

TUGAS AKHIR

MORFOLOGI BENTUK PATAHAN MATERIAL KOMPOSIT EPOXY BERPENGUAT PARTIKEL SERAT DAUN NANAS DENGAN PERBAIKAN SIFAT FISIK MENGGUNAKAN PERLAKUAN ALKALI

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

Disusun Oleh:

MHD. NADZRUL LUBIS
2107230083



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:

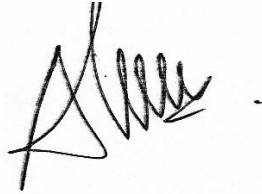
Nama : Mhd. Nadzrul Lubis
NPM : 2107230083
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Morfologi Bentuk Patahan Material Komposit Epoxy
Berpenguat Partikel Serat Daun Nanas Dengan
Perbaikan Sifat Fisik Menggunakan Perlakuan Alkali
Bidang Ilmu : Konstruksi Manufaktur

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

Medan, 3 September 2025

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji I



(Dr. Sudirman Lubis, S.T., M.T)

Dosen Penguji II



(Ahmad Marabdi Siregar, 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	: Mhd. Nadzrul Lubis
NPM	: 2107230083
Tempat / Tanggal Lahir	: Desa Selamat , 1 Agustus 2003
Fakultas	: Teknik
Program Studi	: Teknik Mesin

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

“MORFOLOGI BENTUK PATAHAN MATERIAL KOMPOSIT EPOXY BERPENGUAT PARTIKEL SERAT DAUN NANAS DENGAN PERBAIKAN SIFAT FISIK MENGGUNAKAN PERLAKUAN 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 orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian 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, 5 September 2025



METERA
TEMPER
FBANX055602990

Mhd. Nadzrul Lubis

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis morfologi bentuk patahan material komposit epoxy berpenguat partikel serat daun nanas dengan perbaikan sifat fisik melalui perlakuan alkali (NaOH). Tujuan khusus penelitian ini adalah untuk memperbaiki sifat fisik serat daun nanas dengan variasi waktu perendaman NaOH (1, 3, 5, dan 7 jam), membuat material komposit berpenguat partikel serat daun nanas, serta mengamati fenomena bentuk patahan menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM). Penelitian dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu perbaikan sifat fisik serat daun nanas, pembuatan material komposit, serta pengujian SEM terhadap patahan hasil uji bending. Hasil pengamatan SEM menunjukkan bahwa tanpa perlakuan alkali masih ditemukan fiber pull out, bonding defect, dan void yang menandakan lemahnya ikatan serat dengan matriks. Variasi perendaman 1 jam memperlihatkan fenomena bonding defect, void, crushing of fiber, serta matrix cracking. Pada 3 jam perendaman, distribusi partikel terlihat lebih merata disertai munculnya yielding zone, meskipun masih terdapat aglomerasi. Perendaman 5 jam menghasilkan distribusi partikel yang cukup baik dengan fenomena crushing of fiber dan matrix cracking. Sedangkan pada 7 jam, terjadi peningkatan aglomerasi (cluster effect), fiber debonding, dan fiber breakage yang menurunkan kualitas ikatan serat-matriks. Dapat disimpulkan bahwa perlakuan alkali berpengaruh signifikan terhadap morfologi patahan komposit. Distribusi partikel terbaik diperoleh pada perendaman 3–5 jam, sedangkan waktu perendaman yang terlalu lama (7 jam) cenderung menimbulkan aglomerasi yang berpotensi melemahkan sifat mekanik komposit.

Kata kunci: serat daun nanas, NaOH, komposit epoxy, morfologi patahan, *Scanning Electron Microscop* (SEM)

ABSTRACT

This study aims to analyze the fracture morphology of epoxy composite materials reinforced with pineapple leaf fiber particles, with improved physical properties through alkali (NaOH) treatment. The specific objectives of this research are to improve the physical properties of pineapple leaf fibers using NaOH immersion with variations of 1, 3, 5, and 7 hours, to fabricate composite materials reinforced with pineapple leaf fiber particles, and to observe fracture phenomena using a Scanning Electron Microscope (SEM). The research was carried out in three stages, namely the physical treatment of pineapple leaf fibers, the fabrication of composite specimens, and SEM testing on fracture surfaces obtained from bending tests.

SEM observations revealed that untreated fibers exhibited fiber pull out, bonding defect, and void, indicating weak interfacial bonding between fiber and matrix. At 1 hour of immersion, the fracture morphology showed bonding defect, void, crushing of fiber, and matrix cracking. At 3 hours, particle distribution appeared more uniform and the presence of a yielding zone was observed, although agglomeration was still present. At 5 hours, particle distribution improved with additional phenomena of crushing of fiber and matrix cracking. However, at 7 hours of immersion, increased agglomeration (cluster effect), fiber debonding, and fiber breakage were observed, leading to reduced interfacial bonding quality.

It can be concluded that alkali treatment significantly influences the fracture morphology of composites. The best particle distribution was obtained at 3–5 hours of immersion, while longer immersion times (7 hours) tended to cause agglomeration, potentially weakening the mechanical properties of the composite.

Keywords: *pineapple leaf fiber, NaOH, epoxy composite, fracture morphology, Scanning Electron Microscop (SEM)*

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 Tugas Akhir ini yang berjudul “ *Morfologi Bentuk Patahan Material Komposit Epoxy Berpenguat Partikel Serat Daun Nanas Dengan Perbaikan Sifat Fisik Menggunakan Perlakuan Alkali* ”.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus 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 Dr. Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
6. Secara khusus kedua orang tua penulis: Ayahanda Sapri Hardi dan Ibunda Isna Wati, dimana mereka berdua telah membesarkan, mengasuh, mendidik, serta memberikan semangat dan doa yang tulus tiada putus sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya.
7. Rekan-rekan seperjuangan yang tergabung dalam penelitian ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.
8. Rekan-rekan yang tergabung dalam TEAM PACU yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.
9. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin kelas B1 pagi stambuk 2021 tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Proposal 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 teknik mesin.

Medan, September 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mhd. Nadzrul Lubis', with a stylized, cursive script.

Mhd. Nadzrul Lubis

DAFTAR ISI

LEMBAR 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 (<i>Ananas Comosus L Merr</i>)	5
2.1.1 Pengertian	5
2.1.2 Serat Daun Nanas (<i>Pineapple-leaf fibres</i>)	5
2.1.3 Klasifikasi Tumbuhan Nanas	6
2.1.4 Sejarah Tumbuhan Nanas	7
2.1.5 Produksi Nanas di Indonesia	7
2.2 Komposit	8
2.2.1 Pengertian Komposit	8
2.2.2 Sejarah Komposit	8
2.2.3 Penyusun Komposit	9
2.2.4 Klasifikasi Komposit	11
2.3 Perbaikan Serat Alam Menggunakan Perlakuan Alkali (NaOH)	13
2.3.1 Perbaikan Serat	13
2.3.2 Metode Perbaikan Sifat Fisik Serat Alam	14
2.4 Pengujian Scanning Electron Microscope	14
2.5 Morfologi Serat Daun Nanas	15
BAB 3 METODE PENELITIAN	17
3.1 Tempat dan Waktu	17
3.1.1 Tempat Penelitian	17
3.1.2 Waktu Penelitian	17
3.2 Bahan dan Alat	18
3.2.1 Bahan Penelitian	18
3.2.2 Alat Penelitian	19
3.3 Bagan Alir Penelitian	22
3.4 Rancangan Penelitian	23
3.5 Prosedur Penelitian	23
3.5.1 Pengambilan Serat Daun Nanas dan Perbaikan Sifat Fisik	23
3.5.2 Pembuatan Material Komposit	25
3.5.3 Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i>	26
3.6 Variabel Penelitian	27

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Proseses Penelitian	29
4.1.1 Perbaikan Sifat Fisik Partikel Daun Nanas	29
4.1.2 Pembuatan Material Komposit	31
4.1.3 Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	32
4.2 Hasil Morfologi Bentuk Patahan Material Komposit	33
4.2.1 Morfologi Patahan Komposit Tanpa Perlakuan (TP)	33
4.2.2 Morfologi Patahan Komposit 1 Jam	35
4.2.3 Morfologi Patahan Komposit 3 Jam	37
4.2.4 Morfologi Patahan Komposit 5 Jam	39
4.2.5 Morfologi Patahan Komposit 7 Jam	41
 BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	 43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
 DAFTAR PUSTAKA	 44
Lampiran 1. SK Pembimbing	
Lampiran 2. Lembar Asistensi	
Lampiran 3. Hasil Penelitian	
Lampiran 4. Berita Acara Seminar Hasil Penelitian	
Lampiran 5. Daftar Riwayat Hidup	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Kegiatan Penelitian	17
Tabel 4.1 Morfologi Patahan Komposit Tanpa Perlakuan (TP)	34
Tabel 4.2 Morfologi Patahan Komposit 1 Jam	35
Tabel 4.3 Morfologi Patahan Komposit 3 Jam	38
Tabel 4.4 Morfologi Patahan Komposit 5 Jam	39
Tabel 4.5 Morfologi Patahan Komposit 7 Jam	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tumbuhan Nanas	5
Gambar 2.2 Morfologi Tanaman Nanas	6
Gambar 2.3 Komposit Partikel	12
Gambar 2.4 Komposit Serat	13
Gambar 2.5 Komposit Lapis	13
Gambar 2.6 Prinsip Kerja <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	15
Gambar 3.1 Partikel Serat Daun Nanas	18
Gambar 3.2 Resin Epoxy	18
Gambar 3.3 <i>Mold Release Wax</i>	19
Gambar 3.4 Alkali NaOH	19
Gambar 3.5 Desain Cetakan Spesimen	19
Gambar 3.6 Kuas	20
Gambar 3.7 Timbangan Digital	20
Gambar 3.8 Gunting	20
Gambar 3.9 Alat Uji Scanning Electron Microscope	21
Gambar 3.10 Bagan alir penelitian	22
Gambar 3.11 Daun Nanas	23
Gambar 3.12 Daun Nanas Sudah Kering	23
Gambar 3.13 Daun Nanas Direndam NaOH	24
Gambar 3.14 Penjemuran Daun Nanas Setelah Perendaman NaOH	24
Gambar 3.15 Partikel Serat Daun Nanas	24
Gambar 3.16 Menimbang Serat Dan Resin Epoxy	25
Gambar 3.17 Proses Pengadukan Bahan	25
Gambar 3.18 Proses Penuangan Bahan Komposit Ke Dalam Cetakan	25
Gambar 3.19 Material Komposit Yang Sudah Bisa Di Uji	26
Gambar 3.20 Dokumentasi Penelitian Di Laboratorium Terpadu USU	26
Gambar 3.21 Transaksi Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i>	27
Gambar 3.22 Data Dan Hasil Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i>	27
Gambar 4.1 Daun Nanas	29
Gambar 4.2 Daun Nanas Sudah Kering	29
Gambar 4.3 Daun Nanas Direndam NaOH	30
Gambar 4.4 Penjemuran Daun Nanas Setelah Perendaman NaOH	30
Gambar 4.5 Partikel Serat Daun Nanas	30
Gambar 4.6 Menimbang Serat Dan Resin Epoxy	31
Gambar 4.7 Proses Pengadukan Bahan	31
Gambar 4.8 Proses Penuangan Bahan Komposit Ke Dalam Cetakan	31
Gambar 4.9 Material Komposit Yang Sudah Bisa Di Uji	32
Gambar 4.10 Alat Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i>	32
Gambar 4.11 Morfologi Patahan Tanpa Perlakuan (A) 300 μm dan (B) 200 μm	33
Gambar 4.12 Morfologi Patahan Komposit 1 Jam (A) 300 μm dan (B) 100 μm	35
Gambar 4.13 Morfologi Patahan Komposit 3 Jam (A) 300 μm dan (B) 200 μm	37
Gambar 4.14 Morfologi Patahan Komposit 5 Jam (A) 300 μm dan (B) 200 μm	39
Gambar 4.15 Morfologi Patahan Komposit 7 Jam (A) 300 μm dan (B) 200 μm	41

BA B 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Komposit pada saat ini dengan bahan penguat serat sintetis telah digunakan dalam berbagai aspek kehidupan, baik dari segi penggunaan, maupun teknologinya. Penggunaannya tidak terbatas pada bidang otomotif saja, namun sekarang sudah merambah ke bidang-bidang lain seperti rumah tangga dan industri. Namun, penggunaan serat sintetis sebagai penguat komposit memiliki dampak negatif pada lingkungan karena limbahnya tidak dapat terurai secara alami dan dapat mengganggu hingga beberapa generasi. Penggunaan serat alami sebagai penguat komposit merupakan langkah bijak, mengingat untuk serat alami dapat terurai secara alami dan banyak ragam serat alami yang tersedia misalnya serat goni, serat nanas-nanas, serat ijuk dan serat sabut kelapa dan sebagainya. Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (fiber) sebagai bahan pengisi dan matriks sebagai bahan pengikat serat. Dari campuran tersebut akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya.(Muhajir et al., 2016).

Dalam beberapa tahun terakhir, terlihat adanya pergeseran tren dalam pengembangan material komposit, yaitu kembali ke penggunaan serat alam sebagai pengganti serat sintetis (konsep "back to nature"). Pergeseran ini didorong oleh beberapa keunggulan serat alam, antara lain: beratnya yang ringan (massa jenis rendah), ketersediaannya yang dapat diperbarui (terbarukan), proses produksinya yang membutuhkan energi lebih sedikit, proses pengolahan yang ramah lingkungan, serta kemampuannya dalam insulasi dan peredaman suara (akustik) yang baik. (Supriyanto, 2021). Karena keunggulannya, serat alam menjadi pilihan alternatif sebagai filler dalam komposit polimer. Keunggulan ini terutama terletak pada sumbernya yang terbarukan, berbeda dengan serat sintetis (misalnya serat karbon) yang diproduksi melalui proses kimia. Hal ini menjadikan serat alam

sebagai pilihan yang lebih berkelanjutan.(Siagian & Putra, 2024). Di Indonesia, serat daun nanas merupakan salah satu jenis serat alam yang ketersediaannya melimpah. (Fiqri et al., 2017). Serat daun nanas memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan komposit. Komponen serat ini terdiri dari selulosa dan non-selulosa, yang diperoleh melalui proses mekanis dengan menghilangkan lapisan luar daun nanas. (Malik & Rasyid, 2023).

Nanas (*Ananas comosus*) yang tergolong dalam famili Bromeliaceae merupakan tanaman tropis dan subtropis yang banyak dibudidayakan di berbagai negara, termasuk Filipina, Brasil, Hawaii, India, dan Indonesia. Di Indonesia, sentra penanaman nanas tersebar di beberapa daerah seperti Subang, Majalengka, Purwakarta, Purbalingga, Bengkulu, Lampung, dan Palembang, menunjukkan potensi sumber daya alam yang signifikan. (Supriyanto, 2021). Daun nanas umumnya didaur ulang sebagai pupuk. Setiap tanaman dewasa menghasilkan 70-80 lembar daun (3-5 kg, kadar air 85%). Limbah pasca panen didominasi daun (90%). Pemanfaatan serat daun nanas sebagai penguat material komposit penting untuk mengurangi limbah industri. Perkembangan serat alam di bidang teknik menghasilkan serat berkualitas tinggi. Kemajuan teknologi material mendorong penggunaan komposit serat alam karena keunggulannya densitas rendah, ramah lingkungan, biodegradable, ketersediaan melimpah, ketangguhan tinggi, proses mudah, harga murah, dan hemat energi. (Mulyo & Yudiono, 2018). Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, serat daun nanas diketahui memiliki kekuatan impak yang relatif baik. Penelitian ini bermaksud untuk mengoptimalkan kekuatan tersebut melalui penambahan 16% HGM (Hollow Glass Microsphere), dengan harapan menghasilkan material komposit alternatif yang terbarukan untuk diaplikasikan dalam pembuatan produk. Pemanfaatan serat daun nanas sebagai material penguat komposit juga memberikan kontribusi positif dalam hal pengelolaan limbah perkebunan nanas yang belum termanfaatkan secara optimal dan pengembangan sektor perekonomian.(Alfarizi et al., 2022).

Berdasarkan latar belakang tersebut pengembangan daun nanas sebagai serat penguat bahan komposit merupakan topik riset yang sangat menarik. Mengingat ketersediaan yang melimpah dan memiliki karakteristik yang cukup baik. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk, mengamati serta menganalisis

bentuk patahan material komposit berpenguat partikel serat alam daun nanas (*Ananas comosus L. Merr*). Yang telah di proses menjadi patrikel serat daun nanas dan telah di lakukan perbaikan sifat fisik dengan melakukan perendaman yang telah di tentukan menggunakan natrium hidroksida (NaOH). Dan pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk melihat morfologi bentuk patahan pada permukaan patahan material komposit berpenguat patikel serat daun nanas.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh perlakuan alkali (NaOH) dengan variasi waktu perendaman 1, 3, 5, dan 7 jam terhadap sifat fisik serat daun nanas
2. Bagaimana cara membuat material komposit berpenguat partikel serat daun nanas.
3. Bagaimana fenomena morfologi bentuk patahan pada komposit yang diamati menggunakan *scanning electron microscope*.

1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini meliputi pembuatan material komposit dengan memanfaatkan serat daun nanas sebagai penguat dan resin epoksi sebagai matriks. Sebelum proses pembuatan komposit, serat daun nanas akan dimodifikasi melalui perendaman dalam larutan alkali NaOH dengan konsentrasi 5%. Variasi waktu perendaman yang digunakan adalah 1 jam, 3 jam, 5 jam, dan 7 jam, dengan tujuan untuk meningkatkan sifat fisik serat. Karakterisasi komposit yang dihasilkan akan di uji serta di amati dan di analisis hasil fenomena bentuk patahan dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk memperbaiki sifat fisik serat daun nanas dengan menggunakan perlakuan alkali (NaOH) menggunakan variasi waktu perendaman 1, 3, 5, dan 7 jam.
2. Untuk membuat material komposit berpenguat partikel serat daun nanas.

3. Untuk mengamati dan menganalisis fenomena bentuk patahan pada material komposit menggunakan alat uji *Scanning Electron Microscope* (SEM).

1.5 Manfaat Penelitian

1. Didapatnya perbaikan sifat fisik serat daun melalui perlakuan alkali dengan variasi perendaman 1, 3, 5, dan 7 jam.
2. Didapat tersedianya bahan komposit berpenguat partikel serat daun nanas
3. Dapat kita ketahui pada fenomena bentuk patahan komposit pada pengujian *scanning electron microscope* (SEM).

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tumbuhan Nanas (*Ananas comosus* L Merr)

2.1.1 Pengertian

Ananas comosus, atau yang lebih dikenal dengan nanas, merupakan tanaman semusim dari famili Bromeliaceae (famili terbesar di dunia) yang menghasilkan buah manis dengan bentuk khas. (Supriyanto, 2021). Nanas merupakan buah tropis yang telah dibudidayakan secara luas di seluruh Asia Tenggara (Malik & Rasyid, 2023). Sistem perakaran serabut pada nanas berperan penting dalam menunjang batangnya yang tebal dan beruas-ruas pendek (Lubis, 2020). Daun nanas memiliki tekstur kasar yang disebabkan oleh duri-duri yang mengarah ke ujung daun. Buahnya, yang secara botani diklasifikasikan sebagai buah majemuk, berbentuk silinder dan memiliki mahkota berupa daun-daun yang tersusun spiral. (Aeni et al., 2022).



Gambar 2.1 Tumbuhan Nanas (Collins et al., 2021)

2.1.2 Serat Daun Nanas (*Pineapple-leaf fibres*)

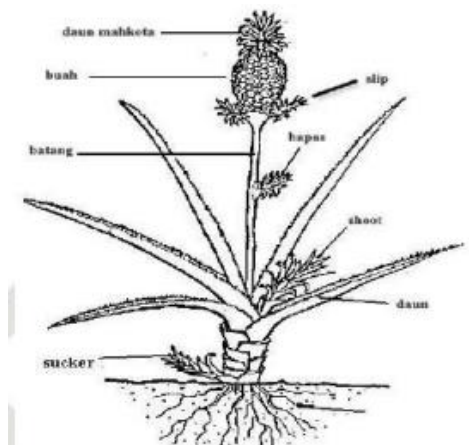
Serat daun nanas (*pineapple-leaf fibres*) tergolong sebagai serat tumbuhan (*vegetable fibre*) yang diekstraksi dari daun tanaman nanas. Daun nanas memiliki karakteristik morfologi menyerupai pedang dengan ujung berwarna hijau kehitaman dan dilengkapi duri tajam. Dimensi daun nanas bervariasi bergantung pada spesies atau varietas tanaman, dengan rentang panjang antara 55 hingga 75 cm, lebar 3,1 hingga 5,3 cm, dan ketebalan antara 0,18 hingga 0,27 cm. (Chen et al.,

2022). Dibandingkan dengan serat selulosa kapas, serat daun nanas memiliki kandungan selulosa tipe I yang lebih tinggi dan sudut mikrofibril yang lebih rendah. Karakteristik ini berkontribusi pada kekuatan mekanik yang lebih besar pada serat daun nanas (Sustainability et al., 2022). Pemanfaatan serat daun nanas sebagai material komposit menawarkan alternatif yang menjanjikan dalam pengembangan material komposit. Serat ini dikenal memiliki kekuatan yang sebanding dengan aluminium, menjadikannya kandidat yang menarik untuk aplikasi komposit (Daulay et al., 2014). (Negeri & Belitung, n.d.).

2.1.3 Klasifikasi Tumbuhan Nanas

Klasifikasi buah merupakan studi yang kompleks, disebabkan oleh variasi karakteristik antar individu dalam satu jenis, seperti perbedaan ukuran, warna, tekstur, dan bentuk pada buah nanas. Kompleksitas ini diperparah oleh kemiripan karakteristik antar jenis buah yang berbeda. (Azhari, 2021)

Tanaman nanas, secara botani dikenal sebagai *Ananas comosus* L. Merr, diklasifikasikan dalam kerajaan Plantae (tumbuhan). Sebagai Spermatophyta, nanas bereproduksi melalui biji. Lebih lanjut, nanas tergolong Angiospermae, yang berarti bijinya terlindungi di dalam buah. Dalam hierarki klasifikasi, nanas termasuk dalam kelas Dicotyledonae (tumbuhan berkeping dua) dan subkelas Magnoliales (tumbuhan berbunga). Terakhir, nanas dikelompokkan dalam famili Bromeliaceae dan memiliki identitas spesies yang spesifik, yaitu *Ananas comosus* L. Merr (Supriyanto, 2021).



Gambar 2.2 Morfologi Tumbuhan Nanas (Sundari, 2020)

2.1.4 Sejarah Tumbuhan Nanas (*Ananas comosus* L Merr)

Serat daun nanas, sebuah serat nabati yang berasal dari daun tanaman nanas (*Ananas comosus*, famili Bromeliaceae), merupakan serat selulosa alami. Tanaman nanas, yang berasal dari Brazil dan diperkenalkan ke Indonesia sekitar tahun 1599 oleh penjelajah Spanyol dan Portugis, menghasilkan serat yang diekstraksi dari daunnya melalui proses manual (perendaman dan pemisahan dengan alat) atau mekanis (menggunakan mesin dekortikator). Serat daun juga dikenal sebagai serat nabati (Hidayat, 2008).

2.1.5 Produksi Nanas di Indonesia

Sebagai negara tropis, Indonesia memiliki kekayaan buah-buahan dan berpotensi menjadi salah satu produsen buah tropis utama di dunia (Azhari, 2021). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), Produksi nanas di Indonesia sebesar 3,2 juta ton pada 2022. Jumlah tersebut meningkat 10,98% dibandingkan tahun sebelumnya yang sebanyak 2,89 juta ton. Berdasarkan wilayahnya, produksi nanas terbesar berasal dari Lampung, yakni 861.706 ton. Posisinya di ikuti oleh Sumatera Selatan dan Jawa Timur dengan produksi nanas masing-masing sebesar 567.210 ton dan 357.505 ton. Setelahnya ada Jawa Tengah dengan produksi nanas sebesar 336.102 ton pada 2022. Kemudian, Riau mencatatkan produksi nanas sebanyak 261.769 ton sepanjang tahun lalu. Sementara, Papua menjadi provinsi dengan produksi nanas paling rendah pada 2022, yakni 79 ton. Adapun, DKI Jakarta menjadi satu-satunya provinsi yang tidak memproduksi nanas pada 2022. (Reswan et al., 2024)

Selama periode lima tahun terakhir (2018-2022), mayoritas budidaya nanas di Indonesia (71,92% atau 17,78 ribu hektar luas panen) terkonsentrasi di luar Pulau Jawa, menghasilkan 83,37% dari total produksi nasional atau setara dengan 1,79 juta ton nanas segar. Provinsi Lampung merupakan kontributor utama dengan pangsa produksi 29,13% atau rata-rata 695,86 ribu ton per tahun. Kontributor signifikan lainnya adalah Sumatera Selatan (11,37% atau 271,70 ribu ton per tahun), Riau (8,05% atau 192,26 ribu ton per tahun), Sumatera Utara (6,40% atau 152,98 ribu ton per tahun), dan Kalimantan Barat (3,84% atau 91,86 ribu ton per tahun). Pulau Jawa berkontribusi sebesar 33,29% terhadap produksi nanas nasional,

dengan rata-rata produksi tahunan mencapai 715,73 ribu ton dan luas panen 28,08% (6,94 ribu hektar). Tiga provinsi di Jawa merupakan sentra produksi nanas, dengan Jawa Tengah sebagai penyumbang terbesar (10,55% atau 252,07 ribu ton per tahun). Dua provinsi lainnya adalah Jawa Timur (9,11% atau 217,60 ribu ton per tahun) dan Jawa Barat (8,92% atau 213,12 ribu ton per tahun). Sementara itu, 26 provinsi lainnya secara kolektif menyumbang 12,63% dengan total produksi tahunan 301,78 ribu ton. (Darmawan, 2023).

2.2 Komposit

2.2.1 Pengertian Komposit

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran angtidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing–masing material pembentuknya berbeda–beda. Dari pencampuran tersebut akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. (Hadi et al., 2016). Material komposit merupakan hasil penggabungan dua atau lebih material yang berbeda sifatnya. Meskipun berbeda, material-material tersebut tetap terpisah dalam bentuk akhirnya, membentuk material baru dengan sifat dan karakteristik yang berbeda dari komponen asalnya. Pencampuran dalam skala makroskopis menghasilkan komposit, sementara pencampuran dalam skala mikroskopis menghasilkan paduan. Komposit tersusun atas dua komponen utama, yaitu matriks dan serat penguat (filler). (Ali, 2022).

Komposit memiliki keunggulan mekanik yang signifikan, termasuk kekuatan yang dapat diatur, ketahanan terhadap kelelahan material, serta rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi. Ini membuatnya menjadi pilihan yang menarik untuk berbagai aplikasi. (Fiqri et al., 2017)

2.2.2 Sejarah Komposit

Penggunaan material komposit dalam aplikasi kedirgantaraan telah dimulai sejak tahun 1960-an. Awalnya, penggunaannya terbatas karena bobotnya yang ringan, biaya produksi yang tinggi, dan struktur tipis yang dihasilkan, sehingga penelitian sifat mekaniknya pun terbatas. Namun, perkembangan metode

manufaktur baru, seperti *resin transfer molding*, memungkinkan produksi komposit dengan ketebalan yang bervariasi dan biaya yang lebih terjangkau. Hal ini mendorong penggunaan komposit secara luas dalam berbagai aplikasi, termasuk struktur kapal laut. (Eshkoor et al., 2015; Ajayan, Nature, & 2007, n.d.; Arif et al., 2018).

Penumpukan material yang sulit terurai di alam menimbulkan kekhawatiran masalah lingkungan. Oleh karena itu, pengembangan material komposit yang ramah lingkungan terus diupayakan. Serat alam hadir sebagai solusi atas permasalahan ini, mengingat sifatnya yang dapat terurai secara alami dan dapat diperbaharui. Berbagai penelitian sebelumnya telah mengkaji pengembangan dan aplikasi komposit berbasis serat alam, seperti serat rami, kenaf, kelapa, sisal, hemp, dan jute. (Caprino, Carrino, Durante, Langella, & Lopresto, 2015; Dedeepya, Raju, & Kumar, 2012; Dong et al., 2014). Sifat-sifat unggul komposit serat alam telah mendorong penggunaannya dalam berbagai aplikasi, termasuk di sektor otomotif, kedirgantaraan, dan industri peralatan olahraga. (Gu, Tan, Yang, & Zhang, 2014; Tanjung, 2022).

2.2.3 Penyusunan Komposit

Pada dasarnya, material komposit merupakan kombinasi dari dua atau lebih material yang berbeda. Material ini tersusun atas dua komponen kunci, yaitu matriks dan penguat (*reinforcement/filler*). (Ali, 2022). Material komposit diklasifikasikan ke dalam dua tipe utama, yaitu komposit partikel (*particulate composite*) dan komposit serat (*fiber composite*). Perbedaan mendasar di antara keduanya terletak pada material penguatnya; komposit partikel menggunakan partikel yang terikat oleh matriks, sementara komposit serat menggunakan serat yang juga terikat oleh matriks. Lebih lanjut, susunan serat dalam komposit serat dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis: memanjang (kontinu), putus-putus (diskontinu), dan anyam (*woven*). (Badrussalam & Nurussyifa, 2024).

Sifat-sifat suatu material komposit dipengaruhi oleh tiga faktor utama:

1. Material Penyusun: Karakteristik bawaan dari material yang membentuk komposit memiliki pengaruh signifikan terhadap sifat akhir komposit

tersebut. Dengan kata lain, jenis dan kualitas bahan dasar sangat menentukan sifat komposit yang dihasilkan.

2. Struktur Komponen: Tata letak, bentuk, orientasi, ukuran, serta penyebaran masing-masing komponen penyusun struktur komposit berperan penting dalam menentukan performa keseluruhan komposit. Bagaimana komponen-komponen tersebut diatur dan disusun akan memengaruhi sifat akhir material.
3. Interaksi Antar Komponen: Komposit terbentuk dari perpaduan atau kombinasi komponen-komponen yang berbeda, baik dari segi material maupun bentuknya. Oleh karena itu, sifat kombinasi yang dihasilkan pasti akan berbeda dan merupakan hasil interaksi antar komponen-komponen tersebut. Cara komponen-komponen ini berinteraksi satu sama lain akan menghasilkan sifat-sifat baru yang mungkin tidak dimiliki oleh komponen individualnya. (Sirait, 2010). (Fiqri et al., 2017).

A. *Matriks*

Dalam material komposit, *matriks* memiliki peran penting yaitu melindungi dan menyatukan serat agar dapat berfungsi dengan baik. Selain itu, matriks juga bertindak sebagai lapisan protektif bagi serat-serat tersebut. Umumnya, *matriks* dibuat dari material yang relatif lunak dan lentur. Syarat penting agar *matriks* dapat diaplikasikan dalam komposit adalah kemampuannya dalam mentransfer beban. Keberadaan *matriks* sangat memengaruhi karakteristik mekanis dari komposit yang dihasilkan.

Matriks adalah komponen utama dalam material komposit, menempati porsi volume atau fraksi yang paling besar. Peranannya dalam komposit meliputi:

1. Penyebaran Tegangan: *Matriks* bertugas menyalurkan tegangan secara merata ke seluruh serat, memastikan beban terdistribusi dengan baik.
2. Penjaga Posisi Serat: *Matriks* berfungsi mempertahankan posisi serat agar tetap pada tempatnya, mencegah pergeseran atau perubahan orientasi yang dapat memengaruhi kinerja komposit.
3. Proteksi Serat: *Matriks* memberikan perlindungan terhadap serat dari potensi kerusakan mekanis secara langsung, seperti goresan, benturan, atau abrasi.

4. Stabilitas Struktur: *Matriks* menjamin kestabilan struktur komposit setelah proses produksi atau manufaktur selesai, menjaga integritas dan bentuk akhir material.

Pada material komposit, *matriks* memiliki fungsi penting dalam mendistribusikan beban secara merata ke seluruh bagian penguat. Selain itu, matriks juga berperan sebagai pengikat antar bahan penguat selama proses pembuatan komposit. Terakhir, *matriks* memberikan proteksi terhadap partikel-partikel penyusun komposit dari potensi kerusakan yang disebabkan oleh faktor lingkungan. (Badrussalam & Nurussyifa, 2024).

B. *Reforcement* atau *Filler* atau *Feiber*

Salah satu komponen krusial dalam material komposit adalah penguat (*reinforcement*), yang memikul tanggung jawab utama dalam menahan beban. Hal ini mendorong peningkatan pesat dalam pengembangan teknologi material komposit di pasar, terutama permintaan dari industri fabrikasi. Berbagai pemikiran dan riset mengenai kombinasi antara bahan kimia atau elemen-elemen struktural dengan beragam tujuan telah banyak dilakukan. Di Indonesia, penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan serta teknologi di bidang produksi berbagai jenis material komposit untuk memenuhi berbagai tujuan dan kebutuhan juga telah gencar dilaksanakan, baik oleh institusi pendidikan maupun industri. Salah satu serat alam yang melimpah di Indonesia adalah serat daun nanas. Nanas, yang memiliki nama ilmiah *Ananas comosus* (L) Merr., merupakan tanaman buah berbentuk semak. Pemanfaatan serat daun nanas sebagai penguat dalam material komposit memiliki arti penting, khususnya dalam hal optimalisasi pemanfaatan limbah perkebunan nanas di Indonesia yang belum dimaksimalkan secara ekonomi dan pemanfaatan produk olahannya. (Fiqri et al., 2017).

2.2.4 Klasifikasi Komposit

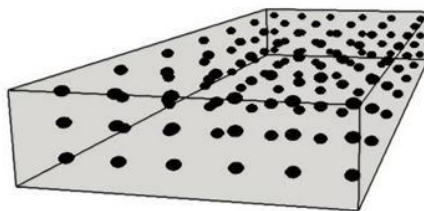
1. Pengelompokan komposit berdasarkan jenis matriks yang digunakan menghasilkan tiga klasifikasi utama, yaitu:

- 1) *Polymer matrix composite* (PMC) adalah jenis komposit yang menggunakan material polimer sebagai matriksnya.

- 2) *Metal matrix composite* (MMC) banyak dikembangkan dan diaplikasikan dalam industri otomotif karena memiliki matriks logam.
 - 3) *Ceramic matrix composite* (CMC) adalah jenis komposit yang menggunakan material keramik sebagai matriksnya. (yani & Suroso, 2019)
2. Komposit diklasifikasikan berdasarkan jenis penguatnya sebagai berikut:

1) Komposit Partikel (*Particle Composite*)

Material komposit yang terdiri dari matriks yang berkelanjutan dan penguat yang tidak berkelanjutan dalam bentuk partikel atau serat pendek diklasifikasikan sebagai komposit partikel. Berbeda dengan komposit serat yang unggul dalam menahan propagasi retak, penguat partikel cenderung kurang efektif dalam aspek ini. Namun, matriks pada komposit partikel menawarkan sifat ulet yang signifikan, yang bermanfaat dalam mengurangi risiko patah getas. Fungsi utama partikel-partikel, yang dapat berupa material logam atau non-logam, adalah untuk mendistribusikan beban secara merata ke seluruh material dan membatasi terjadinya deformasi plastis.



Gambar 2.3 Komposit Partikel.(Fiqri et al., 2017).

2) Komposit Serat (*Fibrous Composite*)

Komposit serat adalah kelas material komposit yang memanfaatkan serat sebagai elemen penguat. Material penguat ini umumnya berupa serat gelas, serat karbon, serat aramid, dan sejenisnya. Struktur komposit ini terdiri dari matriks kontinu,

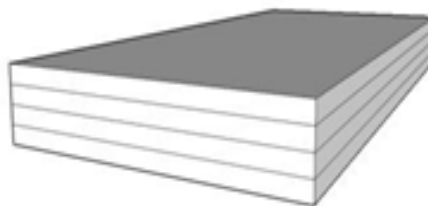
baik polimer maupun logam, yang mengikat serat-serat tersebut. Serat-serat ini, yang umumnya berbentuk multifilamen panjang yang digulung dengan diameter antara 3 hingga 30 mikrometer, dapat diatur secara acak, berorientasi tertentu, atau bahkan dalam konfigurasi yang lebih kompleks seperti anyaman.



Gambar 2.4 Komposit Serat .(Fiqri et al., 2017).

3) Komposit Lapis (*Laminate Composite*)

Komposit lapis, atau yang juga dikenal sebagai komposit laminat, tersusun dari beberapa lapisan material komposit. Lapisan-lapisan ini dapat berupa komposit lapis yang diperkuat serat, komposit yang diperkuat partikel, atau gabungan dari lapisan tipis komposit dengan material yang berbeda. Keseluruhan lapisan tersebut terikat bersama dalam satu matriks. .(Fiqri et al., 2017).



Gambar 2.5 Komposit Lapis .(Fiqri et al., 2017).

2.3 Perbaikan Serat Alam Menggunakan Perlakuan Alkali (NaOH)

2.3.1 Perbaikan Serat

Alkali pada serat merupakan metode untuk membersihkan material tersebut dari pengotor dan lignin. Serat alami memiliki karakteristik menyukai air, yang disebut juga sebagai sifat hidrofilik. Studi-studi telah menelaah dampak

perlakuan alkali terhadap karakteristik permukaan serat selulosa alami, dan menemukan bahwa kandungan air optimal dapat direduksi sehingga sifat alami serat (hidrofilik) dapat menghasilkan ikatan antarmuka yang lebih baik dengan matriks. (Malik & Rasyid, 2023). Penelitian ekstensif telah dilakukan terkait modifikasi kimia pada serat alam. Perlakuan alkali, umumnya menggunakan NaOH, merupakan metode populer untuk mengubah struktur selulosa serat, terutama untuk aplikasi penguatan termoplastik dan termoset. Namun, konsentrasi alkali yang tinggi dapat memicu delignifikasi berlebihan, yang berdampak negatif pada kekuatan dan integritas serat. (Chakrabarty et al., 2012; Hu, Battampara, Guna, & Reddy, 2021; Lazim, Salit, Zainudin, Mustapha, & Jawaid, 2014). (Tanjung, 2022)

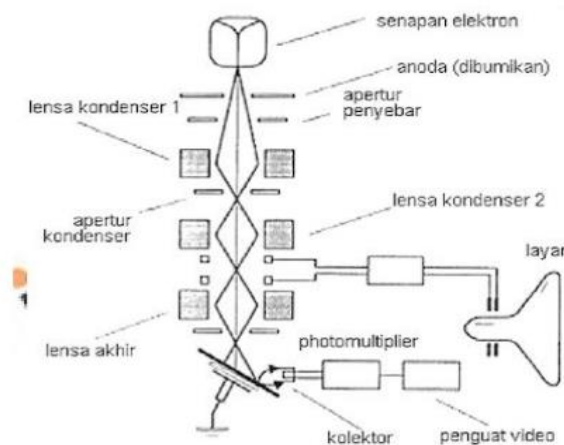
2.3.2 Metode Perbaikan Sifat Fisik Serat Alam

Modifikasi sifat fisik serat alam dilakukan melalui perendaman dalam larutan NaOH 5%. Larutan ini dibuat dengan mencampurkan NaOH dan aquades dalam sebuah wadah melalui pengadukan. Tahapan awal meliputi pemisahan daun dari bonggol nanas, pencucian dengan air, dan pengeringan di bawah sinar matahari selama 5-6 hari atau hingga kering sempurna. Serat daun nanas yang telah dibersihkan kemudian direndam dalam larutan NaOH dengan variasi waktu perendaman 1, 3, 5, dan 7 jam. Setelah perendaman, serat dikeringkan selama 6-7 hari atau sampai kering merata berwarna kecoklatan. Kemudian serat daun nanas diblender menjadi serbuk atau disebut partikel.

2.4 Pengujian Scanning Electron Microscope

Scanning Electron Microscope (SEM) adalah alat canggih yang menggunakan berkas elektron, bukan cahaya, untuk menghasilkan gambar objek dengan resolusi tinggi. Alat ini sangat berguna untuk menganalisis mikrostruktur material padat, seperti melihat porositas atau bentuk retakan yang ada. Berkas elektron tersebut dipancarkan dari filamen yang dipanaskan, yang sering disebut *electron gun*. memerlukan ruang vakum agar dapat bekerja. Prosesnya dimulai ketika *electron gun* memancarkan berkas elektron. Berkas ini kemudian dikumpulkan oleh lensa kondensor dan difokuskan menjadi titik yang sangat tajam

oleh lensa objektif. Selanjutnya, scanning coil menggerakkan berkas elektron ini secara teratur untuk memindai permukaan sampel. Saat berkas elektron mengenai sampel, dihasilkan elektron sekunder yang kemudian ditangkap oleh detektor sekunder atau detektor backscatter. Sinyal ini lalu diolah menjadi gambar. Gambar akhir yang ditampilkan pada layar *Cathode Ray Tube* (CRT) terdiri dari ribuan titik dengan intensitas berbeda, membentuk citra topografi permukaan sampel. Dengan kata lain, SEM memproyeksikan bayangan sampel yang diperbesar ke layar, memungkinkan kita melihat detail permukaannya. Pengujian dilakukan pada permukaan patahan sampel yang sebelumnya telah direndam dalam nitrogen cair. Proses perendaman ini bertujuan untuk mencegah perubahan bentuk fase material saat sampel dipatahkan. Setelah sampel dipatahkan, permukaannya dilapisi dengan emas menggunakan alat Ion Sputter JEOL Fine Coat selama 4 menit pada kuat arus 10 mA, menghasilkan lapisan setebal $\pm 300 \text{ \AA}$. Pelapisan emas ini berfungsi untuk menghilangkan muatan elektrostatik yang mungkin terbentuk pada sampel selama pengujian SEM, sehingga menghasilkan gambar yang lebih akurat. Hasil pengujian SEM berupa mikrograf yang akan dianalisis untuk mempelajari morfologi campuran, seperti fase dan distribusi fasa material. (Bahrudin et al., 2018)



Gambar 2.6 Prinsip Kerja *Scanning Electron Microscope* (SEM)

2.5 Morfologi Serat Daun Nanas

Sebagian besar petani nanas lokal di Sumatera Utara umumnya mengenali tanaman nanas hanya melalui ciri morfologi sederhana, seperti bentuk dan warna buah, tanpa memperhatikan karakteristik morfologi lain secara lebih detail.

Keterbatasan pengetahuan tersebut menimbulkan kesulitan dalam membedakan antarvarietas nanas, terutama saat dilakukan perbanyakan tanaman guna memperoleh varietas unggul. Oleh sebab itu, identifikasi keragaman morfologi pada nanas varietas lokal sangat diperlukan sebagai sumber plasma nutfah yang dapat mendukung program pemuliaan tanaman dalam rangka meningkatkan mutu dan hasil produksi nanas (Mainnah, Jaya, and Iskandar 2023).

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu

3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat penelitian dan pembuatan komposit serat daun nanas dilakukan di Laboratorium Mekanika Kekuatan Material Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang beralamat di Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan – 20238. Dan pengujian dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Sumatera Utara.

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dijelaskan dalam bentuk table

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 spesimen				■	■	
5	Pengujian spesimen					■	
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. Serat Daun Nanas

Digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan material komposit dan berperan sebagai penguat komposit yang sudah di perbaiki sifat fisiknya.



Gambar 3.1 Partikel Serat Daun Nanas

2. Resin Epoxy

Resin Epoxy adalah bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan material komposit, yang memiliki warna putih bening. Resin ini dilengkapi dengan katalis berwarna kuning, dan perbandingan pencampuran antara resin dan katalisnya adalah 1:1.



Gambar 3.2 Resin Epoxy

3. *Mold Release Wax*

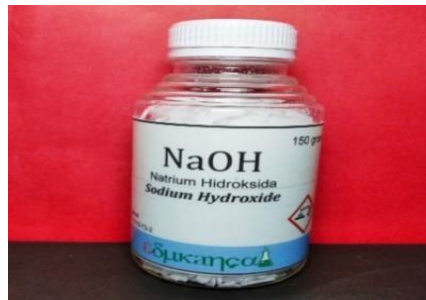
Berfungsi sebagai melapisi mal/cetakan agar tidak susah di lepas pada saat pembukaan spesimen yang telah kering karna adanya campuran resin epoxy di dalam cetakan.



Gambar 3.3 *Mold release wax*

4. Alkali Natrium Hidroksida (NaOH)

Alkali NaOH ini nantinya akan dilarutkan dengan air untuk perbaikan sifat fisik serat alam, yang mana alkali ini digunakan hanya 5% dalam setiap variasi perendaman .



Gambar 3.4 Akali NaOH

3.2.2 Alat Penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Cetakan Material Komposit

Cetakan Material Komposit Cetakan ini berfungsi untuk mencetak bentuk spesimen yang berdimensi 150 mm x 10 mm x 4 mm.



Gambar 3.5 Desain Cetakan Spesimen

2. Kuas

Digunakan untuk meratakan mold release wax pada permukaan cetakan.



Gambar 3.6 Kuas

3. Timbangan Digital

Digunakan untuk menimbang komposisi bahan spesimen terutama pada saat penimbangan serat dan resin di lakukan.



Gambar 3.7 Timbangan Digital

4. Gunting

Digunakan untuk memotong daun nanas yang sudah kering agar menjadi serat daun nanas panjang



Gambar 3.8 Gunting

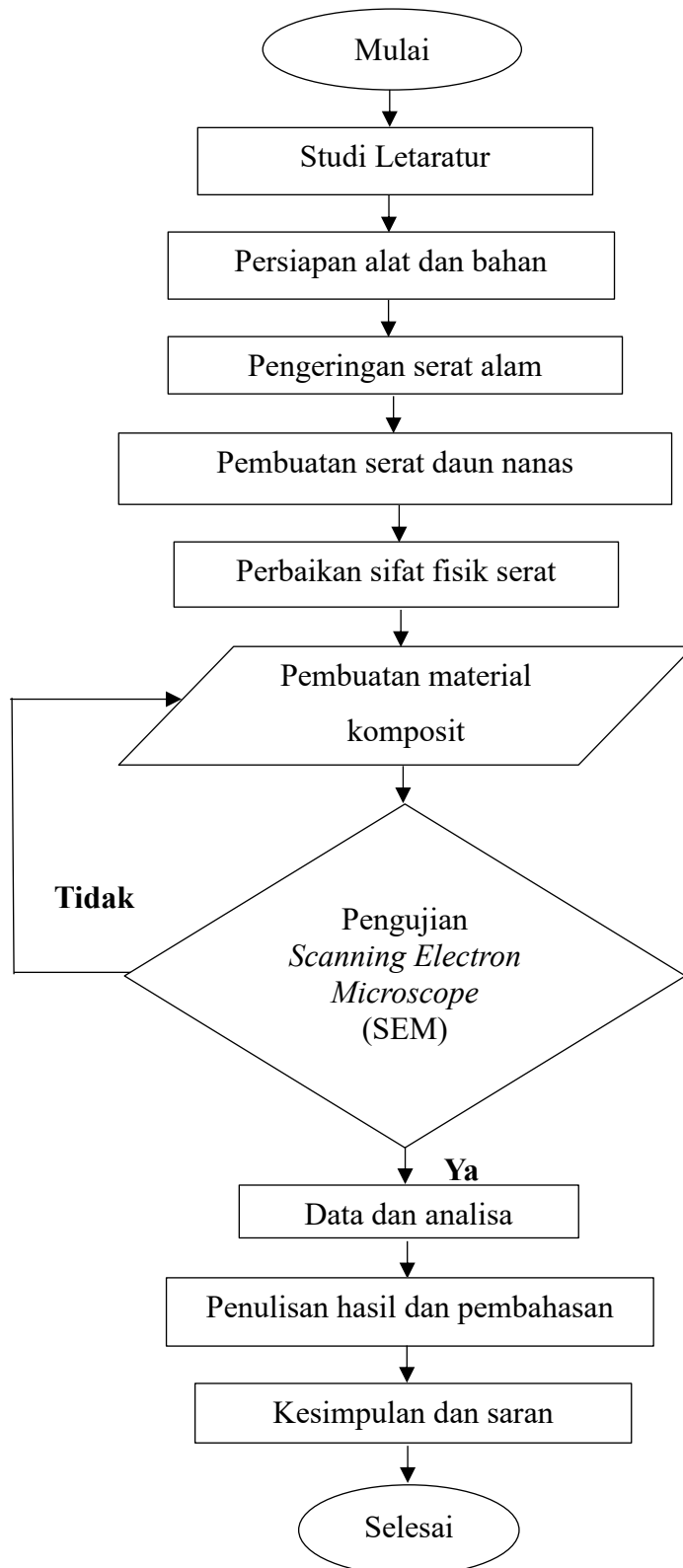
5. Alat Uji Scanning Electron Microscope (SEM)

Alat uji ini untuk mengidentifikasi jenis patahan, memahami mekanisme kegagalan dan menganalisis kualitas ikatan anatarmuka saat terlepasnya serat dari matriks (pull out) pada material komposit berpenguat serat daun nanas.



Gambar 3.9 Alat Uji Scanning Electron Microscope (SEM)

3.3 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.10 Bagan Alir Penelitian

3.4 Rancangan Penelitian

Metode penelitian ini melibatkan pengumpulan data dari berbagai sumber, termasuk jurnal ilmiah, buku teks, dan skripsi yang relevan. Studi literatur ini krusial untuk membangun dasar teoretis yang kuat. Penelitian ini secara khusus menyelidiki pengaruh partikel serat daun nanas sebagai penguat pada material komposit untuk mengidentifikasi jenis patahan, memahami mekanisme kegagalan dan menganalisis kualitas ikatan anatar muka saat terlepasnya serat pada matriks atau bentuk patahan pada material komposit berpenguat partikel serat daun nanas pada pengujian Scanning Electron Microscope (SEM). .

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Pengambilan Serat Daun Nanas Dan Perbaikan Sifat Fisik

Untuk mengambil serat daun nanas ada beberapa proses yang dilakukan.

- 1 Pisahkan daun nanas dengan tungkulnya dipisahkan satu per satu lalu daun nanas dicuci hingga bersih



Gambar 3.11 Daun Nanas

2. Kemudian daun nanas dikeringkan dengan panas matahari sekitar 6 – 7 hari atau sampai daun nanas kering merata hingga warna kecoklatan.



Gambar 3.12 Daun Nanas Sudah Kering

3. Setelah daun nanas kering lalu di potong kecil kecil kemudian di rendam dengan menggunakan larutan NaOH dengan presentasi 5%. NaOH

dicampur dengan aquades dengan cara di aduk pada wadah dengan variasi waktu perendaman 1, 3, 5 dan 7 jam..



Gambar 3.13 Daun Nanas Direndam NaOH

4. Setelah direndam selanjutnya dikeringkan dengan sinar matahari selama 6-7 hari atau sampai benar benar kering.



Gambar 3.14 Penjemuran Daun Nanas Setelah Perendaman NaOH

5. Setelah kering kemudian serat daun nanas di blender menjadi serbuk atau partikel dan sudah siap di pakai untuk pembuatan bahan komposit.



Gambar 3.15 Partikel Serat Daun Nanas

3.5.2 Pembuatan Material Komposit

Proses pembuatan spesimen komposit berpenguat serat daun nanas dengan resin epoxy sebagai berikut.

1. Persiapkan serat daun nanas yang telah dilakukan perbaikan sifat fisik, dan juga resin epoxy beserta katalis hardener nanas sebagai ketentuan perbandingan berat antara resin dan serat seperti terlihat pada gambar 3.16 dan bahan lainnya.



Gambar 3.16 Menimbang Serat Dan Resin Epoxy

2. Persiapkan wadah untuk mencampur resin epoxy, katalis hardener dengan serat daun nanas lalu persiapkan cetakan spesimen komposit dan campurkan resin epoxy, katalis hardener dengan serat daun nanas aduk hingga tercampur merata sesuaikan dengan volume spesimen cetakan.



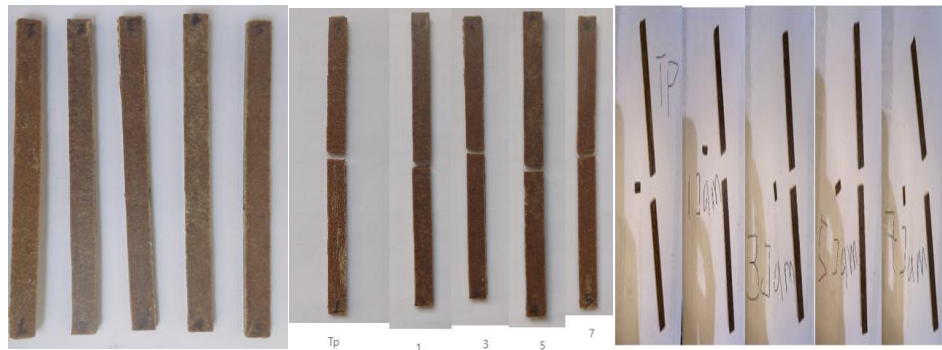
Gambar 3.17 Proses Pengadukan Bahan

3. Tuang campuran bahan komposit ke dalam cetakan, kemudian tutup cetakan dengan cara ditekan dengan alat bantu seperti penjepit biarkan mengering selama 1 – 3 jam atau sampai bahan komposit tersebut benar – benar kering merata.



Gambar 3.18 Proses Penuangan Bahan Komposit Ke Dalam Cetakan

- Setelah kering keluarkan material komposit dari cetakannya menggunakan pisau, setelah material komposit selesai dibuat, spesimen tersebut diuji menggunakan metode bending untuk menghasilkan patahan yang kemudian saya potong patahan material komposit menjadi kecil agar bisa di uji pada pengujian *scanning electron microscope*.



Gambar 3.19 Material Komposit Yang Sudah Jadi

3.5.3 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 berikut langkah langkahnya.

- Selanjutnya setelah spesimen sudah jadi dan siap di uji saya pergi ke Laboratorium Terpadu yang berada di Universitas Sumatera Utara untuk melakukan pengujian *scanning electron microscope* (SEM).



Gambar 3.20 Dokumentasi Penelitian Di Laboratorium Terpadu USU

2. Kemudian saya melakukan transaksi untuk mendapatkan hasil dari pengujian *scanning electron microscope* tersebut.



Gambar 3.21 Transaksi Pengujian *Scanning Electron Microscope*

3. Selanjutnya dikarenakan pengujian scanning electron microscope ini tertutup tidak boleh dilihat jadi hasil scanning electron microscope yang diuji telah selesai, saya mendapatkan foto dan hasil pada *pengujian scanning electron microscope* tersebut.



Gambar 3.22 Data Dan Hasil Pengujian *Scanning Electron Microscope*

3.6 Variabel Penelitian

Penelitian ini mengidentifikasi beberapa variabel yang terkait dengan pengujian kekuatan impak material komposit yang diperkuat oleh serat daun nanas panjang.

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, dan 7 jam

2. Variable dependent, variabel yang dipengaruhi oleh adanya perubahan variabel *independent*. Pada penelitian ini yang digunakan sebagai variabel *dependent* adalah morfologi bentuk patahan pada komposit .

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Penelitian

Penelitian dibagi menjadi 3 tahapan mulai dari perbaikan sifat fisik serat daun nanas dengan variasi perendaman NaOH 1, 3, 5, dan 7 jam, pembuatan material komposit dan pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM).

4.1.1 Perbaikan Sifat Fisik Partikel Serat Daun Nanas

1. Pisahkan daun nanas dengan tungkulnya dipisahkan satu per satu lalu daun nanas dicuci hingga bersih



Gambar 4.1 Daun Nanas

2. Kemudian daun nanas dikeringkan dengan panas matahari sekitar 6 – 7 hari atau sampai daun nanas kering merata hingga warna kecoklatan.



Gambar 4.2 Daun Nanas Sudah Kering

3. Setelah daun nanas kering lalu di potong kecil kecil kemudian di rendam dengan menggunakan larutan NaOH dengan presentasi 5%. NaOH dicampur dengan aquades dengan cara di aduk pada wadah dengan variasi waktu perendaman 1, 3, 5 dan 7 jam..



Gambar 4.3 Daun Nanas Direndam NaOH

4. Setelah direndam selanjutnya dikeringkan dengan sinar matahari selama 6-7 hari atau sampai benar benar kering.



Gambar 4.4 Penjemuran Daun Nanas Setelah Perendaman NaOH

5. Setelah kering kemudian serat daun nanas di blender menjadi serbuk atau partikel dan sudah siap di pakai untuk pembuatan bahan komposit.



Gambar 4.5 Partikel Serat Daun Nanas

4.1.2 Pembuatan Material Komposit

Proses pembuatan spesimen komposit berpenguat serat daun nanas dengan resin epoxy sebagai berikut.

1. Persiapkan serat daun nanas yang telah dilakukan perbaikan sifat fisik, dan juga resin epoxy beserta katalis hardener nanas sebagai ketentuan perbandingan berat antara resin dan serat seperti terlihat pada gambar 3.16 dan bahan lainnya.



Gambar 4.6 Menimbang Serat Dan Resin Epoxy

2. Persiapkan wadah untuk mencampur resin epoxy, katalis hardener dengan serat daun nanas lalu persiapkan cetakan spesimen komposit dan campurkan resin epoxy, katalis hardener dengan serat daun nanas aduk hingga tercampur merata sesuaikan dengan volume spesimen cetakan.



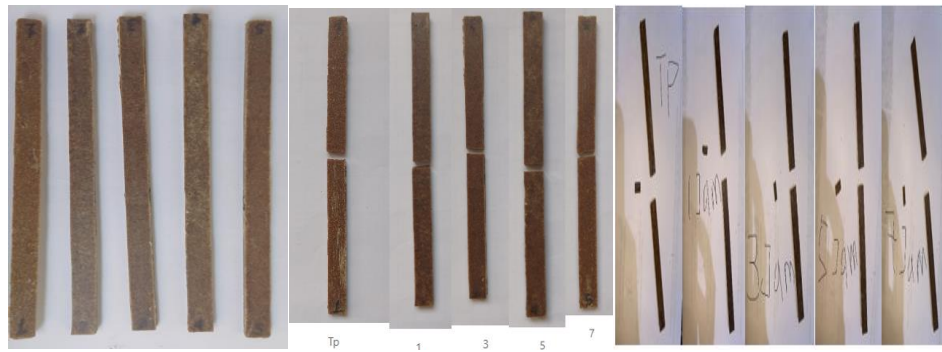
Gambar 4.7 Proses Pengadukan Bahan

3. Tuang campuran bahan komposit ke dalam cetakan, kemudian tutup cetakan dengan cara ditekan dengan alat bantu seperti penjepit biarkan mengering selama 1 – 3 jam atau sampai bahan komposit tersebut benar – benar kering merata.



Gambar 4.8 Proses penuangan bahan komposit ke dalam cetakan

4. Setelah kering keluarkan material komposit dari cetakannya menggunakan pisau, setelah material komposit selesai dibuat, spesimen tersebut diuji menggunakan metode bending untuk menghasilkan patahan yang kemudian saya potong patahan material komposit tersebut menjadi kecil agar bisa di uji pada pengujian *scanning electron microscope*.



Gambar 4.9 Material Komposit Yang Sudah Bisa Di Uji

4.1.3 Pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM)

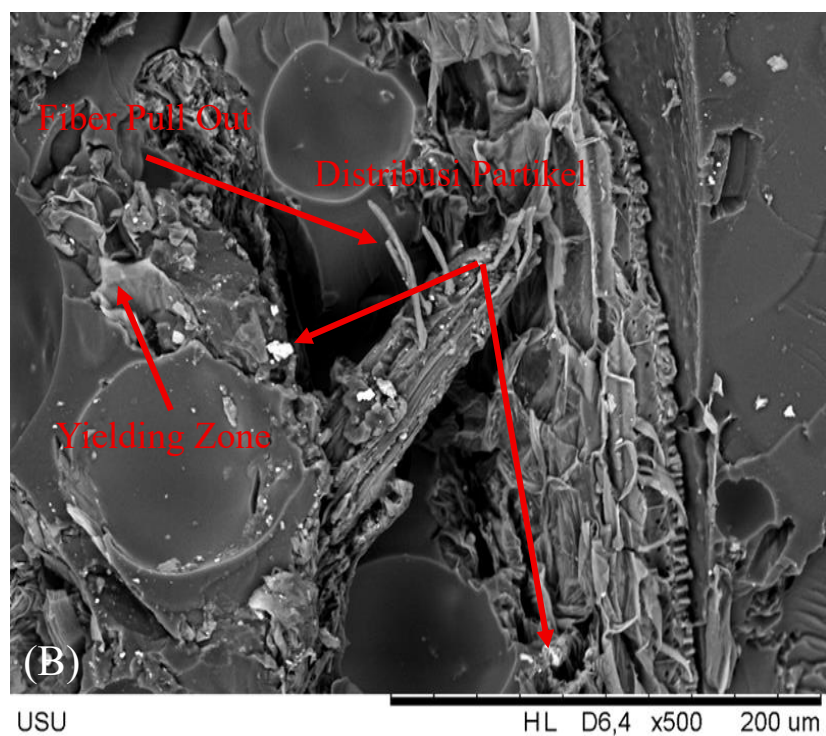
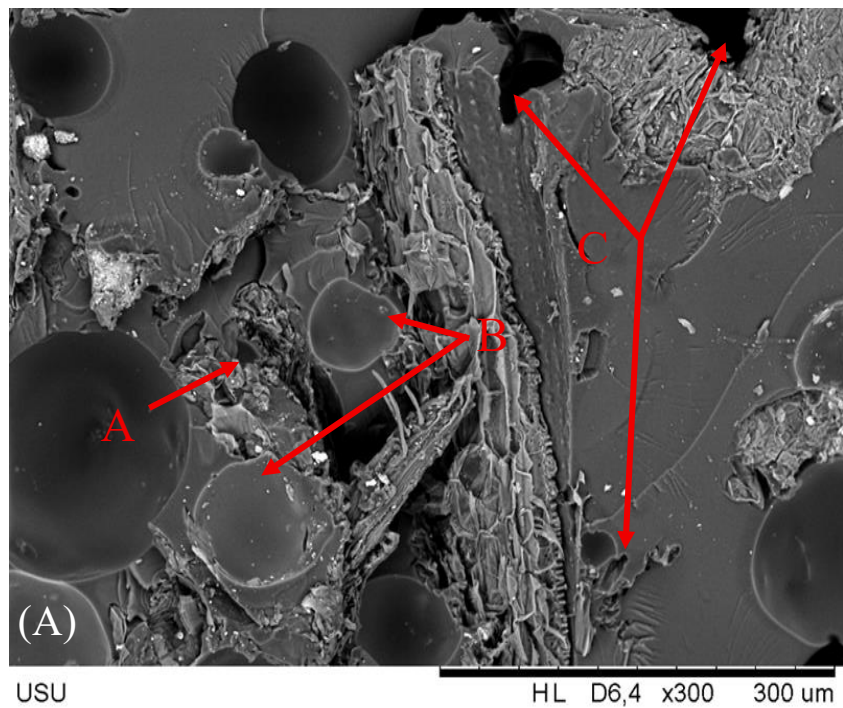
Pengujian Scanning Electron Microscope bertujuan untuk mengamati dan menganalisis struktur permukaan serta morfologi mikro dari patahan material komposit tersebut. Proses uji Scanning Electron Microscope dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Sumatera Utara dengan menggunakan SEM Hitachi TM3000. Proses uji Scanning Electron Microscope ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4.10 Gambar Alat Pengujian *Scanning Electron Microscope*

4.2 Hasil Morfologi Bentuk Patahan Material Komposit

4.2.1 Morfologi Patahan Komposit Tanpa Perlakuan (TP)



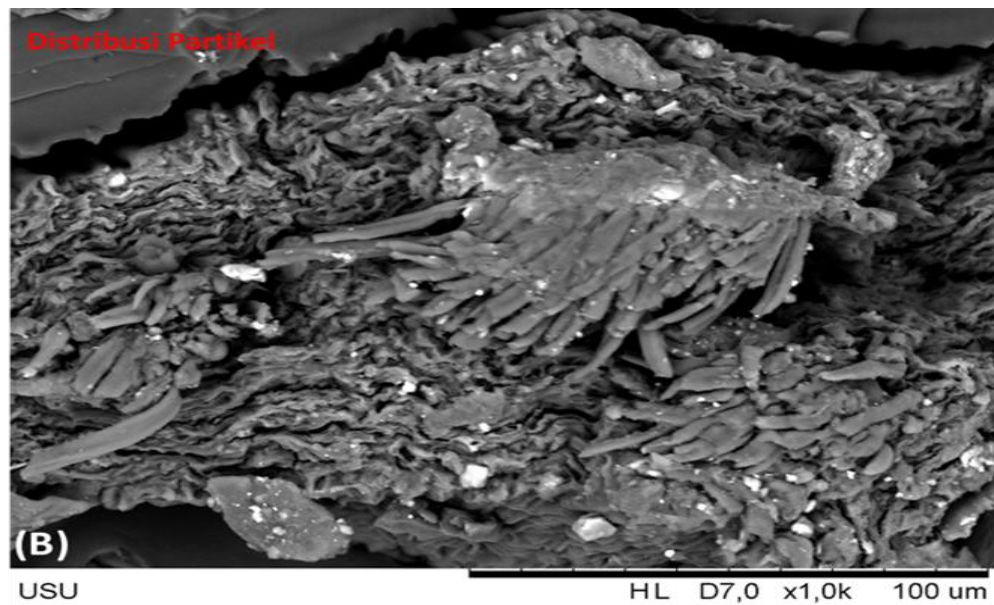
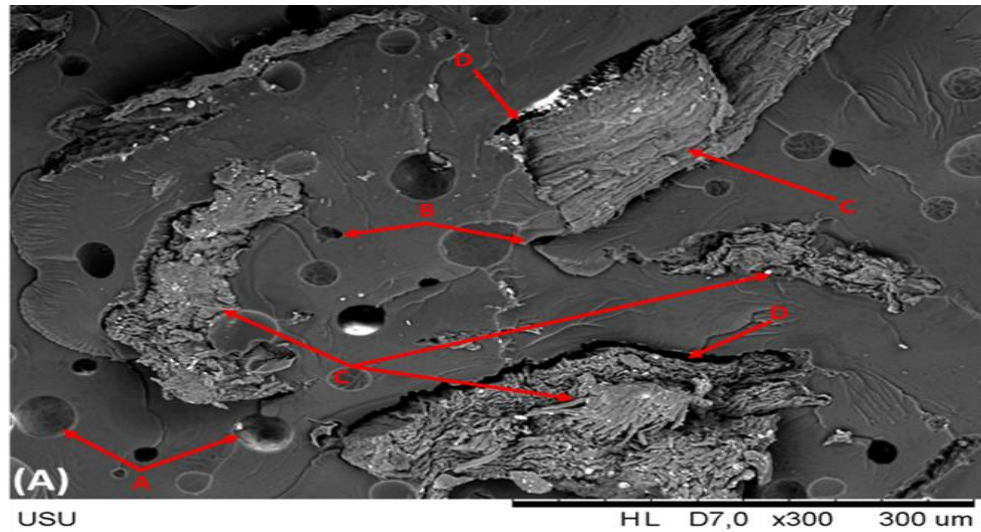
Gambar 4.11 Morfologi Patahan Tanpa Perlakuan (A) 300 μm dan (B) 200 μm

Tabel 4.1 Morfologi Patahan Komposit Tanpa Perlakuan (TP)

Ukuran	Titik	Morfologi
300 μm	A	Fiber Pull Out
	B	Bonding Defect
	C	Void

Hasil pengamatan melalui SEM dengan ukuran 300 μm tanpa perlakuan alkali atau tanpa perendaman. Ditemukan beberapa morfologi diantaranya fiber pull out yang ditandai pada titik A. Fenomena ini menandakan ikatan antara serat dan matriks tidak cukup kuat untuk menahan beban sehingga saat material patah serat tidak ikut putus tapi tercabut keluar. Selanjutnya, ditemukan fenomena bonding defect dimana ikatan antara matriks dalam material komposit tidak sempurna atau lemah. Fenomena ini ditandai pada titik B. Dan void fenomena juga terlihat jelas pada pembesaran 300 μm Dimana rongga atau pori kosong yang terbentuk dalam material komposit yang tidak terisi oleh matriks yang ditandai pada titik C. fenomena ini merupakan proses kegagalan terhadap menerima beban. Pada ukuran lebih kecil yaitu 200 μm fenomena distribusi partikel ini melihat kondisi penyebaran atau persebaran partikel penguat matriks suatu material komposit, fiber pull out tercabutnya serat dari matriks dan yielding zone mengalami deformasi plastis terlihat dengan sangat jelas. Masing-masing fenomena dapat dilihat pada gambar (B).

4.2.2 Morfologi Patahan Komposit Pada 1 Jam



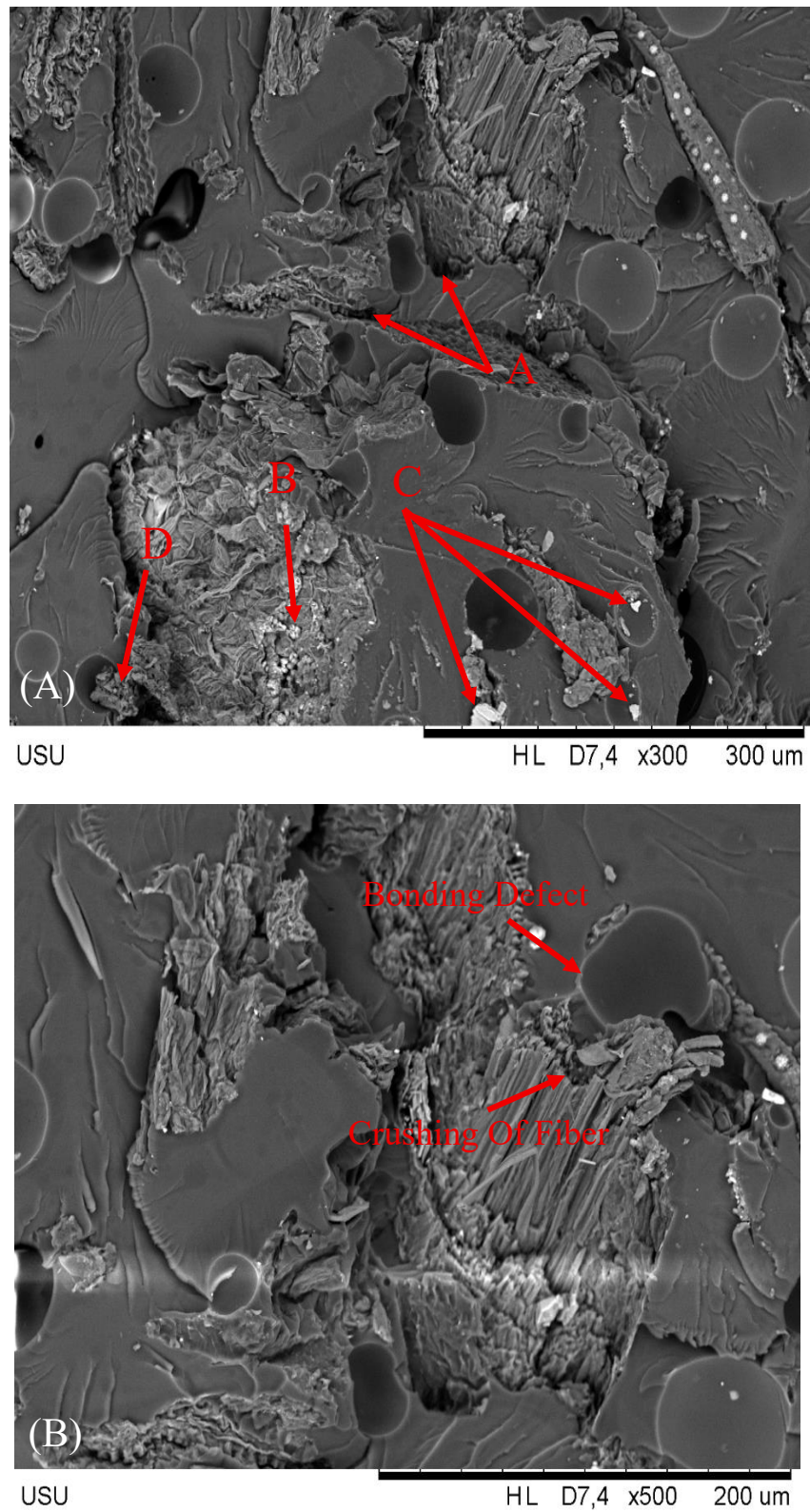
Gambar 4.12 Morfologi Patahan Komposit 1 Jam (A) 300 μm dan (B) 100 μm

Tabel 4.2 Morfologi Patahan Komposit 1 Jam

Ukuran	Titik	Morfologi
300 μm	A	Bonding Defect
	B	Void
	C	Crushing Of Fiber
	D	Matrix Cracking

Hasil pengamatan melalui SEM dengan ukuran 300 μm pada perendaman waktu 1 jam. Ditemukan beberapa morfologi diantaranya bonding defect yang ditandai pada titik A. Ditemukan fenomena bonding defect dimana ikatan antara matriks dalam material komposit tidak sempurna atau lemah. Selanjutnya, ditemukan fenomena void juga terlihat jelas pada pembesaran 300 μm dimana rongga atau pori kosong yang terbentuk dalam material komposit yang tidak terisi oleh matriks pada titik B. Fenomena terlepasnya serat pada resin dan patahnya serat juga terlihat jelas pada pembesaran 300 μm yang ditandai pada titik C yaitu crushing of fiber fenomena ini menandakan kegagalan serat akibat beban tekan yang berlebihan proses kegagalan serat dalam menyerap energi hal ini umumnya dipengaruhi terhadap jenis dan fraksi partikel serat dan pada titik D yaitu matrix cracking fenomena ini munculnya retakan pada matriks akibat beban mekanik yang melebihi kemampuan matriks menahan tegangan. Pada ukuran lebih kecil yaitu 100 μm terdapat fenomena distribusi partikel fenomena distribusi partikel ini melihat kondisi penyebaran atau persebaran partikel penguat matriks suatu material komposit dapat dilihat pada gambar (B).

4.2.3 Morfologi Patahan Komposit Pada 3 Jam



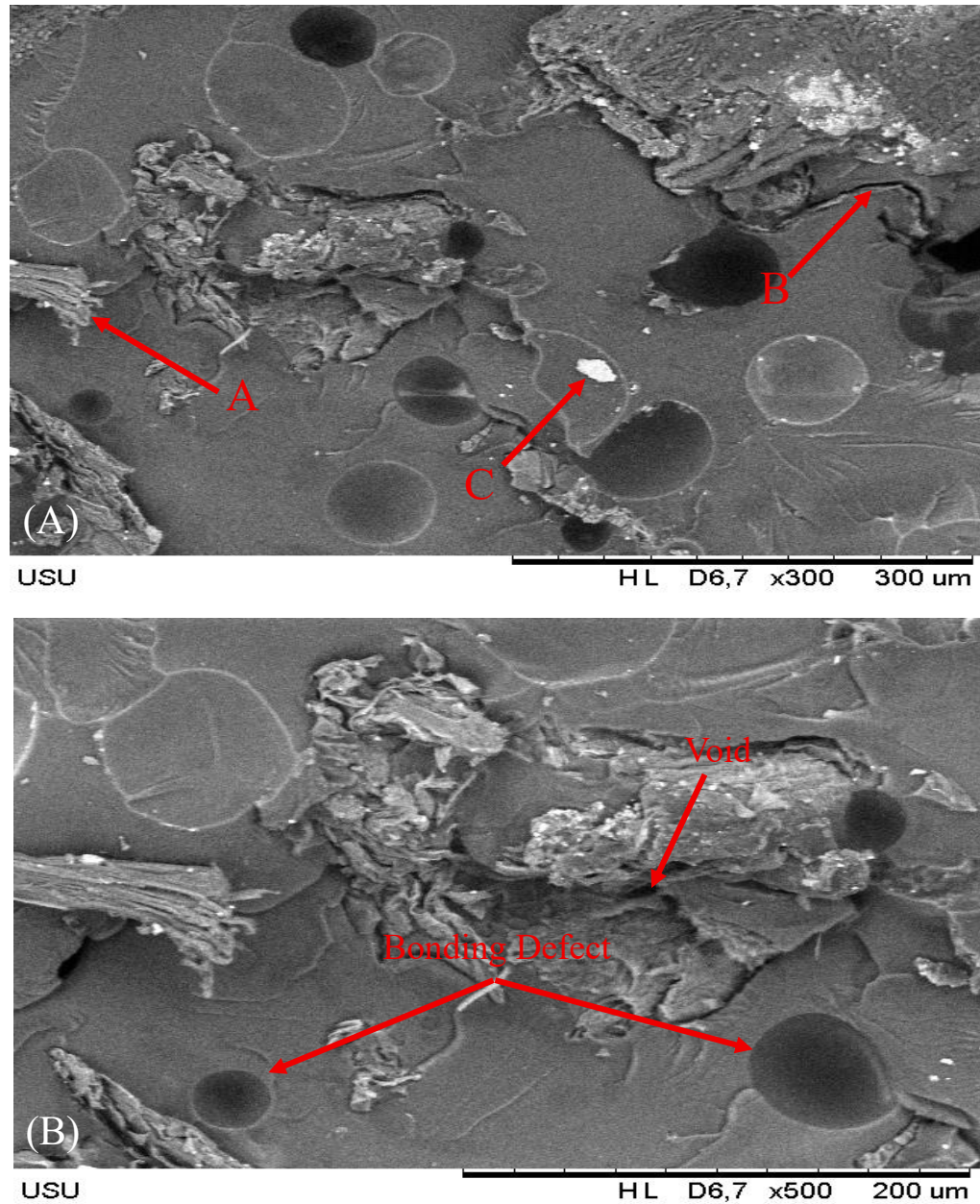
Gambar 4.13 Morfologi Patahan Komposit 3 Jam (A) 300 μm dan (B) 200 μm

Tabel 4.3 Morfologi Patahan Komposit 3 Jam

Ukuran	Titik	Morfologi
300 μm	A	Void
	B	Yielding Zone
	C	Distribusi Partikel
	D	Agglomerarium & cluster effect due to more particulate distribution

Hasil pengamatan melalui SEM dengan ukuran 300 μm pada perendaman waktu 3 jam. Ditemukan beberapa morfologi diantaranya void yang ditandai pada titik A. Fenomena ini ditemukan jelas pada pembesaran 300 μm dimana rongga atau pori kosong yang terbentuk dalam material komposit yang tidak terisi oleh matriks. Selanjutnya, ditemukan Yielding Zone Dimana daerah pada material komposit sudah mengalami deformasi plastis setelah melewati batas elastis tetapi belum sampai ke patah total . Fenomena ini ditandai pada titik B. Fenomena terlepasnya serat pada resin dan patahnya serat juga terlihat jelas pada pembesaran 300 μm yang ditandai pada titik C yaitu distribusi partikel fenomena ini melihat kondisi penyebaran atau persebaran merata atau bagus pada partikel penguat matriks suatu material komposit dan pada titik D *agglomerarium & cluster effect due to more particulate distribution* terlihat menunjukkan adanya penggumpalan partikel penguat akibat distribusi yang tidak merata. Hal ini menimbulkan daerah lemah (*weak zone*) karena stress concentration, sehingga berpotensi menurunkan sifat mekanik komposit.fenomena ini merupakan proses kegagalan terhadap menerima beban. Pada ukuran lebih kecil yaitu 200 μm fenomena *bounding defect* dimana ikatan antara matriks dalam material komposit tidak sempurna atau lemah dan *crushing of fiber* fenomena ini menandakan kegagalan serat akibat beban tekan yang berlebihan proses kegagalan serat dalam menyerap energi hal ini umumnya dipengaruhi terhadap jenis dan fraksi partikel serat terlihat dengan sangat jelas. Masing-masing fenomena dapat dilihat pada Gambar (B).

4.2.4 Morfologi Patahan Komposit Pada 5 Jam



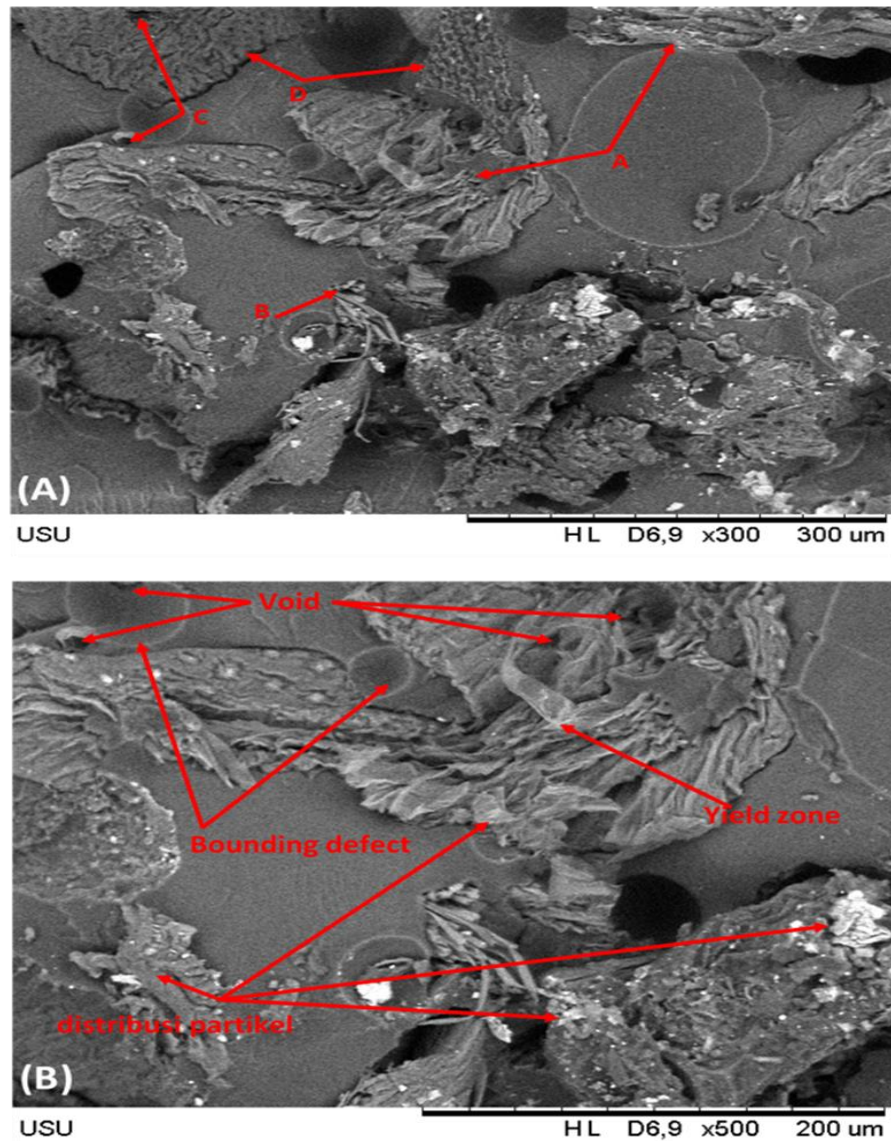
Gambar 4.14 Morfologi Patahan Komposit 5 Jam (A) 300 μm dan (B) 200 μm

Tabel 4.4 Morfologi Patahan Komposit 5 Jam

Ukuran	Titik	Morfologi
300 μm	A	Crushing Of Fiber
	B	Matrix Cracking
	C	Distribusi Partikel

Hasil pengamatan melalui SEM dengan ukuran 300 μm pada perendaman waktu 5 jam. Ditemukan beberapa morfologi diantaranya Crushing of fiber pada titik A. Fenomena ini menandakan kegagalan serat akibat beban tekan yang berlebihan proses kegagalan serat dalam menyerap energi hal ini umumnya dipengaruhi terhadap jenis dan fraksi partikel serat. Selanjutnya, ditemukan matrix cracking dimana munculnya retakan pada matriks akibat beban mekanik yang melebihi kemampuan matriks menahan tegangan fenomena ini ditandai pada titik B. Fenomena terlepasnya serat pada resin dan patahnya serat juga terlihat jelas pada pembesaran 300 μm yang ditandai pada titik C yaitu distribusi partikel fenomena ini melihat kondisi penyebaran atau persebaran partikel penguat matriks suatu material komposit. fenomena ini merupakan proses kegagalan terhadap menerima beban. Pada ukuran lebih kecil yaitu 200 μm fenomena bounding defect dimana ikatan antara matriks dalam material komposit tidak sempurna atau lemah dan void dimana rongga atau pori kosong yang terbentuk dalam material komposit yang tidak terisi oleh matriks terlihat dengan sangat jelas. Masing-masing fenomena dapat dilihat pada Gambar (B).

4.2.5 Morfologi Patahan Komposit Pada 7 Jam



Gambar 4.15 Morfologi Patahan Komposit 7 Jam (A) 300 μm dan (B) 200 μm

Tabel 4.5 Morfologi Patahan Komposit 7 Jam

Ukuran	Titik	Morfologi
300 μm	A	Agglomerarium & cluster effect due to more particulate distribution
	B	Cruishing of Fiber
	C	Fiber Debonding
	D	Fiber Breakage

Hasil pengamatan melalui SEM dengan ukuran 300 μm pada perendaman waktu 7 jam. Ditemukan beberapa morfologi diantaranya distribusi partikel akibat efek klaster dan aglomerasi yang ditandai pada titik A. Fenomena ini menandakan partikel serat daun nanas membentuk agregat dengan resin namun distribusinya tidak merata dan memiliki kecenderungan berkumpul pada satu klaster/titik. Selanjutnya, ditemukan fenomena *cruishing of fiber* dimana proses kegagalan serat dalam menyerap energi hal ini umumnya dipengaruhi terhadap jenis dan fraksi partikel serat. Fenomena ini ditandai pada titik B. Fenomena terlepasnya serat pada resin dan patahnya serat juga terlihat jelas pada pembesaran 300 μm yang ditandai pada titik C dan D. fenomena ini merupakan proses kegagalan terhadap menerima beban. Pada ukuran lebih kecil yaitu 200 μm fenomena *bounding defect*, distribusi partikel, void dan *yield zone* terlihat dengan sangat jelas. Masing-masing fenomena dapat dilihat pada Gambar (B).

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis morfologi bentuk patahan material komposit epoxy berpenguat partikel serat daun nanas dengan perlakuan alkali (NaOH), maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perlakuan alkali dengan NaOH berpengaruh signifikan terhadap morfologi patahan komposit. Tanpa perlakuan alkali, masih ditemukan *fiber pull out*, *bonding defect*, dan *void* yang menunjukkan lemahnya ikatan antara serat dan matriks.
2. Variasi perendaman NaOH menghasilkan perbedaan fenomena morfologi patahan. Pada 1 jam perendaman terlihat *bonding defect*, *void*, *crushing of fiber*, dan *matrix cracking*. Pada 3 jam, distribusi partikel terlihat lebih merata disertai *yielding zone*, meskipun masih terdapat aglomerasi. Pada 5 jam, distribusi partikel cukup baik dengan fenomena *crushing of fiber* dan *matrix cracking*. Sedangkan perendaman 7 jam menunjukkan peningkatan aglomerasi (*cluster effect*), *fiber debonding*, dan *fiber breakage* yang menurunkan kualitas ikatan serat-matriks.
3. Distribusi partikel terbaik diperoleh pada waktu perendaman 3–5 jam. Sementara itu, perendaman terlalu lama (7 jam) cenderung menyebabkan aglomerasi yang berpotensi melemahkan sifat mekanik komposit.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan uji mekanik tambahan (seperti uji tarik, dampak, atau kekerasan) agar hubungan antara morfologi patahan dan sifat mekanik komposit dapat dianalisis lebih komprehensif.
2. Disarankan agar Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) dapat menyediakan fasilitas pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM), sehingga mahasiswa dapat melakukan analisis morfologi secara mandiri tanpa harus bergantung pada laboratorium luar.

DAFTAR PUSTAKA

- Aeni, Q., Aini, S. R., & Pratama, I. S. (2022). Kajian pustaka toksisitas tanaman nanas (*Ananas comosus* [L.] Merr). *Sasambo Journal of Pharmacy*, 3(1), 49–62.
- Akbar, F., Sulardjaka, S., & Iskandar, N. (2023). PENGARUH PENAMBAHAN PLASTICIZER GLISEROL DAN PATI JAGUNG PADA MATRIKS GONDORUKEM TERHADAP KEKUATAN IMPAK KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT RAMI. *JURNAL TEKNIK MESIN*, 11(3), 482–487.
- Alfarizi, M., Rollastin, B., Mesin, T., & Manufaktur Negeri Bangka Belitung, P. (2022). *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan Studi Eksperimen Pengaruh Kekuatan Material Komposit Hgm, Epoxy Dan Serat Daun Nanas Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impak*.
- Alfatih, M. F., & Alimi, S. (2022). EKSPERIMEN UJI IMPACT TERHADAP KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT JERAMI PADI DENGAN FRAKSI BERAT DAN SERAT ARAH VERTICAL MENGGUNAKAN MÉTODE HAND LAY-UP. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8(2), 227–231.
- Ali, M. Y. (2022). *Analisis Kekuatan Uji Impak Komposit Serat Alam (Serat Batang Pisang)*. 23.
- Amin, M. (2020). Analisis Sifat Mekanik Material Komposit. *Ilmiah*, d(September), 55–61. <https://muh-amin.com/analisis-sifat-mekanik-material-komposit/>
- Azhari, K. (2021). Klasifikasi Jenis-Jenis Bauh Nanas Menggunakan Learning Vector Quantization (LVQ). *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi Dan Sistem Informasi*, 1(2), 357–368.
- Badrussalam, A., & Nurussyifa, V. R. (2024). UJI IMPAK KOMPOSIT SERAT ALAM ECENG GONDOK DAERAH INDRAMAYU DENGAN MATRIKS POLYESTER YUKALAC C-108. *Presisi*, 26(2), 12–17.
- Bahrudin, B., Zahrina, I., & Amraini, S. Z. (2018). Pengaruh filler carbon black terhadap sifat dan morfologi komposit natural rubber/polypropylene. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 9(2), 62. <https://doi.org/10.5614/jtki.2010.9.2.4>

- Chen, Y. J., Liou, Y.-C., Ho, W.-H., Tsai, J.-T., Liu, C.-C., & Hwang, K.-S. (2022). Non-destructive acoustic screening of pineapple ripeness by unsupervised machine learning and Wavelet Kernel methods. *Science Progress*, 104(3_suppl), 00368504221110856.
- Collins, S. P., Storrow, A., Liu, D., Jenkins, C. A., Miller, K. F., Kampe, C., & Butler, J. (2021). *No Title 済無No Title No Title No Title*.
- Darmawan, R. (2023). Outlook komoditas pertanian hortikultura nanas. *Outlook Nanas* 2023, 52. https://satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/Outlook_Nenas_2023.pdf
- Fiqri, A., Yudo, H., & Budiarto, U. (2017). Analisa teknis komposit berpenguat serat daun nanas (Smooth Cayenne) dan serat ampas tebu (Saccharum Officinarum L) sebagai alternatif komponen kapal ditinjau dari kekuatan bending dan impact. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 5(2).
- Hadi, T. S., Jokosisworo, S., & Manik, P. (2016). Analisa teknis penggunaan serat daun nanas sebagai alternatif bahan komposit pembuatan kulit kapal ditinjau dari kekuatan tarik, bending dan impact. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(1).
- Hidayat, P. (2008). Teknologi pemanfaatan serat daun nanas sebagai alternatif bahan baku tekstil. *Teknoin*, 13(2).
- 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.
- Malik, H. R., & Rasyid, A. H. A. (2023). Analisis Pengaruh Suhu Rendaman Naoh Dan Waktu Pengeringan Terhadap Kekuatan Impact Komposit Berbahan Daun Nanas Dengan Metode Pembuatan Vacuum Infussion. *Jurnal Inovasi Teknologi Manufaktur, Energi Dan Otomotif*, 2(1), 8–14.
- Muhajir, M., Mizar, M. A., Sudjimat, D. A., & Mesin-ft, J. P. T. (2016). Analisis kekuatan tarik bahan komposit matriks resin berpenguat serat alam dengan berbagai varian tata letak. *Jurnal Teknik Mesin*, 24(2), 1–8.
- Mulyo, B. T., & Yudiono, H. (2018). Analisis kekuatan impak pada komposit serat daun nanas untuk bahan dasar pembuatan helm SNI. *Jurnal Kompetensi*

Teknik, 10(2), 1–8.

- Reswan, Y., Toyib, R., Witriyono, H., & Anggraini, A. (2024). Klasifikasi Tingkat Kematangan Buah Nanas Berdasarkan Fitur Warna Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor (KNN). *JURNAL MEDIA INFOTAMA*, 20(1), 280–287.
- Siagian, D. E. N., & Putra, M. H. S. (2024). Serat Alam Sebagai Bahan Komposit Ramah Lingkungan. *CIVeng: Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 5(1), 55–60.
- Sundari, I. (2020). Karakteristik Morfologi dan Kualitas Buah Tanaman Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) Lokal di Kabupaten Siak. *Fakultas Pertanian Dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru*, 34.
- Supriyanto, S. (2021). Karakteristik Kekuatan Komposit Serat Daun Nanas Dengan Variasi Panjang Serat. *J. Mesin Nusantara*, 4(1), 30–39.
- Tanjung, I. (2022). Analisis Morfologi Serat Dan Kekuatan Impak Bahan Komposit Berpenguat Serat Pinang (*Areca Catechu*) Yang Telah Dilakukan Perbaikan Sifat Fisik. *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal*, 4(1), 1–7. <https://doi.org/10.38038/vocatech.v4i1.108>
- yani, M., & Suroso, B. (2019). FT-UMSU 74 Mechanical Properties Komposit Limbah Plastik Mechanical Properties Of Plastic Waste Composite. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 2(1), 74–83. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



UMSU

Agal | Cerdas | Terpercaya

Menjadikan surat ini agar diketahui
dan ditanggapi

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.Pp/PT/MU/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 [umsu.medan](#) [umsu.medan](#) [umsu.medan](#) [umsu.medan](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 24/IL3AU/UMSU-07/F/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 : MHD NADZRUL LUBIS
Npm : 2107230083
Program Studi : TEKNIK MESIN
Semester : 7 (Tujuh)
Judul Tugas Akhir : MORFOLOGI BENTUK PATAHAN MATERIAL KOMPOSIT
E POXY BERPENGUAT PARTIKEL SERAT DAUN NANAS
DENGAN PERBAIKAN SIFAT FISIK MENGGUNAKAN
MENGGUNAKAN PERLAKUAN 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

Dekan



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN. 0101017202



LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul : Morfologi Bentuk Patahan Material Komposit Epoxy
 Berpenguat Partikel Serat Daun Nanas Dengan
 Perbaikan Sifat Fisik Menggunakan Perlakuan Alkali
 Nama : Mhd. Nadzrul Lubis
 NPM : 2107230083
 Dosen Pembimbing : Iqbal Tanjung, S.T., M.T.

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
1.	16 Agustus 2025	Perbaikan Abstrak	f
2.	19 Agustus 2025 Ade S	Perbaikan Tujuan	f
3.	21 Agustus 2025	Perbaikan Prosedur	f
4.	22 Agustus 2025	Perbaikan Hasil	f
5.	24 Agustus 2025	Perbaikan Kesimpulan dan Saran	f
6.	27 Agustus 2025	Daftar Pustaka	f
7.	30 Agustus 2025 Ade S Ade Setiawan Ade Sidang	Perbaikan Judul	f

Dosen Pembimbing



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

LAMPIRAN



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



**Laboratorium
Terpadu USU**

No. Dokumen : FM-PP-03-66
Revisi : 01
Tanggal Efektif : 01 Februari 2024

LAPORAN HASIL UJI Report of Analysis

Halaman: 1 dari 3
Page

Tanggal Penerbitan: 12 Agustus 2025 Date of time	Nomor Laporan: 4672 /UNS.A.6.K/KPM/2025 Report Number
Kepada: MHD.NADZRUL LUBIS	Nomor Order: KSB.SEM.25.08.16-20 Order Number

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

Nama Sampel:
Name of the Sample(s)

- Bentuk Patahan Komposit (TP)
- Bentuk Patahan Komposit (1 Jam)
- Bentuk Patahan Komposit (3 Jam)
- Bentuk Patahan Komposit (5 Jam)
- Bentuk Patahan Komposit (7 Jam)

Untuk Parameter Uji: Uji SEM
For Analysis

Tanggal Analisis: 12 Agustus 2025
Date of Analysis

Hasil: Terlampir
Results

Tanggal Penerimaan: 09 Agustus 2025
Received on

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.

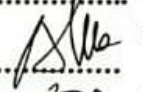
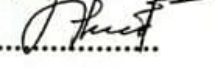
**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK Mesin
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2024 – 2025**

Peserta seminar

Nama : Mhd Nazrul Lubis

NPM : 2107230083

Judul Tugas Akhir : Morfologi puli out Material Komposit Epoxy Berpenguat Serat Daun Nanas Dengan Perbaikan Sifat Fisik Menggunakan Perlakuan Alkali

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I : Iqbal Tanjung ST.MT			:
Pembanding – I : Dr Sudirman Lubis ST.MT			: 
Pembanding – II : Ahmad Marabdi Siregar ST.MT			: 
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	2107230048	Risto Ramadhan Saragih	
2	2107230114	REHAN SURENDA	
3	2107230037	Iman tiger hanna	
4	1807230147	BAGUS SUWANDY	
5	1807230149	Rahmat Tedy Irawan	
6			
7			
8			
9			
10			

Medan 05 Rabiul Awal 1447 H
29 Agustus 2025 M

Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar ST.MT

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

Nama : Mhd Nazrul Lubis
NPM : 2107230083
Judul Tugas Akhir : Morfologi puli out Material Komposit Epoxy Berpenguat Serat Daun Nanas Dengan Perbaikan Sifat Fisik Menggunakan Perlakuan Alkali

Dosen Pembanding – I : Dr Sudirman Lubis ST.MT
Dosen Pembanding – II : Ahmad Marabdi Siregar 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 :
 - *menyempurnakan daftar pustaka*
 - *perbaikan gambar*
 - *perbaikan tabel dan penulisan*
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

Medan 05 Rabiul Awal 1447 H
29 Agustus 2025 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin



Chandra A Siregar ST.MT

Dosen Pembanding- I



Dr Sudirman Lubis ST.MT

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

Nama : Mhd Nazrul Lubis
NPM : 2107230083
Judul Tugas Akhir : Morfologi puli out Material Komposit Epoxy Berpenguat Serat Daun Nanas Dengan Perbaikan Sifat Fisik Menggunakan Perlakuan Alkali

Dosen Pembimbing – I : Dr Sudirman Lubis ST.MT
Dosen Pembimbing – II : Ahmad Marabdi Siregar ST.MT
Dosen Pembimbing – I : Iqbal Tanjung ST. MT

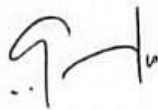
KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
- ② Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain:
perbaiki prosedurnya.
lihat laporan skripsi
.....
.....
.....
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

Medan 05 Rabiul Awal 1447 H
29 Agustus 2025 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Mesin

Dosen Pembimbing- II



Chandra A Siregar ST.MT



Ahmad Marabdi Siregar ST.MT

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama	: Mhd. Nadzrul Lubis
Jenis Kelamin	: Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir	: Desa Selamat, 1 Agustus 2003
Alamat	: Jalan Gg. Sari Kecamatan Biru-Biru
Agama	: Islam
E-mail	: muhammadnadzrullubis@gmail.com
No. Handphone	: 087772945895

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

- | | |
|--|-----------------|
| 1. SD Negeri 101809 Ajibaho | Tahun 2009-2015 |
| 2. SMP Swasta Yapim Biru-Biru | Tahun 2015-2018 |
| 3. SMK Swasta Al-Washliyah 4 Medan | Tahun 2018-2021 |
| 4. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara | Tahun 2021-2025 |