TUGAS AKHIR

MORFOLOGI SERAT TEBU AKIBAT PERBAIKAN SIFAT FISIK ALKALI (NaOH)

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Disusun Oleh:

ADAM RAMADHAN
2207230056



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN

2026

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan seminar hasil penelitian tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama	: Adam Ramadhan
NPM	: 2207230056
Program Studi	: Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir	: Morfologi Serat Tebu Akibat Perbaikan Sifat Fisik Alkali (NaOH)
Bidang ilmu	: Konstruksi Manufaktur dan Material

Telah diperiksa oleh Dosen Pembimbing dan dinyatakan dapat dilanjutkan untuk mengikuti seminar hasil penelitian tugas akhir pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 26 Agustus 2026

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I	Dosen Penguji II
Muhammad Yani, S.T., M.T	Chandra A Siregar, S.T., M.T
Dosen Penguji III	Program Studi Teknik Mesin Ketua
Iqbal Tanjung, S.T., M.T	Chandra A Siregar, S.T., MT

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PROPOSAL TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama Lengkap	: Adam Ramadhan
Tempat/Tanggal Lahir	: Kuala Tanjung, 20 November 2003
NPM	: 2207230056
Fakultas	: Teknik
Program Studi	: Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul,

"Morfologi Serat Tebu Akibat Perbaikan Sifat Fisik Alkali (NaOH)"

Bukan merupakan plagiarism, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan versifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 26 Agustus 2026

Saya, yang menyatakan



Adam Ramadhan

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan proposal penelitian ini dengan judul "Morfologi Serat Tebu Akibat Perbaikan Sifat Fisik Alkali (NaOH)" sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Iqbal Tanjung S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengerahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Chandra A Siregar S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin dan Bapak Ahmad Marabdi S.T., M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
5. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Orang tua penulis : Almarhum dan almarhumah, atas doa dan kasih sayang untuk penulis.
7. Teruntuk wanita yang selalu support saya dalam keadaan apapun disaat saya lagi jenuk, susah mengerjakan tugas akhir ini dan terimakasih untuk semangat nya. Kepada ayu andini terima kasih wanita hebat saya.

8. Sahabat-sahabat penulis: Fernando Wibowo, Rasya Dwi Yanda, Maghdafiqia Arya Pradifta dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.
9. Tidak lupa teman teman kelas A1 Pagi yang selalu memberikan semangat Kepada Penulis.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, Agustus 2026

Adam Ramadhan

ABSTRAK

Ampas tebu (*bagasse*) merupakan limbah lignoselulosa yang berpotensi dimanfaatkan sebagai material berbasis serat alami. Namun, keberadaan komponen non-selulosa pada permukaan serat dapat memengaruhi karakteristik morfologinya. Salah satu upaya untuk memodifikasi permukaan serat adalah perlakuan alkali menggunakan natrium hidroksida (NaOH). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan morfologi permukaan serat ampas tebu akibat variasi waktu perendaman NaOH serta menentukan variasi waktu yang menunjukkan perubahan morfologi paling jelas berdasarkan hasil pengamatan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Penelitian dilakukan dengan memberikan perlakuan perendaman serat ampas tebu dalam larutan NaOH dengan variasi waktu 1, 3, 5, 7, dan 9 jam. Serat tanpa perlakuan digunakan sebagai pembanding. Karakterisasi morfologi dilakukan menggunakan SEM dengan pembesaran 2 mm, 500 µm, dan 200 µm. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa variasi waktu perendaman NaOH menyebabkan perubahan morfologi permukaan serat, yang ditandai dengan munculnya pori, celah, alur, serpihan, delaminasi, fibril, kerutan, dan permukaan kasar pada berbagai perlakuan. Perubahan morfologi paling jelas terlihat pada perendaman selama 5 jam, terutama dengan munculnya struktur fibril pada pembesaran 500 µm dan 200 µm disertai celah dan perubahan pada lapisan permukaan serat. Berdasarkan hasil tersebut, perendaman NaOH selama 5 jam menunjukkan perubahan morfologi permukaan yang paling jelas berdasarkan pengamatan SEM. Hasil penelitian ini dapat menjadi informasi awal dalam pemanfaatan serat ampas tebu sebagai material berbasis serat alami.

Kata Kunci : Ampas Tebu, Serat Alami, Naoh, Perlakuan Alkali, Morfologi, SEM

ABSTRACT

Sugarcane bagasse is a lignocellulosic waste material with the potential to be utilized as a natural fiber-based material. However, the presence of non-cellulosic components on the fiber surface can influence its morphological characteristics. One method to modify the fiber surface is through alkali treatment using sodium hydroxide (NaOH). This study aims to analyze morphological changes in the sugarcane bagasse fiber surface resulting from varying NaOH immersion times and to identify the immersion duration that yields the most distinct morphological changes, based on Scanning Electron Microscope (SEM) observations. The study involved immersing sugarcane bagasse fibers in an NaOH solution for 1, 3, 5, 7, and 9 hours. Untreated fibers served as a control. Morphological characterization was performed using SEM at magnifications corresponding to scales of 2 mm, 500 µm, and 200 µm. The results indicate that varying NaOH immersion times caused morphological changes on the fiber surface, characterized by the appearance of pores, fissures, grooves, fragments, delamination, fibrils, wrinkles, and surface roughness across the different treatments. The most distinct morphological changes were observed after 5 hours of immersion, particularly with the emergence of fibrillar structures at 500 µm and 200 µm magnifications, accompanied by fissures and alterations to the fiber surface layer. Based on these findings, 5 hours of NaOH immersion resulted in the most pronounced surface morphological changes as observed via SEM. These results provide preliminary information regarding the utilization of sugarcane bagasse fiber as a natural fiber-based material.

Keywords: *Sugarcane Bagasse, Natural Fiber, NaOH, Alkali Treatment, Morphology, SEM*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN **i**
KATA PENGANTAR **iii**
ABSTRAK **v**
DAFTAR ISI **viiii**
DAFTAR TABEL **ixx**
DAFTAR GAMBAR **x**

BAB I **1**
PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Ruang Lingkup 3
1.4 Tujuan Penelitian 4
1.5 Manfaat Penelitian 4

BAB 2 **5**
TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1 Serat Tebu (Sugarcane Bagasse Fiber) 5
2.1.1 Pengertian Tebu (Saccharum officinarum) 5
2.1.2 Terbentuknya Serat *Bagasse* sebagai Produk Samping Pengolahan 5
2.1.3 Komposisi Kimia Serat Tebu *(Bagasse)* 6
2.1.4 Karakteristik Fisik Serat Tebu *(Bagasse)* 7
2.2 Serat Alam Sebagai Material Berkelanjutan 7
2.2.1 Pengertian Serat Alam 7
2.2.2 Jenis-Jenis Serat Alam 8
2.2.3 Potensi Serat Ampas Tebu sebagai Material Penguat 8
2.3 Perlakuan Alkali (NaOH) 9
2.3.1 Pengertian Perlakuan Alkali 9
2.3.2 Pengaruh Waktu Perendaman NaOH 10
2.4 Morfologi Serat Tebu dan Analisis SEM 10
2.4.1 Pengertian Morfologi Serat 10
2.4.2 Morfologi Serat Ampas Tebu Akibat Perlakuan Alkali 11
2.5 Pengujian Scanning Electron Microscope 12

BAB 3 **14**
METODE PENELITIAN **14**
3.1 Tempat dan Waktu 14
3.1.1 Tempat Penelitian 14
3.1.1 Waktu Penelitian 14
3.2 Bahan dan Alat 15
3.2.1 Bahan Penelitian 15
3.2.2 Alat Penelitian 17
3.3 Diagram Alir 18
3.4 Recangan Penelitian 19

3.5 Prosedur Penelitian 19
3.5.1 Pengambilan Serat Tebu dan Perbaikan Sifat Fisik 19
3.6 Variable Penelitian 23

BAB 4 24
HASIL DAN PEMBAHASAN 24
4.1 Proses Penelitian 24
4.1.1 Perbaikan Sifat Fisik Serat Tebu 24
4.1.2 Pengujian Scanning Electron Microscope (SEM) 27
4.2 Hasil Morfologi Bentuk Serat Tebu 28
4.2.1 Morfologi Bentuk Serat Tebu Tanpa Perlakuan (TP) 28
4.2.2 Morfologi Serat Tebu Setelah Perendaman NaOH 1 Jam 30
4.2.3 Morfologi Serat Tebu Setelah Perendaman NaOH 3 Jam 33
4.2.4 Morfologi Serat Tebu Setelah Perendaman NaOH 5 Jam 35
4.2.5 Morfologi Serat Tebu Setelah Perendaman NaOH 7 Jam 38
4.2.6 Morfologi Serat Tebu Setelah Perendaman NaOH 9 Jam 41
4.3 Perbandingan dan Pembahasan Morfologi Serat Tebu Berdasarkan Variasi Waktu Perendaman NaOH 43

BAB 5 46
KESIMPULAN DAN SARAN 46
5.1 Kesimpulan 46
5.2 Saran 46

DAFTAR PUSTAKA 48
Lampiran 1. Lembar Asistensi
Lampiran 2. SK Pembimbing
Lampiran 3. Berita Acara Seminar Hasil Penelitian
Lampiran 4. Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu kegiatan penelitian 14
Tabel 4.1 Morfologi Serat Tebu Tanpa Perlakuan 29
Tabel 4.2 Morfologi Serat Tebu Perendaman 1 jam 32
Tabel 4.3 Morfologi Serat Tebu Perendaman 3 jam 34
Tabel 4.4 Morfologi Serat Tebu Perendaman 5 jam 37
Tabel 4.5 Morfologi Serat Tebu Perendaman 7 jam 39
Tabel 4.6 Morfologi Serat Tebu Perendaman 7 jam 42
Tabel 4.7 Perbandingan Morfologi Serat Tebu Berdasarkan Waktu Perendaman 44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tebu *(Saccharum officinarum)* 5
Gambar 2.2 Serat *Bagasse* 6
Gambar 2.3 Jenis-jenis Serat Alam 8
Gambar 2.4 Skema Perlakuan Alkali pada Serat ampas Tebu 9
Gambar 2.5 SEM Permukaan Serat Tebu Sebelum Perlakuan Alkali 11
Gambar 2.6 SEM Permukaan Serat Tebu Sesudah Perlakuan Alkali 12
Gambar 2.7 Prinsip Kerja *Scanning Electron Microscope* 13
Gambar 3.1 Serat ampas tebu 15
Gambar 3.2 Moldrelase wax 15
Gambar 3.3 Alkali NaoH 16
Gambar 3.4 Resin Polyester 16
Gambar 3.5 Aquadest 16
Gambar 3.6 *Scanning Electron Microscope* (SEM) 17
Gambar 3.7 Diagram Alir 18
Gambar 3.6 Serat ampas tebu yang sudah dikeringkan 19
Gambar 3.7 Pemisahan serat ampas tebu 20
Gambar 3.8 Penimbangan air RO 20
Gambar 3.9 wadah yang berisi 5liter air RO 21
Gambar 3.10 Penuangan NaOH dan Pengadukan NaOH 21
Gambar 3.11 Meletakan serat tebu ke wadah kosong 21
Gambar 3.12 Penuangan NaOH ke wadah yang berisi serat 22
Gambar 3.13 Proses perendaman NaOH 22
Gambar 3.14 penuangan dan pencucian serat tebu 22
Gambar 3.15 Penjemuran serat 23
Gambar 3.16 Serat yang udah kering 23
Gambar 4.1 Serat ampas tebu yang sudah dikeringkan 24
Gambar 4.2 Pemisahan serat ampas tebu 24
Gambar 4.3 Penimbangan air RO 25
Gambar 4.4 wadah yang berisi 5liter air RO 25
Gambar 4.5 Penuangan NaOH dan Pengadukan NaOH 25
Gambar 4.6 Meletakan serat tebu ke wadah kosong 26
Gambar 4.7 Penuangan NaOH ke wadah yang berisi serat 26
Gambar 4.8 Proses perendaman NaOH 26
Gambar 4.9 penuangan dan pencucian serat tebu 27
Gambar 4.10 Penjemuran serat 27
Gambar 4.11 Serat yang udah kering 27
Gambar 4.12 Gambar Alat Pengujian *Scanning Electron Microscope* 28
Gambar 4.13 Morfologi Serat Tebu Tanpa Perlakuan (TP) 29
Gambar 4.14 Morfologi Serat Tebu perendaman 1 jam 31
Gambar 4.15 Morfologi Serat Tebu perendaman 3 jam 34
Gambar 4.16 Morfologi Serat Tebu perendaman 5 jam 36
Gambar 4.17 Morfologi Serat Tebu perendaman 7 jam 39
Gambar 4.18 Morfologi Serat Tebu perendaman 9 jam 42

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peranan penting dalam industri gula di Indonesia. Meningkatnya kebutuhan gula nasional setiap tahun berdampak pada meningkatnya aktivitas pengolahan tebu, yang secara langsung menghasilkan limbah padat berupa ampas tebu (*bagasse*) dalam jumlah yang besar. Selama ini, sebagian ampas tebu dimanfaatkan sebagai bahan bakar boiler di pabrik gula, namun pemanfaatannya masih belum optimal sehingga berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk meningkatkan nilai tambah limbah ampas tebu melalui pemanfaatannya sebagai material bernilai ekonomi. (Bartos et al., 2020; Rachmadhan et al., 2020).

Ampas tebu merupakan biomassa lignoselulosa yang tersusun atas selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Kandungan selulosa yang relatif tinggi menjadikan serat ampas tebu berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan penguat pada berbagai material ramah lingkungan. Selain bersifat dapat diperbarui (r*enewable*), serat ampas tebu juga memiliki keunggulan berupa ketersediaan yang melimpah, massa jenis yang rendah, biaya produksi yang relatif murah, serta mudah terdegradasi secara hayati. Karakteristik tersebut menjadikan serat ampas tebu sebagai salah satu alternatif pengganti serat sintetis dalam berbagai aplikasi material berbasis serat.(Bartos et al., 2020).

Meskipun demikian, pemanfaatan serat ampas tebu masih menghadapi beberapa kendala, terutama keberadaan lignin, hemiselulosa, lilin (*wax*), dan pengotor lain yang masih menutupi permukaan serat. Lapisan tersebut menyebabkan permukaan serat menjadi kurang kasar, menghambat keterbukaan mikrofibril, serta menurunkan kualitas karakteristik permukaan serat (Ait-Abdellah et al., 2024; Bartos et al., 2020). Oleh karena itu, diperlukan proses perlakuan awal (*surface treatment*) untuk memperbaiki karakteristik fisik permukaan serat sebelum digunakan pada berbagai aplikasi material

(Ait-Abdellah et al., 2024).

Salah satu metode perlakuan awal yang banyak digunakan adalah perlakuan alkali menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH). Perlakuan ini mampu menghilangkan sebagian lignin, hemiselulosa, pektin, dan kotoran yang melekat pada permukaan serat sehingga menghasilkan permukaan serat yang lebih bersih dan kasar (Ait-Abdellah et al., 2024; Bartos et al., 2020). Selain itu, perlakuan alkali juga dapat meningkatkan keterbukaan mikrofibril serta memperbaiki karakteristik morfologi permukaan serat (Renandito et al., 2025) . Berbagai penelitian melaporkan bahwa efektivitas perlakuan alkali dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti konsentrasi larutan, suhu, serta lamanya waktu perendaman. Apabila waktu perendaman terlalu singkat, proses penghilangan lignin belum berlangsung secara optimal. Sebaliknya, waktu perendaman yang terlalu lama dapat menyebabkan degradasi selulosa sehingga berpotensi merusak struktur serat (Bartos et al., 2020; Nusantara et al., 2025).

Karakterisasi morfologi permukaan serat merupakan salah satu tahapan penting untuk mengevaluasi keberhasilan perlakuan alkali. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah *Scanning Electron Microscope* (SEM), karena mampu menghasilkan citra permukaan serat dengan resolusi tinggi sehingga perubahan struktur mikro dapat diamati secara lebih jelas (Ait-Abdellah et al., 2024). Melalui pengamatan SEM, perubahan seperti hilangnya lapisan pengotor, meningkatnya kekasaran permukaan, terbukanya mikrofibril, serta perubahan tekstur serat akibat perlakuan alkali dapat dianalisis secara langsung (Ait-Abdellah et al., 2024).

Berdasarkan studi literatur, beberapa penelitian mengenai serat ampas tebu telah banyak dilakukan dengan fokus pada pengaruh perlakuan alkali terhadap komposisi kimia serat, sifat kristalinitas, maupun karakteristik mekanik material komposit yang menggunakan serat ampas tebu sebagai penguat(Bartos et al., 2020; Renandito et al., 2025). Sementara itu, kajian yang secara khusus mengevaluasi pengaruh variasi waktu perendaman NaOH terhadap perubahan morfologi permukaan serat melalui karakterisasi *Scanning Electron Microscope* (SEM) masih relatif terbatas. Padahal, informasi mengenai perubahan morfologi akibat variasi waktu perlakuan alkali diperlukan untuk memahami efektivitas

proses modifikasi permukaan serat serta menentukan kondisi perlakuan yang sesuai sebelum diaplikasikan sebagai material penguat komposit (Ait-Abdellah et al., 2024; Bartos et al., 2020)

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi perubahan morfologi permukaan serat ampas tebu akibat variasi waktu perendaman dalam larutan NaOH selama 1, 3, 5, 7, dan 9 jam menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai perubahan karakteristik permukaan serat setelah perlakuan alkali, khususnya terkait perubahan struktur mikro, kekasaran permukaan, dan keterbukaan mikrofibril. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi dalam menentukan kondisi perlakuan awal serat ampas tebu sebelum digunakan lebih lanjut pada pengembangan material berbasis serat alami.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana perubahan morfologi permukaan serat ampas tebu akibat variasi waktu perendaman larutan NaOH?
2. Bagaimana karakteristik permukaan serat ampas tebu setelah perlakuan alkali berdasarkan hasil pengamatan SEM?
3. Variasi waktu perendaman NaOH manakah yang menunjukkan perubahan morfologi permukaan serat ampas tebu paling jelas berdasarkan hasil pengamatan SEM?

1.3 Ruang Lingkup

Penelitian ini menggunakan serat ampas tebu (*sugarcane bagasse fiber*) yang diberikan perlakuan alkali menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH) dengan variasi waktu perendaman selama 1, 3, 5, 7, dan 9 jam untuk mengetahui perubahan karakteristik permukaan serat. Karakterisasi serat ampas tebu setelah perlakuan alkali dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk menganalisis perubahan morfologi permukaan serat, seperti kebersihan permukaan, kekasaran, keterbukaan mikrofibril, dan perubahan struktur permukaan. Penelitian ini berfokus pada analisis perubahan morfologi permukaan serat ampas tebu akibat perlakuan alkali berdasarkan hasil karakterisasi yang dilakukan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan dari penelitian ini Adalah :

1. Untuk melihat perubahan morfologi permukaan serat ampas tebu akibat variasi waktu perendaman larutan NaOH selama 1, 3, 5, 7, dan 9 jam.
2. Untuk mengevaluasi karakteristik permukaan serat ampas tebu setelah perlakuan alkali menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM).
3. Untuk menentukan variasi waktu perendaman NaOH yang menunjukkan perubahan morfologi permukaan serat ampas tebu paling jelas berdasarkan hasil pengamatan SEM.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat dari penelitian ini Adalah :

1. Memberikan informasi mengenai perubahan morfologi permukaan serat ampas tebu akibat perlakuan alkali menggunakan larutan NaOH dengan variasi waktu perendaman.
2. Memberikan data karakteristik permukaan serat ampas tebu berdasarkan hasil pengamatan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM).
3. Menjadi referensi awal dalam pengembangan dan pemanfaatan serat ampas tebu sebagai material berbasis serat alami yang ramah lingkungan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Serat Tebu (Sugarcane Bagasse Fiber)

2.1.1 Pengertian Tebu (Saccharum officinarum)

Tebu (*Saccharum officinarum*) merupakan tanaman perkebunan yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku utama dalam industri gula. Proses pengolahan tebu menghasilkan produk samping berupa ampas tebu (*bagasse*) yang memiliki kandungan lignoselulosa berupa selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Kandungan tersebut menjadikan ampas tebu memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber serat alami dalam berbagai aplikasi material berbasis biomassa, khususnya sebagai bahan penguat pada material ramah lingkungan (Hassan et al., 2024)



Gambar 2.1 Tebu *(Saccharum officinarum)*

2.1.2 Terbentuknya Serat *Bagasse* sebagai Produk Samping Pengolahan

Tebu Serat *Bagasse* awalnya dianggap sebagai limbah proses, namun kandungan lignoselulosanya yang tinggi menjadikannya biomassa bernilai untuk berbagai aplikasi seperti energi, biopolimer, dan material komposit (Ntunka et al., 2025). Ampas tebu (*bagasse*) merupakan hasil samping dari proses ekstraksi nira tebu yang terdiri dari kumpulan serat lignoselulosa. Struktur utama bagasse tersusun atas serat selulosa yang dikelilingi oleh matriks lignin dan hemiselulosa. Keberadaan komponen non-selulosa tersebut menyebabkan permukaan serat masih memiliki lapisan pengikat yang dapat menghambat pemanfaatannya, sehingga diperlukan perlakuan awal untuk meningkatkan karakteristik permukaan serat (Ntunka et al., 2025)



Gambar 2.2 Serat *Bagasse*

2.1.3 Komposisi Kimia Serat Tebu *(Bagasse)*

Ampas tebu (*bagasse*) merupakan biomassa lignoselulosa yang tersusun atas tiga komponen utama, yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Selulosa merupakan komponen terbesar dengan kandungan sekitar 35–50%, hemiselulosa sekitar 20–30%, sedangkan lignin sekitar 15–25%. Komposisi tersebut dapat mengalami perubahan bergantung pada varietas tanaman, kondisi pertumbuhan, serta metode perlakuan awal yang diberikan (Pérez-contreras et al., 2025).Dalam studi pemisahan lignin menggunakan proses solvotermal, ditemukan proporsi selulosa sebesar 37,2%, hemiselulosa 22,1%, dan lignin 26,5%, bersama dengan abu dan komponen ekstraktif (Imman et al., 2021). Penelitian ekstraksi arabinoksilan dari Bagasse juga melaporkan kisaran 35–50% selulosa, 22–36% hemiselulosa, serta 14–30% lignin, serta jumlah ekstraktif dan abu yang rendah (Khaleghipour et al., 2021). Selain itu, tinjauan eskalasi industri tebu menyebut bahwa Bagasse terdiri dari 40–50% selulosa, 20–30% hemiselulosa, 20–25% lignin, dan abu sekitar 1,5–3%, yang menegaskan potensi lignoselulosa sebagai bahan mentah teknis (Pérez-contreras et al., 2025), Variabilitas komposisi ini juga tercermin dalam data lokal, misalnya laporan di literatur Indonesia menunjukkan kandungan selulosa 39,5–45,7% dan hemiselulosa 25,6–29,6% pada ampas tebu, walaupun nilai lignin yang dilaporkan di beberapa laporan lokal relatif rendah (Nurdin et al., 2021)

2.1.4 Karakteristik Fisik Serat Tebu *(Bagasse)*

Serat ampas tebu memiliki karakteristik fisik berupa massa jenis yang rendah, struktur berpori, serta ukuran serat yang bervariasi bergantung pada proses pengolahan. Struktur permukaan serat dipengaruhi oleh kandungan lignin, hemiselulosa, dan selulosa yang menyusun dinding sel. Keberadaan komponen non-selulosa pada permukaan serat menyebabkan karakteristik permukaan menjadi kurang homogen sehingga diperlukan perlakuan kimia untuk meningkatkan kualitas permukaan serat (Bartos et al., 2020).Selain itu, karakterisasi serat *Bagasse* dari studi di repositori menunjukkan bahwa diameter berkas serat ampas tebu rata-rata mencapai 95,25 mm (untuk panjang serat berkas), namun kehalusan seratnya masih kasar (sekitar 65,78 tex), menjadikannya kurang ideal untuk benang sandang tetapi sangat potensial untuk aplikasi non-sandang seperti komposit atau panel (Novia et axl., 2022).

Studi pembuatan papan *binderless* dari serat Bagasse menunjukkan bahwa sifat fisik akhir termasuk densitas papan sangat bergantung pada ukuran partikel serat dan kondisi pengepresan panas (temperatur, tekanan, dan waktu). Dalam beberapa penelitian eksperimental terkini, optimasi ukuran partikel (mis. 40-mesh) dan parameter pengepresan menghasilkan densitas papan yang meningkat sampai sekitar 0,4–0,6 g/cm³; satu studi melaporkan densitas terbaik ≈ 0,52 g/cm³ pada kondisi pressing yang dioptimalkan. Fenomena ini terkait mekanisme *self-bonding* komponen lignoselulosa (lignin dan hemiselulosa) yang aktif pada kondisi panas/tekan tertentu, sehingga memperbaiki kohesi antar partikel tanpa perlu perekat sintetis hasil yang menjadikan Bagasse kandidat menarik untuk panel ringan dan aplikasi interior non-struktural (Chen et al., 2023).

2.2 Serat Alam Sebagai Material Berkelanjutan

2.2.1 Pengertian Serat Alam

Serat alam merupakan serat yang berasal dari sumber hayati, terutama tumbuhan, yang dimanfaatkan sebagai material teknik karena memiliki sifat mekanik yang baik serta lebih ramah lingkungan dibandingkan serat sintetis. Serat alam tersusun atas komponen utama berupa selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang berperan dalam menentukan karakteristik fisik maupun mekaniknya. Selain itu, serat alam memiliki beberapa keunggulan seperti densitas yang rendah, mudah

diperbarui (*renewable*), dapat terdegradasi secara hayati (*biodegradable*), tersedia dalam jumlah yang melimpah, serta memiliki biaya produksi yang relatif rendah. Oleh karena itu, serat alam semakin banyak dimanfaatkan sebagai alternatif material penguat dalam berbagai aplikasi teknik dan rekayasa material (Khan et al., 2024)

2.2.2 Jenis-Jenis Serat Alam

Serat alam dapat diklasifikasikan berdasarkan asalnya menjadi beberapa kelompok, yaitu serat batang, serat daun, serat buah, serat biji, dan serat kulit tanaman. Contoh serat batang meliputi kenaf, rami, dan ampas tebu (*bagasse*), sedangkan serat daun meliputi sisal, abaka, dan serat daun nanas. Selain itu terdapat pula serat buah seperti sabut kelapa serta serat biji seperti kapas. Masing-masing jenis serat memiliki karakteristik fisik dan mekanik yang berbeda sehingga pemanfaatannya disesuaikan dengan kebutuhan aplikasinya. Dibandingkan serat sintetis, serat alam memiliki keunggulan berupa bobot yang ringan, biaya yang lebih rendah, serta dampak lingkungan yang lebih kecil sehingga banyak dikembangkan sebagai material berkelanjutan.



Gambar 2.3 Jenis-jenis Serat Alam

2.2.3 Potensi Serat Ampas Tebu sebagai Material Penguat

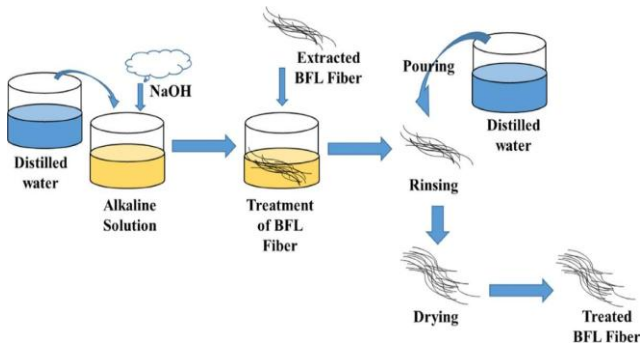
Serat ampas tebu (*bagasse*) merupakan salah satu serat alam yang memiliki potensi besar sebagai material penguat karena berasal dari limbah industri gula yang tersedia dalam jumlah melimpah. Kandungan selulosa yang relatif tinggi memberikan kontribusi terhadap kekuatan tarik dan kekakuan serat, sedangkan massa jenisnya yang rendah menjadikan serat ampas tebu sesuai untuk dikembangkan sebagai material ringan dan ramah lingkungan. Namun demikian,

keberadaan lignin, hemiselulosa, dan zat ekstraktif pada permukaan serat menyebabkan kualitas ikatan antarmuka menjadi kurang optimal sehingga diperlukan perlakuan awal, seperti perlakuan alkali menggunakan larutan NaOH, untuk meningkatkan kebersihan permukaan dan memperbaiki karakteristik morfologi serat sebelum digunakan pada berbagai aplikasi material (Khan et al., 2024)

2.3 Perlakuan Alkali (NaOH)

2.3.1 Pengertian Perlakuan Alkali

Perlakuan alkali merupakan proses modifikasi kimia pada serat lignoselulosa menggunakan larutan basa umumnya Natrium Hidroksida (NaOH) yang bertujuan menghilangkan pengotor seperti lignin, hemiselulosa, wax, serta minyak alami yang menutupi permukaan serat. Proses ini menghasilkan peningkatan kebersihan permukaan dan membuka struktur fibril sehingga serat menjadi lebih reaktif, lebih kasar, dan memiliki kemampuan adhesi yang lebih baik terhadap matriks komposit (Kondo et al., 2023). Perlakuan alkali juga mampu meningkatkan fraksi selulosa relatif dalam serat serta menurunkan kandungan non-selulosa yang menghambat ikatan antarmuka, sehingga sifat mekanik komposit dapat meningkat signifikan (Bartos et al., 2020). Selain memperbaiki karakteristik permukaan, NaOH juga menyebabkan proses *mercerization*, yaitu perubahan struktur kristalin selulosa yang dapat meningkatkan kekuatan, fleksibilitas, dan stabilitas termal serat (Gabriel et al., 2022). Dengan demikian, perlakuan alkali adalah teknik utama dalam rekayasa serat alam untuk mendapatkan performa yang optimal pada aplikasi komposit dan material teknik lainnya (Andoko et al., 2024).



Gambar 2.4 Skema Perlakuan Alkali pada Serat ampas Tebu

2.3.2 Pengaruh Waktu Perendaman NaOH

Lama waktu perendaman merupakan salah satu faktor yang memengaruhi efektivitas perlakuan alkali pada serat lignoselulosa. Selama proses perendaman, ion hidroksida (OH^-) akan bereaksi dengan komponen lignin, hemiselulosa, dan pengotor yang terdapat pada permukaan serat. Semakin lama waktu perendaman, semakin banyak komponen non-selulosa yang terlepas sehingga permukaan serat menjadi lebih bersih dan kasar. Kondisi ini ditandai dengan terbukanya mikrofibril serta meningkatnya porositas permukaan serat (Bartos et al., 2020).

Meskipun demikian, waktu perendaman yang terlalu lama dapat menyebabkan pelarutan sebagian selulosa sehingga struktur serat menjadi rusak. Degradasi tersebut dapat menyebabkan penurunan kekuatan serat serta munculnya kerusakan pada permukaan yang dapat diamati melalui karakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Oleh karena itu, pemilihan waktu perendaman yang tepat menjadi faktor penting dalam memperoleh karakteristik morfologi serat yang optimal (Kondo et al., 2023; Renandito et al., 2025).

2.4 Morfologi Serat Tebu dan Analisis SEM

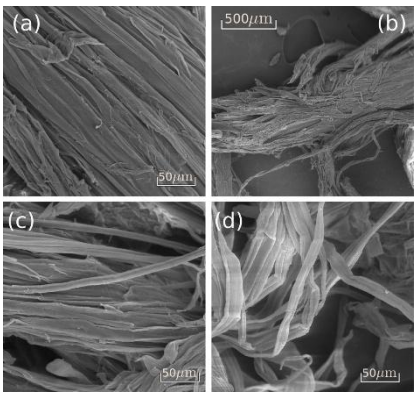
2.4.1 Pengertian Morfologi Serat

Morfologi serat adalah kajian mengenai bentuk, struktur permukaan, susunan fibril, diameter, porositas, dan kondisi fisik mikro dari suatu serat alami. Morfologi sangat menentukan karakteristik mekanik, kemampuan adhesi terhadap matriks, serta perilaku serat saat mengalami perlakuan kimia atau termal (Bartos et al., 2020). Pada serat lignoselulosa seperti *Bagasse*, morfologi sangat dipengaruhi oleh komponen penyusunnya, yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin, yang membentuk struktur primer dan sekunder dinding sel.

Studi-studi terbaru menunjukkan bahwa perubahan morfologi akibat perlakuan kimia dapat meningkatkan kekuatan tarik, kristalinitas, dan wettability serat, sehingga menjadikan morfologi sebagai parameter penting dalam pemanfaatan serat tebu sebagai bahan teknik maupun komposit (Nusantara et al., 2025).

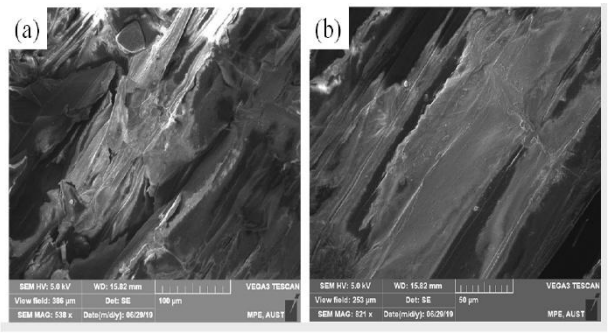
2.4.2 Morfologi Serat Ampas Tebu Akibat Perlakuan Alkali

Morfologi permukaan serat ampas tebu mengalami perubahan yang signifikan akibat adanya perlakuan alkali menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH). Sebelum diberikan perlakuan alkali, permukaan serat ampas tebu masih mengandung berbagai komponen non-selulosa seperti lignin, hemiselulosa, pektin, lilin (*wax*), serta zat ekstraktif lainnya yang menutupi permukaan serat. Keberadaan komponen tersebut menyebabkan permukaan serat cenderung lebih halus, kurang berpori, dan struktur mikrofibril masih terikat kuat sehingga menghambat aktivitas permukaan serat. Kondisi tersebut menyebabkan kemampuan interaksi serat dengan material lain menjadi kurang optimal (Bartos et al., 2020)



Gambar 2.5 SEM Permukaan Serat Tebu Sebelum Perlakuan Alkali

Setelah dilakukan perlakuan alkali menggunakan NaOH, terjadi perubahan pada struktur permukaan serat akibat proses penghilangan sebagian lignin, hemiselulosa, pektin, dan zat pengotor yang melekat pada permukaan serat. Proses tersebut menyebabkan permukaan serat menjadi lebih bersih, kasar, dan tidak beraturan. Selain itu, perlakuan alkali juga menyebabkan terbukanya struktur mikrofibril akibat berkurangnya komponen amorf yang sebelumnya mengikat serat. Perubahan morfologi ini menunjukkan bahwa perlakuan NaOH mampu meningkatkan karakteristik permukaan serat sehingga berpotensi memperbaiki sifat interaksi antara serat dengan matriks pada aplikasi komposit(Kondo et al., 2023)

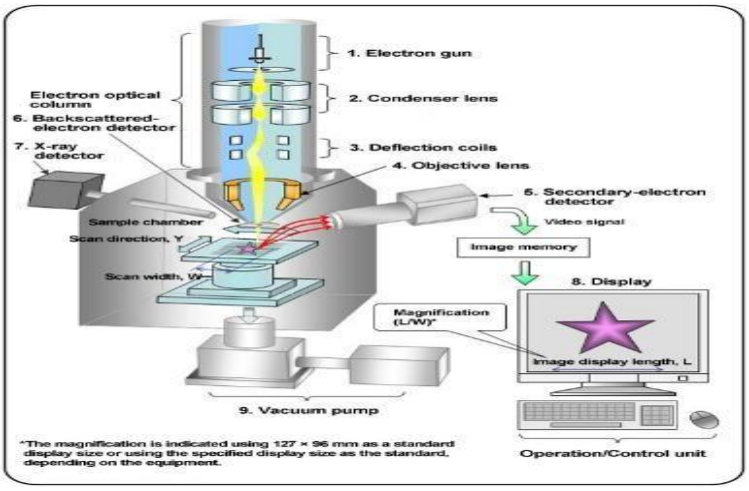


Gambar 2.6 SEM Permukaan Serat Tebu Sesudah Perlakuan Alkali

2.5 Pengujian Scanning Electron Microscope

Scanning Electron Microscope (SEM) merupakan instrumen mikroskopi elektron yang digunakan untuk mengamati morfologi dan topografi permukaan material pada resolusi tinggi hingga skala nanometer. SEM bekerja dengan memanfaatkan berkas elektron berenergi tinggi untuk menghasilkan citra permukaan melalui interaksi antara elektron yang ditembakkan dan atom-atom pada sampel, sehingga mampu menampilkan struktur mikro yang tidak dapat diamati menggunakan mikroskop optik konvensional (Rao et al., 2024). Fungsi utama SEM meliputi analisis bentuk permukaan, pemeriksaan struktur fibril, deteksi pori dan retakan mikro, serta identifikasi perubahan topografi setelah perlakuan kimia atau termal yang menjadikannya metode standar dalam karakterisasi material lignoselulosa seperti serat *Bagasse* (Renandito et al., 2025).

Prinsip kerjanya dimulai dari pembangkitan berkas elektron oleh electron gun, kemudian berkas ini difokuskan melalui lensa elektromagnetik dan diarahkan (scanning) secara raster pada permukaan sampel. Interaksi elektron-sampel menghasilkan sinyal berupa secondary electrons dan backscattered electrons yang kemudian ditangkap oleh detektor untuk membentuk citra digital dengan kedalaman fokus tinggi. Melalui mekanisme ini, SEM mampu memberikan gambaran permukaan yang sangat detail, termasuk distribusi fibril, tingkat kekasaran, keberadaan impurity, hingga perubahan struktur akibat proses modifikasi serat. berikan akses pdf dari sitasi yang kamu berikan



Gambar 2.7 Prinsip Kerja *Scanning Electron Microscope*

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kota Medan yaitu di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara untuk proses pemaparan material uji.

3.1.1 Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian ini diperkirakan berlangsung selama 6 bulan, dimulai dari tahap pengumpulan referensi hingga penyusunan laporan akhir. Jadwal kegiatan penelitian meliputi studi literatur, persiapan bahan dan alat, proses perlakuan alkali pada serat tebu, pengujian morfologi menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM), analisis data, serta penyusunan laporan tugas akhir. Rincian waktu pelaksanaan penelitian ditampilkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Waktu kegiatan penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Studi Literatur & Penguatan Teori						
2	Pengumpulan Bahan dan Persiapan Alat						
3	Preparasi Serat Tebu (Pembersihan & Pengeringan)						
4	Perlakuan Alkali NaOH (1,3,5,7,9)						
5	Pengujian SEM & Dokumen Morfologi						
6	Analisis Data						
7	Sidang Sarjana						

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Serat ampas Tebu *(Bagasse fiber)*

Digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan spesimen komposit dan berperan sebagai berpenguat komposit.



Gambar 3.1 Serat ampas tebu

2. Moldrelase Wax

Berfungsi berfungi melapisi mal/cetakan agar tidak susah di lepas pada saat pembukaan specimen yang telah kering karna adanya campuran epoxy di dalam cetakan.



Gambar 3.2 Moldrelase wax

3. Alkali NaOH

Alkali NaOH ini nantinya akan dilarutkan dengan air untuk campuran rendaman serat tebu yang mana alkali di gunakan hanya 5% dalam setiap perendaman.



Gambar 3.3 Alkali NaoH

4. Resin Polyester

Polyester sebagai matrik dan merupakan resin yang di gunakan saat pencetakan komposit di lakukan, dengan ciri-ciri bewarna kuning. Resin ini di sertai katalis yang bewarna putih dengan perbandingan pencampuran antara resin dengan katalis nya adalah 1:1.



Gambar 3.4 Resin Polyester

5. Aquadest

Aquadest berpungsi Mencuci serat ampas tebu untuk menghilangkan debu, tanah, gula, dan kotoran yang masih menempel pada serat.



Gambar 3.5 Aquadest

3.2.2 Alat Penelitian

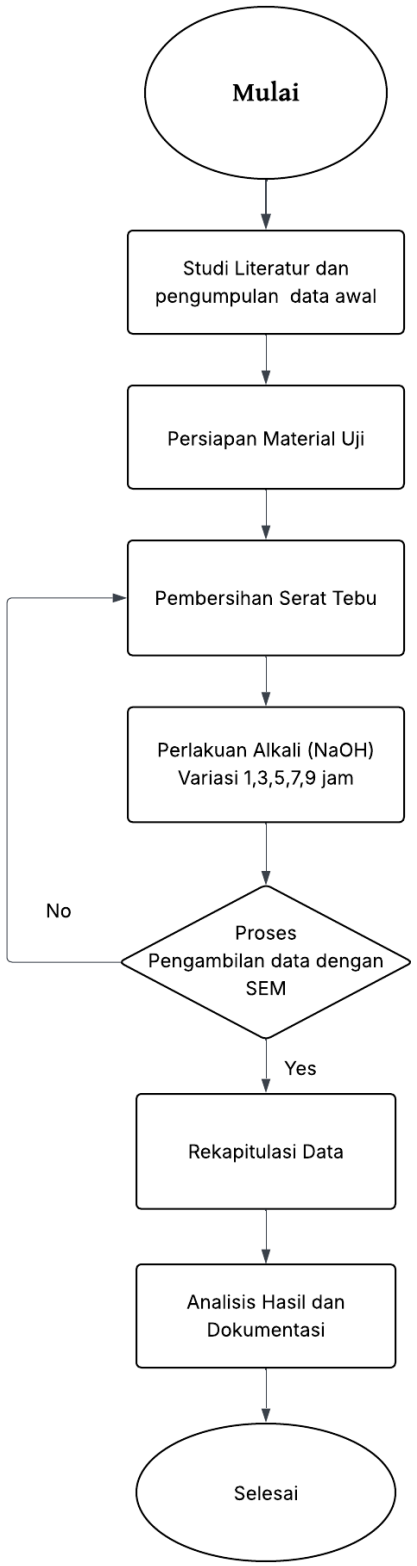
1. *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Pengamatan SEM dilakukan dengan variasi perbesaran 2 mm, 12 mm, dan 200 um untuk memperoleh informasi mengenai perubahan morfologi permukaan serat, seperti kekasaran permukaan, keberadaan pengotor, dan keterbukaan struktur fibril.



Gambar 3.6 *Scanning Electron Microscope* (SEM)

3.3 Diagram Alir



Gambar 3.7 Diagram Alir

3.4 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium yang bertujuan untuk mengetahui perubahan morfologi permukaan serat ampas tebu akibat perlakuan alkali menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH). Perlakuan dilakukan dengan memberikan variasi waktu perendaman terhadap serat ampas tebu, kemudian perubahan morfologi permukaan diamati menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM).

Larutan NaOH yang digunakan memiliki konsentrasi 5%. Berdasarkan prosedur penelitian, larutan dibuat menggunakan 5 liter air dan 250 gram NaOH. Serat ampas tebu kemudian direndam dalam larutan NaOH dengan variasi waktu 1 jam, 3 jam, 5 jam, 7 jam, dan 9 jam. Serat tanpa perlakuan digunakan sebagai pembanding awal.

Setelah proses perendaman selesai, serat dicuci menggunakan aquadest untuk menghilangkan sisa larutan NaOH, kemudian dikeringkan. Selanjutnya, masing-masing sampel diamati menggunakan SEM dengan pembesaran 2 mm, 500 µm, dan 200 µm untuk mengamati perubahan morfologi permukaan serat.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Pengambilan Serat Tebu dan Perbaikan Sifat Fisik

1. Pertama pengambilan limbah ampas serat ampas tebu, yang didapat dari pedagang penjual es, lalu di jemur di bawah sinar matahari.



Gambar 3.6 Serat Ampas Tebu Yang Sudah Dikeringkan

2. Pemisahan limbah serat ampas tebu, dengan cara menggunakan pisau diuraikan satu per satu untuk didapatnya serat tebu.



Gambar 3.7 Pemisahan Serat Ampas Tebu

3. Siapkan wadah, setelah itu timbang wadahnya, kalibrasikan timbangan ke angka 0, karena massa jenis air adalah sekitar 1 kg/L atau 1000 gram/L, maka berat air bersih adalah 5000 gram. Lalu isi air bersih sebanyak 1000 gram ke wadah kecil, karena dibutuhkan sebanyak 5 liter air maka yang dibutuhkan adalah 5000 gram air bersih.



Gambar 3.8 Penimbangan Air RO

4. Setelah itu pindahkan air bersih ke dalam wadah yang lebih besar, misalnya 5 kg air bersih, lalu cari berapa 5% dari 5 kg air bersih tersebut.
   Untuk 5% dari 5 kg air bersih tersebut: 5% × 5000 gram = $\frac{5}{100}$× 5000 = 250 gram NaOH yang dibutuhkan.



Gambar 3.9 Wadah Yang Berisi 5 Liter Air RO

5. Lalu tuangkan NaOH ke dalam wadah yang berisikan air bersih 5 liter sebelumnya. Setelah menuangkan NaOH ke dalam wadah air bersih 5 liter itu, lalu diaduk sampai merata.



Gambar 3.10 Penuangan NaOH dan Pengadukan NaOH

6. Lanjutkan dengan meletakkan serat ampas tebu di dalam wadah yang masih kosong.



Gambar 3.11 Meletakan Serat Tebu Ke Wadah Kosong

7. Sesudah wadah diisi dengan serat ampas tebu, tuangkan alkali (NaOH) yang sudah diaduk sebelumnya ke dalam wadah yang sudah berisikan serat ampas tebu.



Gambar 3.12 Penuangan NaOH Ke Wadah Yang Berisi Serat

8. Tunggu dan biarkan selama perendaman dengan variasi waktu 1 jam, 3 jam, 5 jam, 7 jam, dan sampai 9 jam.



Gambar 3.13 Proses Perendaman NaOH

9. Lalu angkat tuangkan NaOh dan bersihkan serat ampas tebu dengan menggunakan aquadest.





Gambar 3.14 Penuangan Dan Pencucian Serat Tebu

10. Kemudian itu serat yang sudah dicuci dijemur di bawah terik matahari.



Gambar 3.15 Penjemuran Serat

11. Hasil serat yang telah di jemur selama 1 jam, 3 jam, 5 jam, 7 jam, 9 jam.



Gambar 3.16 Serat Yang Udah Kering

3.6 Variable Penelitian

Penelitian ini mengidentifikasi beberapa variabel yang terkait dengan pengujian kekuatan impak material komposit yang diperkuat oleh serat ampas tebu.

1. Variabel independent, yang merupakan faktor penyebab perubahan pada variabel lain, dalam penelitian ini adalah variasi waktu perendaman dalam larutan Natrium Hidroksida (NaOH) selama 1, 3, 5, 7, dan 9 jam.

2. Variable dependent, variabel yang dipengaruhi oleh adanya perubahan variabel indepedent. Pada penelitian ini Variabel dependen adalah morfologi permukaan serat ampas tebu yang diamati melalui hasil pengujian SEM.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Penelitian

Penelitian ini di bagi menjadi 2 tahapan mulai dari perbaikan sifat fisik serat tebu dengan variasi perendaman NaOH 1, 3, 5, 7, 9 jam dan Pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM).

4.1.1 Perbaikan Sifat Fisik Serat Tebu

1. Pertama pengambilan limbah ampas serat ampas tebu, yang didapat dari pedagang penjual es, lalu di jemur di bawah sinar matahari.



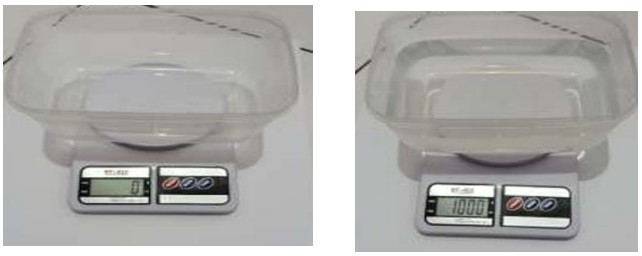
Gambar 4.1 Serat Ampas Tebu Yang Sudah Dikeringkan

2. Pemisahan limbah serat ampas tebu, dengan cara menggunakan pisau diuraikan satu per satu untuk didapatnya serat tebu.



Gambar 4.2 Pemisahan Serat Ampas Tebu

3. Siapkan wadah, setelah itu timbang wadahnya, kalibrasikan timbangan ke angka 0, karena massa jenis air adalah sekitar 1 kg/L atau 1000 gram/L, maka berat air bersih adalah 5000 gram. Lalu isi air bersih sebanyak 1000 gram ke wadah kecil, karena dibutuhkan sebanyak 5 liter air maka yang dibutuhkan adalah 5000 gram air bersih.



Gambar 4.3 Penimbangan Air RO

4. Setelah itu pindahkan air bersih ke dalam wadah yang lebih besar, misalnya 5 kg air bersih, lalu cari berapa 5% dari 5 kg air bersih tersebut.Untuk 5% dari 5 kg air bersih tersebut: 5% × 5000 gram = $\frac{5}{100}$× 5000 = 250 gram NaOH yang dibutuhkan.



Gambar 4.4 adah Yang Berisi 5 Liter Air RO

5. Lalu tuangkan NaOH ke dalam wadah yang berisikan air bersih 5 liter sebelumnya. Setelah menuangkan NaOH ke dalam wadah air bersih 5 liter itu, lalu diaduk sampai merata.



Gambar 4.5 Penuangan NaOH dan Pengadukan NaOH

6. Lanjutkan dengan meletakkan serat ampas tebu di dalam wadah yang masih kosong.



Gambar 4.6 Meletakan Serat Tebu Ke Wadah Kosong

7. Sesudah wadah diisi dengan serat ampas tebu, tuangkan alkali (NaOH) yang sudah diaduk sebelumnya ke dalam wadah yang sudah berisikan serat ampas tebu.



Gambar 4.7 Penuangan NaOH Ke Wadah Yang Berisi Serat

8. Tunggu dan biarkan selama perendaman dengan variasi waktu 1 jam, 3 jam, 5 jam, 7 jam, dan sampai 9 jam.



Gambar 4.8 Proses Perendaman NaOH

9. Lalu angkat tuangkan NaOh dan bersihkan serat ampas tebu dengan menggunakan aquadest.



Gambar 4.9 Penuangan Dan Pencucian Serat Tebu

10. Kemudian itu serat yang sudah dicuci dijemur di bawah terik matahari.



Gambar 4.10 Penjemuran Serat

11. Hasil serat yang telah di jemur selama 1 jam, 3 jam, 5 jam, 7 jam, 9 jam.

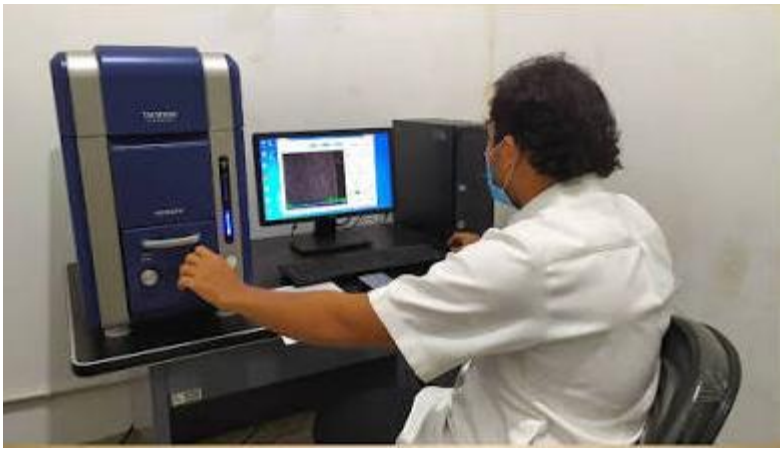


Gambar 4.11 Serat Yang Udah Kering

4.1.2 Pengujian Scanning Electron Microscope (SEM)

Pengujian Scanning Electron Microscope bertujuan untuk mengamati dan Menganalisa struktur permukaan serta morfologi mikro dari material serat tebu

tersebut. Proses uji Scanning Electron Microscope dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Sumatera Utara dengan menggunakan SEM Hitachi TM300. Proses uji Scanning Electron Microscope ditunjukkan pada gambar berikut.

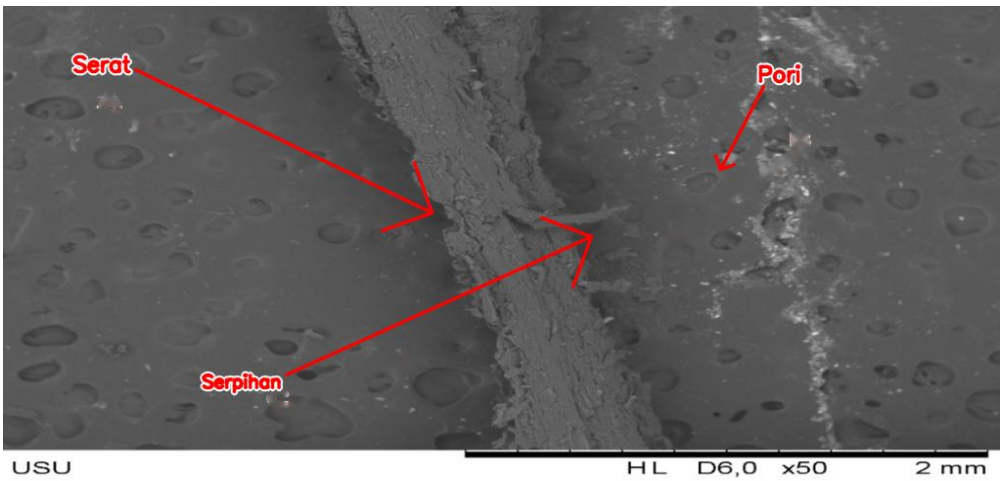


Gambar 4.12 Gambar Alat Pengujian *Scanning Electron Microscope*

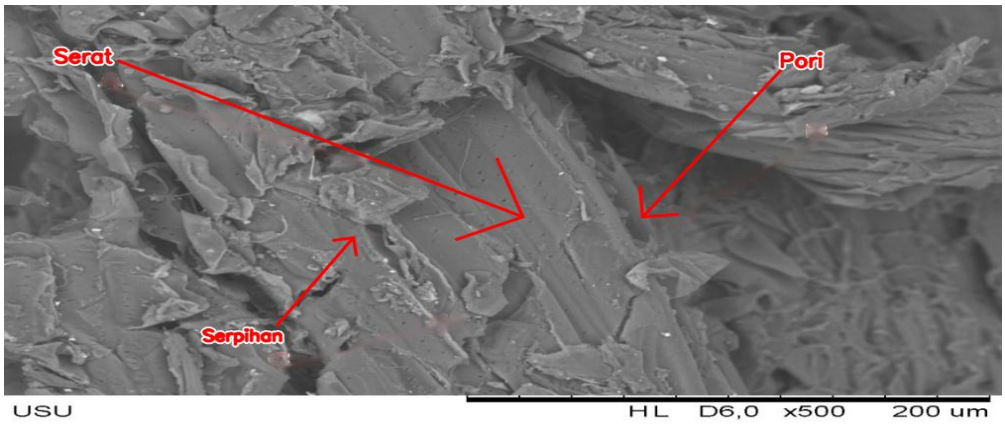
4.2 Hasil Morfologi Bentuk Serat Tebu

4.2.1 Morfologi Bentuk Serat Tebu Tanpa Perlakuan (TP)

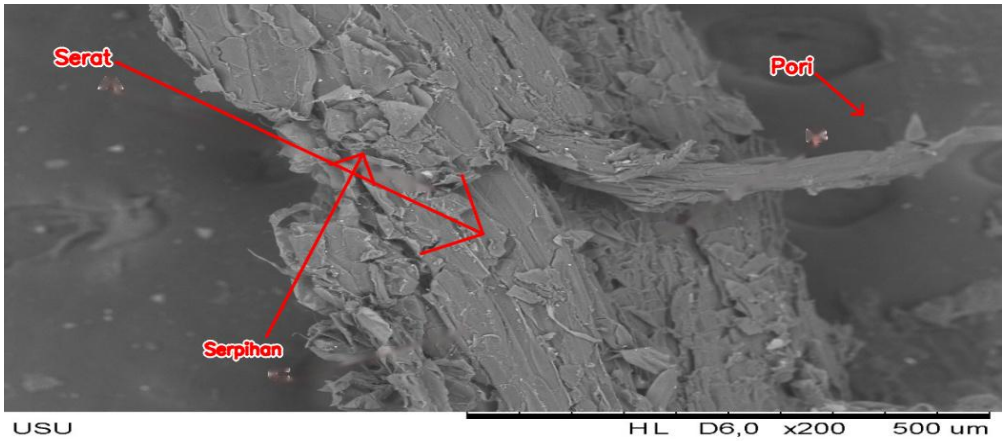
Pengamatan morfologi permukaan serat tebu tanpa perlakuan (TP) dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) pada tiga tingkat pembesaran, yaitu 2 mm, 500 µm, dan 200 µm. Penggunaan tiga tingkat pembesaran bertujuan untuk mengamati kondisi permukaan serat dari struktur secara umum hingga bagian permukaan yang lebih detail. Hasil pengamatan morfologi serat tebu tanpa perlakuan ditunjukkan pada Gambar 4.13.



(a) Pembesaran 2 mm



(b) Pembesaran 200 µm



(c) Pembesaran 500 µm

Gambar 4.13 Morfologi Serat Tebu Tanpa Perlakuan (TP) : (A) Pembesaran 2 Mm, (B) Pembesaran 200 µm, Dan (C) Pembesaran 500 µm

Berdasarkan hasil pengamatan pada citra SEM, morfologi permukaan serat tebu tanpa perlakuan pada masing-masing tingkat pembesaran disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Morfologi Serat Tebu Tanpa Perlakuan

Ukuran Pembesaran	Morfologi
2 mm	Serat, Pori, Serpihan
500 um	Serat, Pori, Serpihan
200 um	Serat, Pori, Serpihan

Pengamatan morfologi permukaan serat tebu tanpa perlakuan dilakukan menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM) pada tiga tingkat pembesaran, yaitu 2 mm, 500 µm, dan 200 µm. Penggunaan beberapa tingkat pembesaran bertujuan untuk melihat kondisi permukaan serat mulai dari struktur secara umum hingga bagian permukaan yang lebih detail.

Pada pembesaran 2 mm, permukaan serat dapat diamati secara umum. Terlihat struktur utama serat, pori, dan serpihan yang masih terdapat pada permukaan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sebelum diberikan perlakuan NaOH, permukaan serat masih memiliki material yang melekat dan belum mengalami perubahan akibat perlakuan alkali.

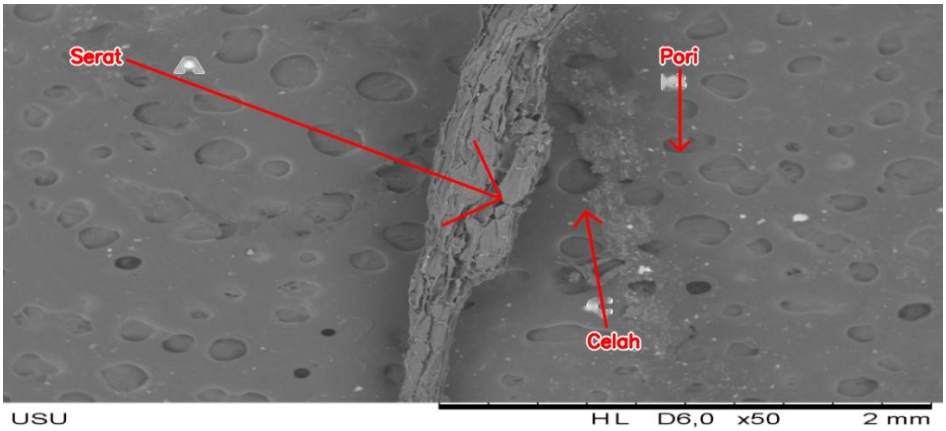
Pada pembesaran 500 µm, permukaan serat terlihat lebih detail. Struktur serat, pori, dan serpihan dapat diamati dengan lebih jelas. Pori menunjukkan adanya bagian permukaan yang terbuka, sedangkan serpihan menunjukkan masih terdapat material yang melekat pada permukaan serat.

Pada pembesaran 200 µm, morfologi permukaan terlihat lebih rinci. Struktur serat, pori, dan serpihan masih dapat diamati. Dibandingkan dengan pembesaran yang lebih rendah, kondisi permukaan dapat terlihat dengan lebih jelas, terutama bagian pori dan material yang masih melekat pada serat.

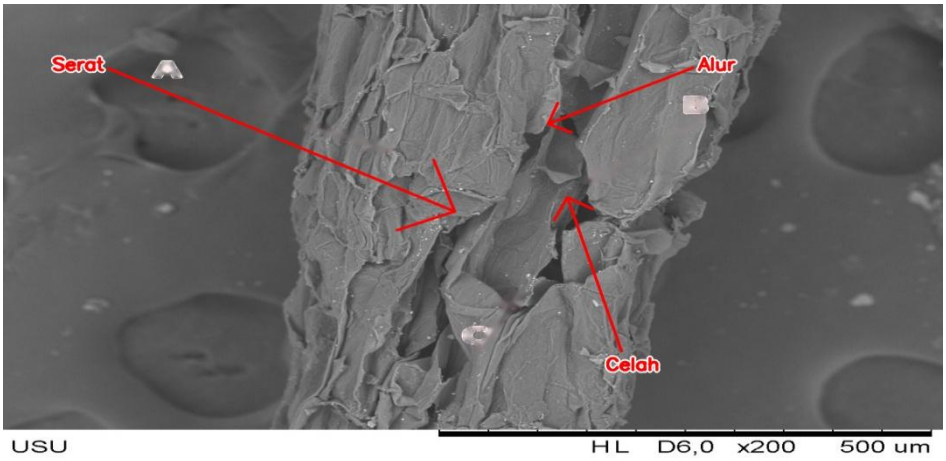
Berdasarkan ketiga tingkat pembesaran tersebut, serat tebu tanpa perlakuan menunjukkan permukaan yang masih memiliki pori dan serpihan. Kondisi ini digunakan sebagai gambaran awal sebelum serat diberikan perlakuan NaOH. Selanjutnya, perubahan morfologi pada perlakuan 1, 3, 5, 7, dan 9 jam dapat dibandingkan dengan kondisi awal ini..

4.2.2 Morfologi Serat Tebu Setelah Perendaman NaOH 1 Jam

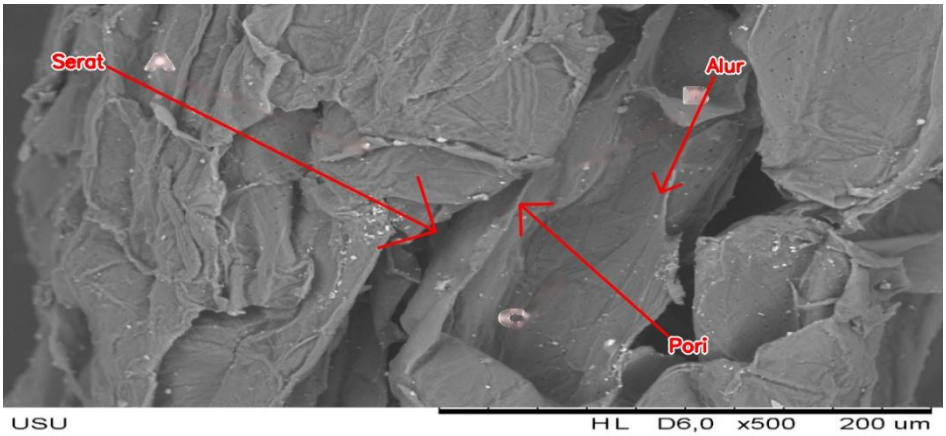
Pengamatan morfologi permukaan serat tebu setelah perendaman dalam larutan NaOH selama 1 jam dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) pada tiga tingkat pembesaran, yaitu 2 mm, 500 µm, dan 200 µm. Penggunaan beberapa tingkat pembesaran bertujuan untuk mengamati morfologi permukaan serat mulai dari struktur secara umum hingga bagian permukaan yang lebih detail. Hasil pengamatan morfologi serat tebu setelah perendaman NaOH selama 1 jam ditunjukkan pada Gambar 4.14.



(a) Pembesaran 2 mm



(b) Pembesaran 500 µm



(c) Pembesaran 200 µm

Gambar 4.14 Morfologi serat tebu setelah perendaman NaOH selama 1 jam: (a) pembesaran 2 mm, (b) pembesaran 500 µm, dan (c) pembesaran 200 µm

Berdasarkan hasil pengamatan pada citra SEM, morfologi permukaan serat tebu pada masing-masing tingkat pembesaran diidentifikasi berdasarkan penanda A, B, dan C seperti disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Morfologi Serat Tebu Setelah Perendaman NaOH 1 Jam

Ukuran Pembesaran	Morfologi
2 mm	Serat, Pori, Celah
500 um	Serat, Alur, Celah
200 um	Serat, Alur, Pori

Pengamatan morfologi permukaan serat tebu setelah perendaman dalam larutan NaOH selama 1 jam dilakukan menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM) pada tiga tingkat pembesaran, yaitu 2 mm, 500 μm, dan 200 μm. Penggunaan beberapa tingkat pembesaran bertujuan untuk melihat perubahan permukaan serat dari struktur secara umum hingga bagian yang lebih detail.

Pada pembesaran 2 mm, permukaan serat dapat diamati secara umum. Terlihat struktur serat, pori, dan celah pada permukaan. Munculnya celah menunjukkan bahwa permukaan serat mulai mengalami perubahan setelah diberikan perlakuan NaOH selama 1 jam.

Pada pembesaran 500 μm, permukaan serat terlihat lebih detail. Terlihat struktur serat dengan adanya alur dan celah pada permukaannya. Alur menunjukkan adanya perubahan bentuk permukaan serat, sedangkan celah menunjukkan bagian permukaan yang mulai terbuka setelah perlakuan NaOH.

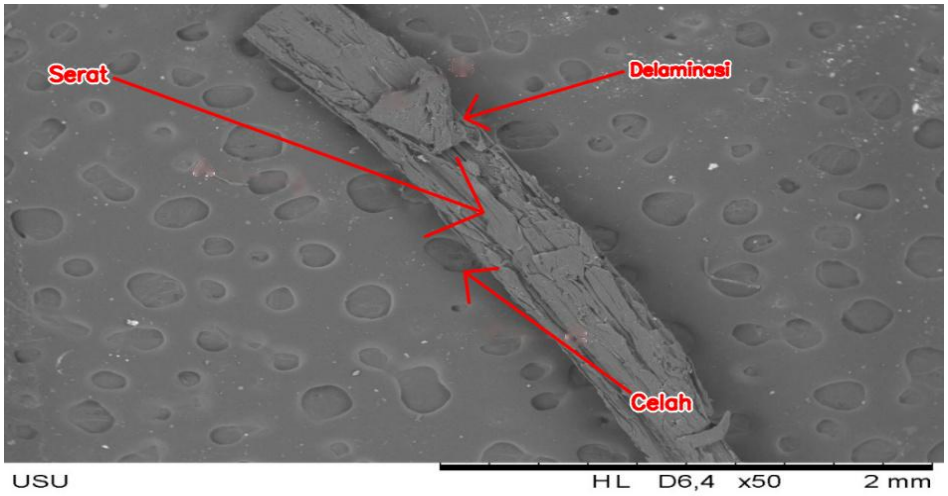
Pada pembesaran 200 μm, permukaan serat dapat diamati dengan lebih rinci. Terlihat struktur serat, alur, dan pori pada permukaan. Alur dan pori yang terlihat menunjukkan adanya perubahan karakteristik permukaan serat setelah perendaman selama 1 jam.

Berdasarkan hasil pengamatan pada ketiga tingkat pembesaran, perendaman NaOH selama 1 jam mulai menunjukkan perubahan morfologi permukaan serat, yang ditandai dengan munculnya alur, celah, dan pori yang lebih terlihat. Perubahan tersebut menunjukkan bahwa perlakuan alkali mulai memengaruhi kondisi permukaan serat. Namun, hasil SEM hanya menunjukkan perubahan

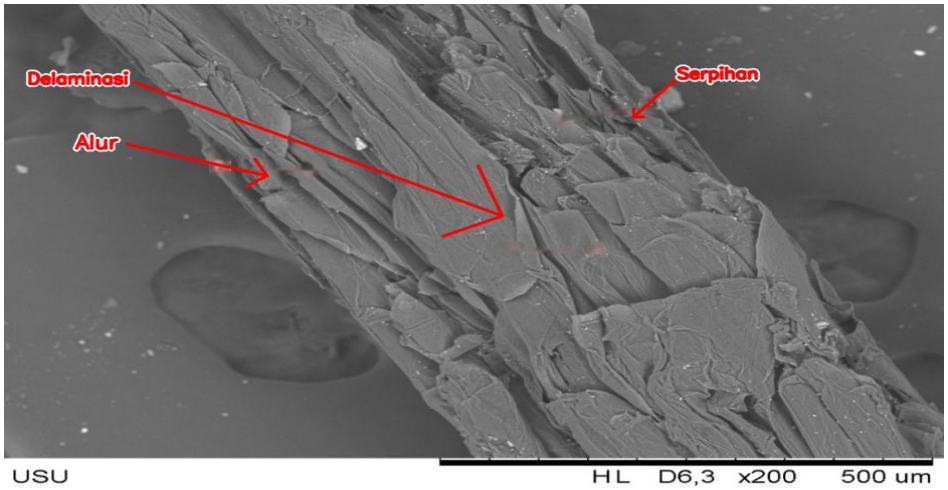
secara morfologis dan belum dapat digunakan untuk menentukan secara kuantitatif penghilangan lignin atau hemiselulosa.

4.2.3 Morfologi Serat Tebu Setelah Perendaman NaOH 3 Jam

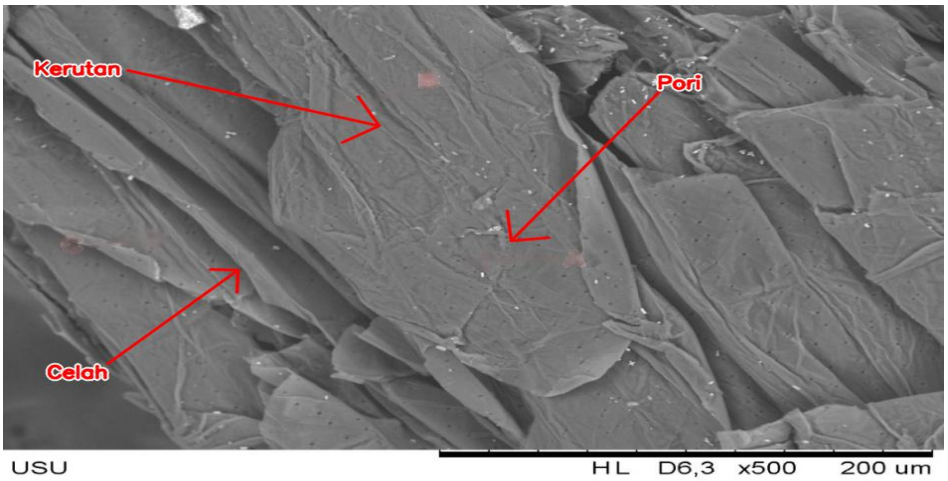
Pengamatan morfologi permukaan serat tebu setelah perendaman dalam larutan NaOH selama 3 jam dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) pada tiga tingkat pembesaran, yaitu 2 mm, 500 µm, dan 200 µm. Penggunaan tiga tingkat pembesaran bertujuan untuk mengamati kondisi morfologi permukaan serat dari struktur secara umum hingga bagian permukaan yang lebih detail. Hasil pengamatan morfologi serat tebu setelah perendaman NaOH selama 3 jam ditunjukkan pada Gambar 4.15.



(a) Pembesaran 2 mm



(b) Pembesaran 500 µm



(c) Pembesaran 200 µm

Gambar 4.15 Morfologi Serat Tebu Setelah Perendaman Naoh Selama 3 Jam: (A) Pembesaran 2 Mm, (B) Pembesaran 500 µm, Dan (C) Pembesaran 200 µm

Berdasarkan hasil pengamatan citra SEM, identifikasi morfologi permukaan serat tebu pada masing-masing tingkat pembesaran berdasarkan penanda A, B, dan C disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Morfologi serat tebu setelah perendaman NaOH selama 3 jam

Ukuran Pembesaran	Morfologi
2 mm	Serat, Celah, Delaminasi
500 um	Alur, Delaminasi, Serpihan
200 um	Celah, Kerutan, Pori

Pengamatan morfologi permukaan serat tebu setelah perendaman dalam larutan NaOH selama 3 jam dilakukan menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM) pada tiga tingkat pembesaran, yaitu 2 mm, 500 µm, dan 200 µm. Penggunaan beberapa tingkat pembesaran bertujuan untuk mengamati perubahan permukaan serat mulai dari struktur secara umum hingga bagian permukaan yang lebih detail.

Pada pembesaran 2 mm, permukaan serat dapat diamati secara umum. Terlihat struktur serat dengan adanya delaminasi dan celah pada permukaannya. Delaminasi menunjukkan adanya perubahan pada lapisan permukaan serat,

sedangkan celah menunjukkan adanya bagian permukaan yang mulai terbuka setelah perlakuan NaOH.

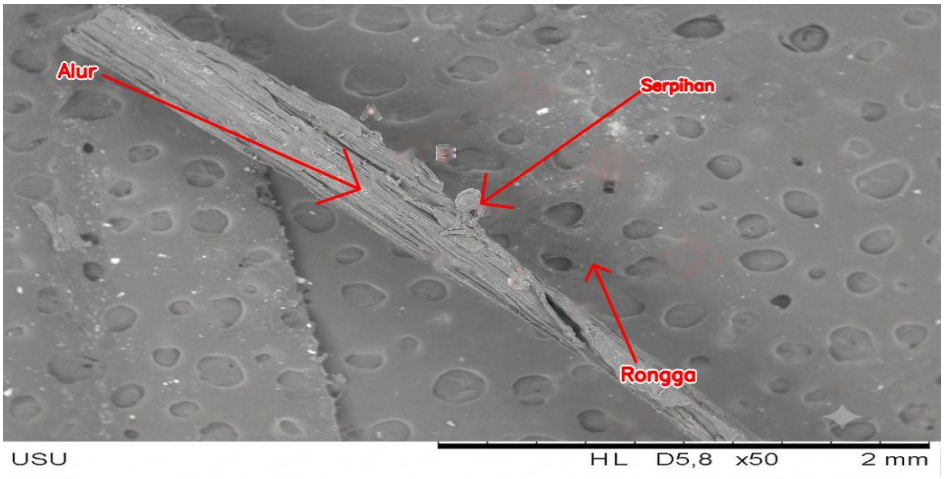
Pada pembesaran 500 μm, permukaan serat terlihat lebih detail. Terlihat delaminasi, alur, dan serpihan pada permukaan serat. Delaminasi dan alur menunjukkan adanya perubahan pada struktur permukaan, sedangkan serpihan menunjukkan masih terdapat material yang melekat pada permukaan serat.

Pada pembesaran 200 μm, morfologi permukaan dapat diamati dengan lebih rinci. Terlihat adanya pori, kerutan, dan celah pada permukaan serat. Pori dan celah menunjukkan bagian permukaan yang lebih terbuka, sedangkan kerutan menunjukkan adanya perubahan bentuk pada permukaan serat setelah perlakuan NaOH.

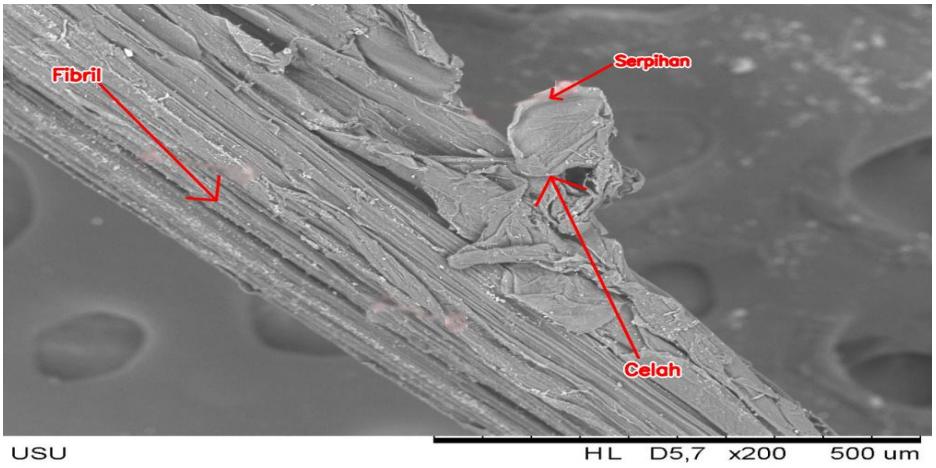
Berdasarkan hasil pengamatan pada ketiga tingkat pembesaran, perendaman NaOH selama 3 jam menunjukkan perubahan morfologi permukaan yang lebih jelas dibandingkan dengan kondisi tanpa perlakuan dan perendaman 1 jam. Perubahan tersebut ditandai dengan munculnya delaminasi, alur, pori, kerutan, dan celah pada permukaan serat. Kondisi ini menunjukkan bahwa perlakuan NaOH mulai memberikan pengaruh terhadap lapisan permukaan serat. Namun, hasil SEM hanya menunjukkan perubahan morfologi secara visual sehingga tidak dapat digunakan untuk menentukan secara kuantitatif jumlah lignin atau hemiselulosa yang berkurang.

4.2.4 Morfologi Serat Tebu Setelah Perendaman NaOH 5 Jam

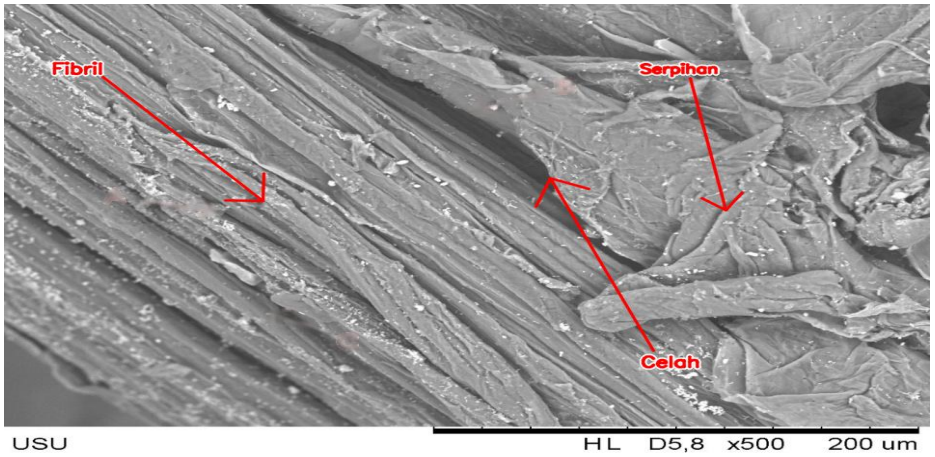
Pengamatan morfologi permukaan serat tebu setelah perendaman dalam larutan NaOH selama 5 jam dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) pada tiga tingkat pembesaran, yaitu 2 mm, 500 μm, dan 200 μm. Penggunaan beberapa tingkat pembesaran bertujuan untuk mengamati perubahan morfologi permukaan serat mulai dari struktur secara umum hingga bagian permukaan yang lebih detail. Hasil pengamatan morfologi serat tebu setelah perendaman NaOH selama 5 jam ditunjukkan pada Gambar 4.16.



(a) Pembesaran 2 mm



(b) Pembesaran 500 µm



(c) Pembesaran 200 µm

Gambar 4.16 Morfologi Serat Tebu Setelah Perendaman Naoh Selama 5 Jam: (A) Pembesaran 2 Mm, (B) Pembesaran 500 µm, Dan (C) Pembesaran 200 µm

Berdasarkan hasil pengamatan citra SEM, identifikasi morfologi permukaan serat tebu pada masing-masing tingkat pembesaran berdasarkan penanda A, B, dan C disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Morfologi serat tebu setelah perendaman NaOH selama 5 jam

Ukuran Pembesaran	Morfologi
2 mm	Alur, Rongga, Serpihan
500 um	Celah, Fibril, Serpihan
200 um	Celah, Fibril, Serpihan

Pengamatan morfologi permukaan serat tebu setelah perendaman dalam larutan NaOH selama 5 jam dilakukan menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM) pada tiga tingkat pembesaran, yaitu 2 mm, 500 μm, dan 200 μm. Penggunaan beberapa tingkat pembesaran bertujuan untuk mengamati kondisi permukaan serat mulai dari struktur secara umum hingga bagian yang lebih detail.

Pada pembesaran 2 mm, permukaan serat dapat diamati secara umum. Terlihat adanya alur, serpihan, dan rongga pada permukaan serat. Alur menunjukkan adanya perubahan pada permukaan serat, sedangkan serpihan dan rongga menunjukkan adanya bagian material yang masih terdapat pada permukaan serta bagian permukaan yang lebih terbuka.

Pada pembesaran 500 μm, permukaan serat terlihat lebih detail. Terlihat struktur fibril, serpihan, dan celah pada permukaan serat. Struktur fibril tampak memanjang dan mengikuti arah serat. Munculnya fibril menunjukkan bahwa bagian struktur serat yang lebih detail mulai dapat diamati, sedangkan serpihan dan celah masih terlihat pada permukaan.

Pada pembesaran 200 μm, struktur permukaan serat terlihat semakin jelas. Terlihat fibril, serpihan, dan celah. Fibril tampak lebih jelas pada pembesaran ini, sedangkan serpihan dan celah menunjukkan bahwa masih terdapat material yang melekat serta bagian permukaan yang terbuka.

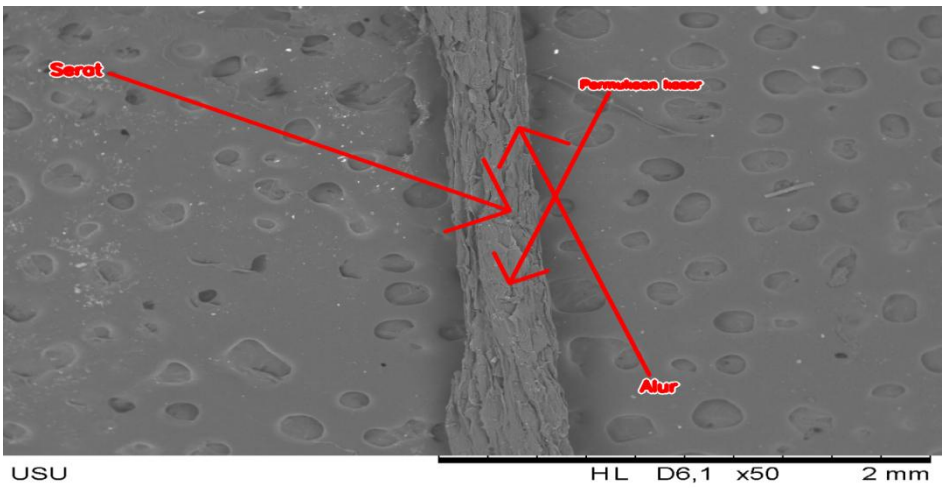
Berdasarkan hasil pengamatan pada ketiga tingkat pembesaran, perendaman

NaOH selama 5 jam menunjukkan perubahan morfologi permukaan yang paling jelas dibandingkan dengan perlakuan sebelumnya. Hal tersebut terutama terlihat pada pembesaran 500 µm dan 200 µm, dengan munculnya struktur fibril yang memanjang dan sejajar dengan arah serat, disertai adanya celah dan perubahan pada lapisan permukaan. Kondisi ini menunjukkan bahwa perlakuan NaOH selama 5 jam memberikan perubahan morfologi yang cukup jelas sehingga bagian struktur serat yang lebih detail dapat diamati.

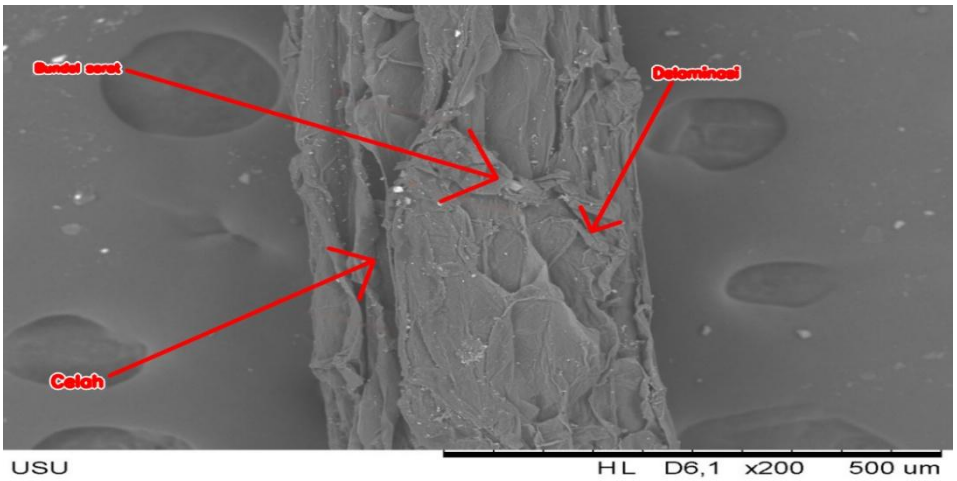
Namun, hasil pengamatan SEM hanya menunjukkan perubahan morfologi permukaan secara visual. Munculnya fibril tidak dapat digunakan sebagai bukti langsung bahwa selulosa mengalami peningkatan atau bahwa lignin dan hemiselulosa telah hilang dalam jumlah tertentu. Untuk menentukan perubahan komposisi kimia tersebut diperlukan pengujian karakterisasi kimia lebih lanjut.

4.2.5 Morfologi Serat Tebu Setelah Perendaman NaOH 7 Jam

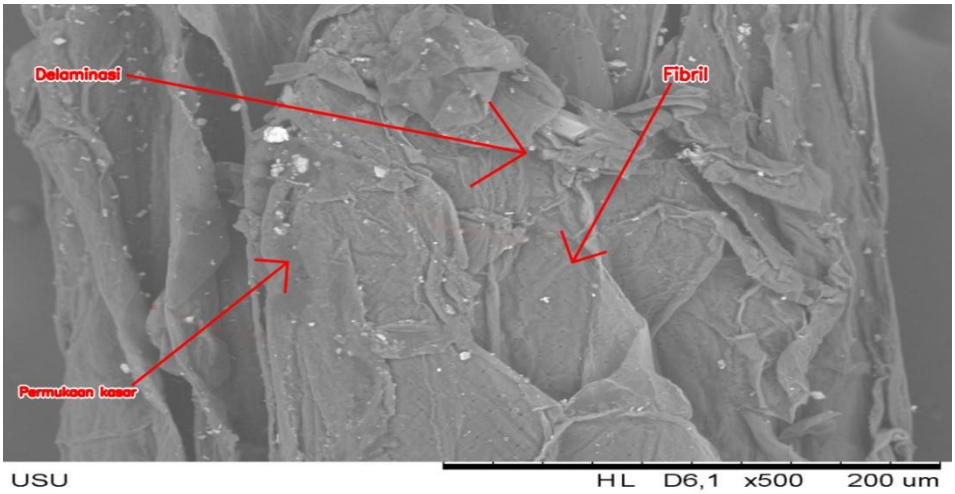
Pengamatan morfologi permukaan serat tebu setelah perendaman dalam larutan NaOH selama 7 jam dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) pada tiga tingkat pembesaran, yaitu 2 mm, 500 µm, dan 200 µm. Penggunaan tiga tingkat pembesaran bertujuan untuk mengamati kondisi permukaan serat mulai dari struktur secara umum hingga bagian permukaan yang lebih detail. Hasil pengamatan morfologi serat tebu setelah perendaman NaOH selama 7 jam ditunjukkan pada Gambar 4.17.



(a) Pembesaran 2 mm



(b) Pembesaran 500 µm



(c) Pembesaran 200 µm

Gambar 4.17 Morfologi serat Tebu setelah perendaman NaOH selama 7 jam: (a) pembesaran 2 mm, (b) pembesaran 500 µm, dan (c) pembesaran 200 µm.

Berdasarkan hasil pengamatan citra SEM, identifikasi morfologi permukaan serat tebu pada masing-masing tingkat pembesaran pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Morfologi serat tebu setelah perendaman NaOH selama 7 jam

Ukuran Pembesaran	Morfologi
2 mm	Alur, Serat, Permukaan Kasar
500 um	Bandel Serat, Delaminasi, Celah
200 um	Permukaan Kasar, Fibril, Delaminasi

Pengamatan morfologi permukaan serat tebu setelah perendaman dalam larutan NaOH selama 7 jam dilakukan menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM) pada tiga tingkat pembesaran, yaitu 2 mm, 500 μm, dan 200 μm. Penggunaan beberapa tingkat pembesaran bertujuan untuk mengamati kondisi permukaan serat mulai dari struktur secara umum hingga bagian permukaan yang lebih detail.

Pada pembesaran 2 mm, permukaan serat dapat diamati secara umum. Terlihat serat, permukaan kasar, dan alur pada permukaan serat. Permukaan yang kasar menunjukkan adanya perubahan tekstur permukaan, sedangkan alur menunjukkan adanya ketidakteraturan pada permukaan serat setelah perlakuan NaOH.

Pada pembesaran 500 μm, permukaan serat terlihat lebih detail. Terlihat bundel serat, delaminasi, dan celah. Bundel serat menunjukkan kumpulan struktur serat yang masih terlihat, sedangkan delaminasi menunjukkan adanya perubahan atau pemisahan pada lapisan permukaan. Celah menunjukkan adanya bagian permukaan yang lebih terbuka setelah perlakuan NaOH.

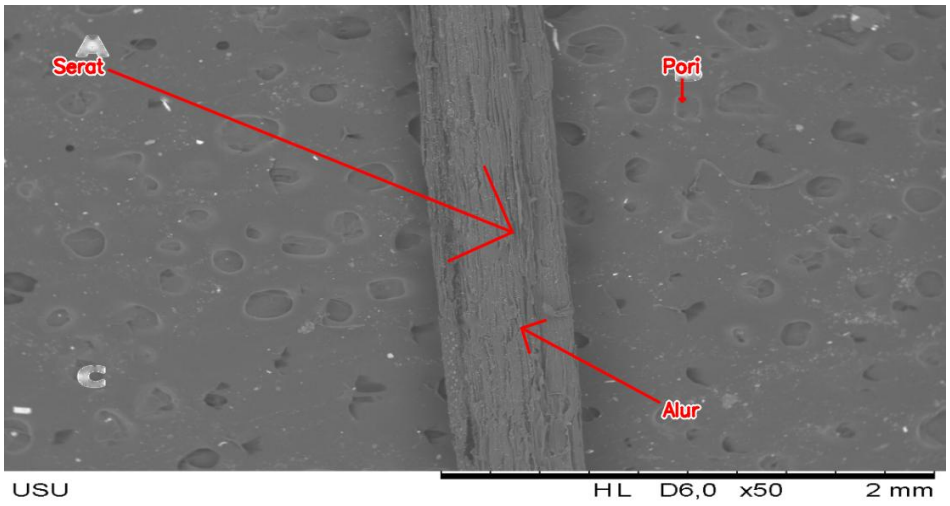
Pada pembesaran 200 μm, morfologi permukaan dapat diamati dengan lebih rinci. Terlihat delaminasi, fibril, dan permukaan kasar. Fibril tampak pada bagian permukaan serat dengan struktur yang lebih halus, sedangkan delaminasi dan permukaan kasar menunjukkan adanya perubahan pada lapisan permukaan serat.

Berdasarkan hasil pengamatan pada ketiga tingkat pembesaran, perendaman NaOH selama 7 jam menunjukkan perubahan morfologi permukaan yang cukup jelas, ditandai dengan adanya permukaan kasar, alur, bundel serat, delaminasi, celah, dan fibril. Dibandingkan dengan perlakuan sebelumnya, pada pembesaran 200 μm struktur fibril dapat diamati dengan lebih jelas. Perubahan tersebut menunjukkan bahwa perlakuan NaOH memberikan pengaruh terhadap kondisi permukaan serat.

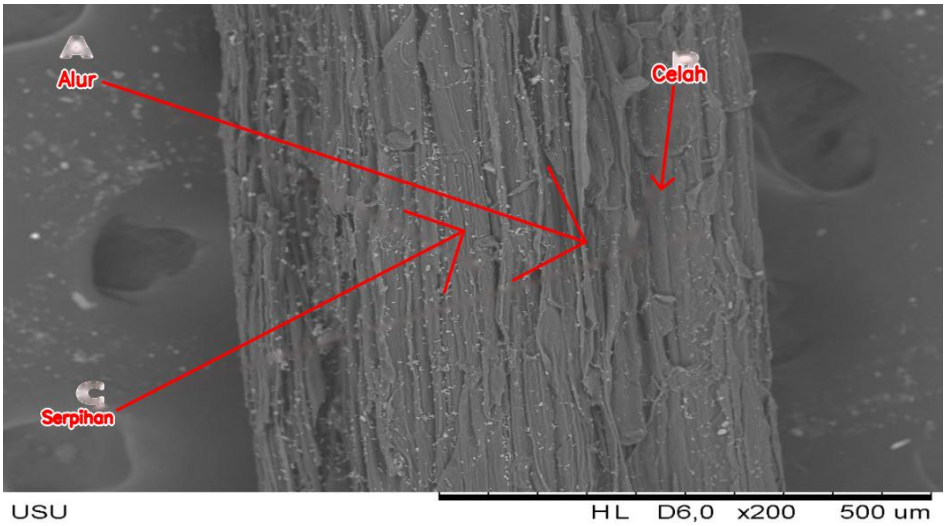
Namun, munculnya delaminasi, celah, atau fibril pada citra SEM tidak dapat digunakan untuk memastikan secara kuantitatif penghilangan lignin maupun hemiselulosa. Hasil SEM dalam penelitian ini digunakan untuk mengamati perubahan morfologi permukaan secara visual, sedangkan perubahan komposisi kimia memerlukan pengujian karakterisasi kimia lebih lanjut.

4.2.6 Morfologi Serat Tebu Setelah Perendaman NaOH 9 Jam

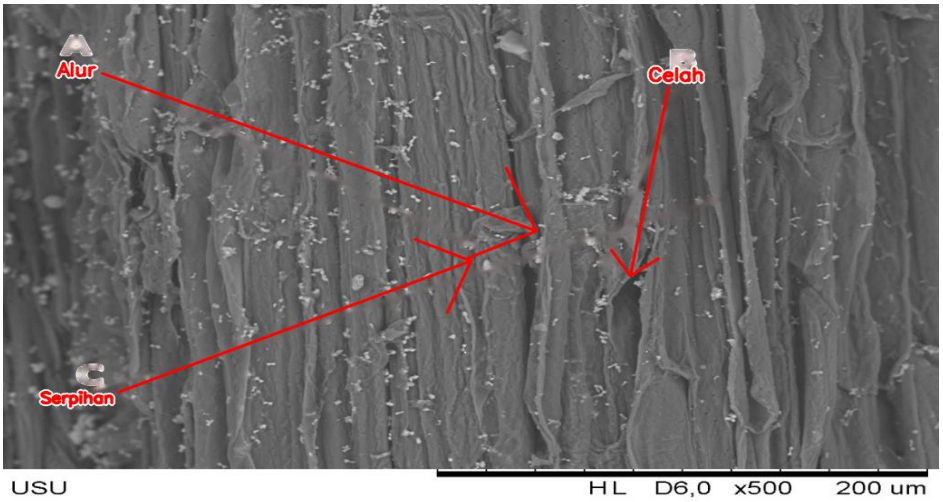
Pengamatan morfologi permukaan serat tebu setelah perendaman dalam larutan NaOH selama 9 jam dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) pada tiga tingkat pembesaran, yaitu 2 mm, 500 µm, dan 200 µm. Penggunaan tiga tingkat pembesaran bertujuan untuk mengamati kondisi permukaan serat mulai dari struktur secara umum hingga bagian permukaan yang lebih detail. Hasil pengamatan morfologi serat tebu setelah perendaman NaOH selama 9 jam ditunjukkan pada Gambar 4.18.



(a) Pembesaran 2 mm



(b) Pembesaran 500 µm



(c) Pembesaran 200 µm

Gambar 4.18 Morfologi Serat Tebu Setelah Perendaman Naoh Selama 9 Jam: (A) Pembesaran 2 Mm, (B) Pembesaran 500 µm, Dan (C) Pembesaran 200 µm

Berdasarkan hasil pengamatan citra SEM, identifikasi morfologi permukaan serat tebu pada masing-masing tingkat pembesaran berdasarkan penanda A, B, dan C disajikan pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Morfologi Serat Tebu Perendaman 9 jam

Ukuran Pembesaran	Morfologi
2 mm	Alu, Pori, Serat
500 um	Celah, Alur, Serpihan
200 um	Celah, Alur, Serpihan

Pengamatan morfologi permukaan serat tebu setelah perendaman dalam larutan NaOH selama 9 jam dilakukan menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM) pada tiga tingkat pembesaran, yaitu 2 mm, 500 µm, dan 200 µm. Penggunaan beberapa tingkat pembesaran bertujuan untuk mengamati kondisi permukaan serat mulai dari struktur secara umum hingga bagian permukaan yang lebih detail.

Pada pembesaran 2 mm, permukaan serat dapat diamati secara umum. Terlihat serat, pori, dan alur pada permukaan serat. Pori menunjukkan adanya

bagian permukaan yang terbuka, sedangkan alur menunjukkan adanya ketidakteraturan pada permukaan serat setelah perlakuan NaOH.

Pada pembesaran 500 µm, permukaan serat terlihat lebih detail. Terlihat alur, celah, dan serpihan pada permukaan serat. Alur dan celah menunjukkan adanya perubahan serta bagian permukaan yang lebih terbuka, sedangkan serpihan menunjukkan masih terdapat material yang melekat pada permukaan serat.

Pada pembesaran 200 µm, morfologi permukaan terlihat lebih rinci dengan adanya alur, celah, dan serpihan. Alur dan celah menunjukkan ketidakteraturan serta keterbukaan pada permukaan serat, sedangkan keberadaan serpihan menunjukkan bahwa masih terdapat material yang melekat pada permukaan setelah perendaman selama 9 jam.

Berdasarkan hasil pengamatan pada ketiga tingkat pembesaran, perendaman NaOH selama 9 jam menunjukkan perubahan morfologi berupa pori, alur, celah, dan serpihan. Keberadaan celah dan alur menunjukkan adanya perubahan pada permukaan serat setelah perlakuan alkali. Namun, masih ditemukannya serpihan pada pembesaran 500 µm dan 200 µm menunjukkan bahwa permukaan serat tidak seluruhnya bebas dari material yang melekat.

Dengan demikian, waktu perendaman yang lebih lama tidak secara otomatis menunjukkan perubahan morfologi yang semakin baik. Berdasarkan perbandingan seluruh perlakuan, perubahan morfologi yang paling jelas dalam penelitian ini tetap terdapat pada perendaman NaOH selama 5 jam, terutama karena struktur fibril terlihat lebih jelas pada pembesaran 500 µm dan 200 µm.

Hasil pengamatan SEM hanya menunjukkan perubahan morfologi permukaan secara visual. Oleh karena itu, hasil tersebut tidak dapat digunakan untuk menentukan secara kuantitatif tingkat penghilangan lignin, hemiselulosa, maupun perubahan kandungan selulosa tanpa didukung oleh pengujian karakterisasi kimia

4.3 Perbandingan dan Pembahasan Morfologi Serat Tebu Berdasarkan Variasi Waktu Perendaman NaOH

Setelah dilakukan pengamatan morfologi menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) pada serat tebu tanpa perlakuan dan setelah perendaman NaOH selama 1, 3, 5, 7, dan 9 jam, dilakukan perbandingan untuk mengetahui

perubahan morfologi permukaan serat pada setiap variasi waktu perendaman. Perbandingan dilakukan berdasarkan morfologi yang teridentifikasi pada pembesaran 2 mm, 500 µm, dan 200 µm.

Tabel 4.7 Perbandingan Morfologi Serat Tebu Berdasarkan Variasi Waktu Perendaman NaOH

Waktu perendaman	2 mm	500 µm	200 µm
Tanpa perlakuan	Serat, pori, serpihan	Serat, pori, serpihan	Serat, pori, serpihan
1 jam	Serat, pori, celah	Serat, alur, celah	Serat, alur, pori
3 jam	Serat, delaminasi, celah	Delaminasi, alur, serpihan	Pori, kerutan, celah
5 jam	Alur, serpihan, rongga	Fibril, serpihan, celah	Fibril, serpihan, celah
7 jam	Serat, permukaan kasar, alur	Bundel serat, delaminasi, celah	Delaminasi, fibril, permukaan kasar
9 jam	Serat, pori, alur	Alur, celah, serpihan	Alur, celah, serpihan

Data pada tabel tersebut disusun berdasarkan identifikasi morfologi pada masing-masing citra SEM. Pada kondisi tanpa perlakuan, permukaan serat menunjukkan keberadaan serat, pori, dan serpihan yang menjadi kondisi awal sebelum perlakuan NaOH.

Setelah perendaman 1 jam, mulai terlihat alur dan celah pada permukaan serat. Perubahan tersebut menunjukkan adanya perubahan karakteristik permukaan dibandingkan kondisi tanpa perlakuan. Pada pembesaran 500 µm dan 200 µm, alur terlihat lebih jelas pada permukaan serat.

Pada perendaman 3 jam, mulai teridentifikasi morfologi delaminasi, alur, serpihan, pori, kerutan, dan celah. Keberadaan delaminasi menunjukkan adanya perubahan pada lapisan permukaan serat, sedangkan pori dan celah menunjukkan adanya bagian permukaan yang lebih terbuka.

Pada perendaman 5 jam, perubahan morfologi terlihat lebih jelas terutama pada pembesaran 500 µm dan 200 µm dengan munculnya struktur fibril yang tersusun memanjang dan sejajar dengan arah serat. Selain itu, masih ditemukan serpihan dan celah pada permukaan. Hasil ini menunjukkan bahwa pada waktu perendaman 5 jam, struktur permukaan serat mengalami perubahan yang cukup jelas hingga bagian fibril dapat diamati.

Pada perendaman 7 jam, permukaan serat menunjukkan tekstur yang lebih kasar, delaminasi, celah, dan struktur fibril pada pembesaran yang lebih tinggi.

Kondisi ini menunjukkan adanya perubahan pada lapisan permukaan serat dan bagian struktur yang lebih dalam dapat diamati.

Sementara itu, pada perendaman 9 jam, morfologi yang teridentifikasi berupa pori, alur, celah, dan serpihan. Keberadaan serpihan pada pembesaran 500 μm dan 200 μm menunjukkan bahwa masih terdapat material yang melekat pada permukaan serat setelah perendaman selama 9 jam.

Berdasarkan perbandingan seluruh variasi waktu perendaman, perubahan morfologi permukaan yang paling jelas terlihat pada perlakuan NaOH selama 5 jam. Hal tersebut terutama ditunjukkan oleh munculnya struktur fibril yang dapat diamati pada pembesaran 500 μm dan 200 μm, disertai terbentuknya celah dan adanya perubahan pada lapisan permukaan serat.

Pada perlakuan 7 jam, struktur fibril dan delaminasi juga terlihat, tetapi morfologi permukaan menunjukkan kombinasi antara permukaan kasar, delaminasi, dan fibril. Sementara itu, pada 9 jam masih ditemukan serpihan pada permukaan. Oleh karena itu, berdasarkan pengamatan morfologi secara visual melalui SEM, perlakuan 5 jam dipilih sebagai variasi yang menunjukkan perubahan morfologi paling jelas dalam penelitian ini.

Perubahan morfologi tersebut dapat dikaitkan dengan pengaruh perlakuan alkali terhadap lapisan permukaan serat. Namun, hasil SEM hanya digunakan untuk mengidentifikasi perubahan morfologi secara visual, sehingga tidak dapat digunakan untuk menentukan secara kuantitatif jumlah lignin, hemiselulosa, atau selulosa yang mengalami perubahan.

BAB 5
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai morfologi serat tebu akibat perlakuan alkali (NaOH) dengan variasi waktu perendaman, dapat disimpulkan bahwa:

1. Variasi waktu perendaman NaOH menyebabkan perubahan morfologi permukaan serat ampas tebu. Perubahan tersebut ditunjukkan dengan munculnya beberapa karakteristik morfologi seperti pori, celah, alur, serpihan, delaminasi, fibril, kerutan, permukaan kasar, dan perubahan struktur permukaan pada berbagai tingkat pembesaran SEM.
2. Karakteristik morfologi permukaan serat ampas tebu berbeda pada setiap variasi waktu perendaman. Pada perlakuan 1 jam mulai terlihat alur dan celah, pada 3 jam terlihat delaminasi dan kerutan, pada 5 jam terlihat struktur fibril, pada 7 jam terlihat fibril, delaminasi, dan permukaan kasar, sedangkan pada 9 jam masih ditemukan alur, celah, dan serpihan pada permukaan serat
3. Perubahan morfologi permukaan paling jelas berdasarkan hasil pengamatan SEM ditunjukkan oleh perlakuan perendaman NaOH selama 5 jam. Hal ini ditunjukkan dengan terlihatnya struktur fibril pada pembesaran 500 μm dan 200 μm, disertai adanya celah dan perubahan pada lapisan permukaan serat. Penentuan tersebut didasarkan pada pengamatan morfologi secara visual melalui citra SEM dan tidak dimaksudkan sebagai penentuan kondisi optimum secara kimia maupun mekanik.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan adalah:

1. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan variasi konsentrasi NaOH dan waktu perendaman yang lebih beragam untuk memperoleh gambaran perubahan morfologi serat yang lebih luas.
2. Pengamatan morfologi menggunakan SEM dapat dikombinasikan dengan

pengujian karakterisasi kimia dan sifat mekanik untuk mengetahui hubungan antara perubahan morfologi, perubahan komposisi kimia, dan sifat mekanik serat.

3. Penelitian selanjutnya dapat melakukan analisis citra secara kuantitatif terhadap morfologi permukaan, sehingga perubahan karakteristik permukaan serat dapat dibandingkan dengan parameter yang lebih terukur.

DAFTAR PUSTAKA

Ait-Abdellah, A., Belcadi, O., Balla, M. A., Bounouader, H., Kaddami, H., Abidi, N., & Arrakhiz, F. E. (2024). Alkaline Treatment of Sugarcane Bagasse Fibers for Biocomposite Applications. *Cellulose Chemistry and Technology*, *58*(5–6), 561–575. https://doi.org/10.35812/CelluloseChemTechnol.2024.58.52

Aita, G., Bhatnagar, D., Bruni, G. O., Deliberto, M., Eggleston, G., Finger, A., Gravois, K., Isied, M., Judice, W., Klasson, K. T., Lima, I. M., Purswell, J. L., Souliman, M., Terrell, E., Tubaña, B. S., Waguespack, H. L., Wang, J. J., & White, P. M. (2024). Creating a bio-based circular economy from Louisiana sugarcane byproducts. *Agricultural and Environmental Letters*, *9*(2), 1–7. https://doi.org/10.1002/ael2.20140

Alves, S., Rodrigues, P. D. O., & Baffi, M. A. (2025). *Organosolv and Hydrothermal Pretreatments of Sugarcane Bagasse and Straw and Enzymatic Hydrolysis of Hemicellulosic Liquor*. 1–13.

Andoko, A., Diharjo, K., Soedarsono, J. W., Gapsari, F., Rangappa, S. M., & Siengchin, S. (2024). Influence of various chemical treatments on mechanical, thermal and morphological characteristics of Cordia dichotoma fiber. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, *10*(September), 100972. https://doi.org/10.1016/j.cscee.2024.100972

Asrofi, M., Oktaviano, M., Hastu, P., Luthfi, M., Anshori, A., Igra, F., Putra, H., Pradiza, R. R., Setyawan, H., Yusuf, M., Siswanto, M., Ilyas, R. A., Asyraf, M., Rizal, M., Sapuan, S. M., Knight, V. F., Nor, M., & Norrrahim, F. (2025). *The Effect of Alkalization Fiber on Mechanical , Microstructure , and Thermal Properties of Sugarcane Bagasse Fiber Reinforced PLA Biocomposite*. https://doi.org/10.32604/jrm.2025.02025-0033

Bartos, A., Anggono, J., Farkas, Á. E., Kun, D., Soetaredjo, F. E., Móczó, J., Antoni, Purwaningsih, H., & Pukánszky, B. (2020). Effects of Sugarcane Bagasse Fiber Additives on the Mechanical Properties of Lime-Based Composites and their Compatibility with Traditional Lime-Based Mortars. *Polymer Testing*, *88*. https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2020.106549

Bartos, A., Nagy, K., Anggono, J., Antoni, Purwaningsih, H., Móczó, J., & Pukánszky, B. (2021). Biobased PLA/sugarcane bagasse fiber composites: Effect of fiber characteristics and interfacial adhesion on properties. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, *143*. https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2021.106273

Bekele, A. E., Lemu, H. G., & Jiru, M. G. (2023). Study of the Effects of Alkali Treatment and Fiber Orientation on Mechanical Properties of Enset/Sisal Polymer Hybrid Composite. *Journal of Composites Science*, *7*(1), 1–11. https://doi.org/10.3390/jcs7010037

Bordignon, S. E., Ximenes, E., Perrone, O. M., Carreira, C., Kim, D., Boscolo, M., Gomes, E., Ximenes, E., Filho, F., Silva, R., & Ladisch, M. R. (2022). *Combined Sugarcane Pretreatment for the Generation of Ethanol and Value-Added Products*. *10*(February), 1–10. https://doi.org/10.3389/fenrg.2022.834966

Botha, F. C. (2025). *Assessing Lignocellulosic Quality Across Growth Stages in Diverse Sugarcane Genotypes Assessing Lignocellulosic Quality Across Growth Stages in Diverse Sugarcane Genotypes*. 0–12. https://doi.org/10.20944/preprints202504.2552.v1

Chen, M., Zheng, S., Wu, J., & Xu, J. (2023). Study on preparation of high-performance binderless board from Broussonetia papyrifera. *Journal of Wood Science*, *69*(1). https://doi.org/10.1186/s10086-023-02092-3

Edbert, D., Siagian, N., Hakiem, M., Putra, S., & Artikel, I. (2024). *NATURAL FIBER AS AN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY COMPOSITE MATERIAL*. *5*(1), 55–60.

Fathoni, S. N., & Rohmawati, L. (2023). Sifat Fisik Dan Mekanik Komposit Berpenguat Serat Alam. *Inovasi Fisika Indonesia*, *12*(3), 63–69. https://doi.org/10.26740/ifi.v12n3.p63-69

Fatmayati, F., Hariani, R., & Wahyuni, S. (2021). Pembuatan Papan Komposit dari Serat Ampas Tebu. *Jurnal Sains Dan Ilmu Terapan*, *4*(2), 7–11. https://doi.org/10.59061/jsit.v4i2.46

Friedländer, S. (2023). Juli 2023. *Blick in Den Abgrund*, *18*, 222–234. https://doi.org/10.17104/9783406809101-222

Gabriel, T., Belete, A., Hause, G., Neubert, R. H. H., & Gebre-Mariam, T. (2022). Is Mercerization the Only Factor for (Partial) Polymorphic Transition of Cellulose I To Cellulose Ii in Cellulose Nanocrystals? *Cellulose Chemistry and Technology*, *56*(5–6), 495–507. https://doi.org/10.35812/CelluloseChemTechnol.2022.56.42

Hafyana, S., & Alzubi, A. (2024). Social Media's Influence on Eco-Friendly Choices in Fitness Services: A Mediation Moderation Approach. *Buildings*, *14*(3). https://doi.org/10.3390/buildings14030650

Hassan, S., Ngo, T., & Ball, A. S. (2024). Valorisation of Sugarcane Bagasse for the Sustainable Production of Polyhydroxyalkanoates. *Sustainability (Switzerland)* , *16*(5), 1–20. https://doi.org/10.3390/su16052200

Hidayah, E., L. Jamilah, U., Rosyidah, A., & Idiawati, R. (2024). Studi Modifikasi Permukaan Serat Rami untuk Meningkatkan Karakteristik Mekanik Biokomposit PLA Berpenguat Serat Rami. *SAINTIFIK@: Jurnal Pendidikan MIPA*, *9*(2), 28–34. https://doi.org/10.33387/saintifik.v9i2.9251

Imman, S., Khongchamnan, P., Wanmolee, W., Laosiripojana, N., Kreetachat, T., Sakulthaew, C., Chokejaroenrat, C., & Suriyachai, N. (2021). *Fractionation and characterization of lignin from sugarcane bagasse using a sulfuric acid catalyzed solvothermal process †*. 26773–26784. https://doi.org/10.1039/d1ra03237b

Khaleghipour, L., Pastén, J. A. L., Rashedi, H., Omid, S., Siadat, R., Jasilionis, A., Hamimi, S. Al, Sardari, R. R. R., & Karlsson, E. N. (2021). Biotechnology for Biofuels Extraction of sugarcane bagasse arabinoxylan , integrated with enzymatic production of xylo - oligosaccharides and separation of cellulose. *Biotechnology for Biofuels*, 1–19. https://doi.org/10.1186/s13068-021-01993-z

Khan, F., Hossain, N., Hasan, F., Rahman, S. M. M., Khan, S., Saifullah, A. Z. A., & Chowdhury, M. A. (2024). Advances of natural fiber composites in diverse engineering applications—A review. *Applications in Engineering Science*, *18*(April). https://doi.org/10.1016/j.apples.2024.100184

Kondo, Y., Arsyad, M., Ahmad, Soenoko, R., & Arman. (2023). Effects of alkali solution concentration and soaking time on mechanical properties of coconut fibre. *Archives of Materials Science and Engineering*, *124*(2), 62–70. https://doi.org/10.5604/01.3001.0054.3232

Mahmud, A., & Rahman, F. (2021). Heliyon Sugarcane bagasse - A source of cellulosic fi ber for diverse applications. *Heliyon*, *7*(8), e07771. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07771

Margono, B., Widodo, L., Studi, P., Mesin, T., Tinggi, S., Warga, T., Studi, P., Tekstil, K., Tinggi, S., & Warga, T. (2020). *ANALISIS SIFAT MEKANIK MATERIAL KOMPOSIT PLASTIK HDPE*. *6*(September), 55–61

Mydin, A. O., Sor, N. H., Bahrami, A., Dulaimi, A., Palanisamy, J., Omar, R., Mustafa, M., & Bakri, A. (2024). *Application of treated sugarcane bagasse fiber in lightweight foamed concrete composites and its influence on strength properties and thermal conductivity*. https://doi.org/10.1177/15589250241273943

Nasri, K., Loranger, É., & Toubal, L. (2023). Effect of cellulose and lignin content on the mechanical properties and drop-weight impact damage of injection-molded polypropylene-flax and -pine fiber composites. *Journal of Composite Materials*, *57*(21), 3347–3364. https://doi.org/10.1177/00219983231186208

Novia, M., Makki, A. I., & Arafah, N. (2022). Karakterisasi Serat Ampas Tebu (Bagasse) Sebagai Alternatif Bahan Baku Tekstil Dan Produk Tekstil (Tpt) Terbarukan. *Arena Tekstil*, *37*(1), 27–34. https://doi.org/10.31266/at.v37i1.7308

Ntunka, M. G., Makhathini, T. P., Khumalo, S. M., Bwapwa, J. K., & Tshibangu, M. M. (2025). *Recent Developments in the Valorization of Sugarcane*

Bagasse Biomass via Integrated Pretreatment and Fermentation Strategies. 1–25.

Nurdin, M. F., Erwin, A., Putra, E., Amaliyah, N., & Rahman, M. (2021). *Analisis Pengaruh Perlakuan Microwave Plasma dalam Cairan Terhadap Kadar Glukosa dan Produk Nano Material Pada Ampas Tebu*. *19*(2), 271–279.

Nurillahi, R., Mesa, N. A., Putra, R. L., Nurmalasari, E., Khairati, M., Baroza, A., Kimia, T., Nabati, B., Ati, P., Jl, P., & Pasang, B. (2025). *Perbandingan Hasil Biofoam dari Limbah Kulit Jagung dan Ampas Tebu Menggunakan Metode Pressing dan Screening*. *48*(2), 96–102..

Nusantara, F., Suryanto, H., Aminnudin, A., Puspitasari, P., Aldin, A., Renandito, mM. P., & Osman, H. (2025). Morphology and Structure of Bagasse Fiber after Chemical Treatment. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1439*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/1439/1/012035

Nusyirwan, & Rahmad Hidayat. (2025). *Studi Pembuatan Material Komposit Tahan Lentur Dari Serat Ampas Tebu Yang Digiling Halus untuk Komponen Automotif Nusyirwan*. *8*(1), 155–164.

Nusyirwan, Zulfadly Koto, & Xhycho Vachanidyo. (2024). Study of the Flexural Resistance of Unsaturated Polyester Composite Reinforced by Finely Ground Sugarcane Bagasse Fiber for Light Construction. *Journal of Mechanical Engineering Manufactures Materials and Energy*, *8*(2), 210–225. https://doi.org/10.31289/jmemme.v8i2.11482

Palanisamy, S., Vijayananth, K., & Mani, T. (2024). The prospects of natural fi ber composites: A brief review. *International Journal of Lightweight Materials and Manufacture*, *7*(4), 496–506. https://doi.org/10.1016/j.ijlmm.2024.01.003

Pérez-contreras, S., Hernández-rosas, F., Lizardi-jiménez, M. A., Herrera-corredor, J. A., Baltazar-bernal, O., & Cruz, D. A. A. (2025). *Sugarcane Industry By-Products : A Decade of Research Using Biotechnological Approaches*. 1–30. Pradana, R. P., Faizin, K. N., & Majedi, F. (2024). *JOURNAL OF ELECTRICAL , ELECTRONIC , CONTROL AND ANALISA SIFAT MEKANIK MATERIAL KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT AMPAS TEBU BERMATRIKS EPOXY BERDASARKAN VARIASI KONSENTRASI NaOH PADA PROSES ALKALISASI SERAT*. *9*(2), 1–5.

Prasetya, B. (2025). *Mechanical Properties Of Sugarcane Bagasse Fiber Composites: Epoxy vs Polyester Resin Matrices*. *7*(1), 95–104.

Rachmadhan, A. A., Kusnadi, N., & Adhi, A. K. (2020). Analisis Harga Eceran Gula Kristal Putih Indonesia. *Buletin Ilmiah Litbang Perdagangan*, *14*(1),

1–20. https://doi.org/10.30908/bilp.v14i1.433

Rao, S., Madhushree, M., & Bhat, K. S. (2024). *Characteristics of surface modified sugarcane bagasse cellulose : application of esterification and oxidation reactions*. 1–11.

Renandito, M. P., Suryanto, H., Aminnudin, A., Jatisukamto, G., Nusantara, F., Osman, A. F., & Yanuhar, U. (2025). Modification of Sugarcane Bagasse Fiber: A Comparative Study of Alkali and TEMPO Treatments. *Engineering,*

Technology and Applied Science Research, *15*(3), 22394–22400. https://doi.org/10.48084/etasr.10517

Su, K., Wu, J., Xia, D., & Zhang, X. (2022). Clarification of regimes determining sonochemical reactions in solid particle suspensions. *Ultrasonics Sonochemistry*, *82*, 105910. https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.105910

Subaqin, A., Gautama, A. G., Wismantara, P. P., & Putra, P. E. (2025). Optimization of Bagasse Fiber Mixture in the Manufacture of Precast Concrete Based on Pressure Test. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1439*(1), 0–10. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1439/1/012033

Sulaiman, A. A., Sulaeman, Y., Mustikasari, N., Nursyamsi, D., & Syakir, A. M. (2019). Land Suitability Analysis and Sugar. *Land*, *8*(61), 1–17.

Study on the Influence of Microinjection Molding Processing Parameters on Replication Quality of Polylactic Acid Microneedle Array Product. *Polymers*, *15*(5). https://doi.org/10.3390/polym15051199

Yu, W., Gu, J., Li, Z., Ruan, S., Chen, B., Shen, C., Lee, L. J., & Wang, X. (2023).

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul : Morfologi Serat Tebu Akibat Perbaikan Sifat Fisik Alkali (NaOH)

Nama : Adam Ramadhan

NPM : 2207230056

Dosen Pembimbing : Iqbal Tanjung, S.T., M.T.

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	15/12 2026	Bimbingan Bab 1.2.3	
2.	16/01 2026	Acc Sempro	
3.	15/04 2026	Revisi Setelah Sempro	
4.	11/07 2026	Bimbingan Bab 4.5	
5.	12/08 2026	Acc Semhas	
6.	18/08 2026	Revisi Semhas	
7.	20/08 2026	Acc Sidang	

Dosen Pembimbing

Iqbal Tanjung, S.T., M.T.

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 174/SK/BAN-PT/Ak.Ppj/PT/III/2024
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
https://fatek.umsu.ac.id fatek@umsu.ac.id umsumedan umsumedan umsumedan umsumedan

PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN DOSEN PEMBIMBING

Nomor : 2194/II.3AU/UMSU-07/F/2025

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik MESIN Pada Tanggal 30 Oktober 2025 dengan ini Menetapkan :

Nama	: ADAM RAMADHAN
Npm	: 2207230056
Program Studi	: TEKNIK MESIN
Semester	: 7 (Tujuh)
Judul Tugas Akhir	: MORFOLOGI SERAT TEBU AKIBAT PERBAIKAN SIFAT FISIK ALKALI (NaOH)
Pembimbing	: IQBAL TANJUNG ST.MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik MESIN .
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya

Medan, 08 Jumadil Awal 1447 H
30 Oktober 2025 M

Dekan

Ir. Ade Faisal, ST., M.Sc., Ph.D
NIDN: 0123097203

DAFTAR HADIR SEMINAR TUGAS AKHIR JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK - UMSU
TAHUN AKADEMIK 2025-2026

Nama : Adam Ramadhan
NPM : 2207230056
Judul Tugas Akhir : Morfologi Serat Tebu Akibat Perbaikan Sifat Fisik Alkali (NaOH)

TANDA TANGAN TIM DOSEN PENGUJI:

Pembimbing - I : Iqbal Tanjung S.T., M.T. : .....
Pembanding - I : Muhammad Yani, S.T., M.T. : .....
Pembanding - II : Chandra Amirsyah P. Siregar, S.T., M.T. : .....

No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	2207230106	Maghdaficia Arya Pradicta	1. .....
2	2207230028	RASYA DWI YANDA	2. .....
3	2207230066	Muhammad Nuraimi	3. .....
4	2107230088	Reza Ambarita	4. .....
5	2107230084	MUHAMMAD ACHYARI MUKTI SIREGAR	5. .....
6			6. .....
7			7. .....
8			8. .....
9			9. .....
10			10. .....

Medan, 15 Agustus 2026
Ketua Prodi. Teknik Mesin

(.....)

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Nama	:	Adam Ramadhan
NPM	:	2207230056
Judul Tugas Akhir	:	Morfologi Serat Tebu Akibat Perbaikan Sifat Fisik Alkali (NaOH)
Dosen Pembimbing - I	:	Iqbal Tanjung S.T., M.T.
Dosen Pembanding - I	:	Muhammad Yani, S.T., M.T.
Dosen Pembanding - II	:	Chandra Amirsyah P. Siregar, S.T., M.T.

KEPUTUSAN / REKOMENDASI HASIL EVALUASI:

[ ] 1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)

[✓] 2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan

[ ] 3. Harus mengikuti seminar kembali

Catatan Perbaikan / Temuan Penguji :

Harus Merevisi bagian - bagian yg diberikan tanda di draft skripsi.

Diketahui:
Ketua Prodi. Teknik Mesin

(.....)

Medan, 15 Agustus 2026
Dosen Pembanding - I

Muhammad Yani, S.T., M.T.

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

Nama	:	Adam Ramadhan
NPM	:	2207230056
Judul Tugas Akhir	:	Morfologi Serat Tebu Akibat Perbaikan Sifat Fisik Alkali (NaOH)
Dosen Pembimbing - I	:	Iqbal Tanjung S.T., M.T.
Dosen Pembanding - I	:	Muhammad Yani, S.T., M.T.
Dosen Pembanding - II	:	Chandra Amirsyah P. Siregar, S.T., M.T.

KEPUTUSAN / REKOMENDASI HASIL EVALUASI:

[ ] 1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)

[✓] 2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan

[ ] 3. Harus mengikuti seminar kembali

Catatan Perbaikan / Temuan Penguji :

.....

.....

.....

.....

Diketahui:
Ketua Prodi. Teknik Mesin

(.....)

Medan, 15 Agustus 2026
Dosen Pembanding - II

Chandra Amirsyah P. Siregar, S.T., M.T.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama	: Adam Ramadhan
Jenis Kelamin	: Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir	: Kuala Tajung, 20 November 2003
Alamat	: Kuala Tanjung, Dusun III, Kecamatan Sei Suka
Agama	: Islam
E-mail	: adamramadham0@gmaila.com
No. Handphone	: 085763675527

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1.	MI Al Washliyah Kuala Tajung	Tahun 2009-2015
2.	SMP Negeri 4 Sei Suka	Tahun 2015-2018
3.	SMA Swasta Mitra Inalum Tanjung Gading	Tahun 2018-2021
4.	Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Tahun 2022-2026