

**PENGARUH PENAMBAHAN *AEROGEL SILICA* PADA VARIASI
KOMPOSISI PATI SINGKONG TERHADAP SIFAT FISIS *BIOFOAM***

(SKRIPSI)

Oleh

**Sayyidah Wulan Khaerunnisa
1857041003**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRACT

THE EFFECT OF ADDING SILICA AEROGEL ON VARIATIONS IN CASSAVA STARCH COMPOSITION ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF BIOFOAM

By

Sayyidah Wulan Khaerunnisa

Biofoam is an alternative food packaging that is environmentally friendly and safe for the body. Starch-based biofoam is well known as the best option as a single-use packaging application, because the material is easily available but produces good quality. To increase low absorption when exposed to water, superhydrophobic properties are needed by adding silica aerogel. The purpose of this study was to determine the effect of variations in starch composition on density, water absorption, compressive strength, functional groups and crystal structure of biofoam. The method used in this study was thermopressing. The thermopressing method is a method where all ingredients, ranging from fiber, starch, silica aerogel and PVA, are mixed into dough and pressed for 3 minutes at 150°C using a thermopressing tool. The characteristic results obtained from FTIR analysis found the presence of starch functional groups at wavenumbers 3425.58 cm⁻¹, 3410.15 cm⁻¹, 2368.59 cm⁻¹ and 1635.64 cm⁻¹. The best biofoam result is with a total starch of 48.75g with a value of water absorption (1.3±0.2)%, density (0.6±0.1)g/cm³, and compressive strength of 6.09 MPa.

Keywords: Biofoam, starch, silica aerogel, physical test.

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN *AEROGEL SILICA* PADA VARIASI KOMPOSISI PATI SINGKONG TERHADAP SIFAT FISIS *BIOFOAM*

Oleh

Sayyidah Wulan Khaerunnisa

Biofoam menjadi salah satu alternatif kemasan makanan yang ramah lingkungan serta aman untuk tubuh. *Biofoam* berbahan dasar pati sudah terkenal opsi terbaik sebagai aplikasi kemasan sekali pakai, karena bahannya yang mudah didapatkan namun menghasilkan kualitas yang baik. Untuk meningkatkan daya serap rendah bila terkena air maka dibutuhkan sifat *superhidrofobik* dengan menambahkan *aerogel silica*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi pati terhadap densitas, daya serap air, kuat tekan, gugus fungsi dan struktur kristal *biofoam*. 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*. Hasil karakteristik yang diperoleh dari analisis FTIR, ditemukan keberadaan gugus fungsi pati pada bilangan gelombang 3425,58 cm⁻¹, 3410,15 cm⁻¹, 2368,59 cm⁻¹ dan 1635,64 cm⁻¹. Hasil biofoam terbaik adalah dengan jumlah pati 48,75g dengan nilai daya serap air (1,3±0,2)%, densitas (0,6±0,1)g/cm³, dan kuat tekan 6,09 MPa.

Kata kunci: *Biofoam*, pati, *aerogel silica*, uji fisis.

**PENGARUH PENAMBAHAN *AEROGEL SILICA* PADA VARIASI
KOMPOSISI PATI SINGKONG TERHADAP SIFAT FISIS *BIOFOAM***

Oleh

SAYYIDAH WULAN KHAERUNNISA

Skripsi

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

Pada

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



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

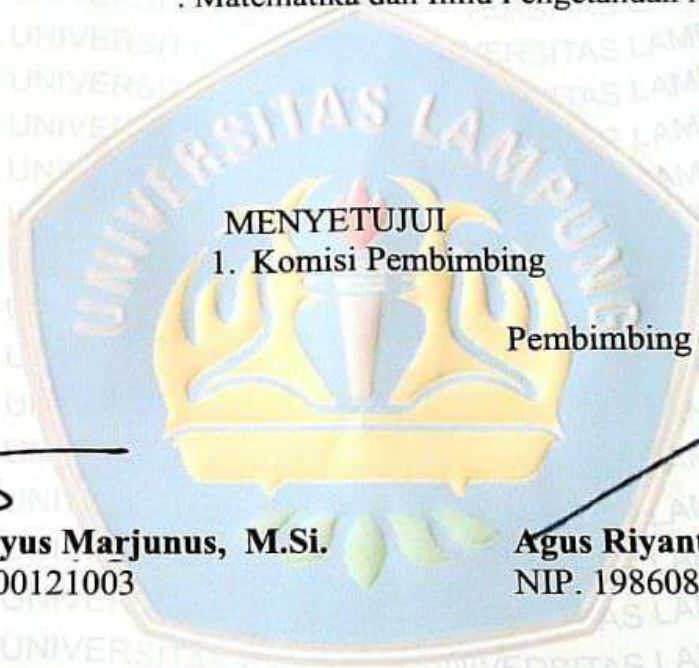
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan *Aerogel Silica* Pada Variasi Komposisi Pati Singkong Terhadap Sifat Fisis *Biofoam*

Nama Mahasiswa : Sayyidah Wulan Khaerunnisa

Nomor Pokok Mahasiswa : 1857041003

Program Studi : Fisika

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. rer. nat Roniyus Marjunus, M.Si.
NIP. 197703182000121003

Agus Riyanto, S.Si., M.Sc.
NIP. 198608222015041002

Ketua Jurusan FMIPA

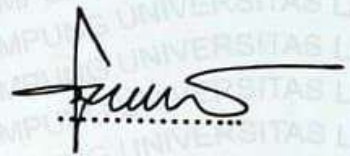
Dr. Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.
NIP. 198010102005011002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

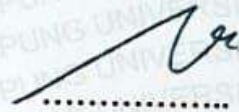
Ketua

: **Dr. rer. nat Roniyus Marjunus, 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

Mengetahui/Menyetujui

Dekan



Dr. Eng. Hen Satria, S.Si., M.Si.

NIP/ 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **06 Februari 2024**

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, 30 Maret 2024



Sayyidah Wulan Khaerunnisa
NPM. 1857041003

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Sayyidah Wulan Khaerunnisa dilahirkan di Kabupaten Cilacap, Provinsi Jawa Tengah pada 09 Maret 2000 sebagai anak pertama. Penulis memulai pendidikan di SDS Citra Insani dan SDN 1 Tanjung Senang lulus pada tahun 2012. Penulis menempuh pendidikan sekolah menengah di SMPN 19 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2015. Setelah itu, Penulis melanjutkan masa pendidikannya di SMAN 15 Bandar Lampung.

Pada tahun 2018, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung. Selama menjalani proses pendidikan formal tersebut, penulis aktif di Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM-U) Taekwondo pada tahun 2019. Pada bulan Januari tahun 2021 penulis pernah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Jati Baru, Kecamatan Tanjung Bintang, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Pada bulan Agustus 2021 penulis menempuh kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Badan Pusat Statistik Kota Bandar Lampung. Dalam bidang kepenulisan ilmiah, penulis memiliki pengalaman menulis laporan PKL dengan judul “Analisis Produksi Ubi Kayu di Kota Bandar Lampung Tahun 2014-2018 Menggunakan Metode Interpolasi Linier dan Polinomial Lagrange”.

MOTTO

“Hidup bukanlah tentang menemukan diri sendiri, hidup itu membuat diri Anda sendiri”.

(George Bernard Shaw)

“Agama tanpa ilmu adalah buta. Ilmu tanpa agama adalah lumpuh”.

(Albert Einstein)

“Aku sudah melihat segala bentuk rezeki, tapi tidak aku temukan rezeki yang lebih baik daripada kesabaran”.

(Umar bin Khattab)

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, kupersembahkan kepada:

Kedua Orang Tua (Bapak Wijiarto & Ibu Siti Maryam)
yang telah senantiasa memberikan dukungan, semangat, serta doa.

Adik (Lulu Naura Khaerunnisa)
Yang selalu menjadi penyemangat dalam mengerjakan skripsi ini.

Bapak dan Ibu Dosen
yang sudah membimbing serta memberi masukan dan saran selama ini, sehingga
saya dapat menyelesaikan skripsi ini.

Sahabat dan teman-teman seperjuangan fisika 2018
yang telah menemani dan senantiasa memberikan arahan, dukungan, serta
motivasi.

Serta
Almamaterku tercinta
UNIVERSITAS LAMPUNG

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan hikmat, karunia serta rahmat-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan *Aerogel Silica* Pada Variasi Komposisi Pati Singkong Terhadap Sifat Fisis *Biofoam*” yang merupakan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S. Si) pada KBK Material Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa dalam penyajian skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat menjadi rujukan untuk penelitian selanjutnya agar lebih sempurna dan dapat memperkaya ilmu pengetahuan.

Bandar Lampung, 30 Maret 2024

Sayyidah Wulan Khaerunnisa
NPM. 1857041003

SANWACANA

Puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberi kesehatan, hikmat, karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan *Aerogel Silica* Pada Variasi Komposisi Pati Singkong Terhadap Sifat Fisis *Biofoam*”. Terwujudnya skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat, penulis ucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. rer. nat. Roniyus Marjunus, M.Si. selaku dosen pembimbing utama dan pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan serta ilmunya untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Agus Riyanto S.Si., M. Sc. selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dan saran sehingga skripsi ini menjadi lebih baik sampai akhir penulisan.
3. Ibu Dr. Yanti Yulianti, S.Si., M.Si. selaku penguji yang telah mengoreksi kekurangan dan memberikan masukan serta saran selama penulisan skripsi ini.
4. Bapak Gurum Ahmad Fauzi, S.Si., M., selaku Ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
5. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
6. Teman-teman Angkatan Fisika 2018, keluarga besar Lapet yang sudah memberikan dukungan, semangat, serta menjadi tempat berkeluh kesah selama

penyelesaian skripsi ini.

Semoga Allah SWT memberikan imbalan berlipat dan memudahkan Langkah semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

Bandar Lampung, 30 Maret 2024

Penulis

Sayyidah Wulan Khaerunnisa

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRACT	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN JUDUL	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
MOTTO	viii
PERSEMBAHAN	ix
KATA PENGANTAR	x
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi

I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. <i>Styrofoam</i>	5
2.2. <i>Biofoam</i>	6
2.3. Material Penyusun <i>Biofoam</i>	7
2.4. Karakterisasi <i>Biofoam</i>	10
III. METODE PENELITIAN	17
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	17
3.2. Bahan dan Alat Penelitian	17
3.3. Variabel Penelitian	18
3.4. Prosedur Penelitian.....	19
3.5. Karakterisasi	20
3.6. Diagram Alir	22
3.7.	
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	24
4.1. Hasil Analisis Gugus Fungsi	24
4.2. Hasil Analisis <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	25
4.3. Hasil Pengujian Densitas	26
4.4. Hasil Pengujian Daya Serap Air	27
4.5. Hasil Pengujian Kuat Tekan	30
V. KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1. Kesimpulan.....	39
5.2. Saran	39

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Spektrofotometer FTIR (Anonim, 2011).....	12
Gambar 2.2. Prinsip kerja XRD (Giancolli, 1998).....	14
Gambar 3.1. Diagram alir <i>bleaching</i> selulosa tongkol jagung	23
Gambar 3.2. Diagram alir pembuatan <i>biofoam</i>	24
Gambar 4.1. <i>Biofoam</i>	25
Gambar 4.2. Hasil analisis gugus fungsi	28
Gambar 4.3. Difaktogram XRD <i>biofoam</i>	30
Gambar 4.4. Hasil <i>refinement</i> data XRD <i>biofoam</i>	31
Gambar 4.5. Presentase fasa SiO ₂ dalam persen berat	32
Gambar 4.6. Presentase fasa C ₆ H ₁₀ O ₅ dalam persen berat	33
Gambar 4.7. Grafik hasil pengujian densitas <i>biofoam</i>	34
Gambar 4.8. Grafik hasil analisis daya serap air	35
Gambar 4.9. Grafik hasil pengujian kuat tekan <i>biofoam</i>	36

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Bahan-bahan penelitian	17
Tabel 3.2. Alat-alat penelitian	18
Tabel 3.3. Alat-alat uji karakterisasi penelitian.....	18
Tabel 3.4. Variabel penelitian komposisi	18
Tabel 4.1. Hasil analisis gugus fungsi	27
Tabel 4.2. Presentase parameter kesesuaian <i>refinement</i> data XRD <i>biofoam</i>	31
Tabel 4.3. Parameter sel SiO ₂	33
Tabel 4.4. Parameter sel C ₆ H ₁₀ O ₅	33

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari penggunaan kemasan plastik semakin meningkat termasuk *styrofoam*. Produksi plastik di dunia mencapai hingga 350 juta ton pada tahun 2015 dan akan terus bertambah (Hendrawati et al., 2020). *Styrofoam* yang selama ini kita gunakan mengandung berbagai macam zat kimia yang dapat membahayakan makhluk hidup. *Styrofoam* terbukti tidak ramah lingkungan, karena tidak dapat diuraikan sama sekali. Bahkan pada proses produksinya sendiri, menghasilkan limbah yang tidak sedikit, sehingga dikategorikan sebagai penghasil limbah berbahaya ke-5 terbesar di dunia oleh *Environmental Protection Agency* (Hendrawati et al., 2017).

Berdasarkan dampak penggunaan *styrofoam*, maka *biofoam* menjadi salah satu alternatif kemasan makanan yang ramah lingkungan serta aman untuk tubuh. *Biofoam* berbahan dasar pati sudah terkenal opsi terbaik sebagai aplikasi kemasan sekali pakai, karena bahannya yang mudah didapatkan namun menghasilkan kualitas yang baik. Pati singkong memiliki kadar pati tertinggi 81,60%, sehingga cocok untuk digunakan sebagai bahan dasar pembuatan (Akmala & Supriyo, 2020). Serat yang digunakan yaitu tongkol jagung karena mengandung bahan berlignoselusa dengan kadar serat jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan kadar

serat limbah pertanian lain. Tongkol jagung berpotensi dimanfaatkan menjadi bahan lainnya karena mengandung bahan lignin 6,7 – 13,9%, Hemiselulosa 39,8%, selulosa 32,3 – 45,6%. Sehingga dengan kandungan tersebut limbah tongkol jagung juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber serat pada *biofoam* (Fachry et al., 2013).

Biofoam yang berasal dari pati produk pertanian memiliki sifat rapuh, kaku dan *hidrofilik* sehingga rentan terhadap air. Untuk memperbaiki sifat *biodegradable foam* dari pati yang mudah menyerap air dapat dilakukan dengan penambahan polimer sintesis seperti PVA. *Polyvinyl Alcohol* (PVA) dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas *biodegradable foam* yang dihasilkan terutama dalam mengurangi sifat menyerap air. Untuk memperbaiki sifat *biofoam* sering dilakukan dengan menambahkan senyawa polivinil alkohol (PVA) yang berfungsi untuk mengurangi menyerap air dan serat yang berfungsi untuk memadatkan struktur dari *biofoam* sehingga akan terlihat kokoh (Hervira et al., 2021). *Polivinil alkohol* (PVA) adalah salah satu bahan baku yang biasa digunakan dalam pembuatan bioplastik, sebab PVA memiliki sifat dapat membentuk dengan baik, tidak beracun, *biodegradable*, dan biokompatibel (Purnavita & Viviana, 2021).

Untuk meningkatkan daya serap rendah bila terkena air maka dibutuhkan sifat *superhidrofobik* dengan menambahkan *aerogel silica*. *Superhidrofobik* adalah sifat fisis molekul suatu material untuk “menolak” atau “menghindari” air. Seperti air diatas daun talas yang terlihat tidak sedikit pun membasahi daun tersebut. Bahkan, air tersebut akan berkumpul menjadi satu dan membentuk suatu bulatan. *Superhidrofobik* akan menolak hampir semua cairan dengan menggunakan nanoteknologi untuk melapisi obyek dan menciptakan hambatan udara pada

permukaannya (Liu et al., 2019)

Pencetakan *biofoam* dilakukan menggunakan teknologi *thermopressing* yakni dengan cara mencampurkan bahan-bahan sesuai dengan komposisi yang dibuat dengan dicetak menggunakan mesin cetak panas (*hot press*) pada suhu dan waktu tertentu (Marlina et al., 2021). Penggunaan *thermopressing* karena pada teknologi ini bentuk dan ukuran *biofoam* dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Selain itu, proses termoplastisasi yang biasa digunakan pada pembuatan bioplastik ternyata tidak dapat diterapkan pada pembuatan *biofoam* karena proses *foaming* akan terhambat. Sehingga, pada penelitian ini yang digunakan adalah teknologi *thermopressing* (Warsiki et al., 2014)

Pada penelitian ini akan ditambahkan *aerogel silica* sehingga memiliki daya serap air, kuat tekan dan kuat tarik yang baik agar tahan terhadap air sehingga tidak mudah rusak saat digunakan sebagai kemasan makanan. Karakterisasi yang dilakukan yaitu FTIR dan XRD. FTIR untuk menganalisis komposisi material secara kuantitatif maupun kualitatif. XRD digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh variasi komposisi pati singkong terhadap sifat fisis (densitas, daya serap air dan kuat tekan), serta analisis gugus fungsi dan struktur kristal?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi pati terhadap uji fisis (densitas, daya serap air, dan kuat tekan), serta uji serta analisis gugus fungsi dan struktur kristal.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

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

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan kemasan makanan yang ramah lingkungan dan aman bagi kesehatan;
2. Menghasilkan biofoam yang tahan terhadap air sehingga tidak mudah rusak saat digunakan sebagai kemasan makanan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Styrofoam*

Styrofoam memiliki kandungan bahan kimia yang berbahaya bagi tubuh dan tidak dapat terurai di alam. Bahan kimia yang bersifat karsinogenik dapat menyebabkan racun jika digunakan secara tidak tepat untuk makanan atau minuman yang bersuhu panas. Jika makanan atau minuman bersuhu panas yang disimpan dalam wadah berbahan *styrofoam* akan menyebabkan zat karsinogenik yang terkandung semakin cepat bereaksi dengan makanan. Zat-zat yang terdapat di dalam *styrofoam* tersebut dapat mengakibatkan gangguan pada sistem tubuh manusia. Salah satunya sistem syaraf dalam tubuh manusia akan terganggu. Selain itu juga, bahan yang terdapat di dalamnya akan memicu zat penyebab sel kanker. Hal ini lah menyebabkan penggunaan *styrofoam* pada makanan atau minuman harus dibatasi (Oktarina & Pahroni, 2019)

Styrofoam mengandung *benzene* dan *styrene* yang diyakini dapat membahayakan kesehatan manusia yakni menyebabkan penyakit kanker atau bersifat karsinogen.

Hal ini sesuai dengan pernyataan dari *World Health Organization* bahwa benzene adalah zat kimia yang bersifat karsinogenik, atau dapat menyebabkan tumbuhnya sel kanker di dalam tubuh. Sedangkan untuk *styrene*, zat ini juga menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan. Meskipun dari WHO dan BPOM RI telah memberikan penjelasan bahwa *styrene* tidak akan menimbulkan bahaya pada kesehatan manusia jika tidak melebihi kadar 5000 ppm di dalam tubuh. Sementara kemasan makanan atau *styrofoam* yang sering dipakai untuk menyimpan makanan, hanya mengeluarkan *styrene* sebanyak sekitar 0,05 ppm. BPOM RI tetap menyarankan masyarakat untuk melakukan langkah preventif dalam mengurangi bahaya *styrofoam* akibat paparan zat beracun yang ada di dalamnya, yakni dengan cara sedapat mungkin menghindari penggunaan *styrofoam* untuk makanan panas, asam, maupun berlemak atau berminyak (Utomo & Solin, 2021).

2.2. Biofoam

Biofoam merupakan kemasan alternatif pengganti *styrofoam* berbahan dasar pati dengan tambahan serat untuk memperkuat struktur fisis mekanis. Biofoam dirancang sebagai alternatif kemasan makanan yang dapat didegradasi karena bahan baku pembuatannya bersumber dari bahan nabati yang mudah diuraikan oleh mikroba di dalam tanah, sehingga menjadikannya kemasan yang ramah lingkungan (Hervira et al., 2021)

Biofoam merupakan salah satu jenis biopla stik yang digunakan sebagai kemasan alternatif pengganti produk *styrofoam* (Hendrawati et al., 2017). 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). 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. Biofoam dapat dibuat dengan campuran utama yaitu pati dan serat. Pati digunakan dalam pembuatannya karena harganya yang murah dan mudah untuk didapatkan, rendah toksisitas dan bersifat mudah terurai. Namun demikian, penggunaan pati saja akan sangat menurunkan nilai kekuatan dari produk yang dihasilkan dan memiliki nilai yang sangat rendah terhadap penyerapan air sehingga untuk meningkatkan sifat kekuatan dan fleksibilitas dari produk dilakukan penambahan serat untuk meningkatkan sifat mekanisnya (Kaisangsri et al., 2012).

2.3. Material Penyusun Biofoam

2.3.1 Pati Singkong

Sumber utama penghasil pati adalah biji-bijian serelia (jagung, gandum, sorgum, beras, biji durian dan biji nangka), umbi (kentang), akar (singkong, ubi jalar dan ganyong) dan bagian dalam dari tanaman sagu. Pati singkong memiliki potensi yang cukup besar untuk dijadikan bahan baku biofoam karena singkong memiliki kandungan pati tertinggi sebesar 97%. Produksi singkong di Indonesia cenderung meningkat di tahun 2015 namun tingkat konsumsi masyarakat cenderung menurun

dari tahun ke tahun. Hal tersebut membuat singkong menjadi sumber pati yang potensial tanpa mengganggu tingkat konsumsimasyarakat. Pati bersifat kristalin dan *amorf*. Pati berkarakteristik mendekati polimer sintetis karena adanya struktur linier dari amilosa. Hampir semua pati alami memiliki tingkat kristalinitas 20% - 45%. Daerah *amorf* dibentuk dari amilosa dan titik percabangan amilopektin, sedangkan daerah kristalin dibentuk dari percabangan pendek dari amilopektin. Pada umumnya tapioka memiliki kandungan amilosa yaitu berkisar 17% - 20%. Tapioka menjadi sumber pati yang unik karena kandungan pati dalam tapioka cukup tinggi dengan kombinasi berat molekul amilosa yang juga tinggi sehingga tapioka dapat langsung digunakan sebagai bahan baku industri dan modifikasi (Putri et al., 2011).

2.3.2. Selulosa

Tongkol jagung merupakan bahan berlignoselusa dengan kadar serat jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan kadar serat limbah pertanian lain. Tongkol jagung berpotensi dimanfaatkan menjadi bahan lainnya karena mengandung kompleks lignin 6,7 – 13,9%, Hemiselulosa 39,8%, selulosa 32,3 – 45,6%. Sehingga dengan kandungan tersebut limbah tongkol jagung juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber serat pada biofoam (Fachry et al., 2013).

Tongkol jagung adalah bagian dalam organ betina tempat bulir duduk menempel. Istilah ini juga dipakai untuk menyebut seluruh bagian buah jagung. Tongkol jagung tersusun atas senyawa kompleks lignin, hemiselulosa dan selulosa. Masing-masing merupakan senyawa-senyawa yang potensial dapat dikonversi menjadi senyawa lain secara biologi (Akmala & Supriyo, 2020). Tongkol jagung diambil

dari limbah ketika biji jagung dirontokkan dari buahnya sehingga diperoleh jagung sebagai produk utamanya dan sisa buah yang disebut tongkol (Rohaeni et al., 2006).

2.3.3. Polyvinyl Alkohol (PVA)

Polivinil Alkohol merupakan polimer *biodegradable hidrofilik* yang memiliki sifat dapat membentuk film dengan baik, larut dalam air, mudah dalam proses, tidak beracun, dan *biocompatible* dan *biodegradable* (Pamela et al., 2016). *Polivinil alkohol* dapat menghasilkan gel yang cepat mengering dan membentuk lapisan film yang transparan, kuat, elastis 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 alcohol* 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, berwarna putih. *Polivinil alkohol* memiliki sifat larut air panas dengan batas konsentrasi <20 %. PVA terhidrolisis sebagian memiliki titik leleh suhu 150-190°C dan terhidrolisis penuh pada suhu 228-256°C. Polivinil alkohol terdegradasi secara lambat pada suhu 110°C dan terdegradasi cepat pada suhu 200°C (Purnavita & Viviana, 2021)

2.3.4 Aerogel Silica

Silika aerogel adalah material solid berpori yang memiliki karakteristik luas

permukaan besar, porositas besar, densitas rendah, konstanta dielektrik rendah, konduktivitas panas rendah, transmisi optik di daerah tampak tinggi, harga indeks refraksi rendah, dan kecepatan bunyi rendah. Sejarah perkembangan pertama kali diperkenalkan oleh Kistler (1932) yang menunjukkan bahwa cairan dalam gel digantikan oleh gas tanpa kerusakan jaringan pada gel padatnya dimanaukuran dan bentuk jaringan tidak berubah saat gel berisi cairan maupun gas (Febriani et al., 2021)

2.4. Karakterisasi *Biofoam*

2.4.1. Uji Daya Serap

Pengujian daya serap air dilakukan untuk mengetahui ketahanan produk biofoam terhadap penyerapan air. Potongan biofoam ukuran 2×2 cm ditimbang lalu dicelupkan ke dalam air selama 1 menit dan sisa air pada permukaan dikeringkan menggunakan tisu. Sampel ditimbang kembali dan dihitung pertambahan berat sampel dengan menggunakan persamaan 2.1 (Etikaningrum, 2013).

$$DSA (\%) = \frac{(m_b - m_k)}{m_k} \times 100\%. \quad (2.1)$$

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

Biofoam yang bahan utamanya berupa pati sangat rentan terhadap air karena memiliki sifat *hidrofilik*. Molekul air akan menyerang ikatan hidrogen pati,

sehingga akan menurunkan sifat fungsional dari biofoam.

Hasil penelitian Febriani dkk (2021) daya serap air mengalami penurunan secara signifikan dari sampel 1 ke sampel 2 dan 3. Pada sampel 1 daya serap air sebesar 45 kemudian pada sampel 2 sebesar 28,75 dan pada sampel 3 sebesar 27,5. Penurunan daya serap air ini disebabkan karena jumlah serat selulosa ampas tebu yang bertambah dan jumlah pati yang berkurang. Penambahan serat mampu meningkatkan kristalinitas dari biofoam yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena serat yang mengandung selulosa memiliki daerah kristalin yang lebih besar dibanding pati. Struktur mikrofibril yang rapat menyebabkan proses penyerapan air terhambat sehingga daya serap air pada biofoam akan berkurang.

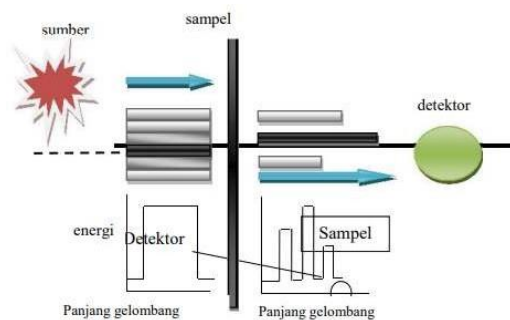
2.4.2. Uji Kuat Tekan

Uji Kuat tekan dilakukan untuk mengetahui kekuatan biofoam sehingga dapat melindungi produk yang dikemas. Biofoam dengan nilai kuat tekan yang cukup tinggi diharapkan dapat menjadi bahan pengemas yang kuat, tidak mudah patah dan dapat mempertahankan bentuk selama digunakan sebagai wadah pengemas. Dari hasil penelitian Ruscahyani (2021) hasil kuat tekan biofoam dari konsentrasi 0%, 3%, 5%, dan 7% secara berturut-turut yaitu 9,13 N/mm², 5,00 N/mm², 3,55 N/mm², dan 5,25 N/mm². Nilai kuat tekan tertinggi adalah biofoam dengan konsentrasi tanpa campuran kulit jagung. Nilai kuat tekan yang tinggi pada biofoam tanpa kulit jagung dikarenakan adonan biofoam tercampur secara merata sehingga dapat menyatukan ikatan antar bahan biofoam dengan baik dan kuat. Nilai tinggi ini menunjukkan bahwa pendistribusian antar bahan yang merata dan didukung dengan

PVA sebagai polimer sintesis yang mampu mengikat bahan biofoam lebih optimal. PVA dapat mencegah penurunan nilai kuat tekan karena PVA mengandung gugus hidroksil yang saling berikatan dengan pati sehingga striktur yang lemah dari pati dapat diperkuat.

2.4.3. Gugus Fungsi dengan FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)

FTIR merupakan alat yang digunakan untuk menganalisis komposisi material secara kuantitatif maupun kualitatif. Analisa kuantitatif berdasarkan pada gugus fungsi berdasarkan standar yang ada. Sampel yang dianalisis dapat berupa padatan, cair, maupun gas. Pada sistim optik FTIR digunakan radiasi *LASER* (*light amplification by stimulated emission of radiation*) yang berfungsi sebagai radiasi yang diinterferensikan dengan radiasi infra merah agar sinyal radiasi infra merah yang diterima oleh detektor secara utuh dan lebih baik.



Gambar 2. 1. Spektrofotometer FTIR (Anonim, 2011).

Detektor yang digunakan dalam Spektrofotometer FTIR adalah TGS (*tetra glycerine sulphate*) atau MCT (*mercury cadmium telluride*). Detektor MCT lebih banyak digunakan karena memiliki beberapa kelebihan dibandingkan detektor TGS, yaitu memberikan respon yang lebih baik pada frekuensi modulasi tinggi,

lebih sensitif, lebih cepat, tidak dipengaruhi oleh temperatur, sangat selektif terhadap energi vibrasi yang diterima dari radiasi infra merah.

Secara keseluruhan, analisis menggunakan *spektrofotometer* ini memiliki dua kelebihan utama dibandingkan metode konvensional lainnya, yaitu:

1. Dapat digunakan pada semua frekuensi dari sumber cahaya secara simultan sehingga analisis dapat dilakukan lebih cepat daripada menggunakan cara pemindaian.
2. Sensitifitas dari metode spektrofotometri FTIR lebih besar dari pada cara dispersi, sebab radiasi yang masuk ke sistem detektor lebih banyak karena tanpa harus melalui celah.

Uji FTIR menggunakan alat tipe Shimadzu menunjukkan puncak vibrasi bilangan gelombang tertentu bahan yang digunakan untuk membuat bahan biofoam berdasarkan gugus fungsi yang dimiliki oleh masing-masing pembuat biofoam.

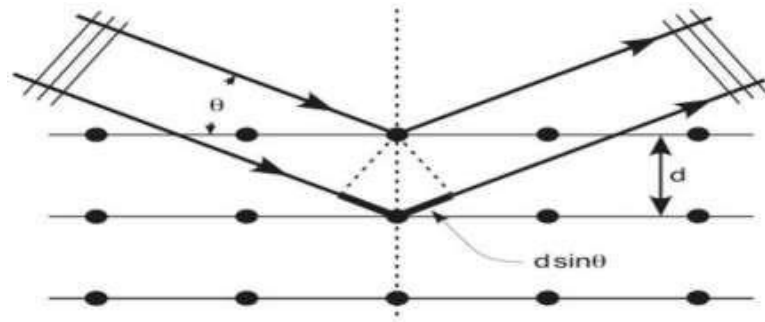
Dari hasil penelitian Sipahutan (2020), bahan penyusun biofoam tidak banyak mengalami perubahan kandungan senyawa baik tanpa perlakuan penambahan pengisi NSS dari ampas teh maupun dengan penambahan pengisi NSS dari ampas teh, yang ditandai dengan masih teridentifikasinya gugus senyawa dari biofoam berupa regang molekul O-H biofoam berpengisi NSS dari ampas teh dan tidak berpengisi NSS dari ampas teh dengan bilangan gelombang berturut-turut 3432,23 cm^{-1} dan 3448,44 cm^{-1} , C-H alifatik biofoam berpengisi NSS dari ampas teh dan tidak berpengisi NSS dari ampas teh dengan bilangan gelombang berturut-turut 2917,72 cm^{-1} dan 2920,21 cm^{-1} , regang molekul C-O biofoam berpengisi NSS dari

ampas teh dan tidak berpengisi NSS dari ampas teh dengan bilangan gelombang berturut-turut $1078,63 \text{ cm}^{-1}$, regang molekul C=C biofoam berpengisi NSS dari ampas teh dan tidak berpengisi NSS dari ampas teh dengan bilangan gelombang berturut-turut $2343,39 \text{ cm}^{-1}$ dan $2366,84 \text{ cm}^{-1}$ serta regang molekul C=C biofoam berpengisi NSS dari ampas teh dan tidak berpengisi NSS dari ampas teh dengan bilangan gelombang berturut-turut $1643,64 \text{ cm}^{-1}$ dan $1643,72 \text{ cm}^{-1}$.

2.4.4. X-Ray diffraction (XRD)

Difraksi sinar-X atau yang sering dikenal dengan nama XRD adalah alat yang digunakan untuk menentukan struktur dan pengenalan bahan-bahan baik keramik, gelas maupun komposit. Teknik XRD ini digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel (Culity, 1978).

Sifat dari sinar-X menunjukkan bahwa sinar ini bukan merupakan partikel bermuatan (seperti elektron) karena tidak dapat dibelokkan oleh medan listrik atau magnet. Diperkirakan bahwa sinar ini merupakan satu bentuk cahaya tak tampak. Saat ini, sinar-X dikenal sebagai radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang dalam kisaran sekitar 10^{-2} nm sampai 10 nm , kisaran yang bias langsung dihasilkan dalam tabung sinar-X.



Gambar 2.2. Prinsip kerja XRD (Giancolli, 1998).

Difraksi Bragg biasa digunakan untuk analisa bahan dengan menggunakan alat XRD. Dasar dari prinsip pendifraksian sinar-X yaitu difraksi sinar-X terjadi pada hamburan elastis foton-foton sinar-X oleh atom dalam sebuah kisi periodik. Hamburan monokromatis sinar-X dalam fasa tersebut memberikan interferensi yang konstruktif. Dasar dari penggunaan difraksi sinar-X untuk mempelajari kisi kristal adalah berdasarkan persamaan Persamaan Hukum Bragg:

$$n \cdot \lambda = 2d \sin \theta. \quad (2.4)$$

dengan, d = jarak antar atom, λ = panjang gelombang, θ = sudut antara sinar datang dan garis mendatar, n = orde difraksi.

Berdasarkan persamaan Bragg, jika seberkas sinar-X dijatuhkan pada sampel kristal, maka bidang kristal itu akan membiaskan sinar-X yang memiliki panjang gelombang sama dengan jarak antar kisi dalam kristal tersebut. Sinar yang dibiaskan akan ditangkap oleh detektor kemudian diterjemahkan sebagai sebuah puncak difraksi. Makin banyak bidang kristal yang terdapat dalam sampel, makin kuat intensitas pembiasan yang dihasilkannya.

Pembelokkan cahaya yang terjadi disebabkan karena saat gelombang elektromagnetik mengenai atom sehingga atom bergetar dan memancarkan gelombang elektromagnetik sekunder yang terpancar sebagai diffracted rays. Analisa bahan yang digunakan biasanya bisa untuk mengetahui sifat-sifat bahan seperti lebar kisi kristal, dimensi kristal, volume sel, cacat pada bahan, komposisi bahan, posisi atom dalam sel dan masih banyak lagi.

XRD memiliki kegunaan sebagai berikut.

1. Analisis struktur kristal suatu material.
2. Mengidentifikasi jenis-jenis struktur kubus yang dimiliki oleh suatu material.

Pada saat ini XRD dapat menangani berbagai masalah, seperti material bangunan, pertambangan dan mineral, riset serta pengembangan plastik dan polimer, lingkungan, obat-obatan (pharmaceutical), semikonduktor dan film tipis, nanoteknologi dan material baru, analisis struktural untuk riset material dan kristalografi (Giancolli, 1998).

Pengamatan dengan metode XRD menunjukkan bahwa penambahan filler dan minyak pada formula biofoam berbasis pati tidak menyebabkan perubahan struktur kristalin. Puncak kristal biofoam berbasis pati muncul pada 2θ . Penambahan filler menyebabkan intensitas biofoam struktur kristal meningkat dibandingkan dengan kontrol biofoam (tanpa penambahan filler). Demikian pula, penambahan minyak kelapa meningkatkan intensitas biofoam struktur kristal, yang lebih tinggi dari biofoam lainnya (Wahyuningsih, 2020).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni sampai Oktober 2022 di Laboratorium Fisika Material dan Laboratorium Teknik Kimia. Untuk karakterisasi *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) di Unit Pelayanan Terpadu Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi (UPT LTSIT) Universitas Lampung dan untuk karakterisasi *X-Ray Diffraction* (XRD) di Greenlabs Bandung.

3.2. Bahan dan Alat Penelitian

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

Tabel 3. 1. Bahan-bahan penelitian.

No	Nama Bahan	Fungsi
1	<i>Aerogel silica</i>	Bahan hidrofobik pada biofoam
2	Hidrogen Peroksida	Memutihkan serat
3	Natrium Hidroksida	Memutihkan serat
4	Pati tapioca	Membentuk struktur biofoam
5	Serat batang jagung	Memperkuat struktur biofoam
6	PVA	Bahan perekat pada biofoam
7	Aquades	Melarutkan precursor

Tabel 3. 2. Alat-alat penelitian

No	Nama Alat	Fungsi
1	Neraca Digital	Menimbang massa sampel
2	Gelas Beaker	Mengukur volume dan sebagai wadah sampel
3	Spatula	Mengambil sampel
4	<i>Mixer</i>	Mengaduk bahan yang kental agar tercampur rata
5	Cetakan Sampel	Mencetak sampel
6	Jangka Sorong	Mengukur tebal dan panjang sampel
7	Kertas PH	Mengukur PH agar netral
8	Mortal	Menghaluskan sampel menjadi serbuk

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 sebagaimana disebutkan pada Tabel 3.3.1.

Tabel 3. 4. Variabel Penelitian Komposisi.

Kode Sampel	Pati (g)	Serat (g)	PVA (g)	Silika (g)
A	48,75	18,75	25	11,25
B	51,25	18,75	25	11,25
C	53,75	18,75	25	11,25
D	56,25	18,75	25	11,25

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 batang jagung dan 25 g PVA (Sumardiono et al., 2021).

3.4. Prosedur Penelitian

3.4.1. *Bleaching* Selulosa Tongkol Jagung

Bleaching selulosa tongkol jagung mengacu dari penelitian Nugraheni dkk (2018), Sebanyak 50 gram serbuk halus tongkol jagung direndam dengan 500 ml larutan NaOH 10% dengan perbandingan pelarut (1:10), kemudian diaduk menggunakan mixer dan direndam selama 24 jam. Setelah itu disaring menggunakan kain saring. Residu yang diperoleh kemudian direndam kembali dengan 100ml larutan H₂O₂ 10% selama 24 jam. Kemudian campuran tersebut disaring dan residu yg dihasilkan dicuci dengan aquadest hingga bau H₂O₂ hilang. Kemudian residu di masukkan kedalam cawan petri dan dimasukkan kedalam oven pada suhu 50°C selama 16 jam.

3.4.2. Pembuatan Biofoam

Pembuatan biofoam dilakukan dengan mengacu pada metode sebelumnya yang dilakukan oleh Sumardiono et al (2021), Serat tongkol jagung yang sudah halus dimasukkan ke dalam wadah dan ditambahkan PVA serta diaduk menggunakan mixer hingga adonan mnegembang. Setelah itu, ditambahkan pati tapioka, aerogel silika dan diaduk menggunakan mixer hingga adonan adonan mnegental dan tercampur rata. Kemudian adonan tersebut dituangkan ke dalam cetakkan dengan tekanan 100 Mpa pada suhu 70°C selama 10 menit. Selanjutnya lembaran biofoam

diangkat dan dikeringkan untuk dilakukan uji fisis (densitas, daya serap air, dan kuat tekan), uji FTIR dan uji XRD.

3.5. Karakterisasi

Karakterisasi yang dilakukan meliputi daya serap air, densitas, kuat tarik, FTIR dan XRD.

3.5.1. Uji Densitas

Densitas dihitung mengikuti metode Polat dengan mengadaptasi metode (Etikaningrum, 2017) dilakukan dengan cara:

- a. sampel biofoam yang dipotong dengan ukuran 3cm x 3cm kemudian ditimbang untuk mengetahui massanya.
- b. volume biofoam dihitung dengan cara mengalikan panjang, lebar dan tebal potongan sampel biofoam dengan jangka sorong.

Rumus dalam menghitung densitas yaitu:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (3.1)$$

dengan, ρ = massa jenis (g/cm^3), m = massa (g), v = volume (cm^3).

3.5.2. Uji Daya Serap Air

Pengujian daya serap air dilakukan untuk mengetahui ketahanan produk biofoam terhadap penyerapan air. Potongan biofoam ukuran 2×2 cm ditimbang lalu dicelupkan ke dalam air selama 1 menit dan sisa air pada permukaan dikeringkan

menggunakan tissu. Sampel ditimbang kembali dan dihitung pertambahan berat sampel dengan menggunakan persamaan 2.1 (Etikaningrum, 2013).

3.5.3. Uji Kuat Tekan

Pengukuran kuat tekan dilakukan dengan menggunakan texture analyzer (TA). Biofoam ditekan dengan menggunakan probe TA41 pada kecepatan 0,5 mm/s. Pengukuran kuat tekan yaitu besarnya gaya tekan yang diterima sampel per satuan luas dan dinyatakan dalam N/mm^2 .

3.5.4. Analisis Gugus Fungsi

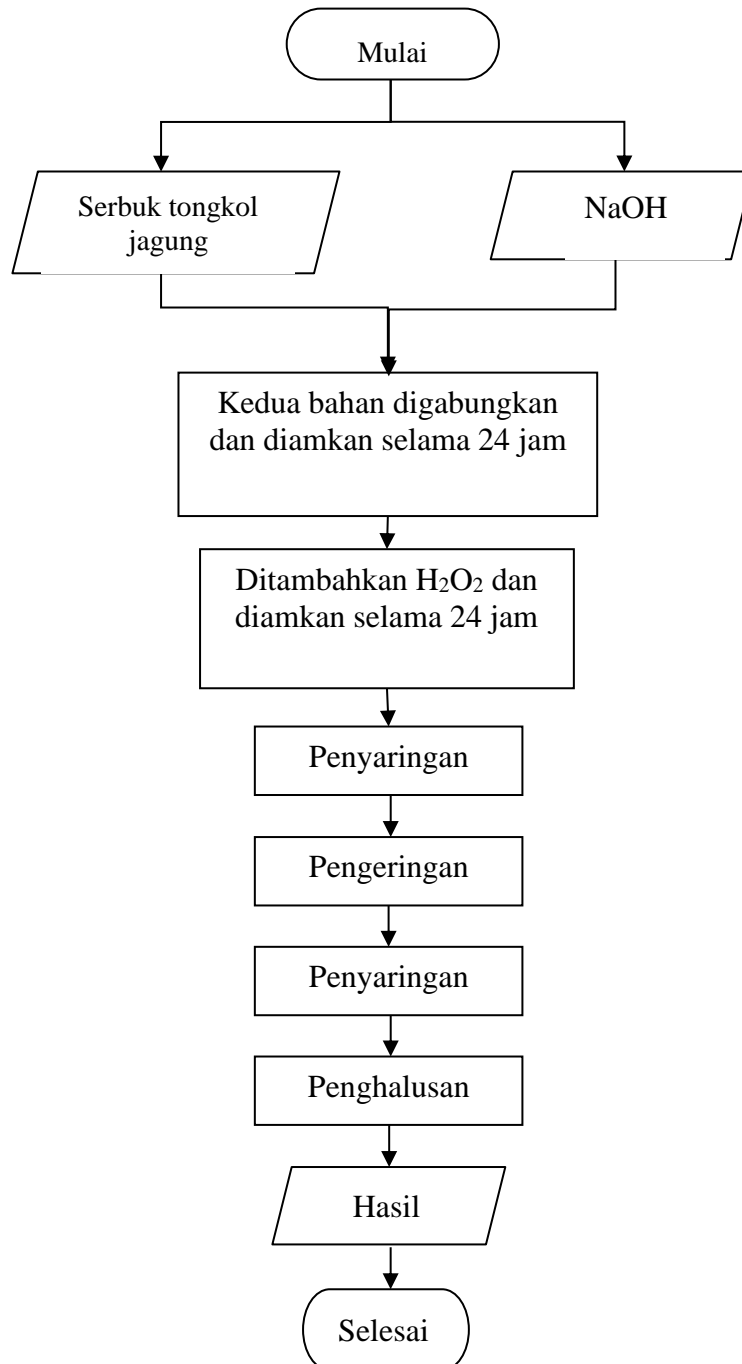
Gugus fungsi SiO_2 dianalisis menggunakan Nicolet iS10 FT-IR Spectrometer pada rentang panjang gelombang 4000-400 cm^{-1} . Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil terhadap tabel bilangan gelombang dan gugus fungsi FTIR serta hasil penelitian-penelitian terdahulu.

3.5.5. Analisis Struktur Kristal

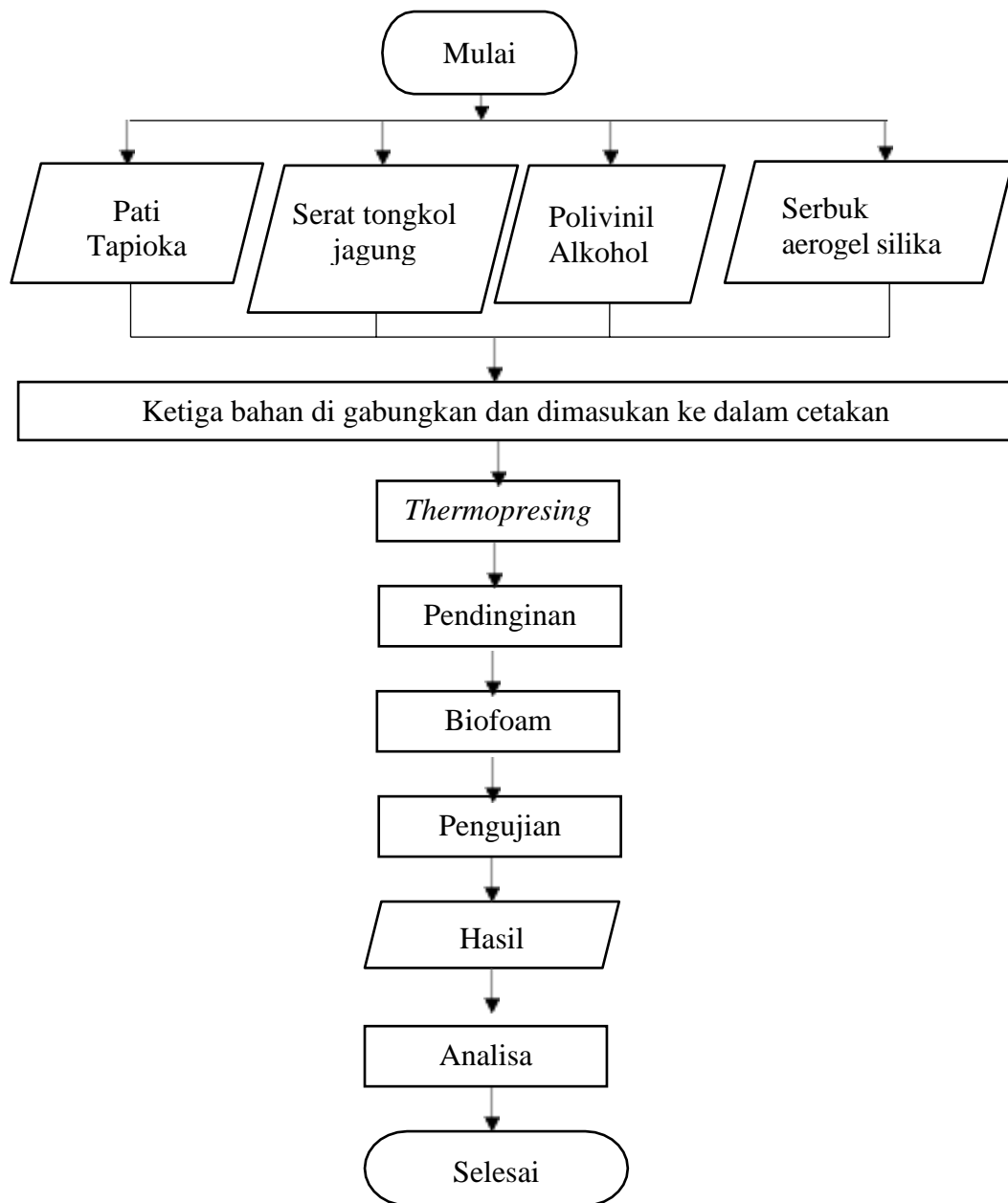
Struktur kristal SiO_2 dikarakterisasi menggunakan *X'Pert Powder PW 30/40* dengan radiasi yang dioperasikan pada 40 kV dan 30 mA. *Step size* yang digunakan adalah 0,02° tiap menit pada rentang 2θ mulai dari 10 hingga 100°. Analisis data secara kualitatif dilakukan pada perangkat lunak *QualX versi 2.24* dan analisis kuantitatif dilakukan pada perangkat lunak *rietica*.

3.6 Diagram Alir

Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini bleaching selulosa tongkol jagung pada gambar 3.1. dan pembuatan *biofoam* pada Gambar 3.2.



Gambar 3.1. Diagram Alir *Bleaching* Selulosa Tongkol Jagung.



Gambar 3.2. Diagram Alir Pembuatan *Biofoam*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Analisis densitas didapatkan hasil semakin menurun dengan semakin banyaknya penambahan komposisi pati pada *biofoam*.
2. Analisis daya serap air didapatkan hasil semakin banyak komposisi pati, semakin meningkat daya serap air *biofoam*. Hal ini dikarenakan pati bersifat *hidrofilik* sehingga dapat meningkatkan penyerapan air pada *biofoam*. Nilai presentase daya serap air ini jauh lebih kecil dari nilai SNI *biofoam* yaitu sebesar 26,12%.
3. Analisis kuat tekan didapatkan hasil semakin menurun dengan adanya penambahan komposisi pati. Nilai kuat tekan *biofoam* pada keempat sampel memiliki nilai yang lebih besar dari standar nilai kuat tekan *biofoam* sebesar 1,3 – 1,39 MPa.
4. Hasil analisis FTIR, variasi komposisi pati didapatkan gugus fungsi O-H pada bilangan gelombang 3425,58 cm^{-1} , 3410,15 cm^{-1} , 2368,59 cm^{-1} dan gugus fungsi C=O pada bilangan gelombang 1635,64 cm^{-1} .
5. Analisis XRD, silika memiliki bentuk kisi *triclinic* dan pati memiliki bentuk kisi *hexagonal*.

5.2. Saran

Saran pada penelitian ini mencoba bahan baku pati lainnya yang mungkin lebih cocok dalam pembuatan *biodegradable foam* sehingga daya serap air, densitas dan kuat tekan mendapatkan hasil yg lebih bagus.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmala, & Supriyo. (2020). Optimasi Konsentrasi Selulosa pada Pembuatan Biodegradable Foam dari Selulosa dan tepung Singkong. *Penelitian Terapan*, 1(1), 27–40.
- Andini, Yusriadi, & Yuliet. (2017). Optimasi Pembentukan Film Polivinil Alkohol dan Humektan Propilen Glikol pada Formula Masker Gel Peel of Sari Buah Labu Kuning. *Farmasi*, 3(2), 165–173.
- Culity. (1978). Element of X-Ray Diffraction Edition. *Addison-Wesley Company*, 14, 397–398.
- Etikaningrum. (2017). Pengaruh Penambahan Berbagai Modifikasi Serat Tandan Kosong sawit Pada sifat Fungsional Biodegradable Foam. *Penelitian Pascapanen Pertanian*, 13(3), 146–155.
- Fachry, Astuti, & Puspitasari. (2013). Pembuatan Bioetanol dari Limbah Tongkol Jagung dengan Variasi Konsentrasi Asam Klorida dan Waktu Fermentasi. *Teknologi Kimia*, 19(1), 60–69.
- Febriani, Kurnia, & Pangarso. (2021). Pembuatan dan Karakterisasi Fisik Biodegradable Foam Pati Kulit Pisang dan Selulosa Ampas Tebu. *Jurnal Ilmiah Penalaran dan Penelitian Mahasiswa. Teknologi Kimia*, 5(1), 1–13.
- Hendrawati, A, W., & Chrisnandari. (2020). Biodegradable Foam dari Pati Sagu Terasitasi dengan Penambahan Blowing Agent NaHCO₃. *Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 4(2), 186–195.
- Hendrawati, N, L., & P, A. (2017). The Effect of Addition of Chitosan on the Property of Biodegradable Foam Prepared from Starch. *Rekayasa Kimia Dan Lingkungan*, 12(1), 1–7.

- Kabir, A., F., & B., F. (2014). Investigation of Physical and Mechanical Properties of Bamboo Fiber and PVC Foam Sheet Composites. *Material of Science*, 2(6), 119–124.
- Kaisangsri, Orapin, & Natta. (2012). Biodegradable Foam Tray From Cassava Starch Blend with Natural Fiber and Chitosan. *Industrial Crops and Product*, 37(1), 42–54.
- Liu, Yan, & X, C. (2019). Amino Acid, Mineral, and Degree of Hydrolysis of Vinegar-Egg and Its Lipid. *Sains Malaysian*, 48(8), 1643–1654.
- Marlina, Ismadi, S., K., & Syarbeni. (2021). Karakterisasi Komposit Biodegradable Foam Dari Limbah Serat Kertas Dan Kulit Jeruk Untuk Aplikasi Kemasan Pangan. *Kimia Dan Kemasan*, 43(1), 1–11.
- Oktarina, & Pahroni. (2019). The Danger of Using Styrofoam For Hot Food On Information To Traders In Kelurahan tungkal, Muara Enim, Sumatera Selatan. *Sosioteknologi Kreatif*, 3(1), 372–377.
- Pamela, S., R., & Nugraha. (2016). Karakteristik Mekanik, Termal Dan Morfologi Film Polivinil Alkohol Dengan Penambahan Nanopartikel ZnO dan Asam Stearat Untuk Kemasan Multilayer. *Penelitian Pascapanen Pertanian*, 13(2), 63–73.
- Purnavita, & Viviana. (2021). Kajian Ketahanan Bioplastik Pati Jagung dengan Variasi Berat dan Suhu Pelarutan Polivinil Alkohol. *Teknik Kimia*, 2(1), 14–22.
- Putri, Maddu, & Irzaman. (2011). Karakterisasi Elektrolit Polimer Optimum Kitosan/PVA+KOH. *Photon*, 1(2), 39–46.
- Rohaeni, Subhan, & Darmawan. (2006). Kajian penggunaan pakan lengkap dengan memanfaatkan janggel jagung terhadap pertumbuhan sapi. Pros. Lokakarya Nasional Jejaring Pengembangan Sistem Integrasi Jagung- Sapi Pontianak. *Puslitbang Peternakan*, 8(3), 9–10.
- Sumardiono, R., A., & Yudayanto. (2021). Characteristics of Biodegradable Foam (Bio-foam) Made from Cassava Flour and Corn Fiber. *Journal Materials Science and Engineering. Materials Science and Engeneering*, 3(1), 1–7.

Utomo, & Solin. (2021). Bahaya tas Plastik dan Kemasan Styrofoam. Jurnal Abdimas Teknik Kimia. *Abdimas Teknik Kimia*, 2(2), 43–49.

Warsiki, Setiawan, & Hoerudin. (2014). Sintesa Komposit Bioplastik Pati Kulit Singkong Partikel Nanosilika dan Karakterisasinya. *Kimia Dan Kemasan*, 42(2), 37–45.