

TUGAS AKHIR

MORFOLOGI SERAT DAUN NANAS YANG TELAH DILAKUKAN PERBAIKAN SIFAT FISIK ALKALI

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

Disusun Oleh:

HAN AL GIFACHRI
2107230115



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan penelitian Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Han Al Gifachri
NPM : 2107230115
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Morfologi Serat Daun Nanas Yang Telah Dilakukan Perbaikan Sifat Fisik Alkali
Bidang Ilmu : Konstruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 14 Agustus 2025

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



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

Dosen Penguji II



Affandi, S.T., M.T.

Dosen Penguji III



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

Program Studi Teknik Mesin

Ketua



Chandra A Siregar, S.T., M.T.

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Han Al Gifachri
NPM : 2107230115
Tempat / Tanggal Lahir : Desa Durian, 29 Juli 2002
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir saya yang berjudul :

“MORFOLOGI SERAT DAUN NANAS YANG TELAH DILAKUKAN PERBAIKAN SIFAT FISIK ALKALI”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karna hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakikatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di proses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan / keserjanaan 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, 14 Agustus 2025



Han Al Gifachri

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis morfologi serat daun nanas (Pineapple Leaf Fiber/PALF) yang telah dilakukan perbaikan sifat fisik melalui perlakuan alkali menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH) 5% dengan variasi waktu perendaman 1, 3, 5, 7, dan 9 jam. Proses perlakuan alkali bertujuan untuk menghilangkan lignin, hemiselulosa, pektin, getah, dan lapisan lilin pada permukaan serat, sehingga struktur fibril selulosa menjadi lebih terekspos. Pengujian morfologi dilakukan dengan metode *Scanning Electron Microscope* (SEM) guna mengamati perubahan struktur permukaan serat pada berbagai tingkat pembesaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan alkali secara signifikan mempengaruhi morfologi serat daun nanas. Permukaan serat yang awalnya tertutup lignin dan kotoran mengalami perubahan menjadi lebih kasar, dengan pori dan fibril yang lebih terlihat. Proses defibrilasi mulai terlihat pada perendaman 1 jam dan semakin jelas pada perendaman 3–7 jam, ditandai dengan terurainya struktur serat menjadi fibril yang lebih halus. Namun, pada durasi perendaman yang lebih lama, seperti 9 jam, masih ditemukan lignin dan void (rongga) pada struktur serat yang dapat mempengaruhi kekuatan mekanik material. Kesimpulan dari penelitian ini adalah perlakuan alkali efektif dalam memodifikasi morfologi permukaan serat daun nanas, yang berpotensi meningkatkan ikatan mekanis antara serat dan matriks pada aplikasi komposit. Variasi waktu perendaman mempengaruhi tingkat pembersihan permukaan dan pembentukan fibril, di mana durasi optimal berada pada kisaran 3–7 jam.

Kata kunci: Serat daun nanas, perlakuan alkali, natrium hidroksida, morfologi, *Scanning Electron Microscope* (SEM), defibrilasi.

ABSTRACT

This research aims to analyze the morphology of pineapple leaf fiber (Pineapple Leaf Fiber/PALF) that has undergone physical property improvement through alkaline treatment using 5% sodium hydroxide (NaOH) solution with immersion times of 1, 3, 5, 7, and 9 hours. The alkaline treatment process is intended to remove lignin, hemicellulose, pectin, resin, and wax layers on the fiber surface, thereby exposing the cellulose fibril structure. Morphological testing was carried out using a Scanning Electron Microscope (SEM) to observe surface structure changes at various magnifications. The results indicate that alkaline treatment significantly affects the morphology of pineapple leaf fiber. The fiber surface, initially covered by lignin and impurities, becomes rougher with more visible pores and fibrils. Defibrillation begins to appear at 1-hour immersion and becomes more pronounced at 3–7 hours, characterized by the separation of fiber structures into finer fibrils. However, at longer immersion durations, such as 9 hours, lignin and voids remain in the fiber structure, potentially affecting the mechanical strength of the material. In conclusion, alkaline treatment is effective in modifying the surface morphology of pineapple leaf fiber, potentially enhancing the mechanical bonding between the fiber and matrix in composite applications. Immersion time variation influences the degree of surface cleaning and fibril formation, with the optimal duration ranging from 3 to 7 hours.

Keywords: *Pineapple leaf fiber, alkaline treatment, sodium hydroxide, morphology, Scanning Electron Microscope (SEM), defibrillation.*

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul “Morfologi Serat Daun Nanas Yang Telah Dilakukan Perbaikan Sifat Fisik Alkali”.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan 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 Mengarahkan Penulis Dalam Menyelesaikan Tugas Akhir Ini.
2. Bapak Chandra A Siregar S.T., M.T, Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Ahmad Marabdi Siregar S.T., M.T Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T, Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Kedua Orang Tua Penulis, Ayahanda Nurmanto dan Ibunda Mardiana, Dimana Mereka Telah Membesarkan, Mengasuh, Mendidik, Serta Memberikan Semangat dan Doa Yang Tulus, Ikhlas Sehingga Penulis Dapat Menyelesaikan Studi di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Rekan – Rekan Yang Tergabung Dalam TEAM PACU Yang Tidak Bisa Penulis Sebutkan Satu Persatu.
9. Rekan – Rekan Seperjuangan Yang Tergabung Dalam Penelitian Ini Yang Tidak Bisa Penulis Sebutkan Satu Persatu.

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, 14 Agustus 2025

Han Al Gifachri

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tumbuhan Nanas	5
2.1.1 Pengertian Nanas	5
2.1.2 Klasifikasi Nanas	5
2.1.3 Sejarah Nanas	6
2.1.4 Kandungan Nanas	7
2.1.5 Serat Daun Nanas	8
2.1.6 Produksi Nanas	8
2.2 Perlakuan Alkali Serat Alam	10
2.3 Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	11
2.4 Morfologi Serat Daun Nanas	12
BAB 3 METODE PENELITIAN	14
3.1 Tempat dan Waktu	14
3.1.1 Tempat Penelitian	14
3.1.2 Waktu Penelitian	14
3.2 Bahan dan Alat	14
3.2.1 Bahan Penelitian	14
3.2.2 Alat Penelitian	15
3.3 Bagan Alir Penelitian	17
3.4 Rancangan Penelitian	18
3.5 Prosedur Penelitian	18
3.6 Proses Penyediaan Alat dan Bahan	18
3.7 Proses Pembuatan Serat	18
3.8 Perlakuan Alkali	18
3.9 Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	19
3.10 Analisa Data	19
3.11 Penulisan Hasil dan Pembahasan	19
3.12 Variabel Penelitian	19

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Proses Penelitian	20
4.1.1 Penjemuran Serat Daun Nanas	20
4.1.2 Pemisahan Serat Daun Nanas Secara Manual	20
4.1.3 Perendaman Serat Daun Nanas Dengan Variasi 1, 3, 5, 7, 9 Jam	21
4.1.4 Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	21
4.2 Morfologi Serat Daun Nanas	22
4.2.1 Morfologi Serat Daun Nanas Tanpa Perlakuan Alkali	22
4.2.2 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 1 Jam	26
4.2.3 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 3 Jam	28
4.2.4 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 5 Jam	31
4.2.5 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 7 Jam	34
4.2.6 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 9 Jam	38
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
Lampiran 1. Hasil Penelitian	
Lampiran 2. SK Pembimbing	
Lampiran 3. Lembar Asistensi Tugas Akhir	
Lampiran 4. Berita Acara Seminar Hasil Penelitian	
Lampiran 5. Daftar Riwayat Hidup	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Waktu Kegiatan Penelitian	14
-----------	---------------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tumbuhan Nanas	5
Gambar 2.2	Prinsip Kerja Scanning Electron Microscope	12
Gambar 3.1	Serat Daun Nanas	15
Gambar 3.2	Larutan NaOH	15
Gambar 3.3	Timbangan Digital	16
Gambar 3.4	Alat Uji Scanning Electron Microscope (SEM)	16
Gambar 3.5	Bagan Alir Penelitian	17
Gambar 4.1	Penjemuran Serat Daun Nanas	20
Gambar 4.2	Serat Tunggal Daun Nanas	21
Gambar 4.3	Perendaman Serat Daun Nanas Dengan Variasi 1, 3, 5, 7, 9 Jam	21
Gambar 4.4	Pengujian Scanning Electron Microscope (SEM)	22
Gambar 4.5	Morfologi Serat Daun Nanas Tanpa Perlakuan Alkali Dengan pembesaran x100	23
Gambar 4.6	Morfologi Serat Daun Nanas Tanpa Perlakuan Alkali Dengan Pembesaran x300	24
Gambar 4.7	Morfologi Serat Daun Nanas Tanpa Perlakuan Alkali Dengan Pembesaran x500	25
Gambar 4.8	Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 1 Jam Pembesaran x100	26
Gambar 4.9	Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 1 Jam Pembesaran x300	27
Gambar 4.10	Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 1 Jam Pembesaran x500	28
Gambar 4.11	Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 3 Jam Pembesaran x100	29
Gambar 4.12	Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 3 Jam Pembesaran x300	30
Gambar 4.13	Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 3 Jam Pembesaran x500	31
Gambar 4.14	Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 5 Jam Pembesaran x100	32
Gambar 4.15	Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 5 Jam Pembesaran x300	33
Gambar 4.16	Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 5 Jam Pembesaran x500	34
Gambar 4.17	Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 7 Jam Pembesaran x100	35
Gambar 4.18	Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 7 Jam Pembesaran x300	36
Gambar 4.19	Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 7 Jam Pembesaran x500	37
Gambar 4.20	Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 9 Jam Pembesaran x100	39
Gambar 4.21	Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 9 Jam Pembesaran x300	40

Gambar 4.22 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali
9 Jam Pembesaran x500

41

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan zaman, bahan komposit yang awalnya menggunakan serat sintetis sebagai penguat kini beralih menggunakan serat alam. Serat alam terbagi menjadi dua jenis, yaitu serat tumbuhan dan serat hewan, yang keduanya memberikan banyak manfaat baik untuk kesehatan maupun industri, serta dinilai lebih ramah lingkungan. Salah satu contoh serat alam adalah serat nanas. Serat nanas memiliki kandungan selulosa yang tinggi, yaitu antara 62 – 79%, yang memberikan sifat mekanik yang unggul, seperti kekuatan tarik dan kelenturan serat nanas. Kekuatan dan kekakuan serat tanaman terutama bergantung pada kandungan selulosanya. Untuk meningkatkan sifat serat, salah satu cara yang digunakan adalah dengan meningkatkan kandungan selulosa, yang bisa dilakukan melalui perlakuan alkali (NaOH). Perlakuan ini dikenal dapat menghilangkan hemiselulosa dan lignin, serta membersihkan dan memodifikasi permukaan serat, yang pada gilirannya menurunkan tegangan permukaan dan meningkatkan sifat mekanik serat (SHELEMO 2023).

Nanas (*Ananas comosus*) merupakan tanaman yang banyak dibudidayakan di Indonesia, tumbuh baik di berbagai jenis iklim, baik basah maupun kering, serta dapat beradaptasi dengan berbagai jenis tanah pertanian. Pada tahun 2022, Indonesia memproduksi sekitar 3.203.775 ton buah nanas. Serat nanas adalah serat tumbuhan yang berasal dari daun tanaman nanas. Penggunaan serat daun nanas untuk pembuatan bahan komposit semakin diperhatikan dalam pengembangan material komposit, karena serat ini diketahui memiliki kekuatan yang tinggi. Lapisan luar daun nanas terdiri dari pelepah yang mengandung sel kambium, klorofil, xanthophyll, dan karoten, yang merupakan komponen dari tanin serta lignin yang terdapat pada bagian tengah daun. Lignin juga ditemukan pada lamela serat. Biasanya, daun nanas yang telah dipanen akan dikembalikan ke lahan sebagai pupuk. Tanaman nanas dewasa dapat menghasilkan 70 hingga 80 lembar daun dengan bobot sekitar 3 hingga 5 kg, dengan kadar air mencapai 85%. Setelah panen, limbah yang dihasilkan terdiri dari daun (90%), tunas batang (9%), dan batang

(1%). Pemanfaatan serat daun nanas sebagai penguat komposit memberikan kontribusi penting dalam penggunaan limbah industri. Seiring dengan pesatnya perkembangan serat alam, penemuan berbagai jenis serat alam berkualitas baik turut memperkaya dunia teknik (Mulyo and Yudiono 2018).

Pengamatan morfologi pada komposit berguna untuk melihat struktur dan porositas pada sebuah material. Dari hasil morfologi ada banyak informasi yang bisa kita dapatkan seperti besar pori, persebaran pori, dan bentuk dari filler yang ditambahkan ke dalam komposit. Sifat lain yang penting dari poliuretan adalah densitasnya. Densitas pada poliuretan termasuk cukup tinggi diantara polimer lainnya. SEM (*Scanning Electron Microscope*) merupakan metode yang secara luas digunakan untuk pengamatan morfologi permukaan, struktur, dan pemetaan kandungan berbagai jenis sampel mulai dari bahan alam, organik, anorganik, polimer, logam hingga sampel biologi (Pretorius, 2010). Metode pengamatan ini menggunakan berkas elektron pancaran energi tinggi untuk memindai objek sehingga menghasilkan citra dan komposisi sampel. Berkas elektron yang digunakan sebagai sumber memiliki panjang gelombang puluhan ribu kali lebih pendek dari panjang gelombang cahaya tampak sehingga citra yang dihasilkan metode ini memiliki resolusi dan detail gambar yang lebih baik daripada mikroskop optik (Masta, 2020). Prinsip tersebut membuat metode ini memiliki keunggulan lebih dan sangat digemari jika dibandingkan mikroskop optik. Metode ini dapat menghasilkan citra gambar tiga dimensi dengan perbesaran dan resolusi yang jauh lebih tinggi (Yañez & Barbosa, 2003). Untuk dapat dihasilkan citra gambar yang baik maka hal yang penting harus dilakukan diantaranya pengondisian sampel sehingga sampel bersifat konduktif dan dapat mengalirkan elektron (Ichinokawa et al., 1974). Dalam penelitian sebelumnya, telah dipaparkan mengenai metode pengondisian sampel biologi, disamping menggunakan coating Au-Pd juga sebagai alternatif digunakan pelapisan cairan ionik (Hanif et al., n.d.). Namun, selain pengondisian sampel juga terdapat pengondisian instrumen yang juga menjadi parameter yang sangat penting, salah satunya adalah penentuan tegangan akselerasi (Sahdiah and Kurniawan 2023).

Berdasarkan latar belakang dari penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman larutan alkali dengan perendaman natrium hidroksida

(NaOH). Metode manufaktur yang digunakan yaitu *scanning electron microscope* (SEM). Oleh karena itu penulis ingin melakukan pengujian *scanning electron microscope* (SEM) pada serat daun nanas dengan perbaikan sifat fisik alkali.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh perlakuan kimia terhadap serat daun nanas dengan variasi perendaman 1, 3, 5, 7, dan 9 jam dengan zat kimia natrium hidroksida (NaOH)?
2. Untuk mengetahui morfologi serat daun nanas yang telah dilakukan perbaikan sifat fisik alkali?

1.3 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini adalah untuk mengetahui morfologi serat daun nanas yang telah dilakukan perbaikan sifat fisik alkali dengan pengujian *scanning electron microscope* (SEM). Serat daun nanas yang akan digunakan pada penelitian ini terlebih dahulu dilakukan perbaikan sifat fisik dengan menggunakan perlakuan alkali (NaOH) dengan persentasi 5% selama 1, 3, 5, 7, dan 9 jam.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian dirumuskan sebagai berikut:

1. Untuk memperbaiki sifat fisik serat daun nanas melalui perlakuan alkali dengan variasi perendaman 1, 3, 5, 7, dan 9 jam.
2. Untuk mengevaluasi permukaan serat menggunakan *scanning electron microscope* (SEM) yang telah dilakukan perbaikan sifat fisik melalui perlakuan alkali dengan variasi perendaman 1, 3, 5, 7, dan 9 jam.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Didapatnya perbaikan sifat fisik serat daun melalui perlakuan alkali dengan variasi perendaman 1, 3, 5, 7, dan 9 jam.
2. Didapatnya evaluasi permukaan serat menggunakan *scanning electron microscope* (SEM) yang telah dilakukan perbaikan sifat fisik melalui perlakuan alkali dengan variasi perendaman 1, 3, 5, 7, dan 9 jam.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tumbuhan Nanas

2.1.1 Pengertian Nanas

Nanas adalah tanaman buah semak dengan nama ilmiah *Ananas comosus* (L) Merr. Tanaman ini relatif mudah untuk dibudidayakan karena dapat tumbuh baik di iklim yang basah maupun kering. Iklim di Indonesia sangat mendukung pertumbuhan tanaman nanas (Pracaya, 1982). Dalam beberapa tahun terakhir, luas lahan untuk tanaman nanas menduduki peringkat pertama di antara tiga belas jenis buah komersial yang dibudidayakan di Indonesia (Dharosno and Pundu 2020).



Gambar 2.1 Tumbuhan Nanas (Purba et al. 2022)

2.1.2 Klasifikasi Nanas

Klasifikasi tingkat kematangan buah nanas merupakan pekerjaan yang membutuhkan waktu, ilmu dan pengetahuan. Sebab, Tingkat kematangan buah nanas berdasarkan fitur warna (warna kulit) tersebut agak sulit diklasifikasikan secara biasa menggunakan mata manusia. Dikarenakan cara mengidentifikasi dan mendeteksi kematangan buah nanas yang dilakukan di suatu industri masih banyak dilakukan berdasarkan pengamatan visual secara langsung pada buah yang akan diklasifikasi. Hal ini tentu memiliki kekurangan dimana pemilihan secara manual tersebut dapat menimbulkan perbedaan tanggapan, waktu yang digunakan juga tidak efektif, serta memungkinkan adanya hasil klasifikasi yang beragam (Reswan et al. 2024). Tanaman buah nanas (*Ananas comosus*) termasuk dalam kelompok

tanaman tahunan. Bagian-bagian utama dari buah nanas terdiri dari akar, batang, daun, bunga, dan buah. Akar tanaman ini terbagi menjadi akar tanah dan akar samping. Akar-akar tersebut tumbuh pada pangkal batang dan termasuk jenis akar serabut. Kedalaman perakaran yang optimal pada tanah yang baik berkisar antara 30-50 cm. Batang nanas berfungsi sebagai tempat tumbuhnya akar, daun, bunga, tunas, dan buah. Panjang batang tanaman ini sekitar 20-25 cm dengan diameter 2,0-3,5 cm, dan memiliki ruas pendek. Daun nanas memiliki panjang antara 130-150 cm dan lebar 3-5 cm, dengan daun yang berduri tajam, meskipun ada jenis yang tidak berduri dan tanpa tulang daun. Setiap batang memiliki sekitar 70-80 helai daun. Proses pertumbuhan bunga dari dasar menuju puncaknya memakan waktu sekitar 10-20 hari, sementara waktu yang dibutuhkan untuk tumbuh hingga terbentuk bunga adalah antara 6-16 bulan (Suprianto, 2016).

Dalam sistematika atau tata nama ilmiah tanaman, buah nanas (*Ananas comosus*) dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- Kingdom: Plantae (tumbuhan)
- Divisi: Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
- Kelas: Angiospermae (berbiji tertutup)
- Ordo: Farinosae (Bromeliales)
- Famili: Bromeliaceae
- Genus: *Ananas*
- Spesies: *Ananas comosus*.

2.1.3 Sejarah Nanas

Berdasarkan sejarah, tanaman ini berasal dari Brasil dan diperkenalkan ke Indonesia oleh para pelaut Spanyol dan Portugis sekitar tahun 1599. Di Indonesia, tanaman tersebut telah banyak dibudidayakan, terutama di pulau Jawa dan Sumatera, seperti di daerah Subang, Majalengka, Purwakarta, Purbalingga, Bengkulu, Lampung, dan Palembang, yang merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki potensi besar. Tanaman nanas biasanya dibongkar setelah dua atau tiga kali panen untuk digantikan dengan tanaman baru, sehingga limbah daun nanas selalu tersedia dan dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan, salah satunya untuk produk tekstil yang dapat memberikan nilai tambah.

Daun nanas memiliki bentuk seperti pedang yang meruncing di ujungnya, dengan warna hijau kehitaman dan tepi daun yang dilengkapi duri tajam. Panjang daun nanas bervariasi antara 55 hingga 75 cm, dengan lebar sekitar 3,1 hingga 5,3 cm dan ketebalan antara 0,18 hingga 0,27 cm, tergantung pada spesies atau varietas tanaman (Chen et al. 2022).

Tanaman nanas yang juga dikenal dengan nama *Ananas Cosmosus* merupakan anggota famili Bromeliaceae dan biasanya bersifat tahunan. Serat daun nanas merupakan serat tumbuhan alami yang termasuk dalam golongan selulosa (Hardiyanti et al. 2024).

2.1.4 Kandungan Nanas

Nanas adalah buah yang kaya akan serat dan kandungan air. Setiap 100 gram daging buah nanas mengandung sekitar 1,4 gram serat dan 86,37 gram air (Sidi NC, Widowati E, dan Nursiwi A, 2014). Buah ini sangat digemari oleh banyak orang karena rasanya yang manis dengan sedikit rasa asam, menjadikannya salah satu buah favorit di Indonesia. Aroma nanas yang harum juga menambah daya tarik bagi penikmatnya. Selain itu, nanas memiliki banyak kandungan gizi yang sangat bermanfaat bagi kesehatan tubuh (Annisa, 2015).

Nanas mengandung berbagai nutrisi yang kompleks, termasuk mineral makro dan mikro, zat organik, air, dan vitamin. Buah ini mudah ditemukan di sekitar kita, meskipun tidak selalu tersedia sepanjang tahun. Nanas juga mengandung komponen aktif seperti enzim bromelin yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri plak dan menekan bakteri *Streptococcus mutans*. Selain itu, asam sitrat dalam nanas dapat merangsang sekresi saliva.

Peningkatan pH saliva seiring dengan peningkatan aliran saliva ini terjadi karena kandungan bikarbonat yang berfungsi mempertahankan sistem buffer dalam rongga mulut. Dengan kandungan serat yang tinggi, nanas juga dapat meningkatkan produksi saliva dan memengaruhi komposisi plak serta bakteri *Streptococcus mutans*. Berdasarkan beberapa referensi yang saya temukan, nanas juga mengandung klor, yodium, fenol, flavonoid, dan enzim bromelin, yang memiliki banyak manfaat untuk kesehatan gigi dan mulut. Hal ini membuat saya semakin tertarik untuk menggali lebih dalam mengenai manfaat dari buah nanas ini (Putri et al. 2023).

Selain itu, nanas juga memiliki kandungan gula yang cukup tinggi dan dikenal sebagai antioksidan yang efektif dalam menangkal radikal bebas. Radikal bebas sendiri bersifat tidak stabil dan sangat reaktif, sehingga cenderung bereaksi dengan molekul lain untuk mencapai kestabilan. Karena tingkat kereaktifannya yang tinggi, radikal bebas dapat memulai reaksi berantai yang menghasilkan senyawa abnormal, yang pada akhirnya dapat merusak sel-sel penting dalam tubuh (Mappa, Kuna, and Akbar 2021).

2.1.5 Serat Daun Nanas

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), produksi nanas di Indonesia pada tahun 2021 mencapai 2,89 juta ton, mengalami kenaikan sekitar 17,95% dibandingkan dengan tahun sebelumnya yang tercatat 2,45 juta ton. Sementara itu, data dari sumber lain mengungkapkan bahwa pada tahun 2022, produksi nanas Indonesia meningkat menjadi 3,2 juta ton, yang menunjukkan kenaikan sekitar 10,99% dibandingkan dengan produksi tahun sebelumnya.

Serat daun nanas merupakan serat alami yang diambil dari daun tanaman nanas. Serat ini memiliki tekstur yang lembut dan halus serta kekuatan yang memadai, menjadikannya bahan yang cocok untuk pembuatan kain tenun maupun kain nonwoven. Selain itu, serat nanas juga bisa digunakan untuk berbagai produk jadi, seperti tirai, wallpaper, bahan baku pembuatan kertas (pulp), serta berbagai kerajinan seperti tas, gorden, rambut tiruan, aplikasi dalam interior mobil, jaring ikan, dan bahan mentah untuk pembuatan furnitur seperti meja, papan, serta asbes (Material and Energi 2024).

2.1.6 Produksi Nanas

Komoditas nanas di Indonesia menempati posisi sebagai buah dengan produksi terbesar ketiga setelah pisang dan mangga, dengan kontribusi sebesar 9,9 persen dan volume produksi mencapai 1.781.899 ton pada tahun 2012 (BPS, 2014). Luas panen, jumlah produksi, dan produktivitas nanas Indonesia cenderung bervariasi, namun menunjukkan tren peningkatan dalam beberapa tahun terakhir. Rata-rata produksi nanas mengalami kenaikan sebesar 11 persen per tahun sepanjang periode 1962 hingga 2012 (FAO, 2014). Nanas menjadi bahan baku

utama dalam berbagai industri pangan, seperti industri pengolahan dan pengawetan dalam kaleng, roti dan kue, pelumatan buah, manisan buah, pembekuan buah, buah kering, minuman ringan, dan sirup (BPS, 2012).

Meskipun dibudidayakan di agroekosistem yang serupa, produktivitas nanas antarprovinsi di Indonesia ternyata cukup beragam, menunjukkan adanya perbedaan dalam pengelolaan yang tercermin dari kualitas dan kuantitas masukan yang digunakan (Adiyoga, 1999). Dalam lima tahun terakhir, terlihat peningkatan jumlah provinsi penghasil nanas segar di Indonesia, dengan proporsi meningkat dari 19,42 persen pada 2008 menjadi 30,35 persen pada 2012. Sebagian besar produksi nanas terkonsentrasi di Provinsi Lampung (33,47%), Sumatera Utara (14,98%), Jawa Timur (11,23%), dan Jawa Barat (9,97%), meskipun budidaya nanas tersebar hampir di seluruh provinsi. Kondisi agroklimat yang mendukung, sifat adaptasi yang tinggi, dan kemudahan dalam perbanyak tanaman menjadi faktor utama yang mendorong perkembangan komoditas ini di Indonesia (Distan Kab. Subang, 2011).

Provinsi Jawa Barat adalah salah satu sentra utama produksi nanas di Indonesia. Hingga tahun 2006, provinsi ini merupakan produsen terbesar, namun sejak 2007 posisinya tergeser oleh Lampung dan pada periode 2010-2012 menempati posisi keempat setelah Lampung, Sumatera Utara, dan Jawa Timur. Mayoritas budidaya nanas di Jawa Barat dilakukan oleh petani skala kecil yang menargetkan pasar lokal. Petani kecil sering menghadapi berbagai tantangan, seperti terbatasnya peralatan mekanis, fasilitas kredit, kepemilikan lahan, harga jual yang rendah, kurangnya kepercayaan antara petani dan pembeli, modal yang terbatas, serta masalah penyakit pada tanaman (Achaw, 2010; Abbam, 2009).

Penurunan produksi dan luas panen nanas di Provinsi Jawa Barat diduga disebabkan oleh faktor iklim dan rendahnya efisiensi dalam usaha tani. Menurut Bakhsh et al. (2006), terdapat tiga cara untuk meningkatkan produksi, yaitu dengan memperluas lahan, mengembangkan serta mengadopsi teknologi baru, dan memanfaatkan sumber daya yang ada secara lebih efisien. Namun, penambahan luas lahan sepertinya sulit dilakukan mengingat pertambahan jumlah penduduk yang menyebabkan konversi lahan pertanian menjadi lahan pemukiman dan industri. Oleh karena itu, peningkatan produksi nanas hanya bisa dicapai melalui

dua cara, yaitu dengan mengembangkan teknologi baru dan menggunakan sumber daya lebih efisien.

Peningkatan efisiensi tidak hanya dapat meningkatkan produksi nanas, seperti yang ditemukan oleh Bakhsh et al. (2006), tetapi juga bisa mengurangi biaya usaha tani, yang pada gilirannya dapat meningkatkan pendapatan petani (Ogundari dan Ojo, 2007). Efisiensi dapat dicapai dengan memperbaiki kemampuan manajerial petani, yang dipengaruhi oleh faktor sosial ekonomi seperti usia, pengalaman bertani, tingkat pendidikan formal, pelatihan budidaya, keanggotaan kelompok tani, akses ke Penyuluh Pertanian Lapangan (PPL), serta akses terhadap sumber pembiayaan.

Secara teoritis, ada tiga faktor yang mempengaruhi pertumbuhan produktivitas, yaitu perubahan teknologi (Technological Change/TC), peningkatan efisiensi teknis (Technical Efficiency/TE), dan skala usaha ekonomi (Economies of Scale/ES) (Coelli et al., 1998). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tingkat inefisiensi produksi juga dipengaruhi oleh variabel sosial ekonomi dan demografi, seperti usia kepala keluarga, jumlah anggota rumah tangga, tingkat pendidikan kepala keluarga, partisipasi dalam kelompok tani, keanggotaan koperasi tani, pengetahuan teknologi budidaya, akses penyuluhan pertanian, pengalaman bertani, dan pendapatan nonpertanian (Ammasuriya et al., 2007; Murthy et al., 2009; Idris et al., 2013). Penelitian mengenai efisiensi pada usaha tani komoditas hortikultura di Indonesia masih sangat terbatas (Rachman 2014).

2.2 Perlakuan Alkali Serat Alam

Serat alami memiliki sifat hidrofilik, yang berarti mereka lebih cenderung berinteraksi dengan air, berbeda dengan polimer yang tidak memiliki sifat tersebut. Untuk meningkatkan hubungan antara serat dan matriks, permukaan serat sering dimodifikasi. Salah satu metode yang umum digunakan adalah alkalisasi, yang melibatkan perendaman serat dalam larutan basa alkali untuk menghasilkan serat yang lebih berkualitas. Proses alkalisasi ini menghilangkan komponen seperti hemiselulosa, lignin, atau pektin, yang kurang efektif dalam memperkuat ikatan antar muka. Dengan mengurangi kandungan komponen-komponen tersebut, kemampuan serat untuk berinteraksi dengan matriks menjadi lebih baik, sehingga

meningkatkan kekuatan antarmuka. Selain itu, penurunan kandungan komponen tersebut juga meningkatkan kekasaran permukaan serat, yang memungkinkan penguncian mekanis yang lebih kuat.

Perlakuan alkali pada serat alam bertujuan untuk menghilangkan kotoran dan getah yang menempel pada permukaan serat, serta mengurangi kandungan air pada serat. Hal ini dapat meningkatkan ikatan antar muka antara serat dan matriks, sehingga kualitas serat menjadi lebih baik. Penggunaan NaOH dalam perlakuan alkali pada serat selulosa alam terbukti dapat meningkatkan mutu permukaan serat yang bersifat hidrophilik (Nesimnasi, Boimau, and Pell 2015).

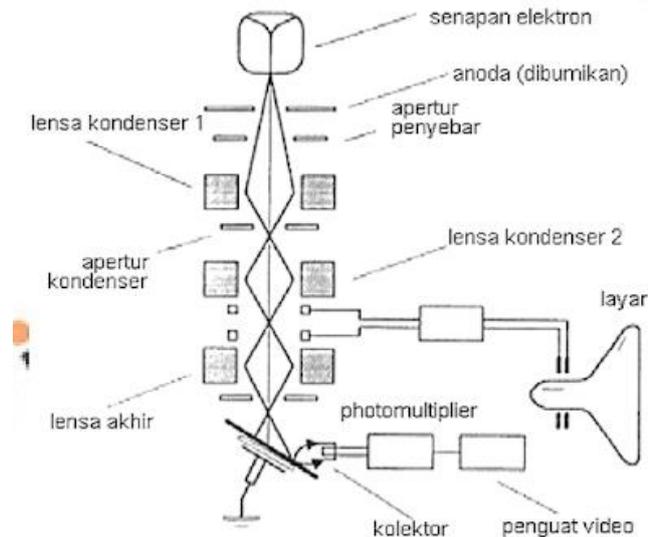
2.3 Pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Scanning Electron Microscope (SEM) merupakan sejenis mikroskop yang menggunakan elektron sebagai pengganti cahaya untuk melihat benda dengan resolusi tinggi. Analisis SEM bermanfaat untuk mengetahui mikrostruktur (termasuk porositas dan bentuk retakan) benda padat. Berkas sinar elektron dihasilkan dari filamen yang dipanaskan, disebut *electron gun*.

Sebuah ruang vakum diperlukan untuk preparasi cuplikan. Cara kerja SEM adalah gelombang elektron yang dipancarkan *electron gun* terkondensasi di lensa kondensor dan terfokus sebagai titik yang jelas oleh lensa objektif. *Scanning coil* yang diberi energi menyediakan medan magnetik bagi sinar elektron. Berkas sinar elektron yang mengenai cuplikan menghasilkan elektron sekunder dan kemudian dikumpulkan oleh detektor sekunder atau detektor *backscatter*. Gambar yang dihasilkan terdiri dari ribuan titik berbagai intensitas di permukaan *Cathode Ray Tube* (CRT) sebagai topografi gambar (Kroschwitz, 1990). Pada sistem ini berkas elektron dikonsentrasikan pada spesimen, bayangannya diperbesar dengan lensa objektif dan diproyeksikan pada layar (Asiva Noor Rachmayani 2015).

Pengujian dilakukan pada permukaan patahan sampel. Untuk mencegah perubahan bentuk fase saat sampel dipatahkan, sampel terlebih dahulu direndam dalam nitrogen cair. Setelah itu, sampel dilapisi dengan emas selama 4 menit menggunakan kuat arus ion sebesar 10 mA (ketebalan $\pm 300 \text{ \AA}$) dengan menggunakan alat Ion Sputter JEOL Fine Coat. Pelapisan ini bertujuan untuk menghindari pembentukan muatan elektrostatis pada sampel saat pengujian SEM.

Hasil pengujian SEM berupa mikrograf yang digunakan untuk mempelajari morfologi campuran, termasuk fase dan distribusi fasanya (Bahruddin, Zahrina, and Amraini 2018).



Gambar 2.2 Prinsip Kerja Scanning Electron Microscope (Febiyanto, 2016)

2.4 Morfologi Serat Daun Nanas

Sebagian besar petani nanas lokal, terutama para petani di Sumatera Utara, hanya mengenal tanaman nanas berdasarkan ciri morfologi yang terbatas, seperti bentuk dan warna buah, tanpa memperhatikan karakteristik morfologi lainnya secara lebih mendalam. Keterbatasan pemahaman ini dapat menyulitkan dalam membedakan berbagai varietas nanas, khususnya ketika akan melakukan perbanyakan tanaman untuk menghasilkan nanas unggul. Oleh karena itu, penting untuk melakukan identifikasi keragaman morfologi pada tanaman nanas varietas lokal sebagai sumber plasma nutfah, yang dapat mendukung program pemuliaan tanaman guna meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi nanas.

Morfologi serat daun nanas sangat penting untuk dipahami karena berhubungan dengan berat jenis serat tersebut. Dumanauw (2001) dalam penelitiannya menyatakan bahwa penentuan berat jenis dapat dilakukan dengan mengamati ketebalan dinding sel dan ukuran rongga sel yang membentuk pori-pori. Hidayat (2008) menambahkan bahwa ketebalan dinding sel serat daun nanas rata-

rata mencapai 8,3 μm , yang berada di antara serat sisal (12,8 μm) dan serat batang pisang (1,2 μm). Pengukuran berat jenis pada bahan alat penangkap ikan bertujuan untuk mengetahui seberapa cepat bahan tersebut tenggelam. Thahir et al. (2017) menjelaskan bahwa kecepatan tenggelam adalah salah satu faktor penting dalam pemilihan bahan untuk alat penangkap ikan. Semakin baik kecepatan tenggelam suatu serat, semakin cocok serat tersebut digunakan sebagai bahan untuk alat penangkapan ikan karena dapat lebih efektif menangkap ikan yang bergerak dan berpindah tempat (Mainnah, Jaya, and Iskandar 2023).

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu

3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat dilakukan pengujian serat daun nanas menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) di lakukan di Laboratorium Universitas Sumatera Utara.

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian di jelaskan dalam bentuk tabel

Tabel 3.1 Waktu Kegiatan Penelitian

No.	Kegiatan	Waktu (Bulan)					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan judul	■	■				
2	Studi literatur		■	■	■		
3	Seminar proposal			■	■	■	
4	Pembuatan alat				■	■	
5	Pengujian alat					■	
6	Analisa hasil pengujian					■	■
7	Seminar hasil					■	■
8	Penyelesaian skripsi					■	■

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. *Pineapple-leaf fibres* (Serat Daun Nanas)

Penggunaan serat daun nanas sebagai bahan komposit merupakan salah satu alternatif dalam pembuatan komposit secara ilmiah, dimana serat daun nanas ini sudah terkenal akan kekuatannya.



Gambar 3.1 Serat Daun Nanas

2. Larutan NaOH

Digunakan untuk menghilangkan lapisan yang menyerupai lilin pada permukaan serat seperti lignin, hemiselulosa dan kotoran lainnya.



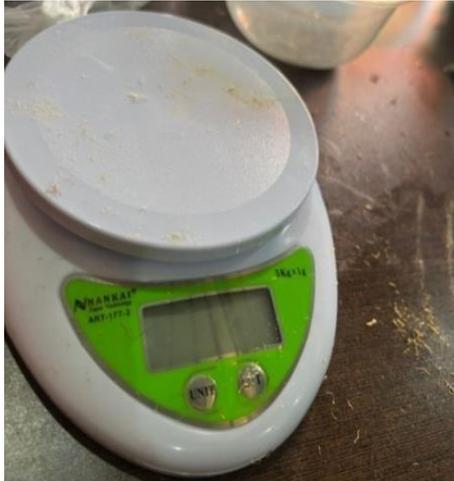
Gambar 3.2 Larutan NaOH

3.2.2 Alat Penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Timbangan Digital

Digunakan untuk menimbang komposisi bahan penelitian terutama pada saat penimbangan serat dan resin dilakukan.



Gambar 3.3 Timbangan Digital

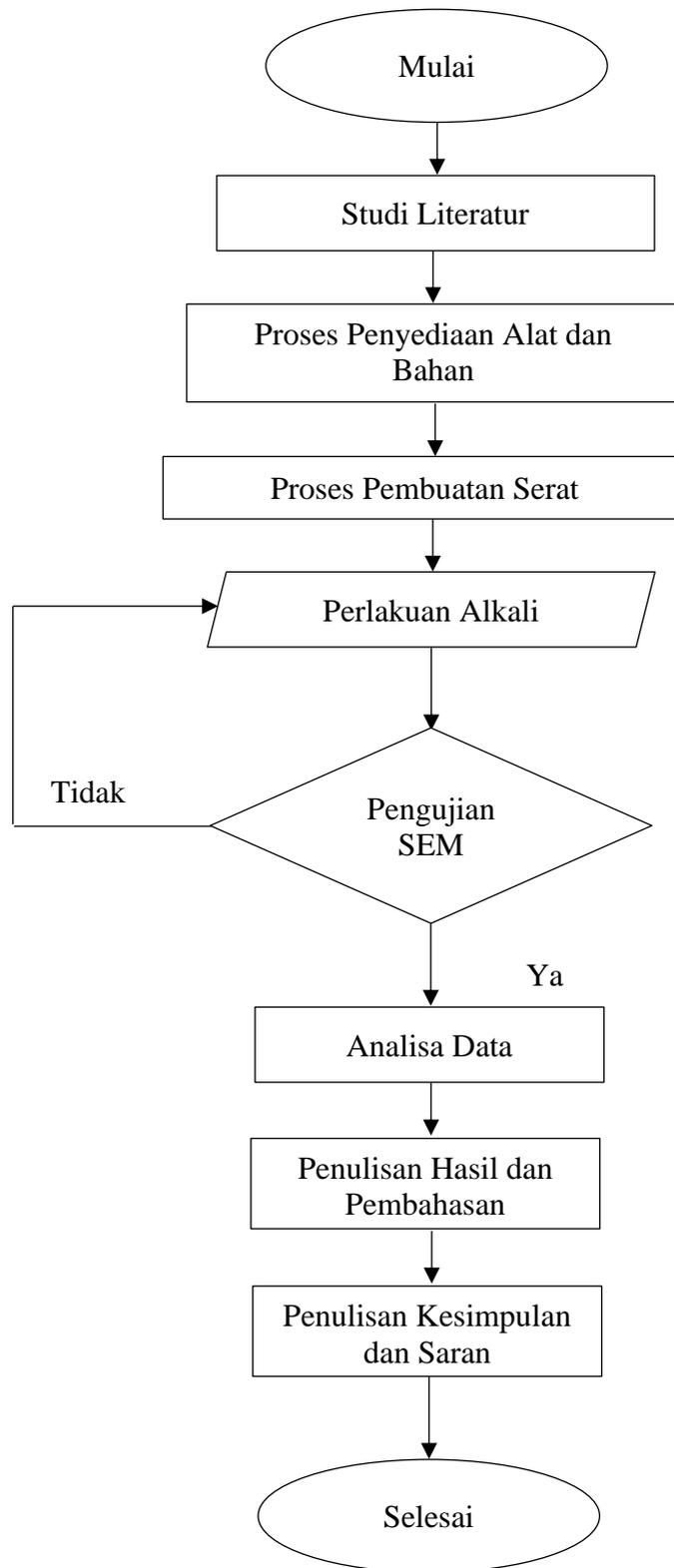
2. Alat Uji *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Alat yang digunakan untuk mencitrakan permukaan sampel dengan sinar elektron terfokus.



Gambar 3.4 Alat Uji *Scanning Electron Microscope* (SEM)

3.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.5 Bagan Alir Penelitian

3.4 Rancangan Penelitian

Pengumpulan data pada penelitian ini mengambil beberapa jurnal, buku, dan skripsi yang di gunakan sebagai referensi. Studi literatur di lakukan oleh setiap peneliti yang bertujuan untuk mencari pondasi atau dasar pijakan untuk memperoleh landasan teori dan kerangka berfikir. Dengan melakukan studi literatur, peneliti akan mempunyai pengetahuan yang lebih luas terhadap masalah yang akan di teliti. Penelitian ini akan berfokus pada morfologi serat daun nanas yang telah dilakukan perbaikan sifat fisik alkali. Untuk pengujian ini menggunakan *scanning electron microscope* (SEM).

3.5 Prosedur Penelitian

Kegiatan ini meliputi pembelian bahan dan alat yang di perlukan dalam penelitian. Cara mendapatkan daun nanas yaitu dengan mencari di sekitar daerah penelitian dan di pasar tradisional. Pembelian bahan kimia, yaitu Natrium Hidroksida (NaOH) bahan kimia ini digunakan sebagai perbaikan sifat fisik terhadap serat daun nanas bahan kimia ini dibeli ditoko bahan kimia, dan juga pembelian alat-alat dan bahan pendukung lainnya.

3.6 Proses Penyediaan Alat dan Bahan

Proses penyediaan alat dan bahan untuk pengujian serat daun nanas adalah toples plastik, timbangan digital, natrium hidroksida (NaOH), daun nanas, dll.

3.7 Proses Pembuatan Serat

Daun nanas di jemur di bawah terik matahari untuk memudahkan pengambilan serat secara manual.

3.8 Perlakuan Alkali

Perlakuan alkali pada serat daun nanas di rendam pakai persentase 5% selama 1, 3, 5, 7, dan 9 jam, kemudian di keringkan.

3.9 Pengujian Scanning Electron Microscope (SEM)

Pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM) merupakan pengujian untuk menghasilkan gambar sampel dengan memindai permukaannya menggunakan sinar electron. Pengujian ini bertujuan untuk mengkaji struktur morfologi permukaan dan *cross section* suatu bahan.

3.10 Analisa Data

Analisa data dari *Scanning Electron Microscope* (SEM) menghasilkan gambar beresolusi tinggi dari permukaan objek yang diamati. Gambar ini dapat digunakan untuk menganalisis komposisi dan struktur material.

3.11 Penulisan Hasil dan Pembahasan

Penulisan hasil pada penelitian ini dapat di buat apabila pengujian dan analisa data yang di buat sudah berhasil.

3.12 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang terkait dengan morfologi serat daun nanas yang telah dilakukan perbaikan sifat fisik alkali dengan pengujian *scanning electron microscope* (SEM) adalah sebagai berikut:

1. *Independent variable* ialah variabel yang menjadi penyebab adanya perubahan pada variabel yang lainnya. Pada penelitian ini yang digunakan sebagai variabel *independent* adalah variasi waktu perendaman 1, 3, 5, 7, dan 9 jam pada perlakuan kimia Natrium Hidroksida (NaOH).
2. *Dependent variable* ialah variabel yang di pengaruhi oleh adanya perubahan *variable independent*. Pada penelitian ini yang digunakan sebagai *variable dependent* adalah morfologi serat daun nanas yang diamati *scanning electron microscope* (SEM).

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Penelitian

Penelitian dibagi menjadi 4 tahapan mulai dari penjemuran serat daun nanas, pemisahan serat daun nanas secara manual, perendaman serat daun nanas dengan variasi 1, 3, 5, 7, 9 jam, dan pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM).

4.1.1 Penjemuran Serat Daun Nanas

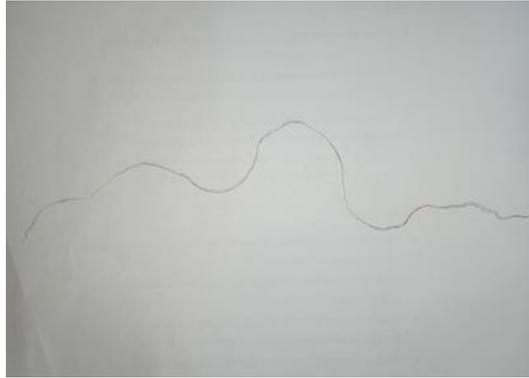
Penjemuran serat daun nanas ini dilakukan untuk mempermudah serat terpisah dari daunnya, dan untuk menghilangkan kadar air yang terkandung di dalam daun nanas tersebut. Adapun penjemuran daun nanas ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4.1 Penjemuran Serat Daun Nanas

4.1.2 Pemisahan Serat Daun Nanas Secara Manual

Pemisahan serat daun nanas secara manual ini dilakukan untuk melihat permukaan dan morfologi pada skala mikron hingga nanometer. Dengan serat tunggal, citra *Scanning Electron Microscope* yang dihasilkan lebih jelas dan tidak tumpang tindih, sehingga struktur permukaan serat bisa dianalisis secara akurat.



Gambar 4.2 Serat Tunggal Daun Nanas

4.1.3 Perendaman Serat Daun Nanas Dengan Variasi 1, 3, 5, 7, 9 Jam

Perendaman serat daun nanas dengan variasi 1, 3, 5, 7, dan 9 jam dilakukan untuk menghilangkan lignin, hemiselulosa, pektin, getah atau lilin, dan mempersiapkan morfologi permukaan yang lebih jelas untuk analisis *Scanning Electron Microscope*. Dan perendaman dengan waktu yang bervariasi dilakukan untuk mencari mana waktu yang lebih baik untuk serat daun nanas yang akan di uji SEM.



Gambar 4.3 Perendaman Serat Daun Nanas Dengan Variasi 1, 3, 5, 7, 9 Jam

4.1.4 Pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Pengujian *Scanning Electron Microscope* bertujuan untuk mengamati dan menganalisis struktur permukaan serta morfologi mikro dari serat tersebut. Proses

uji *Scanning Electron Microscope* dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Sumatera Utara dengan menggunakan SEM Hitachi TM3000. Proses uji *Scanning Electron Microscope* ditunjukkan pada gambar berikut.

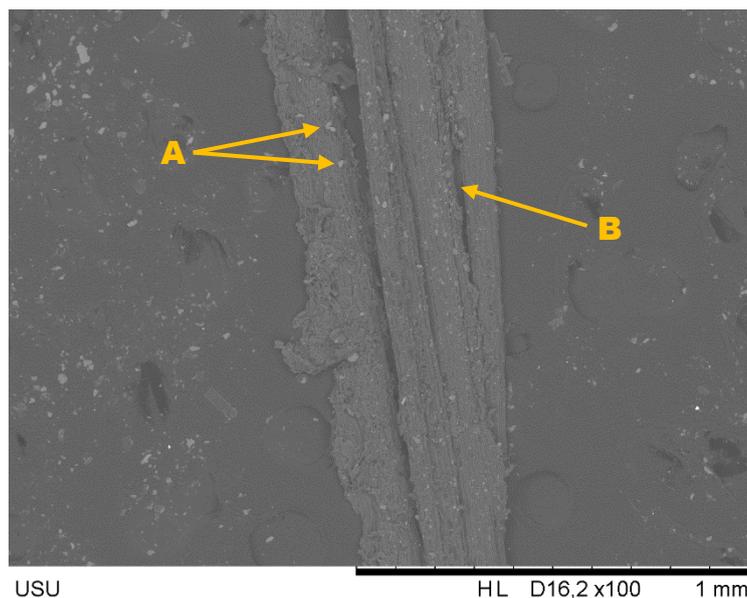


Gambar 4.4 Pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM)

4.2 Morfologi Serat Daun Nanas

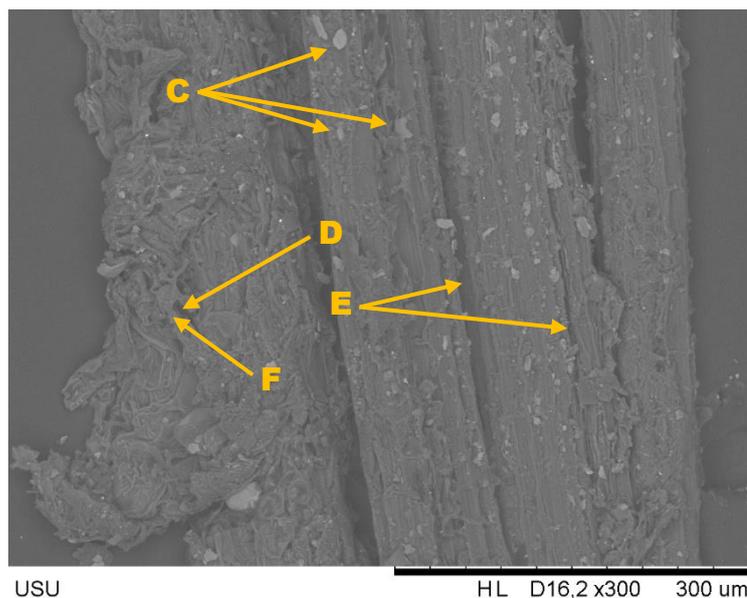
4.2.1 Morfologi Serat Daun Nanas Tanpa Perlakuan Alkali

Setelah dipisahkan serat dari daunnya menjadi serat tunggal, dilakukan pengujian *Scanning Electron Microscope* dilaboratorium terpadu USU. Pada proses pengujian *Scanning Electron Microscope* pembesaran yang digunakan adalah 100, 300, dan 500. Morfologi serat daun nanas yang diperoleh dari uji *Scanning Electron Microscope* sangat bervariasi. Berikut merupakan bentuk yang diperoleh dari hasil pengujian *Scanning Electron Microscope*.



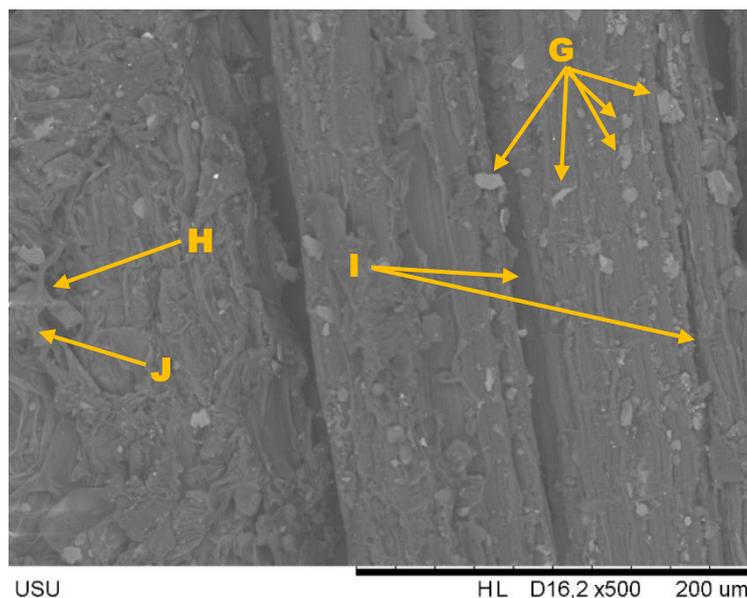
Gambar 4.5 Morfologi Serat Daun Nanas Tanpa Perlakuan Alkali Dengan pembesaran x100

Hasil pengujian *scanning electron microscope* dengan pembesaran x100 dan skala 1mm. Berdasarkan hasil pengamatan (Bintarto et al. 2021) terlihat bahwa pada serat daun nanas yang belum diberi perlakuan, lignin masih menempel pada permukaan serat sebagai bagian dari struktur alaminya. Keberadaan lignin ini menghambat degradasi ikatan antara matriks resin dan serat secara optimal seperti yang ditunjukkan pada tanda (A). Menurut penelitian (Firdaus et al., 2023) menunjukkan bahwa terdapat celah udara (void) ditemukan pada sampel tanpa perlakuan perendaman NaOH. Namun, jumlah celah udara yang terbentuk lebih sedikit dibanding serat alam lainnya, seperti yang ditunjukkan pada tanda (B).



Gambar 4.6 Morfologi Serat Daun Nanas Tanpa Perlakuan Alkali Dengan Pembesaran x300

Hasil pengujian *Scanning Electron Microscope* dengan pembesaran x300 dan skala 300um. Pada pembesaran ini diidentifikasi beberapa tipe morfologi utama yaitu partikel dengan bentuk tidak beraturan dan permukaan kasar. Menurut (Bintarto et al. 2021) Pada serat daun nanas tanpa perlakuan, lignin masih melekat pada permukaan serat sebagai bagian dari susunan alaminya. Kehadiran lignin tersebut menghalangi proses degradasi ikatan antara matriks resin dan serat secara maksimal, seperti yang terlihat di tanda (C). Menurut (Mopoung and Amornsakchai 2016) Serat daun nanas mentah yang belum melalui proses degumming terbungkus oleh lapisan koloid dalam jumlah besar dan saling terikat membentuk lembaran. PALF mentah ini tampak memiliki susunan serat yang rapat dengan sedikit rongga pada permukaannya, seperti yang ditunjukkan tanda (D). Menurut penelitian (Firdaus et al., 2023) yang ditunjukkan pada tanda (E) memperlihatkan adanya celah udara (void) pada sampel yang tidak melalui proses perendaman NaOH, namun jumlah celah tersebut lebih sedikit dibandingkan dengan serat alam lainnya. Selanjutnya pada penelitian (Choy 2020) menunjukkan bahwa proses defibrilasi telah mulai berlangsung dan fibril pada PALF mulai terbentuk, seperti yang terlihat pada tanda (F).

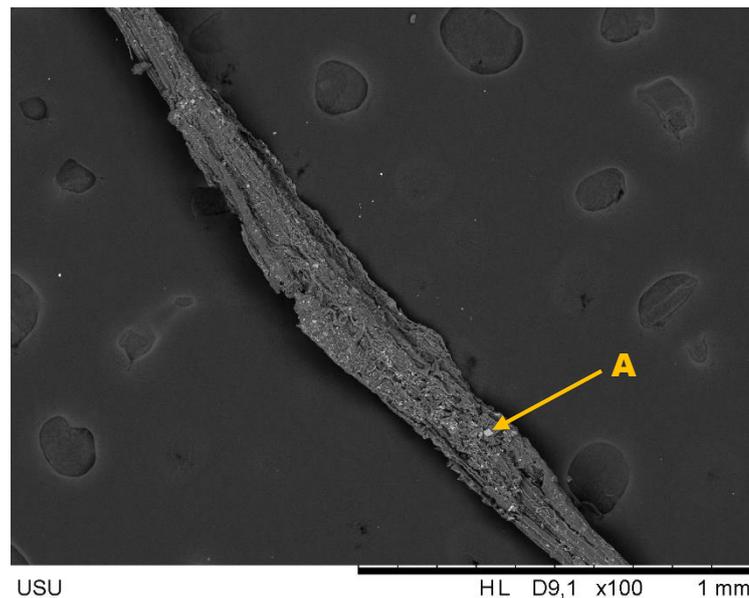


Gambar 4.7 Morfologi Serat Daun Nanas Tanpa Perlakuan Alkali Dengan Pembesaran x500

Hasil pengujian *Scanning Electron Microscope* dengan pembesaran x500 dan skala 200um, ada 4 morfologi yang dapat diidentifikasi. Pertama morfologi pada tanda (G), menurut (Bintarto et al. 2021) lignin masih melekat pada permukaan serat sebagai bagian dari susunan alaminya. Kedua morfologi pada tanda (H), menurut (Mopoung and Amornsakchai 2016) Serat daun nanas yang belum menjalani proses degumming tertutup oleh lapisan koloid tebal dan saling melekat sehingga membentuk lembaran. PALF mentah tersebut menunjukkan struktur serat yang padat dengan hanya sedikit celah pada permukaannya. Ketiga morfologi pada tanda (I) menurut (Firdaus et al., 2023) Terlihat adanya celah udara (void) pada sampel tanpa perlakuan perendaman NaOH, namun jumlahnya lebih sedikit dibandingkan dengan jenis serat alam lainnya. *Void* (ruang kosong) pada serat daun nanas menyebabkan kurang rapatnya serat sehingga sifat mekaniknya rendah. *Void* juga dapat terbentuk dari gas yang terperangkap dalam serat daun nanas ketika pengujian *Scanning Electron Microscope*. Keempat morfologi pada tanda (J), menurut (Choy 2020) mengindikasikan bahwa proses defibrilasi telah dimulai dan pembentukan fibril pada PALF mulai terjadi (terlihat ketika di uji SEM).

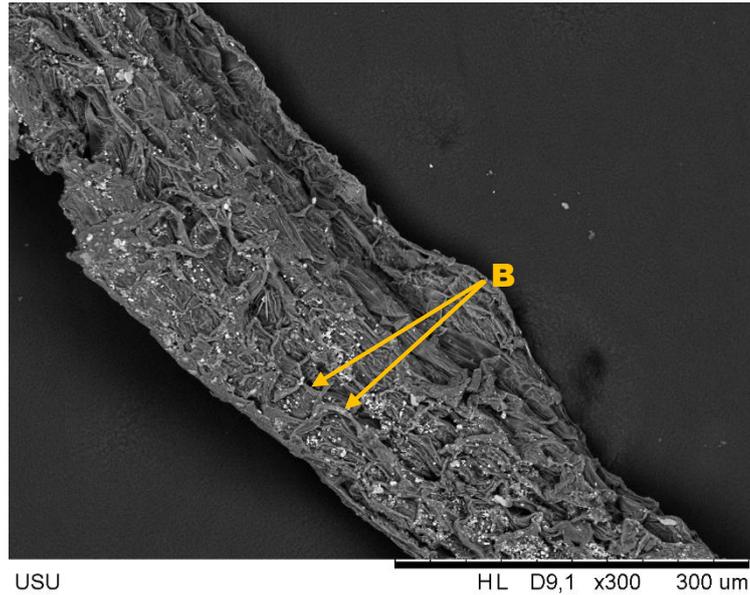
4.2.2 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 1 Jam

Proses perendaman serat selama 1 jam, lalu di uji *Scanning Electron Microscope* di laboratorium terpadu USU. Pada proses pengujian *Scanning Electron Microscope* pembesaran yang digunakan adalah 100, 300, dan 500. Pembesaran ini sama dengan yang lainnya karena di dapat dari hasil literatur (jurnal).



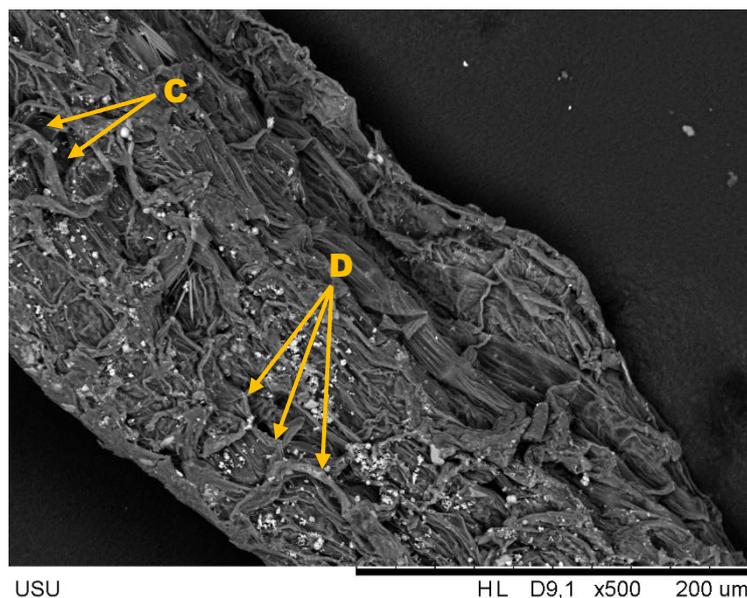
Gambar 4.8 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 1 Jam Pembesaran x100

Hasil pengujian *Scanning Electron Microscope* dengan pembesaran x100 dan skala 1mm. Berdasarkan penelitian serat yang mulai diberi perlakuan NaOH 5% menunjukkan adanya perubahan pada permukaan serat yaitu bentuk serat yang mulai kasar karena komponen kimia dalam serat mulai menghilang. Permukaan yang kasar ini akan menyebabkan *bonding* antara serat dan matriks menjadi lebih baik (Nanulaitta et al., 2018). Menurut (Zin et al. 2018) Perlakuan dengan alkali menguraikan struktur kompleks lignoselulosa, melarutkan lignin dan hemiselulosa, serta mengekspos lebih banyak pori dan memperluas permukaan selulosa yang sebelumnya tertutup. Tanda (A) menunjukkan lignin tetap menempel pada permukaan serat sebagai komponen dari struktur alaminya, ini hasil dari pengamatan (Bintarto et al. 2021).



Gambar 4.9 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali
1 Jam Pembesaran x300

Hasil pengujian *Scanning Electron Microscope* dengan pembesaran x300 dan skala 300um. Berdasarkan hasil pengamatan pada tanda (B) hal tersebut menunjukkan bahwa proses defibrilasi telah berlangsung, ditandai dengan mulai terbentuknya fibril pada PALF yang teramati melalui hasil uji *Scanning Electron Microscope* (Choy 2020).

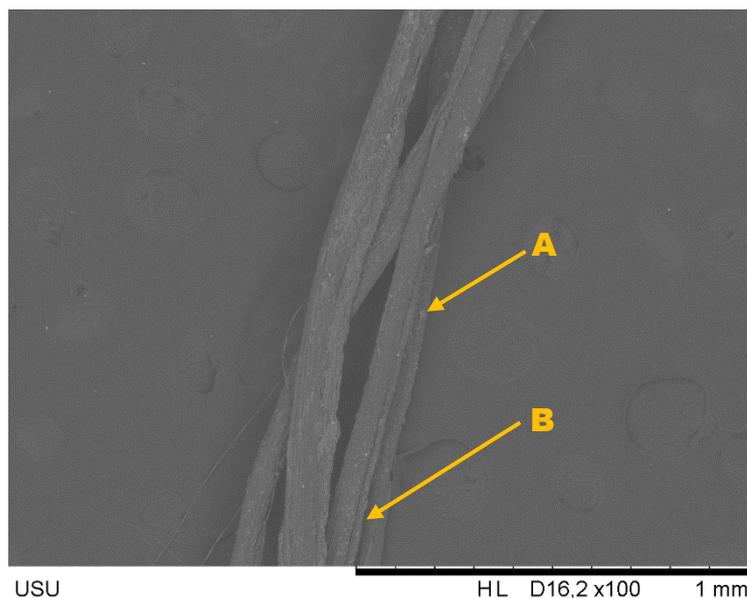


Gambar 4.10 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali
1 Jam Pembesaran x500

Hasil pengujian *Scanning Electron Microscope* dengan pembesaran x500 dan skala 200um, ada 2 morfologi yang dapat diidentifikasi. Pertama morfologi pada tanda (C) memperlihatkan serat daun nanas yang belum mengalami proses degumming terbungkus oleh lapisan koloid tebal dan saling merekat. PALF mentah ini memiliki susunan serat yang rapat dengan hanya sedikit rongga di permukaannya (Mopoung and Amornsakchai 2016). Kedua morfologi pada tanda (D) memperlihatkan proses defibrilasi pada serat daun nanas dengan dimulainya fibril pada PALF yang terlihat melalui uji SEM (Choy 2020).

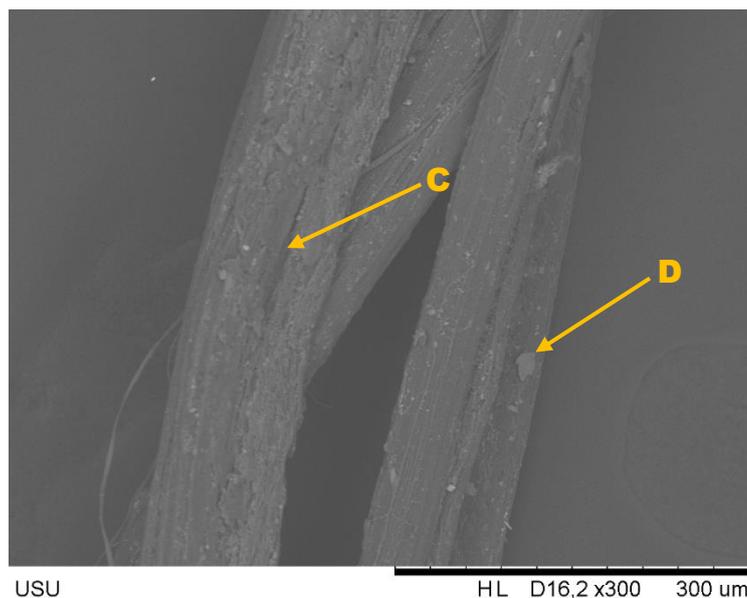
4.2.3 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 3 Jam

Proses perendaman serat selama 3 jam, lalu di uji *Scanning Electron Microscope* di laboratorium terpadu USU. Pada proses pengujian *Scanning Electron Microscope* pembesaran yang digunakan adalah 100, 300, dan 500. Adapun bentuk - bentuk serat daun nanas ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



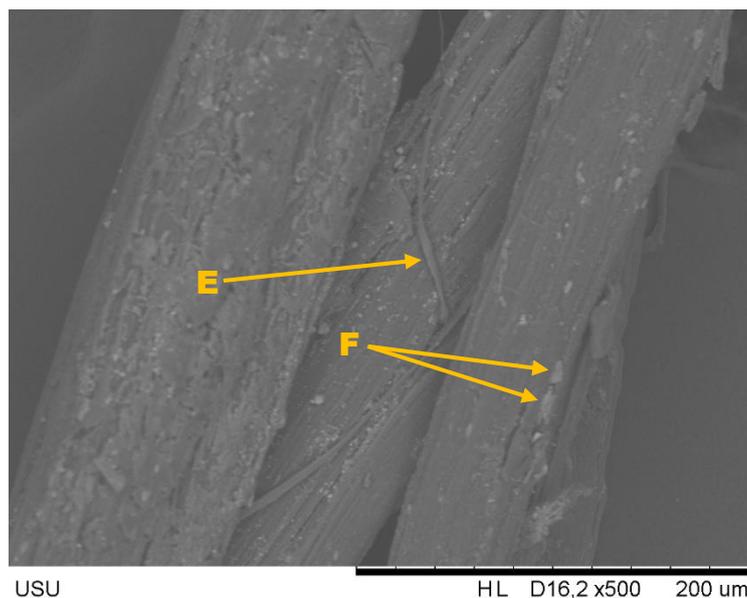
Gambar 4.11 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 3 Jam
Pembesaran x100

Hasil pengujian *Scanning Electron Microscope* dengan pembesaran x100 dan skala 1mm. Berdasarkan hasil dari penelitian menunjukkan defibrilasi serat yang jelas dengan permukaan fibril yang jelas. Hal ini karena selulosa dengan pengobatan alkali telah memungkinkan hemiselulosa untuk menghidrolisis dan menjadi larut dalam air (Gnanasekaran et al. 2020). Menurut (Zin et al. 2018) mengatakan bahwa permukaan serat PALF diperlakukan dengan 5% NaOH dapat menghilangkan kotoran dan membuat permukaan lebih bersih dan lebih kasar. Tanda (A) memperlihatkan adanya lignin pada permukaan serat sebagai komponen dari struktur alaminya (Bintarto et al. 2021). Sedangkan tanda (B) memperlihatkan celah (*void*). Kehadiran void pada serat daun nanas menyebabkan kerapatan serat berkurang sehingga menurunkan sifat mekaniknya. Selain itu, void juga dapat muncul akibat terperangkapnya gas di dalam serat daun nanas selama proses pengamatan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (Firdaus et al., 2023).



Gambar 4.12 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali
3 Jam Pembesaran x300

Hasil pengujian *Scanning Electron Microscope* dengan pembesaran x300 dan skala 300um. Berdasarkan hasil penelitian (Panyasart et al. 2014) menunjukkan kekerasan permukaan serat dan luas permukaan meningkat setelah perlakuan alkali seperti yang ditunjukkan pada gambar diatas. Tanda (C) memperlihatkan adanya celah (void) pada serat daun nanas. Keberadaan void tersebut mengurangi kerapatan serat, sehingga menurunkan sifat mekaniknya (Firdaus et al., 2023). Selanjutnya tanda (D) menunjukkan adanya lignin dipermukaan serat sebagai komponen dari struktur alaminya (Bintarto et al. 2021).

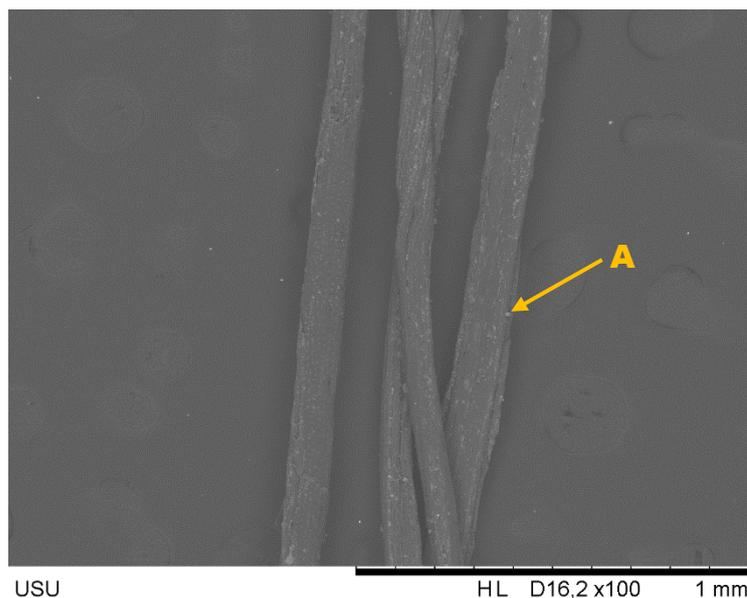


Gambar 4.13 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 3 Jam Pembesaran x500

Hasil pengujian *Scanning Electron Microscope* dengan pembesaran x500 dan skala 200um, ada 2 morfologi yang dapat diidentifikasi. Pertama morfologi pada tanda (E) memperlihatkan proses defibrilasi pada serat daun nanas dengan dimulainya fibril pada PALF yang terlihat melalui uji *Scanning Electron Microscope* (Choy 2020). Kedua morfologi pada tanda (F), masih terlihat sama dengan pembesaran sebelumnya. Terlihat adanya lignin dipermukaan serat sebagai komponen dari struktur alaminya (Bintarto et al. 2021).

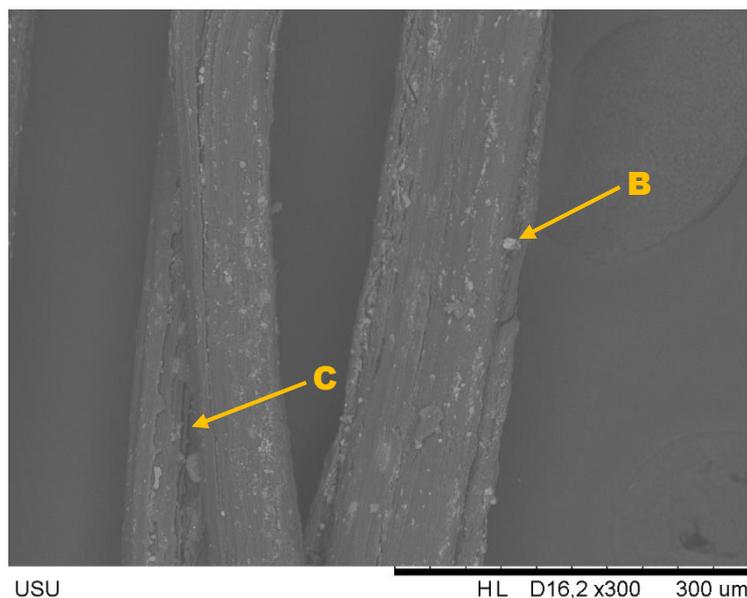
4.2.4 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 5 Jam

Proses perendaman serat selama 5 jam, lalu di uji *Scanning Electron Microscope* di laboratorium terpadu USU. Pada proses pengujian *Scanning Electron Microscope* pembesaran yang digunakan adalah 100, 300, dan 500. Adapun bentuk - bentuk serat daun nanas ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



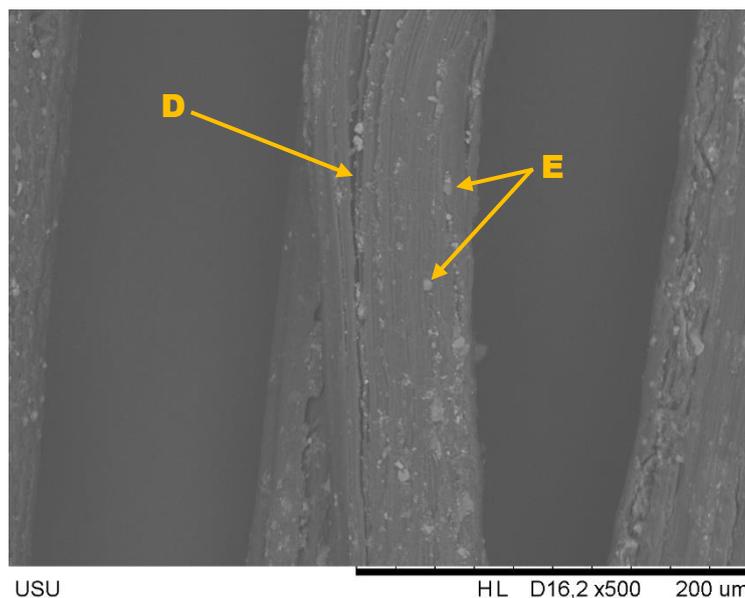
Gambar 4.14 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 5 Jam
Pembesaran x100

Hasil pengujian *Scanning Electron Microscope* dengan pembesaran x100 dan skala 1mm. Berdasarkan pada penelitian (Damian et al. 2015) perlakuan NaOH pada serat dilakukan dengan tujuan untuk membersihkan permukaan serat dari kotoran dan getah yang menempel sehingga ikatan antar permukaan antara serat dan matriks menjadi lebih baik. Menurut (Zin et al. 2018) mengatakan penghapusan lapisan lilin, pengotor dan elemen seperti lignin dan hemiselulosa karena perawatan alkali berkontribusi pada adhesi permukaan yang lebih baik antara serat dan NaOH, seperti yang terlihat gambar diatas. Tanda (A) mengindikasikan keberadaan lignin pada permukaan serat sebagai bagian dari struktur alaminya (Bintarto et al. 2021).



Gambar 4.15 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali
5 Jam Pembesaran x300

Hasil pengujian *Scanning Electron Microscope* dengan pembesaran x300 dan skala 300um. Berdasarkan penelitian (Bintarto et al. 2021) menunjukkan bahwa lignin terdapat pada permukaan serat sebagai salah satu komponen penyusun alaminya, seperti yang terlihat pada tanda (B). Menurut (Firdaus et al., 2023) menunjukkan adanya celah (void) pada serat daun nanas, yang menyebabkan berkurangnya kerapatan serat dan berdampak pada penurunan sifat mekaniknya, seperti yang terlihat pada tanda (C).

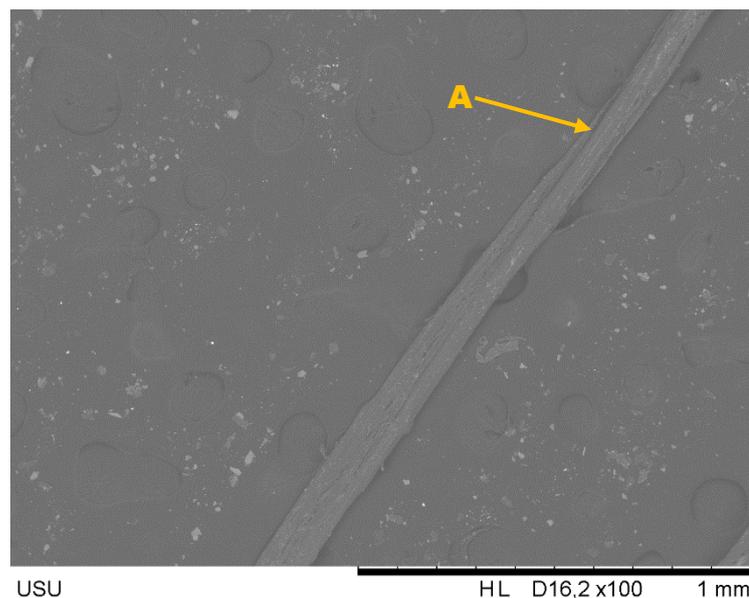


Gambar 4.16 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali
5 Jam Pembesaran x500

Hasil pengujian *Scanning Electron Microscope* dengan pembesaran x500 dan skala 200um, ada 2 morfologi yang dapat diidentifikasi. Pertama morfologi pada tanda (D) menunjukkan adanya celah pada serat daun nanas, yang mengakibatkan kerapatan serat menurun dan berimplikasi pada penurunan sifat mekaniknya (Firdaus et al., 2023). Kedua morfologi pada tanda (E) mengindikasikan bahwa lignin masih melekat pada permukaan serat, berperan sebagai salah satu komponen penting yang secara alami menyusun struktur serat tersebut, sehingga memberikan kekuatan, kekakuan, serta perlindungan terhadap degradasi biologis maupun lingkungan (Bintarto et al. 2021).

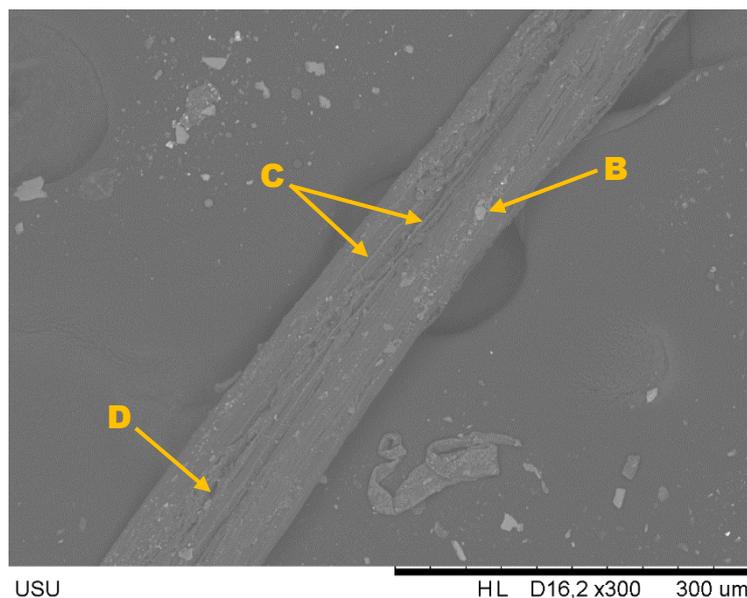
4.2.5 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 7 Jam

Proses perendaman serat selama 7 jam, lalu di uji *Scanning Electron Microscope* di laboratorium terpadu USU. Pada proses pengujian *Scanning Electron Microscope* pembesaran yang digunakan adalah 100, 300, dan 500. Adapun bentuk - bentuk serat daun nanas ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.17 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 7 Jam
Pembesaran x100

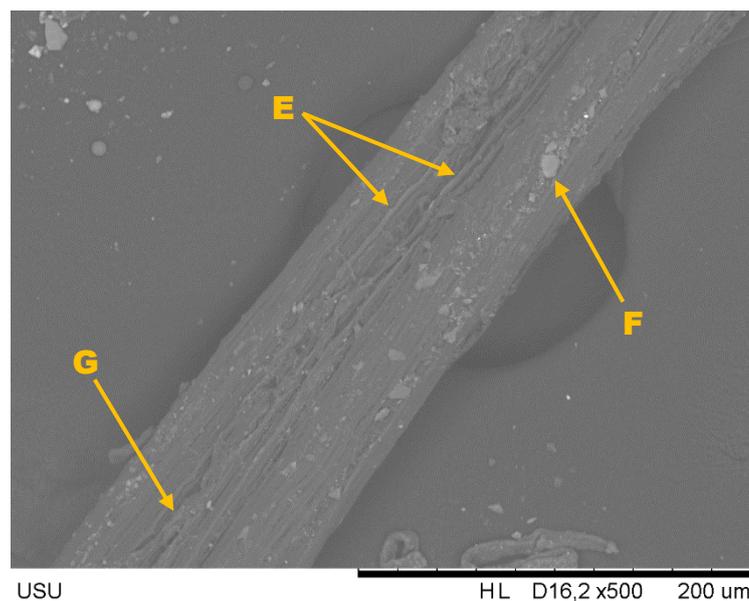
Hasil pengujian *Scanning Electron Microscope* dengan pembesaran x100 dan skala 1mm. Berdasarkan hasil pengamatan permukaan serat daun nanas yang telah mengalami perlakuan alkali menunjukkan morfologi dengan ciri khas terkelupasnya lapisan luar serat. Lapisan pengotor seperti lignin, hemiselulosa, dan lilin yang sebelumnya menutupi permukaan telah berkurang secara signifikan, sehingga struktur fibril selulosa menjadi lebih terekspos. Tanda (A) menunjukkan adanya keberadaan celah pada struktur serat daun nanas mengindikasikan adanya ruang kosong di antara komponen penyusunnya. Kondisi ini menyebabkan berkurangnya tingkat kerapatan serat secara keseluruhan, sehingga kemampuan serat untuk menahan beban maupun tegangan menjadi menurun. Penurunan kerapatan ini berdampak langsung terhadap degradasi sifat mekanik serat, seperti kekuatan tarik, modulus elastisitas, dan ketahanannya terhadap deformasi (Firdaus et al., 2023).



Gambar 4.18 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali
7 Jam Pembesaran x300

Hasil pengujian *Scanning Electron Microscope* dengan pembesaran x300 dan skala 300um, ada 3 morfologi yang dapat diidentifikasi. Pertama tanda (B) menunjukkan bahwa lignin tetap menempel pada permukaan serat dan berfungsi sebagai salah satu unsur utama yang secara alami membentuk struktur serat tersebut. Keberadaan lignin tidak hanya memberikan kontribusi pada peningkatan kekuatan dan kekakuan serat, tetapi juga berperan penting dalam melindungi serat dari proses degradasi yang disebabkan oleh faktor biologis seperti mikroorganisme, serta pengaruh lingkungan eksternal seperti kelembaban, paparan sinar ultraviolet, dan perubahan suhu. Peran ganda lignin ini menjadikannya komponen esensial yang mendukung stabilitas struktural serta memperpanjang umur pakai serat dalam berbagai aplikasi (Bintarto et al. 2021). Kedua tanda (C) menunjukkan bahwa proses defibrilasi pada serat daun nanas (Pineapple Leaf Fiber/PALF) telah mengalami tahap awal, di mana struktur serat mulai terurai menjadi fibril-fibril yang lebih halus. Fenomena ini dapat diamati secara jelas melalui hasil pengujian menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM), yang memperlihatkan perubahan morfologi serat, seperti pemisahan mikrostruktur dan pelepasan fibril dari matriksnya, menandakan terjadinya modifikasi fisik yang signifikan pada permukaan serat (Choy 2020). Ketiga tanda (D) menunjukkan bahwa keberadaan

celah atau void pada struktur mikroskopis serat daun nanas merepresentasikan adanya ruang antar-komponen penyusun yang tidak terisi secara optimal. Fenomena ini berimplikasi pada penurunan densitas bulk serat, yang secara langsung mengurangi integritas struktural dan efisiensi distribusi tegangan di dalam material. Konsekuensinya, kemampuan serat untuk menahan beban tarik, tekanan, maupun siklus tegangan berulang mengalami degradasi signifikan. Penurunan densitas tersebut berperan dalam menurunkan parameter-parameter mekanik utama, termasuk tensile strength, modulus elastisitas, serta ketahanan terhadap deformasi plastis dan elastis. (Firdaus et al., 2023), yang mengonfirmasi bahwa keberadaan void dalam struktur serat berpotensi menjadi titik lemah (stress concentrator) yang memicu kegagalan material lebih dini pada aplikasi struktural maupun non-struktural.



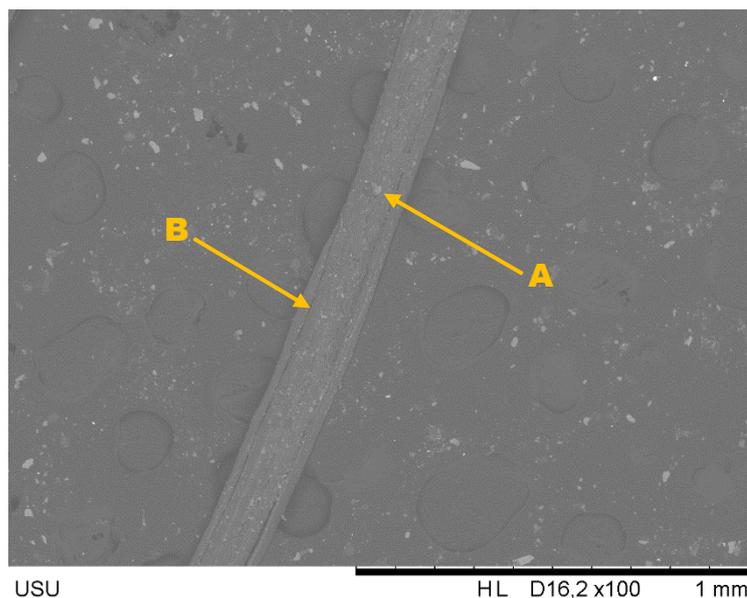
Gambar 4.19 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 7 Jam Pembesaran x500

Hasil pengujian *Scanning Electron Microscope* dengan pembesaran x500 dan skala 200um. Berdasarkan penelitian (Choy 2020) mengindikasikan bahwa serat daun nanas (Pineapple Leaf Fiber/PALF) telah memasuki tahap awal proses defibrilasi, di mana struktur serat mulai terpecah menjadi fibril-fibril berukuran lebih halus. Perubahan ini terlihat jelas pada hasil pengamatan menggunakan

Scanning Electron Microscope (SEM), yang menunjukkan adanya modifikasi morfologi, seperti terpisahnya mikrostruktur dan terlepasnya fibril dari matriks penyusunnya, menandakan terjadinya perubahan fisik yang signifikan pada permukaan serat, seperti yang terlihat pada tanda (E). Menurut (Bintarto et al. 2021) hasil tersebut menunjukkan bahwa lignin masih menempel pada permukaan serat dan menjadi komponen utama yang secara alami membentuk strukturnya. Lignin berperan meningkatkan kekuatan dan kekakuan serat, sekaligus melindunginya dari degradasi akibat mikroorganisme maupun faktor lingkungan seperti kelembaban, sinar UV, dan perubahan suhu. Fungsi ini menjadikan lignin elemen penting bagi stabilitas dan ketahanan umur pakai serat, seperti yang terlihat pada tanda (F). Menurut (Firdaus et al., 2023) keberadaan celah atau void pada struktur mikroskopis serat daun nanas menunjukkan adanya ruang antar-komponen yang tidak terisi sempurna. Kondisi ini menurunkan densitas bulk serat, sehingga mengurangi integritas struktural dan efisiensi distribusi tegangan. Akibatnya, sifat mekanik seperti kekuatan tarik, modulus elastisitas, dan ketahanan terhadap deformasi mengalami penurunan signifikan, seperti yang terlihat pada tanda (G).

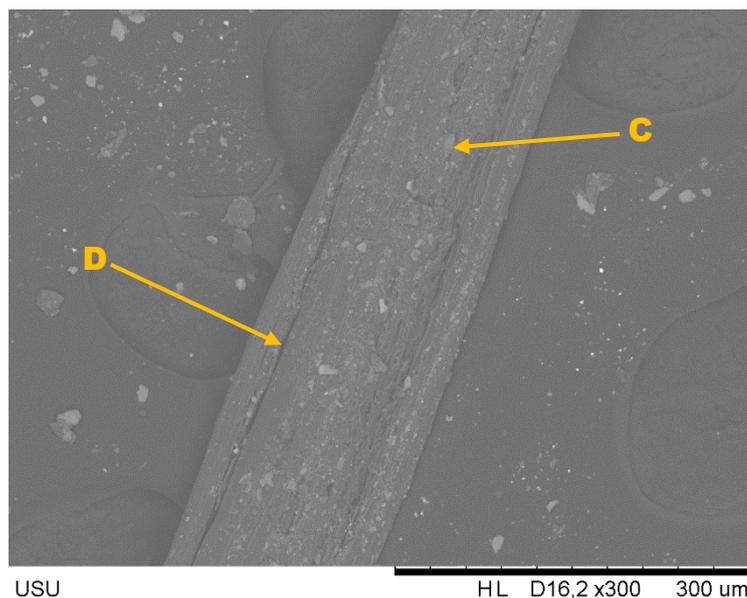
4.2.6 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 9 Jam

Proses perendaman serat selama 9 jam, lalu di uji *Scanning Electron Microscope* di laboratorium terpadu USU. Pada proses pengujian *Scanning Electron Microscope* pembesaran yang digunakan adalah 100, 300, dan 500. Adapun bentuk - bentuk serat daun nanas ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.20 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali
9 Jam Pembesaran x100

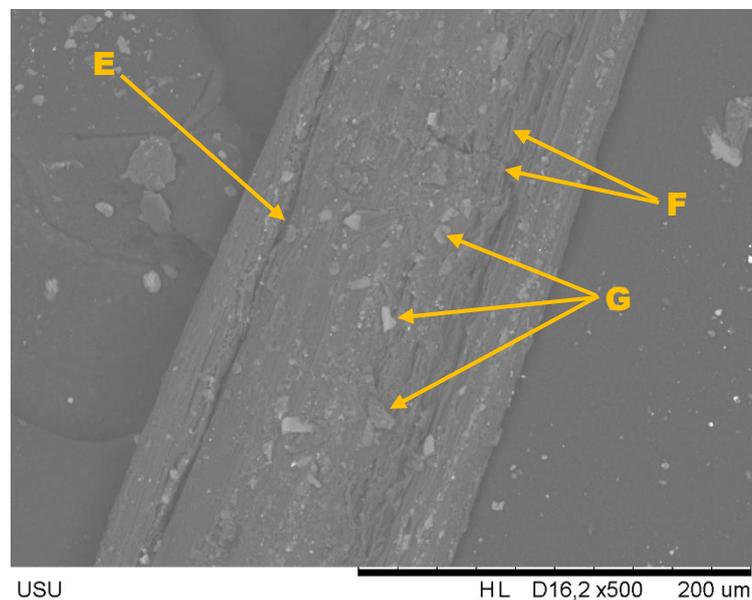
Hasil pengujian *Scanning Electron Microscope* dengan pembesaran x100 dan skala 1mm. Tanda (A) hasil tersebut menunjukkan bahwa lignin masih melekat pada permukaan serat sebagai komponen alami utama yang memperkuat, mengeraskan, dan melindungi serat dari degradasi biologis maupun lingkungan, sehingga menjaga stabilitas dan umur pakainya (Bintarto et al. 2021). Sedangkan tanda (B) memperlihatkan celah atau void pada struktur mikroskopis serat daun nanas menandakan ruang antar-komponen yang tidak terisi sempurna, sehingga menurunkan densitas, melemahkan struktur, dan mengurangi kekuatan serta ketahanan mekaniknya (Firdaus et al., 2023).



Gambar 4.21 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali
9 Jam Pembesaran x300

Hasil pengujian *Scanning Electron Microscope* dengan pembesaran x300 dan skala 300um. Berdasarkan hasil pengamatan (Bintarto et al. 2021) memperlihatkan bahwa lignin masih menempel secara kuat pada permukaan serat, berperan sebagai salah satu komponen struktural utama yang secara alami menyusun dan membentuk karakteristik fisik serat tersebut. Keberadaan lignin memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kekuatan mekanik dan kekakuan material, sehingga serat mampu menahan deformasi akibat beban maupun tekanan. Selain itu, lignin juga berfungsi sebagai lapisan pelindung yang efektif dalam mencegah kerusakan akibat degradasi biologis, seperti serangan mikroorganisme, serta melindungi dari pengaruh lingkungan eksternal, termasuk kelembaban, paparan sinar ultraviolet, dan fluktuasi suhu. Dengan fungsi ganda ini, lignin berperan penting dalam mempertahankan integritas struktural, stabilitas jangka panjang, serta memperpanjang umur pakai serat secara keseluruhan, seperti yang terlihat pada tanda (C). Menurut penelitian (Firdaus et al., 2023) menunjukkan adanya celah atau void pada struktur mikroskopis serat daun nanas mengindikasikan bahwa terdapat ruang kosong di antara komponen penyusun serat yang tidak terisi secara optimal. Kondisi ini menandakan adanya ketidaksempurnaan dalam keterikatan dan penyusunan elemen struktural serat,

sehingga berimplikasi pada penurunan tingkat kerapatan atau densitas material secara keseluruhan. Penurunan densitas tersebut secara langsung berdampak pada melemahnya integritas dan kestabilan struktur serat, yang pada gilirannya mengurangi kemampuan material dalam menahan beban mekanis, baik dalam bentuk tarikan, tekanan, maupun deformasi berulang. Akibatnya, sifat mekanik seperti kekuatan tarik, kekakuan, serta ketahanan terhadap kerusakan menjadi berkurang, sehingga umur pakai dan performa material dapat menurun secara signifikan, seperti yang terlihat pada tanda (D).



Gambar 4.22 Morfologi Serat Daun Nanas Dengan Perendaman Alkali 9 Jam Pembesaran x500

Hasil pengujian *Scanning Electron Microscope* dengan pembesaran x500 dan skala 200um, ada 3 morfologi yang dapat diidentifikasi. Pertama pada tanda (E) hasil pengamatan yang memperlihatkan adanya celah atau void pada struktur mikroskopis serat daun nanas mengindikasikan keberadaan ruang kosong di antara komponen penyusunnya yang tidak terisi dengan baik. Kondisi ini mencerminkan ketidaksempurnaan dalam keterikatan serta penyusunan elemen struktural serat, yang berdampak pada berkurangnya tingkat kerapatan atau densitas material secara keseluruhan. Penurunan densitas tersebut secara langsung memengaruhi integritas dan kestabilan struktur, sehingga mengurangi kemampuan serat untuk menahan

beban mekanis, baik berupa gaya tarik, tekanan, maupun deformasi berulang. Konsekuensinya, sifat mekanik seperti kekuatan tarik, kekakuan, dan ketahanan terhadap kerusakan mengalami penurunan, yang pada akhirnya dapat memperpendek umur pakai sekaligus menurunkan performa material secara signifikan (Firdaus et al., 2023). Kedua pada tanda (F) serat daun nanas (PALF) menunjukkan tanda awal defibrilasi, dengan struktur mulai terurai menjadi fibril halus. Hasil SEM mengungkap perubahan morfologi, termasuk terpisahnya mikrostruktur dan lepasnya fibril dari matriks, menandakan perubahan fisik signifikan pada permukaan serat (Choy 2020). Ketiga pada tanda (G) menunjukkan bahwa lignin masih melekat kuat pada permukaan serat dan berperan sebagai salah satu komponen struktural utama yang secara alami membentuk dan menentukan karakteristik fisik serat. Kehadiran lignin memberikan kontribusi besar terhadap peningkatan kekuatan mekanik dan kekakuan, sehingga serat memiliki kemampuan untuk mempertahankan bentuk serta menahan deformasi ketika menerima beban atau tekanan. Selain itu, lignin berfungsi sebagai lapisan pelindung yang efektif, mencegah kerusakan akibat degradasi biologis seperti serangan mikroorganisme, serta melindungi serat dari pengaruh lingkungan eksternal, termasuk kelembapan, paparan sinar ultraviolet, dan perubahan suhu. Dengan peran ganda ini, lignin menjadi faktor penting dalam menjaga integritas struktur, stabilitas jangka panjang, dan memperpanjang masa pakai serat secara keseluruhan (Bintarto et al. 2021).

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai morfologi serat daun nanas (Pineapple Leaf Fiber/PALF) yang telah dilakukan perbaikan sifat fisik alkali melalui perlakuan larutan natrium hidroksida (NaOH) 5% dengan variasi waktu perendaman 1, 3, 5, 7, dan 9 jam, serta pengujian menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM), maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perlakuan alkali memberikan dampak signifikan terhadap perubahan morfologi serat daun nanas. Melalui proses ini, sejumlah komponen non-selulosa seperti lignin, hemiselulosa, pektin, getah, serta lapisan lilin pada permukaan serat berhasil dihilangkan. Eliminasi komponen-komponen tersebut menyebabkan struktur fibril selulosa menjadi lebih terekspos, sehingga meningkatkan kekasaran permukaan serat. Perubahan ini berkontribusi langsung terhadap peningkatan interaksi mekanis antara serat dan matriks dalam material komposit. Proses defibrilasi mulai teramati pada perendaman selama 1 jam, ditandai dengan pemisahan sebagian struktur serat. Seiring bertambahnya durasi perendaman, terutama antara 3 hingga 7 jam, defibrilasi berlangsung lebih intensif. Hal ini ditunjukkan oleh terbentuknya fibril-fibril berukuran lebih halus, terlepasnya elemen mikrostruktur dari jaringan penyusunnya, serta terbentuknya pori-pori dengan ukuran lebih besar pada permukaan serat. Fenomena tersebut menegaskan bahwa durasi perlakuan alkali memainkan peran penting dalam modifikasi mikrostruktur serat.
2. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa waktu perendaman yang tepat akan menghasilkan keseimbangan antara pembersihan permukaan serat dan kestabilan struktur internalnya. Waktu perendaman yang terlalu singkat dapat menyebabkan lignin dan hemiselulosa tidak sepenuhnya terlepas, sedangkan waktu perendaman yang terlalu lama dapat menyebabkan degradasi serat secara berlebihan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka saran-saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Optimalisasi Durasi Perlakuan Alkali. Disarankan untuk menentukan durasi perendaman yang optimal, yaitu yang mampu menghilangkan komponen pengotor secara efektif namun tetap mempertahankan kekuatan struktural serat. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menentukan durasi perendaman yang menghasilkan sifat mekanik terbaik.
2. Pengujian Sifat Mekanik Lanjutan. Selain analisis morfologi, perlu dilakukan pengujian sifat mekanik seperti uji tarik (tensile test), uji modulus elastisitas, dan uji ketahanan deformasi guna mengetahui hubungan antara perubahan morfologi dengan performa mekanik serat.
3. Variasi Konsentrasi NaOH. Penelitian selanjutnya sebaiknya memvariasikan konsentrasi larutan NaOH untuk mengetahui pengaruh konsentrasi terhadap tingkat degradasi lignin dan hemiselulosa, serta implikasinya terhadap kualitas akhir serat.
4. Aplikasi pada Material Komposit. Hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar pengembangan material komposit berbasis serat alam yang ramah lingkungan. Pemanfaatan serat daun nanas sebagai bahan penguat pada komposit, tekstil, atau produk industri lainnya dapat memberikan nilai tambah ekonomi dan membantu mengurangi limbah pertanian.
5. Pengujian Ketahanan Lingkungan. Disarankan untuk melakukan uji ketahanan serat terhadap kelembaban, suhu, sinar ultraviolet, serta serangan mikroorganisme, sehingga kelayakan penggunaan serat ini pada aplikasi luar ruang (outdoor application) dapat terverifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Asiva Noor Rachmayani. 2015. “No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title.” : 6.
- Bahrudin, B, Ida Zahrina, and Said Zul Amraini. 2018. “Pengaruh Filler Carbon Black Terhadap Sifat Dan Morfologi Komposit Natural Rubber/Polypropylene.” *Jurnal Teknik Kimia Indonesia* 9(2): 62. doi:10.5614/jtki.2010.9.2.4.
- Bintarto, Redi, Moch. Syamsul Ma’arif, Fransisca Gayuh Utami Dewi, Sugiarto Sugiarto, Nurkholis Hamidi, and Pudya Heryana. 2021. “Pengaruh Daya Pemanasan Microwave Oven Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Serat Daun Nanas Bermatrik Epoxy.” *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika* 6(2): 182–93. doi:10.20527/sjmekinematika.v6i2.207.
- Chen, Yenming J., Yeong Cheng Liou, Wen Hsien Ho, Jinn Tsong Tsai, Chia Chuan Liu, and Kao Shing Hwang. 2022. “Non-Destructive Acoustic Screening of Pineapple Ripeness by Unsupervised Machine Learning and Wavelet Kernel Methods.” *Science Progress* 104(3_suppl): 31–35. doi:10.1177/00368504221110856.
- Choy, Lai Jau. 2020. “Effects of Extraction Method on Dry Pulp Yield and Morphological Properties of Pineapple Leaf Fibre Dayangku Intan Munthoub , Wan Aizan Wan Abdul Rahman , Lew Jin Hau , Rohah A . Majid ,.” *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Science* 16(3): 378–83.
- Damian, Rafael, Neno Bifel, Erich U K Maliwemu, Dominggus G H Adoe, and Jurusan Teknik Mesin. 2015. “Pengaruh Perlakuan Alkali Serat Sabut Kelapa Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester.” *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana* 2(1): 61–68. <https://ejurnal.undana.ac.id/index.php/LJTMU/article/view/489>.
- Dharosno, Wardhana Wahyu, and Amos Pundu. 2020. “Analisa Kuat Tarik Pada Kertas Berbahan Dasar Serat Daun Nanas.” *Jurnal Teknologi dan Rekayasa* 5(1): 46–56.
- Gnanasekaran, S., Y. Y. Li, J. H. Shariffuddin, and N. I. Amalina Ahamad Nordin. 2020. “Production of Cellulose and Microcellulose from Pineapple Leaf Fibre

- by Chemical-Mechanical Treatment.” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 991(1). doi:10.1088/1757-899X/991/1/012055.
- Hardiyanti, Diana, Anjar Setiawan, Lilis Setyowati, and Nurul. F Izzatuna. 2024. “Vol 10, No 2 (2024).” *Langkawu* 10(2): 245–60. <https://ejournal.iainkendari.ac.id/index.php/langkawi/article/view/9885/2906>.
- Mainnah, Muth, Made Mahendra Jaya, and Budhi Hascaryo Iskandar. 2023. “Pengaruh Perendaman Kitosan Terhadap Sifat Fisik Dan Kekuatan Putus Serta Kemuluran Tali Serat Daun Nanas Untuk Material Alat Penangkap Ikan.” *Jurnal Perikanan Unram* 13(1): 244–53. doi:10.29303/jp.v13i1.468.
- Mappa, Moh. Rivaldi, Moh. Rasyid Kuna, and Hairil Akbar. 2021. “Pemanfaatan Buah Nanas (*Ananas Comosus* L.) Sebagai Antioksidan Untuk Meningkatkan Imunitas Tubuh Di Era Pandemi Covid 19.” *Community Engagement and Emergence Journal (CEEJ)* 2(3): 63–67. doi:10.37385/ceej.v2i3.294.
- Material, Jurnal Rekayasa, and Manufaktur Energi. 2024. “FT-UMSU FT-UMSU.” 7(1): 168–75.
- Mopoung, Sumrit, and Pornsawan Amornsakchai. 2016. “Microporous Activated Carbon Fiber from Pineapple Leaf Fiber by H₃PO₄ Activation.” *Asian Journal of Scientific Research* 9(1): 24–33. doi:10.3923/ajsr.2016.24.33.
- Mulyo, Bagus Tri, and Heri Yudiono. 2018. “Analisis Kekuatan Impak Pada Komposit Serat Daun Nanas Untuk Bahan Dasar Pembuatan Helm SNI.” *Jurnal Kompetensi Teknik* 10(2): 1–8.
- Nesimnasi, Jorhans J S, Kristomus Boimau, and Yeremias M Pell. 2015. “Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) Pada Serat Agave Cantula Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester.” *Jurnal Teknik Mesin* 2(1): 29–38. <http://ejournal-fst-unc.com/index.php/LJTMU>.
- Panyasart, Kloykamol, Nattawut Chaiyut, Taweechai Amornsakchai, and Onuma Santawitee. 2014. “Effect of Surface Treatment on the Properties of Pineapple Leaf Fibers Reinforced Polyamide 6 Composites.” *Energy Procedia* 56(C): 406–13. doi:10.1016/j.egypro.2014.07.173.
- Purba, Yanri Bili Eliezer, Naikson F Saragih, Arina Prima Silalahi, Suriyanto Sitepu, and Asaziduhu Gea. 2022. “Perancangan Alat Pendeteksi Kematangan Buah Nanas Dengan Menggunakan Mikrokontroler Dengan Metode Convolutional

- Neural Network (CNN).” *Jurnal Ilmiah Teknik ...* 2(1): 13–21.
<https://ojs.fikom-methodist.net/index.php/methotika/article/view/43%0Ahttps://ojs.fikom-methodist.net/index.php/methotika/article/download/43/39>.
- Putri, Annisa, Nur Meila, Sari Khairunnisa, Nurul Aulia, and Ida Rahmawati. 2023. “16.218-226Annisa-V1i2 (1).” 1: 218–26.
- Rachman. 2014. “ANALISIS EFISIENSI TEKNIS PRODUKSI NANAS : STUDI KASUS DI KABUPATEN SUBANG , JAWA BARAT Technical Efficiency Analysis of Pineapple Production : A Case Study in Subang Regency , West Java.” *Jurnal Agro Ekonomi* 32(2): 91–106.
- Reswan, Yuza, Rozali Toyib, Harry Witriyono, and Ani Anggraini. 2024. “Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Nanas Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (KNN).” *Jurnal Media Infotama* 20(1): 280–87.
- Sahdiah, Halimahtus, and Robi Kurniawan. 2023. “Optimasi Tegangan Akselerasi Pada Scanning Electron Microscope – Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDX) Untuk Pengamatan Morfologi Sampel Biologi.” *Jurnal Sains dan Edukasi Sains* 6(2): 117–23. doi:10.24246/juses.v6i2p117-123.
- SHELEMO, ASMAMAW ALEMAYEHU. 2023. “No Titleبليب.” *Nucl. Phys.* 13(1): 104–16.
- Zin, M. H., K. Abdan, N. Mazlan, E. S. Zainudin, and K. E. Liew. 2018. “The Effects of Alkali Treatment on the Mechanical and Chemical Properties of Pineapple Leaf Fibres (PALF) and Adhesion to Epoxy Resin.” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 368(1). doi:10.1088/1757-899X/368/1/012035.

LAMPIRAN



**LABORATORIUM TERPADU
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**
Jalan Tridharma, Kampus USU Medan 20155
Laman: lpterpadu.usu.ac.id Email: lpterpadu@usu.ac.id



No. Dokumen : FM-PP-01-06
Revisi : 01
Tanggal Efektif : 01 Februari 2024

LAPORAN HASIL UJI Report of Analysis

Halaman: 1 dari 2
Page

Tanggal Penerbitan: 15 Juli 2025 Date of time	Nomor Laporan: 423 /UN5.4.6.K/KPM/2025 Report Number
Kepada: Han Al Gifachri	Nomor Order: KSB.SEM.25.07.07 Order Number

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa:

The undersigned certifies that examination

Nama Sampel: Name of the Sample(s) - Serat daun nenas	Untuk Parameter Uji: UJI SEM For Analysis
Tanggal Analisis: 14 Juli 2025 Date of Analysis	Tanggal Penerimaan: 14 Juli 2025 Received on
Hasil: Terlampir Results	

Kepala Laboratorium Terpadu
Universitas Sumatera Utara

Dr. Ir. Rahmi Karolina, ST., MT., IPM., GP
NIP. 198203182008122001

Certified
ISO 9001:2015
by GCI

Laporan Hasil Uji ini berlaku sejak tanggal dikeluarkan hanya untuk nama/jenis contoh di atas.
Report of Analysis valid since the date issued, to the name/kind of sample (s) above only.
Dilarang memperbanyak atau mempublikasikan sertifikat ini tanpa persetujuan tertulis dari Laboratorium Terpadu USU.
Do not reproduce this certificate without a valid written approval from Laboratorium Terpadu USU



LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis

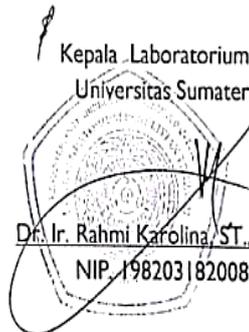
Halaman: 1 dari 2
Page

Tanggal Penerbitan: 24 Juli 2025 <i>Date of time</i>	Nomor Laporan: 452 /UN5.4.6.K/KPM/2025 <i>Report Number</i>
Kepada: Han Al Gifachri	Nomor Order: KSB.SEM.25.07.15-18 <i>Order Number</i>

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa:
The undersigned certifies that examination

Nama Sampel: <i>Name of the Sample(s)</i> <ul style="list-style-type: none">- Serat daun nanas (1)- Serat daun nanas (3)- Serat daun nanas (4)- Serat daun nanas (5)- Serat daun nanas (6)	Untuk Parameter Uji: UJI SEM <i>For Analysis</i>
Tanggal Analisis: 24 Juli 2025 <i>Date of Analysis</i>	Tanggal Penerimaan: 22 Juli 2025 <i>Received on</i>
Hasil: Terlampir <i>Results</i>	

Kepala Laboratorium Terpadu
Universitas Sumatera Utara



Dr. Ir. Rahmi Karolina, ST., MT., IPM., GP
NIP. 198203182008122001



UMSU

Unggul | Cordas | Terpercaya

Bila merubah surat ini agar ditubuhkan
nombor dan tanggalnya

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. 1913/SK/BAN-PT/Ak.KP/PT/KU/2022
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 6622467 Fax. (061) 6625474 - 6631003

<https://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [umsunedan](#) [umsunedan](#) [umsunedan](#) [umsunedan](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 23/II.3AU/UMSU-07/E/2025

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin Pada Tanggal 07 Januari 2025 dengan ini Menetapkan :

Nama : HAN AL GIFACHRI
Npm : 2107230115
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : 7 (Tujuh)
Judul Tugas Akhir : MORFOLOGI SERAT DAUN NANAS YANG TELAH
DILAKUKAN PERBAIKAN SIFAT FISIK ALKALI.

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, 07 Rajab 1446 H
07 Januari 2025 M



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202



LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul : Morfologi Serat Daun Nanas Yang Telah Dilakukan Perbaikan Sifat Fisik Alkali
 Nama : Han Al Gifachri
 NPM : 2107230115
 Dosen Pembimbing : Iqbal Tanjung, S.T., M.T.

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1	Selasa 19/08 2025	perbaiki abstrak	
2	Selasa 19/08 2025	perbaiki latar belakang	
3	Selasa 19/08 2025	perbaiki rumusan masalah	
4	Rabu 20/08 2025	perbaiki tujuan penelitian	
5	Rabu 20/08 2025	perbaiki ruang lingkup penelitian	
6	Rabu 20/08 2025	Tambahan rujukan penelitian	
7	Kamis 21/08 2025	Rapikan penulisan Laporan	
8	Kamis 21/08 2025	perbaiki diagram alir penelitian	
9	Jumat 22/08 2025	perbaiki kesimpulan penelitian	
10	Jumat 22/08 2025	perbaiki daftar isi dan daftar pustaka	
ACC	sempoa		
ACC	sempai		
ACC	selesai		

Dosen Pembimbing



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

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Han Al Gifachri
PM : 2107230115
Judul Tugas Akhir : Morfologi Serat Daun Nanas Yang Telah Dilakukan Perbaikan Sifat Fisik Alkali

Dosen Pembanding - I : M. Yani ST.MT
Dosen Pembanding - II : Affandi ST.MT
Dosen Pembimbing - I : Iqbal Tanjung ST.MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

*... literatur pada bagian essay harus diperbaiki pd
draft FA.*

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....

Medan 28 Safar 1447 H
22 Agustus 2025 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar ST.MT

Dosen Pembanding- I



M. Yani ST.MT

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Han Al Gifachri
PM : 2107230115
Judul Tugas Akhir : Morfologi Serat Daun Nanas Yang Telah Dilakukan Perbaikan Sifat Fisik Alkali

Dosen Pembanding - I : M. Yani ST.MT
Dosen Pembanding - II : Affandi ST.MT
Dosen Pembimbing - I : Iqbal Tanjung ST.MT

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....
.....
.....
Lihat Catatan di bawah Skripsi
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Medan 28 Safar 1447 H
22 Agustus 2025 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembanding- II



Chandra A Siregar ST.MT



Affandi ST.MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Han Al Gifachri
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Desa Durian, 29 Juli 2002
Alamat : Dusun Rukun
Agama : Islam
E-mail : hanalgifa29@gmail.com
No. Handphone : 082213590955

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

- | | |
|--|-----------------|
| 1. SDN 010237 Durian | Tahun 2008-2014 |
| 2. SMP Negeri 2 Medang Deras | Tahun 2014-2017 |
| 3. SMK Negeri 1 Air Putih | Tahun 2017-2020 |
| 4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara | Tahun 2021-2025 |