

**KARAKTERISTIK *BIOFOAM* BERBAHAN DASAR
LIMBAH KULIT SINGKONG DAN AMPAS TEBU
DENGAN PENAMBAHAN JAMUR *Fusarium* sp.
PENGANTI *STYROFOAM* SINTETIS**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat Sarjana S1 Program Studi
Biologi



Disusun oleh
Mukhammad Ibnu Muta'al Kamdan
18106040027

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2023**



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2371/Un.02/DST/PP.00.9/08/2023

Tugas Akhir dengan judul : Karakteristik Biofoam Berbahan Dasar Limbah Kulit Singkong dan Ampas Tebu dengan Penambahan Jamur *Fusarium* sp. Pengganti Styrofoam Sintetis

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MUKHAMMAD IBNU MUTA'AAL KAMDAN
Nomor Induk Mahasiswa : 18106040027
Telah diujikan pada : Jumat, 18 Agustus 2023
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Valid ID: 64e891e6c947

Ketua Sidang

Lela Susilawati, S.Pd., M.Si., PhD.
SIGNED



Valid ID: 64e6f40cb6859

Penguji I

Agessty Ika Nurlita, M.Si.
SIGNED



Valid ID: 64e7096e117ca

Penguji II

Dr. Arifah Khushnuryani, S.Si., M.Si.
SIGNED



Valid ID: 64e8b66e99085

Yogyakarta, 18 Agustus 2023
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mukhammad Ibnu Muta'al Kamdan

NIM : 18106040027

Program Studi : Biologi

Menyatakan dengan sesungguhnya skripsi saya ini adalah asli hasil karya atau penelitian penulis sendiri dan bukan plagiasi dari hasil karya orang lain kecuali pada bagian yang dirujuk sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya agar dapat diketahui oleh anggota dewan penguji.

Yogyakarta, 14 Agustus 2023

Yang menyatakan,



Mukhammad Ibnu Muta'al Kamdan

NIM. 18106040027

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Surat Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Mukhammad Ibnu Muta'al Kamdan
NIM : 18106040027
Judul Skripsi : Karakteristik *Biofoam* Berbahan Dasar Limbah Kulit Singkong dan Ampas Tebu dengan Penambahan Jamur *Fusarium* sp. Pengganti *Styrofoam* Sintetis

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu Biologi.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

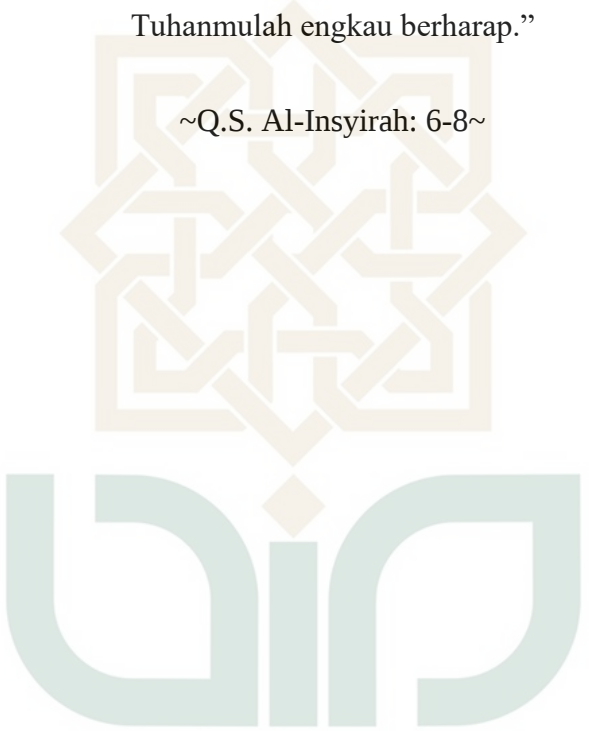
Yogyakarta, 14 Agustus 2023
Pembimbing,


Lela Susilawati, S.Pd., M.Si., PhD.
NIP: 19790127 200901 2 004

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.”

~Q.S. Al-Insyirah: 6-8~



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PERSEMBAHAN

Dengan segala puji dan Syukur atas Rahmat Allah SWT yang telah memberikan penulis kemudahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Terima kasih untuk seluruh pihak yang terlibat dalam proses penyelesaian tugas akhir ini. Banyak kesulitan dan kendala yang terjadi, namun hal itu tentunya tidak lepas dari doa dan dukungan seluruh pihak yang terlibat dalam proses tugas akhir penulis. Tugas akhir ini penulis persembahkan untuk: Orang tua tercinta saya, Ibu Endang Retno Wulan, Bapak Kamdan serta seluruh keluarga besar saya terima kasih untuk segala doa dan dukungan yang telah diberikan, ini untuk Ibu dan Bapak.



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah *rabbil 'alamin*, atas rahmat serta karunia Allah SWT penulis panjatkan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, hidayah, serta inayah-Nya yang berupa kesehatan, lindungan, serta bimbingan kepada penulis sehingga diberikan kemudahan dan kelancaran dalam penulisan skripsi yang berjudul “KARAKTERISTIK *BIOFOAM* BERBAHAN DASAR LIMBAH KULIT SINGKONG DAN AMPAS TEBU DENGAN PENAMBAHAN JAMUR *Fusarium* sp. PENGGANTI *STYROFOAM* SINTETIS” Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta.

Penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan dan dukungan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada:

1. Ibu Endang Retno Wulan dan Bapak Kamdan, selaku orang tua penulis yang senantiasa memberikan doa dan dukungan penuh, ini untuk Ibu dan Bapak.
2. Bapak Prof. Dr. Phil. Al Makin, S.Ag., M.A. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Ibu Najda Rifqiyati, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta.

5. Ibu Lela Susilawati, S.Pd., M.Si., PhD. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, arahan, dan bimbingannya dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Dony Eko Saputro, S.Pd.I. dan Ibu Ethik Susiawati Purnomo, S.Si. selaku PLP di Laboratorium Biologi UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta.
7. Bapak Ibu Dosen Pengajar Program Studi Biologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga, Yogyakarta, yang telah memberikan ilmu yang diberikan selama perkuliahan berlangsung.
8. Mukhammad Hisyam Alawy Kamdan dan Arum Tyas Rizka Yulianto selaku kakak penulis, terima kasih atas doa dan dukungannya.
9. Bapak Bambang Setiyo Utomo selaku paman penulis, terima kasih atas doa dan dukungannya.
10. Teman-teman mahasiswa Biologi yang selalu berbagi cerita dan pengalaman selama studi.
11. AKB48, SKE48, NMB48, HKT48, NGT48, STU48, JKT48, Nogizaka46, Sakurazaka46, Hinatazaka46, Equal Love, Not Equal Me, Nearly Equal Joy, Last Idol, Takane no Nadeshiko, Onephony, Mirai Sagashi, Peel the Apple, Dream Passport, Atarashii Gakkou selaku grup musik yang musik-musiknya selalu didengar penulis selama proses penulisan tugas akhir.
12. Semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, kemudahan, dan semangat dalam proses penyelesaian tugas akhir (skripsi) ini.

Sebagai penutup, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kesalahan yang terdapat dalam karya tulis ini. Oleh karena itu penulis menerima

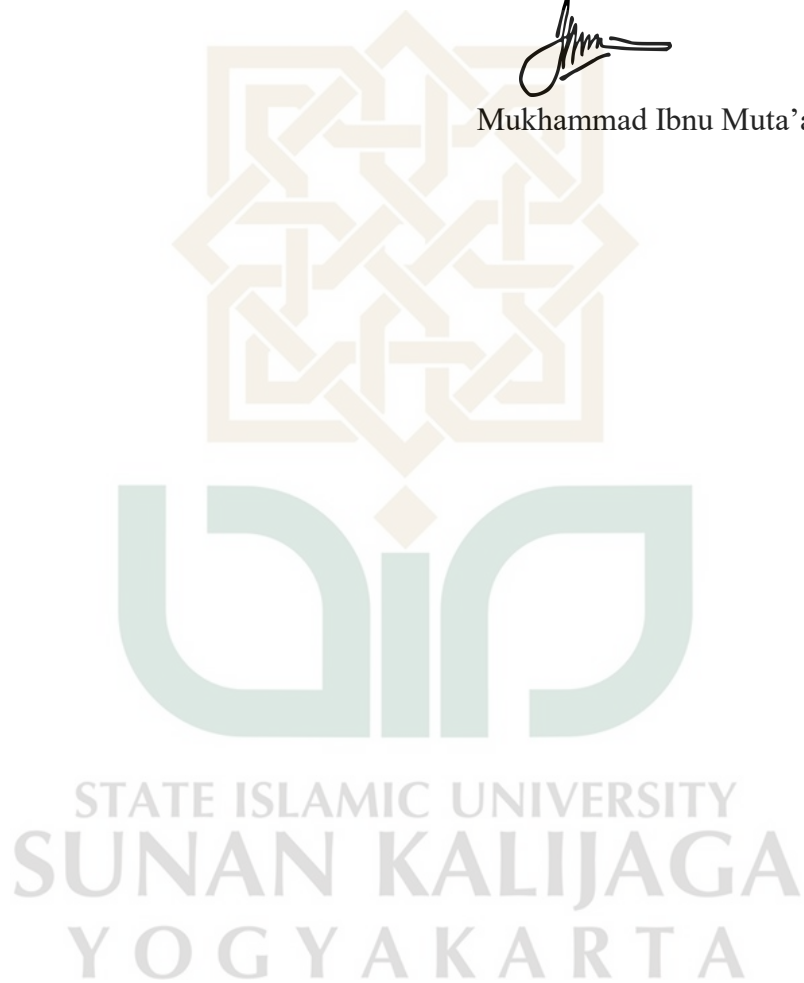
saran dan masukan pengembangan penelitian dalam karya tulis ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, 16 Agustus 2023

Penulis



Mukhammad Ibnu Muta'al Kamdan



KARAKTERISTIK *BIOFOAM* BERBAHAN DASAR LIMBAH KULIT SINGKONG DAN AMPAS TEBU DENGAN PENAMBAHAN JAMUR *Fusarium* sp. PENGGANTI *STYROFOAM* SINTETIS

Mukhammad Ibnu Muta'aal Kamdan

18106040027

ABSTRAK

Biofoam (*Biodegradable foam*) merupakan salah satu produk yang berpotensi menjadi alternatif pengganti *styrofoam* berbahan polimer sintesis. Pemanfaatan limbah pertanian yang mengandung pati dan selulosa seperti limbah kulit singkong dan ampas tebu, potensial dimanfaatkan sebagai substrat produksi *biofoam* dengan menggunakan penambahan bahan *perekat* berasal dari miselium jamur dari genus *Fusarium* sp. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi substrat dan waktu pertumbuhan miselium *Fusarium* sp. terhadap karakteristik mekanik (densitas) dan fisik (daya serap air dan biodegradabilitas) *biofoam* berbahan dasar limbah kulit singkong dan ampas tebu. Lima isolat *Fusarium* sp. (1BW₂, 2BW, 2BW₂, C₃B, dan C₂Pr) dievaluasi kemampuan tumbuhnya pada substrat bubuk kulit singkong dan ampas tebu dengan komposisi substrat dan masa inkubasi yang berbeda-beda. Isolat *Fusarium* sp. C₃B terpilih berdasarkan hasil *screening* yaitu berdasarkan kemampuan tumbuhnya media campuran bubuk kulit singkong dan ampas tebu, dan nilai densitasnya. Isolat C₃B memiliki aktivitas amilolitik dan selulolitik meski dengan nilai indeks enzim relatif rendah yaitu berturut-turut 4,30 dan 4,80 mm. Berdasarkan hasil uji mekanik dan fisik, komposisi 10 g bubuk kulit singkong berpengaruh secara signifikan terhadap produk *biofoam* sedangkan isolat C₃B memiliki potensi dalam memperbaiki struktur dan kualitas produk *biofoam* pada waktu inkubasi 14 dan 21 hari. Dengan demikian, *Fusarium* sp. C₃B memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan produk *biofoam*.

Kata kunci: *Biofoam*, *Fusarium* sp., aktivitas enzimatis, limbah kulit singkong, ampas tebu.

CHARACTERISTICS OF BIOFOAM BASED ON CASSAVA PEEL WASTE AND SUGARCANE BAGASSE WITH THE ADDITION OF *Fusarium* sp. TO REPLACE SYNTHETIC STYROFOAM

Mukhammad Ibnu Muta'aal Kamdan

18106040027

ABSTRACT

Biofoam (Biodegradable foam) is one product that has the potential to be an alternative to styrofoam made from synthetic polymers. The utilization of agricultural waste containing starch and cellulose, such as cassava peel waste and bagasse, has the potential to be used as a substrate for biofoam production using the addition of adhesive material derived from fungal mycelium from the genus *Fusarium* sp. The purpose of this study was to determine the effect of variations in substrate composition and growth time of *Fusarium* sp. mycelium on mechanical (density) and physical (water absorption and biodegradability) characteristics of biofoam made from cassava peel waste and bagasse. Five isolates of *Fusarium* sp. (1BW₂, 2BW, 2BW₂, C3B, and C₂Pr) were evaluated for their growth ability on cassava peel powder and bagasse substrates with different substrate compositions and incubation periods. *Fusarium* sp. isolate C₃B was selected based on the screening results, namely based on its ability to grow on mixed media of cassava peel powder and bagasse, and its density value. Isolate C₃B has amylolytic and cellulolytic activities although with relatively low enzyme index values of 4.30 and 4.80 mm, respectively. Based on the results of mechanical and physical tests, the composition of 10 g cassava peel powder significantly affects biofoam products while isolate C3B has the potential to improve the structure and quality of biofoam products at incubation times of 14 and 21 days. Thus, *Fusarium* sp. C3B has the potential to be developed as an additive in the manufacture of biofoam products.

Keywords: Biofoam, *Fusarium* sp., enzymatic activities, cassava peel waste, sugarcane bagasse

DAFTAR ISI

HALAMAN COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Keberadaan Plastik bagi Manusia dan Lingkungan	7
B. Dampak <i>Styrofoam</i> sebagai Pengemas Makanan dan Minuman	8
C. <i>Biofoam (Biodegradable Foam)</i> Berbahan Dasar Kulit Singkong dan Ampas Tebu sebagai Alternatif Pengganti <i>Styrofoam</i> Sintetis	10
D. Modifikasi Mekanik <i>Biofoam</i> dengan Penambahan Miselium Jamur .	14
E. Mekanisme Fungi Berfilamen dalam Mendegradasi Pati dan Selulosa	16
BAB III METODE PENELITIAN	21

A. Tempat dan Waktu Penelitian	21
B. Rancangan Penelitian	21
C. Alat dan Bahan.....	22
D. Prosedur Kerja	23
1. Persiapan dan peremajaan isolat <i>Fusarium</i> sp.	23
2. Persiapan substrat	23
a. Kulit singkong.....	23
b. Ampas tebu	24
3. Tahapan <i>screening</i> isolat <i>Fusarium</i> sp.....	24
4. Sterilisasi substrat	26
5. Inokulasi isolat <i>Fusarium</i> sp. unggul pada media substrat dan pembuatan <i>biofoam</i>	26
E. Pengujian Sifat Mekanik dan Fisik Produk <i>Biofoam</i>	27
1. Uji Densitas.....	27
2. Uji Daya Serap Air.....	28
3. Uji Biodegradibilitas	28
F. Uji Kemampuan Peoduksi Enzim Ekstraseluler <i>Fusarium</i> sp.	
Unggul: Amilase dan Selulase.....	30
G. Analisis Data.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
A. Hasil Penelitian.....	32
1. Karakteristik morfologi <i>Fusarium</i> sp.....	32
2. Screening <i>Fusarium</i> sp. pada Campuran Substrat Bubuk Kulit Singkong dan Ampas Tebu	32
3. Uji kemampuan amilolitik dan selulolitik isolat unggul <i>Fusarium</i> sp. C ₃ B	35
4. Uji Densitas isolat unggul C ₃ B	36
5. Uji Daya Serap Air isolat unggul C ₃ B	38
6. Uji Biodegradibilitas isolat unggul C ₃ B.....	40
B. Pembahasan.....	42

BAB V PENUTUP	51
A. Simpulan	51
B. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rancangan penelitian dengan kombinasi komposisi substrat dan waktu inkubasi.....	22
Tabel 2. Kode 5 isolat <i>Fusarium</i> sp. dan sumbernya	23
Tabel 3. Nilai Densitas <i>Biofoam</i> Bubuk Kulit Singkong dan Ampas Tebu dengan penambahan miselium <i>Fusarium</i> sp. C ₃ B.....	36
Tabel 4. Persentase Daya Serap Air <i>Biofoam</i> Bubuk Kulit Singkong dan Ampas Tebu dengan penambahan miselium <i>Fusarium</i> sp. C ₃ B	38
Tabel 5. Persentase Biodegradibilitas <i>Biofoam</i> Bubuk Kulit Singkong dan Ampas Tebu dengan penambahan miselium <i>Fusarium</i> sp. C ₃ B	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Proses hidrolisis pati oleh enzim amilase (Hii et al., 2012).....	17
Gambar 2. Proses hidrolisis selulosa oleh enzim selulase (Kumla et al., 2020)	18
Gambar 3. Morfologi lima isolat <i>Fusarium</i> uji dari penampakan bawah media PDA setelah diinkubasikan selama 7 hari pada suhu ruang. Isolat 1BW ₂ , 2BW, dan 2BW ₂ (a; b; c) diisolasi dari tanaman pisang dan isolat C ₃ B dan C ₂ Pr (d dan e) dari tanaman cabai	32
Gambar 4. Penampakan miselium isolat jamur <i>Fusarium</i> sp. dari atas media campuran bubuk kulit singkong dan ampas tebu setelah masa inkubasi 7 hari pada suhu ruang. (a) 1BW ₂ ; (b) 2BW; (c) 2BW ₂ ; (d) C ₃ B; dan (e) C ₂ Pr (Kiri : tampak atas; Kanan : Tampak Bawah).....	33
Gambar 5. Hasil pengamatan uji kemampuan tumbuh lima isolat <i>Fusarium</i> sp. 1BW ₂ , 2BW, 2BW ₂ , C ₃ B, dan C ₂ Pr yang ditumbuhkan pada media campuran bubuk kulit singkong dan ampas tebu selama 7 hari pada suhu ruang	34
Gambar 6. Penampakan campuran substrat dan miselium jamur dalam membentuk struktur padat <i>biofoam</i> . (a) Isolat 1BW ₂ ; (b) 2BW ₂ ; dan (c) C ₃ B setelah inkubasi selama 7 hari pada suhu ruang	34
Gambar 7. Hasil pengamatan uji densitas tiga isolat <i>Fusarium</i> sp. terpilih 1BW ₂ , 2BW ₂ , dan C ₃ B yang ditumbuhkan pada media campuran bubuk kulit singkong dan ampas tebu selama 7 hari pada suhu ruang	35
Gambar 8. Hasil uji penghasilan enzim amilase isolat C ₃ B (a) yang ditumbuhkan pada media pati; dan enzim selulase (b) yang ditumbuhkan pada media CMC setelah masa inkubasi selama 2 hari pada suhu ruang. Zona bening ditunjukkan dengan tanda panah.....	36
Gambar 9. Perlakuan terbaik sampel <i>biofoam</i> dengan nilai densitas tertinggi (A1T3).....	37
Gambar 10. Perbedaan Nilai Densitas <i>Biofoam</i> Bubuk Kulit Singkong dan Ampas Tebu dengan 3 komposisi berbeda yaitu A1 (10 g bubuk kulit singkong); A2 (5 g bubuk kulit singkong + 1 g ampas tebu); dan A3 (2 g ampas tebu) dengan penambahan miselium <i>Fusarium</i> sp. C ₃ B ...	37
Gambar 11. Perlakuan terbaik sampel <i>biofoam</i> dengan penambahan isolat <i>Fusarium</i> sp. C ₃ B dengan persentase daya serap air terendah (A1T3)	39
Gambar 12. Perbedaan Persentase Daya Serap Air <i>Biofoam</i> Bubuk Kulit Singkong dan Ampas Tebu dengan 3 komposisi berbeda yaitu A1 (10	

g bubuk kulit singkong); A2 (5 g bubuk kulit singkong + 1 g ampas tebu); dan A3 (2 g ampas tebu) dengan penambahan miselium *Fusarium* sp. C₃B..... 39

Gambar 13. Perlakuan terbaik sampel *biofoam* dengan penambahan isolat *Fusarium* sp.C₃B dengan persentase biodegradabilitas tertinggi (A1T2): (a) sebelum proses degradasi dan (b) setelah proses degradasi yaitu setelah dipendam tanah selama 14 hari 41

Gambar 14. Perbedaan Persentase Biodegradabilitas *Biofoam* Bubuk Kulit Singkong dan Ampas Tebu dengan 3 komposisi berbeda yaitu A1 (10 g bubuk kulit singkong); A2 (5 g bubuk kulit singkong + 1 g ampas tebu); dan A3 (2 g ampas tebu) dengan penambahan miselium *Fusarium* sp. C₃B..... 41

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Salah satu polimer yang dimanfaatkan secara luas dalam produksi bahan pengemas adalah polistirena, mempunyai sifat fleksibel, tidak mudah pecah, tahan air, ringan, kuat serta harganya yang murah menjadikannya bahan penyusun produk plastik (Rosmainar *et al.*, 2021). Sifat plastik yang sukar terurai dapat memungkinkan terjadinya pencemaran tanah atau air saat keberadaannya sudah menjadi sampah di alam. Sampah plastik juga akan menghasilkan senyawa karsinogenik berupa *polychloro dibenzo dioxins* dan *polychloro dibenzo furan* yang berbahaya bagi lingkungan dan makhluk hidup saat dibakar. Metode daur ulang sampah plastik hanya akan menghasilkan produk baru yang tidak efisien dengan kualitas yang rendah (Lumingkewas *et al.*, 2021).

Indonesia menempati peringkat kedua dunia setelah Tiongkok sebagai negara penyumbang sampah plastik terbesar (World Bank, 2018). Indonesia menghasilkan sekitar 3,22 juta ton/tahun dan sekitar 0,48-1,29 ton sampah plastik terbuang ke laut per tahunnya. Pengelolaan sampah plastik yang tidak baik menyebabkan negara Indonesia berada di peringkat kelima dunia sebagai negara dengan sampah plastik yang tidak dikelola dengan baik dengan jumlah sekitar 820 ribu sampah plastik (Hendar *et al.*, 2022).

Styrofoam merupakan jenis plastik berbahan polistirena yang banyak dimanfaatkan sebagai pengemas makanan. Kandungan stirena sebesar 5% akan berbahaya saat digunakan sebagai wadah makanan (Insan

et al., 2022). Stirena merupakan bahan kimia beracun (neurotoksik) yang dapat menyerang saraf dan mengakibatkan kerusakan saraf otak pada manusia. *World Health Organization* (WHO) dan *Environmental Protection Agency* (EPA) menyatakan bahwa benzen (senyawa penyusun stirena) tidak dapat dicerna oleh sistem pencernaan dan tidak dapat diekskresikan melalui urin maupun feses (Harunsyah *et al.*, 2020). Penggunaannya yang sekali pakai menyebabkan *styrofoam* bersifat tidak ramah lingkungan sebab jumlah produksinya yang melimpah dan tidak dapat terurai di alam (Lumingkewas *et al.*, 2021). Oleh sebab itu diperlukan adanya suatu alternatif pengganti *styrofoam* sebagai pengemas makanan dari bahan alam yang lebih ramah lingkungan dan tidak memberikan efek buruk bagi kesehatan manusia.

Biokomposit adalah campuran dua atau lebih material yang terdiri dari biopolimer yang diperkuat oleh serat alam. Bahan berbasis bio didefinisikan sebagai bahan yang mengandung setidaknya satu komponen yang diproduksi secara biologis dan dapat terurai sepenuhnya secara hayati. Faktor utama yang menarik dari keberadaan biokomposit adalah adanya kemungkinan untuk memanfaatkan limbah biologis, seperti sekam, limbah serat, maupun sisa batang (Girometta *et al.*, 2019).

Pati dan selulosa merupakan contoh polisakarida hayati yang melimpah di alam. Pati telah banyak dimanfaatkan di berbagai industri seperti pada pembuatan plastik *biodegradable* karena sifatnya yang tidak beracun dan dapat diperbaharui (Guo *et al.*, 2019), salah satunya pati dari

kulit singkong. Limbah kulit singkong mengandung pati sebesar 44-49% sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan plastik *biodegradable* (Sarlinda *et al.*, 2022).

Selulosa merupakan salah satu polimer alam yang jumlahnya melimpah dan dapat diekstraksi dari kayu maupun kapas. Selain itu, selulosa juga bersifat biokompatibel, toksisitasnya rendah dan *biodegradable* sehingga cukup menjanjikan dalam pembuatan plastik *biodegradable* (Xu *et al.*, 2016). Ampas tebu merupakan salah satu limbah organik dengan kandungan selulosa yang tinggi sebesar 37% dengan ikatan antar seratnya yang kuat (Bahri *et al.*, 2021). Ampas tebu merupakan suatu residu dari proses penggilingan tanaman tebu setelah diekstrak air gulanya sehingga dihasilkan sebuah produk samping berupa sejumlah besar limbah berserat yang dikenal sebagai ampas tebu (*bagasse*) (Purnawan *et al.*, 2012). Guna memanfaatkan kedua jenis limbah organik tersebut, diperlukan penguraian kandungan pati dan selulosa melalui aktivitas enzim amilase dan selulase, salah satunya dengan memanfaatkan jamur. Salah satu jenis jamur yang mempunyai potensi tersebut adalah jamur dari genus *Fusarium* sp.

Fusarium sp. merupakan jamur berfilamen yang terdistribusi di dalam tanah dan dikenal sebagai jamur tular tanah sebab kemampuannya dalam berasosiasi dengan akar tanaman sebagai parasit atau saprofit sehingga menyebabkan penyakit layu tanaman (Okungbowa & Shittu, 2012). Choi *et al.* (2005) menjelaskan bahwa genus *Fusarium* sp. dapat memproduksi enzim amilase sehingga mampu mendegradasi substrat

berupa pati. Selain itu, spesies jamur *Fusarium oxysporum* juga telah diteliti di atas media jerami padi, ampas tebu, dan kulit pisang dalam mendegradasi selulosa, menunjukkan adanya kandungan enzim selulase di dalamnya (Kadarmoidheen *et al.*, 2012).

Jamur *Fusarium* sp. akan melepaskan enzim amilase (α -amilase) dan selulase saat ditumbuhkan di atas media dengan kandungan nutrisi berupa pati dan selulosa. Pertumbuhan miselium menunjukkan bahwa jamur *Fusarium* sp. telah mendegradasi media pertumbuhan dan mengambil nutrisi untuk pertumbuhannya. Miselium akan terus tumbuh dan berikatan dengan media hingga membentuk struktur tiga dimensi yang kompak/solid (Nashiruddin *et al.*, 2021). Struktur tiga dimensi mengacu pada sebuah struktur yang mempunyai panjang, lebar, dan tinggi atau tebal serta dapat dilihat dari berbagai arah pandang (Krisnawati & Supriyono, 2013). Struktur inilah yang disebut dengan struktur *biofoam* (*biodegradable foam*).

Pati dan selulosa merupakan contoh bahan alam yang sering dimanfaatkan dalam pembuatan *biofoam* sebab mampu menghasilkan produk dengan beberapa keunggulan antara lain bahan mudah diperoleh, tidak beracun, biaya produksi rendah dan bersifat *biodegradable* (Hevira *et al.*, 2021). Selain itu, pati dan selulosa juga mempunyai sifat termoplastik, sifat yang menunjukkan kemampuannya untuk dapat dibentuk/dicetak melalui proses pemanasan (Zulnazri, 2012), salah satunya berpotensi untuk dicetak menjadi bentuk kemasan *biofoam* (Stevens *et al.*, 2010; Pratiwi *et al.*, 2016).

Berdasarkan paparan di atas, potensi limbah kulit singkong dan ampas tebu akan dipelajari dengan memanfaatkan penambahan miselium *Fusarium* sp. sehingga dihasilkan produk *biofoam* sebagai alternatif bahan pengganti *styrofoam* sintetis.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi komposisi bubuk kulit singkong dan ampas tebu terhadap uji densitas, daya serap air, dan biodegradibilitas *biofoam* dengan penambahan jamur *Fusarium* sp.?
2. Bagaimana pengaruh waktu inkubasi terhadap uji densitas, daya serap air, dan biodegradibilitas *biofoam* dengan penambahan jamur *Fusarium* sp.?
3. Bagaimana kemampuan aktivitas amilolitik dan selulolitik jamur *Fusarium* sp.?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh variasi komposisi bubuk kulit singkong dan ampas tebu terhadap uji densitas, daya serap air, dan biodegradibilitas *biofoam* dengan penambahan jamur *Fusarium* sp.
2. Mengetahui pengaruh waktu inkubasi terhadap uji densitas, daya serap air, dan biodegradibilitas *biofoam* dengan penambahan jamur *Fusarium* sp.
3. Mengetahui kemampuan aktivitas amilolitik dan selulolitik jamur *Fusarium* sp.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat mengeksplorasi fungsi lain dari keberadaan jamur di alam salah satunya pada genus *Fusarium* sp. sebagai bahan berkelanjutan yang ramah bagi kelangsungan lingkungan dan makhluk hidup melalui potensinya dalam produksi *biofoam* atau *biodegradable foam* pengganti produk *styrofoam* sintesis dalam industri pengemasan makanan.



BAB V PENUTUP

A. Simpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Komposisi substrat dengan 10 g bubuk kulit singkong mampu memperbaiki kualitas *biofoam* berdasarkan uji densitas, daya serap air dan biodegradibilitas.
2. Waktu inkubasi jamur *Fusarium* sp. selama 14 dan 21 hari mampu memperbaiki struktur dan kualitas *biofoam* berdasarkan uji densitas, daya serap air dan biodegradibilitas.
3. Jamur *Fusarium* sp. pada isolat C₃B mempunyai aktivitas amilolitik dan selulolitik berdasarkan zona bening yang muncul dan nilai indeksya.

B. Saran

Saran dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian lebih lanjut masih perlu dilakukan terutama dalam hal pemilihan isolat jamur yang digunakan, kelayakan dalam pemakaian *biofoam* dan produksi secara *massive* sebagai bahan berkelanjutan untuk menggantikan peran *Styrofoam* sintesis (pembungkus makanan).
2. Penelitian yang merujuk pada pemanfaatan miselium jamur dalam memproduksi bahan berkelanjutan ramah lingkungan merupakan hal yang baru di negara Indonesia sehingga diperlukan adanya perhatian dan perkembangan lebih lanjut ke arah yang lebih baik bagi kelangsungan hidup manusia dan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, F., Anita, Z., & Harahap, H. (2013). Pengaruh Waktu Simpan Film Plastik Biodegradasi dari Pati Kulit Singkong terhadap Sifat Mekanikalnya. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(2). <https://doi.org/10.32734/jtk.v2i2.1431>.
- Alfian, A., Wahyuningtyas, D., & Sukmawati, P. D. (2020). Pembuatan Edible Film dari Pati Kulit Singkong menggunakan Plasticizer Sorbitol dengan Asam Sitrat sebagai Crosslinking Agent (Variasi Penambahan Karagenan dan Penambahan Asam Sitrat). *Jurnal Inovasi Proses*, 5(2). <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/JIP/article/view/3019/2243>.
- Amin, M. R., Chowdhury, M. A., & Kowser, M. A. (2019). Characterization and Performance Analysis of Composite Bioplastics Synthesized using Titanium Dioxide Nanoparticles with Corn Starch. *Heliyon*, 5(8). 10.1016/j.heliyon.2019.e02009.
- Ariandi. (2016). Pengenalan Enzim Amilase (Alpha-Amylase) dan Reaksi Enzimatiknya Menghidrolisis Amilosa Pati menjadi Glukosa. *Jurnal Elektronik Universitas Cokroaminoto*, 7(1), 74-82. <https://core.ac.uk/download/pdf/267087617.pdf>.
- Aripin, S., Saing, B., & Kustiyah, E. (2017). Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik Biodegradable dari Pati Ubi Jalar dengan Plasticizer Gliserol dengan Metode Melt Intercalation. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, 6. <https://dx.doi.org/10.22441/jtm.v6i2.1185>.
- Azizah, A. N., Safitriyono, Wahyu N., & Hanifah, S. (2021). Biodegradable Foam Nanofiber Selulosa Asetat dari Limbah Kertas. *National Conference PKM Center Sebelas Maret University*, 205-209. <https://jurnal.uns.ac.id/pkmcenter/article/view/51356/3178>.
- Bahri, S., & Fitriani, J. (2021). Pembuatan Biofoam dari Ampas Tebu Dan Tepung Maizena. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 10(1), 24-32. <https://doi.org/10.29103/jtku.v10i1.4173>.
- Bahtiar, Yusuf, Y., Tamalene M. N., & Sabar, M. (2022). Investigasi Pengetahuan Dasar Tentang Bahaya Sampah Plastik pada Siswa Sekolah Dasar di Pulau Maitara, Maluku Utara. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(20), 87-96. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7232670>.
- Bina, M. R., Syaruddin, Sahara, L. O., & Sayuti, M. (2023). Kandungan Selulosa, Hemiselulosa dan Lignin dalam Silase Ransum Komplit dengan Taraf Jerami Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) yang Berbeda. *Gorontalo Journal of Equatorial Animals*, 2(1). <https://ejournal.ung.ac.id/index.php/gjjea>.
- Choi, Y. W., Hodgkiss, & Hyde, K. D. (2005). Enzyme Production by Endophytic of *Brucea javanica*. *J. Agri. Tech*, 4, 55-66.

<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.464.6479&rep=rep1&type=pdf>.

- Coniwati, P., Anka, M. N. P., & Sanders, C. (2015). Pengaruh Konsentrasi, Waktu, dan Temperatur terhadap Kandungan Lignin pada Proses Pemutihan Bubur Kertas Bekas. *Jurnal Teknik Kimia*, 3(21). <http://ejournal.ft.unsri.ac.id/index.php/JTK/article/view/543>.
- Ellilä, S., Fonseca, L., Uchima, C., Cota, J., Goldman, G.H., Saloheimo, M. *et al.* (2017). Development of a low-cost cellulase production process using *Trichoderma reesei* for Brazilian biorefineries. *Biotechnol, Biofuels*, 10, 1–17. <https://doi.org/10.1186/s13068-017-0717-0>.
- Elsacker, E., Vandelook, S., Wylick, A. V., Ruvtinx, J., Laet, L. D., & Peeters, E. (2020). A comprehensive framework fro the production of mycelium-based lignocellulosic composites. *Science of the Total Environment*, 725. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138431>.
- Elsacker, E., Vandelook, S., Brancart, J., Peeters, E., & De Laet, L. (2019). Mechanical, Physical and Chemical Characterisation of Mycelium-based Composites with Different Types of Lignocellulosic Substrates. *PLOS ONE*, 14(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213954>.
- Fanzurna, C. O., & Taufik, M. (2020). Formulasi Foodbars Berbahan Dasar Tepung Kulit Pisang Kepok dan Tepung Kedelai. *Jurnal Bioindustri*, 2(2). <https://doi.org/10.31326/jbio.v2i2.629>.
- Fitri, A. S., & Fitriana, Y. A. N. (2020). Analisis Senyawa Kimia pada Karbohidrat. *SAINTEKS*, 17(1). 10.30595/sainteiks.v17i1.8536.
- Girometta, C., Picco, A. M., Baiguera, R. M., Dondi, D., Babbini, S., Cartabia, M. *et al.* (2019). Physico-Mechanical and Thermodynamic Properties of Mycelium-Based Biocomposites: A Review. *Sustainability Journal*, 11(1), 281. <https://doi.org/10.3390/su11010281>.
- Guo, P., Li, Y., An, J., Shen, S., & Dou, H. (2019). Study on Structure-Function of Starch by Asymmetrical Flow Field-Flow Fractionation Coupled with Multiple Detectors: A Review. *Carbohydr. Polym. J*, 226. <https://sci-hub.se/10.1016/j.carbpol.2019.115330>.
- Haneef, M., Ceseracciu, L., Canale, C., Bayer, I. S., Heredia-Guerrero, J. A., & Athanassiou, A. (2017). Advanced Materials from Fungal Mycelium: Fabrication and Tuning of Physical Properties. *Scientific Reports*, 7. <https://doi.org/10.1038/srep41292>.
- Harunsyah, Sari, R., Yunus, M., & Fauzan, R. (2020). Pemanfaatan Serat Ampas Tebu Sebagai Bahan Biodegradable Foam Pengganti Styrofoam Sebagai Bahan Kemasan Makanan yang Ramah Lingkungan. *Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe*, <http://ejurnal.pnl.ac.id/semnaspnl/article/view/2674>.

- Hawar, S. N. (2022). Extracellular Enzyme of Endophytic Fungi Isolated from *Ziziphus spina* Leaves as Medicinal Plant. *Int J Biomater.* 10.1155/2022/2135927.
- Hendar, Rezasyah, T., & Sari, D. S. (2022). Diplomasi Lingkungan Indonesia melalui ASEAN dalam Menanggulangi Marine Plastic Debris. *Padjajaran Journal of International Relations (PADJIR)*, 4(2). <https://doi.org/10.24198/padjir.v4i2.40721>.
- Hendrawati, N., Dewi, E. N., & Santosa, S. (2019). Karakterisasi Biodegradable Foam dari Pati Sagu Termodifikasi dengan Kitosan Sebagai Aditif. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, 3(1), 47-52. <https://pdfs.semanticscholar.org/ada9/50ac144240ddc94512bda2cc05c051fa23e1.pdf>.
- Hendrawati, N., Lestari, Y. I., & Wulansari, P. A. (2017). Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Sifat Biodegradable Foam Berbahan Baku Pati. *J. Rekayasa Kim. dan Lingkung*, 12(1), 1-7. <https://doi.org/10.23955/rkl.v12i1.5002>.
- Hendrawati, N., Sofiana, A. R., & Widyantini, I. N. (2015). Pengaruh Penambahan Magnesium Stearat dan Jenis Protein Pada Pembuatan Biodegradable Foam dengan Metode Baking Process. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 4(2), 34-39. <https://doi.org/10.15294/jbat.v4i2.4166>.
- Hevira, L., Ariza, D., & Rahmi, A. (2021). Pembuatan Biofoam Berbahan Dasar Ampas Tebu dan Whey. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 43(2), 75-81. <http://dx.doi.org/10.24817/jkk.v43i2.6718>.
- Hii, S. L., Tan, J. S., Ling, T. C., & Ariff, A. B. (2012). Pullulanase: Role in Starch Hydrolysis and Potential Industrial Applications. *Article*, <https://doi.org/10.1155/2012/921362>.
- Indriani, D. O., Syamsudin, L. N. I., Sriherfyna, F. H., & Wardani, A. K. (2015). Invertase dari *Aspergillus niger* dengan Metode Solid State Fermentation dan Aplikasi di Industri: Kajian Pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(4), 1405-1411. <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/263/296>.
- Insan, J., Malik, A., & Harunsyah. (2022). Pembuatan *Styrofoam* Ramah Lingkungan dari Pati Singkong dengan Penambahan Tongkol Jagung Sebagai Filler. *Jurnal Riset, Inovasi, Teknologi dan Terapan*, 1(1). <http://ejurnal.pnl.ac.id/RISTERA/article/viewFile/3694/2897>.
- Isabella, H., & Hendrawati, N. (2022). Perbandingan Karakteristik *Biodegradable Foam* dari Pati Ubi Jalar dan Pati Kentang dengan Penambahan Serat Selulosa. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 6(2). <https://dx.doi.org/10.32493/jitk.v6i2.21940>.

- Islam, M. R., Tudryn, G., Bucinell, R., Schadler, L., & Picu, R. C. (2018). Mechanical Behavior of Mycelium-based Particulate Composites. *Journal of Materials Science*, 53(24), 16371-16382. <https://doi.org/10.1007/s10853-018-2797-z>.
- Kadarmoidheen, M., Saranraj, P., & Stella, D. (2012). Effect of Cellulolytic Fungi on the Degradation of Cellulosic Agricultural Wastes. *International Journal of Applied Microbiology Science*, 1(2), 13-23. https://www.researchgate.net/profile/P-Saranraj/publication/259495562_Effect_of_cellulolytic_fungi_on_the_degradation_of_cellulosic_agricultural_wastes/links/00b4952c45f4025f8a000000/Effect-of-cellulolytic-fungi-on-the-degradation-of-cellulosic-agricultural-wastes.pdf.
- Kodri, K., Argo, B. D., & Yulianingsih, R. (2013). Pemanfaatan Enzim Selulose dari *Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger* sebagai Katalisator Hidrolisis Enzimatis Jerami Padi dengan Pretreatment Microwave. *J. Bioproses Komoditas Tropis*, 1(1). <https://jbkt.ub.ac.id/index.php/jbkt/article/view/100>.
- Krisnawati, A., & Supriyono. (2013). Penggunaan Media Tiga Dimensi untuk Meningkatkan Hasil Belajar di Sekolah Dasar. *JPGSD*, 1(2), 2. <https://media.neliti.com/media/publications/249488-penggunaan-media-tiga-dimensi-untuk-meni-7906da09.pdf>.
- Krivanek, S. (2020). Fungal Mycelium; The Key to a Sustainable Future. *Environmental Studies Undergraduate Student Theses*, 266. <https://digitalcommons.unl.edu/envstudtheses/266>.
- Kumla, J., Suwannarach, N., Sujarit, K., Penkhrue, W., Kakumyan, P., Jatuwong, K., et al. (2020). Cultivation of Mushrooms and Their Lignocellulolytic Enzyme Production Through the Utilization of Agro-Industrial Waste. *Molecules*, 25, 2811. <https://doi.org/10.3390/molecules25122811>.
- Larasati, T. R. D., Mulyana, N., Anggariawan, M., & Effendi, Y. (2015). Produksi Enzim Selulase oleh Fungi Selulolitik yang Diradiasi Sinar Gamma dalam Fermentasi Jerami Padi. *J. Sains Materi Indonesia*, 16(2), 139-147. <https://doi.org/10.17146/jsmi.2015.16.3.4232>.
- Lazuardi, F., & Cahyaningrum, S. (2013). Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik Berbahan Dasar Kitosan dan Pati Singkong dengan Plasticizer Gliserol. *UNESA J. Chem*, 2(3), 161-166. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/unesa-journal-of-chemistry/article/view/4495>.
- Linda, H., Dinda, A., & Azimatur, R. (2021). Pembuatan Biofoam Berbahan Dasar Ampas Tebu dan Whey. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 43(2), 75-81. <http://dx.doi.org/10.24817/jkk.v43i2.6718>.

- Lumingkewas, O. W., Anom, I. D. K., & Kapahang, A. (2021). Karakterisasi Asap Cair Hasil Pirolisis Sampah Styrofoam dengan Katalis Zeolite. *Fullerene Journ. Of Chem*, 6(2), 177-183. <https://doi.org/10.37033/fjc.v6i2.351>.
- Mahardhika, W. A., Ramadhany, W., & Lunggani, A. T. (2021). Karakteristik dan Penapisan Enzim Protease, Amilase, serta Selulase Isolat Kapang Filoplan *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 9(2), 54-59. <https://doi.org/10.25077/jbioua.9.2.54-59.2021>.
- Marvie, I., Sitanggang, A. B., & Budijanto, S. (2022). Produksi Selobiosa dari Hidrolisis Kulit Umbi Singkong dan Uji Aktivitas Prebiotiknya pada *Lactobacillus plantarum*. *agriTECH*, 42(3), 231-241. <https://doi.org/10.22146/agritech.58013>.
- Maximino, C., Ongpeng, J., Inciong, E., Sendo, V., Soliman, C., & Siggaoat, A. (2020). Using Waste in Producing Bio-Composite Mycelium Bricks. *Applied Sciences*, 10(15), 5303. <https://doi.org/10.3390/app10155303>.
- Minh, K., & Yoksan, R. (2015). Development of Thermoplastic Starch Blown Film by Incorporating Plasticized Chitosan. *Carbohydr. Polym*, 115, 575–581. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.09.005>.
- Mohadi, R., Saputra, A., Hidayati, N., & Lesbani, A. (2014). Studi Interaksi Ion Logam Mn^{2+} dengan Selulosa dari Serbuk Kayu. *Kimia*, 8(1), 1-8. <http://repository.unsri.ac.id/id/eprint/21597>.
- Mukminah, I. A. (2019). Bahaya Wadah Styrofoam & Alternatif Penggantinya. *Majalah Farmasetika*, 4(2), 32–34. <https://doi.org/10.24198/farmasetika.v4i2.22589>.
- Mulyadi, I. (2019). Isolasi dan Karakterisasi Selulosa: Review. *Jurnal SAINTIKA UNPAD*, 1(2), 177-182. <https://doi.org/10.32493/jsmu.v1i2.2381>.
- Nashiruddin, N.I., Chua, K.S., Mansor, A.F., Rahman, R.A., Lai, J.C., Azelee, N.I.W. *et al.* (2021). Effect of Growth Factors on the Production of Mycelium-based Biofoam. *Research Article*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-475838/v1>.
- Ningrat, A. A. W. K., Kusuma, I. G. B. W., & Adnyana, I. W. B. (2016). Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Pertalite Terhadap Akselerasi dan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor Bertransmisi Otomatis. *Jurnal METTEK*, 2(1), 59 – 67. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/mettek/article/view/23008/15149>.
- Okariawan, I. D. K., Fajar, M., & Hidayatullah, S. (2016). Optimasi Kekuatan Tarik Komposit Polyester Diperkuat Serat Sisal dengan Filler Serbuk Gergaji Kayu Sengon Menggunakan Metode Respon Surface. *Jurnal Dinamika Teknik Mesin*, 6, 83-92. <https://doi.org/10.29303/dtm.v6i2.10>.
- Okungbowa, F. I., & Shittu, H. O. (2012). Fusarium Wilts: An Overview. *Environmental Research Journal*, 6(2), 83-102.

https://www.researchgate.net/profile/Hakeem-Shittu/publication/292243135_Fusarium_Wilts_An_Overview/links/56b252c908ae795dd5c7b24f/Fusarium-Wilts-An-Overview.pdf.

- Oktavia, A. D., Idiawati, N., & Destiarti, L. (2013). Studi Awal Pemisahan Amilosa dan Amilopektin Pati Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas* Lam) dengan Variasi Konsentrasi n-Butanol. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 2(3), 153-156. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jkkmipa/article/view/3977/3985>.
- Onofire, S. B., Mattiello, S. P., Silva, G. C. D., Groth, D., & Malagi, I. (2013). Production of Cellulases by the Endophytic Fungus *Fusarium oxysporum*. *Journal of Microbiology Research*, 3(4), 131-134. <https://doi.org/10.5923/j.microbiology.20130304.01>.
- Pramesti, H. A., Siadi, K., & Cahyono, E. (2015). Analisis Rasio Kadar Amilosa/amilopektin dalam Amilum dari Beberapa Jenis Umbi. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 4(1). <https://doi.org/10.15294/IJCS.V4I1.4761>.
- Prasanna, H. N., Ramanjaneyulu, G., & Reddy, B. R. (2016). Optimization of cellulase production by *Penicillium* sp. 3 *Biotech*, 6(2), 162. <https://doi.org/10.1007/s13205-016-0483-x>.
- Pratiwi, R., Rahayu, D., & Barliana, M. I. (2016). Pemanfaatan Selulosa dari Limbah Jerami Padi (*Oryza sativa*) sebagai Bahan Bioplastik. *Indonesian Journal Pharm. Sci. Technol*, 3(3), 83-91. <https://doi.org/10.15416/ijpst.v3i3.9406>.
- Purnawan, C., Hilmiyana, D., & Wantini, F. E. (2012). Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu untuk Pembuatan Kertas Dekorasi dengan Metode Organosolv. *Jurnal EKOSAINS*, 4(2). <https://docplayer.info/70183146-Pemanfaatan-limbah-ampas-tebu-untuk-pembuatan-kertas-dekorasi-dengan-metode-organosolv.html>.
- Rahmasari, E., Zamhari, M., & Silviyati, I. (2022). Plastik Biodegradable Berbasis *Carboxymethyl Cellulose* dari Ampas Tebu. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia (JPTI)*, 2(9), 385. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.205>.
- Riwayati, I., Anam, A. C., & Maharani, F. (2020). Pengaruh Suhu dan Waktu Proses Modifikasi Heat Moisture Treatment (Hmt) pada Tepung Kulit Singkong terhadap Sifat Kelarutan dan Swelling Power. *Inovasi Teknik Kimia*, 5(1), 50-55. <https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/inteka/article/view/3402/3160>.
- Rochman, A. (2018). Perbedaan Proporsi Dedak Dalam Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Jamur Tiram Putih (*Pleurotus florida*). *Jurnal AGRIBIS*, 4(2), 56. <https://journal.unita.ac.id/index.php/agribisnis/article/view/37>.

- Rosmainar, L., Tukan, D. N., & Deviyanti, M. (2021). Perbandingan Plastik Dari Material-Material Bioplastik. *Jurnal Jejaring Matematika dan Sains*, 3(1), 19-28. <https://doi.org/10.36873/jjms.2021.v3.i1.505>.
- Safaria, S., Idiawati, N., & Zaharah T. A. (2013). Efektivitas Campuran Enzim Selulose dari *Aspergillus niger* dan *Trichoderma reesei* dalam Menghidrolisis Substrat Sabut Kelapa. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 2(1), 46-51. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jkkmipa/article/view/1779/1727>.
- Sahwan, F. L., Martono, D. H., Wahyono, S., & Wisoyodharmo L. A. (2005). Sistem Pengolahan Limbah Plastik di Indonesia. *Jurnal Teknik Lingkungan*. BPPT, 6(1), 311–318. <https://doi.org/10.29122/jtl.v6i1.330>.
- Sánchez, C. (2009). Lignocellulosic residues: Biodegradation and bioconversion by fungi. *Biotechnol. Adv*, 27, 185–194. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2008.11.001>.
- Sarlinda, F., Hasan, A., & Ulma, Z. (2022). Pengaruh Penambahan Serat Kulit Kopi dan Polivinil Alkohol (PVA) terhadap Karakteristik Biodegradable Foam dari Pati Kulit Singkong. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)*, 4(2). <https://ejournal.pnc.ac.id/index.php/jppl/article/download/1430/398>.
- Shoiful, A., Nugroho, R., Fujita, H., & Honda, K. (2018). Konsentrasi Polychlorinated Biphenyls (Pcbs) dan Polychlorinated Dibenzo-P-Dioxins/Polychlorinated Dibenzofurans (Pcdds/Fs) dalam Air dari Daerah Perkotaan Jabodetabek. *Jurnal Air Indonesia*, 7(1). <https://doi.org/10.29122/jai.v7i1.2389>.
- Stevens, E. S., Klamczynski, A., & Glenn, G. M. (2010). Starch-lignin Foams. *eXPE.RESS Polymer Letters*, 4(5), 311–320. <https://doi.org/10.3144/expresspolymlett.2010.39>.
- Surono, U. B. (2013). Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak. *J. Tek*, 3(1), 32–40. <https://www.academia.edu/download/53949168/05-Artikel-Untoro-Revisi.pdf>.
- Sutikno, Marniza, & Sari, N. (2015). Pengaruh Perlakuan Awal Basa dan Hidrolisis Asam terhadap Kadar Gula Reduksi Ampas Tebu. *Jurnal Teknologi Industri & Hasil Pertanian*, 20(2). <http://dx.doi.org/10.23960/jtihp.v20i2.65%20-%2072>.
- Villena, G. K., & Gutierrez-Correa, M. (2007). Morphological Patterns of *Aspergillus niger* Biofilms and Pellets Related to Lignocellulolytic Enzyme Productivities. *Lett Appl Microbiol*, ISSN 0266-8254. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765x.2007.02183.x>.

- Warsiki, E., Setiawan, I., & Hoerudin. (2020). Sintesa Komposit Bioplastik Pati Kulit Singkong Partikel Nanosilika dan Karakterisasinya. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 42(2), 37-45. <http://dx.doi.org/10.24817/jkk.v42i2.3535>.
- Wibowo, A. T., & Andaka, G. (2020). Pengaruh Penambahan Gliserin dan Kecepatan Pengadukan terhadap Kuat Tarik, Kemuluran, Biodegradasi pada Proses Pembuatan Plastik Biodegradable dari Limbah Kulit Singkong. *Jurnal Inovasi Proses*, 4(1). <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/JIP/article/view/1871/1460>.
- Widyaningsih, S., Kartika, D., & Nurhayati, Y. T. (2012). Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Kalsium Karbonat terhadap Karakteristik dan Sifat Biodegradasi Film dari Pati Kulit Pisang. *Molekul*, 7(1), 69–81. <http://dx.doi.org/10.20884/1.jm.2012.7.1.108>.
- World Bank. (2018). Hotspot Sampah Laut Indonesia. In *World Bank Group*. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/642751527664372193/pdf/126686-INDONESIA-29-5-2018-14-34-5-SynthesisFullReportAPRILIND.pdf>.
- Wylick, A. V., Elsacker, E., Yap, L., Peeters, E., & Laet, L. D. (2022). Mycelium Composites and their Biodegradability: An Exploration on the Disintegration of Mycelium-Based Materials in Soil. *Construction Technologies and Architecture*, 1, 652-659. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/CTA.1.652>.
- Xu, Q., Chen, C., Rosswurm, K., Yao, T., & Janaswamy, S. (2016). A Facile Route to Prepare Cellulose-based Films. *Carbohydr. Polym*, 149, 274–281. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.04.114>.
- Yulnelly. (2011). Pemanfaatan Plastik sebagai Kemasan Pangan. *BINA WIDYA*, 23(1), 22-27. <https://core.ac.uk/reader/291864862>.
- Yunita, D., Rafiqah, Sulaiman, I., & Indarti, E. (2023). Penggunaan Kapang *Rhizopus oligosporus* dalam Pembuatan Biofoam cup Berbahan Dasar Sabut Kelapa dan Tepung Kedelai. *Agrointek*, 17(1), 35-41. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v17i1.12706>.
- Zabler, S. (2014). General Introduction: Liquid and Solid (materials, main properties, and applications). *C. R. Physique*, 15, 653-661. <https://doi.org/10.1016/j.crhy.2014.09.005>.
- Zubaidah, A., Prasetyo, D., Handajani, H., Rohmah, S. P., & Puspita, D. A. (2019). Screening Bakteri Selulolitik dan Amilolitik pada Rumen Sapi sebagai Kandidat Probiotik pada Budidaya Ikan Secara In Vitro. *Jurnal Riset Akuakultur*, 14(4), 261-271. <http://ejournal-balitbang.kkp>.
- Zulnazri, R. D. (2012). Perbandingan Ketebalan Serat dalam Meningkatkan Kualitas Komposit Polipropilen Daur Ulang dengan Metode

Cetak Tekan. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 1(1), 65-78. <https://ojs.unimal.ac.id/jtk/article/view/41/27>.

