



TUGAS AKHIR – TL184834

REVIEW : PENGARUH PROSES ALKALISASI SERAT TERHADAP MORFOLOGI, STRUKTUR DAN SIFAT ABSORPSI SUARA KOMPOSIT SERAT ALAM

**Nurul Qomariyah Apriliani
NRP. 0251164000013**

**Dosen Pembimbing
Ir. Moh Farid, DEA
Haniffudin Nurdiansah, S.T., M.T.**

**DEPARTEMEN TEKNIK MATERIAL DAN METALURGI
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020**



TUGAS AKHIR – TL 184834

***REVIEW : PENGARUH PROSES ALKALISASI SERAT
TERHADAP MORFOLOGI, STRUKTUR DAN SIFAT
ABSORPSI SUARA KOMPOSIT SERAT ALAM***

NURUL QOMARIYAH APRILIANI
NRP. 02511640000013

Dosen Pembimbing
Ir. Moh Farid, DEA
Haniffudin Nurdiansah, S.T., M.T.

DEPARTEMEN TEKNIK MATERIAL DAN METALURGI
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



FINAL PROJECT – TL 184834

**REVIEW: THE EFFECT OF ALKALINE TREATMENT
ON MORPHOLOGY AND ACOUSTIC PROPERTIES OF
NATURAL FIBER COMPOSITES**

NURUL QOMARIYAH APRILIANI
NRP. 02511640000013

Advisor
Ir. Moh Farid, DEA
Haniffudin Nurdiansah, S.T., M.T.

MATERIAL AND METALLURGICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Industrial Technology and System Engineering
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2020

(This page is intentionally left blank)

**REVIEW : PENGARUH PROSES ALKALISASI SERAT
TERHADAP MORFOLOGI DAN SIFAT ABSORPSI
SUARA KOMPOSIT SERAT ALAM**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Program Studi S-1 Departemen Teknik Material dan Metalurgi
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

NURUL QOMARIYAH APRILIANI

NRP 02511640000013

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Ir. Moh Farid, DEA..... (Pembimbing 1)
2. Haniffudin Nurdiansah, S.T., M.T..... (Pembimbing 2)



**SURABAYA
AGUSTUS 2020**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

REVIEW : PENGARUH PROSES ALKALISASI SERAT TERHADAP MORFOLOGI, STRUKTUR DAN SIFAT ABSORPSI SUARA KOMPOSIT SERAT ALAM

Nama : Nurul Qomariyah Apriliani
NRP : 0251164000013
Departemen : Teknik Material dan Metalurgi
Dosen Pembimbing 1 : Ir. Moh Farid, DEA
Dosen Pembimbing 2 : Haniffudin Nurdiansah, S.T., M.T.

Abstrak

Kepopuleran serat alam sebagai material yang inovatif menjadi faktor penting dalam peluang pengembangan teknik penyerapan suara dari material berpori menggunakan serat alam. Tujuan dari review ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi, temperatur dan waktu pada proses alkalisasi serat terhadap terhadap morfologi, struktur dan sifat absorpsi suara dari komposit serat alam. Serat alam memiliki beberapa kelemahan akibat kandungan non selulosa yang dapat melemahkan ikatan antar fasa matriks dan penguat pada komposit. Sehingga perlakuan alkalisasi dengan NaOH pada serat alam dilakukan dengan tujuan untuk memperbaiki ikatan antar fase penguat dan fase matriks pada komposit. Hasil review menunjukkan bahwa pada range 2-5wt% NaOH pada rentang 25 - 60°C dengan waktu pemrosesan selama 1-12 jam menunjukkan morfologi dan struktur serat yang lebih bersih dan permukaan yang kasar dengan hilangnya kandungan pengotor pada serat. Nilai koefisien absorpsi suara pada komposit serat alam semakin naik setelah serat diberi perlakuan alkalisasi dengan konsentrasi 2-5% NaOH. Didapati bahwa nilai koefisien penyerapan suara dari serat alam mendekati 1 dalam rentang frekuensi rendah 1,6-3,250 kHz.

Kata Kunci: *Alkalisasi, Serat alam, Morfologi, Struktur, Sifat absorpsi suara*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

REVIEW: THE EFFECT OF ALKALINE TREATMENT ON MORPHOLOGY, STRUCTURE AND ACOUSTIC PROPERTIES OF NATURAL FIBER COMPOSITES

Student Name : Nurul Qomariyah Apriliani
NRP : 0251164000013
Department : Material dan Metallurgical Engineering
Advisor 1 : Ir. Moh Farid, DEA
Advisor 2 : Haniffudin Nurdiansah, S.T., M.T.

Abstract

The popularity of natural fibers as innovative materials has become an important factor in the development of sound absorption techniques from porous materials using natural fibers. The purpose of this paper review is to determine the effect of various concentrations of sodium hydroxide, temperature, and time of alkali treatment on the morphology, structure, and sound absorption performance of natural fiber composites. Natural fibers have some disadvantages due to non-cellulose content which can weaken the interfacial bonding between the matrix and reinforcing phases in the composite. So that the alkalization treatment with NaOH in natural fibers is done to improve the bond between the reinforcing phase and the matrix phase of the composite. The review results show that in the range of 2-5wt% NaOH in the range of 25 - 60 ° C with the processing time of 1-6 hours, the morphology and structure of the fiber are cleaner and the surface is rough with the loss of impurities in the fiber. The sound absorption coefficient on natural fiber composites increased after the fibers were treated with 2-5% NaOH concentrates. It was found that the sound absorption coefficient of the treated natural fibers was close to 1 the low-frequency range of 1.6-3,250 kHz.

Keywords: *Alkaline treatment, Natural fibers, Morphology, Structure, Sound absorption performance.*

(This page is intentionally left blank)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa berkat rahmat dan karunia-Nya penelitian Tugas Akhir dapat terlaksanakan dengan baik dan dapat selesai tepat pada waktunya. Tujuan dari penyusunan Laporan Tugas Akhir adalah untuk memenuhi salah satu syarat akademis yang wajib dipenuhi dalam kuliah program studi Departemen Teknik Material dan Metalurgi FTIRS-ITS, Surabaya.

Terselesaikannya Laporan Tugas Akhir tidak luput dari bantuan, motivasi serta partisipasi dari semua pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kasih kepada:

1. Bapak Ir. Moh Farid, DEA dan Bapak Haniffudin Nurdiansah, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir atas bimbingannya selama pelaksanaan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir.
2. Orang tua yang selalu mendukung serta memberikan doa selama penelitian tugas akhir dan penyusunan laporan.

Penulis menyadari penyusunan laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Semoga laporan ini dapat berguna bagi penulis dan semua pihak yang terkait.

Surabaya, 07 Maret 2020
Penulis

Nurul Qomariyah Apriliani

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	v
Abstrak	vii
Abstract	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Material Komposit	3
2.1.1 Penguat Komposit.....	4
2.1.2 Matriks	4
2.1.3 Klasifikasi Komposit.....	5
2.2 Serat Alam.....	9
2.3 Selulosa	11
2.4 Hemiselulosa	13
2.5 Lignin	14
2.6 <i>Chemical Treatment</i>	15
2.7 Alkalisasi.....	15
2.8 Material Akustik.....	18
2.9 Pengujian Scanning Electron Microscope (SEM).....	21
2.10 Pengujian Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR).....	23
2.11 Pengujian Koefisien absorpsi suara.....	24

2.12	<i>Sound Pressure Level</i>	26
BAB III	METODOLOGI	27
3.1	Diagram Alir.....	27
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1	Analisa Data	31
4.1.1	Pengaruh Proses Alkalisasi Terhadap Struktur dan Morfologi Komposit Serat Alam.....	31
4.1.2	Pengaruh Proses Alkalisasi Terhadap Sifat Akustik Komposit Serat Alam.....	45
4.1.3	Hasil Penelitian Penulis dan Tim	50
4.2	Pembahasan	51
4.3	Kritisasi Jurnal.....	66
5 BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	69
5.1	Kesimpulan.....	69
5.2	Saran.....	69
	DAFTAR PUSTAKA	71
	LAMPIRAN	79
	UCAPAN TERIMA KASI	81
	BIODATA PENULIS	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Klasifikasi komposit berdasarkan jenis penguat	5
Gambar 2.2	Komposit partikel	6
Gambar 2.3	Komposit serat.....	6
Gambar 2.4	a. <i>Laminates</i> , b. <i>Sandwich panels</i>	7
Gambar 2.5	Klasifikasi komposit berdasarkan jenis matriks	7
Gambar 2.6	Klasifikasi natural fiber	11
Gambar 2.7	Struktur kimia selulosa	12
Gambar 2.8	Struktur kimia hemiselulosa	13
Gambar 2.9	Struktur kimia lignin.....	14
Gambar 2.10	<i>Mechanical interlocking</i> pada matriks dan serat yang telah teralkalisasi	17
Gambar 2.11	Nilai koefisien absorpsi suara material penyerap bunyi	21
Gambar 2.12	Prinsip kerja SEM.....	22
Gambar 2.13	Prinsip kerja FTIR	23
Gambar 2.14	Rangkaian alat uji koefisien absorpsi suara <i>impedance tube kit 4206</i>	24
Gambar 3.1	Diagram Alir.....	28
Gambar 4.1	Spektra FTIR dari serat bambu tanpa alkalisasi dan dengan alkalisasi	31
Gambar 4.2	Spektrum FTIR serat kurma tanpa alkalisasi dan dengan alkalisasi	33
Gambar 4.3	Spektra FTIR pati jagung teralkalisasi dengan berbagai variasi konsentrasi NaOH.....	35
Gambar 4.4	Spektrum FTIR serat bambu dengan Alkalisasi (a) pada temperatur 25°C dalam waktu 1 jam, (b) pada temperatur 50°C dalam waktu 1 jam, (c) 8% NOH pada temperatur 25°C, (d) 8% NaOH pada temperatur 50°C.....	37

Gambar 4.5	Pengujian SEM pada serat bambu perbesaran 1000x (a) tanpa alkalisasi (b) dengan alkalisasi	38
Gambar 4.6	SEM serat rami dengan perlakuan alkalisasi pada perbesaran 500x	39
Gambar 4.7	Morfologi (a) 1% Nanoselulosa / Serat Rami Alkalisasi, (b) 0% Nanoselulosa / Serat Rami Non Alkali	40
Gambar 4.8	Pengujian SEM pada serat kelapa sawit dengan: (a) 0% NaOH, (b) 2% NaOH, (c) 5% NaOH, (d) 10% NaOH.....	41
Gambar 4.9	SEM pati jagung teralkalisasi dengan variasi konsentrasi NaOH.....	42
Gambar 4. 10	Diameter serat bambu (a) tanpa akalisasi dan (b) dengan alkalisasi 6% NaOH.....	43
Gambar 4.11	Variasi ukuran diameter serat akibat perlakuan alkalisasi.....	44
Gambar 4.12	SEM pada komposit epoxy dan serat sabut kelapa (a) tanpa alkalisasi, (b) dengan alkalisasi	45
Gambar 4.13	Pengaruh perlakuan alkalisasi serat terhadap nilai koefisien penyerapan suara komposit 15wt% sisal/PLA	46
Gambar 4.14	Nilai koefisien absorpsi suara serat sabut kelapa teralkalisasi pada berbagai variasi konsentrasi NaOH.....	47
Gambar 4.15	Koefisien absorpsi suara pada variasi diameter serat yang berbeda	48
Gambar 4.16	Koefisien absorpsi suara serat sekam jagung dalam variasi presentase NaOH.....	49
Gambar 4.17	Morfologi serat bambu petung dengan perlakuan alkalisasi 5% NaOH.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi kimia serat alam (Faruk dkk., 2012).....	10
Tabel 2.2	Peringkat penyerapan suara (ISO11654, 1997).....	19
Tabel 4.1	Daerah serapan infra merah serbuk serat bambu teralkalisasi (Zhang dkk., 2015)	32
Tabel 4.2	Daerah serapan setiap sampel (Oushabi dkk., 2017).....	34
Tabel 4.3	Pengaruh variasi konsentrasi pada proses alkalisasi	51
Tabel 4.4	Pengaruh variasi temperatur pada proses alkalisasi	60
Tabel 4.5	Pengaruh waktu perlakuan pada proses alkalisasi	63

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dekade terakhir, frekuensi kebisingan yang disebabkan oleh mesin kendaraan bermotor serta aktivitas manusia yang menghasilkan suara kencang sudah mulai diakui sebagai masalah yang mengganggu. Dengan pesatnya kemajuan teknologi kini mendukung adanya pemikiran dalam pengendalian kebisingan dengan bahan penyerap suara. Hal tersebut menjadi faktor penting sebagai peluang dalam pengembangan teknik peredaman suara dari material berpori. Bahan penyerap suara yang telah banyak beredar biasa digunakan dalam aplikasi luar dan dalam ruangan dengan menggunakan bahan berserat yang dapat berupa serat alami maupun serat sintetis. Material akustik yang terbuat dari serat alami lebih tidak berbahaya bagi kesehatan manusia dan lebih ramah lingkungan dibandingkan material dari serat sintetis konvensional (Arenas dan Crocker, 2010). Sebuah penelitian industri akhir-akhir ini mengidentifikasi bahwa sektor industri komposit polimer yang diperkuat serat alam di seluruh dunia mencapai US \$ 2,1 miliar pada 2010. Poin ini adalah minat pada industri *natural fiber reinforced polymer composites* (NFPC) akan terus tumbuh dengan cepat di seluruh dunia (Layth dkk., 2015). Minat terhadap serat alam tentunya dikarenakan beberapa faktor yang menjadi keunggulan serat sintetis seperti berat yang lebih ringan, ramah lingkungan, serta kekuatan dan kekakuan yang relatif tinggi. Berbagai pertimbangan tersebut mengarah pada penelitian lebih lanjut pada berbagai jenis komposit berbahan dasar efektif, ramah lingkungan, dan efisien untuk mencapai penyerapan akustik yang kuat dalam rentang frekuensi rendah (Rajappan dkk., 2017).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dibahas sebelumnya, perumusan masalah yang diidentifikasi pada *paper review* ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi, temperatur dan waktu pada proses alkalisasi serat terhadap terhadap morfologi dan struktur komposit?
2. Bagaimana pengaruh alkalisasi pada proses alkalisasi terhadap sifat absorpsi suara komposit serat alam?

1.3 Batasan Masalah

Agar diperoleh hasil akhir yang baik dan sesuai dengan yang diinginkan serta tidak menyimpang dari permasalahan yang ditinjau, maka ditentukan batasan masalah pada *paper review* ini adalah sebagai berikut.

1. Perbedaan jenis serat dalam *review* jurnal ini diabaikan.
2. Kandungan pengotor pada serat dalam *review* ini dianggap identik.
3. *Review* ini tidak membahas mengenai perbedaan metode penyusunan serat pada pembuatan komposit.
4. Pengaruh matriks pada komposit diabaikan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari *paper review* ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisa pengaruh variasi konsentrasi, temperatur dan waktu pada proses alkalisasi serat terhadap terhadap morfologi dan struktur komposit.
2. Menganalisa pengaruh proses alkalisasi terhadap sifat absorpsi suara komposit serat alam.

1.5 Manfaat Penelitian

Paper review ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Memberikan pengetahuan mengenai perlakuan alkalisasi sebagai pre-treatment dalam pembuatan komposit serat alam.
2. Sebagai referensi dalam melakukan penelitian dalam pembuatan material akustik penyerap suara.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Material Komposit

Material komposit merupakan material multifasa sebagai hasil kombinasi secara fisik dua material atau lebih dengan sifat dan struktur yang berbeda dengan tujuan dapat mencapai sifat-sifat yang tidak dapat dicapai oleh komponen individual itu sendiri (Chung dkk., 2010). Secara makroskopik, pencampuran material yang telah dilakukan hingga membentuk ikatan mekanik dapat terlihat homogen dan akan terlihat heterogen secara mikroskopik. Material baru yang dihasilkan akan memiliki sifat yang lebih unggul dibandingkan material pembentuknya (Sulistijono, 2012). Bahan komposit dapat didefinisikan sebagai suatu material yang tersusun dari campuran atau kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utama yang berbeda di dalam bentuk dan atau komposisi material yang tidak dapat dipisahkan (Schwartz, 1984). Struktur dari penyusun komposit akan mempengaruhi karakteristik komposit yang dihasilkan. Pemilihan komponen, proporsi, distribusi dan derajat kristlinitasnya dapat menjadi penentu dalam pembuatan komposit dengan sifat tertentu. Beberapa hal yang dapat menjadikan komposit menjadi pilihan dalam memilih material untuk industri yaitu dilihat dari berat yang lebih ringan dibandingkan logam, kekuatan dan kekakuan yang tinggi, tahan terhadap korosi serta konduktivitas thermal yang tinggi.

Struktur dari material komposit pada umumnya terdiri atas dua penyusun, dimana salah satu penyusunnya bertindak sebagai penguat (*reinforcement*) dan penyusun lainnya bertindak sebagai unsur pengikat (*matrix*). Terdapat beberapa jenis bahan pengikat dalam material komposit seperti keramik, metal, dan polimer. Dalam pembuatan komposit material polimer merupakan jenis pengikat yang paling sering digunakan. Pemilihan polimer sebagai matriks dalam pembuatan komposit ditujukan karena lebih mudah dalam proses pembuatan dan biaya yang dibutuhkan

lebih mudah dibandingkan jenis pengikat yang lain. Bahan penguat (*reinforcement*) memiliki berbagai macam bentuk. Bahan penguat dapat berupa partikel, serat, maupun penguat yang tersusun (struktur lapisan). Meskipun serat penguat merupakan unsur terpenting dari komposit namun matriks juga memiliki peranan yang penting (Smallman & Bishop, 2000). Fungsi matriks diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Mengisi kedalam sela-sela serat dan memadat sehingga menjadi pengikat serat
2. Mentransfer beban ke serat
3. Melindungi serat dari kemungkinan kerusakan dari lingkungan
4. Pemberi bentuk pada komposit

2.1.1 Penguat Komposit

Reinforcement merupakan salah satu material penyusun komposit yang berperan sebagai penguat komposit dan sebagai penahan beban utama terhadap beban yang diterima oleh material komposit. Tinggi dan rendah kekuatan komposit bergantung pada material penguat yang digunakan. *Reinforcement* pada komposit dapat berupa serat (*fiber*), partikel, dan *flake*. Material yang umum digunakan sebagai penguat komposit adalah jenis partikel, serat alam, serat karbon, serat gelas dan keramik.

2.1.2 Matriks

Matriks dalam komposit berfungsi sebagai material pengikat *filler* menjadi sebuah unit struktur. Penambahan matriks dimaksudkan dengan beberapa tujuan seperti sebagai pengikat serat menjadi satu kesatuan struktur, melindungi komposit dari perusakan eksternal, mendistribusikan beban ke serat. Dari tujuan penambahan matriks dapat disimpulkan bahwa matriks dan serat saling berhubungan.

Pemilihan suatu material sebagai matriks pada komposit sangat perlu diperhatikan. Suatu komposit memerlukan ikatan permukaan yang kuat antara serat dan matriks, dengan kata lain material dari suatu matriks harus mempunyai kecocokan secara

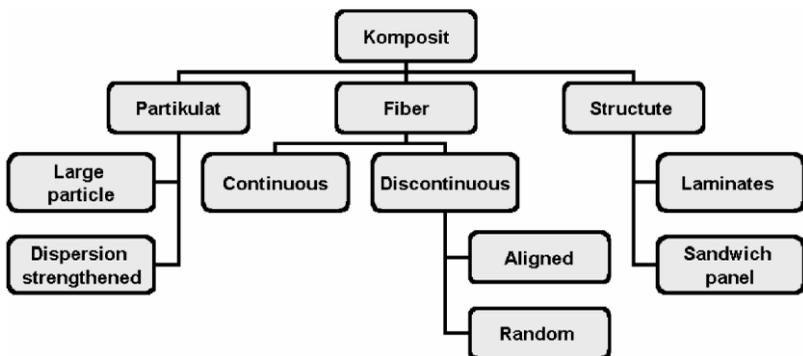
kimia agar reaksi yang tidak diinginkan tidak terjadi pada permukaan kontak antara keduanya. Selain itu beberapa sifat-sifat matriks juga harus diperhatikan antara lain seperti tahan terhadap panas, tahan cuaca yang buruk, dan tahan terhadap guncangan.

2.1.3 Klasifikasi Komposit

Secara garis besar klasifikasi bahan komposit dapat terbagi berdasarkan bahan pengisi (*reinforcement*) dan bahan pengikatnya (*matrix*)

1. Komposit berdasarkan bahan penguat (*reinforcement*)

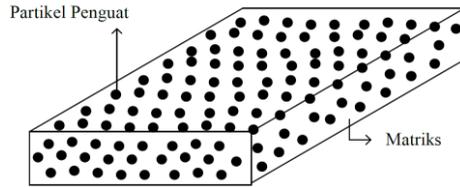
Berdasarkan jenis penguatnya, komposit dapat diklasifikasikan menjadi tiga macam seperti Gambar 2.1 sebagai berikut.



Gambar 2.1 Klasifikasi komposit berdasarkan jenis penguat (Sulistijono, 2012)

- a. Komposit Partikel (*Particulat Composite*)

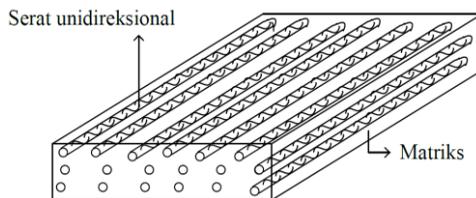
Merupakan komposit yang tersusun atas matriks dan partikel serbuk sebagai penguatnya yang terdistribusi merata dalam matriksnya. Pengaplikasian penguat berbentuk partikel dalam komposit memiliki tujuan sebagai pembagi beban agar terdistribusi merata dan menghambat deformasi.



Gambar 2.2 Komposit partikel (Sulistijono, 2012)

b. Komposit Serat (*Fiber Composite*)

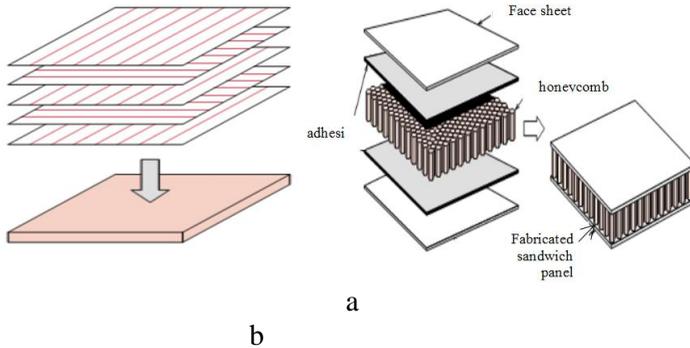
Merupakan komposit yang tersusun atas matriks dan partikel serat sebagai penguatnya. Penggunaan serat sebagai penguat memiliki fungsi sebagai penopang kekuatan dari komposit, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan. Fiber yang digunakan sebagai penguat matriks dapat berupa serat kontinyu dengan orientasi serat yang bermacam macam antara lain arah serat satu arah (unidireksional), dua arah (biaksial) dan tiga arah (triaksial) dan serat diskontinyu dengan ciri-ciri serat yang acak.



Gambar 2.3 Komposit serat (Sulistijono, 2012)

c. Komposit Laminat (*Structure Composite*)

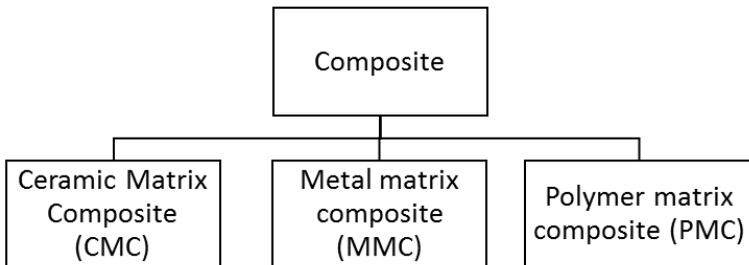
Komposit yang dilihat dari cara penggabungannya yang terdiri dari beberapa lapisan laminat yang memiliki bentuk lembaran. Terdapat dua jenis struktur yaitu struktur *laminat* dan struktur *sandwich*, ilustrasi dari kedua struktur komposit tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 a. *Laminates* , b. *Sandwich panels* (Callister, 2001)

2. Komposit berdadarkan bahan pengikat (*matrix*)

Berdasarkan jenis matriksnya, komposit dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis seperti pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Klasifikasi komposit berdasarkan jenis matriks (Callister, 2001)

a. *Ceramic Matrix Composite (CMC)*

Komposit jenis ini menggunakan bahan keramik sebagai matriksnya. Beberapa jenis keramik yang sering digunakan sebagai matriks diantaranya yaitu alumina, keramik gelas, dan silikon nitrida. Penggunaan keramik sebagai unsur pengikat sendiri memiliki beberapa keuntungan seperti dimensi yang lebih stabil dibanding

logam, tahan pada temperatur tinggi, serta kekuatan, ketangguhan dan ketahanan korosi yang tinggi.

b. *Metal matrix composite (MMC)*

Komposit matriks logam tersusun atas logam atau paduan sebagai matriks kontinu dan penguat yang dapat berupa partikel, serat pendek maupun serat kontinu. Berbagai jenis logam serta paduannya dapat digunakan sebagai matriks, diantaranya yaitu paduan aluminium dan paduan titanium (Chawla, 2011). Komposit berpenguat logam memiliki beberapa keuntungan seperti memiliki transfer tegangan dan regangan yang baik, tahan aus, memiliki muai thermal yang bagus, serta tidak mudah terbakar. Kelebihan Metal matrix dibandingkan polymer matrix yaitu kemampuan pengaplikasian dalam temperature tinggi, tidak mudah terbakar, dan tahan terhadap degradasi oleh cairan organik.

c. *Polymer matrix composite (PMC)*

Polimer merupakan unsur pengikat yang paling umum digunakan untuk material komposit karena memiliki sifat yang lebih tahan terhadap korosi dan lebih ringan dibandingkan dengan logam dan keramik. Polimer sendiri memiliki beberapa keunggulan seperti memiliki berat yang ringan dan kekuatan yang tinggi, sehingga pembuatan material komposit dengan matriks polimer akan lebih mudah, hemat biaya, dan dapat dilakukan dalam skala besar. Berdasarkan sifat termalnya, polimer dapat terbagi menjadi dua kelompok, yaitu polimer *thermoplastic* dan polimer *thermosetting*. Polimer *thermoplastic* adalah polimer yang akan melunak jika diberlakukan perlakuan panas dan akan menjadi keras apabila didinginkan. Material ini merupakan material polimer yang dapat didaur ulang (recycle). Thermoplastic akan meleleh pada suhu tertentu, serta melekat mengikuti perubahan suhu dan mempunyai

sifat dapat kembali kepada sifat aslinya, yaitu kembali mengeras apabila didinginkan. Jenis-jenis thermoplastic yang biasa digunakan adalah *polypropylene* (PP), *Polystryrene* (PS), *Polyethylene* (PE), dan lain-lain.

Polimer *Thermosets* adalah polimer yang dibentuk melalui polimerisasi kondensasi, bahan plastik yang tidak dapat dilunakkan kembali atau dibentuk kembali ke keadaan sebelum diberikan perlakuan panas. Polimer *thermosets* mempunyai sifat-sifat seperti tidak bisa didaur ulang, tidak bisa meleleh, atom-atomnya berikatan kuat sekali, tidak bisa mengalami pergeseran rantai, dapat dibentuk dengan proses injeksi pada cetakan panas. Jenis-jenis polimer *thermosets* yang biasa digunakan adalah *phenol-formaldehyde* (PF), *aminoplasts*, *epoxy resin* (ER), *unsaturated polyester*, *polyurethane* (PU), *phenol-aralkyl (xyloks)* dan lain-lain.

2.2 Serat Alam

Serat alam merupakan bahan baku yang berpotensi dalam segala bidang aplikasi karena karakteristik yang dimiliki. Serat alam merupakan solusi terhadap peningkatan tingginya harga bahan bakar fosil, pemanasan global, polusi lingkungan, dan rumah kaca. Kepopuleran serat alam sebagai material yang inovatif kini semakin meningkat. Keistimewaannya dalam nilai densitas yang rendah dibandingkan dengan *fiberglass* dan biaya yang terjangkau menjadikan serat alam banyak dimanfaatkan dalam dunia perindustrian.

Komposit berpenguat serat alam kini sedang marak digunakan untuk sejumlah aplikasi teknik pada beberapa perindustrian otomotif, kedirgantaraan, dan bahan bangunan. Hal tersebut berkaitan dengan keunggulan serat alam dengan karakteristik yang bagus dan beberapa kelebihan dibandingkan dengan serat sintetis seperti densitas yang relatif rendah, biaya yang rendah, lebih sedikit kerusakan pada peralatan pemrosesan,

memiliki karakteristik mekanik yang bagus dalam kekuatan tarik dan kelenturannya.

Pemanfaatan serat alam juga memiliki beberapa kelemahan seperti nilai kekuatan dampak yang rendah, daya serap air yang tinggi stabilitas dimensi terhadap air rendah, daya tahan terhadap cuaca, jamur/mikroorganisme yang rendah, reistensi terhadap api rendah, serta maksimal temperature pembuatan komposit untuk serat alam <200°C karena jika melebihi temperature tersebut maka dapat merusak selulosa dari serat alam tersebut (Li dkk., 2007).

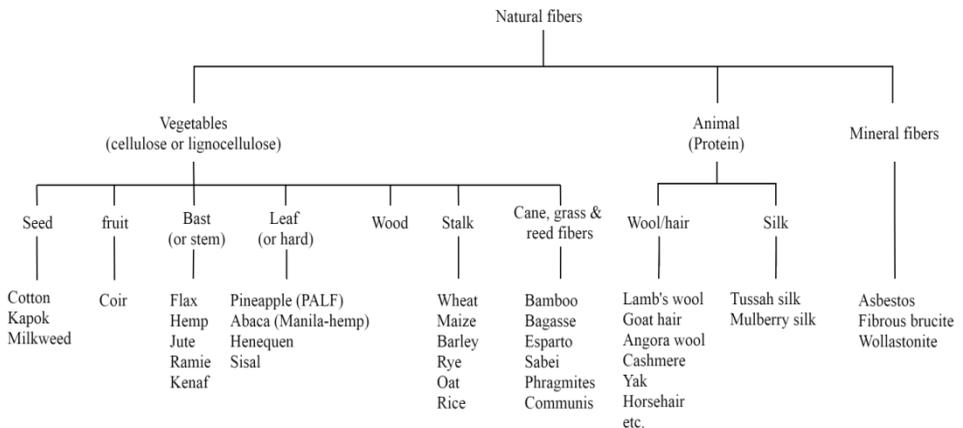
Tabel 2.1 Komposisi kimia serat alam (Faruk dkk., 2012)

Fiber	Cellulose (wt%)	Hemicellulose (wt%)	Ligning (wt%)	Waxes (wt%)
Bagasse	55.2	16.8	25.3	-
Bamboo	26-43	30	21-31	-
Flax	71	18.6-20.6	2.2	1.5
Kenaf	72	20.3	9	-
Jute	61-71	14-20	12-13	0.5
Hemp	68	15	10	0.8
Ramie	68.6-76.2	13-16	0.6-0.7	0.3
Abaca	56-63	20-25	7-9	3
Sisal	65	12	9.9	2
Coir	32-43	0.15-0.25	40-45	
Oil palm	65	-	29	-
Pineapple	81	-	12.7	-
Curaua	73.6	9.9	7.5	-
Wheat straw	38-45	15-31	12-20	-
Rice husk	35-45	19-25	20	-
Rice straw	41-57	33	8-19	8-38

Melimpahnya serat selulosa sebanding dengan peningkatan kebutuhan akan bahan-bahan ramah lingkungan. Pemanfaatan

serat selulosa didapatkan dari beberapa sumber seperti serabut kelapa, serat pisang, serat rumput laut, serat rami, serat tangkai alag-alang, dan serat alami lain yang dapat dimanfaatkan sebagai material temuan yang inovatif. Selain selulosa serat alam memiliki beberapa penyusun lainnya seperti hemiselulosa, pektin, lignin, dan lilin dengan konsentrasi yang bervariasi pada jenis serat yang berbeda seperti pada Tabel 2.1 (Westman, 2010).

Secara struktural pada Gambar 2.6, serat alam dapat diklasifikasikan menjadi tiga bagian yaitu serat alam yang berasal dari tumbuhan, serat alam berasal dari binatang, dan serat alam *inorganic* berupa mineral alami.



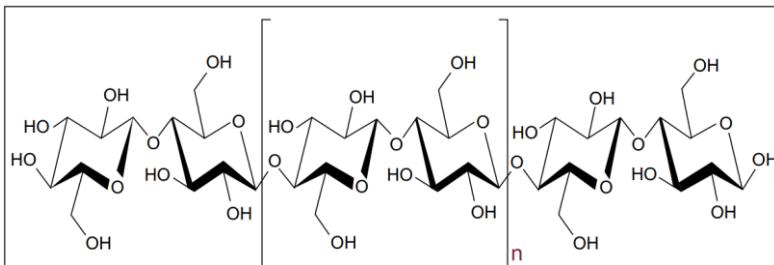
Gambar 2.6 Klasifikasi natural fiber (Bismarck dkk., 2005)

2.3 Selulosa

Jumlah selulosa di alam sangat berlimpah sebagai sisa tanaman atau dalam bentuk sisa pertanian seperti jerami padi, kulit jagung, gandum, kulit tebu dan tumbuhan lainnya (Han and Chen, 2007). Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman. Kandungan selulosa pada dinding sel tanaman tingkat tinggi sekitar 35-50% dari komposisi total penyusun dinding sel tumbuhan (Koolman, 2001). Selulosa termasuk kedalam polisakarida yang terdiri atas satuan-satuan dan

mempunyai massa molekul relatif yang sangat tinggi, tersusun dari 2.000-3.000 glukosa.

Selulosa merupakan polimer alami yang dapat terurai secara hayati, biokompatibel, dan dapat diperbarui dan oleh karena itu dianggap sebagai alternatif dari polimer berbasis bahan bakar fosil yang tidak dapat terurai. Rumus molekul selulosa adalah $(C_6H_{10}O_5)_n$. Struktur kimia selulosa pada Gambar 2.7 menunjukkan bahwa selulosa terbentuk secara kondensasi, polimer ini terdiri dari monomer yang disatukan oleh jembatan oksigen gliko-sidik. Selulosa tersusun dari nit-unit β -1,4-glukosa yang dihubungkan dengan ikatan β -1,4-D-glikosida (Han dkk., 1995). Rantai panjang selulosa terhubung secara bersama melalui ikatan hidrogen dan gaya van der Waals (Perez dkk., 2002)

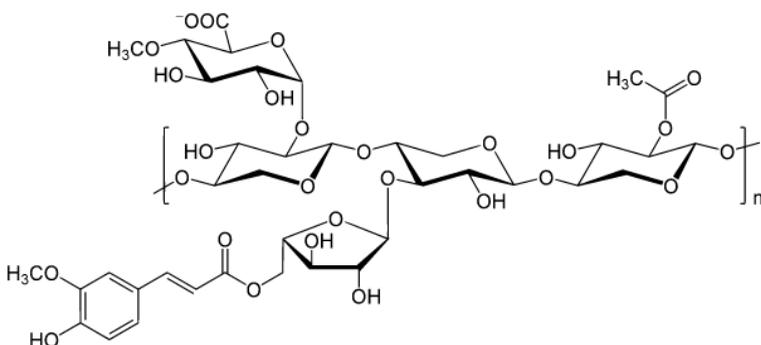


Gambar 2.7 Struktur kimia selulosa (George dkk., 2015)

Secara alamiah molekul-molekul selulosa tersusun dalam bentuk fibril-fibril yang terdiri dari beberapa molekul selulosa yang dihubungkan dengan ikatan glikosidik. Fibril-fibril ini membentuk struktur kristal yang dibungkus oleh lignin. Komposisi kimia dan struktur yang demikian membuat kebanyakan bahan yang mengandung selulosa bersifat kuat dan keras. Sifat kuat dan keras yang dimiliki oleh sebagian besar bahan berselulosa membuat bahan tersebut tahan terhadap peruraian secara enzimatik (Djerbi dkk., 2005).

2.4 Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan polisakarida yang mempunyai berat molekul lebih kecil daripada selulosa. Hemiselulosa dicirikan sebagai sekelompok polisakarida dinding sel bukan selulosa atau pektin yang bersifat hidrofilik dan memiliki tulang punggung glukosa, manosa atau xilosa yang terhubung dengan β -(1 \rightarrow 4) yang terhubung dalam konfigurasi ekuator. Hemiselulosa tersusun dari bermacam-macam jenis gula. Lima gula netral, yaitu glukosa, manosa, galaktosa (heksosan), xilosa dan arabinosa (pentosan) merupakan konstituen utama hemiselulosa (Fengel dan Wegener, 1995). Gambar 2.8 menggambarkan struktur kimia hemiselulosa pada serat alam. Rantai utama hemiselulosa dapat terdiri hanya satu jenis monomer (homopolimer), seperti xilan, atau terdiri atas dua jenis atau lebih monomer (heteropolimer), seperti glukomannan. Hemiselulosa memainkan peran penting dalam proses fibrilasi. Hal tersebut dimungkinkan karena ikatan hidrogen dan muatan negatif pada hemiselulosa. Hemiselulosa mengelilingi selulosa mikrofibril melalui berbagai ikatan hidrogen yang menutup celah antara mikrofibril dan menghalangi fibril dari agregasi. Hemiselulosa juga mengandung asam glukuronat dengan gugus karboksil yang memungkinkan delaminasi serat dengan cara gaya tolak elektrostatis.

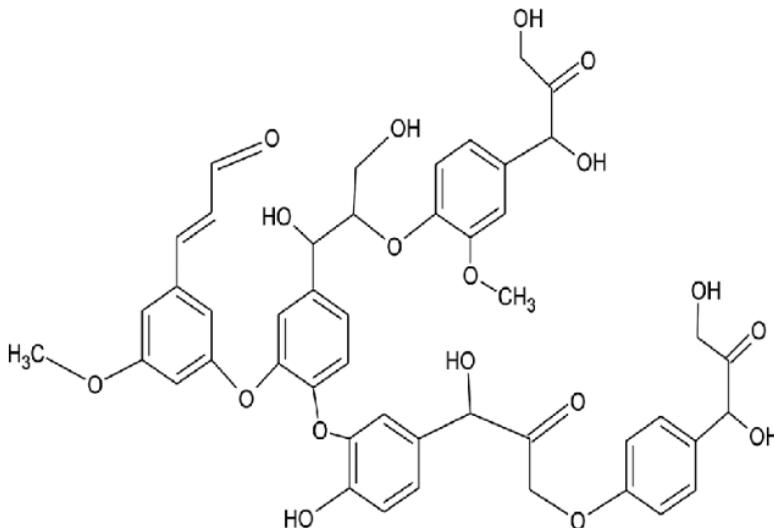


Gambar 2.8 Struktur kimia hemiselulosa (Thakur dkk., 2013)

2.5 Lignin

Gambar 2.9 menunjukkan struktur kimia dari lignin. Lignin merupakan zat organik yang memiliki polimer banyak dan merupakan hal yang penting dalam dunia tumbuhan. Lignin adalah polimer berkarat aromatik-fenolik yang tinggi, berwarna kecoklatan, dan relatif lebih mudah teroksidasi. Struktur kimia lignin sangat kompleks dan tidak berpola sama. Gugus aromatik ditemukan pada lignin, yang saling dihubungkan dengan rantai alifatik, yang terdiri dari dua sampai tiga karbon. Proses pirolisis lignin menghasilkan senyawa kimia aromatis berupa fenol, terutama kresol.

Lignin tersusun atas jaringan polimer fenolik yang berfungsi merekatkan serat selulosa dan hemiselulosa sehingga menjadi sangat kuat. Fungsi lignin adalah untuk menopang tanaman secara mekanis dan juga untuk memperkuat tanaman. Letak lignin berada di antara selulosa dan hemiselulosa untuk mengikat keduanya. Lignin juga mengontrol degradasi UV pada serat alam (Sun dan Cheng, 2002).



Gambar 2.9 Struktur kimia lignin (Mahmood dkk., 2018)

2.6 *Chemical Treatment*

Pre-treatment dalam pengolahan serat alam merupakan langkah yang dapat dilakukan untuk menghilangkan kotoran, membersihkan permukaan serat, menghilangkan lapisan lignin, lilin, dan minyak berlebih (Nasidi dkk., 2018). *Pre-treatment* dapat dilakukan dengan menggunakan bahan kimia atau dapat disebut dengan *chemical treatment*. Chemical treatment dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa senyawa seperti NaOH, *silane*, *acetic acid*, *acrylic acid* dengan tujuan untuk memperbaiki sifat permukaan serat alam. Hal tersebut ditujukan untuk meningkatkan kekuatan ikatan antara serat dan matriks sehubungan dengan adanya gugus hidroksil diferensial serta untuk mengurangi sifat penyerapan air pada serat alam (Li dkk., 2007). Perlakuan kimia yang biasa diaplikasikan pada serat alam diantaranya adalah alkalisasi, *silane treatment*, *Acetylation treatment*, dll. Alkalisasi merupakan salah satu perlakuan serat alami yang paling sering digunakan pada serat alam sebagai bahan penguat dalam matriks termoplastik dan termoset (Ahad & dkk., 2009).

2.7 *Alkalisasi*

Alkalisasi merupakan proses modifikasi serat alam secara kimia yang paling sering digunakan dengan tujuan untuk meningkatkan kompatibilitas antara matriks dan serat serta meningkatkan kekuatan mekanik pada komposit dengan menggunakan larutan alkali. Alkalisasi telah dilakukan dengan beberapa cara menggunakan senyawa kimia antara lain NaOH, KOH, Na₂CO₃, NaHCO₃, Na₂CO₃, dan Ca(OH)₂. Senyawa NaOH merupakan senyawa kimia yang paling banyak digunakan karena NaOH merupakan senyawa yang paling mudah ditemukan dan ekonomis serta paling efektif dalam memprakarsai penurunan diameter serat dan peningkatan kualitas permukaan serat. *Pretreatment* dengan senyawa lain seperti Ca(OH)₂ dapat menyebabkan pembentukan lapisan CaCO₃ yang menempel pada serat, sehingga dapat mencegah defibrilasi (Santos dkk., 2018).

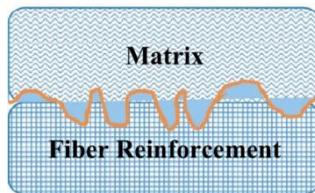
Alkalisasi dengan senyawa NaOH, KOH, K₂CO₃, dan Na₂CO₃ pada konsentrasi perlakuan yang sama menunjukkan hasil kandungan gugus –OH yang lebih baik pada sampel dengan perlakuan menggunakan NaOH. (Furnata dkk., 2017). Seperti yang disebutkan bahwa serat alam terdiri dari beberapa komposisi yaitu selulosa dan komposisi lain non selulosa seperti hemicellulose, lignin, pectin, dan pengotor (Khalil dkk., 2016). Proses alkalisasi dapat mengisolasi atau memisahkan kandungan non selulosa pada serat seperti lignin dan wax yang dapat menyebabkan rendahnya kekuatan komposit serat alam serta menyebabkan buruknya ikatan antar muka antara matriks dan serat alam (Mohanty dkk., 2001). Hilangnya kandungan lignin pada serat alam karena adanya perubahan ikatan hidrogen dalam struktur jaringan serat yang mengakibatkan permukaan serat menjadi kasar. Proses alkalisasi dapat mengurangi ikatan hidrogen karena gugus hidroksil bereaksi dengan sodium hidroksida yang menyebabkan meningkatnya konsentrasi –OH jika dibandingkan dengan serat tanpa perlakuan (Lojewska dkk., 2005). Merujuk pada penelitian Brahma dan Dina, 2018, Penambahan larutan sodium hidroksida (NaOH) pada proses alkalisasi serat alam dapat meningkatkan ionisasi gugus hidroksil menjadi alkoksida seperti pada persamaan (2.1) berikut :



Selama perlakuan alkalisasi terjadi perombakan struktur pada serat dengan pelarutan lignin dan hemiselulosa yang mengakibatkan pemisahan serat menjadi serat yang lebih kecil atau halus (Bledzki dan Gassan, 1999). Hilangnya lapisan permukaan terjadi dengan adanya pemutusan ikatan pada rantai polimer pada lignin dan hemiselulosa akibat perlakuan alkalisasi , (Yan dkk., 2012). Akibat dari hilangnya lapisan lignin dan pengotor lainnya pada permukaan serat menyebabkan pengurangan ukuran diameter dan panjang serat pada serat alam (Zhang dkk., 2015). Proses alkalisasi juga mengakibatkan

permukaan serat yang lebih bersih dari pengotor dan kasar sehingga dapat meningkatkan ikatan antara serat dan matriks (Ju'nior dkk., 2014).

Sifat hidrofilik dari serat alam mungkin memiliki kelemahan jika digunakan sebagai penguat matriks polimer yang bersifat hidrofobik. Selulosa, merupakan komponen utama serat alam yang dilapisi oleh lignin dan hemiselulosa sehingga memiliki struktur yang kuat dan kaku. Namun dengan adanya lignin dan hemiselulosa pada permukaan serat dapat menyebabkan lemah nya gaya adhesi antara serat dan bahan polimer. Sehingga hilangnya komponen tersebut akibat proses alkalisasi dapat membuat permukaan serat menjadi kasar dan dapat memperbaiki ikatan antara serat alam dan matriks dengan penguncian secara mekanik.



Gambar 2.10 *Mechanical interlocking* pada matriks dan serat yang telah teralkalisasi (Latif dkk., 2019)

Penguncian secara mekanik dapat terjadi ketika matriks mengisi ruang serat yang kasar dan tidak rata seperti pada Gambar 2.10.

Proses alkalisasi dapat menghilangkan kotoran dan zat lilin dari permukaan serat sehingga permukaan serat menjadi lebih kasar yang dapat meningkatkan penguncian mekanik pada komposit. Seperti yang telah diketahui, perlakuan alkalisasi telah banyak digunakan pada tahap persiapan bahan dalam pembuatan komposit polimer dengan serat alam. Dalam berbagai jurnal, didapatkan bahwa proses alkalisasi memiliki beberapa parameter yang harus dipertimbangkan seperti temperatur, konsentrasi larutan, serta waktu perendaman. Konsentrasi NaOH dan waktu perendaman merupakan dua pertimbangan yang patut

diperhatikan dalam proses alkalisasi. Dimana, kedua hal tersebut dapat berpengaruh terhadap peningkatan kekuatan ikatan antarmuka serat dan matriks. Konsentrasi larutan NaOH yang digunakan biasanya berkisar pada batas 1-25% dengan waktu perendaman selama 160 menit (Symington dkk., 2009).

Namun, dikarenakan adanya variasi konstituen kimia antara jenis yang sama serta adanya berbagai jenis serat alam, maka parameter untuk proses alkalisasi akan berbeda pada setiap penelitian. oleh sebab itu parameter seperti konsentrasi NaOH, waktu dan suhu akan bervariasi untuk setiap serat.

2.8 Material Akustik

Akustik merupakan ilmu interdisipliner yang berkaitan dengan studi semua gelombang mekanik dalam gas, cairan dan padatan termasuk topik-topik seperti getaran, suara, ultrasonik dan infrasonik (Padhye & Nayak, 2016). Material akustik adalah suatu bahan teknik yang dirancang untuk mengontrol, mengarahkan, dan memanipulasi gelombang suara yang mungkin terjadi dalam fasa cair, gas dan padatan. Semua material dan permukaan suatu benda memiliki tingkat penyerapan tertentu . penyerapan bunyi tersebut mempengaruhi waktu dengung sehingga dapat menentukan kualitas akustik suatu material. Energi suara yang diterima oleh suatu material akan dikonversi menjadi energi panas, yang merupakan hasil dari friksi dan resistansi dari berbagai material untuk bergerak dan berdeformasi. Sama halnya dengan besar energi suara yang sangat kecil bila dilihat dalam satuan Watt, energi panas yang dihasilkan juga sangat kecil sehingga secara makroskopis tidak akan terlalu terasa perubahan temperatur pada bahan tersebut.

Terdapat beberapa fenomena yang dapat terjadi ketika berkas suara menumbuk suatu material akustik seperti terjadinya dari penyerapan (*absorb*) dan difusi hingga isolasi dan kontrol kebisingan. Beberapa hal tersebut mungkin memiliki kinerja akustik yang serupa tetapi karakteristik dari masing-masing fenomena sangat berbeda dalam hal keberlanjutan (Ruijgrok,

1993). Menurut Lewis dan Doughlas (1993), material akustik dapat dibagi ke dalam tiga kategori dasar, yaitu: material penyerap (*absorbing material*), material penghalang (*barrier material*), dan material peredam (*damping material*).

Material penyerap bunyi (*absorbing material*) dapat diartikan di mana kebisingan yang diterima material dapat diserap oleh material itu sendiri. Ketika gelombang bunyi mengenai partikel-partikel didalam material, maka sebagian bunyi akan diserap dan sebagian lagi akan dipantulkan. Suatu material dapat dikategorikan sebagai penyerap bunyi apabila material tersebut memiliki nilai koefisien absorpsi suara yang sesuai dengan standar ISO 11654 seperti pada Tabel 2.2. Bahan-bahan akustik yang tergolong sebagai bahan penyerap suara antara lain adalah *glass wool*, *rock wool*, *soft board*, karpet, kain, busa, *acoustic tiles*, resonator, dan lain-lain (Peng, 2017).

Tabel 2.2 Peringkat penyerapan suara (ISO11654, 1997)

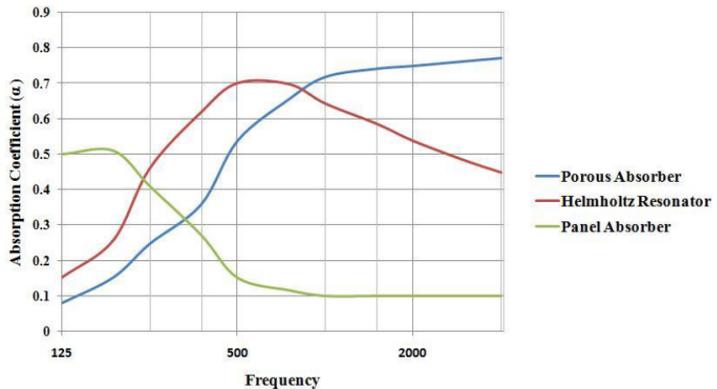
Peringkat penyerapan suara	α_w
A	> 0.9
B	0.8-0.85
C	0.6-0.75
D	0.3-0.55
E	0.15-0.25
Tidak teridentifikasi	< 0.10

Material penyerap suara terdiri dari material berpori, material penyerap panel dan material resonator rongga (Lewis dan Douglas, 1993). Nilai koefisien absorpsi dari bahan penyerap berbeda satu dengan yang lainnya, seperti pada Gambar 2.11, bergantung kepada jenis bahan.

1. Bahan penyerap akustik berpori yang biasanya digunakan ialah serat gelas dan wol batu. Bahan-bahan ini mempunyai ciri penyerapan akustik yang tinggi dan tahan api. Akan

tetapi serat-serat halus bahan tersebut dapat menyebabkan gangguan pernafasan dan paru-paru manusia, apabila terhirup dan juga berharga cukup mahal. Bahan penyerap akustik berpori terdiri dari lubang-lubang kecil sebagai jalan masuknya gelombang suara. Material penyerap berpori dapat diklasifikasikan sebagai selular, serat, dan granular pada konfigurasi mikroskopisnya. Sel *Polyurethane* dan foam adalah salah satu jenis dari material selular. Sementara material serat biasanya terdiri dari serat alami dan serat sintetis. Dan contoh dari granular material yaitu asphalt, tanah liat, pasir, tanah dan sebagainya (Arenas, 2010).

2. Bahan penyerap berupa panel bekerja dengan cara mengubah energi suara yang datang menjadi getaran yang kemudian diubah menjadi energi gesek oleh material berpori yang ada di dalamnya (misal oleh udara atau material berpori). Ini berarti material tipe ini lebih sensitif terhadap komponen tekanan dari gelombang suara yang datang, sehingga lebih efektif apabila ditempelkan di dinding. Bahan penyerap tipe ini lebih dominan menyerap energi suara ber frekuensi rendah .
3. Tipe lain dari bahan penyerap suara adalah Resonator Helmholtz. Efektifitas bahan penyerap suara tipe ini ditentukan oleh adanya udara yang terperangkap di pipa atau leher diatas bidang berisi udara. Permukaan berlubang menjadi ciri utama resonator yang bekerja pada frekuensi tertentu, tergantung pada ukuran lubang, leher dan volume ruang udaranya (Angus dkk., 2009).



Gambar 2.11 Nilai koefisien absorpsi suara material penyerap bunyi (Angus dkk., 2009)

Material penghalang (*barrier material*) pada dasarnya memiliki massa yang padat untuk menghalangi bunyi yang masuk kedalam material. Parameter yang digunakan untuk menjelaskan sifat isolasi bunyi atau kemampuan menghentikan bunyi adalah koefisien transmisi (τ). Koefisien transmisi merupakan perbandingan dari bunyi yang ditransmisikan melalui suatu material terhadap daya bunyi yang datang. Semakin kecil nilai transmisinya semakin bagus sifat isolasinya (Lewis dan Douglas, 1994).

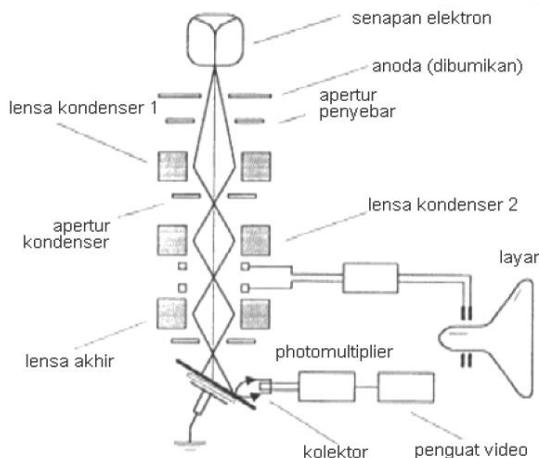
Material peredam bunyi (*damping material*) didefinisikan sebagai material yang mempunyai sifat dapat meredam gelombang bunyi. Material redaman ini merupakan salah satu material yang sangat dibutuhkan dalam desain akustik sebuah ruangan. Material yang dapat digunakan sebagai peredam adalah lapisan plastik, polimer, logam, epoxy atau lem yang relatif tipis yang dapat digunakan untuk melapisi suatu benda (Lewis dan Douglas, 1994).

2.9 Pengujian Scanning Electron Microscope (SEM)

Pengujian SEM memiliki tujuan untuk menganalisa morfologi, ukuran partikel, pori, serta bentuk partikel material

komposit. Pengujian ini didasarkan pada standard ASTM E2809. Pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM) dilakukan menggunakan sebuah mikroskop elektron yang didesain untuk mengamati permukaan objek solid secara langsung dengan resolusi gambar yang lebih tinggi. Gambar dihasilkan dari deteksi elektron yang dihamburkan atau berdasarkan elektron sekunder. Elektron sekunder berasal dari permukaan sampel. Sedangkan elektron yang dihamburkan berasal dari bagian sampel yang lebih dalam dan memberikan informasi tentang struktur permukaan sampel.

Adapun cara kerja dari SEM adalah electron gun memproduksi electron beam, anoda menangkap electron beam untuk kemudian diarahkan ke sampel kemudian serangkaian lensa magnetik memfokuskan beam ini dan menembakkan ke sampel, scanner membaca struktur permukaan sampel selanjutnya menangkap sinyal dari secondary dan back scattered electron untuk dikirim ke sistem kontrol sehingga dapat dilihat gambarnya pada monitor dan dapat dicetak bila diperlukan. Instrumen dari mesin uji SEM dapat dilihat pada Gambar 2.12.

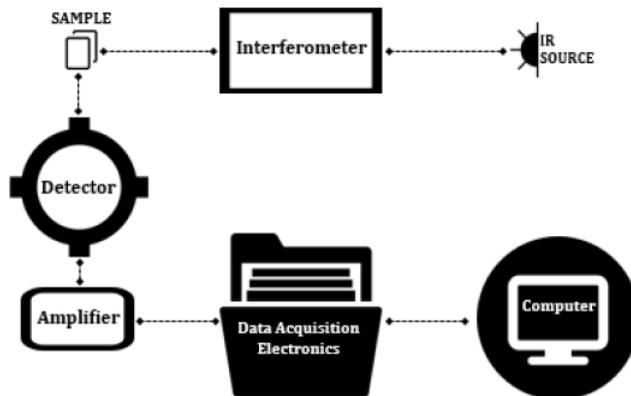


Gambar 2.12 Prinsip kerja SEM (Anggraeni, 2018)

2.10 Pengujian Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) merupakan teknik analitik yang digunakan untuk mengidentifikasi material organik (dalam beberapa kasus juga pada material inorganik). Teknik ini mengukur absorpsi panjang gelombang cahaya infrared yang dipancarkan oleh material yang diuji. Pita absorpsi *infrared* ini menunjukkan struktur dan komponen molekul tertentu.

Cara kerja FTIR pada Gambar 2.13 dapat diuraikan seperti berikut ini: Mula mula zat yang akan diukur diidentifikasi, berupa atom atau molekul. Sinar infra merah yang berperan sebagai sumber sinar dibagi menjadi dua berkas, satu dilewatkan melalui sampel dan yang lain melalui pembanding. Kemudian secara berturut-turut melewati chopper. Setelah melalui prisma atau grating, berkas akan jatuh pada detektor dan diubah menjadi sinyal listrik yang kemudian direkam oleh rekorder.

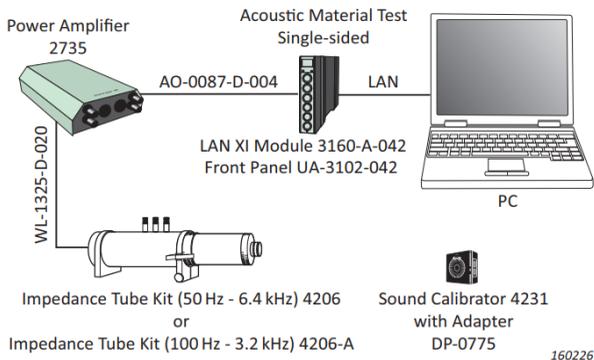


Gambar 2.13 Prinsip kerja FTIR (Munajad dkk., 2018)

2.11 Pengujian Koefisien absorpsi suara

Nilai koefisien absorpsi suara suatu material dapat diketahui dari pengujian menggunakan mesin uji *Impedance Tube Kit* 4206 Bruel & Kjaer yang berstandard pada ASTM E1050-12.

Pengujian koefisien absorpsi suara diukur dengan menggunakan sound level meter, intensitas bunyi yang diukur antara lain intensitas bunyi yang datang, intensitas yang dipantulkan dan intensitas yang ditransmisikan yang tujuannya mengetahui kemampuan suatu material untuk menyerap suara. Kualitas material penyerap suara ditentukan dengan harga α (koefisien penyerap bahan terhadap bunyi). Prinsip dari pengujian ini adalah semakin besar nilai α , maka semakin baik kemampuan material tersebut dalam menyerap suara. Nilai α berkisar dari 0 sampai 1. Jika nilai α adalah 0, maka tidak ada bunyi yang diserap oleh material tersebut. Sebaliknya jika nilai α adalah 1, maka 100% bunyi diserap oleh material.



Gambar 2.14 Rangkaian alat uji koefisien absorpsi suara *impedance tube kit* 4206 (Kjaer, 2019)

Alat pengujian pada Gambar 2.14 dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Impedance Tube kit 4206: sebagai tempat pengukuran koefisien serapan sampel.
2. Sound calibrator 4231: sebagai alat kalibrasi mikrofon.
3. Power amplifier 2735: untuk menguatkan gelombang bunyi.
4. Acoustic material testing: untuk menganalisa sinyal yang diterima mikrofon.
5. Komputer: untuk mengolah dan menampilkan data pengujian.

Menurut Koizumi dkk (2002) koefisien absorpsi suara didefinisikan sebagai rasio energi yang diserap terhadap energi yang datang.

$$\alpha = \frac{\text{Energi suara yang diserap}}{\text{Energi suara datang}} \quad (2.2)$$

Mengingat terdapat ketebalan sampel, pengukuran penyerapan bunyi dapat ditentukan dari bilangan gelombang kompleks untuk menghitung impedansi permukaan (Z_s) dan nilai koefisien penyerapan (α) menggunakan persamaan berikut.

$$\alpha = 1 - |R|^2 \quad (2.3)$$

$$R = \frac{Z_s - \rho_0 c}{Z_s + \rho_0 c} \quad (2.4)$$

$$Z_s = -jz_c \cot(k_c d) \quad (2.5)$$

Dimana, R adalah koefisien refleksi tekanan suara, Z_c adalah impedansi karakteristik $\rho_0 c$, dan d adalah ketebalan sampel.

2.12 *Sound Pressure Level*

Sound Pressure Level adalah indikator kekuatan gelombang akustik yang paling umum digunakan. Pengukuran ini berkorelasi baik dengan persepsi manusia tentang kebisingan dan mudah diukur dengan instrumentasi yang relatif murah. *Sound Pressure Level* atau Tingkat Tekanan Suara merupakan besarnya daya atau tinggi gelombang suara, yang merupakan ukuran derajat intensitas suatu bunyi. Pada frekuensi 1.000 Hz, intensitas bunyi terlemah yang masih dapat didengar manusia adalah $0,00002 \text{ N/m}^2$ sedang intensitas bunyi terkeras sebesar 20 N/m^2 . Rentang intensitas bunyi yang dapat didengar manusia sangat lebar, yaitu $0,00002 - 20 \text{ N/m}^2$, biasanya besarnya intensitas bunyi dipadatkan dalam satuan desibel (dB). Ketika tekanan suara sama dengan tekanan referensi, level resultannya adalah 0 dB (Long, 2014). Persamaan tingkat tekanan suara dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$L_p = 20 \log(P/P_r) . \quad (2.6)$$

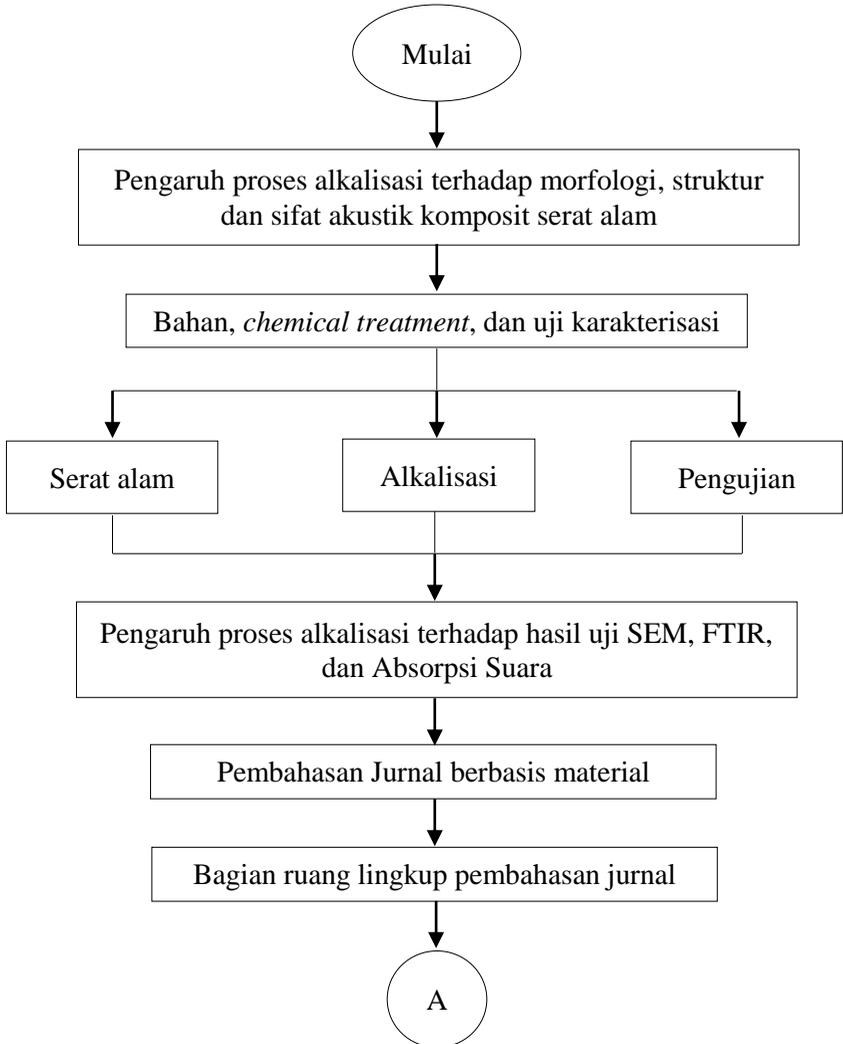
Dimana,

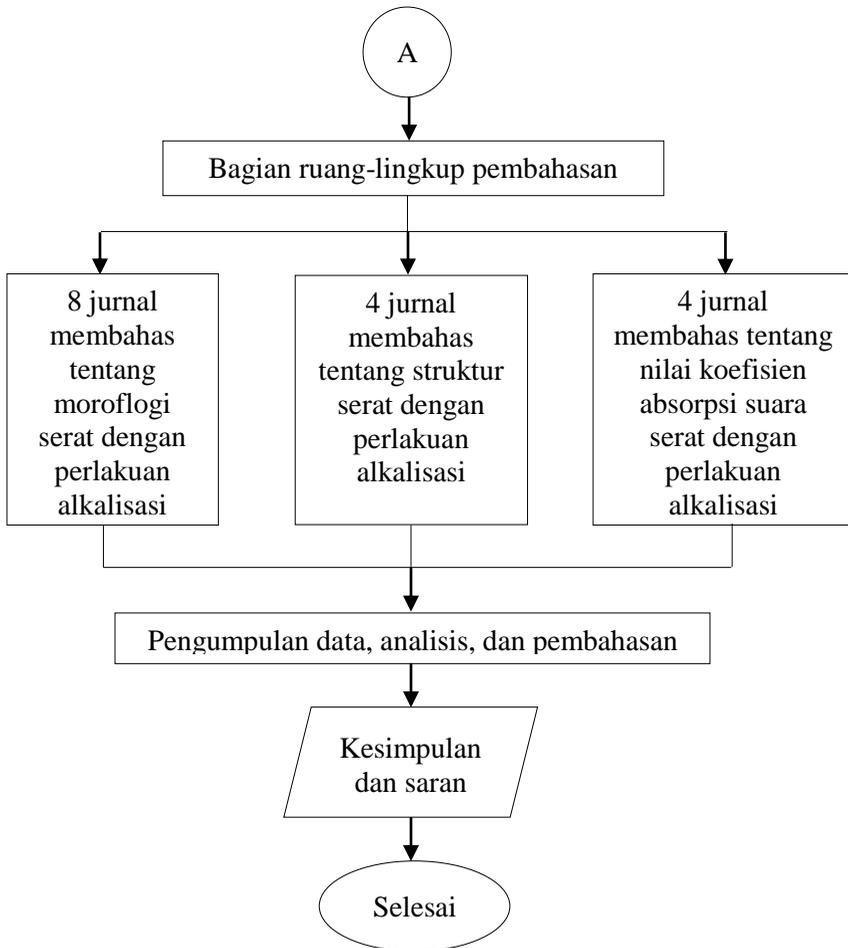
P = rms tekanan suara (Pa)

P_r = tekanan referensi (2×10^{-5} Pa)

BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir





Gambar 3.1 Diagram Alir

Pada *review* jurnal ini membahas tentang pengaruh perlakuan alkalisasi terhadap morfologi dan sifat akustik dari komposit serat alam, dimana pada proses alkalisasi pada umumnya menggunakan larutan NaOH. Pemberian perlakuan alkalisasi pada serat alam memiliki beberapa parameter yang digunakan seperti konsentrasi NaOH, temperatur, dan waktu, dimana dalam pembahasan review jurnal ini terdapat 8 jurnal yang membahas pengaruh proses alkalisasi pada morfologi serat, 4 jurnal yang membahas pengaruh proses alkalisasi pada morfologi serat dan komposit serat alam, serta 4 jurnal yang membahas pengaruh proses alkalisasi pada hasil pengujian koefien absorpsi suara pada komposit serat alam.

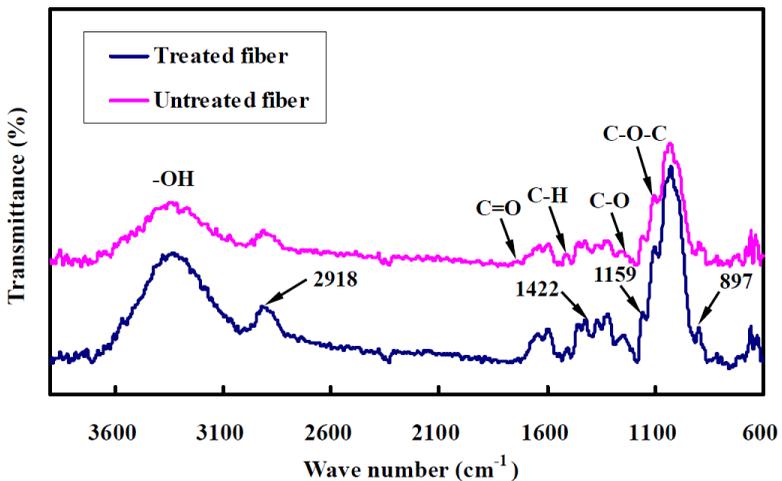
(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data

4.1.1 Pengaruh Proses Alkalisasi Terhadap Struktur dan Morfologi Komposit Serat Alam

Pengaruh perlakuan alkalisasi pada serat alam dapat diidentifikasi menggunakan alat spektroskopi inframerah. Gambar 4.1 menunjukkan menunjukkan spektrum FTIR dari serat bambu tanpa perlakuan alkalisasi dan dengan perlakuan alkalisasi berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Zhang dkk (2015).



Gambar 4.1 Spektra FTIR dari serat bambu tanpa alkalisasi dan dengan alkalisasi (Zhang dkk., 2015)

Pada Gambar 4.1 menunjukkan spektrum FTIR serat bambu tanpa alkalisasi dan dengan perlakuan alkalisasi menggunakan larutan NaOH dengan konsentrasi 4% selama 1 jam. Proses alkalisasi dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan komponen pengisi

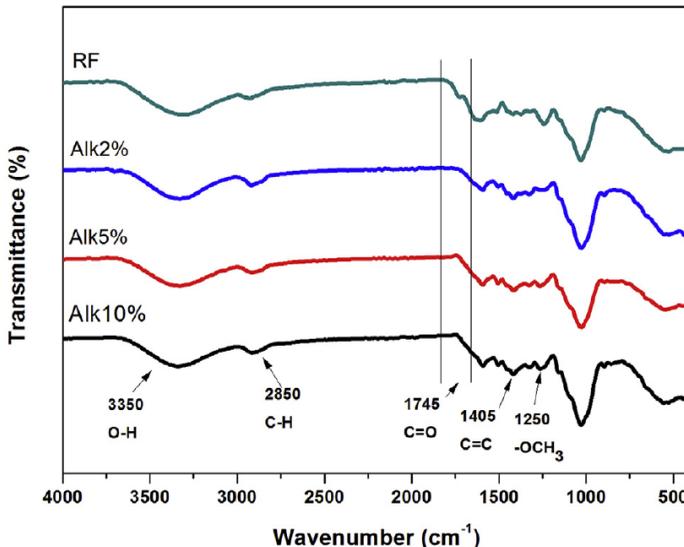
serat yang mengganggu dalam menentukan ikatan serta kekuatan antar muka yaitu lignin.

Tabel 4.1 Daerah serapan infra merah serbuk serat bambu teralkalisasi (Zhang dkk., 2015)

Peak (cm ⁻¹)	Ikatan dan Jenis Gugus Fungsi
3200–3500	–OH <i>stretching</i>
2918	C–H <i>stretching</i>
1737	C=O <i>stretching</i>
1513	C–H <i>stretching</i>
1422, 1159	CH ₂ <i>deformation</i>
1247	<i>Acetyl groups</i>
1104	C–O–C <i>stretching</i>
1032	C–O/C–C <i>stretching</i>
897	C–OH <i>stretching</i>

Hasil spektrum FTIR serbuk serat bambu pada Tabel 4.1 menunjukkan absorpsi yang kuat pada daerah serapan 3200–3500 cm⁻¹ sebagai indikasi O–H *stretching* pada group hidroksil selulosa. Group hidroksil selulosa juga dapat menurun secara bertahap seiring dengan perlakuan alkalisasi (Rahman dkk., 2009). Proses alkalisasi dapat mengurangi ikatan hidrogen karena gugus hidroksil bereaksi dengan sodium hidroksida yang menyebabkan meningkatnya konsentrasi –OH jika dibandingkan dengan serat tanpa perlakuan (Lojewska dkk., 2005). Pada daerah serapan 2918 cm⁻¹ merupakan ikatan C–H *stretching* pada CH₂ dari group CH₂–OH selulosa. Sesuai dengan penelitian Chen dkk, 2017, dimana kandungan hemiselulosa dan pektin menurun akibat perlakuan alkalisasi, pada daerah serapan 1737 cm⁻¹ yang terkait dengan ikatan C=O dan pada puncak 1513 cm⁻¹ merupakan kelompok karboksilat yang menunjukkan hemiselulosa dan pektin menjadi lebih lemah dengan perlakuan alkalisasi. Hal tersebut dapat dikaitkan dengan fakta bahwa konstituen ini tidak dapat

sepenuhnya dihilangkan dalam larutan NaOH. Puncak pada bilangan gelombang 1247 cm^{-1} dikaitkan dengan C-O *stretching* pada lignin. Pada grafik ditunjukkan adanya puncak 1104 cm^{-1} . Ikatan C-O-C juga terdapat pada hemiselulosa dan pektin. Pada rentang tersebut masih terdapat *peak* dengan intensitas rendah yang mengindikasikan perlakuan alkali kurang optimal sehingga tidak menghilangkan lignin seluruhnya namun hanya mengurangi kadar dari lignin. Daerah serapan sekitar 1159 cm^{-1} menunjukkan ikatan $-\text{CH}_2$ yang berdeformasi dalam selulosa. Daerah ini menunjukkan area kristalin, dimana daerah serapan meningkat seiring proses pemurnian.



Gambar 4.2 Spektrum FTIR serat kurma tanpa alkalisasi dan dengan alkalisasi (Oushabi dkk., 2017)

Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh Oushabi dkk (2017), telah dilakukan pengujian karakterisasi dengan FTIR pada serat buah kurma seperti pada Gambar 4.2. Dengan daerah

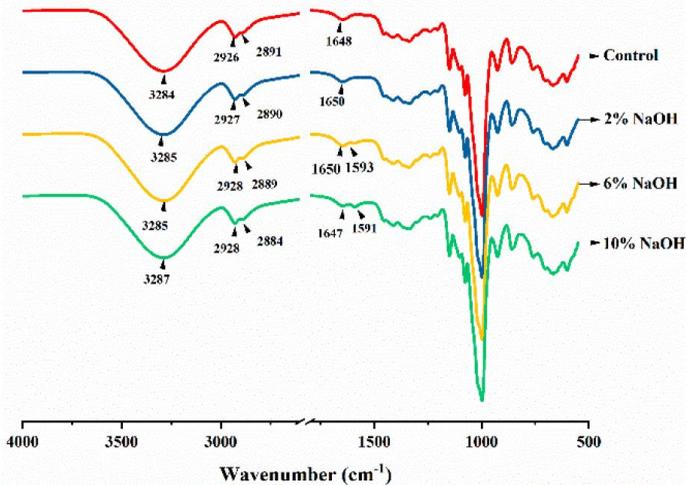
serapan dari setiap sampel yang ditunjukkan pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Daerah serapan setiap sampel (Oushabi dkk., 2017)

Bond type	RF (cm⁻¹)	Alk2% (cm⁻¹)	Alk5% (cm⁻¹)	Alk10% (cm⁻¹)
-OH stretching	3350.1	3351	3351.4	3350
C-H vibration	2850	2850.2	2850.2	2850.3
C=O stretching	1745	-	-	-
C=C stretching	1605.2	1605.3	1605.3	1605.4
C-H bending	1248-1250	1248-1250	1248-1250	1248-1250
C-C stretching	1000-1160	1000-1160	1000-1160	1000-1160
-OH	660-674	660-674	660-674	660-674

Dari pengujian tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan gugus fungsi yang signifikan pada serat buah kurma setelah dilakukan proses alkalisasi pada konsentrasi yang beragam selama 1 jam. Puncak pada 1745 cm⁻¹ menunjukkan yang ditunjukkan dalam spektrum serat tanpa perlakuan alkalisasi dapat dikaitkan dengan gugus karbonil C=O, gugus ini hilang sepenuhnya setelah diberi perlakuan menggunakan dengan sodium hidroksida, penghilangan ini disebabkan hidrolisis hemiselulosa dan pektin dalam media alkalisasi yang ditandai dengan pemecahan ikatan C-O-C antara dua monomer. Lignin ditunjukkan pada daerah serapan 1250 cm⁻¹ sampai 1405 cm⁻¹ dan masing-masing memiliki ikatan -O-CH₃ dan C=C yang menunjukkan lignin juga menurun setelah perlakuan alkalisasi.

Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Qin dkk (2019) menunjukkan pengaruh dari konsentrasi NaOH yang digunakan dalam proses alkalisasi secara lebih mendalam. Spektrum Fourier transform infrared (FTIR) dari pati jagung dengan konsentrasi NaOH yang berbeda ditunjukkan pada Gambar 4.3.



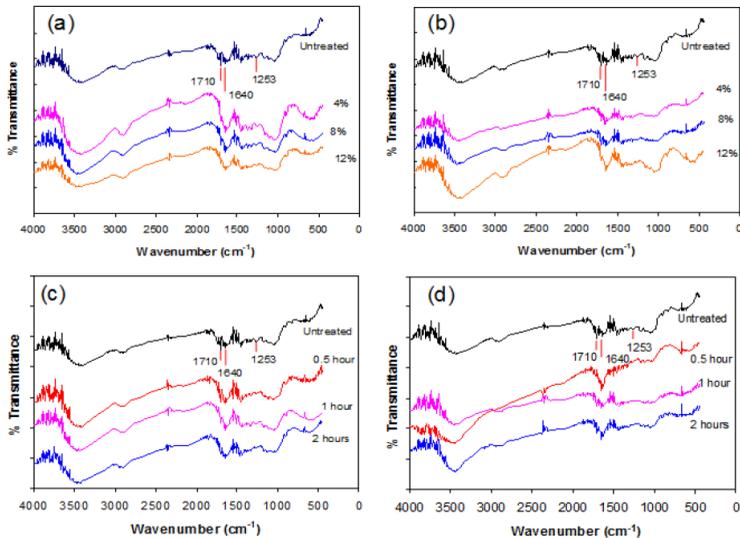
Gambar 4.3 Spektra FTIR pati jagung teralkalisasi dengan berbagai variasi konsentrasi NaOH (Qin dkk., 2019)

Dari gambar tersebut menunjukkan hasil sebagai berikut: puncak lebar pada 3284 cm^{-1} adalah puncak getaran peregangan -OH dalam pati jagung, sedangkan puncak -OH pada 1648 cm^{-1} adalah puncak serapan karakteristik molekul air. Puncak ganda yang terletak di dekat 2926 cm^{-1} dan 2891 cm^{-1} adalah puncak getaran peregangan simetris dan asimetris -CH₂ dan -CH, dan puncak getaran lenturnya terletak di 1365 cm^{-1} , 1235 cm^{-1} , dan 1200 cm^{-1} . Puncak vibrasi cincin glukosa terletak pada 925 cm^{-1} , dan puncak vibrasi peregangan dari kelompok C-O-C dari ikatan α -1,4-glycosidic yang terletak didekat 1000 cm^{-1} . Dibandingkan dengan kelompok kontrol, intensitas puncak penyerapan dari serbuk jagung yang diberi perlakuan 2% NaOH pada puncak 3285 cm^{-1} meningkat. Hal ini disebabkan oleh reaksi NaOH dengan gugus -OH, yang membentuk gugus -O⁻Na⁺, dengan menghancurkan struktur ikatan hidrogen yang mempertahankan stabilitas struktural molekul pati dan memperlihatkan lebih banyak gugus -OH. Ketika konsentrasi ditambahkan NaOH meningkat menjadi 6% dan 10%, intensitas puncak penyerapan –

OH pada 3285 cm^{-1} menurun karena berkurangnya kandungan -OH setelah oksidasi. Puncak karakteristik pada $2900\text{-}2850\text{ cm}^{-1}$ dan $1500\text{-}1183\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan hasil yang sama. Kehadiran $\text{-O}^- \text{Na}^+$ meningkatkan polaritas -CH dan -CH_2 , menghasilkan peningkatan puncak penyerapan pada perlakuan alkalisasi dengan NaOH 2%, namun seiring meningkatnya konsentrasi NaOH, molekul serbuk jagung teroksidasi sehingga menghasilkan penurunan puncak penyerapan -CH dan -CH_2 .

Perlakuan alkalisasi dengan 6% NaOH, membentuk puncak penyerapan vibrasi baru karbonil (C=O) sekitar 1591 cm^{-1} , yang menunjukkan bahwa gugus -OH dalam anhydroglucose dioksidasi. Pada perlakuan alkalisasi dengan NaOH 10% menunjukkan intensitas karakteristik pada puncak terkait semakin meningkat, hal tersebut menunjukkan bahwa NaOH mendorong reaksi oksidasi dari pati jagung. Selain mengoksidasi gugus hidroksil dari pati, NaOH juga melemahkan puncak penyerapan ikatan C-O-C dari molekul pati didekat 1000 cm^{-1} , yang meningkatkan intensitas pita pada $800\text{-}500\text{ cm}^{-1}$. Ini menunjukkan bahwa selama proses ekstrusi lebur, NaOH memprakarsai degradasi molekul pati, memutus ikatan glikosidik, dan menghasilkan molekul kecil molekul asam karboksilat atau cincin heterosiklik yang mengandung ikatan tak jenuh.

Sugiman dan Anshari (2019) pada penelitiannya telah membuktikan bahwa intensitas puncak pada spektrum FTIR serat bambu teralkalisasi semakin berkurang dengan adanya peningkatan konsentrasi larutan alkalisasi. Semakin tinggi konsentrasi NaOH yang digunakan pada proses alkalisasi maka puncak pada daerah serapan yang ditunjukkan dari hasil pengujian akan semakin landai seperti pada Gambar 4.4 (a) dan (b), dimana hal ini menunjukkan bahwa senyawa dalam sampel tersebut dapat dikatakan berkurang atau bahkan hampir hilang.

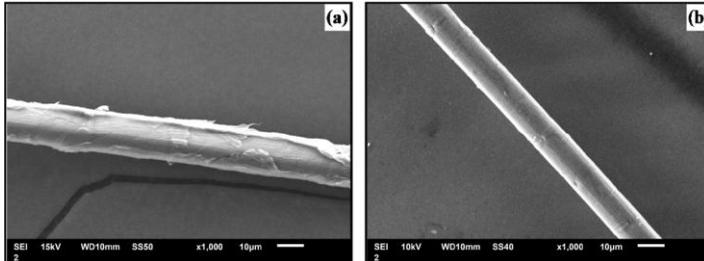


Gambar 4.4 Spektrum FTIR serat bambu dengan Alkalisasi (a) pada temperatur 25°C dalam waktu 1 jam, (b) pada temperatur 50°C dalam waktu 1 jam, (c) 8% NOH pada temperatur 25°C, (d) 8% NaOH pada temperatur 50°C (Sugiman & Anshari, 2019)

Dalam spektrum FTIR yang terlihat dari serat alam dapat dilihat adanya puncak pada bilangan gelombang yang dapat dikaitkan dengan air yang terserap dalam selulosa kristal. pada serat tanpa perlakuan alkalisasi, transmisi puncak cenderung menurun yang berarti bahwa kemampuan penyerapan air pada serat alam dapat dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi larutan NaOH serta waktu pemrosesan. Setelah perlakuan alkali pada konsentrasi 4% selama 1 jam di bawah suhu kamar, intensitas puncak pada bilangan gelombang 1710 dan 1253 cm^{-1} dengan gugus fungsi C=O dan C-O indikasi hemiselulosa, pektin, dan lignin berkurang, pengurangan ini meningkat dengan meningkatnya konsentrasi alkali. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan hemiselulosa, pektin, dan lignin dalam serat bambu menurun dengan meningkatnya konsentrasi alkali. Diketahui

bahwa temperatur pada proses alkalisasi juga dapat mempengaruhi pengurangan lignin. Pengaruh dari temperatur dan waktu pemrosesan dapat dilihat pada Gambar 4.4 (c) dan (d). Dengan bertambahnya waktu perlakuan, pada konsentrasi alkali konstan 8%, pengurangan intensitas kedua puncak meningkat dan hasil yang lebih jelas ditunjukkan dari hasil perlakuan pada suhu tinggi. Dari penelitian tersebut dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi, waktu, dan temperatur pemrosesan maka dapat mengurangi sebagian besar zat yang sensitif dengan larutan alkali

Penelitian karakterisasi material berupa SEM untuk melihat morfologi pada serat alam dilakukan oleh Zhang dkk (2015), mereka melakukan uji karakterisasi pada serat bambu murni dan serat bambu dengan perlakuan alkalisasi dengan 4% NaOH pada temperatur 25°C selama 1 jam, dimana hasilnya dapat terlihat pada Gambar 4.5. Hasil tersebut menunjukkan NaOH yang bereaksi dengan gugus hidroksil dari bahan semen hemiselulosa pada serat bambu dengan perlakuan alkalisasi.

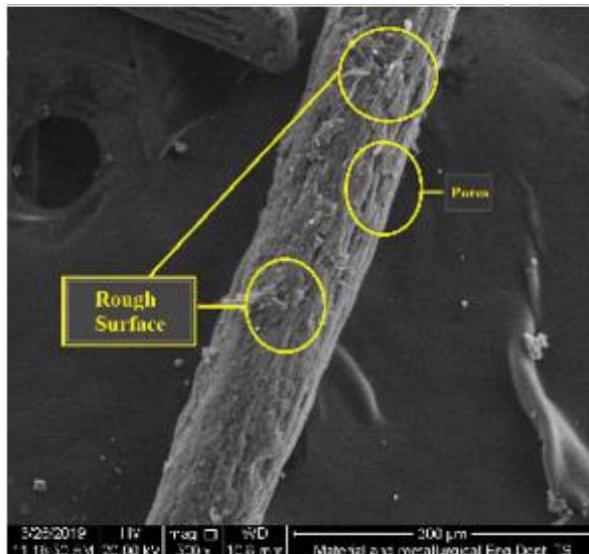


Gambar 4.5 Pengujian SEM pada serat bambu perbesaran 1000x (a) tanpa alkalisasi (b) dengan alkalisasi (Zhang dkk., 2015)

Dapat dilihat bahwa terdapat banyak filamen pengotor yang ada pada permukaan serat bambu, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.5 (a). Proses alkalisasi dapat menyebabkan terangkatnya filamen yang ada permukaan, sehingga permukaan serat akan terlihat lebih bersih pada hasil pengujian SEM. Diketahui bahwa bahan yang terangkat ialah termasuk bahan

organik. Dikarenakan ikatan yang lemah, zat-zat tersebut dapat dengan mudah dipisahkan dari permukaan serat dengan kekuatan eksternal. Setelah perlakuan alkalisasi, filamen-filamen ini akan hilang dan permukaan serat menjadi bersih, hal ini dapat dikaitkan dengan adanya penghapusan lilin, hemiselulosa, dan pengotor anorganik lainnya, seperti terlihat dari Gambar 4.5 (b). penghilangan konstituen ini dapat menyebabkan peningkatan gaya adhesi pada permukaan serat sehingga serat alam akan saling terikat dengan baik dengan resin matriks.

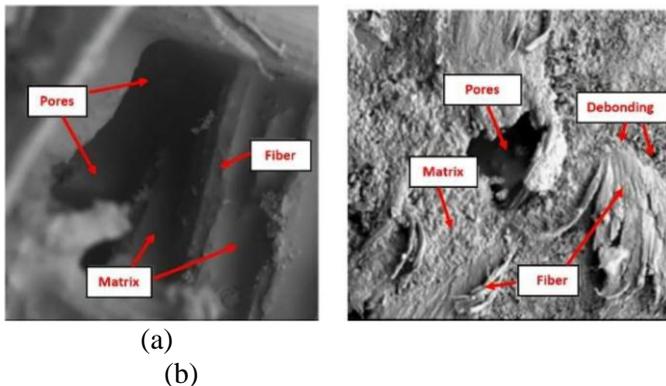
Farid dkk (2020) juga menyebutkan bahwa perlakuan alkalisasi pada serat rami dapat mempengaruhi morfologi pada permukaan serat rami.



Gambar 4.6 SEM serat rami dengan perlakuan alkalisasi pada perbesaran 500x (Farid dkk., 2020)

Dalam perbesaran 500x seperti pada Gambar 4.6 diketahui bahwa serat rami dengan perlakuan alkalisasi memiliki permukaan serat yang lebih kasar jika dibandingkan dengan serat

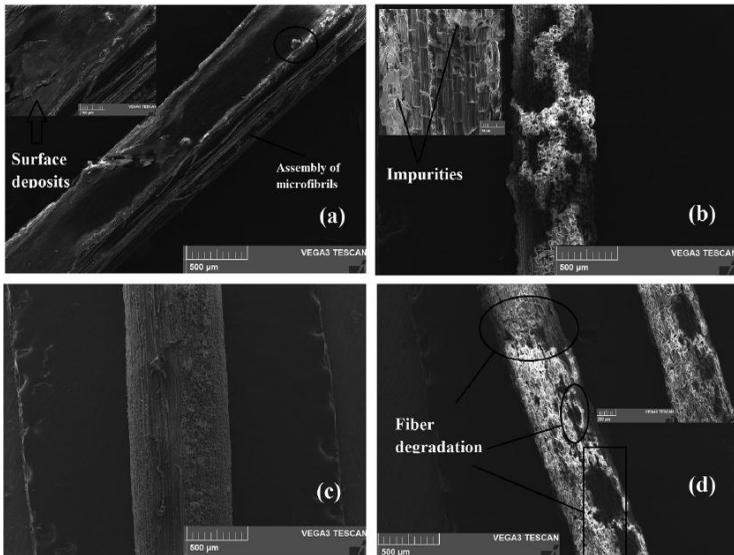
tanpa perlakuan alkalisasi. Permukaan kasar akibat adanya pengurangan lignin dan lapisan lilin yang dimiliki oleh serat dengan perlakuan alkalisasi serta keberadaan pori-pori dalam material dapat menjadi faktor yang dapat meningkatkan ikatan suatu komposit. Gambar 4.7 juga menunjukkan bahwa rongga yang terbentuk memiliki ukuran yang cukup besar. Hal ini terjadi karena *nanocellulose* sendiri memiliki kemampuan untuk membentuk rongga untuk menghasilkan bahan berpori. Adanya kotoran, lignin dan lapisan lilin yang ada pada permukaan serat juga berdampak pada kemampuan penyerapan suara suatu material.



Gambar 4.7 Morfologi (a) 1% Nanoselulosa / Serat Rami Alkalisasi, (b) 0% Nanoselulosa / Serat Rami Non Alkali (Farid dkk., 2020)

Penelitian lain yang menunjukkan mikrograf SEM dari serat alam yang tanpa perlakuan dan dengan perlakuan alkalisasi menggunakan larutan sodium hidroksida (NaOH) ditunjukkan pada Gambar 4.8. Pada hasil pengujian Oushabi dkk (2017) tersebut dapat dilihat bahwa serat tanpa perlakuan alkalisasi masih banyak mengandung lilin, minyak, dan kotoran lain pada permukaan serat yang pada dasarnya merupakan kandungan yang ada pada setiap serat alam. Pada Gambar 4.8 (a) terlihat residu

yang menutupi serat dan mencegah penetrasi resin ke dalamnya. Bahan yang menutupi fibril ini dinamai kutikula dan diidentifikasi sebagai lilin alifatik (Scurlock & Hames, 2000), yang tidak sesuai dengan kebanyakan polimer dan dapat membuat rendahnya gaya adhesi antara serat alam dan matriks.



Gambar 4.8 Pengujian SEM pada serat kelapa sawit dengan: (a) 0% NaOH, (b) 2% NaOH, (c) 5% NaOH, (d) 10% NaOH (Oushabi dkk., 2017)

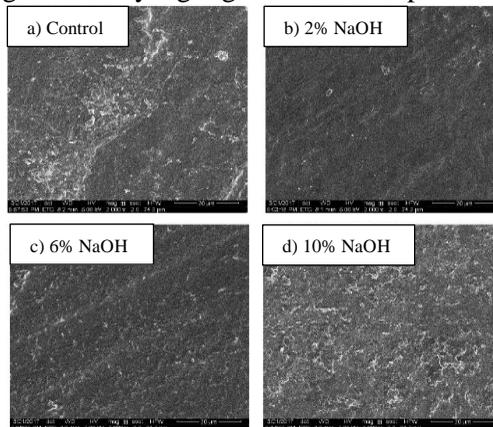
Pada Gambar 4.8 (b) menunjukkan adanya sedikit perbedaan karena penghapusan sebagian komponen non-selulosa seperti lilin, pektin, hemiselulosa, lignin, dll. Dapat diamati bahwa persentase NaOH yang berbeda menyebabkan tingkat perlakuan yang berbeda pada permukaan serat dengan peningkatan jumlah pori pada permukaan serat.

Pada Gambar 4.8 (c) menunjukkan permukaan yang sangat bersih dan tidak adanya kotoran sangat jelas setelah perlakuan alkalisasi dengan NaOH 5%. Dapat dilihat bahwa kandungan

pengotor seperti lilin, minyak dan kotoran lainnya terlihat hilang sepenuhnya tanpa merusak permukaan serat. Selain itu, perlakuan alkalisasi juga membuat permukaan serat menjadi kasar, perubahan ini sangat menguntungkan dalam pembuatan komposit ketika serat digunakan sebagai bahan penguat. Permukaan yang lebih kasar dapat meningkatkan gaya adhesi yang antara serat dan matriks (Zhang, 2015).

Namun dapat dilihat pada Gambar 4.8 (d) bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan NaOH yang digunakan juga dapat merusak permukaan serat karena adanya degradasi berlebih yang terjadi. Namun, pada dasarnya perlakuan alkalisasi terbukti dapat menghilangkan bahan non selulosa seperti lignin dan hemiselulosa.

Pendapat tersebut juga didukung dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Qin dkk (2019) dimana disebutkan bahwa terdapat batas optimum penggunaan konsentrasi NaOH yang efisien sebagai larutan yang digunakan dalam proses alkalisasi.

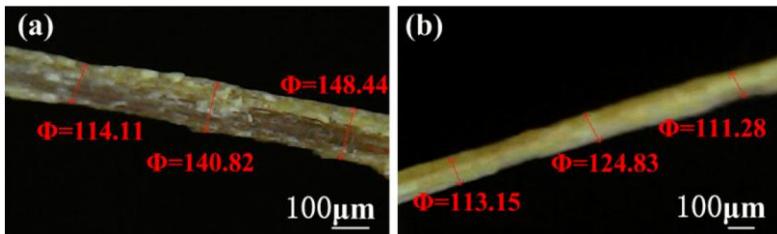


Gambar 4.9 SEM pati jagung teralkalisasi dengan variasi konsentrasi NaOH (Qin dkk., 2019)

Dalam penelitiannya seperti pada Gambar 4.9 menunjukkan bahwa penggunaan NaOH 2% dapat menginisiasi gelatinisasi pati

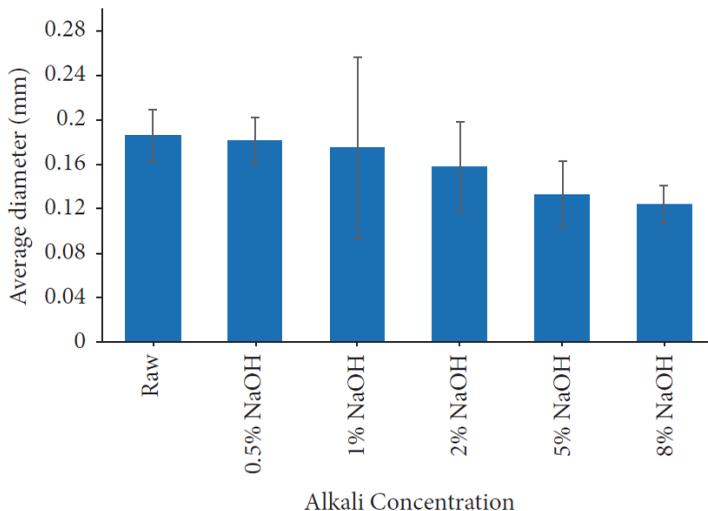
jagung dalam formasi film, yang secara efektif mengurangi keberasaan residu pati, dan menghambat rekristalisasi pati jagung. Dengan meningkatnya konsentrasi NaOH, permukaan film pati jagung menjadi kasar. Konsentrasi NaOH yang lebih tinggi menyebabkan degradasi berlebih dari molekul pati, dan pembentukan sejumlah besar fragmen molekul kecil dan rantai pati terikat silang tidak teratur, permukaan menjadi tidak seragam. Dengan terjadinya pemisahan beberapa komponen pada serat alam juga dapat menyebabkan terjadinya pengurangan ukuran diameter pada serat.

Pada Gambar 4.10 menunjukkan bahwa serat bambu yang diberi perlakuan alkalisasi dengan konsentrasi larutan 6% NaOH dalam kurun waktu 12 jam didapatkan panjang diameter serat yang kecil dalam kisaran 111,28 – 124,83 . Ukuran tersebut lebih kecil jika dibandingkan dengan serat bambu petung tanpa perlakuan dengan panjang diameter 114,11 – 148,44 μm . Pengurangan ukuran diameter dan panjang serat pada serat bambu petung yang telah diberi perlakuan alkalisasi dimungkinkan karena terjadinya pengurangan lapisan lilin (lignin), hemiselulosa, dan pektin dari serat karena interaksinya dengan sodium pada larutan NaOH (Yan, 2013). Selama perlakuan alkalisasi menyebabkan perombakan struktur pada serat dengan melarutkan lignin dan hemiselulosa yang mengakibatkan pemisahan serat menjadi serat halus (Gassan dan Bledzki, 1999).



Gambar 4.10 Diameter serat bambu (a) tanpa akalisasi dan (b) dengan alkalisasi 6% NaOH (Zhang dkk., 2018)

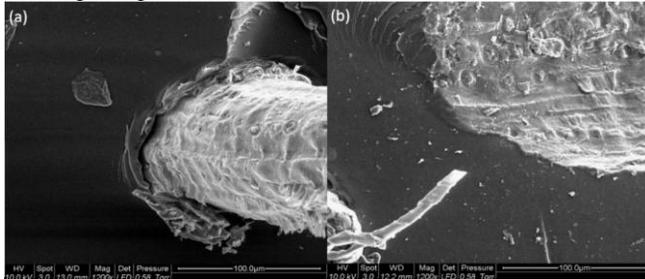
Sari dkk (2016) dalam penelitiannya juga membuktikan bahwa perlakuan alkalisasi dapat mempengaruhi terjadinya pengurangan diameter serat, yang pada dasarnya disebabkan oleh hilangnya sebagian hemiselulosa dan lignin dari selulosa serta berkurangnya kadar air pada serat. Gambar 4.11 menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar NaOH yang digunakan pada proses alkalisasi maka diameter serat akan semakin berkurang. Mereka juga menyatakan bahwa pengurangan ukuran diameter serat mempengaruhi peningkatan kekuatan tarik serat. Hal tersebut disebabkan karena perlakuan kimia meningkatkan aspek kekasaran permukaan serat, sehingga meningkatkan kekuatan tariknya.



Gambar 4.11 Variasi ukuran diameter serat akibat perlakuan alkalisasi (Sari dkk., 2016)

Proses alkalisasi juga mengakibatkan permukaan serat yang lebih bersih dari pengotor dan kasar sehingga dapat meningkatkan ikatan antara serat dan matriks (Ju´nior, 2014).

Hasil dari pengujian SEM juga dapat menunjukkan morfologi dari biokomposit sehingga dapat menunjukkan perbandingan kondisi ikatan antara matriks dengan serat tanpa perlakuan alkalisasi maupun dengan serat yang diberi perlakuan alkalisasi seperti pada Gambar 4.12.



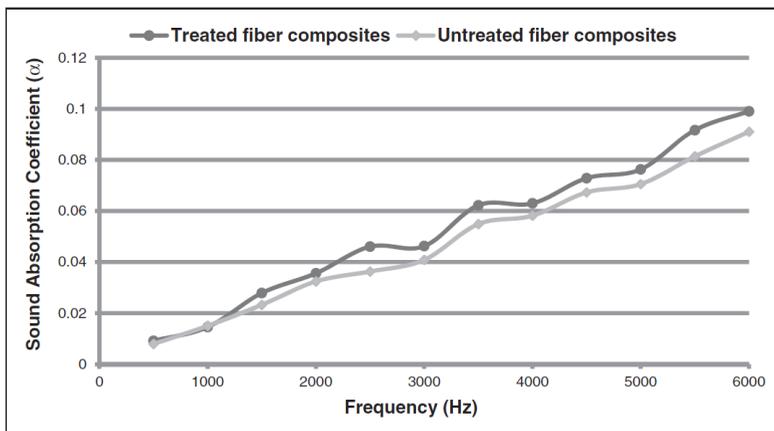
Gambar 4.12 SEM pada komposit epoxy dan serat sabut kelapa (a) tanpa alkalisasi, (b) dengan alkalisasi (Yan dkk., 2016)

Pada penelitian Yan dkk (2016) tersebut menunjukkan perbedaan yang nyata antara komposit dengan serat tanpa perlakuan alkalisasi dan pada komposit dengan serat yang diberi perlakuan alkalisasi dengan 5% NaOH pada temperatur 20°C selama 30 menit. Hal tersebut dapat dilihat dari adanya celah pada komposit serat sabut kelapa tanpa perlakuan alkalisasi dengan epoxy. Selain itu juga terdapat adanya kegagalan pada material komposit seperti *fiber pull out* dimana serat terlihat keluar dari matriks epoxy.

4.1.2 Pengaruh Proses Alkalisasi Terhadap Sifat Akustik Komposit Serat Alam

Selain mempengaruhi struktur permukaan pada serat dan kekuatan ikatan antar fasa penyusun dari komposit, perlakuan alkalisasi juga dapat mempengaruhi kemampuan penyerapan suara dari komposit polimer dengan serat alam sebagai penguatnya. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Nasidi (2018), perbedaan penambahan sodium hidroksida (NaOH) dalam proses alkalisasi pada tahap persiapan serat alam

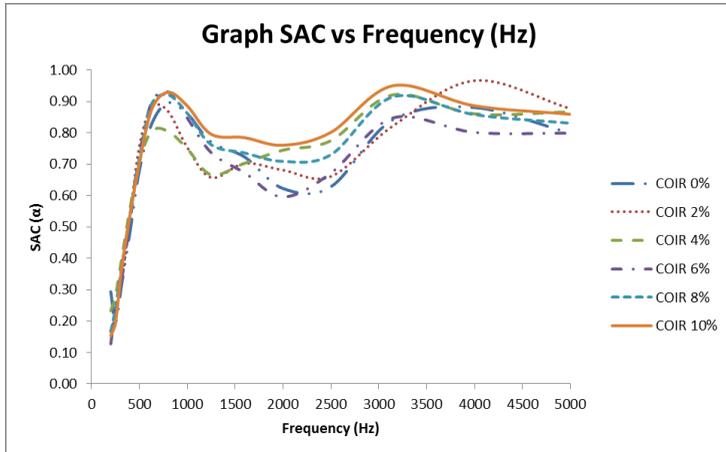
sebagai bahan penguat komposit dapat mempengaruhi kemampuan absorpsi suara dari material tersebut. Komposit serat alam yang berasal dari serat alam berbentuk granular berkemungkinan lebih besar untuk memiliki kemampuan absorpsi suara yang lebih baik. Hal tersebut dikarenakan setiap komponen pada komposit fibrogranular dapat membantu optimalisasi sifat akustik dari bahan lain untuk menyerap suara pada frekuensi tertentu, sehingga dapat menghasilkan penyerapan suara yang optimum (Mamtaz dkk., 2016).



Gambar 4.13 Pengaruh perlakuan alkalisasi serat terhadap nilai koefisien penyerapan suara komposit 15wt% sisal/PLA (Jayamani dkk., 2015)

Pada Gambar 4.13, Jayamani dkk (2015) mendapati bahwa komposit serat alam dengan serat sisal yang diberi perlakuan alkalisasi 5% NaOH selama 30 menit memiliki nilai koefisien penyerapan suara yang lebih baik dibandingkan dengan komposit dengan serat alam yang tidak diolah. Serat alam mentah tertutupi dengan zat lilin, yang merupakan kutikula yang berasal dari senyawa alifatik. Proses alkalisasi dapat memodifikasi struktur dan permukaan serat. Hal ini membantu untuk menghilangkan sejumlah besar hemiselulosa, selulosa, lignin dan kotoran lainnya.

Pengotor tersebut dapat menghasilkan kekosongan dan kekasaran pada permukaan serat. Area permukaan kasar serat yang disebabkan oleh proses alkalisasi dapat meningkatkan gesekan antara gelombang suara dan serat, hal ini yang dapat menghasilkan nilai koefisien penyerapan suara yang lebih tinggi.

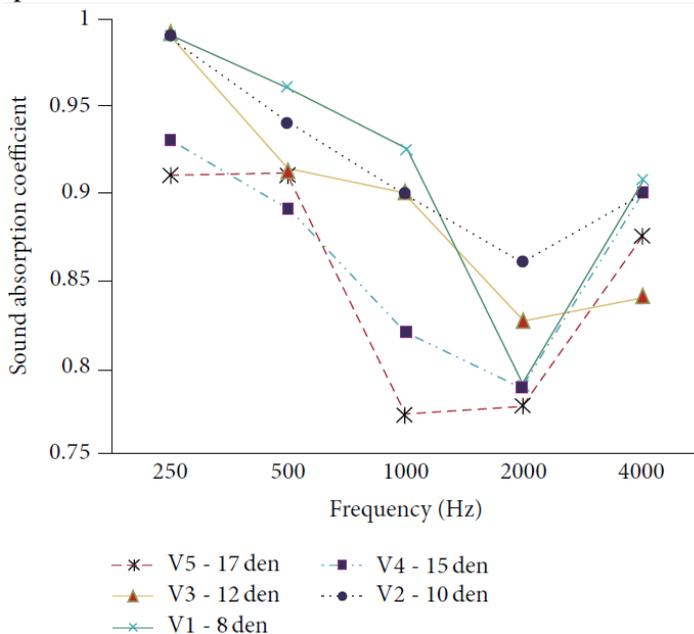


Gambar 4.14 Nilai koefisien absorpsi suara serat sabut kelapa teralkalisasi pada berbagai variasi konsentrasi NaOH (Nasidi & Ismail, 2018)

Pengujian koefisien absorpsi suara juga telah dilakukan oleh Nasidi dan Ismal (2018) pada Gambar 4.14 yang membuktikan bahwa kemampuan penyerapan suara pada serat sabut kelapa dengan alkalisasi akan lebih besar jika dibandingkan dengan serat alam tanpa perlakuan alkalisasi. Hal tersebut dapat dihubungkan dengan studi morfologi pada permukaan serat yang telah dibahas sebelumnya, dimana seiring dengan meningkatnya konsentrasi NaOH selama *pre-treatment* akan menyebabkan kekasaran pada permukaan serat meningkat. Menurut Jayamani (2014), Permukaan kasar pada serat setelah alkalisasi dapat mempengaruhi sifat penyerapan suara, karena adanya lebih banyak pori-pori terbuka yang terbentuk pada permukaan serat.

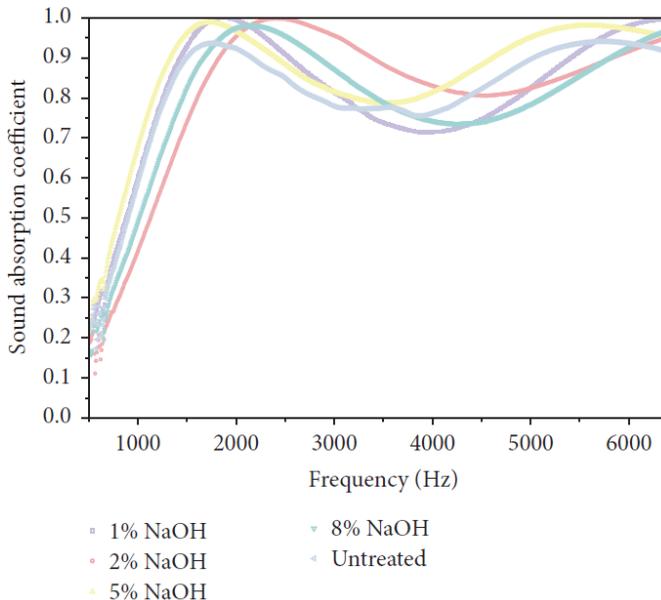
Sehingga akan lebih banyak energi yang dapat dihilangkan dari serat dengan *chemical treatment* karena gesekan permukaan yang lebih tinggi yang dialami oleh gelombang suara ketika menyentuh permukaan serat (Nasidi & Ismail, 2018).

Ukuran diameter yang juga dapat mempengaruhi kemampuan suatu material untuk dapat menyerap suara. Penurunan diameter serat dapat menyebabkan peningkatan nilai koefisien penyerapan suara seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.15. Seiring meningkatnya presentasi NaOH maka akan lebih banyak badan silika yang dieliminasi dari untaian serat alam. Perlakuan NaOH dapat meningkatkan kekasaran permukaan serat, sehingga menghasilkan gesekan yang lebih tinggi. Dengan demikian, lebih banyak energi yang hilang dan menciptakan kinerja penyerapan suara yang lebih baik oleh sampel.



Gambar 4.15 Koefisien absorpsi suara pada variasi diameter serat yang berbeda (Mamtaz dkk., 2016)

Penelitian yang dilakukan oleh Sari dkk (2016) seperti pada Gambar 4.16 juga mendukung bahwa perlakuan alkalisasi dapat mengubah elastisitas serat dan mengurangi diameter serat, sehingga meningkatkan resistivitas aliran udara dan mengurangi porositas panel. Terlebih lagi, untuk fraksi volume serat yang konstan, serat yang berdiameter lebih kecil akan lebih banyak menyusun suatu sampel daripada serat yang berdiameter lebih besar.



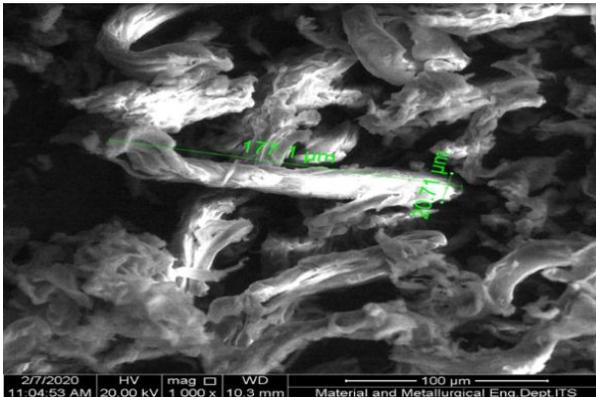
Gambar 4.16 Koefisien absorpsi suara serat sekam jagung dalam variasi presentase NaOH (Sari dkk., 2016)

Dikarenakan jumlah serat per satuan luas meningkat dengan diameter serat menurun, maka energi panas yang diterima akan dihamburkan lebih cepat karena peningkatan luas permukaan gesekan. Hal tersebut yang menyebabkan koefisien penyerapan bunyi dari serat alam dengan perlakuan alkalisasi lebih tinggi dari pada sampel tanpa perlakuan. Semakin besar rongga udara dan lumina di dalam serat, semakin tinggi gelombang suara yang

diserap, yang karenanya dapat menurunkan frekuensi penyerapan suara (lebih dari 1,6-3,25 kHz).

4.1.3 Hasil Penelitian Penulis dan Tim

Pada Gambar 4.17 menunjukkan morfologi serat bambu petung berdasarkan pengujian yang telah dilakukan. Dari gambar tersebut didapati ukuran serat bambu petung yang diberi perlakuan alkalisasi dengan konsentrasi larutan 5% NaOH selama 3 jam memiliki panjang diameter serat yang kecil sebesar 20,71 μm dan panjang serat sebesar 177,1 μm . Ukuran tersebut lebih kecil jika dibandingkan serat bambu petung tanpa perlakuan dengan panjang diameter 33,84 μm dan panjang serat sebesar 3,947 mm atau setara dengan 394,7 μm (Muslich dkk, 2014). Pengurangan ukuran diameter dan panjang serat pada serat bambu petung yang telah diberi perlakuan alkalisasi dimungkinkan karena terjadinya pengurangan lapisan lilin (lignin), hemiselulosa, dan pektin dari serat karena interaksinya dengan sodium pada larutan NaOH.



Gambar 4.17 Morfologi serat bambu petung dengan perlakuan alkalisasi 5% NaOH (Dokumentasi pribadi)

4.2 Pembahasan

Dari data yang telah dicantumkan sebelumnya, maka berdasarkan variasi parameter konsentrasi NaOH yang digunakan maka dapat diperinci pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Pengaruh variasi konsentrasi pada proses alkalisasi

Konsentrasi NaOH	Serat Alam	Peneliti	Pengaruh	Kosefisien absorpsi suara (α)
0	Sekam jagung	Sari dkk (2016)	Permukaan serat alam tertutup dengan kandungan pengotor seperti lignin, hemiselulosa, dan pektin. Serat tanpa perlakuan memiliki ikatan yang lemah dengan matriks polimer pada komposit serat alam.	0,85-0,93 pada frekuensi 1000 - 1750Hz
	Buah kurma	Oushabi dkk (2017)		-
	Pati jagung	Qin dkk (2019)		-
	Serat bambu	Farid dkk (2020)		-
	Serat bambu	Zhang dkk (2018)		-
	Serat bambu	Ju´nior (2014)		-
	Sabut kelapa	Yan dkk (2016)		-
	Serat bambu	Zhang dkk (2015)		-
	Serat bambu	Chen dkk (2018)		-
	Serat sisal	Jayamani dkk (2014)		0,09 pada 6000 Hz.
	Sabut kelapa	Nasidi & Ismail (2018)		0,56-0,79 pada frekuensi 500 - 2000 Hz

	Serat bambu	Sugiman & Anshari (2019)		-
1	Sekam jagung	Sari dkk (2016)	Alkalisasi dapat menghilangkan kotoran pada serat. Diameter semakin mengecil menjadi sebesar 0,18 mm.	0,94-0,98 pada frekuensi 1500 - 2500 Hz
2	Buah kurma	Oushabi dkk (2017)	Kandungan pengotor masih dapat diamati pada permukaan serat.	-
	Pati jagung	Qin dkk (2019)	Permukaan serat tampak halus dan kasar. Adanya peningkatan intensitas penyerapan gugus fungsi -OH indikasi selulosa.	-
	Serat rami	Farid dkk (2020)	Diameter serat rami menurun menjadi 62-65 μm .	-
	Serat bambu	Zhang dkk (2018)	Hemiselulosa, lignin, dan pektin dapat dihilangkan sebagian.	-
	Sekam jagung	Sari dkk (2016)	Serat menjadi lebih terpisah dengan diameter serat menjadi 0,16 mm.	0,94-0,99 pada frekuensi 1750- 3250 Hz.
	Sabut kelapa	Nasidi & Ismail (2018)	Permukaan serat tampak lebih bersih.	0,66-0,9 pada frekuensi 500 - 2000 Hz
4	Serat bambu	Sugiman & Anshari (2019)	serat individu semakin terlihat, tetapi masih mengandung	-

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

			lignin dan hemiselulosa.	
	Sabut kelapa	Nasidi & Ismail (2018)	lapisan lignin dihilangkan dan membuat permukaan yang lebih kasar pada untaian serat.	0,56-0,9 pada frekuensi 500 - 2000 Hz
	Serat bambu	Zhang dkk (2015)	Serat bambu terlihat lebih bersih dari residual yang menempel pada permukaan serat tanpa perlakuan.	-
5	Buah kurma	Oushabi dkk (2017)	kandungan lilin, minyak dan kotoran lainnya terlihat dihilangkan sepenuhnya tanpa merusak permukaan serat. permukaan tampak lebih kasar.	-
	Sekam jagung	Sari dkk (2016)	Permukaan kasar akibat alkalisasi dengan diameter semakin mengecil menjadi 0,13 mm.	0,94-0,98 pada frekuensi 1250-2250 Hz.
	Serat bambu	Ju'nior (2014)	Terdapat sedikit perbedaan pada morfologi akibat pengurangan kandungan hemiselulosa, lignin, dan pektin.	-
	Sabut kelapa	Yan dkk (2016)	Serat sabut dengan jumlah gugus hidrogen	-

			yang lebih tinggi akan menjadi lebih kompatibel dengan matriks epoksi, yang dapat memfasilitasi ikatan mekanis yang baik dengan matriks.	
	Serat sisal	Jayamani dkk (2014)	Permukaan kasar serat meningkatkan gesekan antara gelombang suara dengan serat, yang menghasilkan koefisien penyerapan suara yang tinggi.	0,1 pada frekuensi 6000 Hz
6	Pati jagung	Qin dkk (2019)	Serat menjadi kasar dengan agregasi pati yang tidak teratur. Gugus fungsi -OH mulai teroksidasi.	-
	Serat bambu	Chen dkk (2018)	lignin telah dihilangkan di semua serat selama proses isolasi, dan hemiselulosa sebagian dihilangkan.	-
	Serat bambu	Zhang dkk (2018)	Kandungan pengotor dapat dilarutkan sepenuhnya dengan permukaan yang tampak lebih	-

			kasar.	
	Sabut kelapa	Nasidi & Ismail (2018)	Serat bersih dari pengotor dan serat lebih terlihat dengan permukaan yang kasar.	0,7-0,86 pada frekuensi 500 - 2000 Hz
8	Serat bambu	Sugiman & Anshari (2019)	Kandungan selulosa mulai berkurang namun hemiselulosa dan pektin semakin menurun.	-
	Serat bambu	Chen dkk (2018)	lignin telah dihilangkan di semua serat selama proses isolasi, dan hemiselulosa sebagian dihilangkan.	-
	Sekam jagung	Sari dkk (2016)	Diameter serat menjadi lebih kecil sebesar 0,12 mm.	0,94-0,97 pada frekuensi 1750- 3250 Hz.
	Sabut kelapa	Nasidi & Ismail (2018)	Permukaan serat menjadi lebih kasar akibat degradasi oleh NaOH.	0,7-0,9 pada frekuensi 500 - 2000 Hz
10	Buah kurma	Oushabi dkk (2017)	Adanya kerusakan pada topografi permukaan serat.	-
	Pati jagung	Qin dkk (2019)	Serat terdegradasi berlebih dengan kondisi permukaan yang tidak beraturan. Penyerapan pada gugus fungsi – OH semakin menurun.	-

	Serat bambu	Chen dkk (2018)	Kandungan hemiselulosa dapat dihilangkan sepenuhnya.	-
	Serat bambu	Zhang dkk (2018)	Terjadi kerusakan pada serat akibat degradasi berlebihan.	-
	Serat bambu	Ju'nior (2014)	Konsentrasi lebih tinggi membuat serat menjadi lebih terbuka dan kasar, sehingga dapat memperbaiki adhesi antara serat dan matriks.	-
	Sabut kelapa	Nasidi & Ismail (2018)	Serat terdegradasi berlebihan hingga permukaan tampak lebih tergerus.	> 0,9 pada frekuensi antara 500 - 1000 Hz
12	Serat bambu	Sugiman & Anshari (2019)	Kandungan selulosa, hemiselulosa, pektin, dan lignin sangat menurun.	-
15	Serat bambu	Chen dkk (2018)	Lignoselulosa dapat diubah menjadi selulosa murni.	-
25	Serat bambu	Chen dkk (2018)	Dengan meningkatnya konsentrasi alkali, permukaan serat bambu individu menjadi semakin terpisah dan beralur.	-

Dalam ulasan ini berfokus pada pengaruh perlakuan

alkalisasi dengan parameter konsentrasi pada morfologi, struktur, dan sifat absorpsi suara serat alam. Proses alkalisasi pada serat alam tentunya akan memberikan pengaruh pada kondisi permukaan serat. Pemberian proses alkalisasi pada serat dapat menyebabkan hilangnya struktur lapisan lignin dan pengotor yang ada pada permukaan serat. Hemiselulosa, pektin, lignin dan kotoran pada permukaan serat dapat dihilangkan sebagian bahkan habis dengan perlakuan NaOH meskipun tidak ada kelompok baru yang terbentuk dalam molekul selulosa. Hal tersebut dikarenakan perlakuan dengan NaOH menghasilkan pembubaran amorf pada serat. Peningkatan kekuatan ikatan diantara serat dan matriks dengan memodifikasi secara kimiawi dapat terjadi akibat adanya pemecahan ikatan hidrogen sehingga meningkatkan kekasaran permukaan serat.

Proses alkalisasi dilakukan dengan merendam serat ke dalam larutan NaOH dalam waktu dan temperatur yang ditentukan. Perlakuan ini bertujuan untuk memecah ikatan hidrogen sehingga meningkatkan kekasaran permukaan. Reaksi yang terjadi pada proses alkalisasi yaitu larutan NaOH yang terdisosiasi menjadi Na^+ dan OH^- bereaksi dengan lignin. Ion OH^- bereaksi dengan gugus H pada lignin yang membentuk H_2O . Hal ini menyebabkan gugus O menjadi radikal bebas dan reaktif dengan C membentuk C-O-C. Karena gugus C sudah berikatan seluruhnya maka serangkaian gugus melepaskan ikatan pada gugus O. Reaksi menghasilkan dua cincin benzene yang terpisah, dimana masing-masing cincin memiliki gugus O yang reaktif. Gugus O reaktif ini bereaksi dengan Na^+ dan ikut larut dalam larutan basa sehingga lignin hilang apabila dibilas.

Secara kimia pertukaran ion tersebut dapat mengubah permukaan serat menjadi lebih hidrofobik akibat reduksi gugus hidroksil (OH), secara fisika terjadi pembukaan pori-pori permukaan seiring dengan hilangnya impuritas pada serat (lignin, hemiselulosa, zat ekstraktif). Seiring dengan larutnya pengotor oleh larutan NaOH, eksistensi selulosa pada serat semakin baik.

Dari hasil uji FTIR yang telah disajikan dapat dilihat bahwa pada range 2-5% NaOH gugus fungsi C=O yang menunjukkan hemiselulosa dan pektin dapat berkurang dan bahkan hilang sepenuhnya. Lignin ditunjukkan pada daerah serapan 1250 cm^{-1} sampai 1405 cm^{-1} dan masing-masing memiliki ikatan O-CH_3 dan C=C yang menunjukkan lignin juga menurun setelah perlakuan alkalisasi. Transmittansi puncak indikasi selulosa pada -OH stretching semakin meningkat jika dibandingkan dengan serat tanpa perlakuan alkalisasi. Namun pemberian NaOH dalam konsentrasi yang lebih tinggi dapat menurunkan kadar selulosa pada serat karena semakin tinggi konsentrasi NaOH yang digunakan pada proses alkalisasi terbukti memiliki pengaruh yang lebih besar dalam menghilangkan kandungan-kandungan pengotor bahkan selulosa pada serat. Maka dari data tersebut dapat dikatakan bahwa tingginya konsentrasi NaOH dapat menyebabkan degradasi yang berlebih pada serat alam.

Dari pengujian SEM pada penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya dapat dikatakan bahwa presentasi terbaik dalam proses alkalisasi yaitu pada range 2-5%. Karena dalam *range* tersebut NaOH secara efektif dapat mengurangi keberadaan residu pada serat. Keberadaan filamen-filamen pengotor pada serat dapat dilihat dari pengujian SEM yang telah disajikan pada analisa data. Dimana permukaan yang tertutup dengan pengotor seperti lilin, hemiselulosa, dan pengotor anorganik lainnya tampak sangat jelas pada serat tanpa perlakuan alkalisasi. Perlakuan kimia dengan NaOH dapat menyebabkan penghapusan pengotor yang ada pada serat alam sehingga serat akan lebih bersih dan kasar. Permukaan serat yang telah terpisah dari kandungan pengotor akan memiliki ukuran diameter yang lebih kecil setelah perlakuan alkalisasi. Penghilangan konstituen ini dapat menyebabkan peningkatan gaya adhesi pada permukaan serat sehingga serat alam akan saling terikat dengan baik dengan resin matriks. Maka dapat dikatakan bahwa perlakuan alkalisasi memainkan peran penting dalam meningkatkan ikatan antar muka pada komposit serat alam. Pada konsentrasi NaOH yang lebih

tinggi dapat menyebabkan degradasi berlebih dan mengalami kerusakan berupa penguraian serat tunggal yang terputus dalam satu sumbu.

Ditinjau dari segi fungsi pengurangan ukuran diameter maka dapat dilihat berdasarkan data yang ada bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH yang digunakan dapat mengurangi ukuran diameter serat secara bertahap. Selain itu *contact angle* dari serat dengan perlakuan alkalisasi ditunjukkan semakin meningkat seiring dengan tingginya konsentrasi NaOH sehingga dapat dikatakan bahwa perlakuan alkalisasi terbukti dapat membuat serat yang hidrofilik menjadi hidrofobik.

Akibat dari perlakuan alkalisasi yang memprovokasi penghapusan sejumlah pengotor dan lilin pada permukaan serat, dapat meningkatkan jumlah pori-pori pada permukaan serat. porositas pada serat dan distribusinya dalam komposit dapat meningkatkan kemampuan penyerapan suara. Ketika gelombang akustik menumbuk ke permukaan struktur komposit berpori, sebagian besar energi akustik dapat dikonversi menjadi energi panas sehingga dapat meningkatkan efisiensi pengurangan kebisingan.

Diketahui bahwa temperatur pada proses alkalisasi juga dapat mempengaruhi pengurangan lignin dan hemiselulosa. Sehingga dari data yang telah disajikan diketahui bahwa semakin tinggi temperatur yang digunakan maka pembersihan serat semakin bagus serta pengurangan diameter serat semakin optimal. Data pengaruh variasi temperatur pada proses alkalisasi dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Pengaruh variasi temperatur pada proses alkalisasi

Temperatur	Serat Alam	Peneliti	Pengaruh	Nilai Koefisien Absorpsi Suara (α)
20	Sabut kelapa	Yan dkk (2016)	Permukaan yang lebih kasar akibat larutnya pengotor pada permukaan seperti hemiselulosa, lignin, pektin dan lilin serat. Permukaan yang lebih kasar dapat meningkatkan rasio aspek, interlocking mekanis	-
25	Serat bambu	Zhang dkk (2015)	Adanya indikasi penghapusan hemiselulosa, pektin, dan sebagian lignin dari serat bambu selama proses alkalisasi.	-
	Buah kurma	Oushabi dkk (2017)	Hemiselulosa lebih mudah dihilangkan dengan alkalisasi dibandingkan ke lignin.	-
	Pati jagung	Qin dkk (2019)	Pada suhu lebih tinggi, NaOH bereaksi dengan gugus hidroksil dari molekul pati sehingga dapat memprakarsai perombakan molekul pati.	-

	Serat bambu	Sugiman & Anshari (2019)	Di bawah perlakuan pada 25°C serat individu terlihat, tetapi masih mengandung lignin dan hemiselulosa sebagaimana dikonfirmasi menggunakan FTIR	-
	Serat bambu	Farid dkk (2020)	Diameter serat rami telah menurun menjadi 62-65 µm dari 125-135 µm.	-
	Sekam jagung	Sari dkk (2016)	perlakuan alkali mengubah elastisitas serat dan mengurangi diameter serat, sehingga dapat meningkatkan resistivitas aliran udara.	0.98–0.99 pada frekuensi 1.6–3.25 kHz.
	Serat sisal	Jayamani dkk (2014)	perlakuan alkalisasi dapat meningkatkan sifat mekanik dan akustik komposit karena hilangnya kotoran dari permukaan serat dan pemisahan untaian serat.	0.119 pada frekuensi 6000 Hz.
	Sabut kelapa	Nasidi & Ismail (2018)	Alkalisasi dapat meningkatkan kekasaran permukaan serat, sehingga	> 0,9 pada frekuensi 500-2000 Hz.

			menghasilkan gesekan yang lebih tinggi. Dengan demikian, lebih banyak energi yang hilang dan menciptakan kinerja penyerapan suara yang lebih baik oleh sampel	
50	Serat bambu	Sugiman & Anshari (2019)	Pada temperatur lebih tinggi menunjukkan bahwa penyerapan <i>transmittance</i> indikasi lignin semakin meningkat.	-
60	Serat bambu	Zhang dkk (2018)	Semakin tinggi temperatur dapat menyebabkan pengurangan residu pada serat serta kandungan selulosa serat.	-
	Serat bambu	Ju'nior (2014)	Terjadi sebagian penghapusan komponen non-selulosa seperti lilin, pektin, hemiselulosa, lignin, dll.	-
65	Chen dkk (2018)	Chen dkk (2018)	Dekomposisi serat lebih maksimum pada perlakuan NaOH pada temperatur tinggi.	-

75	Serat bambu	Ju'nior (2014)	Penghilangan kandungan non-selulosa semakin besar sehingga dapat mempengaruhi kadar selulosa serat.	-
----	-------------	----------------	---	---

Disisi lain peningkatan temperatur alkalisasi juga dapat mempengaruhi menurunnya tingkat penyerapan selulosa dari spektrum FTIR serat alam. Sehingga dari data yang telah dibahas sebelumnya maka dapat dikatakan temperatur yang dapat digunakan pada proses alkalisasi agar mendapatkan hasil yang diinginkan tanpa menyebabkan berkurangnya kandungan selulosa yaitu pada *range* 25-60°C.

Selain konsentrasi NaOH dan termpertatur perlakuan terdapat variabel lain yang dapat mempengaruhi kondisi serat. Peningkatan waktu perlakuan alkalisasi menunjukkan pengurangan intensitas gugus fungsi C=O dan C-O indikasi hemiselulosa dan lignin yang meningkat dan hasil yang lebih jelas ditunjukkan dari hasil dengan perlakuan pada suhu tinggi. Pengaruh waktu perlakuan pada proses alkalisasi dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Pengaruh waktu perlakuan pada proses alkalisasi

Waktu (jam)	Serat Alam	Peneliti	Pengaruh	Nilai Koefisien Absorpsi Suara (α)
0,5	Serat sisal	Jayamani dkk (2014)	-	0.119 pada frekuensi 6000 Hz.
	Serat bambu	Sugiman & Anshari (2019)	Sedikit kandungan hemiselulosa dan lignin dapat dihilangkan. Sehingga gaya	-

			adhesi antara matriks dan serat masih lemah.	
	Sabut kelapa	Yan dkk (2016)	Perlakuan alkalisasi membentuk pori terbuka pada serat akibat hilangnya lapisan lignin dan hemiselulosa.	-
1	Serat bambu	Zhang dkk (2015)	Serat bambu terlihat lebih bersih dari residual yang menempel pada permukaan serat tanpa perlakuan.	-
	Buah kurma	Oushabi dkk (2017)	Lignin dan hemiselulosa menunjukkan pengurangan yang signifikan.	-
	Serat bambu	Sugiman & Anshari (2019)	semakin lama waktu perawatan memberikan waktu yang cukup bagi alkali untuk melarutkan sebagian besar zat sensitif alkali.	-
2	Sabut kelapa	Nasidi & Ismail (2018)	-	0,93 pada frekuensi 1000 Hz.
	Sekam jagung	Sari dkk (2016)	Distribusi acak serat dalam panel penyerap berserat memungkinkan	0.98–0.99 pada frekuensi 1.6–3.25 kHz.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

			lebih banyak gelombang suara untuk menimpa lumina bundel serat, sehingga memperkuat penyerapan suara	
	Serat bambu	Sugiman & Anshari (2019)	Transmitansi puncak lignin dan hemiselulosa cenderung menurun, sehingga Lebih efektif dalam meningkatkan kekuatan tarik dari komposit.	-
4	Serat bambu	Ju'nior (2014)	Lebih reaktif untuk menghasilkan ikatan yang lebih baik terhadap matriks polimer.	-
12	Serat bambu	Zhang dkk (2018)	Permukaan yang kasar dapat membantu dalam pengikatan antara serat dengan matriks.	-
18,5	Serat bambu	Chen dkk (2018)	-	-
24	Pati jagung	Qin dkk (2019)	-	-
	Serat bambu	Farid dkk (2020)	-	-

Waktu pemrosesan alkalisasi juga berpengaruh terhadap konstituen pengotor yang ada pada serat alam. Waktu perlakuan alkalisasi biasa dilakukan dalam waktu 1-12 jam. *Range* dari setiap parameter tersebut tentunya mempertimbangkan hasil akhir dari tujuan pemberian perlakuan alkalisasi agar tidak mengalami

degradasi berlebih yang dapat merusak permukaan serat dan mengurangi kandungan selulosa pada serat.

Secara keseluruhan, sampel yang terbuat dari serat yang diberi perlakuan alkalisasi menunjukkan kemampuan penyerapan suara yang lebih baik dibandingkan dengan sampel yang terbuat dari serat yang tidak diolah. Penggunaan natrium hidroksida (NaOH) meningkatkan nilai koefisien absorpsi yang lebih baik pada serat alam, di mana kemampuan penyerapan meningkat karena persentase NaOH yang digunakan dalam perlakuan secara kimia meningkat.

Menurut penelitian sebelumnya dimana ukuran diameter serat alam menjadi lebih kecil karena pengaruh proses alkalisasi, dapat memungkinkan terjadinya penyerapan suara yang lebih baik berdasarkan fakta bahwa butiran yang lebih kecil dapat menunjukkan resistivitas aliran yang lebih tinggi daripada butiran yang lebih besar, yang menyebabkan kinerja penyerapan akustik yang lebih tinggi. Dengan ukuran serat yang lebih kecil maka akan lebih banyak serat yang diperlukan untuk mencapai kepadatan volume yang sama pada ketebalan yang sama dari suatu sampel. Komposisi ini akan menghasilkan jalur yang lebih padat dan hambatan aliran udara yang lebih tinggi. Sehingga, kinerja dari material akustik dapat meningkat karena tingginya gesekan viskos melalui getaran udara (Koizumi dkk., 2002).

4.3 Kritisasi Jurnal

Dari beberapa jurnal yang telah *direview*, secara keseluruhan jurnal yang diacu telah memiliki pembahasan yang baik, namun masih ditemukan beberapa kekurangan berupa data yang tidak diperjelas serta pembahasan yang kurang dijelaskan secara rinci oleh peneliti. Sehingga menyebabkan pembaca kesulitan dalam menganalisa untuk dijadikan pedoman referensi untuk melakukan penelitian.

Jurnal-jurnal tersebut, secara keseluruhan telah mencantumkan hasil pengujian SEM dan FTIR. Namun, untuk hasil pengujian absorpsi suara tidak semua jurnal mencantumkan. Sebagian jurnal hanya menyebutkan bahwa perlakuan alkalisasi

berpengaruh pada nilai alfa serat maupun komposit tanpa mencatumkan kurva. Terdapat juga jurnal yang mencantumkan kurva namun penjelasannya tidak begitu lengkap serta tidak menunjukkan data kuantitatif yang jelas seperti pada jurnal penelitian oleh Sari dkk (2016). Mayoritas penelitian dilaporkan hanya sebatas mengenai pengaruh alkalisasi terhadap morfologi dan struktur serat alam. Kinerja penyerapan suara akibat perlakuan alkali jarang ditemukan, sehingga data kuantitatif untuk membandingkan pengaruh ketiga parameter alkalisasi terhadap nilai koefisien absorpsi suara dari komposit serat alam tidak maksimal. Masih diperlukan lebih banyak penelitian tentang pengaruh perlakuan alkalisasi pada kinerja penyerapan akustik material.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data dari *review* jurnal ini, beberapa kesimpulan ini dapat disorot untuk memahami lebih lanjut.

1. Hasil terbaik dari pengaruh alkalisasi yaitu pada range konsentrasi 2-5% NaOH yang menunjukkan morfologi dan struktur serat yang paling baik. Untuk temperatur yang baik berdasarkan *review* jurnal yang telah dilakukan yaitu pada 25 - 60°C. Temperatur pada proses alkalisasi dapat mempengaruhi keberadaan lignin. Waktu perlakuan alkalisasi biasa dilakukan dalam waktu 1-12 jam. Waktu pemrosesan alkalisasi juga berpengaruh terhadap konstituen pengotor yang ada pada serat alam.
2. Perlakuan alkalisasi terbukti dapat meningkatkan kemampuan absorpsi suara pada komposit serat alam akibat pengurangan diameter serat. Berdasarkan *review* yang telah dibahas, didapati bahwa penyerapan suara dari serat alam mendekati 100% dalam rentang frekuensi rendah 1,6-3,250 kHz untuk sampel serat dengan perlakuan alkalisasi pada konsentrasi 2-5% NaOH.

5.2 Saran

Adapun saran dari dan bagi penulis dalam penulisan *paper review* ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk peneliti selanjutnya diharapkan dapat memaksimalkan proses pengambilan dan pengumpulan data sehingga dalam mengkaji penelitian *review* jurnal dapat dilaksanakan dengan baik.
2. Peneliti selanjutnya diharapkan untuk dapat mengkaji lebih banyak sumber maupun referensi terkait dengan pengaruh alkalisasi terhadap kemampuan absorpsi suara suatu material.

-
3. Serat alam yang akan diberi perlakuan alkalisasi alangkah baiknya dihomogenkan diameter awalnya menggunakan mesin sieving.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahad, N. A., Parimin, N., Mahmed, N., Ibrahim, S. S., Nizzam, K., & Ho, Y. M. (2009). "Effect of chemical treatment on the surface of natural fiber". **Journal of Nuclear and related technologies**, 6(1), 155-158.
- Akil H, Omar M, Mazuki A, Safiee S, Ishak Z, Bakar AA. (2011). "Kenaf fiber reinforced composites: a review". **Materials & Design**, 32:4107-21
- Alves, L., Medronho, B., Antunes, F. E., Fernández-García, M. P., Ventura, J., Araújo, J. P., ... & Lindman, B. (2015). "Unusual extraction and characterization of nanocrystalline cellulose from cellulose derivatives". **Journal of Molecular Liquids**, 210, 106-112.
- Anggraeni, N. D. (2008). "Analisa SEM (Scanning Electron Microscopy) dalam pemantauan proses oksidasi magnetite menjadi hematite". **Semin. Nas.-VII Rekayasa dan Apl. Tek. Mesin di Ind.**, no. October, 50-56.
- Arenas, J. P., & Crocker, M. J. (2010). "Recent trends in porous sound-absorbing materials". **Sound & vibration**, 44(7), 12-18.
- Bledzki, A. K., & Gassan, J. (1999). "Composites reinforced with cellulose based fibres". **Progress in polymer science**, 24(2), 221-274.
- Brahma, S., dan MRIRB, Dina. (2018). "Role of mercerizing condition on physical and dyeing properties of cotton knit fabric dyed with reactive dyes". **International Journal of Current Engineering and Technology**, 8(4):1052-1057
- Cai, M., Takagi, H., Nakagaito, A. N., Katoh, M., Ueki, T., Waterhouse, G. I., & Li, Y. (2015). "Influence of alkali treatment on internal microstructure and tensile properties of abaca fibers". **Industrial Crops and Products**, 65, 27-35.

-
- Callister, W. D. (2000). "Fundamentals of materials science and engineering". **Book** (Vol. 471660817). London: Wiley.
- Chawla, K. K. (2012). "Composite materials: science and engineering". **Book**, Springer Science & Business Media.
- Chen, H., Yu, Y., Zhong, T., Wu, Y., Li, Y., Wu, Z., & Fei, B. (2017). "Effect of alkali treatment on microstructure and mechanical properties of individual bamboo fibers". **Cellulose**, 24(1), 333-347.
- Chen, H., Zhang, W., Wang, X., Wang, H., Wu, Y., Zhong, T., & Fei, B. (2018). "Effect of alkali treatment on wettability and thermal stability of individual bamboo fibers". **Journal of wood science**, 64(4), 398-405.
- Chowdhury, M. N. K., Beg, M. D. H., Khan, M. R., & Mina, M. F. (2013). "Modification of oil palm empty fruit bunch fibers by nanoparticle impregnation and alkali treatment". **Cellulose**, 20(3), 1477-1490.
- Chung, D. D. (2010). "Composite materials: science and applications". **Book**, Springer Science & Business Media.
- Djerbi, S., Lindskog, M., Arvestad, L., Sterky, F., & Teeri, T. T. (2005). "The genome sequence of black cottonwood (*Populus trichocarpa*) reveals 18 conserved cellulose synthase (*CesA*) genes". **Planta**, 221(5), 739-746.
- Farid, M., Purniawan, A., Susanti, D., Pratiwi, V. M., & Yoessa, M. I. (2020). "High sound absorption of polyester composites/fiber hemp/nanocellulose for automotive interior materials". Surabaya: **Material International**.
- Faruk, O., Bledzki, A. K., Fink, H. P., & Sain, M. (2012). "Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000–2010". **Progress in polymer science**, 37(11), 1552-1596.
- Furnata, M. D., Intan S., Nurlina.(2017). "Pengaruh jenis pelarut terhadap ekstraksi asam humat dari kompos kotoran sapi". **ISSN**, Vol 6(3), 58-65.
- Fengel, D., & Wegener, G. (1995). "Kayu; Kimia, Ultrastruktur dan Reaksi-reaksi". Yogyakarta: Gadjah Mada University.
-

-
- George, J., & Sabapathi, S. N. (2015). "Cellulose nanocrystals: synthesis, functional properties, and applications". **Nanotechnology, science and applications**, 8, 45.
- Han, F., Ullrich, S. E., Chirat, S., Menteur, S., Jestin, L., Sarrafi, A., ... & Kleinhofs, A. (1995). "Mapping of β -glucan content and β -glucanase activity loci in barley grain and malt". **Theoretical and Applied Genetics**, 91(6-7), 921-927.
- Han, H. (2015). Study of agro-composite hemp/polypropylene: treatment of fibers, morphological and mechanical characterization (**Doctoral dissertation**, Troyes).
- Howard, D., & Angus, J. "Acoustics and Psychoacoustics Applied-Part 1: Listening room design".
- ISO, B. (1997). 11654: 1997 "Acoustics-Sound absorbers for use in buildings. Rating of sound absorption". Note: Under revision.
- Jayamani, E. H. (2014). "Investigation of Fiber Surface Treatment on Mechanical, Acoustical and Thermal Properties of Betelnut Fiber Polyester Composites". **Procedia Engineering**, 97, 545 – 554.
- Jayamani, E., Hamdan, S., Bakri, M. K. B., Kok Heng, S., Rahman, M. R., & Kakar, A. (2016). "Analysis of natural fiber polymer composites: Effects of alkaline treatment on sound absorption". **Journal of Reinforced Plastics and Composites**, 35(9), 703-711.
- J Junior, A. C., Barreto, A. C. H., Rosa, D. S., Maia, F. J. N., Lomonaco, D., & Mazzetto, S. E. (2015). "Thermal and mechanical properties of biocomposites based on a cashew nut shell liquid matrix reinforced with bamboo fibers". **Journal of Composite Materials**, 49(18), 2203-2215.
- Kabir, M. M., Wang, H., Lau, K. T., & Cardona, F. (2013). "Effects of chemical treatments on hemp fibre structure". **Applied Surface Science**, 276, 13-23.
-

-
- Khalil, H. S. A., Alwani, M. S., & Omar, A. K. M. (2006). "Chemical composition, anatomy, lignin distribution, and cell wall structure of Malaysian plant waste fibers". **BioResources**, 1(2), 220-232.
- Kjaer, B. (2019). Product Data. Denmark: Bruel & Kjaer.
- Koizumi, T., Tsujiuchi, N., & Adachi, A. (2002). "The development of sound absorbing materials using natural bamboo fibers". **WIT Transactions on the Built Environment**, 59.
- Koolman, J., & Röhm, K. H. (2001). "Atlas berwarna & teks biokimia". **Hipokrates**.
- Latif, R., Wakeel, S., Zaman Khan, N., Noor Siddiquee, A., Lal Verma, S., & Akhtar Khan, Z. (2019). "Surface treatments of plant fibers and their effects on mechanical properties of fiber-reinforced composites: A review". **Journal of Reinforced Plastics and Composites**, 38(1), 15-30.
- Lewis, H. B., & Douglas, H. B. (1994). "Industrial noise control Fundamentals and Applications". **Book**, New York: Marcel Dekker.
- Li, X., Tabil, L. G., & Panigrahi, S. (2007). "Chemical treatments of natural fiber for use in natural fiber-reinforced composites: a review". **Journal of Polymers and the Environment**, 15(1), 25-33.
- Łojewska, J., Miśkowiec, P., Łojewski, T., & Proniewicz, L. M. (2005). "Cellulose oxidative and hydrolytic degradation: In situ FTIR approach". **Polymer degradation and stability**, 88(3), 512-520.
- Long, M. (2014). "Fundamentals of Acoustics". **Architectural Acoustics**, 39–79.
- Mahmood, Z., Yameen, M., Jahangeer, M., Riaz, M., Ghaffar, A., & Javid, I. (2018). "Lignin as Natural Antioxidant Capacity". **Lignin-Trends and Applications**; IntechOpen: London, UK, 181-205.
-

-
- Mamtaz, H., Fouladi, M. H., Al-Atabi, M., & Narayana Namasivayam, S. (2016). "Acoustic absorption of natural fiber composites". **Journal of Engineering**, 2016.
- Mohanty, A. K., Misra, M., & Drzal, L. T. (2001). "Surface modifications of natural fibers and performance of the resulting biocomposites: an overview". **Composite interfaces**, 8(5), 313-343.
- Muslich, M. & Rulliaty., S. (2014). "Ketahanan bambu petung (*Dendrocalamus asper* Backer) yang diawetkan dengan CCB terhadap serangan penggerek di laut". **Jurnal Penelitian Hasil Hutan**, 199-208.
- Nasidi, I. N., Ismail, L. H., & Samsudin, E. M. (2018). "The effect of natural fiber sound absorption performance on sodium hydroxide treatment".
- Oushabi, A., Sair, S., Hassani, F. O., Abboud, Y., Tanane, O., & El Bouari, A. (2017). "The effect of alkali treatment on mechanical, morphological and thermal properties of date palm fibers (DPFs): Study of the interface of DPF–Polyurethane composite". **South African Journal of Chemical Engineering**, 23, 116-123.
- Padhye, R., & Nayak, R. (Eds.). (2016). "Acoustic textiles". **Book**, Springer Singapore.
- Peng, L. (2017). "Sound absorption and insulation functional composites". **In Advanced High Strength Natural Fibre Composites in Construction**, 333-373. Woodhead Publishing.
- Pérez, J., Munoz-Dorado, J., De la Rubia, T. D. L. R., & Martinez, J. (2002). "Biodegradation and biological treatments of cellulose, hemicellulose and lignin: an overview". **International microbiology**, 5(2), 53-63.
- Qin, Y., Zhang, H., Dai, Y., Hou, H., & Dong, H. (2019). "Effect of Alkali Treatment on Structure and Properties of High Amylose Corn Starch Film". **Materials**, 12(10), 1705.
- Rahman, R., Hasan, M., Huque, M., & Islam, N. (2009). "Physico-mechanical properties of maleic acid post
-

- treated jute fiber reinforced polypropylene composites". **Journal of Thermoplastic Composite Materials**, 22(4), 365-381.
- Rajappan, S., Bhaskaran, P., & Ravindran, P. (2017). "An Insight into the Composite Materials for Passive Sound Absorption". **JApSc**, 17(7), 339-356.
- Rowell, R. M. (1996). "Opportunities for composites from agro-based resources". **CRC Press Inc**, Boca Raton, FL..
- Roy, A., Chakraborty, S., Kundu, S. P., Basak, R. K., Majumder, S. B., & Adhikari, B. (2012). "Improvement in mechanical properties of jute fibres through mild alkali treatment as demonstrated by utilisation of the Weibull distribution model". **Bioresource technology**, 107, 222-228.
- Ruijgrok, G. J. (1993). "Elements of aviation acoustics". **Delft University Press**.
- Santos, E. B. C., Moreno, C. G., Barros, J. J. P., Moura, D. A. D., Fim, F. D. C., Ries, A., ... & Silva, L. B. D. (2018). "Effect of alkaline and hot water treatments on the structure and morphology of piassava fibers". **Materials Research**, 21(2).
- Sari, N. H., Wardana, I. N. G., Irawan, Y. S., & Siswanto, E. (2016). "Physical and acoustical properties of corn husk fiber panels". **Advances in Acoustics and Vibration**, 2016.
- Schwartz, M. M. (1983). **Composite Materials Handbook. Book**, New York: McGraw-Hill.
- Scurlock, J. M., Dayton, D. C., & Hames, B. (2000). "Bamboo: an overlooked biomass resource". **Biomass and bioenergy**, 19(4), 229-244.
- Singleton, A. C. N., Baillie, C. A., Beaumont, P. W. R., & Peijs, T. (2003). "On the mechanical properties, deformation and fracture of a natural fibre/recycled polymer composite". **Composites Part B: Engineering**, 34(6), 519-526.

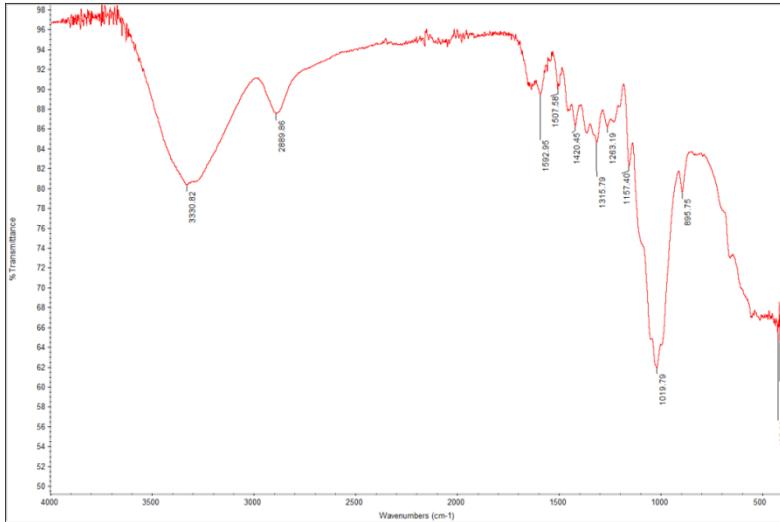
-
- Sixta, H. (2006). "Pulp properties and applications". **Handbook of pulp**, 1009-1067.
- Smallman, R. E., & Bishop, R. J. (1999). "Modern physical metallurgy and materials engineering". **Book**, elsevier.
- Sugiman, S. U. G. I. M. A. N., Setyawan, P. D., & Anshari, B. U. A. N. (2019). "Effects of alkali treatment of bamboo fibre under various conditions on the tensile and flexural properties of bamboo fibre/polystyrene-modified unsaturated polyester composites". **Journal of Engineering Science and Technology**, 14(1), 027-047.
- Sulistijono. (2012). "Mekanika Material Komposit". Surabaya: **ITS Press**.
- Sun, Y., & Cheng, J. (2002). "Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review". **Bioresource technology**, 83(1), 1-11.
- Symington, M. C., Banks, W. M., West, O. D., & Pethrick, R. A. (2009). "Tensile testing of cellulose based natural fibers for structural composite applications". **Journal of composite materials**, 43(9), 1083-1108.
- Thakur VK, Thakur MK, Gupta RK. (2013). "Rapid synthesis of graft copolymers from natural cellulose fibers". **Carbohydrate polymers**, 98:820-8.
- Wang, X., Li, Y., Chen, T., & Ying, Z. (2015). "Research on the sound absorption characteristics of porous metal materials at high sound pressure levels". **Advances in Mechanical Engineering**, 7(5),
- Yan, L., Chouw, N., & Yuan, X. (2012). "Improving the mechanical properties of natural fibre fabric reinforced epoxy composites by alkali treatment". **Journal of Reinforced Plastics and Composites**, 31(6), 425-437.
- Yan, L., Chouw, N., Huang, L., & Kasal, B. (2016). "Effect of alkali treatment on microstructure and mechanical properties of coir fibres, coir fibre reinforced-polymer composites and reinforced-cementitious composites". **Construction and Building Materials**, 112, 168-182.
-

-
- Yue, P. P., Hu, Y. J., Fu, G. Q., Sun, C. X., Li, M. F., Peng, F., & Sun, R. C. (2018). "Structural differences between the lignin-carbohydrate complexes (LCCs) from 2-and 24-month-old bamboo (*Neosinocalamus affinis*)". **International Journal of Molecular Sciences**, 19(1), 1.
- Zhang, K., Wang, F., Liang, W., Wang, Z., Duan, Z., & Yang, B. (2018). "Thermal and mechanical properties of bamboo fiber reinforced epoxy composites". **Polymers**, 10(6), 608.
- Zhang, X., Wang, F., & Keer, L. M. (2015). "Influence of surface modification on the microstructure and thermo-mechanical properties of bamboo fibers". **Materials**, 8(10), 6597-6608.

LAMPIRAN

A. Hasil Pengujian FTIR

Serat bambu petung dengan perlakuan alkalisasi pada konsentrasi larutan 5wt% NaOH selama 3 jam.



Peak list :

Peak (cm⁻¹)	Ikatan dan Jenis Gugus Fungsi
3330,82	O-H <i>stretching</i>
2889,6	C-H <i>stretching</i>
1592,95	C=C cincin <i>stretching</i> (cincin aromatik)
1420,5	CH ₂ <i>deformation</i>
1019,79	C-O <i>stretching</i>

1157,40

C-O-C stretching

895,75

C-H deformation

UCAPAN TERIMA KASIH

Sebagai penutup penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang selalu menjadi sumber perlindungan dan kekuatan bagi penyusun dalam melaksanakan penelitian Tugas Akhir.
2. Mama, Ayah, Kakak yang senantiasa mendukung dengan doa, semangat, serta bantuan finansial.
3. Bapak Ir. Moh Farid, DEA dan Bapak Haniffudin Nurdiansah, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir atas bimbingannya selama pelaksanaan dan penyusunan Laporan Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. Moh Farid, DEA sebagai dosen wali.
5. Seluruh Dosen dan Karyawan Departemen Teknik Material dan Metalurgi yang telah membantu dan memberikan ilmu selama perkuliahan.
6. Dianty Hapsari Anggriani sebagai *partner* tugas akhir penulis yang sudah membantu dan memberi semangat selama mengerjakan Tugas Akhir.
7. Farhan Satryo Dipo Pangarso yang selalu menghibur dan menguatkan dalam segala kondisi.
8. Teman-teman Material Inovatif (Komposit Kayu); Anggi, Yuli, Marco, Dipo, Daniel, Farros, dan Oska yang telah membantu, menghibur, dan memberi semangat selama mengerjakan Tugas Akhir.
9. Elvira, Anggi, Monica, Hardina, Laras, Salma selaku teman dekat penulis pada masa perkuliahan hingga akhir.
10. Ajeng, Inez, Herin, Imam, Sandy (ADB) selaku teman dekat penulis sejak SMA yang selalu menghibur dan memberikan semangat kepada penulis.

-
11. Amith, Galuh, Amel, Inge (AGAIN) selaku teman dekat penulis sejak SMP yang selalu mendoakan dan mendukung penulis.
 12. Dek Mifta, Mbak Seril, Ester, Mbak Risa, Mbak Nita (GGirls) selaku teman dekat penulis di rumah yang selalu meluangkan waktu bersama penulis dan memberikan dukungan serta doa.
 13. Seluruh teman angkatan MT18 yang menghiasi lika-liku perkuliahan penulis.
 14. Oppa-oppa penulis yang selalu memotivasi penulis untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir.
 15. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan dukungan dan membantu kelancaran proses pengerjaan Tugas Akhir ini.

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Nurul Qomariyah Apriliani lahir di kota Mojokerto pada tanggal 2 April 1999. Ayah penulis bernama Sudiono dan ibu bernama Jumaiyah. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal di SDN 1 Sooko Mojokerto (2005-2011), SMPN 1 Kota Mojokerto (2011-2014), SMAN 1 Sooko Mojokerto (2014-2016). Setelah lulus dari SMA penulis melanjutkan

pendidikan ke jenjang perguruan tinggi di Departemen Teknik Material dan Metalurgi, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Semasa kuliah penulis aktif di berbagai kegiatan intra dan ekstra kampus antara lain pernah menjadi staff Badan Semi Otonom Minat dan Bakat HMMT FTI-ITS 2017/2018, Sekretaris Badan Semi Otonom Minat dan Bakat HMMT FTI-ITS 2018/2019. Penulis turut serta dalam beberapa pelatihan seperti LKMM Pra TD FTI ITS, PEARLITE dan juga menjadi panitia dalam pelatihan spiritual dan kebangsaan, ISST, dan INDOCOR. Selain itu penulis juga memiliki pengalaman kerja praktisi di PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ dan ditempatkan di Departemen Engineering & Integrity pada pada Januari-Februari 2019. Sebagai tugas akhir, penulis mengambil topik mengenai Material Inovatif (Komposit Kayu) dengan judul “*REVIEW* : Pengaruh Proses Alkalisasi Serat Terhadap Morfologi, Struktur Dan Sifat Absorpsi Suara Komposit Serat Alam”.

Email : nurulqomariyahapriliani@yahoo.com

No.Hp : 085648491527