

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOFOAM
DARI SELULOSA BONGGOL NANAS**

(Skripsi)

Oleh

Ananda Putra Pratama



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

ABSTRAK

SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOFOAM DARI SELULOSA BONGGOL NANAS

Oleh

Ananda Putra Pratama

Tanaman nanas merupakan salah satu tanaman buah yang banyak dibudidayakan di Indonesia yang memiliki kandungan serat tinggi. Kandungan serat yang tinggi membuatnya sulit didekomposisi yang membuat banyak limbahnya dibuang tanpa diolah lebih lanjut. Hal ini yang menjadi pendorong untuk memanfaatkan limbah-limbah tersebut sebagai pengganti *styrofoam* yang disebut *biodegradable foam* atau biofoam. Karena besarnya dampak buruk yang ditimbulkan oleh penggunaan *styrofoam*, maka harus dilakukan upaya untuk mencari alternatif bahan pengemas lain yang lebih ramah lingkungan serta tidak berbahaya terhadap kesehatan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh selulosa bonggol nanas pada sifat mekanis biofoam. Proses pembuatan biofoam dilakukan menggunakan teknik *thermopressing* dengan waktu pencetakan 5-10 menit dan suhu 200°C dengan mencampurkan variasi perbandingan tapioka : selulosa bonggol nanas (4:0, 3:1, dan 1:3), *Polivinil alcohol* (PVA), Mg stearate, gliserol, dan air. Karakterisasi biofoam meliputi kuat tarik, kuat tekan, dan daya serap air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biofoam dengan variasi perbandingan tapioka dan selulosa bonggol nanas (3:1) dengan kuat tarik pada biofoam sebesar 4,24 N/mm², kuat tekan 5,63 N/mm², dan daya serap air 22%.

Kata kunci: Biofoam, Thermopressing, Selulosa, Bonggol Nanas, Styrofoam.

ABSTRACT

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF BIOFOAM FROM THE CELLULOSE OF THE PINEAPPLE HUMP

By

Ananda Putra Pratama

Pineapple plant is a fruit plant that is widely cultivated in Indonesia which has a high fiber content. The high fiber content makes it difficult to decompose, which causes a lot of waste to be disposed of without further processing. This is the driving force for utilizing these wastes as a substitute for styrofoam which is called biodegradable foam or biofoam. Due to the large adverse effects caused by the use of styrofoam, efforts must be made to find alternative packaging materials that are more environmentally friendly and not harmful to human health. This study aims to determine the effect of pineapple hump cellulose on the mechanical properties of biofoam. The process of making biofoam was carried out using a thermopressing technique with a printing time of 5-10 minutes and a temperature of 200°C by mixing various ratios of tapioca: pineapple hump cellulose (4:0, 3:1, and 1:3), *Polivinil alcohol* (PVA), Mg stearate, glycerol, and water. Characterization of biofoam includes tensile strength, compressive strength, and water absorption. The results showed that biofoam with variations in the ratio of tapioca and pineapple hump cellulose (3:1) with a tensile strength of 4.24 N/mm² on biofoam, a compressive strength of 5.63 N/mm², and a water absorption capacity of 22%.

Keywords: Biofoam, Thermopressing, Cellulose, Pineapple Hump, Styrofoam.

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOFOAM
DARI SELULOSA BONGGOL NANAS**

Oleh

Ananda Putra Pratama

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS

Pada

Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOFOAM
DARI SELULOSA BONGGOL NANAS**

Nama Mahasiswa : **Ananda Putra Pratama**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1617011069**

Program Studi : **Kimia**

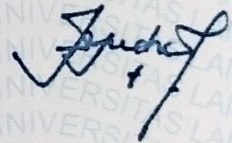
Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

MENYETUJUI

1. **Komisi Pembimbing**

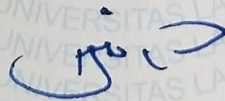


Dr. Eng. Supto Dwi Yuwono, S.Si., M.T.
NIP. 197407052000031001



Prof. Dr. Sal Prima Yudha S, M.Si.
NIP. 1974061200031001

2. **Ketua Jurusan Kimia FMIPA Unila**

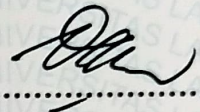


Mulyono, Ph.D.
NIP. 197406112000031002

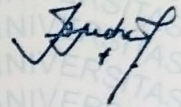
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

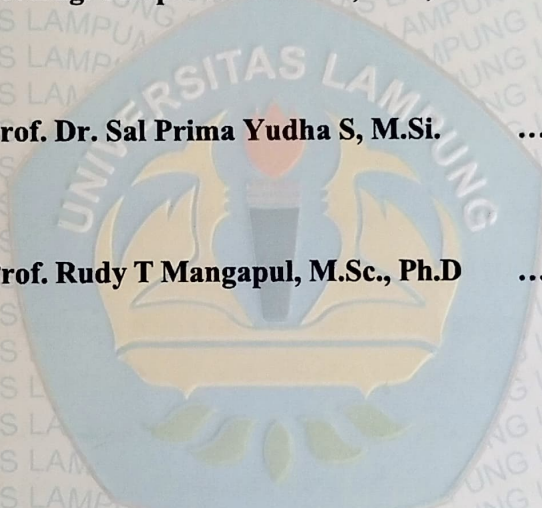
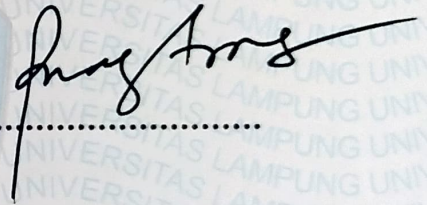
Ketua : Dr. Eng. Suripto D. Yuwono, S.Si., M.T



Sekretaris : Prof. Dr. Sal Prima Yudha S, M.Si.



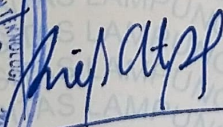
Penguji : Prof. Rudy T Mangapul, M.Sc., Ph.D



2. Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197110012005011002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 15 Mei 2023

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ananda Putra Pratama
NPM : 1617011069
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Menyatakan dengan sebenar-benarnya dan sesungguhnya, bahwa skripsi saya berjudul **“Sintesis dan Karakterisasi Biofoam Dari Selulosa Bonggol Nanas”** adalah benar karya saya sendiri, baik gagasan, hasil, dan analisisnya. Selanjutnya saya juga tidak berkeberatan jika sebagian atau seluruh data di dalam skripsi tersebut digunakan oleh dosen atau program studi untuk kepentingan publikasi, sepanjang nama saya disebutkan dan terdapat kesepakatan sebelum dilakukan publikasi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sadar dan sebenar – benarnya untuk digunakan sebagai mestinya.

Bandar Lampung, 15 Mei 2023

Yang Menyatakan



Ananda Putra Pratama
NPM 1617011069

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Ananda Putra Pratama, lahir di Lampung, pada tanggal 02 April 1998, sebagai anak ketiga dari pasangan Bapak Soemiarto dan Ibu Sri Puji Astuti. Penulis mengawali jenjang pendidikan dari Sekolah Dasar di SDN 04 Panaragan Jaya, Kabupaten Tulang Bawang Barat, yang diselesaikan pada tahun 2010 kemudian penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Tumijajar Kabupaten Tulang Bawang Barat pada tahun 2010-2013, dan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Tumijajar Kabupaten Tulang Bawang Barat pada tahun 2013-2016.

Penulis diterima di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung pada tahun 2016, dengan program studi Kimia melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Semasa kuliah penulis aktif mengikuti organisasi, yakni Himpunan Mahasiswa Kimia (HIMAKI) sebagai anggota Biro Penerbitan. Pada bulan Agustus 2019, penulis telah menyelesaikan Praktik Kerja Lapangan (PKL) yang berjudul **“Pembuatan Produk Biodegradable Foam Berbahan Baku Campuran Tapioka dan Ampas Bonggol Nanas di PT. Great Giant Pineapple”** di PT. Great Giant Pineapple

MOTTO

**“Apa yang menjadi milikmu, akan kamu temukan dengan sendirinya”
(Ali bin Abi Thalib)**

**“Hatiku tenang karena mengetahui bahwa apa yang melewatkanmu, tidak akan pernah menjadi takdirmu. Dan apa yang ditakdirkan untukmu, tidak akan pernah melewatkanmu.”
(Umar bin Khattab)**

**“If you cannot fly, run.
If you cannot run, walk.
If you cannot walk, crawl.
But no matter what you do, you must keep moving forward”
(Martin Luther King Jr)**

*"Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi
Maha Penyayang"*

Atas rahmat Allah SWT

*Kupersembahkan karya ini sebagai wujud bakti dan
tanggungjawab kepada :*

*Tuhan Yang Maha Esa; Allah
SWT, Kedua orang tuaku,*

*Ibu Sri Puji Astuti dan Bapak Soemiarto yang telah
menyayangi, merawat, mendidik, mengajarkan
kebaikan, dan selalu mendo'akan keberhasilanku
dalam setiap sujud.*

*Kakak-kakakku yang tersayang dan tercintayang selalu
memberikan semangat dan do'a yang terbaik.*

Pembimbing penelitianku :

Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, S.Si., M.T.

Bapak Prof. Dr. Sal Prima Y. S, S.Si., M.Si.

Bapak Prof. Rudy T. M. Situmeang, M.Sc., Ph.D.

*Terimakasih atas ilmu, nasihat, dan kesabaran dalam
membimbing selama ini.*

*Dosen Jurusan Kimia yang selalu membagi ilmunya
untukku Sahabat dan teman-temanku*

*Almamater Tercinta Universitas
Lampung*

SANWACANA

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Sintesis dan Karakterisasi Biofoam dari Selulosa Bonggol Nanas**" sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung. Shalawat serta salam tak lupa penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan seluruh umatnya yang selalu taat mengikuti dan mengamalkan ajaran dan sunnahnya.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, saran, dan kritik yang telah diberikan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Mamak atas seluruh doa, cinta, kasih sayang, dukungan, kesabaran, keikhlasan serta dedikasi selama ini dalam mendidik ananda. Semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala membalas segalanya dengan Jannah-Nya, Aamiin Allahuma Aamiin.
2. Mamas dan Mbak atas seluruh doa dan dukungannya kepada ananda. Semoga selalu dalam kasih sayang dan lindungan Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*
3. Bapak Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, S.Si., M.T selaku Pembimbing Utama yang telah sabar membimbing, memberikan motivasi, kritik dan sarannya kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Bapak Prof. Dr. Sal Prima Y. S, S.Si., M.Si. selaku Pembimbing Kedua yang dengan sabar membimbing, memberikan perhatian, motivasi dan membagikan ilmu serta membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

5. Bapak Prof. Rudy T. M. Situmeang, M.Sc., Ph.D. selaku Pembahas yang telah memberikan motivasi, kritik dan saran yang membangun kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan..
6. Ibu Ni Luh Gede Ratna Juliasih selaku Pembimbing Akademik yang selalu memberikan motivasi, arahan, masukan serta usahanya sehingga penulis dapat menjalankan perkuliahan dengan lancar.
7. Bapak Mulyono, Ph.D., selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
8. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
9. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kimia FMIPA Unila, atas seluruh ilmu, pengalaman dan motivasi yang telah diberikan selama perkuliahan. Semoga Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* membalas kebaikan Bapak dan Ibu serta diberi keberkahan dunia maupun akhirat.
10. Seluruh karyawan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam atas waktu serta pelayanan yang telah diberikan dalam proses perkuliahan.
11. Patner penelitian Tirza, Rani, Upik, dan Novi, terima kasih atas motivasi, bantuan, nasihat serta selalu bersama – sama hingga penelitian ini terselesaikan. Semoga allah selalu memberikan kasih sayang dan lindungan-Nya.
12. Adik-adik bimbinganku Jere, Andika, dan Niko yang telah menyemangati dan membantu penulis, semoga kalian dipermudahkan dalam menyelesaikan kuliah, penelitian, skripsi, dan sukses karier ke depannya.
13. Sahabat – sahabatku *Chem Boys*, Candra Hardianto, M Irsyad, Afdahul Irza K, Ilman Naafian A, Hendri Ropingi, Eko Prabowo, Leo Bahari M, Ilham Ramadhan, Remizar alpaddli, Saepudin Ibrahimsyah, Yan Pramulya S. A Sifa Alfarizi, Ahmad Misbah K, Tb Sofi S, Deni Setiawan, Reza Baihaqi, Terima kasih telah membantu, mengingatkan dan mendukung penulis selama menyelesaikan program S1 di Jurusan Kimia FMIPA Unila. Semoga persahabatan silaturahmi kita terjalin selamanya.

14. Bestie M. Irfan (Tole) yang selalu memberikan motivasi, semangat dan kesenangan selama menjalani aktivitas dalam menempuh pendidikan. Semoga persahabatan silaturahmi kita terjalin selamanya.
15. Kawan-kawan kosan Yunzai Farich, Arya, Rangga, Thio, Eki, dan Zul yang selalu menemani di saat-saat senang maupun pusing karena skripsi dan atas kenangan-kenangannya. Semoga persahabatan silaturahmi kita terjalin selamanya.
16. Rekan-rekan Kimia Angkatan 2016 yang tak bisa disebutkan satu per satu, terima kasih telah menjadi keluarga baru dan membuktikan jargon “**Satu Jiwa Solid!**”. Semoga silaturahmi kita tetap solid terjaga meskipun terbatas oleh jarak dan waktu.
17. Kakak-kakak dan adik-adik di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tak luput dari kekeliruan dan jauh dari kata sempurna, namun penulis berharap tulisan ini dapat bermanfaat dan berguna bagi pembaca dan masyarakat. Semoga seluruh perhatian, bimbingan, kebaikan dan keikhlasan yang diberikan dibalas oleh Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* dengan ramat-Nya. Terima kasih.

Bandar Lampung, Juni 2023
Penulis

Ananda Putra Pratama

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Nanas.....	5
2.2 Bonggol Nanas	6
2.3 Selulosa	8
2.4 <i>Styrofoam</i>	9
2.5 Biofoam.....	10
2.6 <i>Thermopressing</i>	11
2.7 Uji Karakterisasi Biofoam.....	13
2.7.1 Spektrofotometri IR	13
2.7.2 Kuat Tarik (Tensile Strength).....	15
2.7.3 Water absorption index (WAI).....	17
2.7.4 Kuat Tekan (Bursting Strenght)	18
III. METODE PENELITIAN	21

3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2	Alat dan Bahan	21
3.2.1	Alat-alat yang digunakan	21
3.2.2	Bahan-bahan yang digunakan	22
3.3	Prosedur Penelitian	22
3.3.1	Persiapan Bahan Baku	22
3.3.2	Isolasi selulosa.....	22
3.3.3	Pembuatan Biodegradable Foam.....	23
3.4	Karakterisasi Biofoam.....	24
3.4.1	Spektrofotometri Inframerah (IR)	24
3.4.2	Analisis Sifat Mekanis (ASTM D-638, 1991).....	24
3.4.3	Water absorption index (WAI).....	24
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1	Preparasi Selulosa	26
4.2	Karakterisasi Selulosa Hasil Isolasi	29
4.3	Pembuatan Biodegradable Foam	30
4.4	Karakterisasi Biofoam.....	32
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1	Kesimpulan	37
5.2	Saran.....	38
	DAFTAR PUSTAKA	39
	LAMPIRAN	44

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Kandungan Bromelain pada Nanas.....	7
Tabel 2 Data FTIR pada isolasi selulosa bonggol nanas.....	25
Tabel 3 Pengaruh rasio tapioka:selulosa bonggol nanas terhadap kuat tekan pada biofoam.....	28
Tabel 4 Pengaruh rasio tapioka:selulosa bonggol nanas terhadap kuat tarik biofoam	29
Tabel 5 Pengaruh rasio tapioka:selulosa bonggol nanas terhadap daya serap air biofoam.....	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Struktur kimia selulosa.....	6
Gambar 2. Skema FTIR (Thermo Nicolet Corporation, 2001).....	14
Gambar 3. Hasil analisa FTIR pada biofoam (Coniwati P, 2018).....	14
Gambar 4. Hasil uji kuat tarik biofoam (Coniwati P, 2018).....	16
Gambar 5. Daya serap air biofoam (Coniwati P, 2018).....	17
Gambar 6 Hasil uji kuat tekan biofoam (Coniwati P, 2018).....	19
Gambar 7 Proses isolasi selulosa dan bleaching pada ampas bonggol nanas.....	22
Gambar 8 Selulosa yang didapat dari proses delignifikasi pada ampas bonggol nanas.....	23
Gambar 9 Variasi perbandingan tapioka : selulosa bonggol nanas pada pembuatan biofoam (a) 4:0, (b) 3:1, (c) 1:3.....	24
Gambar 10 Hasil FTIR Isolasi Selulosa (a) Selulosa Standar; (b) Ampas Bonggol Nanas; (C) Sampel Selulosa.....	29

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) merupakan salah satu tanaman buah yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Tanaman ini mempunyai banyak manfaat terutama pada buahnya. Industri pengolahan buah nanas di Indonesia menjadi prioritas tanaman yang terus dikembangkan. Selain dapat dikonsumsi sebagai buah segar juga dapat diolah menjadi berbagai macam makanan dan minuman, seperti selai, sirup, dan buah dalam kalengan (Syah dkk, 2015). Tanaman nanas memiliki kandungan serat tinggi. Menurut Pardo *et al.*, (2014) kandungan pada daun nanas diantaranya selulosa (43,53 %), hemiselulosa (21,88 %) dan lignin (13,88 %), sedangkan kandungan pada bonggol nanas adalah selulosa (24,53 %), hemiselulosa (28,53 %), dan lignin (5,78 %).

Kandungan kimia tersebut merupakan polimer yang sulit didekomposisi. Hal ini yang menyebabkan banyak sekali limbah hasil pertanian yang dibuang begitu saja ke lingkungan tanpa diolah lebih lanjut. Hal ini menjadi pendorong untuk memanfaatkan limbah-limbah tersebut sebagai pengganti penggunaan *styrofoam* yang disebut dengan *biodegradable foam* atau biofoam untuk menjadi bahan kemasan makanan alternatif yang aman bagi kesehatan dan ramah lingkungan (Saleh, 2014).

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, 2012) sedangkan dampak penggunaan *styrofoam* bagi lingkungan adalah sifatnya yang sulit diuraikan oleh alam, dan jika dibakar *styrofoam* akan menyebabkan *dioxsin*. Dikarenakan hal tersebut, maka limbah *styrofoam* lama-kelamaan akan semakin menumpuk sehingga akan merusak lingkungan sekitar (Sukmawati, 2009).

Mengingat besarnya dampak buruk yang ditimbulkan oleh penggunaan *styrofoam*, maka harus dilakukan upaya untuk mencari alternatif bahan pengemas lain yang lebih ramah lingkungan serta tidak berbahaya terhadap kesehatan manusia disamping melakukan kegiatan 3R yaitu *reuse*, *reduce* dan *recycle* terhadap kemasan *styrofoam* yang sudah ada. Banyak penelitian yang telah dilakukan dengan memanfaatkan berbagai sumber biologis seperti tanaman, hewan atau mikroba. Adapun bahan yang potensial untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku biopolimer adalah produk atau limbah pertanian seperti pati dan selulosa dengan alasan sifatnya yang dapat diperbaharui, tersedia melimpah dan harganya murah (Davis dan Song, 2006).

Penambahan serat selulosa meningkatkan sifat mekanis pada *Biodegradable Foam*. (Schmidt, 2010).

Pada penelitian ini, produk biofoam yang dihasilkan berbentuk *tray* yang dibuat dengan menggunakan teknologi *thermopressing*. *Biodegradable foam* yang dihasilkan selanjutnya dilakukan empat jenis pengujian, yaitu uji water absorption (kemampuan menyerap air), uji biodegradability (kemampuan terdegradasi), uji tekan (burst test), dan uji tarik. Metode isolasi yang digunakan pada penelitian ini adalah ekstraksi dengan cara maserasi. Identifikasi gugus fungsi dilakukan dengan menggunakan Spektroskopi Inframerah (IR).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan isolasi selulosa dari ampas bonggol nanas *Ananas comosus*.
2. Melakukan pembuatan Biofoam dengan sifat mekanis yang mirip dengan *styrofoam*.
3. Mengetahui pengaruh selulosa terhadap kuat tarik, kuat tekan, dan daya serap air pada Biofoam.
4. Melakukan karakterisasi Biofoam.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai isolasi selulosa pada tumbuhan nanas *Ananas comosus*. terutama pada bagian bonggol nanas yang masih belum dapat dikelola dengan optimal untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan kemasan plastik alternatif.
2. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pembelajaran dan referensi bagi mahasiswa yang akan melakukan penelitian lebih lanjut dengan topik yang berhubungan dengan judul penelitian di atas.
3. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi mengenai pengolahan limbah hasil pertanian, serta pemanfaatannya sebagai bahan baku pembuatan kemasan plastik alternatif yang ramah bagi lingkungan.

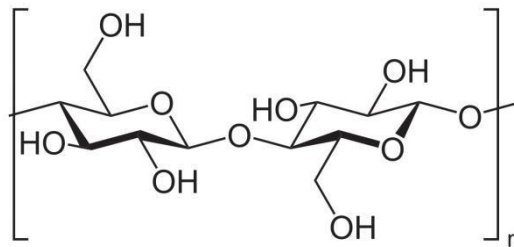
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nanas

Nanas (*Ananas comosus*) merupakan komoditas andalan dalam perdagangan buah tropik yang menempati urutan kedua terbesar setelah pisang. Indonesia merupakan produsen terbesar kelima setelah Brazil, Thailand, Filipina dan Cina. Sifat tumbuh pada buah nanas biasanya tumbuh di perakaran yang terbatas, menyenangi tanah yang banyak mengandung bahan organik dan mampu menyimpan air pada ketiak daun. Tanaman nanas mempunyai jaringan penyimpanan air pada daun, sehingga dapat bertahan pada keadaan yang kering dalam waktu yang relatif lama dan tidak perlu terlalu sering disiram. Nanas merupakan tanaman herba yang dapat hidup dalam berbagai musim. Tanaman ini digolongkan kedalam kelas monokotil yang bersifat tahunan yang mempunyai rangkaian bunga terdapat di ujung batang, tumbuhnya meluas dengan menggunakan tunas samping yang berkembang menjadi cabang-cabang vegetatif, pada cabang tersebut kelak dihasilkan buah. (Ir Lisdiana, 1997).

Daun nanas bersifat sebagai anti radang, pencahar, menormalkan siklus haid, sedangkan pucuk nanas digunakan sebagai obat kencing batu dan fungsi lain nanas seperti mengganggu pertumbuhan sel kanker, menghambat penggumpalan trombosit dan mempunyai aktivitas fibrinolitik (Muljohardjo, 1984). Tanaman nanas merupakan

salah satu tanaman yang memiliki kandungan serat tinggi. Menurut Pardo *et al.*, (2014) kandungan pada daun nanas diantaranya selulosa (43,53 %), hemiselulosa (21,88 %) dan lignin (13,88 %), sedangkan kandungan pada bonggol nanas adalah selulosa (24,53 %), hemiselulosa (28,53 %), dan lignin (5,78 %). Selulosa terdiri dari unit-unit β -1,4- glukopiranososa yang membentuk homopolymer linier (Gambar 1) bermolekul tinggi. Setiap unit glukopiranososa mengandung tiga gugus hidroksil yang memberikan selulosa karakteristik hidrofilitas dan biodegradabilitas.



Gambar 1. Struktur kimia selulosa

2.2 Bonggol Nanas

Enzim bromelain merupakan enzim proteolitik atau protease yang bekerja sebagai katalis dalam reaksi hidrolisis protein. Menurut Naiola dan Widyastuti (2007), enzim bromelain yang paling banyak ditemukan pada bagian tengah buah nanas, seperti pada Tabel 1 di bawah menjelaskan kandungan bromelain terbanyak ada pada bagian bonggol nanas. Pada kenyataannya bagian ini sering tidak dimanfaatkan karena rasanya yang hambar.

Tabel 1. Kandungan Bromelain pada Nanas

Bagian tanaman nanas	Persentase
Buah utuh masak	0,060 – 0,080
Daging buah masak	0,080 – 0,125
Kulit buah	0,050 – 0,075
Tangkai	0,040 – 0,060
Bonggol	0,100 – 0,600
Buah utuh matang	0,040 – 0,060

Enzim bromelain merupakan unsur protein yang akan menurun atau denaturasi akibat suhu yang tinggi. Enzim bromelain memiliki suhu optimum 60-63°C, dan akan denaturasi pada suhu di atas 65°C. Enzim bromelain stabil pada pH 7-8 (Ketnawa S, Chaiwut P dan Rawdkuen S, 2012). Kandungan bromelain berfungsi sebagai anti-inflammatory, anti-oedematous, analgesic, anti-thrombotic, exfoliation, anti-bacteria, antifungal, anti-cancer (Rajendra P, Sapna J, Shraddha dan Ajay K, 2012). Tidak ada dosis letal pada uji coba bromelain (Rajendra P, Sapna J, Shraddha dan Ajay K, 2012), tetapi untuk ibu hamil dilarang mengonsumsi buah nanas. Enzim bromelain yang terkandung pada nanas bersifat embriostatik yang akan menghambat pertumbuhan janin dan malformasi tulang atau bahkan bisa bersifat embriosida, membunuh janin dalam kandungan karena akan terjadi perdarahan besar pada janin. Bromelain juga bisa menyebabkan peningkatan kontraksi uterus (Setyawati I dan Yulihastuti D A, 2011).

2.3 Selulosa

Selulosa merupakan struktur dasar sel-sel tanaman. Selulosa terdapat pada semua tanaman, serta dapat diperoleh pada binatang. Salah satu sumber selulosa adalah nanas. Nanas merupakan tanaman buah tropika berupa semak yang memiliki nama latin *Ananas comosus* yang berasal dari Brasilia, Amerika Selatan. Di Indonesia tanaman tersebut terdapat antara lain di Subang, Majalengka, Purwakarta, Purbalingga, Bengkulu, Lampung, dan Palembang (Novitasari dkk, 2008). Selulosa adalah polimer berantai panjang polisakarida karbohidrat yang tersusun dari unit-unit β -D-glukopiranososa yang saling terikat membentuk rantai-rantai molekul yang panjang dengan ikatan glikosida 1,4. Polimer selulosa berbentuk linier dengan berat molekul bervariasi antara 50.000 sampai 2,5 juta (Fessenden dan Fessenden, 1995). Selulosa mempunyai rumus kimia $-(C_6H_{10}O_5)_n-$ dengan n derajat polimerisasi antara 500-10.000. Berdasarkan derajat polimerisasinya selulosa dibedakan menjadi 3 macam yaitu α -selulosa, β -selulosa dan γ -selulosa. Derajat polimerisasi α -selulosa lebih besar dari 200, β -selulosa antara 10-200 dan γ -selulosa kurang dari 10. Bila ditambah alkali 18% α -selulosa tidak larut sedangkan β -selulosa dan γ -selulosa akan larut. Dengan penambahan asam, β -selulosa akan mengendap sedangkan γ -selulosa akan tetap sebagai larutan (Kirk, 1992).

Kristal selulosa merupakan kristal stabil karena mempunyai struktur rantai yang linier. Polimer ini bersifat hidrofilik tetapi tidak dapat larut dalam air. Hal ini disebabkan karena kristalinitas dan ikatan hidrogen intermolekuler antar gugus

hidroksil sangat tinggi. Gugus-gugus hidroksil pada rantai selulosa dapat membentuk suatu ikatan hidrogen. Selulosa hanya dapat larut dengan pelarut yang mampu membentuk ikatan hidrogen dengan selulosa. Adanya ikatan hidrogen tersebut menyebabkan molekul selulosa mengalami pengembangan. Penambahan air atau bahan pengembang akan meningkatkan aksesibilitas. Struktur yang berserat dan adanya ikatan hidrogen menyebabkan selulosa mempunyai kekuatan tarik yang tinggi dan tidak larut dalam kebanyakan pelarut. Kemampuan mengembang akan semakin meningkat jika ikatan hidrogen yang terbentuk antara selulosa dengan pelarut semakin kuat (Sjostrom, 1995).

2.4 Styrofoam

Styrofoam merupakan salah satu jenis polimer termoplastik yang mengandung polistiren >98% dan telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan pengemas (Ho et al., 2018). *Styrofoam* merupakan salah satu jenis kemasan makanan yang sering kita jumpai (Sulchan dkk, 2007). *Styrofoam* memiliki kemampuan daya tahan terhadap panas dan dingin yang sangat baik sehingga digunakan sebagai *insulator*.

Kemampuan menahan suhu yang baik, ringan dan praktis mendorong penggunaan *styrofoam* sebagai bahan pengemas makanan dan minuman (Margaretha dkk, 2016).

Umumnya kemasan *styrofoam* hanya digunakan sekali pakai, selanjutnya dibuang hingga sering menimbulkan tumpukan sampah yang banyak karena *styrofoam* tidak bisa terdegradasi. Pembakaran limbah *styrofoam* tidak memberikan solusi dalam mengurangi limbah, tetapi justru menimbulkan masalah lain karena hasil pembakaran

menimbulkan gas berbahaya seperti styrene, polyaromatic hydrocarbons (PAHs), hydrochlorofluorocarbon (HCFC), dan karbon monoksida (Fikri dkk, 2018).

Pada proses produksi *styrofoam* itu sendiri akan dihasilkan limbah yang tidak sedikit, sehingga dikategorikan sebagai penghasil limbah berbahaya kelima terbesar di dunia oleh EPA (*Enviromental Protection Agency*) USA. Salah satu pilihan untuk pengganti polimer berbasis minyak bumi dan sintetis adalah menggunakan polimer alam seperti pati dan kitosan (Sarka et al., 2011). Berat jenis Styrofoam bisa mencapai 1.050 kg/m³ dengan modulus lentur mencapai 3 GN/m², modulus geser mencapai 0.99 GN/m² dan kuat tarik mencapai 40 MN/m² (Prayitno S, Rismunarsi E, and Romadhoni S. H., 2016).

2.5 Biofoam

Biodegradable foam merupakan alternatif pengganti kemasan styrofoam menggunakan bahan baku utama berupa pati sehingga kemasan alternatif tersebut dapat terurai secara alami. Namun, produk biodegradable foam yang dihasilkan masih memiliki sifat mekanis dan ketahanan terhadap air yang rendah rendah (Glenn *et al.*, 2001). Hal tersebut disebabkan karena sifat alami pati yang bersifat hidrofilik sehingga mudah menyerap air dari lingkungan sekitarnya. Air yang terserap tersebut selanjutnya akan menyerang ikatan hidrogen sehingga kekuatan ikatan tersebut berkurang dan pada akhirnya akan berpengaruh terhadap kekuatan mekanis dari biofoam (Guan dan Hanna, 2006). Menurut Averous *et al.* (2001), penambahan serat selulosa hingga 15% dapat meningkatkan ketahanan terhadap air sekaligus

meningkatkan kekuatannya. Hal tersebut juga didukung oleh penelitian Streekumar *et al.* (2010) yang menyatakan bahwa penambahan serat sisal dapat meningkatkan sifat mekanik dari biokomposit. Penambahan serat juga berpengaruh terhadap peningkatan sifat hidrofobik biofoam seperti yang dilaporkan oleh Lawton *et al.* (2004); Guan dan Hanna (2006) ; serta Salgado *et al.*(2008). Penurunan tingkat sensitivitas terhadap air ini disebabkan oleh kemampuan serat dalam menyerap air yang lebih kecil dibandingkan terhadap pati (Benezet *et al.*, 2011). Ada tiga jenis produk *biodegradable foam*, yaitu 1) *foam* berupa butiran kecil (*loose fill foam*) yang umumnya digunakan sebagai penyerap getaran atau bantalan pada produk-produk yang mudah rusak seperti barang elektronik, 2) *foam* berbentuk lembaran yang selanjutnya akan dibentuk atau dimolding, dan 3) *foam* dengan bentuk khusus seperti mangkok yang dibuat dengan proses pemanggangan (Iriani, 2011).

2.6 Thermopressing

Salah satu metode pembuatan biofoam yaitu metode *thermopressing*, dimana biofoam dibuat dengan menggunakan alat yang dapat menekan dan memanaskan bahan secara bersamaan (Yuliasih, 2012). Teknologi tersebut menggunakan prinsip pembuatan *wafer* dimana adonan dicetak pada suhu dan tekanan tertentu. Kadar air yang ada pada adonan akan menguap karena adanya panas yang kemudian berfungsi sebagai *blowing agent*. Selama proses pencetakan, uap air tersebut akan mendorong proses ekspansi dari adonan pati hingga terbentuk biofoam sesuai dengan bentuk cetakan yang digunakan (Shogren *et al.*, 1998). Teknologi ini pertama kali diperkenalkan

melalui penelitian Tiefenbacher (1993) dan dilanjutkan oleh Shogren *et al.*, (1998) yang menghasilkan biofoam dengan bahan baku pati jagung dan pati gandum yang ditambahkan dengan guar gum dan magnesium stearat. Bila diamati struktur morfologinya dengan menggunakan SEM, terlihat bahwa biofoam memiliki struktur seperti *sandwich* dimana pada bagian luar memiliki struktur yang lebih padat sedang bagian dalamnya berongga.

Menurut Shogren *et al.* (1998), bagian luar dari biofoam berbentuk lebih padat karena bagian tersebut yang menempel pada cetakan yang memiliki tingkat panas lebih tinggi. Akibatnya adonan akan mengering dengan cepat sehingga proses ekspansi tidak berjalan sempurna. Sementara itu, bagian dalam berbentuk rongga besar dengan sel yang terbuka yang merupakan jalan keluar dari uap panas yang bertekanan tinggi pada pembuatan biofoam. Seperti halnya biofoam berbentuk butiran, biofoam yang dihasilkan dengan teknologi wafer ini juga masih memiliki sifat mekanis yang rendah serta tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap kelembaban. Dari berbagai teknik serta jenis produk yang dapat dihasilkan pada pembuatan biofoam, teknologi *thermopressing* yang paling mudah aplikasinya karena tidak memerlukan peralatan yang canggih seperti ekstruder. Namun demikian, produk yang dihasilkan dengan teknik tersebut masih memiliki sifat fisik dan mekanis yang belum menggembirakan. Produk biofoam yang dihasilkan memiliki sifat rapuh, kaku, dengan sifat mekanis yang rendah (Glenn *et al.*, 2001).

2.7 Uji Karakterisasi Biofoam

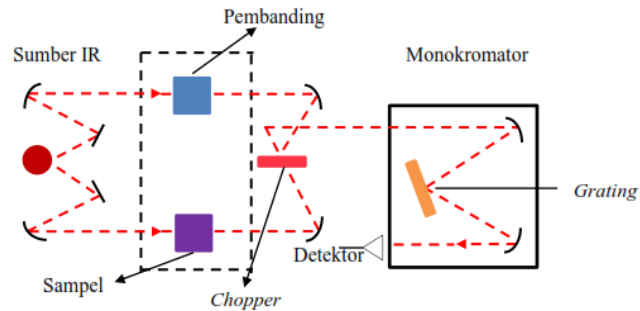
Uji Karakterisasi Biofoam dengan menggunakan Spektrofotometri Infra Red (IR), uji kuat tarik, uji kuat tekan, dan daya serap air pada biofoam.

2.7.1 Spektrofotometri IR

FT-IR (Fourier Transform Infra Red) atau spektrofotometri IR adalah instrumen spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi fourier untuk mendeteksi dan menganalisis hasil spektrumnya. Inti spektroskopi FT-IR merupakan interferometer Michelson berupa alat yang digunakan untuk menganalisis frekuensi dalam sinyal gabungan. Spektrum inframerah yang dihasilkan berasal dari pentransmision cahaya yang melewati sampel, pengukuran intensitas cahaya dengan detektor dan dibandingkan dengan intensitas tanpa sampel (blanko) sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrum inframerah yang dihasilkan diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang (μm) atau bilangan gelombang (cm^{-1}) (Anam, 2007).

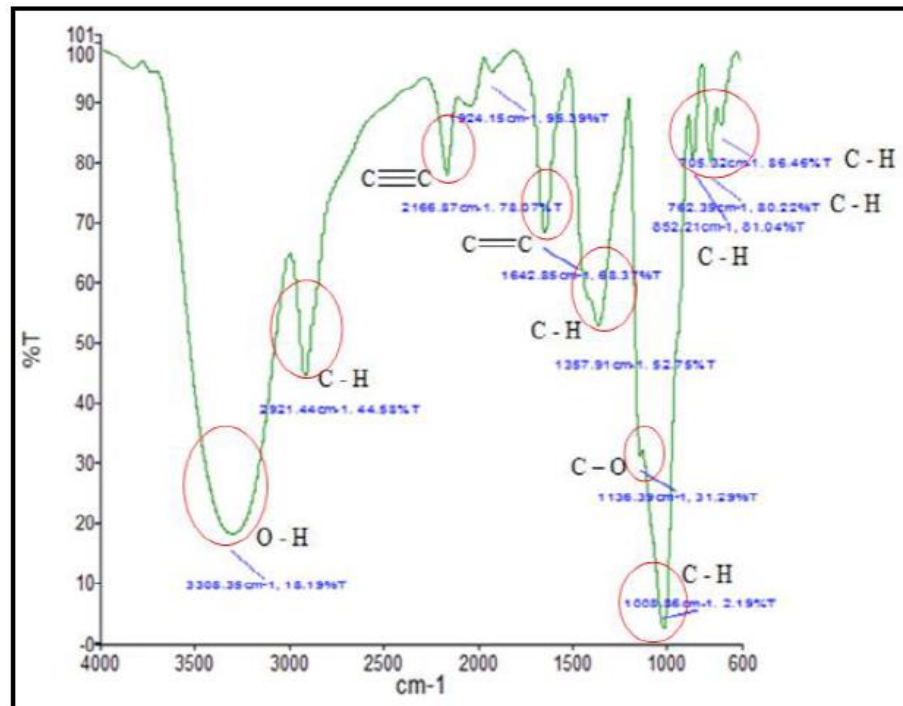
Sumber sinar yang digunakan pada FT-IR adalah keramik yang apabila dialiri arus listrik maka keramik ini dapat memancarkan *infrared*. Skema FT-IR dapat dilihat pada Gambar 2 dengan prinsip kerja yaitu energi *infrared* akan melewati celah ke sampel, dimana celah tersebut berfungsi mengontrol jumlah energi yang disampaikan kepada sampel. Selanjutnya beberapa *infrared* akan diserap oleh sampel dan yang lainnya ditransmisikan melalui permukaan sampel sehingga sinar *infrared* masuk ke

detektor dan sinyal yang terukur dikirim ke komputer (Thermo Nicolet Corporation, 2001).



Gambar 2. Skema FT-IR (Thermo Nicolet Corporation, 2001).

Berikut adalah hasil analisa gugus fungsi dengan menggunakan spektrofotometri FT-IR pada Biofoam.

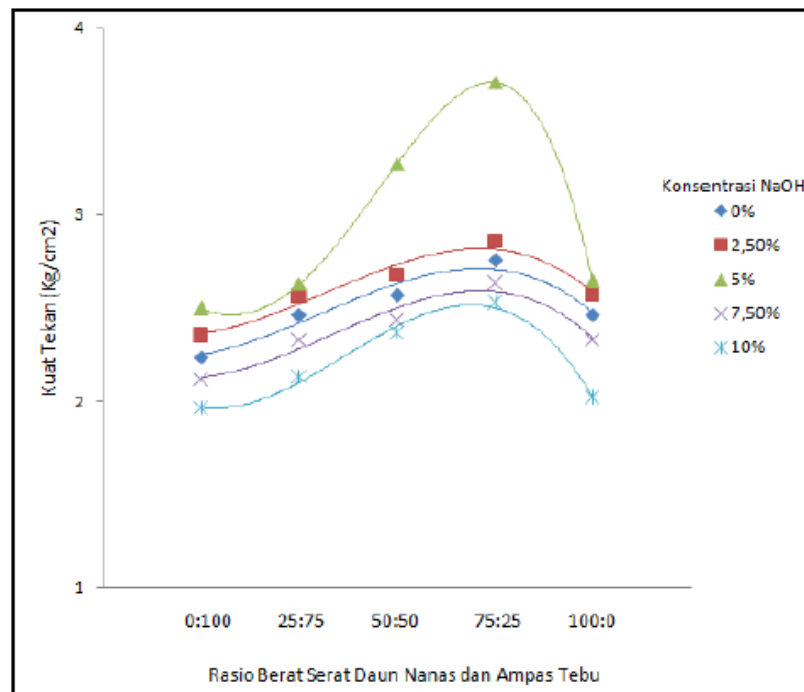


Gambar 3. Hasil analisa FTIR pada biofoam (Coniwati P, 2018).

Berdasarkan Gambar 3 didapatkan bahwa biofoam memiliki gugus fungsi C-H, C=C, alkuna, C-N dan O-H. Gugus fungsi yang paling banyak yaitu gugus fungsi alkana. Hal ini sesuai dengan analisa SEM EDX yang menunjukkan banyaknya kandungan karbon pada biofoam. Biofoam juga mengandung gugus O-H yang banyak sehingga biofoam dapat dengan mudah menyerap air. Gugus O-H ini juga mempengaruhi sifat *biodegradable* biofoam.

2.7.2 Kuat Tarik (Tensile Strength)

Dalam istilah umum, strength atau kekuatan adalah tegangan maksimum yang bisa ditahan oleh sebuah bahan ketika diregangkan atau ditarik, sebelum bahan tersebut patah. Kemampuan suatu struktur untuk menahan beban tanpa mengalami kerusakan. Kerusakan dapat terjadi oleh perpecahan karena tekanan yang berlebihan atau kemungkinan juga disebabkan oleh deformasi struktur. Tensile termasuk juga ketahanan material terhadap kuat tekan atau tegangan. Jumlah kekuatan yang dibutuhkan untuk memecah material. Hasil pengukuran ini berhubungan erat dengan jumlah plasticizer yang ditambahkan pada proses pembuatan *biodegradable foam* (Gedney, 2005). Berikut adalah grafik hasil uji kuat tarik pada biofoam:



Gambar 4. Hasil uji kuat tarik biofoam (Coniwati P, 2018).

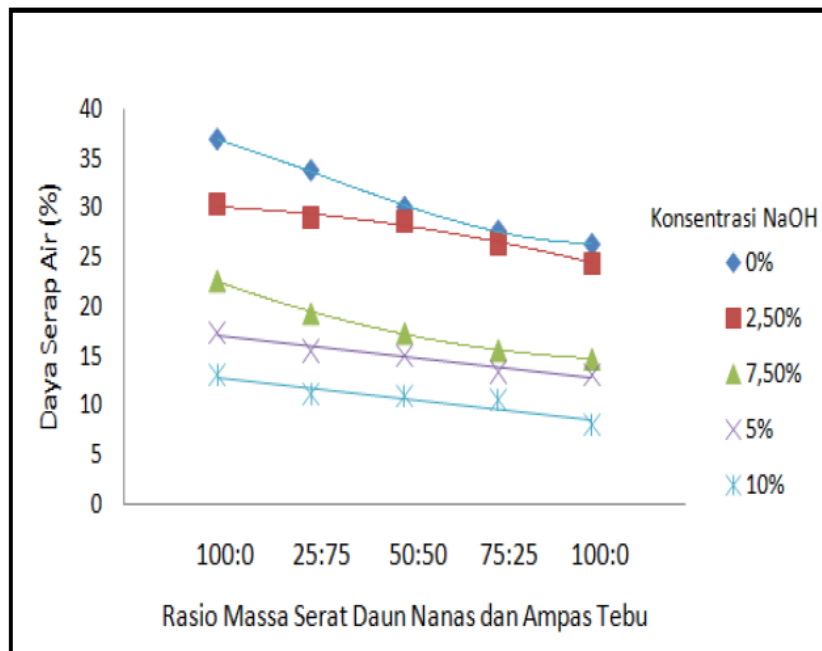
Gambar 4 menunjukkan pengaruh rasio massa serat daun nanas dan ampas tebu terhadap kuat tarik biofoam. Nilai kuat tarik biofoam pada rasio 0:100 hingga 75:25 mengalami kenaikan karena naiknya rasio massa menaikkan jumlah serat daun nanas. Peningkatan jumlah serat daun nanas menyebabkan kadar selulosa bertambah, sehingga kuat tarik biofoam meningkat. Namun nilai kuat tarik biofoam pada rasio massa serat daun nanas dan ampas tebu 75:25 hingga 100:0 mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena peningkatan jumlah serat daun nanas yang lebih tinggi menyebabkan kadar selulosa yang terlalu tinggi sehingga kurang bisa menyerap air. Akibatnya air tidak dalam keadaan terikat sehingga adonan biofoam menjadi encer. Encernya adonan biofoam mengakibatkan biofoam yang dihasilkan menjadi rapuh saat dipanaskan sehingga kuat tarik biofoam menurun.

2.7.3 Water absorption index (WAI)

Pengukuran *water absorption index* (WAI) dilakukan mengikuti standar prosedur ABNT NBR NM ISO 535(1999) Dalam Matsui *et al.* (2004) dimana sampel foam dipotong berukuran 25 x 50 mm² dan kemudian ditimbang. Selanjutnya sampel dicelupkan ke dalam air selama 1 menit dan sisa air pada permukaan dikeringkan menggunakan tisu. Sampel kemudian ditimbang kembali dan dihitung pertambahan berat sampel.

$$\text{WAI} = \frac{\text{Berat sampel setelah dicelup} - \text{Berat sampel awal} \times 100\%}{\text{Berat sampel awal}}$$

Berikut adalah grafik hasil uji kuat tarik pada biofoam:



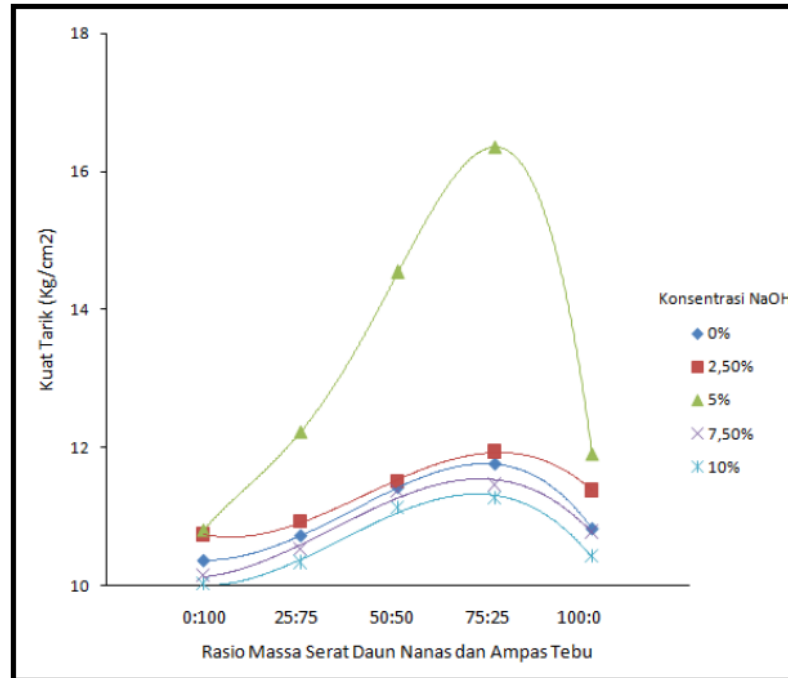
Gambar 5. Daya serap air biofoam (Coniwati P, 2018).

Gambar 5 menunjukkan penurunan persentase daya serap air biofoam seiring meningkatnya rasio berat serat daun nanas. Semakin banyak serat daun nanas, semakin rendah persentase daya serap air biofoam. Penurunan persentase daya serap air biofoam ini disebabkan karena serat daun nanas memiliki kandungan hemiselulosa yang lebih rendah dibandingkan serat ampas tebu, sehingga kenaikan jumlah serat daun nanas dalam biofoam menurunkan kadar hemiselulosa dalam biofoam. Padahal hemiselulosa memiliki sifat suka menyerap air (*hidrofilik*).

2.7.4 Kuat Tekan (Bursting Strength)

Pengujian ketahanan tarik dilakukan untuk menentukan rintangan kertas. Uji kuat tekan dilakukan dengan meletakkan sampel diantara clamp anular dimana tekanan dinaikkan bertahap terhadap diafragma oleh tekanan hidrolik pada keadaan tetap sehingga sampel retak. Faktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan retak yaitu panjang serat, dimana semakin pendek serat maka semakin menurun kekuatan retak dan ikatan antar serat, dimana proses penghalusan akan meningkatkan ikatan antar serat tetapi jika penghalusan semakin lama maka akan menghasilkan serat-serat yang lebih pendek akan mempengaruhi kekuatan retak. Selain itu, ketahanan retak juga dipengaruhi oleh proses pembentukan kertas, gramatur serta kelembapan (Cassey, 1981). Menurut SNI 14-0115- 1998 pengukuran ketahanan retak kertas dilakukan dengan menggunakan alat Bursting Strength dimana prinsip kerjanya yaitu mengukur gaya yang diperlukan untuk meretakkan selembar pulp dan diukur pada kondisi

standar. Setelah dilakukan pengukuran maka data pengukuran akan muncul pada display alat. Berikut adalah contoh grafik hasil uji kuat tarik pada biofoam:



Gambar 6 Hasil uji kuat tekan biofoam (Coniwati P, 2018).

Gambar 6 menunjukkan pengaruh rasio massa serat daun nanas dan ampas tebu terhadap kuat tekan biofoam. Nilai kuat tekan biofoam pada rasio 0:100 hingga 75:25 mengalami kenaikan. Hal ini disebabkan jumlah serat daun nanas meingkat sehingga kadar selulosa pada biofoam meningkat. Peningkatan kadar selulosa pada biofoam menyebabkan kuat tekan biofoam tinggi. Namun penurunan kuat tekan terjadi pada rasio 75:25 hingga 100:0. Penurunan kuat tekan terjadi karena terlalu banyaknya serat daun nanas yang ditambahkan sehingga kadar selulosa pada biofoam terlalu tinggi. Kadar selulosa yang terlalu tinggi mengakibatkan air yang digunakan pada saat pembuatan biofoam tidak bisa terikat sehingga kekentalan adonan menjadi rendah.

Kekentalan adonan yang terlalu rendah mengakibatkan ekspansi berlebihan sehingga biofoam yang dihasilkan menjadi rapuh. Rapuhnya biofoam yang dihasilkan akan menurunkan kuat tekan biofoam.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2023 - Juli 2023, bertempat di Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Isolasi selulosa dan pembuatan *biodegradable biofoam* dilakukan di Laboratorium Kimia Organik FMIPA Universitas Lampung. Identifikasi gugus fungsional menggunakan spektrofotometer IR di Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi (LTSIT) Universitas Lampung. Pengujian *tensile strength* dan *bursting strength* dilakukan di P.T. Great Giant Foods (GGF).

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat-alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain gelas kimia, gelas ukur, labu ukur, pipet tetes, spatula, batang pengaduk, neraca analitik, *magnetic stirrer*, *hot plate*, termometer, kertas saring, saringan mesh, erlenmeyer, corong kaca, pipet volume, pH meter, *freeze dryer*, *Spektrofotometri Fourier Transform Infrared (FTIR)*, *Universal Testing Machine*, *Bursting Strenght Tester*.

3.2.2 Bahan-bahan yang digunakan

Ampas bonggol Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) yang diperoleh dari PT. Great Giant Foods, Lampung Tengah, Provinsi Lampung. Bahan kimia yang digunakan meliputi natrium hidroksida (NaOH) teknis, hidrogen peroksida (H₂O₂) teknis, Na₂SO₃, polivinil alkohol (PVA) (C₂H₄O)_n, magnesium stearat (Mg(C₁₈H₃₅O₂)₂), gliserol (C₃H₈O₃), aquades, dan tepung tapioka.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Persiapan Bahan Baku

Ampas bonggol nanas dihilangkan kadar airnya dengan cara dikeringkan di dalam oven dengan suhu 105°C dan kemudian dihaluskan menggunakan gilingan hingga berbentuk bubuk halus.

3.3.2 Isolasi selulosa

50-gram ampas bonggol nanas ditakar dalam gelas beaker, kemudian ditambahkan NaOH 2%. Campuran disimpan selama 24 jam pada suhu kamar. Campuran dicuci dengan akuades hingga mencapai pH netral dan disaring untuk diambil residunya. Residu ampas bonggol nanas ditambahkan Na₂SO₃ 20% dengan perbandingan 1:15 (w/v). Setelah dicuci, campuran dipanaskan hingga 100°C selama 2 jam. Setelah proses pemanasan, residu dicuci dengan akuades dan disaring untuk diambil residunya.

Residu yang sudah terdelignifikasi dimurnikan sebanyak 2 kali dengan

menambahkan NaOH 20% ke dalam sampel dan suhu diatur pada 80°C. Saat proses pemanasan, campuran diaduk dengan magnetik stirer. Residu akhir yang sudah terdelignifikasi ditambahkan ke dalam H₂O₂ pada suhu 60°C dan diaduk dengan menggunakan magnetik stirer selama 1 jam. Setelah 1 jam pengadukan dan pemanasan, residu disaring dan dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C. Residu ditimbang pada neraca analitik

3.3.3 Pembuatan Biodegradable Foam

Pembuatan biodegradable foam dilakukan dengan metode Thermopressing. Bahan baku berupa tepung tapioka dan selulosa nanas akan dilakukan variasi dengan perbandingan 3:1, 1:3, dan 4:0 dari massa total bahan sebanyak 25 gram. Selanjutnya ditambahkan dengan PVA 2-gram, Mg Stearat 1 gram, Gliserol 1,25 mL, dan air 9 mL. Lalu dilakukan pengadukan agar semua bahan tercampur rata. Alat *thermopressing* dipanaskan hingga suhu mencapai 200° C. Lama proses pemanasan ini sekitar 5-10 menit. Kemudian cetakan yang sudah berisi adonan dimasukan ke alat thermopressing dengan suhu 200° C dengan waktu 5 menit, dengan tekanan yang kuat.

3.4 Karakterisasi Biofoam

3.4.1 Spektrofotometri Inframerah (IR)

Sampel kristal hasil isolasi yang telah murni dianalisis menggunakan spektrofotometer inframerah untuk mengetahui bilangan gelombang yang dapat menunjukkan gugus fungsi yang dimiliki senyawa isolat murni. Sebelumnya dilakukan terlebih dahulu proses preparasi dengan cara sampel dibebaskan dari air kemudian digerus bersama-sama dengan padatan halida anorganik yang berupa KBr. Gerasan kristal murni dengan KBr dibentuk menjadi lempeng tipis atau pelet dengan bantuan alat penekan *hand press* selama 10 menit. Kemudian pelet tersebut diukur puncak serapannya (Sudjadi, 1983).

3.4.2 Analisis Sifat Mekanis (ASTM D-638, 1991)

Sampel yang akan diuji dipotong dengan ukuran 1 cm x 5 cm. Disiapkan sebanyak 2 lembar sampel dan dihitung rata-rata tebalnya. Pengujian dilakukan dengan cara kedua ujung sampel dijepit mesin penguji. Kemudian dicatat panjang awalnya sementara ujung tinta pencatat diletakkan pada posisi 0 grafik. Tombol '*start*' dinyalakan dan alat akan menarik sampel hingga putus dan dicatat gaya kuat tarik (F) serta panjang setelah putus.

3.4.3 Water absorption index (WAI)

Pengukuran *water absorption index* (WAI) dilakukan mengikuti standar prosedur ABNT NBR NM ISO 535(1999) Dalam Matsui *et al.* (2004) dimana

sampel foam dipotong berukuran 25 x 50 mm² dan kemudian ditimbang. Selanjutnya sampel dicelupkan ke dalam air selama 1 menit dan sisa air pada permukaan dikeringkan menggunakan tisu. Sampel kemudian ditimbang kembali dan dihitung pertambahan berat sampel.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini antara lain:

1. Total yield selulosa yang dihasilkan sebanyak 3.87% setelah dilakukan dua kali proses delignifikasi menggunakan Na_2SO_3 dan NaOH 20%.
2. Pembuatan biofoam dengan hasil paling optimal dihasilkan dari variasi rasio tapioka dan selulosa sebesar 3:1 berdasarkan struktur permukaan dan warna biofoam.
3. Hasil eksperimen pengaruh penambahan selulosa bonggol nanas pada biofoam dengan variasi rasio tapioka dan selulosa yang dapat meningkatkan kuat tarik pada biofoam sebesar $4,24 \text{ N/mm}^2$, kuat tekan $5,63 \text{ N/mm}^2$, dan daya serap air 22%.
4. Penambahan selulosa yang diharapkan untuk menurunkan daya serap air pada biofoam justru meningkatkannya hingga 30%.
5. Jumlah selulosa yang terlalu besar akan menyebabkan selulosa tidak terdistribusi secara merata pada matriks pati dan menyebabkan penurunan sifat mekanis biofoam.

5.2 Saran

Saran yang diberikan untuk pengembangan penelitian ini di masa mendatang adalah:

1. Perlunya alat *thermopressing* yang layak agar hasil pembuatan biofoam lebih optimum.
2. Delignifikasi yang dilakukan cukup sekali saja agar total yield selulosa yang didapatkan bisa jauh lebih tinggi dari penelitian di atas.
3. Perlu dilakukan uji yang lebih bervariasi agar mengetahui sifat fisik dan sifat mekanis lain dari biofoam.
4. Perlu dilakukan penelitian ini dengan memanfaatkan berbagai sumber pati dan selulosa untuk mendapatkan produk dengan karakteristik yang sebanding dengan styrofoam.
5. Perlu dilakukan uji biodegradasi lebih lanjut terhadap biofoam untuk mengetahui ketahanan biofoam terhadap mikroorganisme pengurai dan jamur.

DAFTAR PUSTAKA

- Alreza, R. 2012. Pengaruh bahan pelapis terhadap karakteristik kelapa muda siap saji selama penyimpanan. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hal. 10.
- American Society for Testing and Materials. 1991 . Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Material. *ASTM (Annual Book of ASTM Standards)*. Philadelphia. USA.
- Anam, C., Sirojudin dan Firdausi, K. 2007. Analisis gugus fungsi pada sampel uji bensin dan sitrus menggunakan metode spektroskopi FTIR. *Berkala fisika*. 10 : 79-85.
- Avérous, L.C., Fringant, L., dan Moro. 2001. Plasticized starch-cellulose interactions in polysaccharide composites. *Polym*. 42(15): 6571-6578.
- Ban WP, Song JG, Argyropoulos DS, Lucia LA. 2006. Improved the physical dan chemical functionality of starch-derived films with biopolymer. *JAppl Polym Sci*. 100:2542-2548.
- Benezet, J.C., Davidovic, A.S., Bergeret, A., Ferry, L. dan Crespy, A. 2011. Mechanical and physical properties of expanded starch, reinforced by natural fibres. *Ind Crops Prod*. 37 (1): 435-440.
- Cassey, J.P. 1981. Pulp and paper : Chemistry and Chemical Technology. Vol.1. John Wiley and Sons. New York.
- Chesson, A. 1981. Effects of sodium hydroxide on cereal straw in relation to the enhanced degradation of structural polysaccharides by rumen microorganisms. *J. Sci. Food Agric*. 32:745-758.
- Coniwanti, P. et al. (2018). Pengaruh konsentrasi NaOH erta rasio serat daun nanas dan ampas tebu pada pembuatan biofoam. *Jurnal Teknik Kimia*. 24(1): 1–7.
- Davis, G., dan Song, J. H. 2006. Biodegradable packaging based on raw material from crops and their impact on waste management. *IndCrops Prod*. 23:147-161.

- Fessenden, R.J. dan Fessenden, J.S. 1995. Kimia Organik. Penerbit Erlangga. Jakarta. 436-444.
- Fikri., Elanda dan Veronica, A. 2018. Efektivitas Penurunan Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) dengan Sistem Kontak Media Karbon Aktif Menggunakan Variasi Ukuran Partikel Pada Proses Pembakaran Sampah Polistirena Foam. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. (Volume 17 No.1 April 2018 : 32-28).
- Gaspar M., Benko Z, Dogossy G, Reczey K, Czigany T. 2005. Reducing water absorption in composable starch-based plastics. *PolymDegradStabil*. 90:563-569.
- Gedney R. 2005. Tensile Strength Basics, Tips and Trends. International Journal of Quality Test and Inspection.
- Glenn, G.M., Orts, W.J., Nobe, G.A.R. 2001. Starch, fiber and CaCO₃ effects on the physical properties of foam made by baking process. *IndCrop Prod*. 14:201-212.
- Guan, J., Hanna, M.A. 2006. Selected Morphological and functional properties of extruded acetylated starch cellulose foams. *Bioresour Technol*.97(14):1716-1726.
- Ho, B.T., Roberts, T.K. dan Lucas, S., 2018, An overview on biodegradation of polystyrene and modified polystyrene: The microbial approach. *Critical Reviews In Biotechnology*. 38(2):308–320.
- Ir Lisdiana. 1997. Budidaya Nanas Pengolahan dan Pemasaran. Bogor : PT. Pustaka utama.
- Iriani, E,S., Rachma, N., Sunarti, T,C. 2011. Pengembangan Biodegradable Foam Berbahan Baku Pati. Bogor: Fakultas Matematika Institut Pertanian Bogor.
- Kaisangsri N, Kerdchoechuan O, Laohakunjit N. 2012. Biodegradable foam tray from cassava starch blended with natural fiber and chitosan. *Ind Crops Prod*. 37(1):542-546.
- Ketnawa, S., Chaiwut, P., & Rawdkuen, S. 2012. Pineapple wastes: A potential source for bromelain extraction. Food and Bioproducts Processing. Volume 90, pp. 385-391.
- Kirk, D. 1992. Physical Education, Discourse, and Ideology: Bringing the Hidden Curriculum Into View. *Quest*. 44:1, 35-56.

- Lawton, J.W., Shogren, R.L., Tiefenbacher, K.F. 2004. Aspen fiber addition improves the mechanical properties of baked cornstarch foams. *Ind Crop Prod.* 19, 41–48.
- Lestari, R.S.D., Denni Kartika Sari, Pengaruh Konsentrasi H₂O₂ Terhadap Tingkat Kecerahan Pulp Dengan Bahan Baku Eceng Gondok Melalui Proses Organosolv, *Jurnal Integrasi Proses*, 2016: 6(1):45-49
- Li, J. *et al.* (2009) ‘Microwave-assisted solvent-free acetylation of cellulose with acetic anhydride in the presence of iodine as a catalyst’, *Molecules*, 14(9), pp. 3551–3566. doi: 10.3390/molecules14093551.
- Lubis, A. A. 2007. Isolasi Lignin dari Lindi Hitam (Black Liquor) Proses Pemasakan Pulp Soda dan Pulp Sulfat. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Margaretha, Farah dan Khairunnisa. 2016. Pengaruh Struktur Modal dan Likuiditas terhadap Profitabilitas pada Usaha Kecil dan Menengah di Indonesia. Jakarta: *Jurnal fakultas ekonomi dan bisnis trisakti.*
- Matsui, K.N., Larotonda, F.D.S., Pae, S.S., Luiz, D.B., Pires, A.T.N., Laurindo, J.B. 2004. Cassava bagasse-Kraft paper composites: analysis of influence of impregnation with starch acetate on tensile strength and water absorption properties. *Carbohydr Polym.* 55 : 237–243.
- Miladinov V.D., and M.A. Hanna, 2001. Temperatures and Ethanol Effects on the Properties of Extruded Modified Starch. *Industrial Corps and Product* 13:21-28.
- Muharram, Fikri Ilyas. 2020. Penambahan Kitosan Pada Biofoam Berbahan Dasar Pati. Universitas Pendidikan Indonesia : Bandung. 5(2).
- Muljohardjo., Muchji. 1984. Nanas dan Teknologi Pengolahannya (Ananas comosus) (L) Merr). Yogyakarta : Liberty.
- Naiola, E dan Widhyastuti, N. 2007. Semi Purifikasi dan Karakterisasi Enzim Protease Bacillus sp. Berk. *Penelitian Hayati* (13): 51-56.
- Nasikin, M dan Makhdiyanti, A. 2003. Sintesis Metil Ester Sebagai Aditif Bahan Bakar Solar dari Minyak Sawit. *Jurnal Teknologi.* Vol. 1: (45-50).
- Novitasari, E.W., Rosaliana, E., Susanti, I., dan Jayanti, N.E. 2008. Pembuatan Etanol Dari Sari Kulit Nenas. Laporan Penelitian. Malang : Laboratorium Bioindustri Universitas Brawijaya.
- Pardo, M.E.S., Cassellis, M.E.S., Escobedo, R.M., and Garcia, E.J. 2014. Chemical Characterisation of the Industrial Residues of the Pineapple (Ananas comosus). *Journal of Agricultural Chemistry and Environment.* (3): 53 – 56.

- Prayitno, S., Rismunarsi, E., dan Romadhoni, S.H. 2016. Pengaruh penambahan serat bendrat dan styrofoam pada beton ringan terhadap kajian kuat tekan dan kuat geser. pp. 1064– 1071.
- Rajendra, P., Sapna, J., Shraddha., Ajay, K. 2012. Properties and Therapeutic Application of Bromelain: A Review. Hindawi Publishing Corporation *Biotechnology Research International*. Vol 2012. ID 976203, 6 pages DOI: 10.1155/2012/976203.
- Saleh, E. R. M., dan Rodianawati, I. 2014. Penentuan kondisi terbaik pembuatan biofoam dari limbah pertanian lokal Maluku Utara. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah: Jakarta.
- Salgado, P.R., Schmidt, V.C., Ortiz, S.E.M., Mauri, A.N., Laurindo, J.B. 2008. Biodegradable foams based on cassava starch, sunflower proteins and cellulose fibers obtained by baking process. *J Food Eng.* 85: 435-443.
- Šárka, E., Krulis., Z., Kotek, J., Růžek, L., Korbářová, A., Bubník, Z., dan Růžková, M. 2011. Application of Wheat B-Starch in Biodegradable Plastic Materials. *Journal of Food Sciences*.
- Setiati, R., Deana Wahyuningrum, Septorato Siregar, Taufan Marhaendrajana, Optimasi Pemisahan Lignin Ampas Tebu Dengan Menggunakan Natrium Hidroksida, *Ethos Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*): 2016:4(2): 257-264.
- Schmidt, V.C., dan Laurindo, J.B. 2010. Characterization of foam obtained from cassava starch, cellulose fibres and dolomitic limestone by a thermopressing process. *Braz Arch BiolTechnol.*53(1):185-192.
- Setyawati, S., dan Yulihastuti, D.A. 2011. Penampilan Reproduksi dan Perkembangan Skeleton Fetus Mencit Setelah Pemberian Ekstrak Buah Nanas Muda. *Jurnal Veterine*. Vol. 12(3). pp. 192-199.
- Shogren, R.L., Lawton, J.W., Doane, W.M., Tiefenbacher, K.F. 1998. Structure and morphology of baked starch foams. *Polym.* 39(25):6649-6655.
- Singh, A., dan Bishnoi, N. R. 2012. Enzymatic hydrolysis optimization of microwave alkali pretreated wheat straw. *Bioresource Technology* , 108: 95—101.
- Sjostrom, E.1995. Kimia Kayu Edisi 2: Dasar-Dasar Dan Penggunaannya. Gadjah Mada Press University Press. Yogyakarta.

- Streekumar PA, Gopalakrishnan P, Leblanc N, Saiter JM. 2010. Effect of glycerol and short sisal fibers on the viscoelastic behavior of wheat flour based thermoplastic. *Composites: Part A*. 41: 991–996.
- Sudjadi. 1983. Penentuan Struktur Senyawa Organik. Ghalia Indonesia. Bandung.
- Sukmawati, R.F. 2009. Pembuatan Bioethanol Dari Kulit Singkong. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Sulchan, Mohammad dan Endang, N.W. 2007. Keamanan Pangan Kemasan Plastik dan Styrofoam. *Majalah Kedokteran Indonesia* Vol. 57, No. 2, Februari 2007: 54-59.
- Sumanti, D., M. C., Tjahjadi, M., Herudiyanto, T., Sukarti. 2003. Mempelajari Mekanisme Produksi Minyak Sel Tunggal dengan Sistem Fermentasi Padat pada Media Onggok-Ampas Tahu dengan Menggunakan Kapang *Aspergillus terreus*. *Laporan Penelitian Dasar*. Fakultas Pertanian. Universitas Padjadjaran. Hal 10.
- Syah, M. A. I., E. Anom, S. I. Putra. 2015. Pengaruh pemberian beberapa dosis pupuk NPK tablet terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman nanas (*Ananas comosus*(L.) Merr) di lahan gambut. Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau. *Jurnal Online Mahasiswa Faperta* 2(1):1-8.
- Thermo Nicolet Corporation. 2001. Introduction to Fourier Transform Infrared Spectrometry. *Thermo Electron Co.* USA. Pp. 2-7.
- Tiefenbacher, K.F. 1993. Starch-based foamed material– use and degradation properties. *JMacromolSciPureA*.30:727-731.
- Winastia, B. 2011. Analisa Asam Amino pada Enzim Bromelin dalam Buah Nanas. (*Ananas Comusus*) Menggunakan Spektrofotometer. Tugas Akhir Program Studi Diploma III progdi Teknik Kimia. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Yu L, Chen GL. 2009. Self-aggregated nanoparticles from linoleic acid modified carboxymethyl chitosan: synthesis, characterization and application in vitro. *Coll SurfB*. 69(2): 178-182.
- Yuanita, L., Pengaruh Kadar Pektat, Hemiselulosa, Lignin, dan Selulosa Terhadap Persentase Fe terikat oleh Makromolekul Serat Pangan: Variasi pH dan Lama Perebusan, *Indo. J. Chem.*, 2006, 6(3):332 – 337.