

**PEMANFAATAN PATI SINGKONG DAN LIMBAH SERAT BATANG
JAGUNG TERHADAP PENGARUH VARIASI KONSENTRASI ION Ag^+
DALAM *PEMBENTUKAN BIODEGRADABLE FOAM*
ANTI BAKTERI**

(Skripsi)

Oleh

PARJAMAN GINTING

NPM 1717041051



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

PEMANFAATAN PATI SINGKONG DAN LIMBAH SERAT BATANG JAGUNG TERHADAP PENGARUH VARIASI KONSENTRASI ION Ag^+ DALAM PEMBENTUKAN *BIODEGRADABLE FOAM* ANTI BAKTERI

Oleh

PARIAMAN GINTING

Biofoam pada penelitian ini terbuat dari biopolimer berupa pati singkong, selulosa dari batang jagung, dan polimer pengikat berupa Polivinil Alkohol (PVA). Pembuatan *biofoam* tersebut dicetak menggunakan metode *thermopressing* dengan $T=150\text{ }^\circ\text{C}$ dan ditekan selama $t = 3$ menit. Bahan aditif berupa ion Ag^+ ditambahkan untuk memberikan sifat antibakteri *biofoam*. Ion Ag^+ diproduksi menggunakan metode elektrolisis dari batang AgBr dengan tegangan listrik 15 Volt. Kemudian, larutan hasil elektrolisis yang mengandung ion Ag^+ divariasikan konsentrasi (12 ppm; 17 ppm; 22 ppm; 27 ppm). Ion tersebut kemudian dilapiskan pada *biofoam* menggunakan metode *dip coating*, lalu dikeringkan pada suhu ruangan. Seiring dengan penambahan konsentrasi larutan ion Ag^+ yang dilapiskan pada *biofoam*, menunjukkan adanya pergeseran gugus fungsi O-H dan N-H bending di bilangan gelombang $3276\text{-}3287\text{ cm}^{-1}$ dan $1640\text{-}1647\text{ cm}^{-1}$. Berdasarkan hasil uji antibakteri bakteri menunjukkan munculnya zona hambat bakteri *Bacillus sp*, namun tidak muncul pada bakteri *Escherichia coli*. Variasi penambahan konsentrasi ion Ag^+ tidak mempengaruhi pengujian daya serap air pada *biofoam* karena nilai pengujian cenderung tetap.

Kata Kunci: Ag^+ , Antibakteri, *Biofoam*.

ABSTRACT

APPLICATION OF CASAVA STARCH AND CORN STALK FIBERWASTE ON THE EFFECT OF VARIATIONS ION Ag^+ AND THE CREATION OF ANTI-BACTERIA BIODEGRADABLE FOAM

By

PARIAMAN GINTING

The biofoam in this research was made from a biopolymer in the form of cassava starch, cellulose from corn stalks, and a binder polymer in the form of Polyvinyl Alcohol (PVA). The thermopressing method was used to print the biofoam, with $T=150$ and $T=3$ minutes of pressing time. Ag^+ ions are added as additives to the biofoam to provide it antibacterial effects. Using an electric voltage of 15 volts, Ag^+ ions are generated by electrolysis from AgBr rods. The concentration of the Ag^+ ion-containing electrolysis solution was then altered (12 ppm; 17 ppm; 22 ppm; 27 ppm). Following the dip coating, the ions are applied to the biofoam and allowed to dry at room temperature. The concentration of Ag^+ ion solution is also added. It indicated a shift in the bending OH and NH functional groups at wave numbers $3276\text{-}3287\text{ cm}^{-1}$ and $1640\text{-}1647\text{ cm}^{-1}$ when the addition of the concentration of Ag^+ ion solution coated on biofoam. According to the results of the antibacterial test, *Bacillus* sp. inhibitory zones emerged in the bacteria, but these did not in *Escherichia coli* bacteria. The water absorption test on biofoam is unaffected by variations in the addition of Ag^+ ions because the test value tends to stay constant.

Key words: Ag^+ , Antibacterial, Biofoam.

**PEMANFAATAN PATI SINGKONG DAN LIMBAH SERAT BATANG
JAGUNG TERHADAP PENGARUH VARIASI KONSENTRASI Ag^+
DALAM PEMBENTUKAN *BIODEGRADABLE FOAM* ANTI BAKTERI**

Oleh

PARJAMAN GINTING

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains

Pada

Jurusan Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi

: PEMANFAATAN PATI SINGKONG DAN LIMBAH SERAT BATANG JAGUNG TERHADAP PENGARUH VARIASI KONSENTRASI ION Ag^+ DALAM PEMBENTUKAN BIODEGRADABLE FOAM ANTI BAKTERI

Nama Mahasiswa

: Pariaman Ginting

Nomor Pokok Mahasiswa : **1717041051**

Jurusan

: Fisika

Fakultas

: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Drs. Pulung Karo Karo, M.Si.
NIP 19610723 198603 1 003

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

2. Ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung

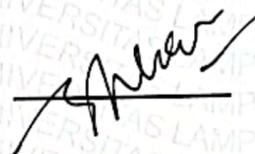
Gurum Ahmad Pauzi, S.Si., M.T.
NIP 19801010 200501 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Drs. Pulung Karo Karo, M.Si.



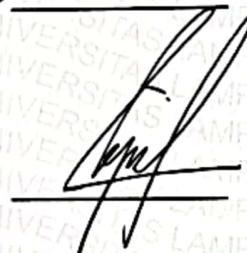
Sekretaris

Agus Riyanto, S.Si, M.Sc.



Penguji

Bukan Pembimbing : Drs. Ediman Ginting Suka, M.Si.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Surtpto Dwi Yuwono, M.T.

NIP 19740705 200003 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 01 November 2022

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, 15 November 2022

Penulis,



Pariaman Ginting

NPM. 1717041051

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Pariaman Ginting, dilahirkan di Sumbul Tengah, Kecamatan Tigalingga, Kabupaten Dairi, Provinsi Sumatera Utara pada tanggal 10 September 1998. Penulis merupakan anak ke empat dari pasangan Ayah (+) Nomen Ginting dan Ibu Rayati br Tarigan. Penulis yang biasa dipanggil “Aman”.

Penulis menempung Pendidikan di SD Negeri 030319 Sumbul Karo tahun 2004-2010, SMP Negeri 1 Tigalingga pada tahun 2010-2013, dan melanjutkan ke SMAS Katolik St. Yoseph Medan. Selama menempuh Pendidikan menengah Pertama dan Menengah Atas, penulis aktif dalam organisasi Pramuka dan Pasukan Pengibar Bendera (Paskibra) biasa disebut “Bela Negara” atau tim kedisiplinan siswa.

Penulis diterima di jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung pada tahun 2017 melalui jalur penerimaan SBMPTN. Selama menempuh pendidikan, penulis mengambil konsentrasi keilmuan bidang Fisika Material. Penulis juga aktif dalam kegiatan keorganisasian anggota kepengurusan Resimen Mahasiswa “Menwa” dan pernah menjabat sebagai Komandan Kompi Markas "Dankima" pada tahun 2018-2021. Penulis juga melakukan pengabdian terhadap masyarakat dengan mengikuti

program Kuliah Kerja Nyata (KKN) Universitas Lampung tahun 2020 di Kelurahan Kedaton, Kecamatan Kedaton. Sedangkan dalam bidang penulisan ilmiah, penulis memiliki pengalaman menulis laporan Praktik Kerja Lapangan (PKL) dalam pengoperasian Microsoft Acces dengan judul Karya Ilmiah “Pengoperasian Microsoft Acces Dalam Pembuatan database Fisika Inti dan Eksperimen” dan menulis laporan akhir kegiatan Research Assistant yang berjudul “Pemanfaatan Pati Singkong dan Limbah Serat Batang Jagung dalam Pembuatan Biodegradable Foam Antibakteri”.

MOTTO

*“Saya adalah pensil kecil ditangan Allah yang sedang menulis,
yang mengirim surat cinta kepada dunia”*

(Bunda Teresa)

*“Anduhur pidong jau sitangko jarum pidong muara, gogo
sibahen na butong tua sibahen mamora, roha unang soada”*

*(Berusaha membuat kehidupan tercukupi tetapi jangan sampai
merubah hati)*

*“Lau dalan bas selu arah taneh dalan bas kuda, kegegehen
erbahan besar, tua erban kebayaken”*

(Kemampuan membawa kenyang, berkat membawa kekayaan)

PERSEMBAHAN

Dengan Penuh Rasa Syukur Kepada Allah Bapa, Putera dan Roh
Kudus, karya ini

Dipersembahkan Kepada :

Ibuku Rayati Tarigan & Ayahku (+) Nomen Ginting

“Terimakasih untuk Segala do’a dan usaha yang selalu diberikan demi
keberhasilanku dan selalu memeberikan semangat dalam
menyelesaikan skripsi ini”

Keluarga Besar

Teman seperjuanganku Fisika 2017

Almamaterku Tercinta

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Pemanfaatan Pati Singkong dan Limbah Serat Batang Jagung Terhadap Pengaruh Konsentrasi Ion Ag⁺ Dalam Pembuatan Biodegradable Foam Antibakteri**”. Tujuan penulisan skripsi ini sebagai salah satu persyaratan untuk meraih gelar Sarjana Sains (S.Si.) dan juga melatih mahasiswa untuk berpikir cerdas dalam penulisan karya ilmiah.

Penulis menyadari adanya kekurangan dalam penelitian maupun penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, adanya kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan untuk memperbaiki kekurangan tersebut. Semoga skripsi ini dapat menambah wawasan literasi keilmuan serta rujukan untuk mengembangkan riset selanjutnya yang lebih baik.

Bandar Lampung, 15 November 2022

Penulis,

Pariaman Ginting

NPM. 1717041051

SANWACANA

Segala puji Syukur Kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala BerkatNya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “*Pemanfaatan Pati Singkong dan Limbah Serat Batang Jagung Terhadap Konsentrasi Ion Ag⁺ Dalam Pembentukan Biodegradable Foam Antibakteri*” sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Fisika di Universitas Lampung. Dalam menyelesaikan Skripsi ini, penulis telah mendapatkan banyak bantuann dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, S.Si., M.T. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung;
2. Bapak Gurum Ahmad Pauji. S.Si., M.T. Selaku Ketua Jurus Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam;
3. Bapak Drs. Pulung Karo Karo, M.Si. selaku Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan sarannya selama proses penyelesaian skripsi dan juga;
4. Bapak Agus Riyanto, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, bantuan, masukan, dan sekaligus pendanaan selama proses penelitian dan penulisan skripsi;
5. Bapak Drs. Ediman Ginting Suka, M.Si. Selaku penguji utama pada ujian skripsi. Terimakasih kasih untuk masukan dan saran-saran pada seminar proposal terdahulu;
6. Orang Tua penulis yang telah mendoakan, mengusahakan, mendidik dan membesarkan penulis hingga penulis mampu menyelesaikan Pendidikan di Universitas Lampung;

7. Dewi Kartika Ginting, Santaria Ginting dan Endaninta Ginting selaku kakak kandung penulis yang selalu memberikan arahan, motivasi dan juga bantuan materi hingga dapat menyelesaikan skripsi ini hingga selesai;
8. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Fisika atas ilmu yang telah diberikan selama penulis menempuh bangku perkuliahan;
9. Sutiarno, Galang Haedi Wijawa dan Nico Savero Siringo Ringo yang telah memberikan banyak bantuan kepada penulis selama melakukan penelitian dan penulisan skripsi;
10. Ghylber Situmorang, Alfano Nugroho, Muhammad Ikbal dan Teman-teman seperjuangan dikosan Nasya yang senantiasa memberikan bantuan maupun motivasi; dan
11. Teman-teman Material dan seluruh teman-teman Fisika 2017.

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
HALAMAN JUDUL.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
LEMBAR PERNYATAAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
MOTTO	x
PERSEMBAHAN.....	xi
KATA PENGANTAR.....	xii
SANWACANA	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Batasan Masalah.....	5
Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:	5
1.5. Manfaat Penelitian	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7

2.1. <i>Styrofoam</i> (Polystirene).....	7
2.2. <i>Biodegradable foam</i> (<i>Biofoam</i>).....	8
2.3. Material Penyusun <i>Biofoam</i>	13
2.3.1. Pati	13
2.3.2. Serat Selulosa Batang Jagung.....	16
2.4. Ion Ag ⁺	18
2.5. Metode Elektrolisis	19
2.6. Metode <i>Thermopressing</i>	20
2.7. Metode Celup (<i>Dipping</i>)	21
2.8. Uji Anti Bakteri.....	22
2.9. Karakterisasi <i>Biofoam</i>	24
2.9.1. Daya Serap Air.....	24
2.9.2. Analisis <i>Fourier Transform Infra-Red</i> (FTIR)	24
III. METODE PENELITIAN	29
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	29
3.2. Bahan dan Alat Penelitian.....	29
3.2.1. Bahan Penelitian	29
3.2.2. Alat Penelitian.....	30
3.3. Prosedur Penelitian.....	31
3.3.1. Isolasi Selulosa Batang Jagung.....	31
3.3.2. Pembuatan Larutan Anti bakteri Ion Ag ⁺	32
3.3.3. Pencetakan Sampel <i>Biofoam</i>	33
3.3.4. Karakterisasi	33
3.4. Diagram Alir Penelitian	37
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1. Pengaruh Variasi konsentrasi Ion Ag ⁺ Terhadap Gugus Fungsi <i>Biofoam</i> .	38
4.2. Pengaruh variasi Konsentrasi Ion Ag ⁺ Terhadap Sifat Antibakteri <i>Biofoam</i>	41
4.3. Pengaruh variasi Konsentrasi ion Ag ⁺ Terhadap daya Serap Air <i>Biofoam</i>	44
V. KESIMPULAN.....	47
5.1. Kesimpulan	47
5.2. Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN.....	54
Lampiran 1. Gambar dan Hasil Perhitungan Uji Antibakteri.....	55
Lampiran 2. Perhitungan Daya Serap Air	66

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Struktur amilosa	14
Gambar 2. 2 Struktur amilopektin	15
Gambar 2. 3 Skema proses elektrolisis.....	19
Gambar 2. 4 <i>Glass sealer</i> modifikasi penerapan metode <i>thermopressing</i>	21
Gambar 2. 5 Tahapan metode celup	22
Gambar 2. 6 Metode <i>disk difution</i>	23
Gambar 2. 7. Prinsip Kerja FTIR.	25
Gambar 3. 1 Diagram alir isolasi selulosa batang jagung.	32
Gambar 3. 2 Diagram alir uji antibakteri.....	35
Gambar 3. 3 Diagram alir pembuatan <i>biofoam</i>	37
Gambar 4. 1 Spektrum FTIR <i>biofoam</i>	38
Gambar 4. 2 Mekanisme ion Ag ⁺ merusak sel bakteri.	42
Gambar 4. 3 Hasil Pengujian biofoam bakteri	43
Gambar 4. 4 Grafik hasil pengujian daya serap biofoam.	45

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Standar Nasional Biodegradable Foam (Nurfitasari, 2018)	10
Tabel 2. 2 Komposisi Pati	13
Tabel 3. 1 bahan Penelitian	29
Tabel 3. 2 Alat Penelitian	30
Tabel 3. 3 Variasi Komposisi Sampel	33
Tabel 4. 1 Tabel Interpretasi Sampel.....	41
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Antibakteri	44
Tabel 4. 3 Pengujian Daya Serap	45

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sektor industri makanan mengalami peningkatan sehingga mengakibatkan tingginya kebutuhan bungkus kuliner. Industri makanan cenderung menghasilkan kemasan sekali pakai, sehingga kemasan makanan yang telah tidak terpakai menjadi salah satu masalah lingkungan secara global. Hal ini disebabkan karena kemasan kuliner yang tidak terpakai menjadi sampah serta membutuhkan waktu yang lama pada proses penguraian di dalam tanah. Karakteristik plastik yang murah, kuat, dan ringan menjadikan plastik banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari. Plastik yang umum digunakan saat ini adalah berasal dari polimer sintetis dari minyak bumi. Kelemahan dari plastik dengan bahan polimer sintetis adalah jumlah yang terbatas dan sulit untuk didaur ulang.

Sebagian besar masyarakat masih menggunakan kemasan plastik bahkan masih memproduksi kemasan plastik, salah satunya yaitu *styrofoam* yang selama ini digunakan mengandung berbagai macam zat kimia yang dapat membahayakan makhluk hidup dan tidak ramah lingkungan karena penguraiannya membutuhkan jangka waktu yang lama. 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 (EPA)*. Kemasan plastik polystyrene atau yang lebih dikenal dengan sebutan *styrofoam*, merupakan polimer yang bila terdegradasi membentuk monomer yaitu polistirena (Cavallo *et al.*, 2018). Bahan utama *styrofoam* yakni polistirena tersebut apabila

terpapar dapat menyebabkan gangguan syaraf dan penurunan kadar hemoglobin (Dowly *et al.*, 2019). Disisi lain, penggunaan *tyrofoams* sebenarnya kurang tepat untuk mengemas makanan karena dapat terjadi migrasi bahan kimia (Lickly *et al.*, 1995). Masalah lain yang ditimbulkan dari styfoam ini yaitu limbah hasil penggunaan *styrofoam* yang berdampak buruk terhadap lingkungan karena sulit terurai di alam sehingga dapat menyebabkan penumpukan yang memperparah kondisi alam.

Banyaknya dampak negatif yang ditimbulkan dari penggunaan kemasan *Styrofoam* perlu diperhatikan. Oleh karena itu diperlukan suatu upaya untuk mencari kemasan alternatif pengganti *styrofoam*. Bahan potensial yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku biopolimer yang berasal dari limbah pertanian seperti pati dan selulosa yang memiliki keistimewaan yaitu dapat diperbaharui, tersedia melimpah, harganya murah dan lebih ramah lingkungan serta tidak berbahaya terhadap kesehatan manusia, disamping itu juga dapat melakukan kegiatan 3R yaitu *reuse, reduce dan recycle* terhadap kemasan *styrofoam* yang sudah ada.

Salah satu contohnya *biofoam*, yaitu kemasan pengganti *styrofoam* dimana bahan baku utamanya berasal dari pati dan serat. Pati dapat diperoleh dengan cara mengekstrak dari tanaman yang kaya akan karbohidrat seperti sagu, singkong, jagung, gandum dan ubi jalar. Pati juga dapat diekstrak dari biji buah-buahan seperti pada biji Nangka, biji alpukat dan biji durian (Yuliasih *et al.*, 2012).

Disisi lain, banyak sekali limbah hasil pertanian yang dibuang begitu saja ke lingkungan tanpa di olah lebih lanjut, seperti: ampas tebu, tandan kosong kelapa sawit (TKKS), serat daun nanas, kulit singkong, batang jagung dan lain-lain. Hal ini menjadi pendorong untuk memanfaatkan limbah-limbah tersebut sebagai pengganti penggunaan *styrofoam* yang disebut dengan *biodegradable foam (biofoam)* untuk menjadi bahan kemasan makanan alternatif yang aman bagi kesehatan dan ramah lingkungan (Rusliana, Saleh and Assagaf, 2014).

Pembuatan *biofoam* telah dilakukan oleh beberapa peneliti, dengan menggunakan berbagai bahan dan metode yang berbeda-beda. Salah satu contohnya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Coniwanti (2018) meneliti pengaruh konsentrasi

NaOH serta rasio serat daun nanas dan ampas tebu pada pembuatan *biofoam*, dengan menggunakan metode *thermopressing* dan waktu pencetakan 30 menit, dalam temperatur 170°C. Konsentrasi NaOH yang digunakan sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10%. Serta serat rasio daun nanas dan ampas tebu 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, dan 0:100. Hasil karakteristik *biofoam* terbaik yaitu konsentrasi NaOH 5% serta rasio massa serat daun nanas dan ampas tebu 75:25 memiliki persentase kuat tarik sebesar 16,35%, kuat tekan sebesar 3,70% daya serap air sebesar 15,60%, kadar air sebesar 6,90% dan sifat *biodegradable* sebesar 4,49%.

Penelitian mengenai bifoam juga dilakukan oleh Sipahutar (2020) Yang melakukan penelitian tentang pembuatan *biofoam* dari pati biji durian dan nano serat selulosa ampas teh dengan menggunakan metode *baking process*. *Biofoam* dibuat dari campuran biji durian dan PVA sebagai matriks, kemudian dicampur dengan nano serat selulosa (NSS) dari ampas teh sebagai pengisi dengan perbandingan komposisi NNS dari ampas sebesar 0%, 1%, 3% dan 5% serta variable PVA dengan komposisi 10%, 20% dan 30% yang akan dicetak dengan alat pemanggang (oven) pada suhu 80°C dan waktu 60 menit. Hasil yang diperoleh yaitu Nilai kekuatan tarik *biofoam* tertinggi pada perbandingan komposisi NSS ampas teh dan PVA 3%:10% sebesar 5,647 Mpa. Persentase penyerapan air dan kadar air terendah masing-masing pada perbandingan komposisi NSS dari ampas teh dan PVA 1%:30% berturut-turut sebesar 21,505% dan 1,515%. Nilai densitas terendah dari *biofoam* pada perbandingan 0%:30% yaitu sebesar 1,022 g/cm³. Persentase kehilangan massa tertinggi terjadi pada perbandingan 5%:10% sebesar 60,256% dengan waktu degradasi selama 28 hari.

Berdasarkan uraian-uraian di atas, peneliti melakukan penelitian dengan pembuatan *biofoam* dengan bahan yang berbeda dari peneliti-peneliti sebelumnya, yaitu suatu *biofoam* berbasis pati singkong dan serat batang jagung dan diperkuat oleh pva dengan menggunakan teknik *thermoprhesing* (menekan dan memanaskan secara bersamaan). Dimana 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 konsumsi masyarakat. selain itu, salah satu sumber bahan baku *biofoam* sebagai sumber selulosa yang potensial adalah limbah batang tanaman jagung. Batang 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) Sedangkan PVA sebagai matriks dikarenakan memiliki densitas 1150 kg/m³, nilai kekuatan tarik 65-79 MPa sehingga dapat meningkatkan kekuatan komposit sebagai *biofoam* (Ritonga, 2019) dan pada penelitian ini ditambahkan bahan anti bakteri yaitu ion Ag⁺ atau yang disebut nanopartikel perak dimana saat ini menjadi perhatian banyak peneliti karena perak menjadi agen antimikroba yang kuat dalam bentuk ion. Sampai saat ini belum diketahui ada bakteri yang resistan terhadap nanopartikel perak termasuk bakteri patogen. Semakin kecil ukuran partikel perak maka semakin kuat sifat antimikrobanya.

Campuran serat batang jagung dan pva tersebut diharapkan dapat menghasilkan suatu *biofoam* yang memiliki sifat fisis, mekanik dan termal yang baik yang hampir sama dengan *styrofoam*. Uji karakterisasi untuk *biofoam* dari bahan Pati singkong dan limbah serat batang jagung: daya serap, gugus fungsi menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dan pengukuran aktivitas bakteri dengan metode *disk diffusion*. Diharapkan nantinya *biofoam* ini memiliki keunggulan dari *styrofoam* yang sering digunakan di pasaran yang memiliki sifat karsinogenik, toksik dan tidak mudah terurai (degradasi) dan dapat dijadikan kemasan makanan alternatif dan dapat menurunkan tingkat pencemaran lingkungan berupa pembuangan limbah *styrofoam* ke lingkungan sekitar.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi ion Ag^+ terhadap gugus fungsi *biofoam*?
2. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi ion Ag^+ terhadap sifat antibakteri *biofoam*?
3. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi ion Ag^+ terhadap daya serap air *biofoam*?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi ion Ag^+ terhadap gugus fungsi *biofoam*;
2. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi ion Ag^+ terhadap sifat antibakteri *biofoam*; dan
3. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi ion Ag^+ terhadap daya serap air *biofoam*.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pati yang digunakan adalah pati dari singkong yang di produksi dari PT. Budi Starch & Sweetener, serat yang di gunakan diperoleh dari batang jagung, sumber ion Ag^+ diperoleh dari dua batang elektrode AgBr ;
2. Pembuatan *biofoam* dilakukan dengan metode *thermopressing*;
3. Sintesis ion Ag^+ dilakukan dengan metode elektrolisis;
4. Sampel *biofoam* dilapisi dengan ion Ag^+ menggunakan teknik celup (*dipping*);
5. Perbandingan komposisi *biofoam* pati: serat: pva adalah 48 Wt%: 16 Wt%: 36 Wt%;
6. Ion Ag^+ divariasikan menjadi empat konsentrasi yaitu 12 ppm, 17 ppm, 22 ppm, dan 27 ppm;

7. Uji fisis yang dilakukan adalah uji daya serap air dan uji densitas; dan
8. Sampel dikarakterisasi menggunakan FT-IR.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memanfaatkan sumber daya melimpah dengan pemanfaatan pati singkong dan limbah serat batang jagung sebagai bahan baku pembuatan *biofoam*;
2. Sebagai pengembangan pengetahuan tentang *biofoam* dari pati singkong dan limbah serat batang jagung serta memberikan informasi pengaruh PVA dan Ag⁺ terhadap kualitas *biofoam* yang dihasilkan;
3. Mengaplikasikan ion Ag⁺ sebagai agen antibakteri terhadap *biofoam* yang dihasilkan sebagai pengganti *styrofoam* yang lebih alternatif dijadikan sebagai kemasan makanan yang lebih sehat dan berwawasan lingkungan; dan
4. Mengembangkan produk penelitian sebagai bentuk kemajuan untuk mengurangi penggunaan sumber daya alam yang tidak terbarukan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Styrofoam* (Polystirene)

Styrofoam merupakan plastik yang berbahan dasar dari polistirena yang dimanfaatkan sebagai kemasan makanan. *Styrofoam* tersusun dari banyak monomer stirena yang melalui proses polimerisasi. *Styrofoam* berikatan kuat yang terdiri dari ikatan karbon tunggal dan rangkap yang beresonansi. *Styrofoam* dinilai tidak ramah lingkungan karena sifatnya yang tidak dapat membusuk dan tidak dapat diuraikan di dalam tanah (Nugraha, Sulistiyani and Yanto, 2018).

Styrofoam merupakan polimer yang bila terdegradasi membentuk monomer-monomernya yaitu stirena. Senyawa tersebut dapat bereaksi cepat dengan oksigen membentuk stirena oksida. Hal ini dapat membahayakan kesehatan karena ketika stirena oksida migrasi ke dalam tubuh dapat menyebabkan mutasi gen dan merangsang sel kanker (Cavallo *et al.*, 2018), nama kimia dari *styrofoam* ini adalah polistirena. Senyawa penyusun dalam senyawa ini adalah stirena. Pemakaian *styrofoam* sebagai kemasan makanan dalam kehidupan sehari-hari cukup tinggi. Hal ini terjadi dikarenakan karakteristik dari *styrofoam* yang mudah dibentuk, ringan, murah, tahan air, dan juga tahan panas. Kandungan dalam *styrofoam* untuk kemasan makanan memiliki efek buruk bagi kesehatan manusia, hal ini disebabkan bahan kimia yang terkandung di dalam *styrofoam* masuk ke makanan yang dikonsumsi manusia. *styrofoam* merupakan bahan kimia yang tidak bisa terlarut oleh sistem pencernaan dan sulit dikeluarkan melalui urin ataupun feses sehingga semakin lama zat ini semakin menumpuk dan dapat memicu munculnya penyakit kanker (Singh and Bishnoi, 2012)

2.2. *Biodegradable foam(Biofoam)*

Bahan pengemas umumnya digunakan saat ini adalah *styrofoam* dibuat dari polistirena yang merupakan bahan dasar minyak bumi, bersifat non *biodegradable* dan mempunyai kestabilan fisiko-kimia yang sangat kuat sehingga plastik tidak dapat terdegradasi secara alami dan dianggap tidak ramah lingkungan dan mencemari lingkungan. Alternatif solusi dalam menanggulangi permasalahan tersebut adalah dengan mengembangkan kemasan *biofoam* yang ramah lingkungan. *Biofoam* adalah lapisan tipis yang digunakan untuk melapisi makanan dan bermanfaat untuk bahan pengemas yang berfungsi sebagai penahan terhadap transfer massa seperti kadar air, oksigen, lemak dan cahaya. Dalam kondisi dan waktu tertentu *biofoam* dapat mengalami perubahan struktur kimianya karena terdegradasi secara alami oleh mikroorganisme seperti bakteri, alga dan jamur. Hal ini disebabkan adanya serangan kimia oleh enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme sehingga dapat memutuskan rantai polimer (Jasmina *et al.*, 2017).

Biofoam merupakan kemasan alternatif pengganti *styrofoam*, dari bahan baku alami berupa pati dengan tambahan serat untuk memperkuat strukturnya. Dengan demikian produk ini tidak hanya bersifat *biodegradable* tetapi juga *renewable*. Proses pembuatan *biofoam* tidak menggunakan bahan kimia berbahaya seperti benzene dan styrene yang bersifat karsinogenik, tetapi memanfaatkan kemampuan pati untuk mengembang akibat proses panas dan tekanan. *Biofoam* dapat dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran sesuai kebutuhan. 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 2-3 menit. *Biofoam* memiliki kekuatan yang lebih baik dibanding *styrofoam* (31,80 N/mm²). Untuk saat ini, tingkat hidrofobitasnya masih rendah dibandingkan dengan *styrofoam*, sehingga aplikasinya khusus untuk mengemas produk dengan kadar air rendah.

Berdasarkan proses pembuatannya *biofoam* yang dapat terdegradasi dibedakan atas 3 tipe yaitu (Singh and Bishnoi, 2012):

- a. *Biofoam* yang dihasilkan dari suatu bahan akibat kerja dari suatu jenis mikroorganisme.
- b. *Biofoam* yang dibuat berdasarkan hasil rekayasa kimia dari bahan polimer alami seperti serat selulosa dan bahan berpati (*amylase*).
- c. *Biofoam* dengan bahan baku polimer sintetik sebagai hasil dari sintesis minyak bumi seperti polyester kopolimer.

Biofoam alami berasal dari sumberdaya alam yang terbaharukan seperti: pati dan kitosan. Senyawa hasil degradasi *biofoam* selain menghasilkan karbon dioksida dan air, selain itu menghasilkan senyawa organik dan aldehid sehingga *biofoam* ini aman bagi lingkungan. Sebagai perbandingan, *biofoam* tradisional membutuhkan waktu sekitar 50 tahun agar dapat terdekomposisi oleh alam, *biofoam* dapat terdekomposisi selama 10 hingga 20 kali lebih cepat. Hasil degradasi *biofoam* ini dapat digunakan sebagai makanan ternak atau sebagai pupuk kompos. *Biofoam* yang terbakar tidak menghasilkan senyawa kimia yang berbahaya. 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 biodegradabilitasnya (Widyaningsih, Kartika and Nurhayati, 2012).

Bentuk *foam* memiliki tingkat biodegradabilitas paling rendah. Reaksi degradasi kimia dalam polimer linier menyebabkan turunannya berat molekul atau pemendekan Panjang rantai. Tingkat biodegradasi polimer *biodegradable* dalam tanah dipengaruhi oleh kondisi tanah seperti suhu, kadar air (ukuran konsentrasi air), tingkat aerasi (ukuran konsentrasi oksigen), keasaman (ukuran konsentrasi asam) dan konsentrasi mikroorganisme itu sendiri (Rusliana, Saleh and Assagaf, 2014). Sifat-sifat *biodegradable foam* sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) ditunjukkan Pada **Tabel 2.1**

Tabel 2. 1 Standar Nasional *biodegradable foam* (Nurfitasari, 2018).

No	Karakteristik	Nilai
1	Daya Serap Air	26,12 %
2	Densitas	0,9-1,1 g/cm ³
3	Kuat Tarik	29,16 Mpa
4	Kuat Tekan	1,3-1,39 Mpa
5	Tingkat Biodegradasi	100 selama 60 hari

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 resistensi yang sangat rendah terhadap penyerapan air sehingga untuk meningkatkan sifat kekuatan dan fleksibilitas dari produk dilakukan penambahan serat untuk meningkatkan sifat mekanisnya (Kaisangsri, Kerdchoechuen and Laohakunjit, 2012).

Beberapa penelitian mengenai pembuatan biofoam dari berbagai bahan dan metode yang berbeda yaitu: (Etikaningrum *et al.*, 2018) melakukan penelitian yang berjudul Pengaruh Penambahan Berbagai Modifikasi Serat Tandan Kosong Sawit Pada Sifat Fungsional *biodegradable foam*. Proses pembuatan biofoam dilakukan dengan menggunakan teknik *thermopressing* dengan mencampurkan tapioka, PVA hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut dan jenis modifikasi Selulosa Tandan Kosong Sawit (STKS), Nano Selulosa Tandan Kosong Sawit (NSTKS), dan Selulosa Asetat Andan Kosong Sawit (SATKS) dengan konsentrasi serat (1%, 3%, dan 5%). Karakterisasi *biofoam* meliputi daya serap air, kuat tekanan, densitas, kristalinitas, titik leleh dan morfologi. Jenis modifikasi NSTKS dan SATKS pada konsentrasi tinggi menghasilkan nilai daya serap air, kuat tekanan rendah, dan

densitas rendah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa STKS 5 % dapat menurunkan daya serap air, meningkatkan densitas dan kuat tekanan.

Coniwanti (2018) meneliti pengaruh konsentrasi NaOH serta rasio serat daun nanas dan ampas tebu pada pembuatan *biofoam*. Penelitian tersebut menggunakan metode *thermopressing* dan waktu pencetakan 30 menit, temperatur pencetakan 170°C, konsentrasi NaOH sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10% serta rasio serat daun nanas dan ampas tebu 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100. Karakteristik *biofoam* ditandai dengan adanya uji kuat tarik, kuat tekan, daya serap air, kadar air, dan *biodegradable*. Hasil karakteristik *biofoam* terbaik dengan konsentrasi NaOH 5% serta rasio massa serat daun nanas dan ampas tebu 75:25 memiliki persentase kuat tarik sebesar 16,35%, kuat tekan sebesar 3,70%, daya serap air sebesar 15,60%, kadar air sebesar 6,90%, dan sifat *biodegradable* sebesar 4,49%.

Irawan, Aliah and Ardiansyah (2018) meneliti tentang komposisi yang paling tepat terhadap karakter fisik *biodegradable foam* dengan menggunakan bonggol pisang dan ubi nagara. Sebelum digunakan dalam proses pembuatan *biodegradable foam*, bonggol pisang mahuli dan ubi nagara dihaluskan hingga ukurannya 100 mesh. Perbandingan komposisi bonggol pisang mahuli dan ubi nagara yang digunakan pada penelitian ini yaitu, 60:40, 70:30, 80:20 dan sebagai control digunakan bahan tanpa campuran. Perlakuan lainnya adalah dengan penambahan PVA (polyvinyl alcohol) sebanyak 10% v/v dan tanpa penambahan PVA (UNPVA).

Proses pembuatan *biodegradable foam* diawali dengan proses plastisasi menggunakan *hotplate stirrer* pada suhu 150°C selama 3 menit dan dilakukan *thermopressing* kemudian dimasukkan ke dalam *microwave*. Pengujian karakter *biodegradable foam* yang dilakukan adalah kekerasan, DSC, SEM dan biodegradasi. Hasil uji kekerasan, DSC, SEM dan biodegradasi diperoleh komposisi 60:40 dengan PVA merupakan komposisi paling tepat, sedangkan uji kekerasan dengan PVA diperoleh nilai sebesar 4,02 MPa, dan yang UNPVA sebesar 3,59 MPa. Hasil uji DSC dengan PVA diperoleh nilai titik leleh yaitu 166,50°C dengan *heatflow* -12,38 MW, dan yang UNPVA sebesar 166,45°C dengan *heatflow* -16,07 MW. Hasil uji SEM *biofoam* dengan PVA memiliki rongga udara yang lebih kecil dibandingkan yang UNPVA. Struktur dengan ukuran rongga yang kecil

menghasilkan *biodegradable foam* dengan kuat tekan yang tinggi. Hasil uji biodegradasi menunjukkan bahwa kedua sampel terdegradasi sempurna setelah kurang lebih dua bulan ditimbun dalam tanah.

Ritonga (2019) melakukan penelitian yang berjudul Pembuatan dan Karakterisasi *Biofoam* Berdasarkan Komposit Bubuk Daun Talas Diperkuat Polivinil Asetat. Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut yaitu bubuk daun talas dan PVA melalui metode pemadatan panas dengan variasi komposisi dari bubuk daun talas: PVA (50:20)% wt, (75:25)% wt, (70:30)% wt, (65:35)% wt, (60:40)% wt, (55:45)% wt, (50:50)% wt dan (45:50)% wt. Tahap pertama daun talas dicampur dan diayak dengan ukuran partikel 100 mesh. Tahap kedua dari bubuk daun talas dicampur dengan pencampuran basah kemudian dicampur dengan PVA sebagai matriks. Tahap ketiga dari campuran homogen kemudian dimasukkan ke dalam cetakan kemudian dikompresi oleh panas untuk membuatnya lebih padat dengan tekanan 100 MPa dan ditahan selama 10 menit pada suhu 60°C.

Setiap sampel *biofoam* yang siap dikarakterisasi meliputi: fisik sifat (densitas, penyerapan air, gugus fungsi dan biodegradabilitas), sifat mekanis (kekuatan tarik, modulus elastis, dan perpanjangan) dan sifat termal (titik lebur). Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa serbuk daun talas: PVA optimum adalah (45:55)% berat dengan nilai kepadatan $0,744 \times 10^3 \text{ kg / m}^3$, kapasitas penyerapan air 1,765%, terdiri dari OH dan CH kelompok PVA dan selulosa dan C = C kelompok lignin sehingga memiliki sifat merendahkan 91,2% selama 50 hari. Sifat mekanik dengan kekuatan tarik 0,357 MPa, modulus elastisitas 1,449 MPa, dan perpanjangan 246,416%. Sifat termal dengan titik leleh 350,21°C yang hasilnya telah memenuhi standar teknologi Synbra merek konvensional. Hasil bahan *biofoam* berdasarkan daun talas komposit dan PVA dapat diaplikasikan sebagai kemasan makanan.

Sipahutar (2020) meneliti tentang pembuatan *biodegradable foam* dari pati biji durian (*Durio zibethinus*) dan nano serat selulosa ampas teh (*Camellia sinensis*) dengan proses pemanggangan (*baking process*). *Biofoam* dibuat dari campuran pati biji durian dan PVA sebagai matriks, dan dicampur dengan nano serat selulosa (NSS) dari ampas teh sebagai pengisi dengan perbandingan komposisi NSS dari ampas teh 0%, 1%, 3% dan 5% (b/b) serta variabel PVA dengan komposisi 10%,

20% dan 30% yang akan dicetak dengan alat pemanggang (oven) dengan kondisi operasi suhu 80°C dan waktu 60 menit.

Biofoam yang telah dicetak kemudian diuji sifat fisik dan mekanik serta karakteristiknya. Hasil karakterisasi serat ampas teh dan NSS dari ampas teh menggunakan FTIR dapat diketahui bahwa tidak banyak mengalami perubahan kandungan senyawa setelah mengalami pengecilan ukuran, NSS yang dihasilkan berbentuk seperti batang (rodlike) dengan diameter partikel rata-rata 64,27 nm melalui karakterisasi TEM. Penambahan pengisi NSS dari ampas teh dan konsentrasi PVA mampu mempengaruhi nilai kekuatan fisik dan mekanik *biofoam*. Nilai kekuatan tarik *biofoam* tertinggi pada perbandingan komposisi NSS ampas teh dan PVA 3%:10% sebesar 5,647 MPa.

2.3. Material Penyusun *Biofoam*

2.3.1. Pati

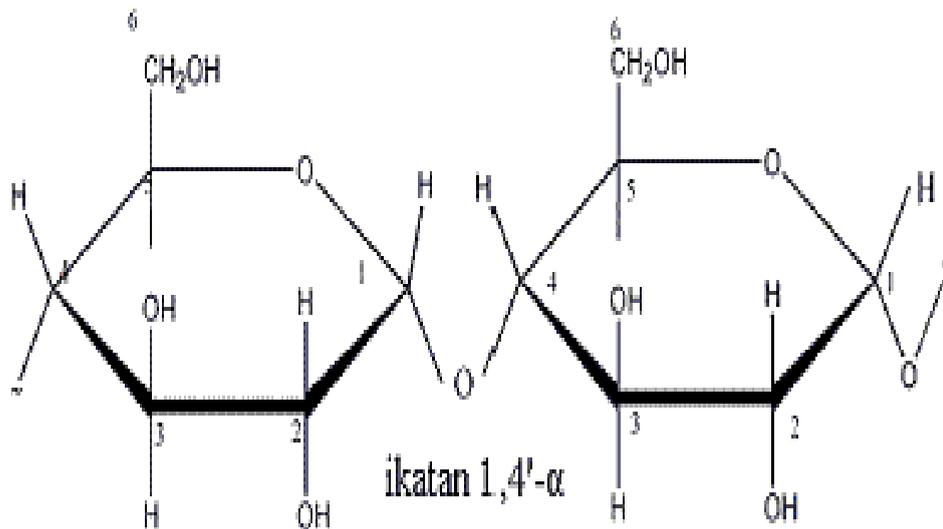
Polisakarida seperti pati dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable* dan *biodegradable foam*. Pati sering digunakan dalam industri pangan sebagai *biodegradable film* untuk menggantikan polimer plastik karena ekonomis, dapat diperbaharui, dan memberikan karakteristik fisik yang baik (Bourtoom, 2007). Pati yang berasal dari singkong dapat diperoleh baik dari daging ataupun kulit arinya. Kandungan pati pada beberapa bahan pangan disajikan pada

Tabel 2. 2 Komposisi pati.

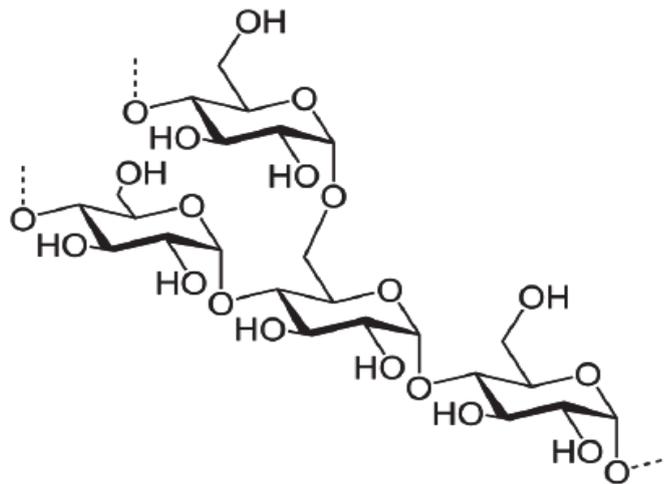
No	Bahan Pangan	Pati (% Dalam Basis Kering)
1	Biji Gandum	67 %
2	Beras	89 %
3	Jagung	57 %
4	Biji Sorghum	72 %
5	Ubi Jalar	90 %

6	Singkong	90 %
7	Kentang	75 %

Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak larut disebut amilopektin (Winarno,1982). Struktur amilosa merupakan struktur lurus dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa dapat dilihat pada **Gambar 2.1**. Amilopektin terdiri dari struktur bercabang dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa dan titik percabangan amilopektin merupakan ikatan α -(1,6) dapat dilihat pada **Gambar 2.2**. Berat molekul amilosadari beberapa ribu hingga 500.000, begitu pula dengan amilopektin (Lehninger, 1982) Pati dapat diekstrak dengan berbagai cara, berdasarkan bahan baku penggunaan dari pati itu sendiri. Untuk pati dari ubi-ubian, proses utama dari ekstraksi terdiri perendaman, disintegrasi dan sentrifugasi. Perendaman dilakukan dalam larutan natrium bisulfit pada pH yang diatur untuk menghambat reaksi biokimia seperti perubahan warna dari ubi. Disintegrasi dan sentrifugasi dilakukan untuk memisahkan pati dari komponen lainnya.



Gambar 2. 1 Struktur amilosa (Boedino *et al.*, 2012).



Gambar 2. 2 Struktur amilopektin (Boediono *et al.*, 2012).

Pati bersifat kristalin dan amorf. Pati berkarakteristik mendekati polimer sintesis 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 (Iriani *et al.*, 2013). Tapioka adalah pati yang berasal dari ubi kayu atau singkong yang dimanfaatkan sebagai bahan pangan atau bahan pembantu industri nonpangan Tapioka berkomposisi kimia 73,3% - 84,9% pati; 0,08% - 1,54% lemak; 0,03% - 0,60% protein; dan 0,02% - 0,33% abu. Pati dari tapioka terdiri dari 83% amilopektin dan 17% amilosa (Hendrawati *et al.*, 2020).

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 (Iriani *et al.*, 2013).

2.3.2. Serat Selulosa Batang Jagung

Serat yang mengandung selulosa merupakan polimer alami yang sangat kuat dan secara ekonomi relatif lebih murah. (Iriani, Sunarti and Richana, 2011) Serat selulosa merupakan salah satu sumber daya alam yang melimpah, dapat diperbaharui, dan ramah lingkungan. Kebutuhan serat alam akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan bahan-bahan yang ramah lingkungan (Mulyawan, Sana and Kaelani, 2015).

Sifat serat selulosa yang membatasi penggunaannya secara luas adalah sifat hidrofilnya. Sifat ini menghambat terjadinya pencampuran yang merata apabila digunakan sebagai bahan pengisi produk termoplastik yang bersifat nonpolar. Sifat hidrofil akan memudahkan penyerapan uap air, sehingga menghasilkan ruang terbuka antarmuka yang selanjutnya akan menurunkan sifat mekanisnya dan mengurangi kestabilan dimensi produknya. Serat selulosa juga tidak dapat diproses pada suhu lebih dari 200°C karena akan mudah terdegradasi, sehingga tidak dapat digunakan bersama dengan bahan lain yang memerlukan titik leleh lebih tinggi dalam prosesnya untuk membentuk bahan komposit. Serat selulosa, sebagaimana biopolimer lainnya, mampu terbiodegradasi atau dapat diurai oleh mikroorganisme. Sifat ini menguntungkan jika ditinjau dari aspek lingkungan. Namun, di sisi lain sifat ini juga perlu diperhatikan, mengingat bahan yang dapat terbiodegradasi tidak tahan lama atau rentan busuk dalam pemakaian, penyimpanan, pengangkutan, dan pengolahan (John and Thomas, 2008). Struktur selulosa alam pada umumnya disusun sebagai mikrofibril yang terhubung secara teratur membentuk serat selulosa dan memiliki kelebihan pada beberapa sifat mekanik yang kompleks (Muhaimin and Triyana, 2014).

Aplikasi selulosa secara luas yang spesifik untuk produk pangan dapat dibedakan dari karakteristik fisik dan kimia hasil turunan (modifikasi) selulosa. Beberapa turunan selulosa yang secara komersial banyak dikembangkan antara lain methyl cellulose (MC), carboxymethyl cellulose (CMC), hydroxypropyl cellulose (HPC), dan hydroxypropylmethyl cellulose (HPMC). Turunan selulosa merupakan hasil

modifikasi fisik dan kimia yang digunakan dalam memperbaiki sifat reologi, emulsifikasi, stabilitas larutan, modifikasi pembentukan dan pertumbuhan kristal es, dan meningkatkan kapasitas pengikatan air (WHC) serta kapasitas pengikatan minyak (OHC). Selulosa dan produk turunannya dapat digunakan sebagai anti caking agent, emulsifier, stabilizer, agen dispersi, pengental, dan biodegradable films. Aplikasinya pada makanan antara lain: frozen dessert, kue/roti, saos, sirup, dan produk beverage, serta dapat juga dimanfaatkan sebagai edible coating film (Malmiri H. *et al.*, 2011; Espinoza-Herrera *et al.*, 2011; Jahit *et al.*, 2016).

Proses ekstraksi selulosa dilakukan dengan memisahkan komponen selulosa dari komponen lainnya pada bahan melalui proses ekstraksi asam dan ekstraksi basa maupun kombinasi keduanya yang melibatkan proses delignifikasi. Proses ekstraksi basa biasa menggunakan larutan NaOH dalam proses delignifikasi. Penelitian yang dilakukan oleh Widodo dkk (2013) sintesis α -selulosa dari limbah batang tanaman ubi kayu menggunakan NaOH sebagai pelarut alkali dengan konsentrasi 25% dan lama waktu 60 menit menghasilkan rendemen selulosa 67,69%.

Ekstraksi selulosa kulit buah kakao dengan menggunakan NaOH 12% dapat menghasilkan rendemen selulosa dengan sifat yang terbaik sebesar 26,09%, penggunaan NaOH lebih dari 17% menyebabkan semakin menurunnya rendemen selulosa yang dihasilkan. Penggunaan alkali dalam proses delignifikasi dapat menghasilkan sifat dan jumlah rendemen selulosa yang berbeda-beda tergantung pada jenis bahan baku yang digunakan (Bouredja *et al.*, 2015).

Pemanfaatan limbah batang tanaman jagung sebagai sumber selulosa dapat meningkatkan nilai guna limbah hasil pertanian. Batang tanaman jagung mengandung selulosa 42,6%, hemiselulosa 21,3%, dan lignin 8,2% sehingga potensi limbah batang tanaman jagung yang tinggi tersebut berpeluang sebagai salah satu alternatif sumber selulosa untuk berbagai kebutuhan industry (Sarkar *et al.* 2012). Ekstraksi selulosa batang tanaman jagung ditujukan untuk mendapatkan rendemen yang tinggi dan dapat memiliki karakteristik fisik dan kimia yang dapat diaplikasikan dalam proses pengolahan makanan dan industri. Batang tanaman

jagung merupakan salah satu biomasa limbah pertanian yang cukup banyak terdapat di Indonesia. Salah satu pemanfaatan batang tanaman jagung adalah sebagai pakan ternak, bahan bakar, dan kompos. Pada beberapa penelitian belum diketahui secara pasti berapa konsentrasi NaOH dan lama waktu proses delignifikasi yang digunakan dalam proses ekstraksi selulosa batang tanaman jagung. Komponen selulosa pada batang tanaman jagung yang tinggi tersebut berpeluang sebagai salah satu alternatif sumber selulosa untuk berbagai kebutuhan industri.

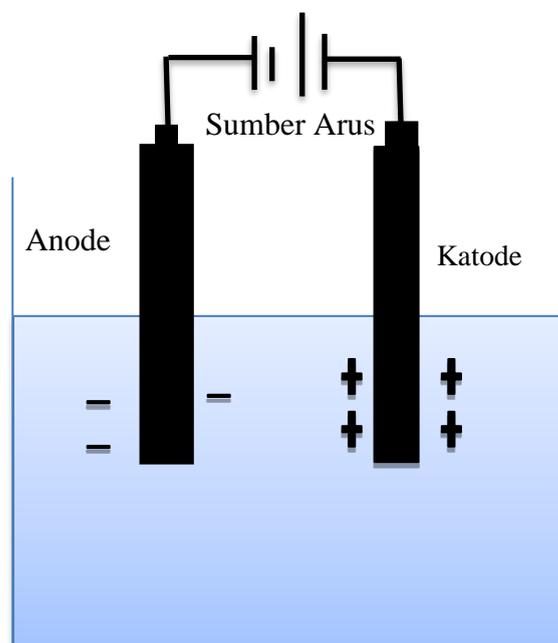
2.4. Ion Ag⁺

Dintara berbagai jenis logam yang ada, Ion Ag⁺ merupakan logam yang umum digunakan karena sifatnya yang tidak toksik terhadap kulit manusia (Tatang *et al.*, 2011). Ion Ag⁺ memiliki sifat yang stabil dan aplikasinya yang potensial dalam berbagai bidang antara lain sebagai katalis, detektor optik, dan agen antimikroba (Haryono, *et al.*, 2008). Kerja Ion Ag⁺ akan semakin efektif apabila ukuran partikel semakin kecil, hal ini berkaitan dengan luas permukaan total partikel Ag⁺. Semakin luas permukaan partikel maka akan semakin banyak partikel Ag⁺ yang kontak dengan bakteri. Pada saat partikel perak kontak dengan bakteri atau jamur maka partikel Ag⁺ akan mempengaruhi metabolisme sel dan menghambat pertumbuhan sel. Partikel Ag⁺ melakukan penetrasi dalam membran sel kemudian mencegah sintesis protein selanjutnya terjadi penurunan permeabilitas membran dan selanjutnya dapat menyebabkan kematian sel (Montazer *et al.*, 2012).

Menurut Je Min Cheon (2011) sintesis Ion Ag⁺ lebih efektif menggunakan metode elektrolisis. Dengan metode ini, ion Ag⁺ secara langsung diekstrak dari batang perak AgBr kemudian diubah menjadi nanopartikel oleh agen pereduksi. Selain itu, dengan metode ini akan menghindari tambahan proses pencucian, filtrasi, pengeringan dan re-dispersi di pelarut lain setelah sintesis yang limbahnya dapat mencemari lingkungan. Produksi Ion Ag⁺ dengan metode elektrolisis juga akan mengurangi biaya sintesis Ion Ag⁺ tanpa menggunakan bahan dan peralatan yang mahal.

2.5. Metode Elektrolisis

Elektrolisis adalah peristiwa penguraian elektrolit dalam sel elektrolisis oleh arus listrik. Dalam sel volta/galvani, reaksi oksidasi reduksi berlangsung dengan spontan, dan energi kimia yang menyertai reaksi kimia diubah menjadi energi listrik. Sedangkan elektrolisis merupakan reaksi kebalikan dari sel volta/galvani yang potensial selnya negatif. Adapun skema proses elektrolisis dapat dilihat pada **Gambar 2.3**



Gambar 2. 3 Skema proses elektrolisis.

Dalam elektrolisis, elektrode berperan sebagai tempat berlangsungnya reaksi. Reaksi reduksi berlangsung di katoda, sedangkan reaksi oksidasi berlangsung di anoda. Kutub negatif sumber arus mengarah pada katoda (memerlukan elektron) dan kutub positif sumber arus mengarah pada anoda. Akibatnya, katoda bermuatan negatif dan menarik ion positif yang akan tereduksi menjadi endapan logam. Sebaliknya, anoda bermuatan positif akan menarik ion negatif yang akan teroksidasi (Harahap, 2016). Proses elektrolisis pada batang perak AgBr akan menguraikan atom batang perak menjadi ion perak. Pada anoda terjadi reaksi oksidasi yang

menghasilkan ion Ag^+ . Pada katoda akan terjadi penggumpalan partikel perak yang disebabkan oleh deposisi ion Ag^+ menuju katoda.

Beberapa hal yang mempengaruhi ukuran partikel dalam metode elektrolisis antara lain jarak antar elektrode, tegangan elektrolisis, lama waktu pembuatan, dan tinggi elektrode tercelup (Iravani *et al.*, 2013). Berikut adalah reaksi yang terjadi pada saat elektrolisis batang perak $AgBr$ dapat dilihat pada **Persamaan 2.1**

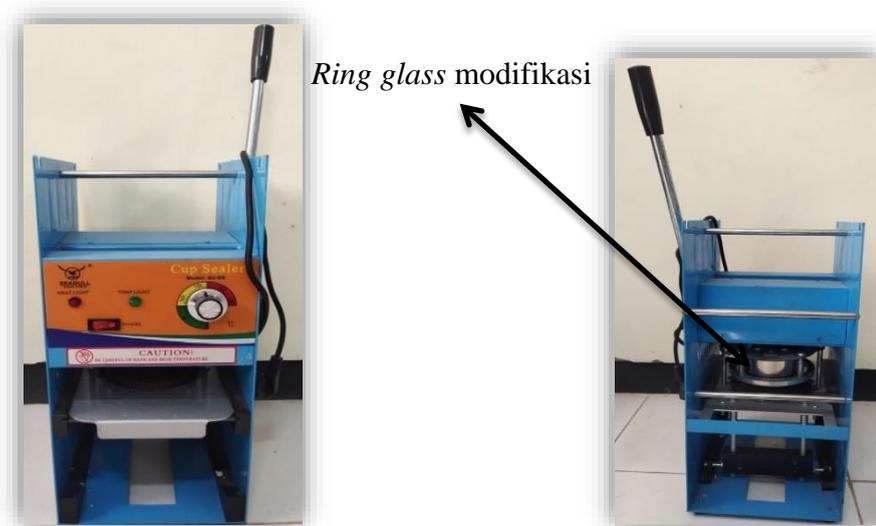


Dalam proses elektrolisis, akuades dipilih sebagai pelarut, hal ini dikarenakan sifat air yang mudah menghantarkan listrik. Menurut (Brady, 2008) ketika suatu zat terlarut dalam air, maka ion-ion yang tadinya terikat kuat dalam zat padatnya akan lepas dan melayang bebas dalam larutan.

2.6. Metode *Thermopressing*

Thermopressing merupakan metode lain yang digunakan dalam membuat *biofoam* berbasis pati. Metode ini digunakan dengan cara memanfaatkan panas yang dihasilkan dari alat *thermopressing machine*. *Biofoam* yang dihasilkan dari metode ini sudah memberikan sifat mekanis yang cukup baik, namun kelemahannya yaitu sulit untuk dibentuk sehingga digunakan sistem pembuatan wafer dengan membakar adonan yang diletakkan dalam cetakan panas. Uap dihasilkan kemudian menjadi *blowing agent* untuk membentuk *foam* (Iriani, Sunarti and Richana, 2011).

Prinsip dasar dari proses *thermopressing* adalah tahap persiapan, memasukkan bahan ke dalam proses pemanasan sampai mencapai suhu pembentukan dan peregangan lembaran mengikuti bentuk *molding* yang sudah disiapkan, pendinginan sampai bentuk desain baru (Nuari, 2017). Salah satu contoh alat sederhana dalam penerapan metode *thermopressing* dapat dilihat pada **Gambar 2.4**

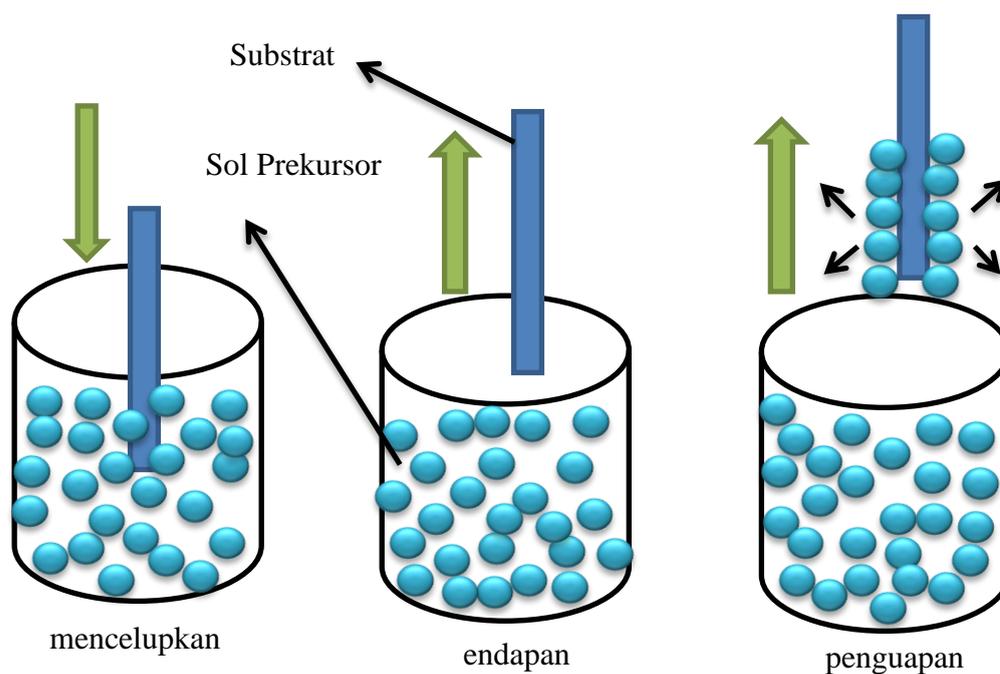


Gambar 2. 4 *Glass sealer* modifikasi penerapan metode *thermopressing*.

Pada **Gambar 2.4** pada umumnya dikenal dalam masyarakat merupakan kategori mesin sealer atau perekat yang berfungsi sebagai mesin penyegel produk, baik kemasan plastik, gelas plastik, botol maupun karton yang saat ini sering digunakan pengusaha kecil-kecilan. Namun adanya modifikasi pada Glass Sealer yaitu pada bagian Ring Glass adanya penambahan heater (Pemanasan) dan molding sehingga dapat menerapkan prinsip dasar *thermopressing*.

2.7. Metode Celup (*Dipping*)

Metode celup merupakan metode yang paling banyak digunakan dalam proses pelapisan dimana produk dicelupkan ke dalam larutan yang digunakan sebagai bahan coating. Hal ini dikarenakan metode pencelupan mempunyai keuntungan seperti ketebalan materi coating yang lebih besar serta memudahkan pembuatan dan pengaturan viskositas larutan sedangkan kelemahannya adalah munculnya deposit kotoran dari larutan (Arief *et al.*, 2012). Tahapan metode celup dapat dilihat pada **Gambar 2. 5**



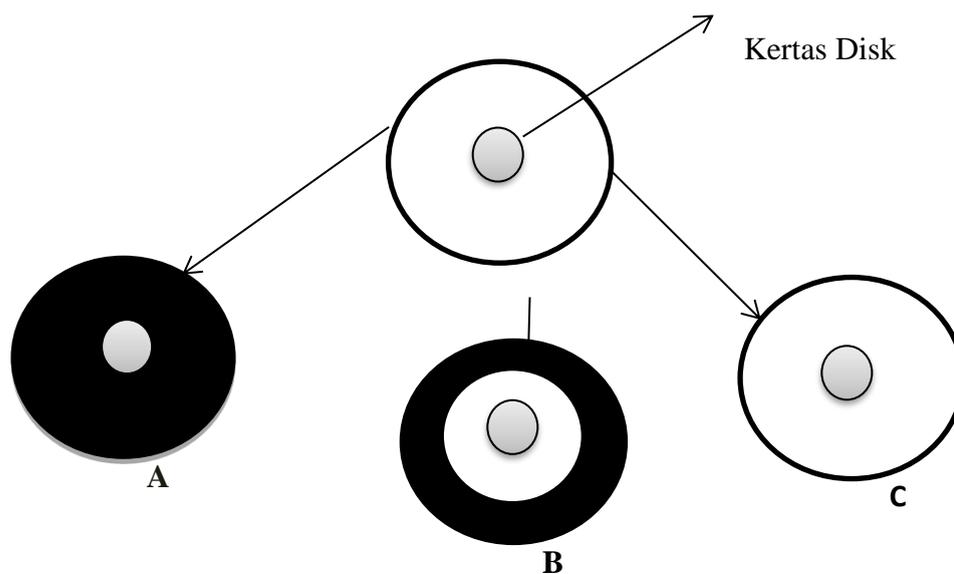
Gambar 2. 5 Tahapan metode celup.

Metode ini merupakan metode yang paling sederhana dalam melapisi suatu permukaan dan relatif murah, dimana substrat direndam di dalam larutan inti (*precursor*). Kemudian dilanjutkan dengan proses pengeringan sehingga diperoleh lapisan tipis pada substrat.

2.8. Uji Anti Bakteri

Pengukuran aktivitas antibakteri dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satunya adalah metode *disk diffusion*. Metode *Disk Diffusion* ini pertama kali dikenalkan oleh Kirby Bauer. Metode ini merupakan cara yang paling sering digunakan untuk menentukan kepekaan bakteri/jamur terhadap berbagai macam obat-obatan. Pada metode ini digunakan suatu cakram kertas saring yang berfungsi sebagai tempat penampung zat antimikroba. Kemudian kertas saring tersebut diletakkan pada lempeng agar yang telah diinokulasi mikroba uji lalu diinkubasi pada waktu dan suhu tertentu.

Pada umumnya, hasil dapat diamati setelah inkubasi selama 18-24 jam dengan suhu 37 derajat celcius. Hasil pengamatan yang diperoleh berupa ada atau tidaknya daerah bening yang terbentuk disekeliling kertas cakram yang menunjukkan zona hambat pada pertumbuhan bakteri (Prayoga, 2013). Metode *Disk diffusion* tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2.6**.



Gambar 2. 6 Metode *disk difusion* (A) tidak efektif, (B) efektif, (C) sangat efektif.

Pada **Gambar 2.6** terlihat pada ilustrasi **A** dinyatakan tidak efektif karena konsentrasi bakteri tidak berubah/berkurang, pada gambar ilustrasi **B** efektif karena konsentrasi bakteri tidak berkurang karena terdapat zona bening disekitar cakram disk yang menggambarkan bakteri tidak tumbuh sedangkan pada pada ilustrasi **C** sangat efektif karena konsentrasi bakteri berkurang secara signifikan disekitar area tempat penampung zat antimikroba.

Metode *disk diffusion* ini dipengaruhi oleh faktor fisika dan kimia, selain faktor antara obat dan organisme misalnya sifat medium dan kemampuan difusi, ukuran molekular dan stabilitas obat. Meskipun demikian, standarisasi factor-faktor tersebut memungkinkan melakukan uji kepekaan dengan baik (Jawetz *et al.*, 2005). Kelebihan dari metode *disk diffusion* antara lain mudah dilakukan, tidak memerlukan peralatan khusus, dan relatif murah. Sedangkan kelemahannya adalah

ukuran zona bening yang terbentuk sangat bergantung pada kondisi inkubasi, inokulum, predifusi, dan preinkubasi, serta ketebalan medium.

2.9. Karakterisasi *Biofoam*

2.9.1. Daya Serap Air

Daya serap air merupakan kemampuan suatu *biofoam* dalam menyerap air. Semakin besar air yang diserapnya maka semakin banyak pori-pori yang terdapat dalam material tersebut. Prosedur pengujian daya serap air ini mengacu pada ASTM E 96. Daya serap air juga berpengaruh dengan laju transmisi uap air yang masuk kedalam *biofoam*. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan besarnya persentase air yang terserap oleh sampel yang direndam. Untuk menghitung nilai Daya Serap Air dapat dilihat pada **Persamaan 2.2.**

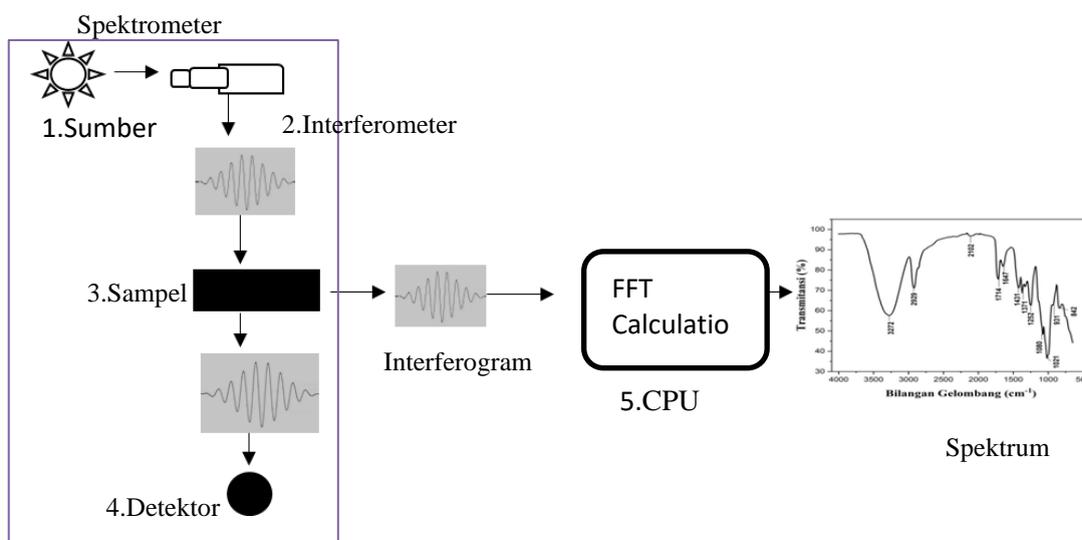
$$DSA = \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \quad (2.2)$$

Dengan DSA: Daya serap air (%), m_k : massa sampel uji sebelum perendaman(gr), m_b : massa sampel uji sesudah perendaman (gr). Uji daya serap air dilakukan dengan cara menghitung perubahan massa yang terjadi akibat banyaknya air yang diserap oleh *biofoam*. Jumlah air yang diserap dituliskan sebagai persen air yang terserap (Hendrawati, Sofiana and Widyantini, 2015).

2.9.2. Analisis *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR)

Pada dasarnya teknik FTIR adalah sama dengan spektroskopi inframerah biasa, kecuali dilengkapi dengan cara penghitungan Fourier Transform dan pengolahan data untuk mendapatkan resolusi dan kepekaan yang lebih tinggi (Purworini, 2015). *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) merupakan metode yang menggunakan spektroskopi inframerah. Pada spektroskopi infra merah, radiasi inframerah

dilewatkan pada sampel. Sebagian radiasi inframerah diserap oleh sampel dan sebagian lagi dilewatkan/ditransmisikan. Hasil dari spektrum merupakan besarnya absorpsi molekul dan transmisi yang membentuk pola molekul dari suatu sampel. Seperti pola pada umumnya, struktur pola dari spektrum inframerah yang dihasilkan tidak ada yang sama. Inilah yang membuat spektroskopi inframerah berguna untuk beberapa jenis analisis. Prinsip kerja FTIR dapat dilihat pada **Gambar 2.7**



Gambar 2. 7. Prinsip Kerja FTIR.

Manfaat informasi/data yang dapat diketahui dari FT-IR untuk dianalisis adalah identifikasi material yang tidak diketahui, menentukan kandungan gugus fungsi dan menentukan banyaknya komponen dalam suatu campuran (Thermo, 2001). Komponen spektrofotometer inframerah terdiri dari lima bagian pokok yaitu sumber radiasi, wadah sampel, monokromator, detektor dan rekoder.

Terdapat dua macam spektrofotometer infra merah yaitu dengan berkas tunggal (*single-beam*) dan berkas ganda (*double-beam*). Diagram dari spektrofotometer infra merah berkas ganda (*double beam*). Radiasi infra merah dihasilkan dari pemanasan suatu sumber radiasi dengan listnik sampai suhu antara 1500 dan 2000 K Sumber radiasi yang biasa digunakan berupa Nernst Glower, Globar dan Kawat

Nikhrom. Nernst Glower merupakan campuran oksida dari zirkon (Zr) dan yttrium (Y) yaitu ZrO_2 dan Y_2O_3 , atau campuran oksida thorium (Th) dan serium (Ce). Nernst Glower ini berupa silinder dengan diameter 1 sampai 2 mm dan panjang 20 mm. Pada ujung silinder dilapisi platina untuk melewatkan arus listrik. Nernst Glower mempunyai radiasi maksimum pada panjang gelombang 1.4 μm atau bilangan gelombang 7100 cm^{-1} . Globar merupakan sebatang silikon karbida (SiC) biasanya dengan diameter 5 mm dan panjang 50 mm. Radiasi maksimum Globar terjadi pada panjang gelombang 1,8-2,0 μm atau bilangan gelombang 7100 cm^{-1} . Kawat Nikhrom merupakan campuran nikel (Ni) dan Krom (Cr). Kawat ini berbentuk spiral dan mempunyai intensitas radiasi lebih rendah dari Nernst Glower dan Globar tetapi umurnya lebih panjang.

Wadah sampel untuk padatan mempunyai panjang berkas radiasi kurang dari 1 mm (seperti wadah sampel untuk cairan). Sampel berbentuk padatan ini dapat dibuat pelet, pasta, atau lapis tipis. Pelet KBr dibuat dengan menggerus sampel dan kristal KBr (0.1- 2.0 % berdasar berat) sehingga merata kemudian ditekan (ada kalanya sampai 8 ton) sampai diperoleh pelet atau pil tipis. Pasta (mull) dibuat dengan mencampur sampel dan setetes bahan pasta sehingga merata kemudian dilapiskan diantara dua keping NaCl yang transparan terhadap radiasi infra merah. Bahan pasta yang biasa digunakan adalah parafin cair. Lapisan tipis dibuat dengan meneteskan larutan dalam pelarut yang mudah menguap pada permukaan kepingan NaCl dan dibiarkan sampai menguap.

Setelah radiasi infra merah melewati monokromator kemudian berkas radiasi ini dipantulkan oleh cermin-cermin dan akhirnya ditangkap oleh detektor. Detektor pada spektrofotometer infra merah merupakan alat yang bisa mengukur atau mendeteksi energi radiasi akibat pengaruh panas. Berbeda dengan detektor lainnya misal phototube. Pengukuran radiasi infra merah lebih sulit karena intensitas radiasi rendah dan energi foton infra merah juga rendah. Akibatnya signal dari detektor infra merah kecil sehingga dalam pengukurannya harus diperbesar. Terdapat dua macam detektor yaitu thermocouple dan bolometer. Detektor yang paling banyak digunakan dalam spektrofotometer infra merah adalah thermocouple.

Thermocouple merupakan alat yang mempunyai impedans rendah dan sering kali dihubungkan dengan preamplifier dengan impedans tinggi. Detektor thermocouple terdiri dua kawat halus terbuat dari logam seperti platina (Pt) dan perak (Ag) atau antimoni (Sb) dan bismuth (Bi). Energi radiasi inframerah akan menyebabkan terjadinya pemanasan pada salah satu kawat dan panasnya ini sebanding dengan perbedaan gaya gerak listrik (emf) yang dihasilkan dari kedua kawat.

Bolometer merupakan semacam termometer rasistans terbuat dari kawat platina atau nikel. Dalam hal ini akibat pemanasan akan terjadi perubahan tahanan pada bolometer sehingga signal menjadi tidak seimbang. Signal yang tidak seimbang ini kernudian diperkuat sehingga dapat dicatat atau direkam. Saat ini bolometer jarang digunakan dalam spektrofotometer infra merah. Keterbatasan penggunaan metode spektroskopi inframerah mendapatkan titik cerah penyelesaiannya dengan dikembangkannya teknik baru yangt dikenal sebagai spektroskopi *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR). Dengan dikembangkannya teknik baru ini, maka metoda spektroskopi inframerah bangkit kembali, aplikasinya makin luas, apalagi digabung dengan alat lain seperti GC sehingga menjadi GC-FTIR. memperlihatkan prinsip kerja FTIR. Analisis FTIR mirip seperti jika kita mengukur intensitas cahaya matahari atau bulan sebagai fungsi bilangan gelombang. Bilangan gelombang merupakan kebalikan dari panjang gelombang atau warna. Molekul-molekul menyerap cahaya matahari. Perbedaan antara spektrum cahaya matahari yang terlihat Dari bumi dengan spektrum sebelum mengenai atmosfer bumi akan menunjukkan kelimpahan gas tertentu dalam atmosfer.

Dibandingkan sistem dispersi pada spektrofotometer IR biasa yang menggunakan grating atau prisma, maka FTIR yang menggunakan “Michelson Interferometer” mengukur lebih cepat dan lebih sensitif. Cermin Gerak digerakkan pada kecepatan tetap oleh motor yang diatur oleh komputer. Kecepatan gerak cermin dimonitor oleh sistem laser He-Ne (pada 632.8 nm). Komputer akan merubah signal dari interferometer (interferogram) ke dalam spektrum sinar tunggal melalui transformasi *Fourier*.

Kelebihan FTIR dibandingkan teknik dispersi adalah kemampuan untuk menghasilkan spektra dengan ratio antara signal (S) dengan nois (N) atau S/N yang lebih tinggi dalam waktu yang relatif lebih singkat. Interferometer juga 1000 kali lebih sensitif daripada sistem dispersi lainnya, karena tidak perlu ada celah (slit) dan semua panjang gelombang radiasi IR dari sumber dideteksi serentak. Berikut adalah keuntungan interferometer dibandingkan grating atau alat pendispersi lainnya. Pertama, keuntungan multipleks atau keuntungan Fellget. Semua frekuensi spektra diukur serentak oleh detector, sehingga FTIR dapat mengukur Inframerah jauh lebih cepat daripada IR konvensional. Kedua, "*throughput*" atau keuntungan Jacquinot. Berkas radiasi dari sumber tidak dibatasi sempitnya celah, sehingga kepekaan FTIR jauh di atas IR dispersi. Ketiga, ketelitian panjang gelombang atau keuntungan Connes, pada interferometer resolusi tinggi, kecepatan (akurasi) panjang gelombang lebih tinggi.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung pada bulan Januari 2022 sampai dengan Februari 2022. Karakterisasi FTIR di Unit Pelayanan Terpadu Laboratorium Terpadu dan uji bakteri dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Lampung.

3.2. Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3.1**

Tabel 3. 1 Bahan penelitian.

N0	Nama Bahan	Fungsi
1	Pati tapioka produksi PT. BUDI STARCH & SWETENEER	Sumber bahan polimer glukosa
2	Akuades	Melarutkan prekursor
3	Serbuk batang jagung	Sumber serat
4	Polivinil Alkohol (PVA)	matriks meningkat komposit <i>biofoam</i>
5	2 batang plat perak AgBr	Sumber ion Ag+
6	NaOH 15%	Sebagai bahan mengikis zat ekstraktif

7	H ₂ O ₂	Proses blachig
8	Nutrigent Agar (NA) & Nutrigent Broth (NB)	Media biakan bakteri
9	Bakteri Bacillus & E.Coli	Bakteri uji

3.2.2. Alat Penelitian

alat yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3.2**

Tabel 3. 2 Alat penelitian.

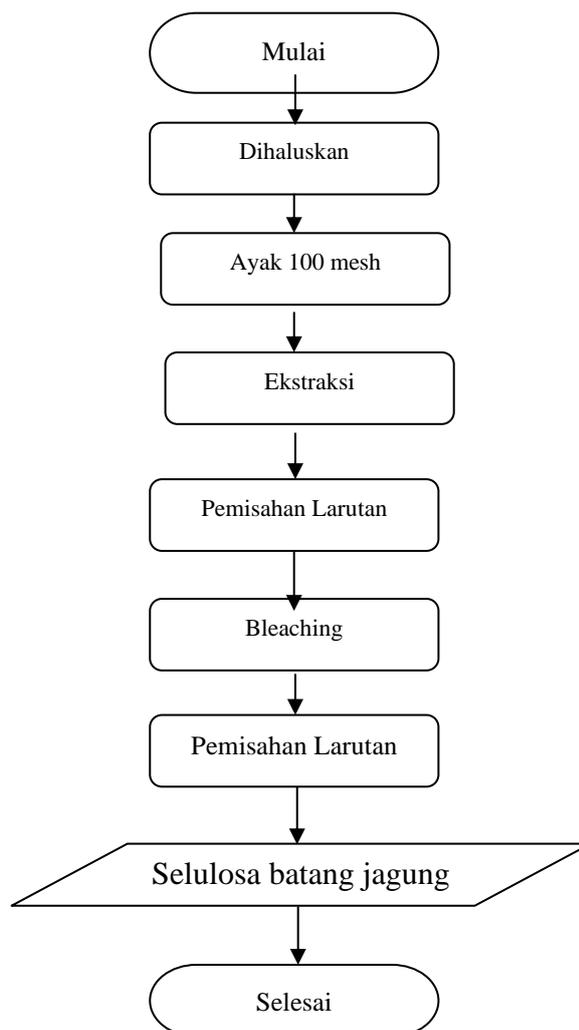
No	Nama Alat	Fungsi
1	Gelas Beker	Menampung larutan
2	Spatula	Mengaduk dan mengambil sampe
3	Gelas Ukur	Mengukur volume larutan
4	Mixer	Mengaduk sampel menjadi homogen
5	Belender	Menghaluskan sampel menjadi serbukl
6	Termometer	Mengukur suhu
7	Oven	Menimbang massa material
8	Timbangan digital	Menimbang massa material
9	Ayakan 100 Mesh	Menyaring serbuk batang jagung
10	TDS Meter	Mengukur total Ion Ag+ dalam ppm
11	Power Supply DC	Sumber tegangan proses elektrolisis
12	iS10 FT-IR Sprektometer	Analisis Gugus Fungsi
11	Cawan Petri	Wadah uji antibakteri
13	katembat	Media alat metode sprite plate
14	Mikropipet	Memindahkan larutan dalam jumlah kecil

3.3. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi proses isolasi selulosa batang jagung, produksi larutan ion Ag^+ , pembuatan *biofoam*, dan karakterisasi.

3.3.1. Isolasi Selulosa Batang Jagung

Isolasi selulosa merujuk pada penelitian yang dilakukan Sumardiono (2021). Selulosa batang jagung diperoleh dengan cara limbah batang jagung dipotong - potong kemudian dihaluskan menggunakan blender lalu di ayak dengan ayakan 100 mesh. Dilanjutkan dengan pemasakan batang jagung pada konsentrasi alkali NaOH 15% selama 1,5 jam dan suhu pemasakan 100 °C. Perbandingan bobot potongan batang jagung terhadap larutan pemasak adalah 1:12 (b/v) dan tekanan 1 atmosfer. Potongan batang jagung hasil pemasakan dipisahkan dari larutan pemasak dan dicuci sampai bebas dari sisa larutan pemasak dan dikeringkan kemudian setelah kering serat batang jagung dilakukan proses *bleaching* dengan memasukan serat kedalam glass beaker lalu ditambahkan H_2O_2 dan dipanaskan dalam suhu 90°C dan di cuci sampai netral. Setelah itu dikeringkan dan didapatkan serat batang jagung. Secara garis besar proses isolasi selulosa batang jagung dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3. 1 Diagram alir isolasi selulosa batang jagung.

3.3.2. Pembuatan Larutan Anti bakteri Ion Ag^+

Pembuatan larutan Antibakteri Ion Ag^+ dengan metode elektrolisis merujuk pada penelitian (Palupi and Suparno, 2020). Dengan menggunakan dua batang perak sebagai elektrode dengan jarak sejauh 1 cm dalam aquades 400 mL. Elektrolisis dilakukan dengan mengalirkan arus listrik sebesar 15 volt. Setiap 10 menit dilakukan pembersihan dan pengamplasan elektrode, dan pengukuran konsentrasi dengan TDS meter. Hal tersebut dilakukan hingga 100 menit. Setelah itu, larutan yang sudah jadi dimasukan ke dalam botol kaca gelap. Kemudian, hasil larutan

dibuat menjadi empat sampel dengan konsentrasi 12 ppm, 17 ppm, 22 ppm, dan 27 ppm.

3.3.3. Pencetakan Sampel *Biofoam*

Pencetakan dilakukan menggunakan metode *thermopressing* (Handayani and Haryanto, 2020). Sampel dibuat sebanyak 4 variasi dengan komposisi berdasarkan tabel 3.1. Pencetakan *biofoam* dibagi menjadi 3 tahap. Pertama pati tapioka, selulosa batang jagung, dan polivinil alkohol dicampurkan dengan aquades dengan perbandingan 1:1 (b/v), dilarutkan hingga membentuk adonan yang homogen. Kedua, adonan lalu dicetak dengan suhu 100 °C selama 3 menit *dipress*. Ketiga, sampel kemudian dicelupkan dengan larutan ion Ag⁺ selama 1 menit dan dikeringkan pada suhu ruangan selama 24 jam. Variasi Komposisi dalam pembuatan *biofoam* dapat dilihat pada **Tabel 3.3**

Tabel 3. 3 Variasi Komposisi Sampel.

No	Nama Sampel	Pati Tapioka	Selulosa Batang Jagung(%)	Polivinil Alkohol (%)	Larutan Ag+
1	A	48	16	36	12ppm
2	B	48	16	36	17ppm
3	C	48	16	36	22ppm
4	D	48	16	36	27ppm

3.3.4. Karakterisasi

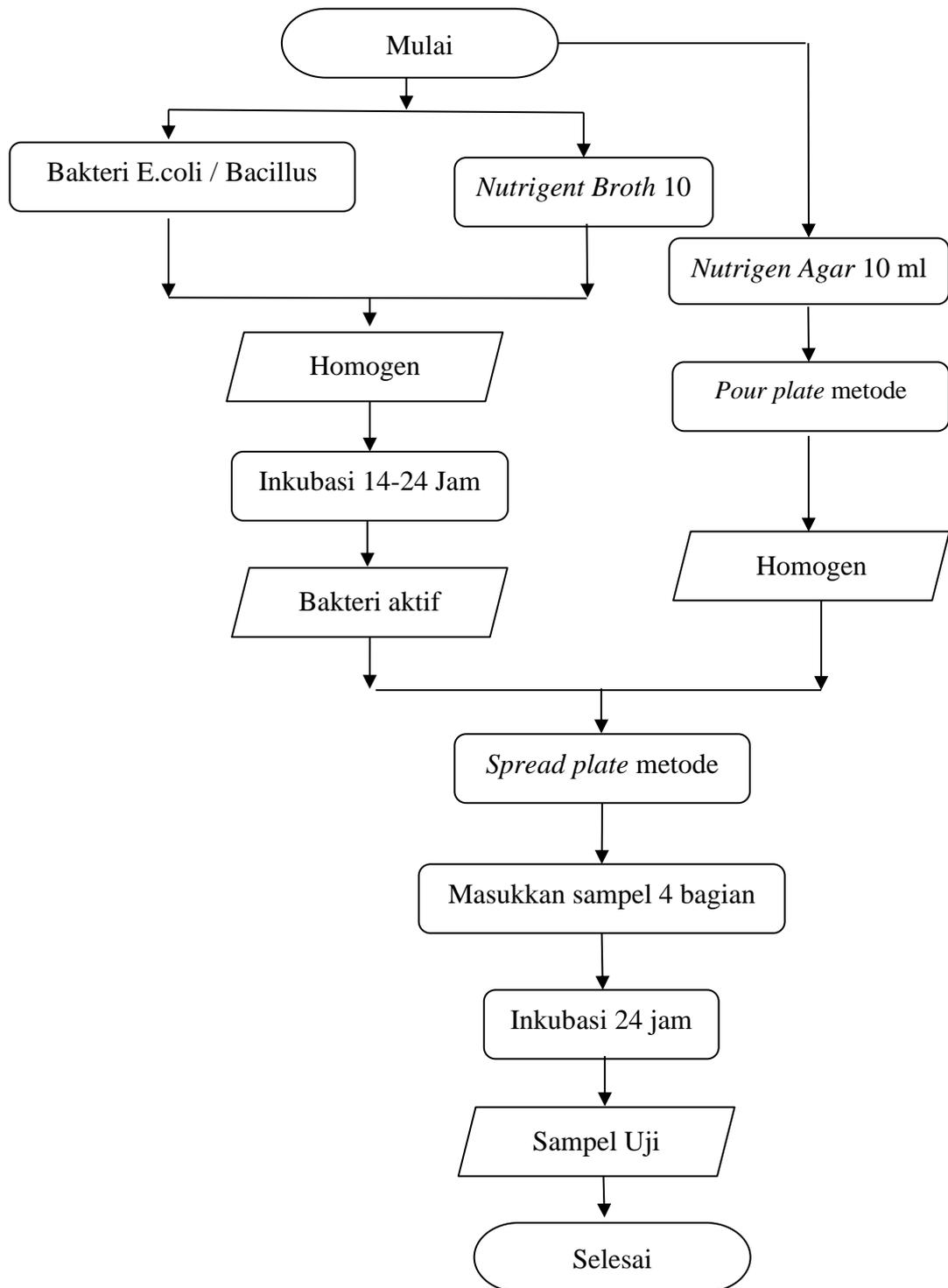
Karakterisasi yang dilakukan meliputi uji analisis FTIR, pengujian Anti Bakteri, dan uji daya Serap Air.

3.3.4.1. Analisis Fourier Transform Infra-Red (FTIR)

Gugus fungsi *biofoam* dianalisis menggunakan Nicolet iS10 FT-IR Spectrometer pada rentang panjang gelombang 4000-500 cm. Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil terhadap tabel bilangan gelombang dan gugus fungsi FT-IR serta hasil penelitian-penelitian terdahulu.

3.3.4.2. Pengujian Sifat Antibakteri Sampel Biofoam

Pengujian sifat antibakteri sampel pada penelitian ini digunakan metode Difusi Agar. Metode Difusi Agar berdasarkan difusi antibiotik silinder (sumuran) yang dibuat tegak lurus pada lapisan agar padat dalam cawan petri atau cakram paperdish (metode Kirby Bauwer), yang dipasang dipermukaan agar. Didalam silinder (sumuran) atau paperdish diisi larutan antimikroba dengan kadar tertentu. Larutan antimikroba mengalami difusi pada media agar. Jadi, mikroorganisme yang ditambahkan dihambat pertumbuhannya pada daerah berupa lingkaran atau zona disekeliling silinder atau cakramdish yang berisi larutan antibiotik. Secara garis besar proses pengujian antibakteri dapat dilihat diagram alir pada **Gambar 3.2**



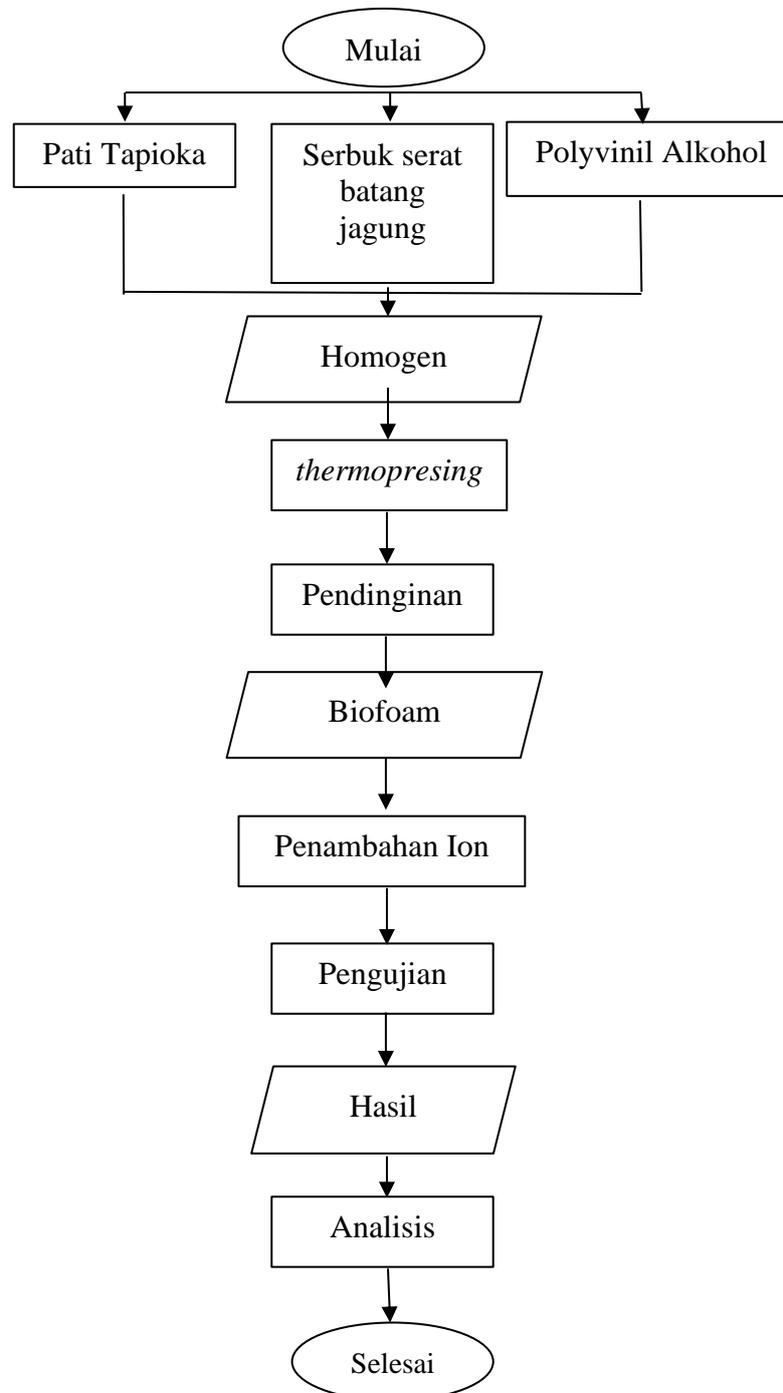
Gambar 3. 2 Diagram alir uji antibakteri.

3.3.4.3. Uji Daya Serap Air

Pengujian daya serap air pada sampel dilakukan dengan membentuk sampel berbentuk pelet $2\text{ cm} \times 2\text{ cm}$. kemudian Sampel ditimbang berat awal, lalu dicelupkan kedalam air selama 1 menit kemudian ditimbang Kembali dan di catat sebagai berat akhir. Setelah itu dihitung menggunakan **Persamaan 2.2**

3.4. Diagram Alir Penelitian

Secara garis besar, tahapan yang dilakukan pada penelitian ini disajikan dalam diagram alir seperti pada **Gambar 3.1**



Gambar 3. 3 Diagram alir pembuatan *biofoam*.

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian Biofoam dengan variasi konsentrasi Ag^+ 12 ppm, 17 ppm, 22 ppm, dan 27 didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan data interpretasi spektrum IR, pergeseran gugus N-H *bending* dan O-H *stretching* menjadi ciri khusus bahwa ion Ag^+ menempel dengan baik pada sampel biofoam.
2. Keberadaan ion Ag^+ efektif dalam memberikan sifat antibakteri dicirikan dengan kemunculan zona hambat pada bakteri *Bacillus* sp dengan diameter zona hambat keempat sampel berturut turut 1,88 mm, 2,88 mm, 5,55 mm, dan 7,44 mm. Berdasarkan hasil tersebut, semakin bertambahnya konsentrasi ion Ag^+ yang dilapiskan pada sampel biofoam membuat diameter zona hambat pengujian bakteri *Bacillus* sp semakin luas. Namun, hasil berbeda diperoleh dari pengujian bakteri *Escherichia coli* sebagai bakteri gram negatif dengan tidak munculnya diameter zona hambat.
3. Penambahan konsentrasi ion Ag^+ tidak berpengaruh terhadap hasil pengujian daya serap air pada biofoam dengan nilai pengujian cenderung tetap yaitu 18,37%.

5.2. **Saran**

Sebaiknya penelitian selanjutnya melakukan uji biodegradasi, uji kuat tarik, uji ketebalan, uji kuat tekan, perlunya analisa fasa dan mengamati struktur morfologi sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A.H.D. *et al.* (2018) 'Physical and Chemical Properties of Corn, Cassava, and Potato Starchs', in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Institute of Physics Publishing, pp. 1–7. doi:10.1088/1755-1315/160/1/012003.
- Abraham, E. *et al.* (2011) 'Extraction of nanocellulose fibrils from lignocellulosic fibres: A novel approach', *Carbohydrate Polymers*, 86(4), pp. 1468–1475. doi:10.1016/j.carbpol.2011.06.034.
- Aditama, A.G., Farit, M. and Ardhyanta, H. (2017) 'Isolasi Selulosa dari Serat Tandan Kosong Kelapa sawit untuk Nano Filler Komposit Absorpsi Suara: Analisis FTIR', *Teknik ITS*, 6(2), pp. 1–4.
- Akmala, A. and Supriyo, E. (2020) *Optimasi Konsentrasi Selulosa pada Pembuatan Biodegradable Foam dari Selulosa dan Tepung Singkong*.
- Boediono, M.P.A.D. *et al.* (2012) *Pemisahan dan Pencirian Amilosa dan Amilopektin dari Pati Jagung dan Pati Kentang pada Berbagai Suhu*. Bogor Agricultural University (IPB). Available at: <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/58239>.
- Bourtoom, T. (2007) *Effect of Some Process Parameters on The Properties of Edible Film Prepared From Starch*. Available at: [http://vishnu.sut.ac.th/iat/food_innovation/%0Aup/rice starch film.doc](http://vishnu.sut.ac.th/iat/food_innovation/%0Aup/rice%20starch%20film.doc).
- Cavallo, D. *et al.* (2018) 'Biomarkers of Early Genotoxicity and Oxidative Stress for Occupational Risk Assessment of Exposure to Styrene in the Fibreglass Reinforced Plastic Industry', *Toxicology Letters*, 298, pp. 53–59.

doi:10.1016/j.toxlet.2018.06.006.

Coniwanti, P. *et al.* (2018) 'Pengaruh konsentrasi NaOH Serta Rasio Serat Daun Nanas dan Ampas Tebu Pada Pembuatan Biofoam', *Teknik Kimia*, 24(1), pp. 1–7.

Elgayyar, M. *et al.* (2001) 'Antimicrobial Activity of Essential Oils from Plants against Selected Pathogenic and Saprophytic Microorganism', *Food Protection*, 64(7), pp. 1019–1024.

Etikaningrum, N. *et al.* (2018) 'Pengaruh Penambahan Berbagai Modifikasi Serat Tandan Kosong Sawit Pada Sifat Fungsional Biodegradable Foam', *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 13(3), p. 146. doi:10.21082/jpasca.v13n3.2016.146-155.

Guo, L. *et al.* (2013) 'Polymer/nanosilver Composite Coatings for Antibacterial Applications', *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 439, pp. 69–83. doi:10.1016/j.colsurfa.2012.12.029.

Handayani, J. and Haryanto (2020) *Pengaruh Penambahan Kitosan dan Sorbitol Pada Pembuatan Film Bioplastik dari Biji Alpukat Terhadap Karakteristik Bioplastik*, *The 12th University Research Colloquium 2020*. Aisyiyah Surakarta.

Hendrawati, N. *et al.* (2020) 'The Effect of Polyvinyl alcohol (PVOH) Addition on Biodegradable Foam Production From Sago Starch', *AIP Conference Proceedings*, pp. 6–7. Available at: <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/25568>.

Hendrawati, N., Sofiana, A.R. and Widyantini, I.N. (2015) 'Jurnal Bahan Alam Terbarukan Pengaruh Penambahan Magnesium Stearat dan Jenis Protein Pada Pembuatan', 4(9), pp. 34–39. doi:10.15294/jbat.v4i2.4166.

Irawan, C., Aliah and Ardiansyah (2018) 'Biodegradable Foam dari Bonggol Pisang dan Ubi Nagara sebagai Kemasan Makanan yang Ramah Lingkungan', *Riset Hasil Hutan*, 10(1), pp. 33–42.

Iriani, E.S. *et al.* (2013) *Pengembangan produk biodegradable foam berbahan baku*

campuran tapioka dan ampok. IPB (Bogor Agricultural University). Available at: <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/63674>.

Iriani, E.S., Sunarti, titi C. and Richana, N. (2011) 'Pengembangan Biodegradable Foam Berbahan Baku Pati', *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*, 7(1), pp. 1–11.

Jasmina, O. *et al.* (2017) 'Cellulose Fibre-Reinforced Biofoam For Structural Applications', *journal material*, 10, pp. 1–10. doi:10.3390/ma10060619.

Kaisangsri, N., Kerdchoechuen, O. and Laohakunjit, N. (2012) 'Biodegradable Foam Tray From Cassava Starch Blended With Natural Fiber and Chitosan', *Industrial Crops & Products*, 37(1), pp. 542–546. doi:10.1016/j.indcrop.2011.07.034.

Lehninger, A.L. (1982) *Dasar-dasar Biokimia*. Diterjemah. Jakarta: Erlangga.

Łojewska, J. *et al.* (2005) 'Cellulose oxidative and hydrolytic degradation: In situ FTIR approach', *Polymer Degradation and Stability*, 88(3), pp. 512–520. doi:10.1016/j.polymdegradstab.2004.12.012.

Mobiliu, R.N. (2018) *Pengaruh Konsentrasi Ag Pada Komposit Lapisan Tipis Kitosan/AgNPS Terhadap Sifat Antimikroba, Biokompatibilitas dan Adhesi Sebagai Aplikasi Implan Ortopedi*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Muhaimin, M.M. and Triyana, K. (2014) *Fabrikasi Nanofiber Komposisi dari Nanoselulosa Sisal dengan polyvinyl Alcohol Menggunakan Metode Electrospinning*. Gadjah Mada University.

Mulyawan, S.A., Sana, A.W. and Kaelani, Z. (2015) 'Identifikasi Sifat Fisik dan Sifat Termal Serat-Serat Selulosa Untuk Pembuatan Komposit', *Arena Tekstil*, 30(2), pp. 75–82.

Nate, Z. *et al.* (2018) 'Green Synthesis of Chitosan Capped Silver Nanoparticles and Their Antimicrobial Activity', in *MRS Advances*. Materials Research Society, pp. 2505–2517. doi:10.1557/adv.2018.368.

- Nugraha, I.K., Sulistiyani and Yanto, D.H.Y. (2018) *Biodegradasi Oksidatif Styrofoam oleh Kapang Pelapuk Putih dan Bakteri*. IPB University. Available at: <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/93056>.
- Palupi, S.K.I. and Suparno, S. (2020) 'Ionic Silver Nanoparticles (Ag⁺) Sebagai Bahan Antibiotik Alternatif Untuk Salmonella Typhymurium', *Indonesian Journal of Applied Physics*, 10(01), p. 8. doi:10.13057/ijap.v10i01.34407.
- Prihatinningtyas, E. and Jatnika, D.A. (2018) *Karakterisasi Ekstrak Tapioka dan Tapioka Ionik sebagai Biokoagulan dalam Proses Pengolahan Air*
Characterization of Tapioca Extract and Tapioca Ionic as Natural Coagulants for Water Treatment, *Jurnal Teknologi Lingkungan*.
- Purnamasari, M.. and Wijayati, N. (2016) 'Microwave Info Article', *Chemical Science*, 5(2).
- Râpă, M. et al. (2014) *ECOTERRA Journal of Environmental Research and Protection Polyvinyl alcohol and starch blends: properties and biodegradation behavior*, *Journal of Environmental Research and Protection*. Available at: www.ecoterra-online.ro.
- Ritonga, A.U.M. (2019) *Pembuatan dan Karakterisasi Biofoam Berbasis Komposit Serbuk Daun Keladi Yang Diperkuat Oleh Polivinil Asetat (PVAc)*. Sumatera Utara University.
- Ruscahyani, Y., Oktorina, S. and Hakim, A. (2021) 'Pemanfaatan Kulit Jagung Sebagai Bahan Pembuatan Biodegradable Foam', *Teknologi Technoscientia*, 14(1), pp. 1–8.
- Rusliana, E., Saleh, M. and Assagaf, M. (2014) 'Penentuan Kodisi Proses Terbaik Pembuatan Biofoam Dari Limbah Pertanian Lokal Maluku Utara', *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2014*, (November), pp. 10–13.
- Singh, A. and Bishnoi, N.R. (2012) 'Enzymatic Hydrolysis Optimization Of Microwave Alkali Pretreated Wheat Straw and Ethanol Production By Yeast', *Bioresource Technology*, 108, pp. 94–101.

doi:10.1016/j.biortech.2011.12.084.

Singh, R.K. and Singh, A.K. (2013) 'Optimization of Reaction conditions for Preparing Carboxymethyl Cellulose from Corn cobic Agricultural Waste', *Waste and Biomass Valorization*, 4(1), pp. 129–137. doi:10.1007/s12649-012-9123-9.

Sipahuitar, B.K. syahputra (2020) *Pembuatan Biodegradable Foam (Durio Zibethinus) Dan Nanoserat Selulosa Ampas Teh (Camelia Sinentis) Dengan Proses Pemangangan*. Universitas Sumatera Utara. Available at: <http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/25568>.

Wahyudi, T., Sugiyana, D. and Helmy, Q. (2011) 'Sintesis Nanopartikel Perak dan Uji Aktivitasnya Terhadap Bakteri E.coli dan S.aureus', *Arena Tekstil*, 26(1), pp. 1–60.

Widyaningsih, S., Kartika, D. and Nurhayati, Y.T. (2012) 'Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Kalsium Karbonat Terhadap karakteristik Dan Sifat Biodegradasi Film Dari Pati Kulit Pisang', *Molekul*, 7(1), pp. 69–81.

Yuliasih, I. *et al.* (2012) 'Aplikasi Biofoam Berbahan Ampok Jagung untuk Menurunkan Kerusakan Mekanis Buah Tropis Unggul', *Kerjasama Kemitraan Penelitian Pertanian dengan Perguruan Tinggi (KKP3T)*, pp. 1–2.