PENGARUH VARIASI KOMPOSISI SERAT BONGGOL JAGUNG TERHADAP SIFAT FISIS PADA BIOFOAM DENGAN PENAMBAHAN SILIKA AEROGEL

(Skripsi)

Oleh

Tiara Widiastuti

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

ABSTRAK

PENGARUH VARIASI KOMPOSISI SERAT BONGGOL JAGUNG TERHADAP SIFAT FISIS PADA BIOFOAM DENGAN PENAMBAHAN SILIKA AEROGEL

Oleh

TIARA WIDIASTUTI

Styrofoam memiliki banyak dampak negatif karena dapat membahayakan kesehatan dan juga dapat mencemari lingkungan dan tidak bisa terurai di alam. Untuk mengurangi bahaya negatif dari *styrofoam*, saat ini telah dilakukan upaya pengembangan produk *biofoam* yang berasal dari bahan alami sehingga lebih aman dan tidak mencemari lingkungan. Biofoam pada penelitian ini terbuat dari pati tapioka, serat bonggol jagung, polimer pengikat berupa Polivinil Alkohol (PVA) dan agen superhidrofobik berupa silika aerogel. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi serat bonggol jagung terhadap sifat fisis pada biofoam dengan penambahan silika aerogel. Pembuatan serat bonggol jagung ini dilakukan melalui dua tahap yaitu menggunakan NaOH 10% untuk menghilangkan lignin, dan bleaching menggunakan H_2O_2 10% untuk pemutihan pada serat yang kemudian digabungkan dalam adonan biofoam. Pembuatan biofoam menggunakan metode *thermopressing* dengan suhu 150° dan ditekan selama 4 menit dengan variasi serat 13,75g, 16,25g, 18,75g dan 21,25g. Hasil biofoam terbaik adalah dengan jumlah serat 18,75g dengan nilai daya serap air (1,2±0,2)%, densitas (0,5±0,1)g/cm^3, dan kuat tekan 3,60MPa.

Kata kunci: *biofoam*, serat boggol jagung, silika aerogel, uji fisis.

ABSTRACK

THE EFFECT OF VARIATION OF CORN COMB FIBER COMPOSITION ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF BIOFOAM WITH THE ADDITION OF AEROGEL SILICA

By

TIARA WIDIASTUTI

Styrofoam has many negative impacts because it harsm health pollutes also the environment and cannot be decomposed in nature. To reduce the negative effects of styrofoam, efforts have been made currently to develop biofoam derived from natural stuffs so that they are safer and do not pollute the environment. Biofoam in this study was made from tapioca starch, corncob fiber, a binding polymer in the form of Polyvinyl Alcohol (PVA), and a superhydrophobic agent in the form of silica aerogel. This research was conducted to determine the effect of variations in the composition of corncob fiber on the physical properties of biofoam with the addition of silica aerogel. The production of corncob fiber was carried out in two stages, namely using 10% NaOH to remove lignin, and bleaching using 10% H_2O_2 to bleach the fibers which were then combined into the biofoam mixture. The production of biofoam uses the thermopressing method with a temperature of 150° and pressed for 4 minutes with fiber variations of 13.75g, 16.25g, 18.75g, and 21.25g. The best biofoam results is 18.75 g of fiber with a water absorption value of (1.2 ± 0.2)%, a density of (0.5 ± 0.1)g/cm^3, and a compressive strength of 3.60 MPa.

Keywords: biofoam, corn cob fiber, silica aerogel, physical test.

PENGARUH VARIASI KOMPOSISI SERAT BONGGOL JAGUNG TERHADAP SIFAT FISIS PADA BIOFOAM DENGAN PENAMBAHAN SILIKA AEROGEL

Oleh

TIARA WIDIASTUTI

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 PENGTAHUAN ALAM

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2023

Judul Skripsi	: **PENGARUH VARIASI KOMPOSISI SERAT BONGGOL JAGUNG TERHADAP SIFAT FISIS PADA BIOFOAM DENGAN PENAMBAHAN SILIKA AEROGEL**
Nama Mahasiswa	: ***Tiara Widiastuti***
Nomor Pokok Mahasiswa	: **1817041019**
Jurusan	: **Fisika**
Fakultas	: **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. rer. nat Roniyus Marjunus, M.Si.	**Agus Riyanto, S.Si., M.Sc.**
NIP 19770318 200012 1 003	NIP 19860822 201504 1 002

2. Ketua Jurusan Fisika FMIPA

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 : **Dra. Dwi Asmi, M.Si., Ph.D.** .....

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dr. Eng. Suripto Dwi Yuwono, M.T.
NIP 19740705 200003 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **07 Februari 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, 20 Januari 2023

Tiara Widiastuti
NPM. 1817041019

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Tiara Widiastuti, dilahirkan pada tanggal 29 Desember 1999 di Ciamis, Kab. Ciamis, Jawa Barat. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Kusaedi Prayoga dan Ibu Chanipah. Pendidikan yang telah ditempuh penulis adalah Taman Kanak-kanak Kemala Bhayangkari pada tahun 2004-2006, Sekolah Dasar Negeri 02 Purwajaya pada tahun 2006 - 2012, Madrasah Tsanawiyah Negeri 38 Jakarta pada tahun 2012 - 2015, Madrasah Aliyah Negeri 21 Jakarta pada tahun 2015 - 2018.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) pada tahun 2018. Penulis mengambil KBK Material pada Jurusan Fisika. Pada tahun 2021 penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PT Bukit Asam (PTBA) Unit Tarahan di bagian Laboratorium Produksi. Penulis juga aktif melakukan pengabdian terhadap masyarakat dengan mengikuti program (KKN) Universitas Lampung pada tahun 2021 di Kel. 3-4 Ulu, Kec. Seberang Ulu 1, Kab. Palembang, Prov. Sumatera Selatan. Selain itu, penulis aktif dalam organisasi Sosial dan Masyarakat Himpunan Mahasiswa Fisika (HIMAFI) pada tahun 2019 dan Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Taekwondo Universitas Lampung pada tahun 2019. Pada akhir perkuliahan penulis pernah mengikuti program Studi Independen Bersertifikat (MSIB) Kemendikbud batch 3 di MyEduSolve pathaway Data Analyst selama 1 semester.

MOTTO

"Karena, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya,

sesudah kesulitan itu ada kemudahan."

(QS al-Insyirah: 5-6).

" Yakinlah, ada sesuatu yang menantimu setelah sekian banyak kesabaran yang kau jalani, yang akan membuatmu terpana hingga kau lupa betapa pedihnya rasa sakit."

(Ali bin Abi Thalib)

"Don't give up when you still have something to give. Nothing is really over until the moment you stop trying."

(Brian Dyson)

"No gains without pains."

(Benjamin Franklin)

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, kupersembahkan karya kecil ini kepada:

Kedua Orang Tua (Bapak Kusaedi Prayoga & Ibu Chanipah)

yang telah tulus dan ikhlas membesarkan, merawat dan mendidikku dengan limpahan kasih dan sayang.

Adik (Muhammad Riza)

yang selalu memberikan dukungan, dan doa yang terbaik.

Bapak dan Ibu Dosen

Terimakasih atas bekal ilmu pengetahuan, nasihat, dan saran yang membangun sehingga membuka hati dan wawasan.

Sahabat dan rekan-rekan seperjuangan Fisika 2018

Terimakasih untuk memori selama kuliah 4 tahun yang sangat beratri. Semoga saat-saat indah itu akan selalu menjadi kenangan yang paling indah.

Serta

Almamaterku tercinta

"UNIVERSITAS LAMPUNG"

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi hikmat, karunia serta rahmat-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Pengaruh Variasi Komposisi Serat Bonggol Jagung Terhadap Sifat Fisis Pada Biofoam Dengan Penambahan Silika Aerogel**" 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, 20 Januari 2023

Tiara Widiastuti

NPM. 1817041019

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberi kesehatan, hikmat, karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Pengaruh Variasi Komposisi Serat Bonggol Jagung Terhadap Sifat Fisis Pada Biofoam Dengan Penambahan Silika Aerogel". 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 Dra. Dwi Asmi M.Si, P.hD selaku penguji utama 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. Suripto Dwi Yuwono, M.T. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.

6. Para bapak/ibu dosen serta karyawan di Jurusun Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
7. Teman-teman seperjuangan Faradilla Nabila, Shabrina Yakosati, Rosanti Sitohang, Selvi Hidayanti, Adi Sucipto, Eza Ariyani dan Wulan Warohmah yang telah membantu penulis saat memulai penelitian hingga penelitian selesai.
8. Teman-teman satu tim penelitian Chandra Gumilang dan Sayyidah Wulan yang telah bekerjasama dalam penelitian ini.
9. Keluarga besar Lapet yang sudah memberikan dukungan, semangat, serta menjadi tempat berkeluh kesah selama penyelesaian skripsi ini.
10. Teman-teman SMA yaitu Kamiliya Yasmin dan Suci Aulia Rahmat yang terus memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Seluruh mahasiswa jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung angkatan 2018 dan teman- teman yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.

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

Bandar Lampung, 20 Januari 2023

Penulis

Tiara Widiastuti

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI ..... **xiii**

DAFTAR GAMBAR ..... **xv**

DAFTAR TABEL ..... **xvii**

I. PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 4

1.3 Tujuan Penelitian 4

1.4 Batasan Masalah 4

1.5 Manfaat Penelitian 5

II. TINJAUAN PUSTAKA **6**

2.1. Styrofoam 6

2.2. Biofoam 7

2.3. Material Penyusun Biofoam 8

2.3.1. Pati Tapioka 8

2.3.2 Serat Selulosa 9

2.3.3. Polivinil Asetat 10

2.3.4. Silika Aerogel 11

2.4. Uji Fisis Pada Biofoam 12

2.4.1. Uji Daya Serap Air 12

2.4.2. Uji Densitas 12

2.4.4. Uji Kuat Tekan 13

2.5. Uji Mekanis Pada Biofoam 14

2.5.1. Fourier Transform Infra-Red (FTIR) 14
2.5.2. X-Ray Diffraction (XRD) 15
III. METODE PENELITIAN 18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 18
3.2 Bahan dan Alat Penelitian 18
3.3. Variabel Penelitian 19
3.4. Prosedur Penelitian 20
3.4.1. Isolasi Selulosa Serat Bonggol Jagung 20
3.4.2. Pembuatan Biofoam 20
3.5. Karakterisasi 21
3.5.1. Analisis Gugus Fungsi 21
3.5.2. Analisis Fasa 21
3.5.3. Uji Daya Serap Air 21
3.5.4. Uji Densitas 22
3.5.5. Uji Kuat Tekan 22
3.6. Diagram Alir 22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 25
4.1. Hasil Analisis Gugus Fungsi 25
4.2. Fasa 30
4.3. Daya Serap Air 38
4.4. Densitas 39
4.5. Kuat Tekan 40
V. KESIMPULAN 43
5.1. Kesimpulan 43
5.2. Saran 44
DAFTAR PUSTAKA 45

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2. 1. Struktur Selulosa (Pushpamalar dkk, 2006). 9

Gambar 2. 2. Struktur Silika. 11

Gambar 2. 3. Difraksi radiasi sinar-X dalam strukrut kristal (Cullity, 1977). 17

Gambar 3. 1. Diagram Alir Isolasi Selulosa Serat Bonggol Jagung..... 23

Gambar 3. 2. Diagram Alir Pembuatan *Biofoam*..... 24

Gambar 4. 1. Hasil identifikasi gugus fungsi pada sampel biofoam (a) Sampel A. 25

Gambar 4. 2. Hasil identifikasi gugus fungsi pada sampel biofoam (b) Sampel B. 26

Gambar 4. 3. Hasil identifikasi gugus fungsi pada sampel biofoam (c) Sampel C. 26

Gambar 4. 4. Hasil identifikasi gugus fungsi pada sampel biofoam (d) Sampel D. 27

Gambar 4. 5. Difratogram XRD Biofoam (a) Sampel A. 31

Gambar 4. 6. Difratogram XRD Biofoam (b) Sampel B. 31

Gambar 4. 7. Difratogram XRD Biofoam (c) Sampel C. 32

Gambar 4. 8. Difratogram XRD Biofoam (d) Sampel D. 32

Gambar 4. 9. Hasil refinement data XRD (a) Sampel A. 33

Gambar 4. 10. Hasil refinement data XRD (b) Sampel B. 33

Gambar 4. 11. Hasil refinement data XRD (c) Sampel C. 34

Gambar 4. 12. Hasil refinement data XRD (d) Sampel D. 34

Gambar 4. 13. Hasil Pengujian Daya Serap Air Biofoam. 38

Gambar 4. 14. Hasil Perhitungan Densitas..... 39

Gambar 4. 15. Hasil Perhitungan Kuat Tekan..... 41

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1. Panjang gelombang pada radiasi inframerah..... 14

Tabel 3. 1. Bahan-bahan penelitian 18

Tabel 3. 2. Alat-alat penelitian 19

Tabel 3. 3. Alat-alat uji karakterisasi penelitian..... 19

Tabel 3. 4. Variabel Penelitian Komposisi 19

Tabel 4. 1. Presentase parameter kesesuain refinement data XRD biofoam..... 33

Tabel 4. 2. Presentase fasa dalam persen berat (%wt). 35

Tabel 4. 3. Parameter sel selulosa 37

Tabel 4. 4. Parameter sel silika dengan penambahan serat 37

Tabel 4. 5. Volume unit sel masing-masing fasa..... 37

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Styrofoam banyak digunakan oleh produsen makanan sebagai bahan pengemas produk makanan ataupun minuman sekali pakai, baik makanan siap saji, segar maupun siap olahan (Khalid dkk, 2012). Hal tersebut dikarenakan keunggulan *styrofoam* yaitu tidak mudah bocor, praktis, ringan, memiliki kemampuan menahan panas dan dingin yang baik serta lebih ekonomis (Sulchan dan Endang, 2007). Namun ternyata *styrofoam* memiliki banyak dampak negatif karena bahaya dari migrasi monomer berupa stirena dalam jangka waktu panjang dapat membahayakan kesehatan dan juga dapat mencemari lingkungan karena tidak bisa terurai di alam (Khalid dkk, 2012).

Untuk mengurangi bahaya negatif dari *styrofoam*, saat ini telah dilakukan upaya pengembangan produk *biofoam* yang berasal dari bahan alami sehingga lebih aman dan tidak mencemari lingkungan (Qiu dkk, 2013). *Biodegradable foam (biofoam)* merupakan kemasan alternatif pengganti *styrofoam* yang menggunakan bahan baku utama berupa pati sehingga kemasan tersebut dapat terurai secara alami (Breuninger dkk, 2009). Pati dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable* dan *biofoam*. Pati sering digunakan dalam industri pangan sebagai *biodegradable film* untuk menggantikan polimer plastik karena ekonomis, dapat diperbaharui, dan memberikan karakteristik fisik yang

baik (Bourtoom, 2007). Ubi-ubian, serealia dan biji polong-polongan merupakan sumber pati yang

paling penting. Ubi-ubian yang sering dijadikan sumber pati antara lain ubi jalar, kentang, dan singkong (Cui, 2005). Pati yang berasal dari singkong dapat diperoleh baik dari daging ataupun kulit arinya. Pati kulit singkong sering digunakan sebagai bahan tambahan dalam industri makanan dan industri yang berbasis pati karena kandungan patinya yang cukup tinggi yaitu 44-59 % pati (Hui, 2006). Kandungan pati pada beberapa bahan pangan disajikan pada Tabel 1.1 (Cui, 2005).

Tabel 1.1. Kandungan Pati pada Beberapa Bahan Pangan.

Bahan Pangan	Pati(% dalam basis kering)
Biji Gandum	67%
Beras	89%
Jagung	57%
Biji Sorghum	72%
Ubi Jalar	90%
Singkong	90%
Kentang	75%

Salah satu sumber pati yang produksinya cukup tinggi adalah singkong mengingat harganya yang lebih murah bila dibandingkan dengan sumber pati lainnya. Singkong memilliki kadar protein, kadar lemak serta amilosa yang lebih rendah dibandingkan jenis pati lainnya (Iriani, 2013).

Pati sebagai bahan baku *biofoam* memiliki beberapa kelemahan antara lain daya tahan panas yang rendah, tidak terlalu fleksibel dan memakan waktu yang lama dalam percetakan (Debiagi dkk, 2011). Selain itu, produk yang dihasilkan dari pati tersebut umumnya rapuh, kaku dan bersifat hidrofilik. Untuk memperbaiki kelemahan ini maka harus dilakukan penambahan pati, serat, dan beberapa bahan

lainnya diperlukan (Kaisangsri dkk, 2014). Kandungan serat pada beberapa bahan pangan disajikan pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2. Kandungan Serat pada Beberapa Bahan Pangan.

Bahan Pangan	Serat (% dalam basis kering)
Ampas Tebu	37,65% (Sudarminto, 2015).
Jagung	90% (Hauw, 2017).
Daun Nanas	62,90% - 65,70% (Hidayat, 2008).
Tandan Kosong Kelapa Sawit	72,67% (Herawan dan Rivani, 2010).

Salah satu sumber bahan baku *biofoam* yang potensial adalah tanaman jagung karena memiliki selulosa sebanyak 90%. Ketersediaan selulosa dalam jumlah besar akan membentuk serat yang kuat, tidak larut dalam air dan pelarut organik serta berwarna putih (Hauw, 2017). Untuk meningkatkan agar lebih kuat ketika terkena air maka dibutuhkan sifat superhidrofobik dengan menambahkan silika aerogel. Silika aerogel adalah satu-satunya aerogel yang dapat dikomersialkan (Rao dkk, 2006), karena kinerja keseluruhan yang sangat baik dalam isolasi termal, stabilitas, dan produksi skala besar (Ghajeri dkk, 2018), dan juga memiliki material solid berpori yang memiliki karakteristik seperti luas permukaan yang besar, porositas besar, densitas rendah, konstanta dielektrik yang rendah, konduktivitas panas yang rendah, transmisi optik di daerah tampak yang tinggi, harga indeks refraksi yang rendah, dan kecepatan bunyi yang rendah (Bond dan Flamerz, 1987). Penelitian mengenai pembuatan *biofoam* dengan menambahkan silika aerogel belum pernah dilakukan dan menggunakan uji fisis yang terdiri dari daya serap air, uji densitas dan uji kuat tekan dengan menggunakan karakterisasi FTIR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang terbentuk dan XRD untuk mengidentifikasi fasa kristalin dalam material dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel. Maka dari itu dilakukan lah penelitian ini yang

berupa “Pengaruh Variasi Komposisi Serat Bonggol Jagung Terhadap Sifat Fisis Pada *Biofoam* Dengan Penambahan Silika Aerogel” sebagai inovasi pembuatan *biofoam* yang ramah lingkungan dan aman untuk kesehatan. Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Sumardiono dkk, 2021) *biofoam* terbaik diperoleh dari komposisi pati tapioka 56,25 g, serat bonggol jagung 18,75 g, dan PVA 25 g.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana karakteristik dari uji fisis (daya serap air, uji densitas dan kuat tekan), uji FTIR untuk menentukan gugus fungsi pada suatu senyawa kimia dan uji XRD untuk menentukan struktur kristal dalam suatu sampel padatan pada pengaruh variasi komposisi serat bonggol jagung terhadap sifat fisis pada *biofoam* dengan penambahan silika aerogel?

1.3 Tujuan Penelitian

Mengetahui karakteristik dari uji fisis (daya serap air, uji densitas dan kuat tekan), uji FTIR untuk menentukan gugus fungsi pada suatu senyawa kimia dan uji XRD untuk menentukan struktur kristal dalam suatu sampel padatan pada pengaruh variasi komposisi serat bonggol jagung terhadap sifat fisis pada *biofoam* dengan penambahan silika aerogel.

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.
3. Uji fisis yang dilakukan adalah daya serap air, uji densitas dan uji kuat tekan.
4. Karakterisasi yang dilakukan adalah FTIR dan XRD.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui *biofoam* yang ramah lingkungan dan aman untuk kesehatan.
2. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat dikembangkan lagi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Styrofoam

Polystyrene atau *styrofoam* merupakan suatu produk plastik yang digunakan sebagai kemasan pangan, pada umumnya berwarna putih dan terlihat bersih bentuknya juga simpel dan ringan. Material tersebut membutuhkan waktu 500 tahun untuk dapat terurai tetapi bisa menahan suhu sehingga benda di dalamnya tetap dingin atau hangat lebih lama daripada kertas atau bahan lainnya. Memang *styrofoam* bisa menahan suhu tetapi banyak juga pelaku usaha yang salah kaprah menggunakan *styrofoam* sebagai kemasan pangan tanpa memperdulikan efek samping dari produk tersebut. Bentuknya yang ringan menjadikan *styrofoam* mudah untuk dibawa kemana saja dan juga makanan yang disimpan di dalam *styrofoam* tetap segar dan utuh. Selain itu, alasan dipilihnya *styrofoam* sebagai bahan kemasan bagi makanan, karena biaya pengemasannya yang murah. Tetapi *styrofoam* yang digunakan sebagai kemasan produk pangan ini mengandung bahaya tersendiri yaitu kemungkinan terjadinya berpindahnya zat-zat kimia yang terkandung dalam *styrofoam* juga akan mudah dan cepat meresap ke dalam makanan dan minuman apabila minuman dan makanan dalam keadaan panas, mengandung kadar lemak yang tinggi dan mengandung alkohol atau kadar asam yang tinggi (Aziz, 2017). Rendahnya tingkat daur ulang pada *styrofoam* menyebabkan adanya polusi lingkungan yang merupakan ancaman serius terhadap

kehidupan dan kesehatan manusia. Berbagai upaya untuk mengurangi dan mendaur ulang limbah *styrofoam* telah dilakukan seperti penguburan, dan penggunaan mikroba pengurai plastik (Nukmal dkk, 2018). Indonesia menempati peringkat kedua setelah Cina dalam menghasikan sampah *styrofoam* yang mecapai 187,2 ton. Hal ini selaras dengan data yang telah dikeluarkan oleh Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dimana *styrofoam* hasil 100 toko atau anggota Asosiasi Pengusaha Ritel Indonesia (APRINDO) dalam waktu 1 tahun saja, sudah mencapai 10,95 juta buah sampah *styrofoam* jumlah tersebut setara dengan luasan 65,7 hektar *styrofoam* (Purwaningrum, 2016).

2.2. Biodegradable Foam (Biofoam)

Inovasi teknologi *biofoam* yang menghasilkan produk bahan kemasan ramah lingkungan dan aman bagi kesehatan menjadi solusi cerdas mengatasi membanjirnya kemasan plastik dan *styrofoam*. Kelebihan dari *biofoam* adalah dapat terurai secara alamiah (*biodegradable*) sehingga tidak berdampak buruk pada lingkungan. *Biofoam* merupakan kemasan alternatif pengganti *styrofoam* yang terbuat dari bahan baku alami, yaitu pati dengan tambahan serat untuk memperkuat strukturnya. Mengingat besarnya dampak buruk yang ditimbulkan oleh penggunaan *styrofoam*, bahan baku pembuatan *biofoam* adalah produk pertanian yang persediaannya melimpah dan bahan baku yang digunakan seperti mengandung pati dan selulosa. Sehingga dapat diperbaharui dan harganya juga lebih murah, *biofoam* yang terbuat dari polimer alami (pati dan serat), umumnya memiliki sifat mekanis yang rendah (Bahri dkk, 2021). Proses pembuatannya menggunakan teknologi *thermopressing*, dimana adonan pati, serat, dan bahan aditif lain dicampurkan

dengan komposisi tertentu dan selanjutnya dicetak pada suhu 170-180°C selama 2 sampai 3 menit. *Biofoam* memiliki kekuatan yang lebih baik dibanding *styrofoam* (31,80 N/mm^2). Berdasarkan proses pembuatannya *biofoam* yang dapat terdegradasi dibedakan atas 3 tipe yaitu (Coniwanti dkk, 2018):

1. *Biofoam* yang dihasilkan dari suatu bahan akibat kerja dari suatu jenis mikroorganisme.
2. *Biofoam* yang dibuat berdasarkan hasil rakayasa kimia dari bahan polimer alami seperti serat selulosa dan bahan berpati *(amylase).*
3. *Biofoam* dengan bahan baku polimer sintetik sebagai hasil dari sintesis minyak bumi seperti poliester kopolimer.

Menurut (Widyaningsih dan Yuni, 2012) beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat biodegradabilitas *biofoam* setelah hidrofobisitas, bahan aditif, proses produksi, struktur polimer, morfologi dan berat molekul bahan biofoam. Makin besar bobot molekul suatu bahan makin rendah biodegrabilitasnya. Untuk tingkat biodegradasi polimer, biodegradable dalam tanah dipengaruhi oleh kondisi tanah seperti suhu, kadar air (ukuran kosentrasi air), tingkat aerasi (ukuran konsentrasi oksigen), keasaman (ukuran konsentrasi asam) dan konsentrasi mikroorganisme itu sendiri (Saleh dan Muhammad, 2014).

2.3.Material Penyusun Biofoam

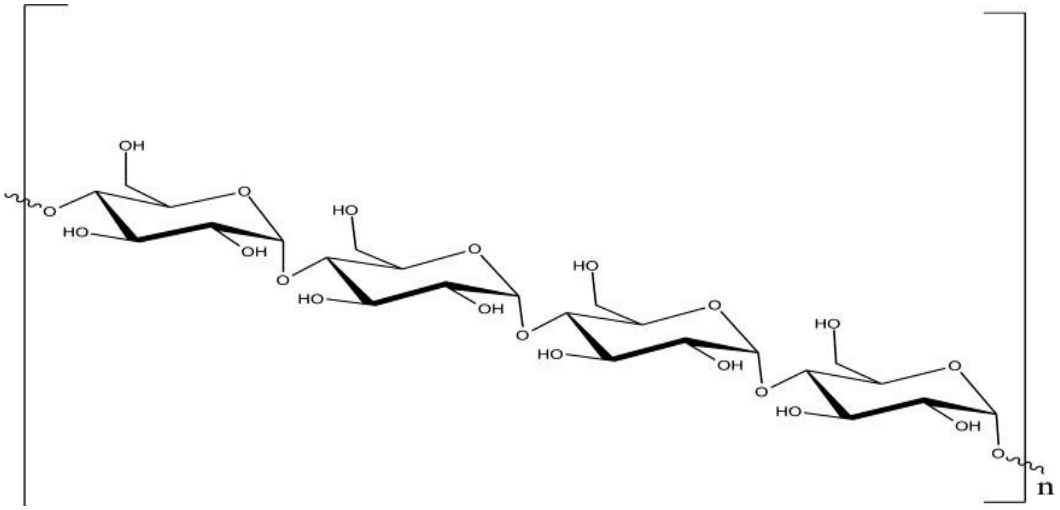
2.3.1. Pati Tapioka

Biofoam merupakan kemasan alternatif pengganti *styrofoam* yang menggunakan bahan baku utama berupa pati sehingga kemasan tersebut dapat terurai secara alami. Pati di percaya memiliki biodegredibilitas yang tinggi dan harga yang murah. Salah

satu sumber pati yang produksinya cukup tinggi adalah tapioka dibandingkan dengan sumber pati lainnya (Breuninger dkk, 2009). Tapioka memilliki kadar protein, kadar lemak serta amilosa yang lebih rendah dibandingkan jenis pati lainnya (Iriani dkk, 2013). Tapioka diperoleh pada ubi akar pohon singkong dimana memiliki kadar pati tertinggi 81.60%, sehingga sangat cocok untuk digunakan sebagai bahan dasar pembuatan biofoam (Pakartiko, 2019).

2.3.2 Serat Selulosa

Selulosa adalah biofiller yang dapat membuat *biofoam* mudah terurai dalam tanah serta merupakan senyawa organik dengan karbonil hidrofilik dimana mengikat molekul air sekitar lingkungan hingga mudah terjadi degradasi (Dewi dkk 2019). Gambar 2.1 menunjukkan struktur selulosa dengan ikatan molekul air.



Gambar 2. 1. Struktur Selulosa (Pushpamalar dkk, 2006).

Serat selulosa merupakan salah satu sumber daya alam yang melimpah, dapat diperbaharui, dan ramah lingkungan. Penambahan serat tersebut untuk

memperbaiki sifat fisik dan mekanis *biofoam* yang dihasilkan. Peningkatan konsentrasi serat dapat meningkatkan sifat mekanis produk serta mengurangi kadar air produk setelah di proses pencetakan. Peningkatan konsentrasi protein dapat mengurangi kadar air setelah pencetakan, kapasitas penyerapan air serta laju kerusakan. Salah satu sumber bahan baku *biofoam* yang potensial adalah limbah bonggol tanaman jagung. Bonggol tanaman jagung memiliki 90% selulosa. Ketersediaan selulosa dalam jumlah besar akan membentuk serat yang kuat, tidak larut dalam air dan pelarut organik serta berwarna putih (Hauw, 2017).

2.3.3. Polivinil Asetat

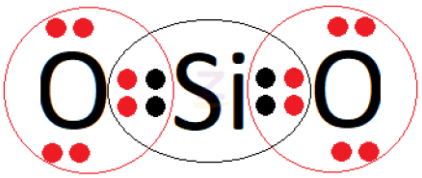
Polyvinyl asetat (PVAc) merupakan suatu polimer termoplastik yang telah dikenal secara luas sebagai suatu bahan baku dalam industri perekat. PVAc baik yang dimodifikasi ataupun tidak, dalam bentuk larutan atau emulsi, sebagai homopolimer ataupun kopolimer, menunjukkan suatu keanekaragaman yang membuat perekat ini cocok sebagai pengikat berbagai bahan salah satunya dalam pembuatan *biofoam*. PVAc (Polivinil Asetat) sebagai bahan perekat salah satunya pada serat daun keladi dikarenakan memiliki densitas 1150 kg/m^3 dan nilai kekuatan tarik 65-79 MPa sehingga ikatannya sangat kuat. Polivinil asetat merupakan polimer karet sintetis yang tak bewarna dan memiliki titik leleh 72°C. Bahan perekat secara umum dibagi menjadi dua macam yaitu bahan perekat alami dan bahan perekat sintetis. Bahan perekat alami berasal dari hewani, tumbuhan, dan mineral. Berikut beberapa perekat alami : (Taufiqirraman, 2014). Beberapa bahan perekat yang berasal dari hewani adalah albumen, casein, shellac, lilin lebah dan kak (Animal Glue).

1. Beberapa bahan perekat yang berasal dari tumbuhan adalah damar Alam, arabic Gum, protein, starch atau kanji, dextrin, dan karet Alam.
2. Beberapa bahan perekat yang berasal dari mineral adalah silicate, magnesia, litharge, bitemen, dan asphalt.

Polivinil asetat memiliki ikatan yang sangat kuat untuk mengikat serat daun keladi agar memiliki sifat fisis, mekanik dan thermal yang baik dalam pembentukan bioearmuff dikarenakan polivinil alkohol memiliki struktur atom O dan H untuk membentuk ikatan silang untuk menghasilkan daya adhesi yang kuat.

2.3.4. Silika Aerogel

Silika Aerogel adalah material yang memiliki ciri-ciri luas permukaan tinggi (500-1200 m^2 /g), daya serapnya tinggi (80-99,8%), densitas rendah (0,003-0,35 g/mL) (Dorcheh dan Abbasi, 2007). Saat ini silika aerogel hidrofobik telah terbukti menjadi bahan yang menjanjikan dalam berbagai aplikasi menarik seperti penyerapan cairan organik atau minyak, transportasi cairan pada skala nano dan aplikasi bioteknologi, dan absorbsi senyawa beracun (Parale dkk, 2012). Untuk proses pembuatan aerogel terdiri dari dua tahapan yaitu pembuatan gel (hidrogel) dan pengeringan gel menjadi aerogel.



Gambar 2. 2. Struktur Silika.

Proses pengeringan gel menjadi silika aerogel terbagi menjadi dua yaitu menggunakan autoklaf untuk proses pengeringan superkritis dan menggunakan

alkoksida dalam sintesis sol-gel untuk proses pengeringan ambien. Alkoksida yang digunakan sangat mahal, sedangkan proses pengeringan superkritis melibatkan pemanasan dan pemindahan pelarut seperti alkohol yang cukup berbahaya pada temperatur dan tekanan tinggi (Sarawade dkk, 2006). Menurut (Bond dan Flamerz, 1987) Silika Aerogel merupakan material solid berpori yang memiliki karakteristik luas permukaan yang besar, porositas besar, densitas rendah, konstanta dielektrik yang rendah, konduktivitas panas yang rendah, transmisi optik di daerah tampak yang tinggi, harga indeks refraksi yang rendah, dan kecepatan bunyi yang rendah.

2.4. Uji Fisis Pada Biofoam

2.4.1. Uji Daya Serap Air

Pengujian daya serap air pada sampel dilakukan dengan membentuk sampel berbentuk pellet 2×2 cm. Kemudian, sampel ditimbang berat awal dan direndam kedalam air selama 1 menit. Sampel hasil perendaman ditimbang kembali dan dicatat sebagai berat akhir. Setelah itu, dihitung menggunakan persamaan 2.1 yang berdasarkan SNI (Etikaningrum dkk, 2018).

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

dengan m_{k} adalah massa kering (g), m_{b} adalah massa setelah direndam selama 1 menit (g). Daya serap air biofoam yang dihasilkan pada peneliatan (Etikaningrum dkk, 2018) adalah 23,40-45,54%.

2.4.2. Uji Densitas

Densitas dihitung mengikuti metode (Süleyman dkk, 2013) dilakukan dengan cara menghitung massa dan volume sampel. Pengukuran massa dilakukan dengan

menimbang sampel *biofoam* yang telah dipotong dengan ukuran 3×3 cm pada timbangan analitik sedangkan volume dihitung dengan cara mengalikan panjang, lebar dan tebal potongan sampel biofoam dengan jangka sorong, adapun rumusnya berdasarkan SNI sebagai berikut (Süleyman dkk, 2013):

$$\rho = \frac{m}{V} \tag{2.2}$$

dengan ρ adalah massa jenis (gram/cm^3), m adalah massa (gram), dan V adalah volume (cm^3). Nilai densitas *biofoam* yang dihasilkan pada penelitian (Etikaningrum dkk, 2018) sekitar 0,16-0,28 g/cm^3.

2.4.4. Uji Kuat Tekan

Sampel diukur dimensinya seperti panjang dan lebar sehingga dapat dihitung luas penampang yang tertekan pada mesin uji. Salah satu alat yang digunakan pada uji kuat tekan adalah Universal Testing Mechine INSTRON. Tepat di atas sampel diberi beban yang akan menekan pada bagian tengah sampel. Pemberian beban ini dilakukan secara bertahap sampai sampel patah atau pecah atau putus. Nilai beban maksimum yang menyebabkan sampel patah atau pecah atau putus inilah yang menjadi kuat tekan material (Ruscahyani, 2020). Besaran nilai kuat tarik dapat ditentukan dengan persamaan berikut ini yang berdasarka SNI (Ruscahyani dkk, 2021):

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A} \tag{2.4}$$

dengan σ adalah Kuat tekan (MPa), F_{maks} adalah Tegangan maksimum (N) dan A adalah Luas permukaan (mm^2). Nilai kuat tekan *biofoam* yang dihasilkan pada penelitian Sumardiono dkk (2021) sebesar 14,162 MPa.

2.5. Uji Mekanis Pada Biofoam

2.5.1. *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR)

Fourier Transform Infra-Red (FTIR) merupakan salah satu teknik spektroskopi optik yang secara efektif dapat memberikan informasi tentang komposisi bahan kimia pada tingkat molekular. FTIR digunakan untuk menentukan gugus fungsi dari senyawa organik dan anorganik (Bunaciu dkk, 2015). Dengan demikian, FTIR dapat digunakan untuk menganalisis senyawa baik secara kuantitatif maupun kualitatif (Sumanicu, 2012). Salah satu alat yang digunakan dalam karakterisasi spektroskopi IR yaitu spektrofotometer *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR). Sampel yang akan dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR akan diperoleh data berupa bilangan gelombang (cm) dan transmitansi (%) (Miftahul dkk, 2013). Bilangan gelombang (cm) merupakan jumlah panjang gelombang per cm sehingga dapat dinyatakan bahwa bilangan gelombang terbalik dengan panjang gelombang yang diserap detektor. Sementara panjang gelombang pada radiasi inframerah dibagi menjadi tiga bagian seperti pada tabel berikut (Joni, 2017):

Tabel 2.1. Panjang gelombang pada radiasi inframerah.

Daerah	Panjang Gelombang (μm)	Bilangan Gelombang (cm^{-1})
near (dekat)	0,78 – 2,5	12.800 – 4.000
middle (menengah)	2,5 – 50	4.000 – 200
far (jauh)	50 - 100	200 - 10

Cara kerja FTIR adalah radiasi infra merah dihasilkan dari pemanassan suatu sumber radiasi dengan listrik sampai suhu antara 1500 -2000 K. Sumber radiasi yang biasa digunakan berupa Nernst Glower, Globar dan kawat Nikhrom (Abdul, 2016). Berkas tersebut akan dipancarkan menggunakan “Michelson Interferometer” mengukur lebih cepat dan sensitif, selanjutnya Cermin Gerak

digerakkan pada kecepatan tetap menggunakna motor yang terlah diatur oleh komputer. Kecepatan gerak cermin akan dimonitor menggunakan sistem laser dan komputer akan merubahnya menjadi sinar tunggal melalui transformasi fourier (Setiabudi dkk, 2012).

2.5.2. *X-Ray Diffraction* (XRD)

XRD merupakan metode karakterisasi yang digunakan untuk mengetahui ciri utama kristal, seperti parameter kisi dan tipe struktur dengan memenuhi metode *Rietveld* . Metode *Rietveld* adalah metode *refinement* yang diperkenalkan oleh Hugo Rietveld sekitar tahun 1960-an untuk keperluan karakterisasi material kristal yang didalamnya terdapat indeks R yaitu seperti *R*wp (indeks kecocokan bobot), *R*exp (asumsi pembilang membawa nilai yang diharapkan), R_P (merupakan indeks kecocokan seluruh hasil fitting tidak ikut mempertimbangkan faktor bobot statistik w_i), dan *Goodness of Fitting* (GoF) = χ 2 (*chi-square goodness fit*) merupakan indeks pencocokan yang menunjukkan sukses atau tidaknya penghalusan. (Tiandho, 2016).

$$R_{\mathrm{wp}} = = \left\{ \frac{\sum_{\mathrm{i}} w_i \left(y_{\mathrm{i}}^{\mathrm{obs}} - y_{\mathrm{i}}^{\mathrm{calc}} \right)^2}{\sum_{\mathrm{i}} w_{\mathrm{i}} \left(y_{\mathrm{i}}^{\mathrm{obs}} \right)^2} \right\}^{1/2} \tag{2.5}$$

dengan $y_{\mathrm{i}}^{\mathrm{obs}}$ adalah intensitas difraksi yang diamati dari suatu puncak difraksi yang diukur menggunakan alat detektor di alat XRD, $y_{\mathrm{i}}^{\mathrm{calc}}$ adalah intensitas sinar-x yang didifraksikan kemudian dihitung dari model struktur kristal menggunakan persamaan matematis dan parameter struktur kristal, ∑ adalah penjumlahan dari semua titik difraktometri yang digunakan, *w* adalah bobot yang diberikan pada perbedaan intensitas yang diukur pada titik-titik data.

$$R_{\text{exp}} = \left(\frac{\text{N}-\text{P}+\text{C}}{\sum_{\text{I}} w_i (y_{\text{i}}^{\text{obs}})^2}\right)^{1/2} \quad (2.6)$$

Dimana N adalah jumlah pengukuran, P adalah jumlah parameter *refinement*, C adalah jumlah konstrain yang digunakan dalam *refinement*, ∑ adalah penjumlahan dari semua titik difraktometri yang digunakan, *w* adalah bobot yang diberikan pada perbedaan intensitas yang diukur pada titik-titik data, dan $y_{\text{i}}^{\text{obs}}$ adalah intensitas difraksi yang diamati dari suatu puncak difraksi yang diukur menggunakan alat detektor di alat XRD.

$$R_{\text{p}} = \frac{\sum \left| I_{\text{k}}^{\text{obs}} - I_{\text{k}}^{\text{calc}} \right|}{\sum I_{\text{k}}^{\text{obs}}} \quad (2.7)$$

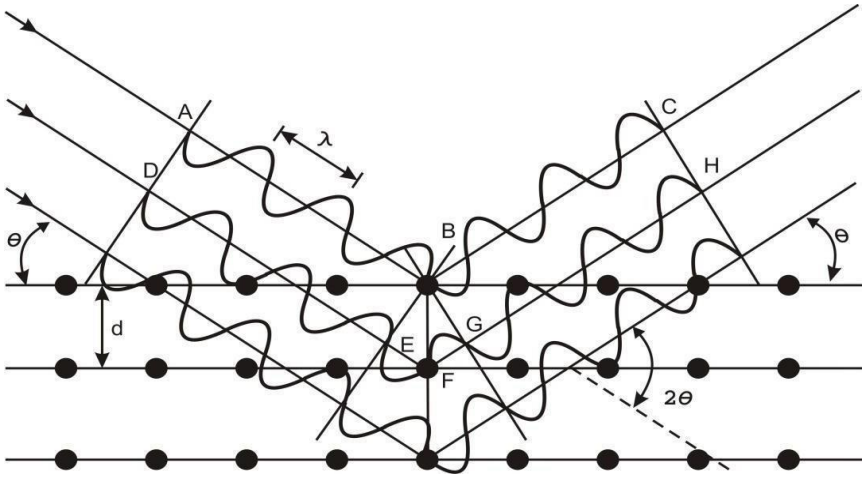
dengan $I_{\text{k}}^{\text{obs}}$ adalah intensitas yang diukur dari titik-titik data difraktometri sinar-x atau elektorn, $I_{\text{k}}^{\text{calc}}$ adalah rasio antara perbedaan intensitas yang diukur bobotnya.

$$\text{GoF} = \frac{\text{R}_{\text{wp}}}{\text{R}_{\text{exp}}} \quad (2.8)$$

Selain itu, XRD juga dimanfaatkan untuk mengetahui rincian lain seperti susunan berbagai jenis atom dalam kristal, kehadiran cacat, orientasi, dan cacat kristal (Smallman dan Bishop, 1999).

Indentifikasi struktur dan fasa kristal suatu sampel dapat dilakukan menggunakan metode difraksi sinar-X. Sinar-X merupakan radiasi elektromagnetik yang mirip dengan sinar tampak, tetapi panjang gelombangnya lebih pendek. Panjang gelombang sinar-X berkisar antara 0,5 – 2,5 dalam satuan angstrom (Å) (10-10 m) (Cullity, 1977). Suatu tabung sinar-X harus mempunyai suatu sumber elektron, tegangan tinggi, dan logam sasaran. Selanjutnya elektron-elektron yang saling tumbukan ini mengalami pengurangan kecepatan dengan cepat dan energinya

berubah menjadi foton (Nopianingsih dkk, 2015). Peristiwa hamburan pada kristal disederhanakan oleh W.H. Bragg seperti pada **Gambar 2.3.**



Gambar 2. 3. Difraksi radiasi sinar-X dalam strukrut kristal (Cullity, 1977).

Berdasarkan gelombang yang terdifraksi pada **Gambar 2.3**, dapat diasumsikan bahwa terlihat bahwa AB + BC memiliki nilai panjang gelombang yang sama, begitu juga DF + FH. Selisih dari nilai panjang gelombang dari panjang gelombang pertama dan panjang gelombang kedua. Δ = (DF + FH) – (AB + BC). Jika dari titik B ditarik garis ke DF dan FH, diberi tanda E dan G, maka nilai DE = AB, GH = BC. Perbedaan dua gelombang yaitu Δ = EF + FG . Nilai panjang gelombang (λ) EF sama dengan panjang gelombang (λ) yaitu sebesar d sin θ, Bragg mengemukakan bahwa difraksi akan terjadi pada sudut-sudut tertentu, yang dapat dirumuskan sebagai berikut (Cullity, 1977):

$$n\lambda = 2d\sin\theta \qquad (2.9)$$

dengan d adalah jarak antara bidang dalam kristal, θ adalah sudut difraksi, n adalah orde difraksi (0,1,2,3,…..) dan λ adalah panjang gelombang.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei sampai dengan Juni 2022 di Laboratorium Fisika Material. Untuk karakterisasi *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) di Laboratorium Kimia Organik Universitas Gadjah Mada dan 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.	Akuades	Melarutkan prekursor
2.	NaOH 48% (*Teknis)*	Pelarut serbuk silika
3.	Pati Tapioka	Membentuk struktur *biofoam*
4.	Serat Bonggol Jagung	Memperkuat struktur *biofoam*
5.	PVA *(Teknis)*	Bahan perekat pada *biofoam*
6.	Silika Aerogel	Agen Superhidrofobik
7.	H_2O_2 50% *(Teknis)*	Proses bleaching

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.	Mikser	Mengaduk bahan yang kental agar tercampur rata
5.	Cetakan Sampel *(Moulding)*	Mencetak sampel
6.	Jangka Sorong	Mengukur tebal dan panjang sampel
7.	*Stopwatch*	Menghitung waktu pengadukan

Tabel 3. 3. Alat-alat uji karakterisasi penelitian.

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

3.3. Variabel Penelitian

Variasi komposisi bahan baku sebagai berikut :

Tabel 3. 4. Variabel Penelitian Komposisi.

Kode Sampel	Pati (g)	Serat (g)	PVA (g)	Silika (g)
A	56,25	13,75	25	15
B	56,25	16,25	25	15
C	56,25	18,75	25	15
D	56,25	21,25	25	15

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 (Sumardiono dkk, 2021).

3.4. Prosedur Penelitian

3.4.1. Isolasi Selulosa Serat Bonggol Jagung

Pembuatan sintesis serta bonggol jagung mengacu pada metode yang telah dilakukan oleh (Nugraheni dkk, 2018). Sebanyak 50 g serbuk halus bonggol jagung direndam dengan 500 ml larutan NaOH 10% dengan perbandingan pelarut (1:10) b/v, kemudian diaduk menggunakan mixer dan direndam selama 24 jam. Setelah itu disaring menggunakan kain saring. Residu yang diperoleh kemudian direndam kembali dengan 100ml larutan H_2O_2 10% selama 24 jam. Kemudian campuran tersebut disaring dan residu yg dihasilkan dicuci dengan aquadest hingga bau H_2O_2 hilang (4 kali pencucian). 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 (Hendrawati dkk, 2019). Serat bonggol jagung yang sudah halus dimasukkan ke dalam wadah dan ditambahkan PVA serta diaduk menggunakan mixer hingga adonan mnegembang. Setelah itu, ditambahkan pati tapioka, silika aerogel dan diaduk menggunakan mikser hingga adonan mnegental dan tercampur rata. Kemudian adonan tersebut dituangkan ke dalam cetakkan dengan tekanan 100 Mpa pada suhu 70℃ selama 10 menit.

3.5. Karakterisasi

Karakterisasi yang dilakukan meliputi gugus fungsi, struktur kristal, uji daya serap air, uji densitas, uji kuat tekan.

3.5.1. Analisis Gugus Fungsi

Gugus fungsi SiO_2 menggunakan iS10 FT-IR Spectrometer pada rentang panjang gelombang 4000-300cm^{-1}. Preparasi pada analisis ini yaitu dengan menggabungkan pati tapioka, serat bonggol jagung, PVA dan silika aerogel kemudian dicetak menggunakan alat *thermopreshing* sampai membentuk flat. Hasil analisis data ini dilakukan dengan membandingkan hasil terhadap tabel bilangan gelombang dan gugus fungsi FT-IR serta hasil penelitian-penelitian terdahulu.

3.5.2. Analisis Fasa

Struktur kristal SiO_2 dikarakterisasi menggunakan *X'Pert Powder PW* 30/40 dengan radiasi Cu-Kα yang dioperasikan pada 40 kV dan 30 mA. *Step size* yang digunakan adalah 0,02^{o} 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 *origin*. Sampel yang dikarakterisasi berbentuk flat.

3.5.3. Uji Daya Serap Air

Pengujian daya serap air pada sampel dilakukan dengan membentuk sampel berbentuk pellet 2× 2 cm. Kemudian, sampel ditimbang berat awal dan direndam

kedalam air selama 1 menit. Sampel hasil perendaman ditimbang kembali dan dicatat sebagai berat akhir. Untuk rumusnya terletak pada Persamaan (2.1).

3.5.4. Uji Densitas

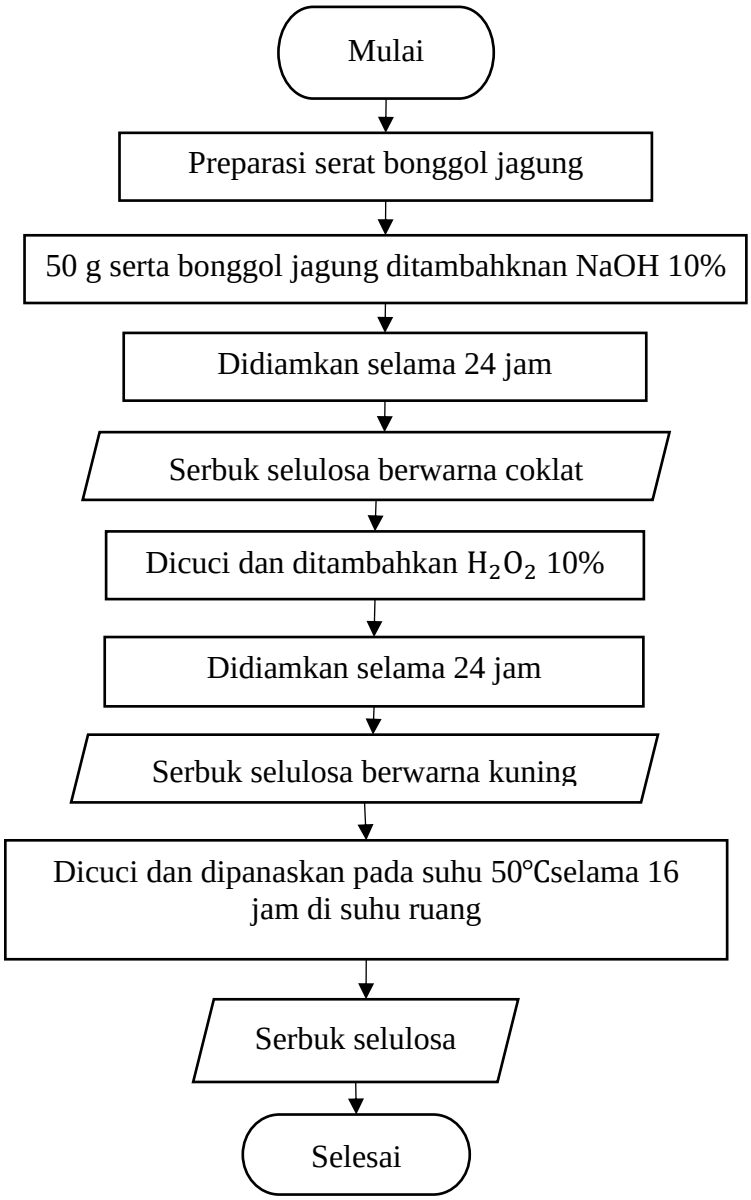
Pengukuran massa dilakukan dengan menimbang sampel *biofoam* yang telah dipotong dengan ukuran 3×3 cm pada timbangan analitik sedangkan volume dihitung dengan cara mengalikan panjang, lebar dan tebal potongan sampel biofoam dengan jangka sorong. Untuk rumusnya terletak pada Persamaan (2.2).

3.5.5. Uji Kuat Tekan

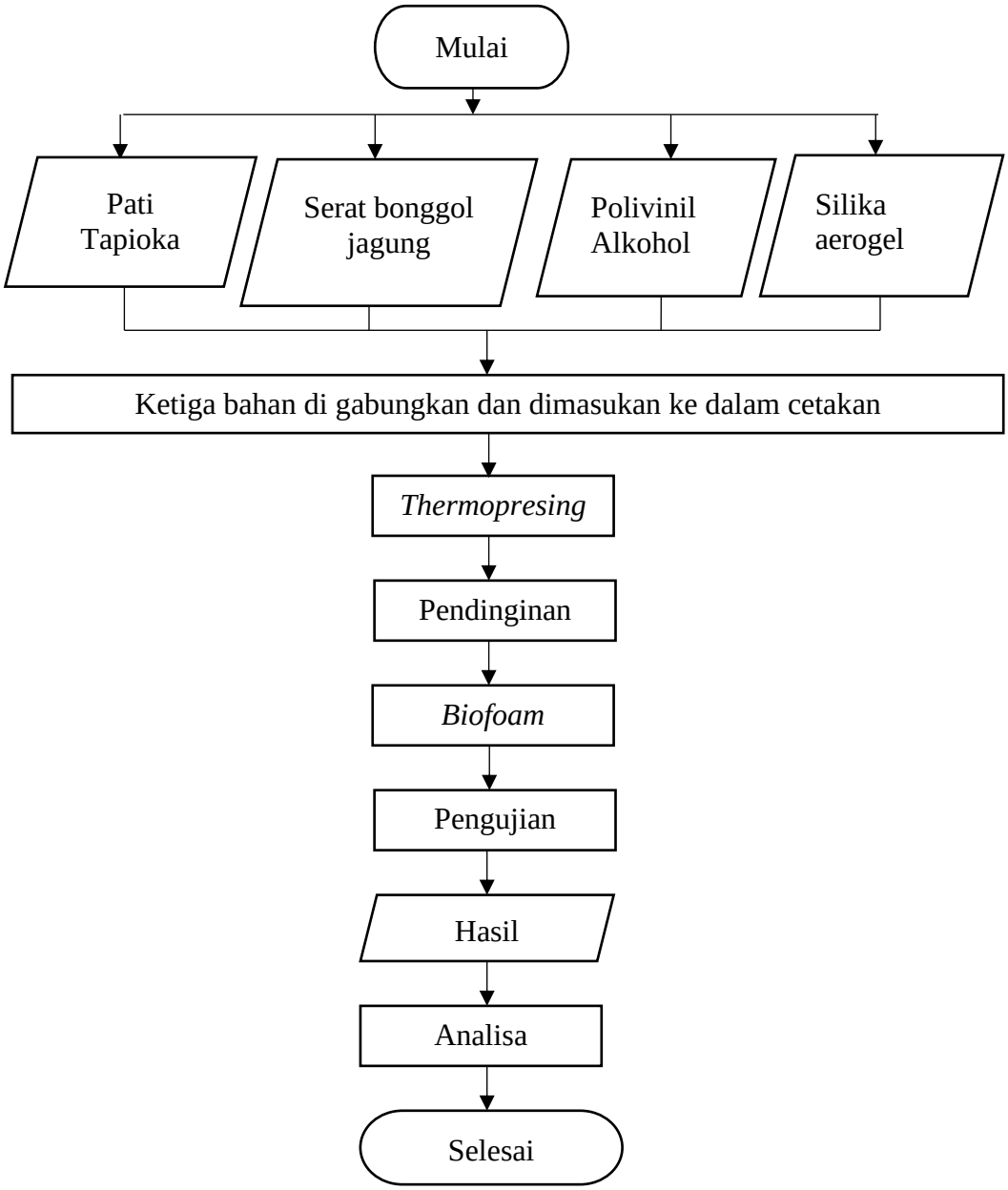
Pengujian kuat tekan menggunakan *Universal Testing Mechine* INSTRON yang kemudian sampel diukur dimensinya seperti panjang dan lebar sehingga dapat dihitung luas penampang yang tertekan pada mesin uji. Tepat di atas sampel diberi beban yang akan menekan pada bagian tengah sampel. Pemberian beban ini dilakukan secara bertahap sampai sampel patah atau pecah atau putus. Nilai beban maksimum yang menyebabkan sampel patah atau pecah atau putus inilah yang menjadi kuat tekan material (Ruscahyani, 2020). Untuk rumusnya terletak pada Persamaan (2.4).

3.6. Diagram Alir

Secara garis besar, tahapan yang dilakukan pada penelitian ini disajikan dalam **Gambar 3.1** dan **Gambar 3.2.**



Gambar 3. 1. Diagram Alir Isolasi Selulosa Serat Bonggol Jagung.



Gambar 3. 2. Diagram Alir Pembuatan *Biofoam*.

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dijelaskan pada BAB IV, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini menunjukkan bahwa biofoam dari pati, serat, PVA dan silika menunjukkan adanya ikatan CH dan SiO pada FTIR yang kemudian mengindikasikan terbentuknya fasa selulosa dan silika dari hasil karakterisasi XRD yang mendapatkan hasil persentase molar fasa, persentase berat dan volume unit sel ini mengalami penurunan yang tidak signifikan yang dipengaruhi dengan penambahan jumlah serat.
2. Variasi penambahan bonggol jagung dengan konsentrasi 13,75g, 16,25g, 18,75g%, dan 21,25g memberikan pengaruh terhadap nilai uji daya serap air, densitas dan kuat tekan biodegradable foam berbahan baku pati tapioka. Hasil yang diperoleh dari setiap uji biofoam dengan penambahan konsentrasi bonggol jagung (13,75g, 16,25g, 18,75g%, dan 21,25g) secara berturut-turut yaitu uji daya serap air (1,5±0,3)%, (1,6±0,2)%, (1,2±0,2)%, dan (1,5±0,3)%, densitas (0,4±0,1)g/cm^3, (0,4±0,1)g/cm^3, (0,5±0,1)g/cm^3 dan (0,4±0,1)g/cm^3, dan kuat tekan 4,21MPa , 8,90MPa , 3,60MPa, dan 0,099MPa .

3. Hasil *biofoam* dengan variasi serat bonggol jagung yang optimal dalam penelitian ini adalah dengan penambahan konsentrasi 18,75g dengan masing-masing hasil uji daya serap air (1,2±0,2)%, densitas (0,5±0,1)g/cm^3, dan kuat tekan 0,99MPa.

5.2.Saran

Pada penelitian ini masih terdapat sisa lignin dalam selulosa, maka pada penelitian selanjutnya pada proses *bleaching* disarankan menggunakan bahan-bahan proanalis untuk mendapatkan selulosa yang lebih bersih dan tidak mengandung liginin.

DAFTAR PUSTAKA

Aditama, A. G. dan Ardhyananta, H. 2017. Isolasi Selulosa dari Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Nano Filler Komposit Absorpsi Suara: Analisis FTIR. *Jurnal Teknik ITS*. Vol. 6. No. 2. Hal. 228–231.

Altomare, A., Corriero, N., Cuocci, C., Falcicchio, A., Moliterni, A., dan Rizzi, R. 2015. Qualx2.0: A Qualitative Phase Analysis Software using The Freely Available Database POW-COD. *Journal of Applied Crystallography*. Vol. 48. No. 1. Hal. 598–603.

Aziz, R. A. 2017. Penggunaan Styrofoam pada Kemasan Pangan sebagai Pelanggaran Terhadap Hak Konsumen (Studi Kasus Pada SD Swasta Unwanus Saadah Jakarta Utara). *Lex Jurnalica*. Vol. 14. No. 3. Hal. 171-183.

Bahri, S., Fitriani, dan Jalaluddin. 2021. Pembuatan Biofoam dari Ampas Tebu dan Tepung Maizena. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. Vol. 10. No. 1. Hal 24–32.

Bond, G., dan Flamerz, S. 1987. Structure and Reactivity of Titania-Supported Oxides. Part 3: Reaction of Isopropanol Over Vanadia-Titania Catalysts. *Applied Catalysis.* Vol. 33. No. 1. Hal. 219–230.

Bourtoom, T. 2007. Effect of Some Process Parameters on The Properties of Edible Film Prepared from Starches. *Department of Material Product Technology*. Vol. 51. No. 2. Hal. 61–73.

Breuninger, W. F., Piyachomkwan, K., dan Sriroth, K. 2009. *Tapioca/Cassava Starch: Production and Use, Bemiller, J. dan R. Whistler. Starch: Chemistry and Technology.* Elvesier Inc.

Bunaciu, A., Hoang, V., dan Enein, H. Y. 2015. Applications of FT-IR Spectrophotometry in Cancer Diagnostics. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. Vol. 2. No. 45. Hal. 156–165.

Coates, J. 2000. *Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach*. R.A. Meyers.

Coniwanti, Roosdiana, P., dan Mu'in. 2018. Pengaruh Konsentrasi NaOH Serta Rasio Serat Daun Nanas dan Ampas Tebu Pada Pembuatan Biofoam. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 24. No. 1. Hal. 1–7.

Cui, S. 2005. *Food Carbohidrates Chemistry, Physical Properties, adn Aplications.* CRC Press. Boca Raton.

Cullity, B. 1977. *Element of X-Ray Diffraction second edition*. Addison Wesley Publishing Companky.

Debiagi, F., Mali, S., Grossmann, M. V. E., dan Yamashita, F. 2011. Biodegradable Foams Based on Starch, Polyvinyl Alcohol, Chitosan and Sugarcane Fibers Obtained by Extrusion. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. Vol. 54. No. 5. Hal. 1043–1052.

Dewi, I. A., Ihwah, A., Setyawan, H. Y., Kurniasari, A. A. N., dan Ulfah, A. 2019. Optimasi Proses Delignifikasi Pelepah Pisang Untuk Bahan Baku Pembuatan Kertas Seni. *Sebatik*. Vol. 23. No. 2. Hal. 447–454.

Dorcheh, A. S., dan Abbasi, M. 2007. Silica Aerogel; Synthesis, Properties and Characterization. *Journal of Materials Processing Technology*. Vol. 199. Issues 1–3. Hal. 10–26.

Etikaningrum, N., Hermanianto, J., Iriani, E. S., Syarief, R., dan Permana, A. W. 2018. Pengaruh Penambahan Berbagai Modifikasi Serat Tandan Kosong Sawit Pada Sifat Fungsional Biodegradable Foam. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. Vol. 13. No. 3. Hal. 146-155.

Görlich, E. 1982. The structure of SiO_2 - Current views. *Ceramics International*. Vol. 8. No. 1. Hal. 3–16.

Hanjitsuwan, S., Chindaprasit, P., dan Pimraksa, K. 2011. Electrical Conductivity and Dielectric Property of Fly Ash Geopolymer Pastes. *International Journal of Minerals, Metallurgy, and Materials.* Vol. 1. No.18. Hal. 94-99.

Hauw, A. 2017. Pengaruh Pretreatment Inokulum EM4, Suhu , Waktu Dan Tekanan Terhadap Fermentasi Kelobot Jagung (Zea Mays L.). *Skripsi*. Universitas Atma Jaya.

Hendrawati, N., Dewi, E. N., dan Santosa, S. 2019. Karakterisasi Biodegradable Foam dari Pati Sagu Termodifikasi dengan Kitosan Sebagai Aditif. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*. Vol. 3. No. 1. Hal. 47-52.

Hidayat, P. 2008. Teknologi Pemanfaatan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Baku Tekstil. *Jurnal Teknologi Industri*. Vol. 13. No. 2. Hal. 31–35.

Hu, F., Lin, N., Chang, P., dan Huang, J. 2015. Reinforcement and Nucleation of Acetylated Cellulose Nanocrystal Infoamed Polyester Composites. *Carbohidrate Polymers*. Vol. 129. No. 1. Hal. 208–215.

Hui, Y. H. 2006. *Handbook of Food Science, Technology, and, Engineering.* CRC Press.

Iriani, E. 2013. Pengembangan Produk Biodegradable Foam Berbahan Baku Campuran Tapioka dan Ampok. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.

Iriani, E., Irawadi, T., Sunarti, T., Richana, N., dan Yuliasih, I. 2013. *Corn Hominy, A Potential Material For Biodegradable Foam*. Proceeding International Maize Confernce.

Joni, I. . 2017. *Pengantar Biospektroskopi*. Universitas Padjadjaran.

Kaisangsri, N Kerdchoechuen, O Laohakunjit, N. 2014. Characterization of Cassava Based Foam Blended with Plant Proteins, Kraft Fiber, and Palm Oil. *Carbohydrate Polymers*. Vol. 110. No. 1. Hal. 70–77.

Khalid, K., Moorthy, R., dan Saad, S. 2012. Environtmental Ethenies in Governing Recycled Material Styrofoam for Biulding Human Habitat. *American Journal Environmental Science*. Vol. 8. No. 6. Hal. 591–596.

Kizil, R., Irudayaraj, J., dan Seetharaman, K. 2002. Characterization of Irradiated Starches by Using FT-Raman and FTIR Spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 50. No. 14. Hal. 3912–3918.

Miftahul, A., Hikmawati, D., dan Siswanto. 2013. Sistesis Membran Penyaring Logam Berat Timbal (Pb) di Udara Berbasis Selulosa Asetat dari Enceng Gondok (Eichhornia Crassipes). *Jurnal Fisika dan Terapannya*. Vol. 1. No. 3. Hal. 1–13.

Nishiyama, Y., Langan, P., Chanzy, H. 2002. Struktur Krital dan Sistem Ikatan Hidrogen dalam Selulosa dari Sinar -X Syncrotron dan Difraksi Serat Newton. *Jacs Articles.* 38041.

Nopianingsih, N. N. S Sudiarta, I. W., dan Sulihingtyas, W. D. 2015. Sintesis Silika Gel Termobilisasi Difenilkabazon dari Abu Sekam Padi Melalui Teknik Sol Gel. *Jurnal Kimia*. Vol. 9. No. 2. Hal. 226–234.

Nugraheni, H. M., Mulyati, T. A., dan Badriyah, L. 2018. Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Durian Mentega Sebagai Carboxymethyl Cellulose (CMC) . *PRosiding Seminar Nasional Sains, Teknologi dan Analisis*. Hal. 115–122.

Nukmal, N., Umar, S., Amanda, S. dan Kanedi, M. 2018. Effect of Styrofoam Waste Feeds on The Growth, Development and Fecundity of Mealworms (Tenebrio Molitor), Online. *Journal of Biological Sciences*. Vol. 18. No. 1. Hal. 24–28.

Nurhidayah. 2016. Karakteristik Material Pasir Besi dengan Menggunakan X-Ray Diffraction (XRD) Di Pantai Marina Kabupaten Bantaeng. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.

Pakartiko, B. 2019. Sifat Fisik dan Mekanik Plastik Biodegradable dari Pati Singkong dengan Variasi Penambahan Ampas Tebu dan Gliserol. *Skripsi.* Universitas Jember.

Parale, V. G., Mahadik, D. B., Mahadik, S. A., Kavale, M. S., Venkateswara Rao, A., dan Wagh, P. B. 2012. Wettability Study of Surface Modified Silica Aerogels with Different Silylating Agents. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*. Vol. 63. No. 3. Hal. 573–579.

Purwaningrum, P. 2016. Upaya Mengurang Timbulan Sampah Plastik di Lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. Vol. 8. No. 2. Hal. 141–147.

Pushpamalar, V., Langford, S., Ahmad, M., dan Lin, Y. 2006. Optimization of Reaction Conditions for Preparing Carboxymethyl Cellulose From Sago Waste. *Carbohydrate Polymers*. Vol. 64. No. 1. Hal. 312–318.

Qiu, J., Zhang, M., Rong, M., Wu, S., dan Karger-korcis, J. 2013. Rigid Bio-Foam Plastics with Intrinsic Flame Retardancy Derived from Soybean Oil. *Journal of Material Chemistry* . Vol. 1. Hal. 2533–2542.

Rao, A. P., Rao, A. V, dan M, P. G. 2006. Hydrophobic and Physical Properties of The Ambient Pressure Dried Silica Aerogel with Sodium Silicate Precursor Using Various Sililating Agent. *Applied Surface Science*. Vol. 253. No. 17. Hal. 6032–6040.

Ritonga, A. U. M. 2019. Pembuatan dan Karakterisasi Biofoam Berbasis Komposit Serbuk Daun Keladi yang Diperkuat Oleh Polivinil Asetat (Pvac). *Tesis*. Universitas Sumatera Utara.

Ruscahyani, Y. 2020. Pemanfaatan Kulit Jagung Sebagai Bahan Pembuatan Biodegradable Foam. *Skripsi* Universitas Islam Negeri Sunan Ampel.

Ruscahyani, Y., Oktorina, S., dan Hakim, A. 2021. Pemanfaatan Kulit Jagung Sebagai Bahan Pembuatan Biodegradable Foam. *Jurnal Teknologi Technoscientia*. Vol. 14. No. 1. Hal. 25–30.

Saleh, E dan Muhammad, A. 2014. Penentuan Kondisi Terbaik Pembuatan Biofoam dari Limbah Pertanian Lokal Maluku Utara. *Prosiding Sains Dan Teknologi Material*. Hal. 1–4.

Setiabudi, A., Hardian, R., dan Muzakir, A. 2012. *Karakterisasi Material: Prinsip dan Aplikasinya dalam Penelitian Kimia*.Universitas Pendidikan Indonesia.

Singh, R. K., dan Singh, A. K. 2013. Optimization of Reaction Conditions for Preparing Carboxymethyl Cellulose from Corn Cobic Agricultural Waste. *Waste and Biomass Valorization*. Vol. 4. No. 1. Hal. 129–137.

Smallman, R., dan Bishop, R. 1999. *Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering 6th Edition*. Butterworth Heinemann.

Sulchan, M., dan Endang, N. 2007. Keamanan Pangan Kemasan Plastik dan Styrofoam. *Majalah Kedokteran Indonesia*. Vol. 57. No. 2. Hal. 54–59.

Süleyman, P., Mustafa, K. U., Aygün, A., dan Muharrem, C. 2013. The Effect of The Addition of Corn Husk Fiber, Kaolin and Beewax on Cross-Linked Corn Starch Foam. *Journal of Food Engineering*. Vol. 116. No. 2. Hal. 267–276.

Sulistyani, M., dan Huda, N. 2017. Optimasi Pengukuran Spektrum Vibrasi Sampel Protein Menggunakan Spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). *Indonesian Journal of Chemical Science*. Vol 6. No. 2. Hal. 173–180.

Sumanicu, C. M. 2012. *Application of FT-IR Spectroscopy in Environmental Studies.* intech.

Sumardiono, S., Pudjiastuti, 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*. Vol. 17. No. 1. Hal. 22–26.

Taufiqirraman, A. 2014. Modifikasi Asam Ampas Sagu dan Pengaruhnya Terhadap Sifat Fisik Mekanik Biofoam. *Skripsi*. Institut Prtanian Bandung.

Tiandho, Y. 2016. *Analisis Pola Difraksi Sinar-X dengan Metode Rietveld Menggunakan Rietica*. Institut Teknologi Bnadung.

Widyaningsih, S., K, D., dan Yuni, T. 2012. Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Kalsium Karbonat Terhadap Karakteristik dan Sifat Biodegradable Film dari Pati Kulit Pisang. *Jurnal Molekul*. Vol. 7. No. 1. Hal. 69–81.

Wijaya, G. H., Sutiarno, S., Karokaro, P., Syafriadi, S., Ginting, P., dan Riyanto, A. 2022. Pengaruh Variasi Ion Ag^{+} terhadap Pembentukan Biofoam Antibakteri Berbasis Pati Singkong dan Selulosa Batang Jagung. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Fisika Terapan*. Vol. 3. No, 2. Hal. 49–61.

Zghari, B., Hajji, L., dan Boukir, A. 2018. Effect of Moist and Dry Heat Weathering Conditions on Cellulose Degradation of Historical Manuscripts Exposed to Accelerated Ageing: C NMR and FTIR Spectroscopy as a Non-Invasive Monitoring Approach. *Journal of Materials and Environmental Science*. Vol. 9. No. 2. Hal. 641–654.