

**PENGARUH VARIASI KOMPOSISI *AEROGEL* SILIKA TERHADAP  
SIFAT FISIS PADA PEMBUATAN *BIOFOAM***

**(SKRIPSI)**

Oleh

**Chandra Gumilang**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECT OF VARIATION OF SILICA AEROGEL COMPOSITION ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF BIOFOAM PRODUCTION**

**By**

**Chandra Gumilang**

*Biofoam is a type of bioplastic that can be use as an alternative packaging product to replace styrofoam. Biofoam still has a high value of water absorption, so silica aerogel is added as a hydrophobic agent. The purpose of this study is to determine the effect of adding silica aerogel to the functional groups of biofoam, crystal structure, density and water absorption. The method use in this research is thermopressing. The thermopressing method is a method where all the ingredients, started from fiber, starch, silica aerogel and PVA, are mixed to form a dough and then press for 3 minutes at 150°C using a thermopressing tool. In relation to the characteristic results obtained from the FTIR analysis, it was found the presence of silica aerogel functional groups at wave numbers 1058.60  $\text{cm}^{-1}$  and 925.83  $\text{cm}^{-1}$ . Apart from silica, the functional groups of cellulose and starch are also found. Furthermore, the results of the crystal structure analysis found silica and cellulose phases with different phase weight percent values. The weight percent of the phase silica phase increases as the weight percent of the cellulose phase decreases because of the addition silica. This is an accordance with the FTIR results. The results of the physical density test shows that the density value decreased with increasing silica composition. The results of the water absorption analysis shows that the value of water absorption increases with increasing silica composition, this is because silica has morphological properties in the form of an ultraporous solid material that is able to absorb more water, and the phase separation method is not carried out on silica to obtain silica. with high hydrophobic properties.*

**Keywords:** *Biofoam, silica airgel, water absorption*

## ABSTRAK

### PENGARUH VARIASI KOMPOSISI *AEROGEL* SILIKA TERHADAP SIFAT FISIS PADA PEMBUATAN *BIOFOAM*

Oleh

**Chandra Gumilang**

*Biofoam* merupakan salah satu jenis bioplastik yang dapat digunakan sebagai produk kemasan alternatif pengganti *styrofoam*. *Biofoam* masih memiliki nilai daya serap air yang tinggi, sehingga ditambahkan silika *aerogel* sebagai agen hidrofobik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan silika *aerogel* terhadap gugus fungsi *biofoam*, struktur kristal, densitas dan daya serap air. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *thermopressing*. Metode *thermopressing* merupakan metode dimana semua bahan, mulai dari serat, pati, silika aerogel dan PVA, dicampur hingga menjadi adonan lalu ditekan selama 3 menit pada suhu 150°C menggunakan alat *thermopressing*. Sehubungan dengan hasil karakteristik yang diperoleh dari analisis FTIR, ditemukan keberadaan gugus fungsi silika *aerogel* pada bilangan gelombang 1058,60  $\text{cm}^{-1}$  dan 925,83  $\text{cm}^{-1}$ . Selain silika, gugus fungsi selulosa dan pati juga ditemukan. Selanjutnya pada hasil analisis struktur kristal ditemukan fasa silika dan selulosa dengan nilai berat persen fasa yang berbeda. Berat persen fasa untuk silika naik dan berat persen fasa selulosa menurun seiring penambahan komposisi silika, hal ini sesuai dengan hasil FTIR. Dalam hasil uji fisis densitas menunjukkan bahwa nilai densitas menurun seiring meningkatnya komposisi silika. Adapun pada hasil analisis daya serap air menunjukkan bahwa nilai daya serap air meningkat seiring dengan bertambahnya komposisi silika, hal ini disebabkan silika memiliki sifat morfologi berupa material padatan ultra berpori yang mampu menyerap air lebih banyak, serta tidak dilakukannya metode pemisahan fasa pada silika untuk mendapatkan silika dengan sifat hidrofobik yang tinggi.

**Kata kunci:** *Biofoam*, *aerogel silica*, daya serap air

**PENGARUH VARIASI KOMPOSISI *AEROGEL* SILIKA TERHADAP  
SIFAT FISIS PADA PEMBUATAN *BIOFOAM***

Oleh

**CHANDRA GUMILANG**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA SAINS**

**Pada**

**Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Lampung**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

Judul Penelitian : **PENGARUH VARIASI KOMPOSISI AEROGEL SILIKA TERHADAP SIFAT FISIS PADA PEMBUATAN BIOFOAM**

Nama Mahasiswa : **Chandra Gumilang**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1817041064**

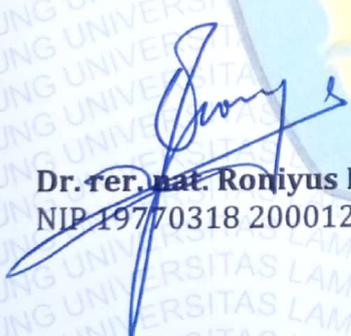
Jurusan : **Fisika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**Bandar Lampung, 28 Maret 2023**



1. **Komisi Pembimbing**

  
**Dr. rer. nat. Roniyus Marjunus, S.Si., M.Si.**  
NIP 19770318 2000121 003

  
**Agus Riyanto, S.Si., M.Sc.**  
NIP 19860822 201504 1 002

2. **Ketua Jurusan Fisika FMIPA**

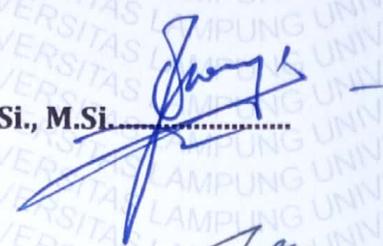
  
**Gurum Ahmad Fauzi, S.Si., M.T.**  
NIP 198010102005011002

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

**Ketua**

**: Dr. rer. nat. Roniyus Marjunus, S.Si., M.Si.**



**Sekretaris**

**: Agus Riyanto, S.Si., M.Sc.**



**Penguji**

**Bukan Pembimbing : Dr. Yanti Yulianti, S.Si., M.Si.**



**2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.**

**NIP 19711001 2005011 002**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 28 Maret 2023**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepengetahuan saya tidak ada karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila ada pernyataan saya yang tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 28 Maret 2023 ,



**Chandra Gumilang**  
NPM. 1817041064

## RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Chandra Gumilang dilahirkan di Kabupaten Lebak, Provinsi Banten pada 06 Mei 2000 sebagai anak kelima pasangan Dudu Abdul Azis dan Maya. Penulis memulai pendidikan di SDN 03 Cimarga dan lulus pada tahun 2013. Penulis kemudian menempuh pendidikan sekolah menengah pertama di MTsN Pasir Bungur dan lulus pada tahun 2016.

Setelah itu, penulis melanjutkan masa pendidikannya di SMAN 01 Cimarga. Selama menempuh pendidikan menengah atas, penulis aktif dalam kegiatan Pramuka serta keanggotaan OSIS di SMAN 01 Cimarga.

Pada tahun 2018, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung melalui jalur seleksi beasiswa Afirmasi. Selama menjalani proses pendidikan formal tersebut, penulis aktif di Unit Kegiatan Mahasiswa Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Lampung pada bidang Kesekretariatan Rumah Tangga (KRT) sebagai anggota pada tahun 2018 dan ikut serta keanggotaan ROIS pada tahun 2019. Pada bulan Januari tahun 2021 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Mandiri di Cimarga, Kecamatan Cimarga, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten. Pada bulan Agustus 2021 penulis menempuh kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PT. PLN (Persero) P3B UPT Tanjung Karang, Provinsi Lampung. Dalam bidang kepenulisan ilmiah, penulis memiliki pengalaman menulis laporan PKL dengan judul “Analisis Kerja Relay Diferensial Trafo 60 MVA pada Gardu Induk 150 KV di PT. PLN (Persero) P3B UPT Tanjung Karang.

## MOTTO

**“Janganlah kamu bersikap lemah dan janganlah pula kamu bersedih hati, padahal kamulah orang-orang yang paling tinggi derajatnya jika kamu beriman”.**

**(QS Ali Imran: 139)**

*“Jangan pergi mengikuti kemana jalan akan berujung. Buat jalanmu sendiri dan tinggalkanlah jejak”.*

*(Ralph Waldo Emerson)*

*“Orang yang hebat adalah orang yang memiliki kemampuan menyembunyikan kesusahan, sehingga orang lain mengira bahwa ia selalu senang.”*

*(Imam Syafi'i)*

## **PERSEMBAHAN**

**Dengan penuh rasa syukur kehadiran Allah SWT, penulis  
Mempersembahkan karya ini kepada:**

**Bapak Dudu Abdul Azis dan Ibu Maya  
Atas doa yang tidak pernah ada habisnya serta segala upaya yang telah  
dilakukan untuk memberikan yang terbaik.**

**Keluarga Besar  
Yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan doa.**

**Teman Seperjuangan  
Yang telah banyak membantu serta mendoakan**

**Almamater Tercinta**

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Warahmatullah Wabarokatuh.*

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul **“Pengaruh Variasi Komposisi *Aerogel Silika* Terhadap Sifat Fisis Pada Pembuatan *Biofoam*”**.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan kekurangan tersebut. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menjadi literatur serta rujukan bagi penelitian-penelitian berikutnya.

*Wassalamualaikum Warahmatullah Wabarokatuh*

Bandar Lampung, 28 Maret 2023

Chandra Gumilang

## SANWACANA

Puji syukur marilah kita panjatkan kepada Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul **“Pengaruh Variasi Komposisi *Aerogel Silika* Terhadap Sifat Fisis Pada Pembuatan *Biofoam*”** sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung. Selama menyelesaikan skripsi ini, penulis telah menerima banyak bantuan secara langsung maupun tidak langsung sehingga membuat skripsi ini menjadi lebih baik. Dengan segala kerendahan serta ketulusan hati, penulis menyampaikan banyak-banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Gurus Ahmad Pauzi, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan Fisika FMIPA Unila;
2. Dr. Yanti Yulianti, S.Si., M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Fisika FMIPA Unila, sekaligus sebagai Dosen Penguji;
3. Dr. rer. nat. Roniyus Marjunus, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik, sekaligus sebagai Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan selama proses penelitian dan penulisan skripsi;
4. Bapak Agus Riyanto, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan selama proses penelitian dan penulisan skripsi;
5. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung atas ilmu yang telah diberikan selama penulis menempuh bangku perkuliahan;
6. Seluruh staff Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung yang telah membantu penulis dalam kelancaran setiap proses penyelesaian Tugas Akhir.
7. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak Dudu Abdul Azis dan Ibu Maya, yang telah memberikan doa dan dukungan selama penulis melaksanakan perkuliahan baik secara moril dan materil.

8. Kakak-kakak penulis yaitu Chairul Fahmi, Iif Fahrizal, Didi Kurnia, dan Ugi Mardiani serta keluarga besar yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat secara terus-menerus untuk penulis.
9. Rekan seperjuangan penulis yaitu Tiara Widiastuti dan Sayyidah Wulan Khaerunisa atas kerjasama dan bantuannya selama melaksanakan penelitian ini;
10. Teman-teman penulis yaitu Ester Novi Andriani, Selvi Hidayanti, Wayan Putri Yanti, Farradila Nabila Putri, Sutiarno, Hauzan Khairullah, Nindya Aisyah, yang telah memberikan banyak dukungan serta motivasi;
11. Teman-teman Fisika 2018 atas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan.

Serta berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT memberikan imbalan berlipat dan memudahkan langkah semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Bandar Lampung, 28 Maret 2023

Chandra Gumilang

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<i>ABSTRACT</i> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	v
<b>PERNYATAAN</b> .....	vi
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	vii
<b>MOTTO</b> .....	viii
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	x
<b>SANWACANA</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3

1.5	Manfaat Penelitian .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>		
2.1	<i>Styrofoam</i> .....	4
2.2	<i>Biodegradable Foam (Biofoam)</i> .....	5
2.3	Bahan Pembuatan <i>Bifoam</i> .....	6
2.3.1	Pati .....	6
2.3.2	<i>Polivinil Alkohol (PVA)</i> .....	6
2.3.3	Serat .....	6
2.3.4	<i>Aerogel Silica</i> .....	7
2.4	Metode <i>Thermopressing</i> .....	8
2.5	Karakterisasi Bahan Baku dan Produk .....	8
2.5.1	Analisis <i>Fourier Transform Infra-Red (FTIR)</i> .....	8
2.5.2	<i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	9
2.5.3	Densitas .....	10
2.5.4	Kuat Tekan .....	10
2.5.5	Daya Serap Air ( <i>Water Absorption</i> ) .....	11
<b>III. METODE PENELITIAN</b>		
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian .....	12
3.2	Alat dan Bahan Penelitian .....	12
3.3	Variabel Penelitian .....	13
3.4	Pembuatan <i>Bifoam</i> .....	14
3.5	Karakterisasi <i>Biofoam</i> .....	14
3.5.1	Analisis Gugus Fungsi .....	14
3.5.2	Analisis Struktur Kristal .....	14
3.5.3	Analisis Densitas .....	15
3.5.4	Analisis Kuat Tekan .....	15
3.5.5	Analisis Daya Serap .....	15
3.6	Diagram Alir .....	15

#### **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil Analisis Gugua Fungsi.....	18
4.2 Hasil Analisis Struktur Kristal .....	20
4.3 Hasil Analisis Densitas .....	27
4.4 Hasil Analisis Daya Serap.....	28
4.5 Hasil Analisis Kuat Tekan .....	28

#### **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan.....	30
5.2 Saran .....	31

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
<b>Tabel 2.1</b> Properti dari silika <i>aerogel</i> .....	8
<b>Tabel 3.1</b> Alat penelitian beserta fungsi .....	12
<b>Tabel 3.2</b> Bahan-bahan penelitian .....	13
<b>Tabel 3.3</b> Alat-alat uji karakterisasi penelitian .....	13
<b>Tabel 3.4</b> Variabel komposisi penelitian .....	13
<b>Tabel 4.1</b> Hasil identifikasi gugus fungsi .....	20
<b>Tabel 4.2</b> Presentase parameter kesesuaian <i>refinement</i> data XRD <i>biofoam</i> .....	25
<b>Tabel 4.3</b> Parameter sel SiO <sub>2</sub> .....	26
<b>Tabel 4.4</b> Parameter sel C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> .....	26

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 3.1</b> Diagram alir <i>bleaching</i> serat bonggol jagung.....	16
<b>Gambar 3.2</b> Diagram alir pembuatan <i>biofoam</i> .....	17
<b>Gambar 4.1</b> <i>Biofoam</i> .....	18
<b>Gambar 4.2</b> Hasil identifikasi gugus fungsi (a) Bio 2,5 g, (b) Bio 5 g, (c) Bio 7,5 g, dan (d) Bio 10 g .....	19
<b>Gambar 4.3</b> Difraktogram XRD <i>biofoam</i> (a) Bio 2,5 g, (b) Bio 5 g, (c) Bio 7,5 g, dan (d) Bio 10 g .....	22
<b>Gambar 4.4</b> Hasil <i>refinement</i> data XRD <i>biofoam</i> (a) Bio 2,5 g, (b) Bio 5 g, (c) Bio 7,5 g, dan (d) Bio 10 g .....	24
<b>Gambar 4.5</b> Presentase fasa SiO <sub>2</sub> dalam persen berat (% wt) .....	25
<b>Gambar 4.6</b> Presentase fasa C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> dalam persen berat (% wt).....	26
<b>Gambar 4.7</b> Hasil analisis densitas .....	27
<b>Gambar 4.8</b> Hasil analisis daya serap air.....	28
<b>Gambar 4.9</b> Hasil analisis kuat tekan .....	29

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sektor industri makanan mengalami peningkatan sehingga menyebabkan tingginya kebutuhan kemasan makanan. Industri makanan cenderung memproduksi kemasan makanan jenis sekali pakai, sehingga kemasan makanan yang sudah tidak terpakai menjadi salah satu masalah lingkungan secara global dan cenderung merusak lingkungan. Salah satu jenis kemasan makanan yang sering digunakan masyarakat adalah *styrofoam* (Ruscahyani, 2020). Pemakaian *styrofoam* sebagai kemasan makanan dalam kehidupan sehari-hari cukup tinggi. Hal ini terjadi dikarenakan karakteristik dari *styrofoam* yang mudah dibentuk, ringan, murah, tahan air, dan juga tahan panas (Coniwanti *et al.*, 2018). Kandungan dalam *styrofoam* untuk kemasan makanan memiliki efek buruk bagi kesehatan manusia, hal ini disebabkan bahan kimia yang terkandung di dalam *styrofoam* masuk ke makanan yang dikonsumsi manusia. Penggunaan *styrofoam* harus dihentikan dan dilakukan upaya alternatif bahan pengemas lain yang ramah lingkungan (Iriani *et al.*, 2016).

Kemasan *biodegradable foam* menjadi alternatif kemasan pengganti *styrofoam*. *Biodegradable foam (Biofoam)* menggunakan bahan baku utama berupa pati sehingga kemasan tersebut dapat terurai secara alami. Pati merupakan salah satu polimer alami yang tersusun dari amilopektin (struktur bercabang) dan amilosa (struktur lurus). Pati berasal dari ekstraksi tanaman yang berkarbohidrat tinggi seperti ubi jalar, sagu, gandum, jagung, dan singkong. Pati juga dapat berasal dari ekstraksi biji-bijian seperti biji nangka, biji durian, dan biji alpukat (Sakinah dan Kurniawansyah, 2018). Pati dipercaya memiliki biodegradabilitas yang tinggi dan harga yang murah. Salah satu sumber pati yang produksinya cukup tinggi adalah tapioka, mengingat harganya yang lebih murah bila dibandingkan dengan sumber

pati lainnya. Tapioka adalah pati yang berasal dari ubi kayu atau singkong yang dimanfaatkan sebagai bahan pangan. Tapioka berkomposisi kimia 73,3% - 84,9% pati; 0,08% - 1,54% lemak; 0,03% - 0,60% protein; dan 0,02% - 0,33% abu. Pati dari tapioka terdiri dari 83% amilopektin dan 17% amilosa. Tapioka memiliki kadar protein, kadar lemak serta amilosa yang lebih rendah dibandingkan jenis pati lainnya (Breuninger *et al.*, 2009).

Kelemahan dari *biofoam* dengan pati sebagai bahan baku utama tersebut yaitu memiliki sifat kelenturan bahan yang buruk dan tingkat daya serap air yang tinggi yang perlu diatasi (Etikaningrum *et al.*, 2018). Untuk memperbaiki kelemahan ini maka diperlukan modifikasi pati, natural polimer, serat, dan beberapa bahan lainnya (Kaisangsri, 2014). Salah satu sumber bahan baku *biofoam* yang potensial adalah serat. Serat alam telah dimanfaatkan sebagai bahan penguat biokomposit menggantikan serat sintetis, karena mempunyai sifat fisik yang ringan, mudah terbakar, murah, dan dapat terdegradasi. Serat alam non kayu yang dihasilkan oleh tanaman dikelompokkan menjadi tiga kelompok besar yaitu serat batang (misalnya, rami, kenaf, rosela, dan yute), serat buah (kapas dan kapuk) dan serat daun (abaka, sisal, dan nanas). Serat kapas (*Gossypium hirsutum*) termasuk dalam kelompok serat buah, selain kandungan selulosa yang tinggi serat kapas juga mengandung protein 1,3%; abu 1,2%; lilin 0,6%; pektin 0,9%; dan asam organik 0,8%. Serat dari tanaman abaka (*Musa textilis*) termasuk kelompok serat daun, serat abaka mempunyai sifat fisik yang kuat, tahan lembab dan air asin, sehingga baik untuk digunakan sebagai bahan baku kertas berkualitas tinggi yang tahan simpan (seperti uang, kertas dokumen dan kertas cek). Serat sisal termasuk dalam kelompok serat daun. Serat sisal yang dibudidayakan di India mengandung 65% selulosa, 12% hemiselulosa, dan 9,9% lignin. Akan tetapi, pada penelitian kali ini menggunakan serat dari limbah bonggol jagung. Bonggol jagung merupakan salah satu jenis serat alam yang melimpah. Bonggol jagung merupakan limbah lignoselulostik, yaitu limbah pertanian yang mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin. Bonggol jagung mengandung selulosa sekitar 41% (Yusriani, 2022).

Untuk meningkatkan daya serap rendah bila terkena air maka dibutuhkan sifat superhidrofobik dengan menambahkan *aerogel silica* dengan metode pemisahan

fasa. *Aerogel silica* adalah satu-satunya *aerogel* yang dikomersialkan. Karena kinerja keseluruhan yang sangat baik dalam isolasi termal, stabilitas, dan produksi skala besar. *Aerogel silica* merupakan material dengan densitas sekitar 0,003 g/cm<sup>3</sup>, porositas 80 - 99,8 %, konduktivitas termal 0,005 W/mK dan luas permukaan 500-1200 m<sup>2</sup>/g yang dapat dijadikan sebagai *adsorben* logam (Dorcheh dan Abbasi, 2008). Penelitian mengenai pembuatan biofoam dengan menambahkan *aerogel silica* belum pernah dilakukan. Oleh karena itu dilakukanlah penelitian ini untuk mengembangkan sifat fisik dan mekanik dari *biofoam*, seperti uji tekan, densitas, serta daya serap air dari suatu *biofoam*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana pengaruh penambahan *aerogel* silika terhadap gugus fungsi, struktur kristal, densitas, daya serap air dan kuat tekan dari *biofoam*.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan *aerogel* silika terhadap gugus fungsi, struktur kristal, densitas, daya serap air dan kuat tekan dari *biofoam*.

## 1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Pati yang digunakan adalah pati singkong;
2. Serat yang digunakan adalah serat bonggol jagung dan;
3. Karakterisasi yang dilakukan adalah FTIR dan XRD.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan inovasi terbaru dalam pembuatan kemasan makanan yang ramah lingkungan.
2. Menciptakan biofoam dengan sifat fisis yang lebih baik, seperti daya serap, kuat tekan, dan densitas.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Styrofoam*

*Styrofoam* merupakan limbah dari pemakaian keseharian manusia seperti tempat makanan dan minuman, pengemas barang elektronik, pecah belah, dan sebagainya. *Styrofoam* mempunyai efek merusak lingkungan hidup, karena sampah *styrofoam* di tanah tidak dapat terurai. *Styrofoam* merupakan bahan kemasan makanan yang sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari. *Styrofoam* merupakan senyawa kimia polimer yang tersusun atas bagian-bagian kecil penyusunnya yaitu stirena. Nama kimia dari *styrofoam* ini adalah polistirena (Singh dan Bishnoi, 2012). *Styrofoam* sering digunakan sebagai pengemas makanan dan minuman salah satunya adalah karena harganya murah, ringan, dan kelihatan eksklusif sehingga orang-orang tertarik menggunakannya. *Styrofoam* memiliki kandungan 95% udara sehingga sangat ringan dan 5% stirena yang berbahaya untuk dijadikan sebagai wadah makanan. *Styrofoam* memiliki kemampuan daya tahan terhadap panas dan dingin yang sangat baik sehingga digunakan sebagai insulator (Harunsyah *et al.*, 2020). Karena bisa menahan suhu, akhirnya banyak yang salah dalam penggunaannya sebagai gelas minuman dan wadah makanan. Beberapa hal yang bisa dijadikan alasan kenapa perlu mengurangi penggunaan *styrofoam* pada kehidupan adalah bahan ini terbuat dari butiran - butiran *styrene*, yang diproses dengan menggunakan *benzene* (Denny *et al.*, 2018). Butiran - butiran *styrene* tersebut dapat bereaksi cepat dengan oksigen membentuk *styrene* oksida. Hal ini dapat membahayakan kesehatan karena pada saat *styrene* oksida migrasi ke dalam tubuh dapat menyebabkan mutasi gen dan merangsang sel kanker (Cavallo *et al.*, 2018). Sedangkan *benzene* termasuk zat yang bisa menimbulkan banyak penyakit. Benzena ini menimbulkan masalah pada kelenjar *thyroid*, mengganggu sistem syaraf sehingga menyebabkan kelelahan, mempercepat denyut jantung, sulit tidur, badan

menjadi gemetar, dan menjadi mudah gelisah. Di negara-negara maju seperti Jepang dan negara Eropa penggunaan *styrofoam* sudah dilarang. Tidak diperbolehkannya penggunaan *styrofoam* selain alasan yang berhubungan dengan kesehatan, juga berhubungan dengan pemusnahannya yang sangat sulit. Di Indonesia pengemas ini justru digemari oleh kalangan masyarakat karena harganya yang sangat ekonomis (Sumari *et al.*, 2019).

## **2.2 Biodegradable Foam (Biofoam)**

*Biodegradable foam (biofoam)* adalah salah satu dari jenis bioplastik yang dapat digunakan sebagai produk kemasan alternatif pengganti *styrofoam* (Hendrawati *et al.*, 2015). *Biofoam* dapat dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran sesuai kebutuhan. Proses pembuatannya dapat dilakukan dengan beberapa metode diantaranya menggunakan teknologi *thermopressing* dan *baking process* dimana adonan pati, serat serta bahan aditif lain dicampurkan dengan komposisi tertentu (Kaisangsri *et al.*, 2012). *Biofoam* dapat terurai secara alami, serta aman bagi kesehatan karena tidak mengandung bahan beracun. Pembuatan *biofoam* sangat mempertimbangkan aspek bahan baku yang ramah lingkungan dan salah satu yang menjadi pertimbangan penting adalah aspek penambahan serat alami yang digunakan sebagai pengisi pada pembuatan *biofoam* (Kabir *et al.*, 2014). Kemudian selanjutnya yang berpotensi dijadikan bahan baku pengganti plastik pada *styrofoam* adalah pati. Pembentukan *biodegradable foam* dari pati, pada prinsipnya merupakan gelatinisasi molekul pati. Dengan adanya penambahan sejumlah air dan dipanaskan pada suhu yang tinggi maka akan terjadi gelatinisasi. Gelatinisasi mengakibatkan ikatan amilosa akan cenderung saling berdekatan karena adanya ikatan hidrogen. Proses pengeringan akan mengakibatkan penyusutan sebagai akibat lepasnya air sehingga gel akan membentuk lapisan yang stabil (Anita *et al.*, 2013). Ada tiga jenis *biodegradable foam*, yang pertama yaitu *foam* berupa butiran kecil (*loose fill foam*) yang umumnya digunakan sebagai penyerap getaran atau bantalan pada produk-produk yang mudah rusak seperti produk elektronik. Kedua, *foam* berupa lembaran yang selanjutnya akan dibentuk atau dicetak, dan yang ketiga *foam* dengan bentuk khusus seperti mangkuk, piring, gelas yang dibuat dengan proses pencetakan dan pembakaran (Iriani *et al.*, 2016).

## 2.3 Bahan Pembuatan *Biofoam*

### 2.3.1 Pati

Pati adalah karbohidrat yang merupakan polimer glukosa, terdiri atas amilosa dan amilopektin. Amilosa adalah bagian polimer linier dengan ikatan  $\alpha$ -(1→4) unit glukosa. Derajat polimerisasi amilosa berkisar antara 500 - 6.000 unit glukosa, bergantung pada sumbernya. Amilopektin merupakan polimer  $\alpha$ -(1→4) unit glukosa dengan rantai samping  $\alpha$ -(1→6) unit glukosa. Dalam suatu molekul pati, ikatan  $\alpha$ -(1→6) unit glukosa ini jumlahnya sangat sedikit, berkisar antara 4-5 %. Namun, jumlah molekul dengan rantai yang bercabang, yaitu amilopektin, sangat banyak dengan derajat polimerisasi 10<sup>5</sup> hingga 3 x 10<sup>6</sup> unit glukosa (Jacobs dan Delcour, 1998). Pati dapat ditemukan dalam kentang, gandum, beras dan makanan lainnya, dan bervariasi bentuknya, tergantung pada sumbernya. Pati merupakan senyawa terbanyak kedua yang dihasilkan oleh tanaman setelah selulosa. Pati bukan merupakan senyawa yang homogen. Sebagian besar pati tersusun dari 2 komponen polimer glukosa yang utama yaitu amilosa dan amilopektin (Anggraini, 2013).

### 2.3.2 *Polivinil Alkohol (PVA)*

PVA (*polivinil alkohol*) merupakan polimer *biodegradable hidrofilik* yang memiliki sifat dapat membentuk film dengan baik, larut dalam air, mudah dalam proses, tidak beracun, *biocompatible* dan *biodegradable* (Pamela *et al.*, 2016). *Polivinil alkohol* dapat menghasilkan gel yang cepat mengering dan membentuk lapisan film yang transparan, kuat, plastis dan melekat dengan baik (Andini *et al.*, 2017). *Polivinil alkohol* diproduksi secara komersial dari *polivinil asetat*, biasanya dengan proses yang berkelanjutan. Karakteristik fisik dan penggunaan fungsional spesifiknya bergantung pada derajat polimerisasi dan tingkat hidrolisis. *Polivinil alkohol* diklasifikasikan menjadi dua kelas yaitu dihidrolisis sebagian dan dihidrolisis sempurna. PVA yang dihidrolisis secara parsial digunakan dalam makanan. *Polivinil alkohol* adalah bubuk granular yang tidak berbau dan tidak berasa, transparan, dan berwarna putih (Saxena, 2004).

### 2.3.3 Serat

Serat yang mengandung selulosa merupakan polimer alami yang sangat kuat dan secara ekonomi relatif lebih murah (Iriani *et al.*, 2011). Serat selulosa merupakan

salah satu sumber daya alam yang melimpah, dapat diperbaharui, dan ramah lingkungan. Kebutuhan serat alam akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan bahan-bahan yang ramah lingkungan (Mulyawan *et al.*, 2015). Sifat serat selulosa yang membatasi penggunaannya secara luas adalah sifat hidrofilnya. Sifat ini menghambat terjadinya pencampuran yang merata apabila digunakan sebagai bahan pengisi produk termoplastik yang bersifat nonpolar. Sifat hidrofil akan memudahkan penyerapan uap air, sehingga menghasilkan ruang terbuka antarmuka yang selanjutnya akan menurunkan sifat mekanisnya dan mengurangi kestabilan dimensi produknya. Serat selulosa juga tidak dapat diproses pada suhu lebih dari 200°C karena akan mudah terdegradasi, sehingga tidak dapat digunakan bersama dengan bahan lain yang memerlukan titik leleh lebih tinggi dalam prosesnya untuk membentuk bahan komposit. Serat selulosa, sebagaimana biopolimer lainnya, mampu terbiodegradasi atau dapat diurai oleh mikroorganisme. Sifat ini menguntungkan jika ditinjau dari aspek lingkungan. Namun, di sisi lain sifat ini juga perlu diperhatikan, mengingat bahan yang dapat terbiodegradasi tidak tahan lama atau rentan busuk dalam pemakaian, penyimpanan, pengangkutan, dan pengolahan (John dan Thomas, 2008).

#### **2.3.4 Aerogel Silica**

Senyawa kimia “*silicon dioxide*” disebut juga silika mempunyai susunan kimia SiO<sub>2</sub>. Silika merupakan senyawa yang banyak terdapat di alam, namun keberadaannya di alam tidak dalam kondisi bebas melainkan terikat dengan senyawa lain baik secara fisik maupun kimia seperti pada tanaman, bambu, gandum dan lain sebagainya (Mahardhika, *et al.*, 2021). Silika *aerogel* merupakan material padat berpori yang mempunyai sifat menarik seperti densitas rendah, luas permukaan yang tinggi, serta konduktivitas termal yang rendah. Oleh karena itu, silika *aerogel* dapat digunakan sebagai insulator termal, *catalytic support*, *adsorben*, dan *drug delivery*.

**Tabel 2.1** Properti dari silika *aerogel* (Gurav *et al.*, 2010)

<b>Properti</b>	<b>Nilai</b>	<b>Keterangan</b>
Apparent density	0,003 g/cm <sup>3</sup>	Umumnya, ~ 0,1 g/cm <sup>3</sup>
Luas permukaan internal	600-1000 m <sup>2</sup> /g	-
% padatan	0,13-15%	Umumnya 5% (95% ruang kosong)
Diameter pori rata-rata	~20 nm	Dianalisa dengan metode BET
Diameter partikel primer	2-5 nm	Dianalisa dengan mikroskop elektron
Indeks refraksi	1,00-1,08	-
Koefisien thermal expansion	2,0-4,0 * 10 <sup>-6</sup>	Dianalisa dengan metode ultrasonik
Konstanta dielektrik	~1,1	Massa jenis 0,1 g/cm <sup>3</sup>
Kecepatan bunyi	100 m/s	Massa jenis 0,07 g/cm <sup>3</sup>
Porositas	80-99,8 %	-
Konduktivitas panas	0,01 W/m.k	-
Transmisi optik di daerah tampak	99 %	-

## 2.4 Metode *Thermopressing*

*Thermopressing* merupakan metode lain yang digunakan dalam membuat *biodegradable foam* berbasis pati. Metode ini digunakan dengan cara memanfaatkan panas yang dihasilkan dari alat *thermopressing machine*. *biodegradable foam* yang dihasilkan dari metode ini sudah memberikan sifat mekanis yang cukup baik, namun kelemahannya yaitu sulit untuk dibentuk sehingga digunakan sistem pembuatan *wafer* dengan membakar adonan yang diletakkan dalam cetakan panas. Uap dihasilkan kemudian menjadi *blowing agent* untuk membentuk *foam* (Iriani *et al.*, 2016). Prinsip dasar dari proses *thermopressing* adalah tahap persiapan, memasukkan bahan ke dalam proses pemanasan sampai mencapai suhu pembentukan dan peregangan lembaran mengikuti bentuk molding yang sudah disiapkan, dan pendinginan sampai bentuk desain baru (Nuari, 2017).

## 2.5 Karakterisasi Bahan Baku Dan Produk

### 2.5.1 Analisis *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR)

Pada dasarnya teknik FTIR adalah sama dengan spektroskopi inframerah biasa, kecuali dilengkapi dengan cara penghitungan *Fourier Transform* dan pengolahan data untuk mendapatkan resolusi dan kepekaan yang lebih tinggi (Purworini, 2015).

FTIR (*Fourier Transform Infra-Red*) merupakan metode yang menggunakan spektroskopi inframerah. Pada spektroskopi infra merah, radiasi inframerah dilewatkan pada sampel. Sebagian radiasi inframerah diserap oleh sampel dan sebagian lagi dilewatkan atau ditransmisikan. Hasil dari spektrum merupakan besarnya absorpsi molekul dan transmisi yang membentuk pola molekul dari suatu sampel. Seperti pola pada umumnya, struktur pola dari spektrum inframerah yang dihasilkan tidak ada yang sama. Inilah yang membuat spektroskopi inframerah berguna untuk beberapa jenis analisis. Manfaat informasi yang dapat diketahui dari FTIR untuk dianalisis adalah identifikasi material yang tidak diketahui, menentukan kandungan gugus fungsi dan menentukan banyaknya komponen dalam suatu campuran. Sebagai contoh penelitian dengan uji FTIR dilakukan oleh Megawati (2021), Dari hasil uji FTIR tersebut dapat dilihat bahwa biofoam yang dibuat menggunakan campuran serat tongkol jagung dengan konsentrasi NaOH yang berbeda-beda, hal inilah yang membuat semua sampel masih menunjukkan kesamaan dalam gugus fungsionalnya, dimana tidak ada memunculkan *peak* yang baru.

### **2.5.2 X-Ray Diffraction (XRD)**

*X-Ray Diffraction* (XRD) merupakan analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi material kristalit, sebagai contoh identifikasi struktur kristalit (kualitatif) dan fasa (kuantitatif) dalam suatu bahan dengan memanfaatkan radiasi gelombang elektromagnetik sinar-X. Selain itu, juga dimanfaatkan untuk mengetahui rincian lain seperti susunan berbagai jenis atom dalam kristal, kehadiran cacat, orientasi, dan cacat Kristal (Munasir *et al.*, 2012). Prinsip dasar XRD adalah mendifraksi cahaya yang masuk melalui celah kristal. Difraksi cahaya oleh kisi-kisi atau kristal ini dapat terjadi apabila difraksi tersebut berasal dari radius yang memiliki panjang gelombang yang setara dengan jarak antar atom, yaitu sekitar 1 Angstrom. Radiasi yang digunakan berupa radiasi sinar-X, elektron, dan neutron. Ketika berkas sinar-X berinteraksi dengan suatu material, maka sebagian berkas akan diabsorpsi, ditransmisikan, dan sebagian lagi dihamburkan. Berkas sinar X yang dihamburkan tersebut ada yang saling menghilangkan karena fasanya berbeda dan ada juga yang saling menguatkan karena fasanya sama. Berkas sinar X yang saling menguatkan itulah yang disebut sebagai berkas difraksi. Hukum Bragg

merumuskan tentang persyaratan yang harus dipenuhi agar berkas sinar X yang dihamburkan tersebut merupakan berkas difraksi. Dimana persamaan Hukum Bragg tertera pada persamaan 2.1.

$$n\lambda = d\sin\theta \quad (2.1)$$

dengan  $n$  = bilangan bulat (1, 2, 3, ...),  $\lambda$  = panjang gelombang,  $d$  = jarak antar bidang,  $\theta$  = sudut difraksi. Sebagai contoh XRD pada pembuatan *biofoam* yang dilakukan oleh Etikaningrum dkk (2019), bahwa penambahan serat mampu meningkatkan kristalinitas biofoam karena selulosa memiliki daerah kristalin yang lebih besar dibandingkan dengan pati.

### 2.5.3 Densitas

Densitas adalah pengukuran massa benda per unit volume (Darni *et al.*, 2022). Pengukuran massa dilakukan dengan menimbang sampel biofoam yang telah dipotong dengan ukuran 3cm x 3cm pada timbangan analitik sedangkan volume dihitung dengan cara mengalikan panjang, lebar dan tebal potongan sampel biofoam dengan jangka sorong (Etikaningrum *et al.*, 2016). Nilai densitas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.2 yaitu:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2.2)$$

dengan  $\rho$  = massa jenis (gram/cm<sup>3</sup>),  $m$  = massa (gram),  $v$  = volume (cm<sup>3</sup>)

### 2.5.4 Kuat Tekan

Uji kuat tekan dapat dilakukan dengan cara menyiapkan sampel beberapa lembar, kemudian tepat di atas sampel diberi beban yang menekan pada bagian tengah sampel. Sampel diberikan tegangan maksimum hingga sampel patah (Ruscahyani *et al.*, 2021). Nilai kuat tekan dapat dihitung dengan persamaan 2.3 yaitu:

$$\sigma = \frac{F_{\text{maksimal}}}{A} \quad (2.3)$$

dengan  $\sigma$  = kuat tekan (N/m<sup>2</sup>),  $F_{\text{maksimal}}$  = tegangan maksimum (N), dan  $A$  = luas permukaan (m<sup>2</sup>).

Sebagai contoh uji kuat tekan dilakukan pada penelitian Megawati (2021), bahwa nilai kuat tekan dipengaruhi oleh konsentrasi NaOH. Konsentrasi NaOH dapat mempengaruhi kadar selulosa yang terkandung dalam serat tongkol jagung. Dimana semakin tinggi konsentrasi NaOH, semakin tinggi pula kadar selulosa,

karena NaOH melarutkan lignin dan hemiselulosa. Oleh karena itu, semakin tinggi konsentrasi NaOH maka nilai kuat tekan akan menurun.

### 2.5.5 Daya Serap Air (*Water Absorption*)

Pengujian daya serap air pada sampel dilakukan dengan membentuk sampel berukuran 2 cm × 2 cm (Etikaningrum, 2016). Kemudian dilakukan penimbangan dan dicatat sebagai massa *biofoam* awal. Kemudian *biofoam* direndam di dalam air selama 1 menit. *Biofoam* diangkat, lalu dikeringkan menggunakan tisu untuk menghilangkan sisa air yang menempel pada *biofoam*. Dilakukan penimbangan lagi dan dicatat sebagai massa akhir *foam*. Perbedaan massa *biofoam* awal dan akhir dicatat sebagai banyaknya air yang terserap oleh *biodegradable foam*. Uji ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan *biofoam* terhadap air. Uji *water absorption* dilakukan dengan cara menghitung perubahan massa yang terjadi akibat banyaknya air yang diserap oleh *biofoam*. Jumlah air yang diserap dituliskan sebagai persen air yang terserap (Hendrawati *et al.*, 2015). Adapun perhitungan daya serap air dapat dilihat pada persamaan 2.4.

$$DSA = \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \quad (2.4)$$

dengan  $DSA$  = Daya Serap Air (%),  $m_k$  = massa sampel uji sebelum perendaman (g),  $m_b$  = massa sampel uji sesudah perendaman (g).

Contoh uji daya serap air yang dilakukan oleh Ruscahyani dkk (2021), *biofoam* tanpa campuran dari serat kulit jagung dengan konsentrasi 0 %, memiliki daya serap air yang tinggi dikarenakan *biofoam* sepenuhnya dibuat dengan pati. Pati bersifat hidrofilik yang bercenderung untuk berikatan dengan air. Sedangkan *biofoam* dengan konsentrasi kulit jagung 3 % dan 5 % memiliki nilai daya serap air yang lebih rendah, hal ini dikarenakan kulit jagung mengandung serat yang dapat menahan pelarutan bahan dalam air.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni sampai dengan Oktober 2022 di Laboratorium Fisika Material dan laboratorium Teknik Kimia Universitas Lampung. Untuk karakterisasi *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) di Laboratorium Kimia Organik FMIPA Universitas Gajah Mada dan untuk karakterisasi *X-Ray Diffraction* (XRD) di *Greenlabs* Bandung.

#### 3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.1 sedangkan bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.2 dan Tabel 3.3.

**Tabel 3.1.** Alat penelitian beserta fungsi.

No.	Alat	Fungsi
1.	Neraca digital	menimbang massa sampel
2.	<i>Beaker glass</i>	mengukur volume dan sebagai wadah sampel
3.	Spatula	sebagai alat mengambil sampel, mixer untuk mengaduk bahan yang kental agar tercampur rata
4.	Oven listrik	Memanaskan biofoam
5.	Alat <i>thermopressing</i>	Sebagai tempat mencetak sampel
6.	Blender	Menghaluskan sampel menjadi bubuk
7.	Mortal	Menumbuk sampel
8.	<i>Stopwatch</i>	Menhitung waktu penahanan sampel

**Tabel 3.2.** Bahan-bahan penelitian.

No.	Nama Bahan	Fungsi
1	<i>Silica Aerogel</i>	Agen hidrofobik
2	Aquades	Melarutkan prekursor
3	NaoH	Pelarut serbuk silika
4	Pati Tapioka	Membentuk struktur <i>biofoam</i>
5	Serat Bonggol Jagung	Memperkuat struktur <i>biofoam</i>
6	PVA	Bahan perekat pada <i>biofoam</i>
7	Hidrogen Peroksida (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	Pemutih

**Tabel 3.3.** Alat-alat uji karakterisasi penelitian.

No.	Nama Alat	Fungsi
1	XRD X'Pert <i>Powder PW 30/40</i>	Analisis struktur kristal
2	iS10 FT-IR <i>Spectrometer</i>	Analisis gugus fungsi

### 3.3 Variabel Penelitian

Variasi komposisi bahan baku pada pembuatan *biofoam* dapat disajikan pada Tabel 3.4 berikut ini.

**Tabel 3.4.** Variabel penelitian komposisi.

Kode Sampel	Pati (%)	Serat (%)	PVA (%)	Silika (%)
Bio 2,5g	54,88	18,29	24,39	2,44
Bio 5g	53,57	17,86	23,81	4,76
Bio 7,5g	52,33	17,44	23,26	6,98
Bio 10g	51,14	17,05	22,73	9,09

Variasi komposisi pati, serat dan PVA berdasarkan penelitian sebelumnya dimana formulasi *biofoam* terbaik didapatkan pada komposisi 56,25 g; pati tapioka, 18,75 g; serat bonggol jagung; dan 25 g PVA. Pada variabel ini diperoleh sampel *biofoam* dengan permukaan *biofoam* tidak lebih rata dibandingkan *Styrofoam*. *Biofoam* ini juga memiliki nilai kuat tekan lebih besar dibanding *styrofoam* sebesar 14,162 MPa. Pada penelitian kali ini yang membedakan dengan penelitian (Sumardiono *et al*, 2021) adalah dari penambahan variabel penelitian berupa *aerogel* silika dengan komposisi yang berbeda untuk setiap sampel.

### 3.4 Pembuatan *Biofoam*

Pembuatan *biofoam* dilakukan dengan mengacu pada metode sebelumnya yang dilakukan oleh Hendrawati dkk (2015), serat bonggol jagung diperoleh dengan cara menghaluskan terlebih dahulu limbah bonggol jagung. Kemudian dilakukan proses *bleaching* untuk dipisahkan dari zat pengotor menggunakan NaOH, dikarenakan NaOH selain untuk proses dilignifikasi juga dapat mendegradasi polisakarida yang terdapat pada serat sehingga jumlah selulosa akan semakin membesar (Coniwati *et al.*, 2018). Kemudian ditambahkan dengan larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> untuk mendapatkan perubahan warna serat. Selanjutnya serat dicuci dengan *aquades* hingga pH netral sampai mendapatkan warna serat putih. Serat dioven pada suhu 50° C selama 10 jam (Ruscahyani *et al.*, 2021). Terakhir serat dihaluskan dengan cara ditumbuk menggunakan mortal dan disaring dengan saringan 200 mesh. Kemudian serat bonggol jagung dimasukkan ke dalam wadah dan ditambahkan PVA, pati tapioka, *aerogel* silika dan diaduk hingga adonan mengental dan tercampur rata. Kemudian adonan tersebut dituangkan ke dalam cetakan dengan tekanan 100 MPa pada suhu 150°C selama 3 menit.

### 3.5 Karakterisasi *Biofoam*

#### 3.5.1 Analisis Gugus Fungsi

Gugus fungsi SiO<sub>2</sub> dianalisis menggunakan iS10 FTIR *Spectrometer* pada rentang panjang gelombang 4000-400 cm<sup>-1</sup>. Pada analisis ini, sampel dipreparasi dengan mencampurkan semua sampel menjadi adonan yang kalis kemudian mencetaknya menggunakan alat *thermopressing* hingga berbentuk piringan. Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil terhadap tabel bilangan gelombang dan gugus fungsi FTIR serta hasil penelitian-penelitian sebelumnya.

#### 3.5.2 Analisis Struktur Kristal

Struktur kristal SiO<sub>2</sub> dianalisis menggunakan XRD X'Pert *Powder* PW 30/40 dengan radiasi Cu-K $\alpha$  yang dioperasikan pada 40 kV dan 30 mA. Step size yang digunakan adalah 0.02°C tiap menit pada rentang 2 $\theta$  mulai dari 10°C hingga 100°C. Analisis data secara kualitatif dilakukan pada perangkat lunak *QualX* versi 2.24 dan

analisis kuantitatif dilakukan pada perangkat lunak rietica. Sampel yang dikarakterisasi berbentuk serbuk.

### **3.5.3 Analisis Densitas**

Densitas dianalisis dengan menimbang sampel *biofoam* yang telah dipotong dengan ukuran 3cm x 3cm pada timbangan analitik, sedangkan volume dihitung dengan cara mengalikan panjang, lebar dan tebal potongan sampel *biofoam* dengan jangka sorong, kemudian dicatat sebagai berat awal. Selanjutnya sampel direndam dalam air selama 1 menit, dan kemudian ditimbang lagi menggunakan neraca analitik sebagai berat akhir. Analisis data dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.2.

### **3.5.4 Analisis Kuat Tekan**

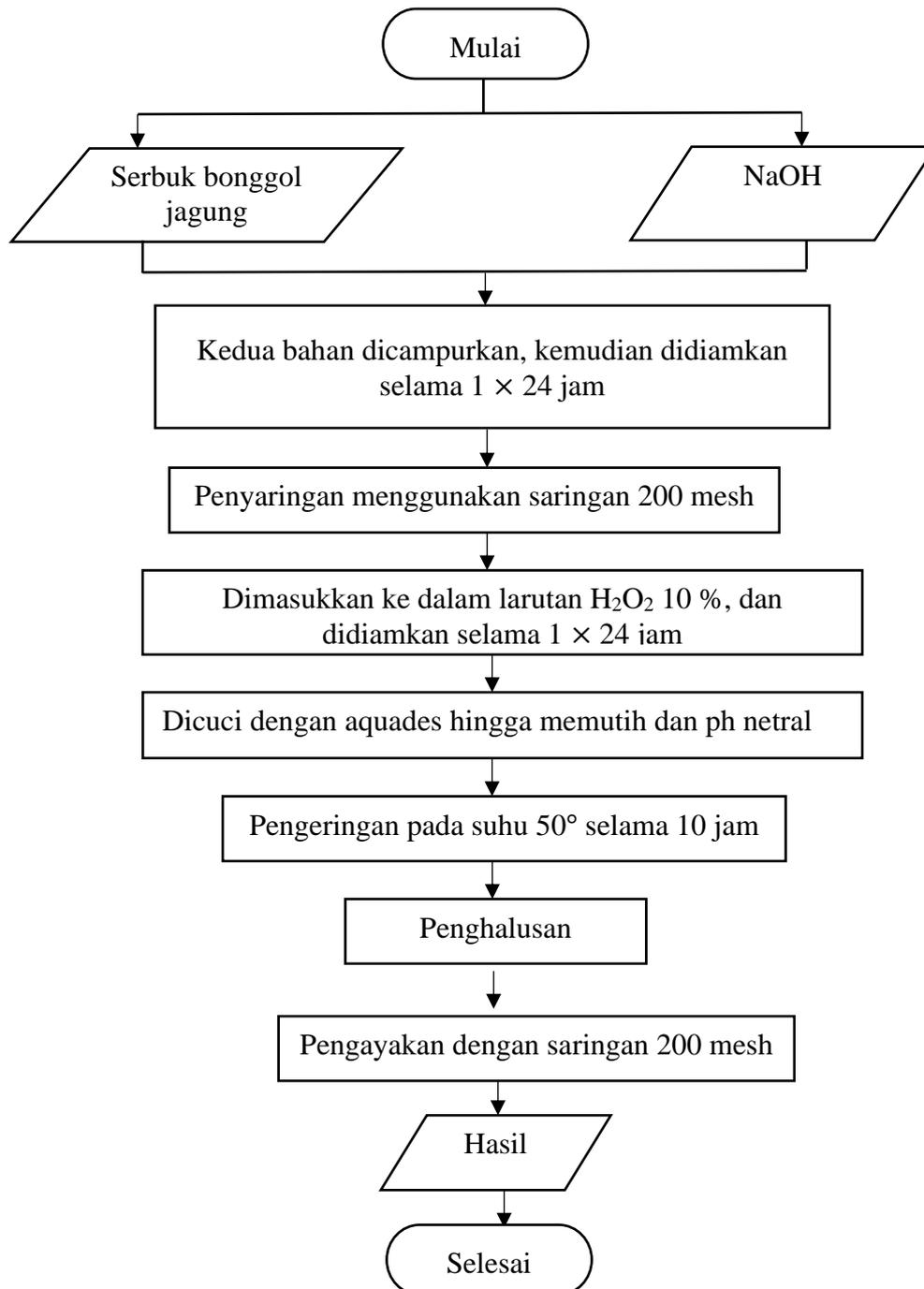
Kuat tekan dianalisis dengan menyiapkan sampel beberapa lembar, kemudian tepat di atas sampel diberi beban yang menekan pada bagian tengah sampel. Sampel diberikan tegangan maksimum hingga sampel patah. Analisis data dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.3.

### **3.5.5 Analisis Daya Serap**

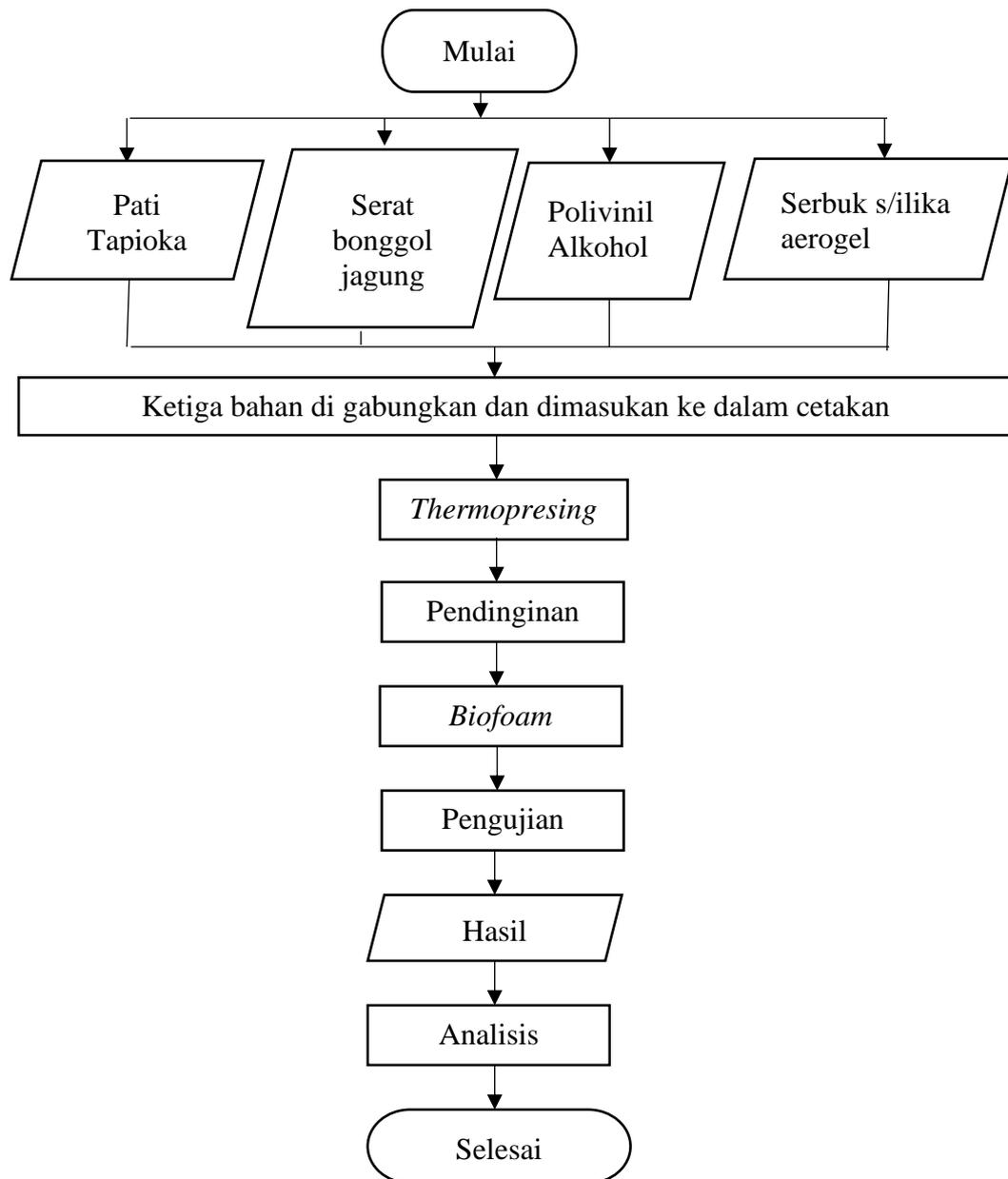
Daya serap dianalisis dengan cara sampel dipotong dengan ukuran 2×2 cm, selanjutnya dilakukan penimbangan dan dicatat sebagai massa *biofoam* awal. Kemudian sampel direndam di dalam air selama 60 detik. Sampel diangkat, kemudian dikeringkan menggunakan tisu untuk menghilangkan sisa air yang menempel pada sampel. Dilakukan penimbangan lagi dan dicatat sebagai massa akhir sampel. Analisis data dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan 2.4.

## **3.6 Diagram Alir**

Diagram alir penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.



**Gambar 3.1** Diagram alir *bleaching* serat bonggol jagung.



**Gambar 3.2** Diagram alir pembuatan *biofoam*.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Dari hasil analisis FTIR, variasi komposisi silika *aerogel* dari keempat sampel memiliki puncak serapan yang sama yaitu pada bilangan gelombang 1058, 60  $\text{cm}^{-1}$  dengan gugus fungsi Si-O-Si dan memiliki nilai transmitansi secara berturut-turut sebesar 8,25%; 6,51%; 4,75% dan 4,42%. Gugus fungsi silika selanjutnya yaitu Si-O dengan bilangan gelombang 925,83  $\text{cm}^{-1}$  memiliki nilai transmitansi secara berturut-turut sebesar 14,81%; 9,71%; 8,91% dan 8,00%. Semakin menurun nilai persen transmitansi dapat meningkatkan konsentrasi suatu bahan dalam polimer begitupun sebaliknya. Hal ini sesuai dengan komposisi silika yang ditambahkan semakin banyak pada saat pembuatan sampel *biofoam*.
2. Analisis struktur kristal dengan variasi komposisi aerogel silika pada setiap sampel mendapatkan persen berat fasa silika yang sedikit naik dan selulosa yang sedikit menurun, hal ini bersesuaian dengan hasil FTIR.
3. Analisis densitas didapatkan hasil dengan garis linear negatif yang memiliki persamaan  $\rho = -0,02191 m_{\text{SiO}_2} + 0,56847$ , dari hasil uji terlihat nilai densitas *biofoam* semakin menurun seiring penambahan komposisi silika. Silika *aerogel* memiliki nilai densitas yang sangat kecil dibanding bahan lainnya yaitu sebesar 0,003  $\text{g/cm}^3$ , sedangkan densitas selulosa sebesar 1,5  $\text{g/cm}^3$ . Hal ini juga berkaitan dengan jumlah persen berat fasa pada hasil data *refinement* XRD. Semakin meningkat nilai persen berat dari fasa silika dan menurunnya fasa selulosa, maka densitas dari *biofoam* semakin mengecil.
4. Analisis daya serap air didapatkan hasil dengan garis linear positif yang memiliki persamaan  $DSA = 14,81965 m_{\text{SiO}_2} + 33,16387$ , hasil ini menunjukkan bahwa seiring bertambahnya komposisi silika, maka nilai dari daya serap air

semakin membesar. Hal ini terjadi karena silika memiliki sifat densitas yang rendah, tegangan permukaan yang rendah, serta sifat morfologinya berupa material padatan ultra berpori yang mampu menyerap air lebih cepat.

5. Hasil analisis dari kuat tekan menunjukkan bahwa nilai kuat tekan dipengaruhi oleh nilai densitas, karena densitas memiliki nilai korelasi *pearson* yang sangat kuat terhadap kuat tekan, yang menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai densitas maka nilai kuat tekan juga semakin tinggi.

## **5.2 Saran**

Saran pada penelitian ini sebaiknya *aerogel* silika terlebih dahulu disintesis dengan menggunakan metode pemisahan fasa untuk mendapatkan *aerogel* silika dengan sifat hidrofobik yang tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andini, T., Yusriadi, Y., dan Yuliet, Y. 2017. Optimasi Pembentuk Film Polivinil Alkohol dan Humektan Propilen Glikol pada Formula Masker Gel Peel off Sari Buah Labu Kuning (*Cucurbita moschata* Duchesne) sebagai Antioksidan. *Jurnal Farmasi Galenika*, 3(2), pp. 165 - 173.
- Anita, Z., Akbar, F., dan Harahap, H. 2013. Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(2), pp. 37-41.
- Anggraini, F. 2013. Aplikasi Plasticizer Gliserol pada Pembuatan Plastik Biodegradable dari Biji Nangka. *Skripsi*. Jurusan Kimia Universitas Negeri Semarang.
- Bahri, S., Fitriani., dan Jalaludin. 2021. Pembuatan Biofoam Dari Ampas Tebu dan Tepung Maizena. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 10(01), pp. 24-32.
- Bramantya, B., Yonando, L. P., Rifaldi, M., dan Oktavian, R. 2018. Sintesis dan Karakterisasi Silika Aerogel Hidrofobik dan Oliofilik dari Pasir Laut sebagai Absorben Tumpahan Minyak. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 2(2), pp. 49-54.
- Breuninger, W.F., Piyachomkwan, K., dan Siroth, K. 2009. Tapioca/Cassava. *Starch: Chemistry and Technology*, 1(9), pp. 547-555.
- Bunaci, A.A., Udristioiu, E. G., dan Aboulenein, H.Y. 2015. X-Ray Diffraction Instrumentation and Applications. *Critical Review Analisis Chemical*, 45(4), pp. 289-299.
- Celino, A., Gonjalves, O., Jacquemin, F., dan Freour, S. 2014. Qualitative And Quantitative Assessment of Water Sorption in Natural Fibres Using ATR-FTIR Spectroscopy. *Polymers*, 14(101), pp. 163–170.

- Coniwanti, P., Mu, R., Wijaya, S. H., dan Andre, M. R. 2018. Pengaruh Konsentrasi Naoh Serta Rasio Serat Daun Nanas dan Ampas Tebu Pada Pembuatan Biofoam. *Jurnal Teknik Kimia*, 24(1), pp. 1-7.
- Darni, Y., Amalia, F., Azwar, E., Utami, H., Lismeri, L., dan Haviz, M. 2022. Pemanfaatan Jerami Padi sebagai Filler dalam Pembuatan Biodegradable Foam (Biofoam). *Jurnal Teknologi Dan Inovasi Industri*, 03(02), pp. 18–26.
- Dri, F. L., Shang, S. L., Hector, L. G., Saxe, P., Liu, Z. K., Moon, R. J., dan Zavattieri, P.D. 2014. Anisotropy and temperature dependence of structural, thermodynamic, and elastic properties of crystalline cellulose I $\beta$ : A first-principles investigation. *Modelling and Simulation in Materials Science and Engineering*, 22(8), pp. 1-28.
- Dorcheh, A.S., dan Abbasi, M.H. 2008. Silica aerogel; Synthesis, Properties and Characterization. *Journal of Materials Processing Technology*, 199(01), pp. 10-26.
- Etikaningrum, N., Hermanianto, J., Iriani, E. S., Syarief, R., dan Permana, A. W. 2016. Pengaruh Penambahan Berbagai Modifikasi Serat Tandan Kosong Sawit pada Sifat Fungsional Biodegradable Foam. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 13(3), pp. 146-155.
- Ghaffari, A., dan Behzad, M. 2018. Facile Synthesis of Layered Sodium Disilicates as Efficient and Recoverable Nanocatalysts for Biodiesel Production from Rapeseed Oil. *Advanced Powder Technology*, 29(5), pp. 1265–1271.
- Gurav, J. L., Jung, I. K., Park, H. H., Kang, E. S., dan Nadargi, D. Y. 2010. Silica Aerogel Synthesis and Applications. *Journal of Nanomaterials*, 10(1), pp. 1-11.
- Handayani, P. A., Nurjanah, E., dan Rengga, W. D. P. 2015. Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Menjadi Silika Gel. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 4(2), pp. 55-59.
- Hendrawati, N., Anna, R.S., dan Ilmi. N.W. 2015. Pengaruh Penambahan Magnesium Stearat dan Jenis Protein Pada Pembuatan Biodegradable Foam Dengan Metode Baking Process. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 4 (2), pp. 4-39.
- Hendrawati, N., Wibowo, A.A., dan Chrisandari, R. D. 2020. Biodegradable Foam Dari Pati Sagu Terasitilasi Dengan Penambahan Blowing Agent NaHCO<sub>3</sub>. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*. 4(2), pp. 186–195.

- Iriani, E. S., Richana, N., dan Sunarti, T. C. 2016. Pengembangan Biodegradable Foam Berbahan Baku Pati. *Buletin Teknologi Pasca Panen*, 7(1), pp. 30-40.
- Irawan, C., Aliah, A., dan Ardiansyah, A. 2018. Biodegradable Foam dari Bonggol Pisang dan Ubi Nagara sebagai Kemasan Makanan yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 10(1), pp. 33–42.
- Jacobs, H., dan Delcour, J.A. 1998. Hydrothermal Modifications of Granular Starch with Retention of The Granular Structure. *Journal of Agricultural and Food Chemical*, 46(8), pp. 2895-2905.
- John, M.J., dan Thomas, S. 2008. Biofibres and Biocomposites. *Carbohydrate Polymers*, 71(01), pp. 343-364.
- Kabir, H., Gafur, Md. A., Ahmed, F., Begum, F., dan Qadir, Md. R. 2014. Investigation of Physical and Mechanical Properties of Bamboo Fiber and PVC Foam Sheet Composites. *Universal Journal of Material Science*, 2(6), pp. 119-124.
- Kaisangsri, N., Kerdchoechuen, O., dan Laohakunjit, N. 2012. Biodegradable foam tray from cassava starch blended with natural fiber and chitosan. *Industrial Crops and Products*, 37(1), pp. 542–546.
- Kartika, H. D., Jorena, J., Monado, F., & Royani, I. 2022. Analisis Jumlah Rongga Tercetak pada Ion Imprinted Polymer (IIPs) - Fe (III) Yang disintesis menggunakan Metode Cooling-heating. *Jurnal Penelitian Sains*, 24(1), pp. 18-23.
- Kisi, E. H. 1994. Rietveld analysis of powder diffraction patterns. *Material Forum*, 18(01), pp. 135-153.
- Liu, R., Wang, J., Du, Y., Liao, J., dan Zhang, X. 2019. Phase-Separation Induced Synthesis of Superhydrophobic Silica Aerogel Powders and Granules. *Journal of Solidstate Chemistry*, 27(19), pp.1-8.
- Mahardhika., Khaishar, M., dan Muldarisnur. 2021. Sintesis dan Karakterisasi Silika Aerogel Sebagai Absorben Tumpahan Minyak. *Jurnal Fisika Unand*, 10(3), pp. 296-302.
- Martina, D., Hastuti, R., dan Widodo, S. 2016. Peran Adsorben Selulosa Tongkol Jagung (*Zea mays*) dengan Polivinil Alkohol (PVA) untuk Penyerapan Ion Logam Timbal (Pb 2+). *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 19(3), pp. 77–82.

- Metungku, N.A., dan Darwis, D. 2017. Pemurniaan dan Karakterisasi Senyawa SiO<sub>2</sub> Berbasis Pasir Kuarsa Dari Desa Pendolo Kecamatan Pamona Selatan Kabupaten Poso. *Gravitasi*, 16(1), pp. 39-43.
- Mulyawan, A.S., Sana, A.W., dan Kaelani, Z. 2015. Identifikasi Sifat Fisik dan Sifat Termal Serat-Serat Selulosa Untuk Pembuatan Komposit. *Arena Tekstil*, 30 (2), pp. 75-82.
- Munasir, M., Triwikantoro, T., Zainuri, M., dan Darminto, D. 2012. Uji Xrd Dan Xrf Pada Bahan Meneral (Batuan Dan Pasir) Sebagai Sumber Material Cerdas (CaCO<sub>3</sub> dan SiO<sub>2</sub>). *Jurnal Penelitian Fiika dan Aplikasi*, 2(1), pp. 20-29.
- Nuari, A. 2017. Analisis Laju Aliran Panas Pada Proses Thermoforming Blister Packing Mesin PAM-PAC BP-102 dengan 2 Desain. *Jurnal Teknik Mesin*, 6 (3), pp. 207-214.
- Nurhajati, D. W., Indrajati, I. N., Mayasari, H. E., dan Sholeh, M. 2018. Pengaruh Penambahan Pati Tapioka Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Komposit High Density Polyethylene. *Majalah Kulit, Karet, Dan Plastik*, 34(2), pp. 77-84.
- Nurfitasari, I. 2018. Pengaruh Penambahan Kitosan Dan Gelatin Terhadap Kualitas Biodegradable Foam Berbahan Baku Pati Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus*). *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Pamela, V.Y., Rizal, S., Evi, S.I dan Nugraha, E.S. 2016. Karakteristik Mekanik, Termal dan Morfologi Film Polivinil Alkohol dengan Penambahan Nanopartikel ZnO dan Asam Stearat untuk Kemasan Multilayer. *Jurnal Penelitian Pasca Panen Pertanian*. 113(2), pp. 63-73.
- Rumiyanti, L., Destiana, C., Oktaviani, R., Sembiring, S., Syafriadi., dan Juliasih, N.G.R. 2021. Pengujian Gugus Fungsi Silika Berbasis Sekam Padi Dengan Variasi Suhu dan Konsentrasi Cetyltrimethylammonium Bromide Sebagai Bahan Baku Mesoporous Silica. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, 09(02), pp. 153-158.
- Ruscahyani, Y., Oktornas, S., dan Hakim, A. 2021. Pemanfaatan Kulit Jagung Sebagai Bahan Pembuatan Biodegredeble Foam. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 14(01), pp. 1979-8415.
- Sakinah, A. R., dan Kurniawansyah, I.S. 2018. Isolasi, Karakterisasi Sifat Fisikokimia, dan Aplikasi Pati Jagung Dalam Bidang Farmasetik. *Farmaka*, 16(02), pp. 430-442.

- Silvia, L., dan Zainuri, M. 2020. Analisis Silika ( $\text{SiO}_2$ ) Hasil Kopesipitasi Berbasis Bahan Alam menggunakan Uji XRF dan XRD. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 16(1), pp. 12-17.
- Singh, A. dan Bishnoi, N.R. 2012. Enzymatic Hydrolysis Optimization of Microwave Alkali Pretreated Wheat Straw and Ethanol Production by Yeast. *Bioresource Technology*, 108(01), pp. 94-101.
- Sumardiono, S., Pudjihastuti, I., dan Amalia, R. 2021. Kajian Sifat Morfologi dan Mekanis Biofoam dari Tepung Tapioka dan Serat Limbah Batang Jagung. *Metana: Media Komunikasi Rekayasa Proses dan Teknologi Tepat Guna*, 17(1), pp. 22–26.
- Sutiarno, S., Muryani, M., Sucipto, A., Rahmawati, R., Fegiliani, F., dan Riyanto, A. 2022. Pengaruh Penambahan Tepung Umbi Porang dan Variasi Konsentrasi Flavonoid Kulit Nanas dalam Pembuatan Biofoam. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 19(2), pp. 101-111.
- Yusriani., Sahara., dan Lanto, M.S. 2022. Uji Sifat Mekanik Papan Komposit Berbahan Tongkol Jagung Dan Serat Batang Pisang. *Media Informasi Sains dan Teknologi*, 16(01), pp. 65-73.