasil nilai kuat tekan 28 hari dengan variasi serat abaca 0,5%, 1%, dan 1,5% secara berturut-turut yaitu 49,51, 42,96, dan 34,96 N/mm². Sedangkan, beton tanpa serat abaca nilai kuat tekannya 42,04 N/mm². Hal ini menunjukkan penambahan 0,5% serat abaca pada beton memberikan hasil paling optimal dengan 15% lebih tinggi dari beton biasa.



Sumber: (Anthony et al, 2020)

Gambar 1 Kuat tekan beton dengan penambahan serat abaca

Selain uji kuat tekan, dilakukan pula uji SEM untuk beton dengan 0,5% serat abaca usia 28 hari. Dimana didapatkan hasil pada usia *curing* 28 hari, partikel yang tidak terhidrasi pada beton berkurang dan rongga dalam sampel lebih kecil, sehingga kekuatannya meningkat. Analisis SEM divisualisasikan pada **Gambar 2**.



Sumber: (Anthony et al, 2020)

Gambar 2 Uji SEM beton dengan serat abaca

Iucolano et al. (2015), melakukan penelitian mengenai perilaku mekanis plester yang diperkuat dengan serat abaca. Penggunaan *gypsum* sebagai bahan *finishing* dinding biasanya menimbulkan beberapa karakteristik yang tidak diinginkan, misalnya kerapuhan dan kelemahan dalam tegangan serta kelarutan air tinggi yang dapat menghambat pengaplikasian di luar ruangan. Umumnya, penambahan serat pada bahan pengikat dapat meningkatkan sifat mekanik, terutama pada perilaku pasca retak. Secara khusus, kerapuhan dapat dikurangi

dengan menggabungkan *gypsum* dengan serat alami. Keuntungan dari serat alami, seperti sifat mekanik yang baik, biaya rendah, densitas rendah, konduktibilitas termal yang rendah dan kemampuan daur ulang menjadikannya sebagai pengganti potensial yang baik untuk serat sintetis dalam material komposit. Pada penelitian ini, diamati terkait waktu pengerasan campuran dengan penambahan serat abaca, dan didapatkan hasil tidak ada penundaan yang signifikan pada waktu pengerasan. Hasil pengujian lentur tiga titik yang didapatkan terlihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Hasil Pengujian Kuat Lentur

Sampel	Jumlah serat (berat%)	Beban lentur, F (N)	Kekuatan Lentur, Rf [MPa]
REF	-	278,6 ± 15,3	2,61 ± 0,14
F1	1	288,1 ± 24,4	2,70 ± 0,23
FW1	1	283,8 ± 25,5	2,66 ± 0,24
F2	2	291,1 ± 20,4	2,73 ± 0,19
FW2	2	315,0 ± 19,6	2,95 ± 0,18
F3	3	267,5 ± 28,1	2,51 ± 0,26
FW3	3	262,5 ± 29,9	2,46 ± 0,28

Catatan: REF = *Reference Sample*; F = *Fiber*; FW = *Fiber with water treated*

Dari **Tabel 2**, ditunjukkan bahwa penambahan 2% berat serat abaca ke *gypsum* menyebabkan peningkatan ketangguhan komposit, kekuatan lentur yang baik, dan kemampuan kerja campuran yang baik selama proses pembuatan. Sehingga, dapat disimpulkan penggunaan serat abaca efektif dalam produksi papan *gypsum* dengan sifat mekanis yang baik.

K. et al. (2009), melakukan penelitian terkait sifat mekanik komposit PLA dengan selulosa buatan dan serat abaca. Penggunaan serat abaca atau serat alami disebabkan karena keunggulan serat alami yaitu potensi bobotnya yang ringan. Serat alami juga memiliki kerapatan yang jauh lebih rendah dari serat kaca. Pembuatan komponen ringan PLA dengan ketahanan benturan yang tinggi akan mengarah pada bidang industri otomotif atau listrik. Komposit PLA yang diperkuat serat abaca akan digunakan dalam senyawa PP untuk penutup bawah lantai Mercedes kelas A. Hasil penelitian yang diperoleh adalah komposit PLA yang

diperkuat serat abaca ditemukan telah meningkat secara signifikan, jika dibandingkan dengan PLA asli. Serat abaca membuat kekakuan komposit yang lebih tinggi. Peningkatan signifikan dicapai dalam kekuatan impak dengan factor 2,4.

Sinha et al. (2018), memaparkan hasil penelitiannya terkait kekuatan tarik komposit laminasi epoksi abaca. Dimana penggunaan serat alam sebagai penguat dalam komposit polimer dikarenakan serat alam tidak mahal dan ramah lingkungan. Selain itu, diketahui pula resin epoksi memiliki daya rekat yang lebih baik dengan serat abaca. Dalam penelitian ini, dibuat sampel dengan komposit abaca-epoksi lapis tunggal, ganda, dan tiga lapis. **Tabel 3** menunjukkan kuat tarik yang diperoleh.

Tabel 3 Kekuatan tarik berbagai komposit abaca-epoksi

No. Sampel	Tipe Komposit	%Terhadap Berat (wt.%)	Kuat Tarik (MPa)
1	Satu Lapis	2.6	21.67
2	Dua Lapis	5.26	22.89
3	Tiga Lapis	7.9	29.87

Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa komposit tiga lapis memiliki kinerja terbaik diantara ketiga jenis komposit yang dibuat. Hasil ini juga menunjukkan keberhasilan pabrikan komposit abaca-epoksi melalui Teknik *hand layup*.

Vishal et al. (2019), meneliti terkait bahan komposit serat kaca-serat abaca. Tujuan penelitian yang dilakukan adalah untuk mempelajari sifat mekanik komposit berbahan dasar epoksi yang diperkuat dengan serat kaca dan serat abaca. Keunggulan dari komposit yang diperkuat dengan serat alami adalah *biodegradable*, biaya rendah, sifat termal dan akustik yang baik. Selain itu, dampak lingkungan dari komposit serat alam dapat diabaikan karena dapat didaur ulang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *hand layup*, yaitu metode cetakan terbuka yang cocok untuk membuat berbagai macam produk komposit dari yang sangat kecil hingga besar. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tarik. Hasil ditunjukkan pada **Tabel 4**.

Tabel 4 Hasil pengujian kuat tarik komposit serat gelas-abaca

No. Sampel	Komposisi	Kuat Tarik (MPa)
1	Epoxy(40%)+Glass fiber(60%)	147.03
2	Epoxy(40%)+Glass fiber(50%)+Abaca fiber(10%)	144.19
3	Epoxy(40%)+Glass fiber(40%)+Abaca fiber(20%)	120.31
4	Epoxy(40%)+Glass fiber(30%)+Abaca fiber(30%)	108.18

Pengujian kuat tarik dilakukan sesuai dengan standar ASTM D-638. Dapat disimpulkan bahwa komposit serat gelas-abaca dengan komposisi 40% dan 60% memberikan nilai kuat tarik lebih tinggi dibandingkan komposit serat gelas-abaca komposisi lainnya.

2.2 Abaca Fiber

Abaca Fiber atau serat abaca adalah serat alami yang berasal dari kelopak daun, termasuk famili *Musaceae* atau jenis pisang-pisangan. Serat abaca ini dikenal dengan nama latin "*Musa Textillis Nee*". Produksi serat abaca di Indonesia berpusat di wilayah Sumatera Selatan, Jawa, Kepulauan Sangehe, dan Kalimantan. Tanaman pisang abaca ini hampir sama dengan tanaman pisang lainnya. Namun, yang membedakan adalah pisang abaca ini memiliki struktur lebih ramping. Ciri khas lainnya adalah batang dan pelepahnya berwarna kecokelatan. **Gambar 3** menunjukkan visualisasi dari tanaman abaca dan serat abaca.



Sumber: (Suhelmidawati, 2016)

Gambar 3 Tanaman dan serat abaca

Komposisi kimia serat abaca terdiri dari selulosa, hemi selulosa, lignin, kadar air, dan kadar abu. **Tabel 5** menunjukkan perbandingan komposisi kimia serat abaca dibandingkan dengan serat alam lainnya.

Tabel 5 Perbandingan komposisi kimia serat abaca dengan serat alam lain

Komposisi kimia	Abaca	Hemp	Jute	Sisal	Linen	Katun
Selulosa	68.32%	77,5%	64%	71.5%	82%	80-90%
Hemi celulosa	19.00%	10%	20%	18.1%	2%	4-6%
Lignin	12-13%	6.8%	13.3%	5.9%	4%	0-1.5%
Kadar air	10-11%	1.8%	1.5%	4%	7.7%	6-8%
Kadar abu	4.8%	3.9%	1.0%	1%	3.4%	1-1.8%

Sumber : (Vijayalkshmi et al., 2014)

Selain komposisi kimia, serat abaca juga memiliki sifat-sifat fisik yang membedakannya dengan serat alam lainnya. Sifat tersebut tergambarkan dalam **Tabel 6**.

Tabel 6 Perbandingan sifat fisik serat abaca dengan serat alam lain

Tipe serat	Rata-rata diameter	Berat jenis (Gs) (g/cm³)	Kuat tarik (σ) (MPa)	Modulus elastisitas (E) (GPa)	Regangan (ϵ) (%)
Abaca	122	0.83-1.3	650-780	29-32	2-4
Bambu	-	0.91	262	9.8	2.7
Pisang	80-250	1.3-1.35	355-754	7.7-33.8	5.3
Jute	-	1.3-1.46	393-900	10-55	1.5-1.8
Kenaf	68.5-300	1.3-1.5	930-1500	23-5	1.6-17.3

Sumber : (Karimah et al., 2021)

Berdasarkan tabel tersebut, dapat dilihat bahwa serat abaca memiliki kekuatan tarik sebesar 980 N/m², dimana lebih tinggi dibandingkan serat alam lainnya. Hal ini juga didukung dengan penelitian yang telah dilakukan oleh S. Yogeshwaran et al. (2020), dimana didapatkan *physical properties* dari serat abaca seperti pada **Tabel 7**.

Tabel 7 *Physical Properties* serat abaca

Sifat Fisik	Serat <i>Jute</i>	Serat Abaca
Berat Jenis [g/cm ³]	1.48	1.35
Kuat Tarik [kN/mm ²]	410-780	400-980
Kekakuan [kN/mm]	10-30	8-27
Modulus Young [GPa]	26.5	31.1 – 33.6
Selulosa [%]	50-57	63-68
Hemi Selulosa [%]	12-20	19-20
Lignin [%]	12-13	5-6

Metode yang digunakan untuk ekstraksi serat abaca dari pelepah daun adalah metode pengupasan menggunakan mesin penyerat (dekortikator). Pelepah daun abaca dimasukkan ke dalam mesin dekortikator, lalu dihasilkan berupa serat basah, lalu dikeringkan. Setelah dikeringkan, serat pun dikemas dan didistribusikan ke Gudang penyimpanan. Langkah-langkah ekstraksi serat abaca seperti yang termuat dalam **Gambar 4**.



Sumber: (Suhelmidawati, 2016)

Gambar 4 Tahapan ekstraksi serat abaca

Awalnya, serat abaca hanya digunakan untuk kebutuhan tekstil, pakaian, tali, benang, karung, dan bahan baku kertas. Namun, seiring perkembangan zaman, serat abaca ini telah digunakan dalam berbagai aspek. Misalnya, dalam bidang otomotif, serat abaca dalam bentuk komposit telah digunakan sebagai bahan *body* mobil. Selain itu, dalam bidang konstruksi, serat abaca juga telah diteliti untuk digunakan sebagai campuran semen, plester, ataupun sebagai campuran dalam produksi beton.

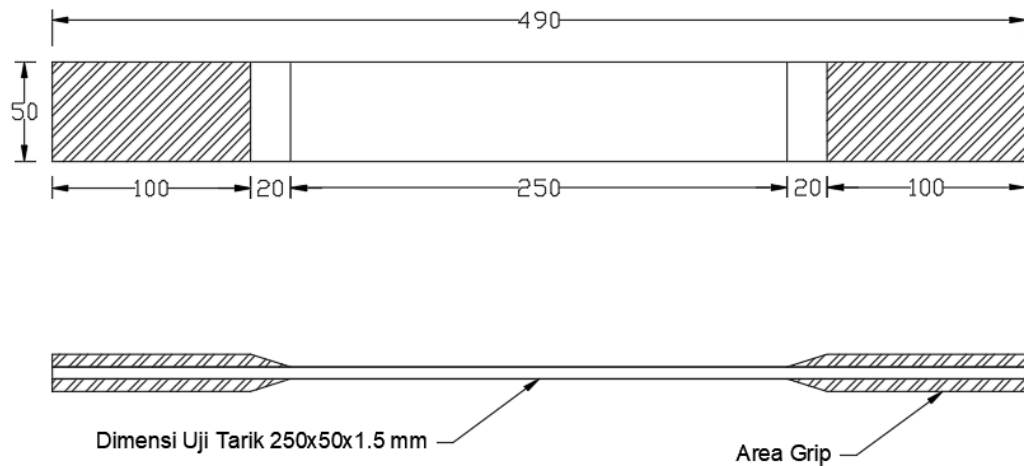
2.3 Uji Tarik

Mechanical properties atau sifat mekanik dari suatu material dapat diketahui dari pengujian-pengujian, salah satunya uji tarik. Uji tarik ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan dan perilaku deformasi spesimen terhadap beban tarik. Prinsip pengujian ini adalah spesimen yang diuji akan diberi beban tarik hingga mengalami putus. Selama proses pengujian, juga diamati pola kegagalan yang terjadi dan hal-hal lainnya yang mungkin terjadi saat pengujian. Fokus utama dari pengujian tarik ini adalah kemampuan maksimum spesimen dalam menahan beban tarik, biasanya disebut dengan “*Ultimate Tensile Strength*” atau tegangan tarik maksimum. Pengujian tarik biasanya menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM).

Output dari uji tarik berupa tegangan tarik *yield* (leleh), tegangan tarik *ultimate* (maksimum), dan regangan. Hasil uji tarik dapat digambarkan dalam suatu grafik hubungan antara beban dengan deformasi atau perubahan panjang. Lalu, hasilnya juga dapat berupa grafik hubungan antara tegangan-regangan yang akan menggambarkan sifat material secara umum. Selain itu, dapat pula diketahui nilai modulus elastisitasnya yang akan menunjukkan kekakuan dari suatu material. Hasil-hasil pengujian tarik ini akan menjadi bagian dari informasi terkait spesifikasi suatu material.

Dalam pengujian tarik, ada berbagai macam spesimen yang digunakan, baik itu berupa pelat, silinder, baja, ataupun material komposit. Untuk uji tarik dengan spesimen berupa material komposit, digunakan acuan standar ASTM D 3039 terkait *Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials*. Dalam ASTM ini, dijelaskan bahwa uji tarik ini akan menentukan kekuatan tarik dari bahan komposit matriks polimer yang diperkuat oleh serat modulus tinggi. Metode uji yang digunakan adalah spesimen berupa bahan datar tipis dengan penampang persegi dipasang di mesin uji tarik, kemudian dibebani tegangan secara statis disertai dengan perekaman beban yang terjadi. Kekuatan tarik maksimum dapat ditentukan dari beban maksimum yang dicapai saat spesimen putus. Metode pengujian ini dirancang untuk menghasilkan data sifat tarik untuk spesifikasi material, penelitian dan pengembangan, jaminan kualitas, serta desain

dan analisis struktur. **Gambar 5** menunjukkan syarat spesimen untuk pengujian kuat tarik.



Gambar 5 Syarat spesimen uji tarik

Dalam pengujian tarik, juga digunakan bantuan *gripping*. Penggunaan *gripping* dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kegagalan mesin dalam memegang benda uji saat proses pengujian. Setelah uji tarik dilakukan, selanjutnya hasil yang diperoleh diolah dan dianalisis. Untuk mendapatkan nilai kuat tarik, dapat digunakan rumus seperti pada persamaan 1.

$$F^{tu} = P^{max} / A$$

$$\sigma_i = P_i / A \quad (1)$$

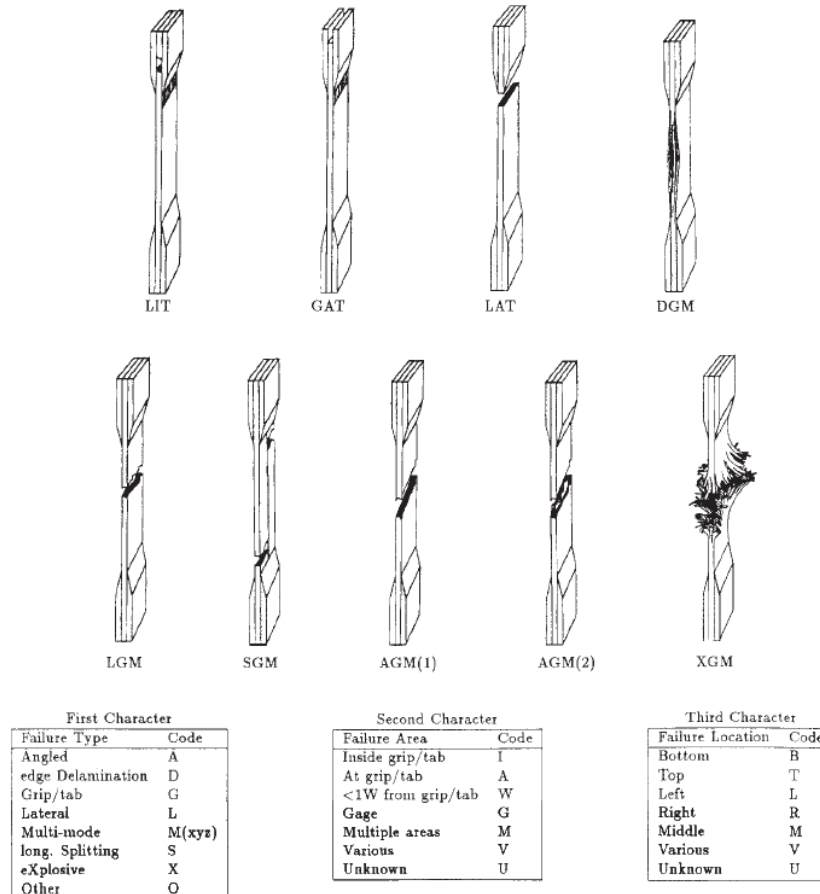
dengan F^{tu} adalah kuat tarik maksimum (MPa); P^{max} adalah beban maksimum (N); σ_i adalah kuat tarik (MPa); P_i adalah beban maksimum; dan A adalah luas penampang spesimen.

2.4 Pola Kegagalan Hasil Uji Tarik

Dalam pengujian tarik, pola kegagalan adalah hal penting yang harus diperhatikan. Pola kegagalan uji tarik dideskripsikan menggunakan tiga karakterisasi kode mode kegagalan sesuai ASTM D3039 “*Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials*”.

Karakter pertama terkait tipe kegagalan yang terjadi saat uji tarik. Karakter kedua mengenai area berlangsungnya kegagalan. Dan karakter ketiga adalah lokasi terjadinya kegagalan. Perbedaan dari karakter kedua dan ketiga adalah karakter

kedua terkait area terjadinya kegagalan, misalnya di dalam grip atau tepat pada grip atau lainnya. Sedangkan, karakter ketiga mengidentifikasi area terjadinya kegagalan, misalnya terjadi putus di bagian atas spesimen, tengah, ataupun bawah. Visualisasi dari pola kegagalan uji tarik dapat dilihat pada **Gambar 6**.



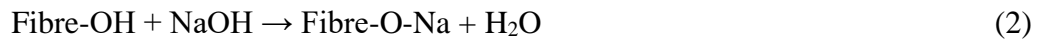
Sumber: ASTM D 3039

Gambar 6 Pola kegagalan uji tarik

2.5 Alkali Treatment

Alkali secara Bahasa berarti basa. Menurut istilah, unsur alkali adalah unsur yang memiliki sifat basa jika dilarutkan dalam air. Dalam sistem periodik unsur, alkali merupakan golongan 1A yang terdiri dari unsur Litium (Li), Natrium (Na), Kalium (K), Rubidium (Rb), Cesium (Cs), dan Fransium (Fr). Unsur-unsur ini termasuk logam yang mudah bereaksi atau reaktif. Hal ini disebabkan pada konfigurasi elektronnya, alkali memiliki kelebihan 1 elektron sehingga lebih mudah membentuk ion +1.

Alkali *treatment* umumnya digunakan untuk modifikasi serat alami (*natural fiber*). Dalam proses *treatment* ini, alkali sebagai unsur basa akan mengubah atau memecah ikatan hidrogen yang menyatukan seluruh struktur sistem. Alkali *treatment* juga dapat menghilangkan Sebagian lignin, minyak, dan lilin yang menutupi permukaan luar dinding serat. Reaksi alkali dalam hal ini berupa NaOH dengan serat dapat dilihat pada persamaan berikut.



Reaksi ini menunjukkan perlakuan alkali atau unsur basa secara langsung memengaruhi fibril selulosa, ekstraksi senyawa lignin, dan hemiselulosa, serta tingkat polimerisasi. Alkali *treatment* secara sederhana dapat dilakukan dengan merendam serat dalam larutan NaOH dengan konsentrasi tertentu dan dalam jangka waktu tertentu (Hamidon et al., 2019).

Beberapa penelitian terkait alkali *treatment* yang telah dilakukan biasanya berfokus pada pengaruh persentase konsentrasi NaOH dan waktu *treatment* terhadap kekuatan serat. Selain itu, diteliti juga mengenai pengaruh suhu yang digunakan saat alkali *treatment*. L Prabhu et al. (2021), menggunakan natrium hidroksida (NaOH) sebagai alkali *treatment* untuk menghilangkan selulosa dari serat alami. NaOH yang ditambahkan dalam air bereaksi cepat dengan serat. Gugus hidroksi yang ada diantara molekul dipecah saat bereaksi dengan molekul air dari serat. Alkali *treatment* sebagai modifikasi kimia ini dapat meningkatkan kekuatan dari serat.

Penelitian lain menerapkan alkali *treatment* dengan merendam serat dalam larutan NaOH dengan konsentrasi 1%, 3%, dan 5% dengan 100 ml air. Setelah perendaman, serat dikeluarkan dari larutan dan dicuci beberapa kali menggunakan akuades hingga serat ternetralkan dengan menghilangkan residu dari NaOH. Hasil yang diperoleh adalah komponen selulosa pada serat memiliki kecenderungan meningkat sedangkan hemiselulosa menurun untuk semua konsentrasi selama 2 jam. Jumlah lignin dalam serat juga mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan alkali *treatment* dapat mengurangi lignin atau hemiselulosa dari serat, dimana hal ini merupakan indikasi yang baik untuk pembuatan komposit polimer dari serat alam.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Cai et al. (2015), menyelidiki pengaruh alkali *treatment* pada serat alami, serat abaca. Konsentrasi NaOH yang digunakan adalah 5%, 10%, dan 15%. Hasil yang didapatkan menunjukkan ukuran lumen serat menjadi berkurang dan runtuh selama alkali *treatment*. Sedangkan, dinding serat abaca membesar seiring dengan meningkatnya konsentrasi alkali. Alkali *treatment* juga menyebabkan penyusutan pada penampang serat abaca. Hal ini disebabkan bahan pengikat seperti pektin, lignin, dan hemiselulosa dihilangkan dari serat abaca selama alkali *treatment* yang menyebabkan fibrilasi dan pemecahan bundel serat.

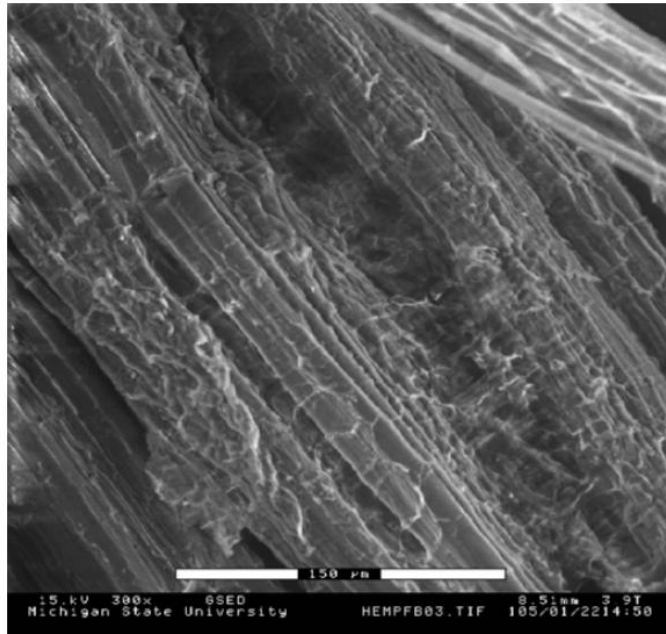
2.6 SEM (Scanning Electron Microscope)

SEM atau *Scanning Electron Microscope* merupakan mikroskop electron yang digunakan untuk menyelidiki permukaan dari sebuah objek solid secara langsung. Alat SEM ini memiliki kombinasi perbesaran yang tinggi, *depth of field* atau kedalaman permukaan yang besar, kemampuan untuk mengetahui komposisi dan informasi, dan resolusi yang baik. Hal ini membuat SEM banyak digunakan untuk keperluan penelitian maupun dalam industri. Cara kerja SEM adalah memfokuskan sinar elektron di permukaan objek yang diteliti, kemudian mengambil gambarnya dengan mendeteksi electron yang muncul pada permukaan objek. Informasi-informasi yang didapatkan dari SEM berupa morfologi permukaan objek, yaitu ukuran dan bentuk partikel penyusun objek. Selain itu, dapat pula diketahui susunan butir-butir dalam objek yang diamati. **Gambar 7** berikut menunjukkan alat SEM.



Gambar 7 SEM (*Scanning Electron Microscope*)

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Sgriccia et al. (2008), dianalisis pengaruh alkali *treatment* terhadap serat kenaf menggunakan SEM. Hasil SEM menunjukkan bahwa bahan interfibrillar, hemiselulosa dan lignin, menjadi berkurang oleh alkali *treatment*. Hasil SEM dapat dilihat pada **Gambar 8**.

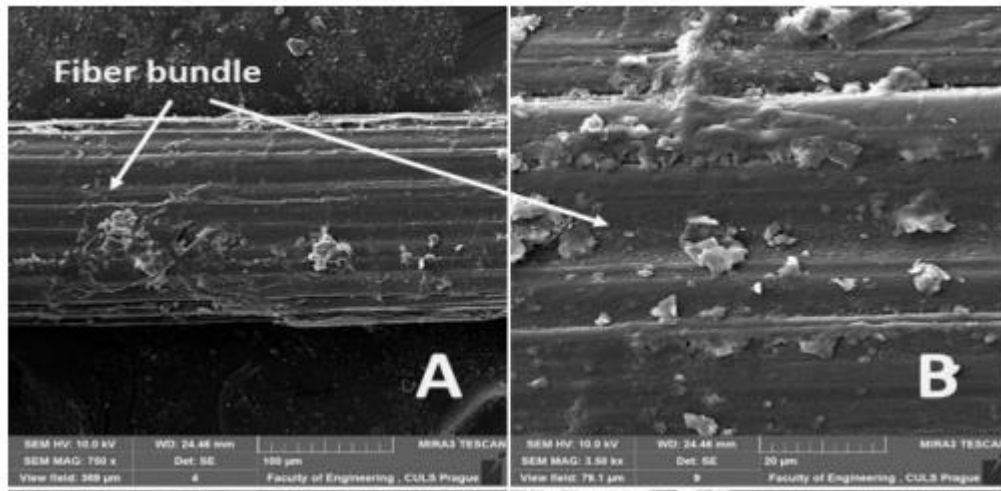


Sumber: (Cai, et al., 2015)

Gambar 8 SEM serat kenaf

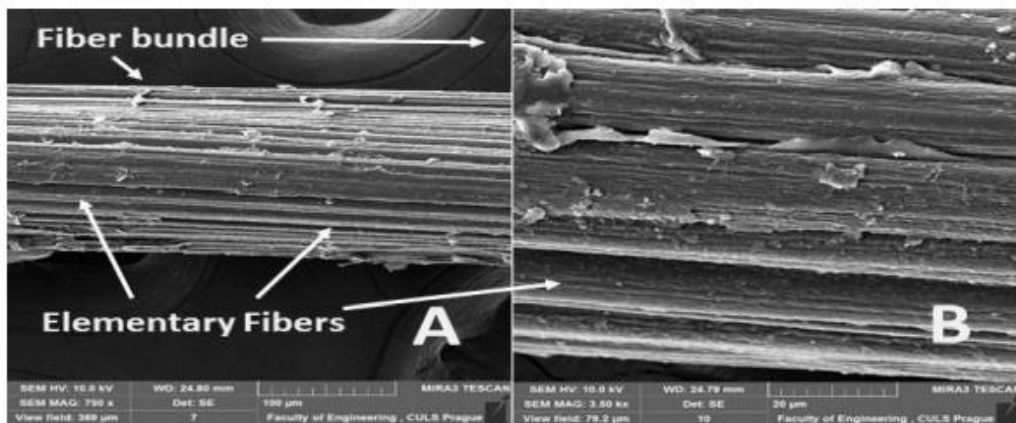
Valasek et al. (2021), juga menggunakan SEM dalam penelitiannya untuk menganalisis serat abaca. **Gambar 9** menunjukkan permukaan serat abaca tanpa alkali *treatment*. Dimana diperlihatkan gambar penampang serat abaca secara keseluruhan, lalu didetailkan dalam gambar SEM lainnya. Sedangkan, **Gambar 10** menunjukkan SEM serat abaca dengan alkali *treatment*.

Dari kedua gambar SEM, didapatkan informasi mengenai morfologi serat abaca tanpa ataupun dengan alkali *treatment*. Hasil yang didapatkan adalah bahan pengikat, seperti pektin, lignin, dan hemiselulosa, dihilangkan dari serat abaca selama alkali *treatment*. Hal ini menyebabkan fibrilasi dan disintegrasi bundel serat menjadi serat dasar. Selain itu, dapat diketahui pula terjadi pengerasan permukaan serat alami setelah alkali *treatment* meningkat dengan disintegrasi struktur hemiselulosa dan lignin pelindung dan struktur lilin selama alkali *treatment*.



Sumber : (Valasek, et al., 2021)

Gambar 9 SEM serat abaca tanpa alkali *treatment*



Sumber : (Valasek, et al., 2021)

Gambar 10 SEM serat abaca dengan alkali *treatment*