

**PEMBUATAN BIOETANOL DARI KULIT DURIAN (*Durio
zibethinus murray*) MELALUI PROSES HIDROLISIS DAN
FERMENTASI SERENTAK (HFS)**

**Skripsi
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1
Program Studi Kimia**



**Oleh:
Imam Bukhari
16630024**

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**kepada
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2023**



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1436/Un.02/DST/PP.00.9/06/2023

Tugas Akhir dengan judul : Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Durian (*Durio zhibetinus murray*) Melalui Proses Hidrolisis Dan Fermentasi Serentak (HFS)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : IMAM BUKHARI
Nomor Induk Mahasiswa : 16630024
Telah diujikan pada : Selasa, 30 Mei 2023
Nilai ujian Tugas Akhir : A

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

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang
Dr. Esti Wahyu Widowati, M.Si
SIGNED

Valid ID: 64828cac952a2



Penguji I
Khamidinal, S.Si., M.Si
SIGNED

Valid ID: 648138fd56d83



Penguji II
Dr. Maya Rahmayanti, S.Si. M.Si.
SIGNED

Valid ID: 647e9db420ea5



Yogyakarta, 30 Mei 2023
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6482b93eae1b2



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : 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 : Imam Bukhari
NIM : 16630024
Judul Skripsi : Pembuatan Bioetanol dari Kulit Durian (*Durio zhibetinus murray*) Melalui Proses Hidrolisis dan Fermentasi Serentak (HFS)

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

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 15 Mei 2023

Pembimbing


Dr. rer. medic Esti Wahyu Widowati, M.Si.,

M. Biotech

NIP: 19760830 200312 2 001



NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : 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 : Imam Bukhari
NIM : 16630024
Judul Skripsi : Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Durian (*Durio zhibetinus murray*)
Melalui Proses Hidrolisis dan Fermentasi Serentak (HFS)

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 07 Juni 2023

Konsultan

Khamidinal, M.Si.

NIP. 19691104 200003 1 002

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : 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 : Imam Bukhari
NIM : 16630024
Judul Skripsi. : Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Durian (*Durio zhibetinus murray*)
Melalui Proses Hidrolisis dan Fermentasi Serentak (HFS)

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih.

Wassalamu 'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 06 Juni 2023

Konsultan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Dr. Maya Rahmawati, M.Si.
NIP. 19810627 200604 2 003

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang Bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Imam Bukhari
NIM : 16630024
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Pembuatan Bioetanol dari Kulit Durian (*Durio zhibetinus murray*) Melalui Proses Hidrolisis dan Fermentasi Serentak (HFS)”** merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara didalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 15 Mei 2023



Imam Bukhari
NIM. 16630024

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

HALAMAN MOTTO

“Tuhan tidak melihat seberapa banyak kita beribadah namun yang Tuhan lihat
seberapa ikhlas kita beribadah”

“Manusia tidak melihat seberapa cantik, tampan, kaya, pintar, atau hasrat duniawi
namun yang manusia lihat seberapa manfaat kita terhadap sesama”

“Manusia di dunia sebagai khalifah ditugaskan untuk menjaganya, jika tidak bisa
jangan merusaknya”



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah, Tuhan semesta alam yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Durian (*Durio zibetinus murray*) Melalui Proses Hidrolisis Dan Fermentasi Serentak (HFS)”. Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi syarat guna kelulusan dan pengambilan gelar Sarjana Sains (S.Si.) Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Penulisan laporan ini dapat terselesaikan atas bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Dr. Khurul Wardati, M. Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Imelda Fajriati, M. Si. selaku Ketua Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. rer. medic. Esti Wahyu Widowati, M. Biotech. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah membimbing, memberikan masukan, dan arahan dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
4. Ibu Dr. Maya Rahmayanti, M. Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan ilmu dan arahan terkait studi dengan sabar.
5. Dosen dan staff Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga yang telah berbagi ilmu.
6. Kedua orang tua yang sangat penulis cintai yang selalu memberikan semangat dan dukungan moral maupun materiil.

7. Bapak Wijayanto, S. Si., selaku PLP Laboratorium Kimia dan Ibu Ethik Susiawati Purnomo, S. Si. selaku PLP Laboratorium Biologi yang selalu mendampingi dan memberikan arahan dengan sabar selama penelitian berlangsung.
8. Saudara Indra Mulyana yang selalu memberikan masukan dan saran terkait hidup kepada penulis.
9. Nizam, Fitri, Aisyah, dan Erik yang selalu menjadi teman diskusi dan tempat mengeluh.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kesalahan maupun kekurangan dalam laporan ini, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan penyusunan laporan kedepannya. Penulis berharap laporan ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan secara umum terkhusus kimia.

Yogyakarta, 12 Mei 2023

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Penulis


Imam Bukhari

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....	iii
NOTA DINAS KONSULTASI PENGUJI 1	iv
NOTA DINAS KONSULTASI PENGUJI 2	v
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vi
HALAMAN MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
A. Tinjauan Pustaka	5
B. Landasan Teori.....	7
1. Buah Durian.....	7
2. Bioetanol.....	8
3. Delignifikasi.....	9
4. Enzim Selulase.....	10
5. Hidrolisis dan fermentasi serentak (HFS).....	11
6. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	12
7. Destilasi	12
8. Kromatografi Gas.....	13

C. Hipotesis Penelitian	14
BAB III METODE PENELITIAN	16
A. Waktu dan Tempat Penelitian	16
B. Alat-alat Penelitian	16
C. Bahan Penelitian	16
D. Cara Kerja Penelitian	16
1. Preparasi Sampel	16
2. Delignifikasi	17
3. Kultur <i>Tricoderma viride</i> dan <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	17
4. Penyiapan Inokulum dari <i>Tricoderma viride</i>	17
5. Pembuatan Enzim Selulase	18
6. Pembuatan Bioetanol	18
7. Pemisahan Bioetanol	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
A. Preparasi Sampel	21
B. Delignifikasi	21
C. Produksi Enzim	23
D. Pembuatan Bioetanol	24
E. Analisis Kualitatif	27
F. Analisis Kuantitatif	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	32
A. Kesimpulan	32
B. Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	39
CURRICULUM VITAE	41



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 4.1 Mekanisme pemutusan lignin menggunakan NaOH pada proses delignifikasi. Ion OH^- dalam NaOH akan memutuskan ikatan dari struktur dasar lignin sedangkan ion Na^+ akan berikatan dengan lignin membentuk natrium fenolat 22
- Gambar 4. 2 Mekanisme reaksi selulosa menjadi glukosa. Reaksi ini diawali enzim endoselulase berperan memecah ikatan 1,4 β -glikosida pada selulosa, dilanjutkan enzim eksoglukanase berperan mengubah selulosa menjadi selobiosa kemudian enzim selobiase berperan mengubah selobiosa menjadi glukosa.....25
- Gambar 4. 3 Mekanisme reaksi peerubahan glukosa menjadi bioetanol. Reaksi ini diaawali dengan hidrolisis glukosa menjadi piruvat, dilanjutkan pelepasan karbon dioksida (CO_2) membentuk asetaldehid, kemudian diubah menjadi etanol.....26
- Gambar 4.4 Uji kalium dikromat dari larutan fermentasi menghasilkan warna biru, hal ini karena alkohol teroksidasi menjadi asetaldehid (aldehid) dan Cr^{6+} yang berwarna kuning tereduksi menjadi Cr^{3+} yang berwarna biru. Warna biru menunjukkan adanya etanol pada larutan fermentasi. 27
- Gambar 4.5 Kurva kalibrasi etanol, diperoleh dari pengujian kadar etanol murni dan dihasilkan persamaan regresi $y = 10,333x - 0,2483$ 28
- Gambar 4.6 Pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar bioethanol. Semakin lama waktu fermentasi kadar bioethanol yang dihasilkan semakin meningkat. Kadar tertinggi diperoleh pada hari ke-10 dengan kadar 0,174% 29
- Gambar 4. 7 Mekanisme reaksi oksidasi bioetanol (Fessenden dan Fessenden, 1989).....31

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil uji kromatografi gas didapatkan luas area berbeda semakin luas area yang terbentuk kadar yang dihasilkan semakin meningkat 29



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Kadar Bioetanol.....	39
---	----



ABSTRAK

PEMBUATAN BIOETANOL DARI KULIT DURIAN (*Durio zibethinus murray*) MELALUI PROSES HIDROLISIS DAN FERMENTASI SERENTAK (HFS)

Oleh:

Imam Bukhari
16630024

Pembimbing:

Dr. rer. medic. Esti Wahyu Widowati, M. Biotech

Bahan bakar fosil merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui dan konsumsinya mengalami peningkatan setiap tahunnya. Salah satu cara mengatasi hal tersebut yaitu mencari sumber energi terbarukan seperti bioetanol yang dapat dihasilkan dari proses fermentasi biomassa yang mengandung pati, gula, dan tanaman berselulosa salah satunya kulit durian. Penelitian ini bertujuan untuk membuat bioetanol dari kulit durian dan pengaruh variasi waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol yang diperoleh.

Bioetanol dibuat dengan metode HFS (hidrolisis dan fermentasi serentak) menggunakan enzim selulase dari isolat murni *Trichoderma viride* dan inokulum *Saccharomyces cerevisiae* dengan variasi waktu fermentasi selama 3, 5, 7, dan 10 hari. Pemisahan bioetanol menggunakan destilasi sederhana dan dilakukan analisis kualitatif menggunakan kalium dikromat asam sulfat pekat dan analisis kuantitatif menggunakan kromatografi gas.

Hasil analisis kualitatif menunjukkan perubahan warna dari jingga menjadi biru yang berarti positif mengandung bioetanol. Analisis kuantitatif kadar bioetanol pada variasi waktu fermentasi 3, 5, 7, dan 10 hari menghasilkan kadar sebesar 0,174%; 0,131%; 0,140%; 0,132%. Kadar bioetanol tertinggi diperoleh pada hari ke-3. Berdasarkan hasil yang diperoleh kulit durian dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan bioetanol.

Kata kunci: bioetanol, kulit durian, HFS, enzim selulase, *Trichoderma viride*, *Saccharomyces cerevisiae*.

ABSTRACT

PRODUCTION OF BIOETHANOL FROM DURIAN PEELS (*Durio zibethinus murray*) THROUGH SIMULTANEOUS SACCHARIFICATION AND FERMENTATION PROCESSES (SSF)

Oleh:

Imam Bukhari

16630024

Pembimbing:

Dr. Rer. Medic. Esti Wahyu Widowati, M. Biotech

Fossil fuels are non-renewable natural resources and their consumption has increased every year. One way to overcome this is to look for renewable energy sources such as bioethanol which can be produced from the fermentation process of biomass containing starch, sugar, and cellulosic plants, one of which is durian skin. This study aims to make bioethanol from durian peels and the effect of variations in fermentation time on the levels of bioethanol obtained.

Bioethanol was made using the SSF (simultaneous saccharification and fermentation) method using cellulase enzymes from pure isolates of *Trichoderma viride* and *Saccharomyces cerevisiae* inoculums with various fermentation times of 3, 5, 7 and 10 days. Separation of bioethanol using simple distillation and qualitative analysis using concentrated sulfuric acid potassium dichromate and quantitative analysis using gas chromatography.

The results of the qualitative analysis showed a change in color from orange to blue which means it is positive for bioethanol. Quantitative analysis of bioethanol content at various fermentation times of 3, 5, 7, and 10 days resulted in levels of 0.174%; 0.131%; 0.140%; 0.132%. The highest bioethanol content was obtained on the 3rd day. Based on the results obtained, durian skin can be used as a raw material for making bioethanol.

Key note: Bioethanol, durian peel, SSF, cellulase enzyme, *Trichoderma viride*, *Saccharomyces cerevisiae*.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bahan bakar fosil merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui dan konsumsinya mengalami peningkatan setiap tahunnya. Menurut *International Annual Energy Outlook* (2013), total konsumsi energi di dunia tahun 2005-2014 mengalami peningkatan dari 995,1 juta barel/hari menjadi 1.186,2 juta barel/hari. Kondisi di Indonesia menurut BPTP (2015), konsumsi bahan bakar pada tahun 2000 sebesar 315 juta barel dan pada tahun 2013 meningkat menjadi 399 juta barel. Salah satu cara mengatasi hal tersebut yaitu mencari sumber energi terbarukan seperti bioetanol.

Bioetanol merupakan etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi biomassa yang mengandung pati, gula, dan tanaman berselulosa (Voulda D. Lopatty, 2014). Bioetanol memiliki manfaat yang sangat luas terutama sebagai sumber energi terbarukan sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2017 tentang Rancangan Umum Energi Terbarukan Nasional (RUEN). Salah satu biomassa yang dapat digunakan untuk pembuatan bioetanol adalah kulit durian karena mengandung selulosa.

Buah durian merupakan sumber pangan dengan produksi yang cukup tinggi, sementara bagian buah durian yang dapat dimakan tergolong rendah yaitu hanya 20,52% dan sisanya merupakan bagian yang tidak termanfaatkan untuk dikonsumsi. Kulit durian mempunyai komposisi selulosa 60,45%; hemiselulosa 13,09%; lignin 15,45%; dan abu 4,35% (Jana L. dkk., 2010). Dari komposisi tersebut selulosa dan hemiselulosa merupakan komponen yang berpotensi sebagai bahan baku

pembuatan bioetanol sehingga kulit durian dapat digunakan dalam pembuatan bioetanol.

Pembuatan bioetanol berbahan selulosa terdiri dari tiga tahap utama yaitu delignifikasi, hidrolisis, dan fermentasi. Proses delignifikasi bertujuan untuk menghilangkan lignin yang mengakibatkan serat-serat selulosa akan semakin longgar sehingga semakin mudah untuk dihidrolisis oleh mikroorganisme baik untuk pertumbuhannya maupun untuk produksi enzim (Ida Bagus Wayan Gunam dkk., 2011). Proses selanjutnya yaitu hidrolisis yang dapat dilakukan secara kimiawi dan enzimatik. Proses hidrolisis secara kimiawi dilakukan dengan menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) atau asam klorida (HCl) (S. S. Lee dkk., 1997). Menurut Nakasaki dan Adachi (2003), proses hidrolisis secara enzimatik dapat dilakukan dengan menggunakan enzim selulase, xilanase, dan α -amilase yang dapat disintesis oleh beberapa mikroorganisme seperti *Trichoderma viride* dan *Aspergillus niger*.

Setelah proses hidrolisis dilakukan fermentasi, yang dapat dilakukan dengan menggunakan metode *separated hydrolysis fermentation* (SHF) dan hidrolisis dan fermentasi serentak (HFS). Metode *separated hydrolysis fermentation* (SHF) adalah metode konvensional yang proses hidrolisis dan fermentasinya dilakukan secara terpisah. Melalui metode ini, setiap proses akan mendapatkan kondisi optimum (Hgren dkk., 2007). Metode lainnya adalah hidrolisis dan fermentasi serentak (HFS). Dalam HFS, hidrolisis dan fermentasi terletak dalam reaktor tunggal, enzim dan ragi disatukan, sehingga glukosa dengan cepat diubah menjadi etanol (M. Cantarella dkk., 2004). Menurut C. E. Wyman

dkk. (1992), metode HFS memberikan hasil etanol yang lebih tinggi daripada SHF karena gula sisa yang rendah mengurangi penghambatan pada enzim selulase (Deliana D. dkk., 2015).

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan kulit durian dalam pembuatan bioetanol menggunakan hidrolisis dan fermentasi serentak (HFS). Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah penggunaan kulit durian sebagai bahan dasar pembuatan bioetanol. Metode HFS dalam penelitian ini dilakukan dalam satu reaktor atau wadah melibatkan enzim selulase yang diproduksi dari kapang *Tricoderma viride* untuk proses hidrolisis dan inokulum *Saccharomyces cerevisiae* untuk mengubah gula menjadi bioetanol. Untuk pemisahan bioetanol dan air digunakan destilasi biasa, kemudian kadar bioetanol diuji menggunakan kromatografi gas.

B. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan bioetanol dilakukan dengan metode HFS (hidrolisis dan fermentasi serentak).
2. Variasi waktu fermentasi yang digunakan adalah 3, 5, 7, dan 10 hari.
3. Jamur yang digunakan yaitu kapang *Tricoderma viride* dan khamir *Saccharomyces cerevisiae*.
4. Kulit durian berasal dari Bhumi Durian yang terletak di Jl. Kabupaten No. 98 Nusupan Trihanggo Kec. Gamping Kab. Sleman D. I. Yogyakarta.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini:

1. Bagaimana pembuatan bioetanol dari kulit durian menggunakan metode HFS (hidrolisis dan fermentasi serentak)?
2. Bagaimana pengaruh variasi waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol yang diperoleh?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini:

1. Mengetahui pembuatan bioetanol dari kulit durian menggunakan metode HFS (hidrolisis dan fermentasi serentak).
2. Mengetahui pengaruh variasi waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol yang diperoleh.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diinginkan dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai kulit durian yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan bioetanol.
2. Meningkatkan nilai kulit durian sebagai bahan baku pembuatan bioetanol.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Kulit durian dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan bioetanol menggunakan metode HFS (hidrolisis dan fermentasi serentak).
2. Waktu fermentasi optimal dari variasi 3,5,7, dan 10 terdapat pada fermentasi hari ke-3 sebesar 0,174% dan seiring bertambahnya waktu kadar bioetanol yang dihasilkan cenderung semakin kecil.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Sebaiknya dilakukan pemurnian enzim selulase agar pada proses hidrolisis menghasilkan glukosa yang lebih optimum sehingga bioetanol yang dihasilkan lebih banyak.
2. Sebaiknya dilakukan variasi waktu inkubasi inokulum *Saccharomyces cerevisiae* agar kadar bioetanol yang dihasilkan semakin tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- A, Dwi Ana, Harun Pampang, dan Lois Yunita. 2015. *Potensi Limbah Kulit Durian Sebagai Bahan Baku Pembuatan Energi Alternatif*. Institut Teknologi Negeri Malang. Malang. ISSN: 2407-7534.
- Anindyawati, T. 2009. Prospek Enzim dan Limbah Lignoselulosa untuk Produksi Bioetanol. *Berita Selulosa*, 44(1): 49-56.
- Arif, A. B., Budiyanto, A., Diyono, W., Hayuningtyas, M., Marwati, T., dan Richana, N.. 2016. *Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Enzim Selulase: Xilanase Terhadap Produksi Bioetanol Dari Tongkol Jagung*. *Peneliti Pascapanen Pertanian*. 13(3): 107-114.
- Arnata, I. W. 2009. *Teknologi Bioproses Pembuatan Bioetanol dari Ubi Kayu Menggunakan Tricoderma viride, Aspergillus niger, dan Saccharomyces cerevisiae*. Thesis Master. IPB. Bogor.
- Asri, H. Saleh., Jawiana S., Samsul R.. 2016. *Penentuan Nilai Kalor Serta Pengaruh Asam Klorida (HCl) Terhadap Kadar Etanol Bonggol Pisang (Musa paradisiacal)*. *Al-Kimia*. Vol. 4 No. 1.
- Azis, Abdul dan Selvina Gala. 2018. Pemanfaatan Limbah Alginat Melalui Sakarifikasi dan Fermentasi Menghasilkan Bioetanol. *Jurnal Seminar PPM UNESA*.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2020. *Produksi Tanaman Buah-buahan Nasional*, www.bps.go.id, diakses pada tanggal 27 Februari 2022 pada jam 01.40 WIB.
- Bintang, Maria. 2010. *Biokimia Tehnik Penelitian*. Penerbit Erlangga. Jakarta. Hal. 49.
- B., Maswati, Sappewali, Karisma, Jeni Fitriyani. 2016. *Produksi Bioetanol dari Jerami Padi (Oryza sativa L.) dan Kulit Pohon Dao (Dracontamelon) Melalui Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak (SFS)*. *Chimica et Natura Acta* Vol. 4, No. 1, Hal. 1-6.
- BPTP. 2015. *Outlook Energi Indonesia 2015*. Pusat Tegnologi Pengembangan Sumberdaya Energi, Jakarta.
- Cantarella, M., L. Cantarella, Gallifuoco A., Spera A., Alfani F. 2004. *Comparison Different of Detoxification Methods for Steam-exploded Poplar Wood as A Substrate for The Bioproduction of Ethanol in SHF and SSF*. *Process Biochemistry* 1533-1542.

- Corpuz, Mr. Alfredo T., Dr. Songpol Somsri, Dr. Salma Idris, dan Dr. Bhag Mal. 2007. *Descriptors for Durian (Durio zibethinus Murr.)*. Bioversity International. Rome. Italy.
- D., Deliana, Sri Octavia Tasum, Eka Triwahyuni, Muhammad Nurdin, Haznan Abimanyu. 2014. *Comparison SHF and SSF Processes Using Enzyme and Dry Yeast for Optimization of Bioethanol Production from Empty Fruit Bunch*. Energy Procedia 68, 107-116.
- D., Dahnum, Tasum S. O., Triwahyuni E., Nurdin M., dan Abimanyu H. 2015. *Comparison of SHF and SSF Processes Using Enzyme and Dry Yeast for Optimization of Bioethanol Production from Empty Fruit Bunch*. Energi Procedia. 68: 107-116.
- Deacon, J. W. 1997. *Modern Micology*. Blackwell Science. New York. Pp: 303.
- Dias, A. A., Siti A., dan Amaria. 2020. *Penggunaan Antioksidan Sebagai Upaya Untuk Menghambat Proses Oksidasi bioetanol Dari Singkong Karet (Manihot glaziovii)*. UNESA journal of Chemistry. 9(1).
- F., Widhi, Mahatmandi, dan Minarni. 2010. *Optimalisasi Olahan Buah Durian Sebagai Alternatif dalam Usaha Agrowisata Durian*. Jurnal Penerapan Teknologi dan Pembelajaran, 8 (1): 21-26.
- Fattimura, M. 2014. *Tinjauan Teoritis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Operasi Pada Kolom Destilasi*. Jurnal Media Tehnik. 11 (1): 23-31.
- Fessenden, R. J. Dan J. S. Fessenden. 1989. *Kimia Organik Dasar Edisi Ketiga*. Jilid 1. Terjemahan oleh A. H. Pudjaatmaka. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Gayang, F. 2013. *Konversi Lignoselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Gula Pereduksi Menggunakan Enzim Xilanase dan Selulase Komersial*. Skripsi, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Gomez, A. A. dan Kwanchai A. 1995. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian* (Edisi kedua). Terjemahan Endang Syamsuddin dan Justika S. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press).
- Gunam, Ida Bagus Wayan, Ketut Buda, I Made Yoga Semara Guna. 2011. *Pengaruh Perlakuan Delignifikasi Dengan Larutan NaOH dan Konsentrasi Substrat Jerami Padi Terhadap Produksi Enzim Selulase Dari Aspergillus Niger NRRL A-II, 264*. Jurnal Biologi. (ISSN: 1410 5292) 15, No. 2, Hal. 56-57.
- Hatta, Violet. 2007. *Manfaat Kulit Durian Selezat Buahnya*. Jurusan Teknik Hasil Hutan. Skripsi. Universitas Lampung. Lampung.

- Handoko, T., G. Suhardjana, H. Muljana. 2012. *Hidrolisis Serat Selulosa Dalam Buah Bintaro Sebagai Bahan Baku bioetanol*. Jurnal Teknik Kimia Indonesia, Vol. 11, No. 1, Hal. 26-33.
- Hartono dan H. Paggara. 2011. *Analisis Kadar Etanol Hasil Fermentasi Ragi Roti pada Tepung Umbi Gadung*. Bionature Vol. 12, Hal. 2.
- Hawab. 2004. *Pengantar Biokimia*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Hgren, K. O., Bura R., Lesnicki G., Saddler J., Zaach G. 2007. *A Comparison Between Simultaneous Saccharification and Fermentation and Separate Hydrolysis and Fermentation Using Steam Pretreated Corn Stover*. Process Biochemistry 42: 834-839.
- Hidayat, R., S. P. Pasaribu, dan C. Saleh. 2015. *Penggunaan Internal Standar Nitrobenzena untuk Penentuan Kuantitatif Btex dalam Kondensat Gas Alam dengan Kromatografi Gas*. Jurnal Kimia Mulawarman, 12(2): 90-96.
- Ikram, U. B., Javed, M., Khan, T, S., Siddiq, Z.. 2005. *Cotton Saccharifying Activity of Cellulases Produced by Co-culture of Aspergillus niger And Tricoderma viride*. Reserch Journal of Agriculture and Biological Science. 1(3): 241-245.
- International Annual Energy Outlook. 2013. *World Total Energy Consumption by Region and Fuel*. Online. DOE/EIA-0383(2013).
- Iranmahboob, J., Nadim, F., dan Monemi, S.. 2002. *Optimizing Acid-Hydrolysis: A Critical Step for Production of Ethanol From Mixed Wood Chips*. Biomass and Bioenergy. 22(5): 401-404.
- Julfana, S. R., Anita Z. T., dan Idiawati. 2007. *Hidrolisis Enzimatik Selulosa dari Ampas Sagu Menggunakan Campuran Selulase dari Tricoderma Ressei dan Aspergillus niger*. JKK. 2(1): 52-57.
- Kamila, Laila. 2003. *Pencirian Selulolitik Isolat Khamir Rhodotorula sp Dari Tanah Hutan Taman Nasional Gunung Halimun*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Karisma. 2015. *Pembuatan Bioetanol dari Jerami Padi (Oryza sativa L.) Melalui Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak (SFS)*. Skripsi, Universitas Islam Negeri Alauddin. Makasar.
- Khoirunnisah, Marniati S., Elida M.. 2013. *Produksi Bioetanol dari Ampas Sagu (Mitroxylon sp) Melalui Proses Pretreatment dan Metode Simultaneous Saccharification Fermentation (SSF)*. Tesis, Universitas Andalas. Padang.

- Kristina. 2012. *Alkaline Pretreatment dan Proses Simultan Sakarifikasi-Fermentasi untuk Produksi Bioetanol dari Tandan Kosong Kelapa Sawit*. Jurnal Teknik Kimia Vol. 18, No. 3, Hal. 36.
- Kusumo, F. dan Milano, J.. 2017. *Optimization of Bioethanol Production From Sorghum Grains Using Artificial Neural Networks Integrated With Ant Colony*. Industrial Crops and Products. 97: 146-155.
- L., Jana, H. Oktavia, Wulandari D. 2010. *The Using of Durian Peels Trashes as a Potential Source of Fiber to Fiber to Provent Colorectal Cancer*. Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Lee, S. S., J. K. Ha, H. S. Kang, T. Mcallister, K. J. Cheng. 1997. *Overview of Energy Metabolism, Substrate Utilization and Fermentation Characteristics of Ruminant Anaerobic Fungi*. Korean J. Anim. Nutr. Feedstuffs 21: 295-314.
- Loupatty, Voulda D. 2014. *Pemanfaatan Bioetanol Sebagai Sumber Energi Alternatif Pengganti Minyak Tanah*. Majalah Biam, Vol. 10, No. 2, Hal. 50-59.
- Lynd, L. R., Weimer, P. J., Zyl, W. H., Pretorius, L. H.. 2002. *Microbial Cellulose Utilization, Fundamental, and Biotechnology*. *Microbial Molecul Bio Reviews*. 66: 506-577.
- McNair H. M. dan M. Miller. 2009. *Basic Gas Chromatography (2nd ed.)*. United States of America: A Jhon Wiley and Sons, Inc.
- Mood S.H., Golfeshan A. H. Tabatabaei M., Jouzani G. S., Najafi G. H., Gholami M., Ardjmand M. 2013. *Lignocellulosic Biomass to Bioethanol, A Comprehensive review with A Focus on Pretreatment*. Renewable Sustainable Energy Rev. 27: 77-93.
- Mulyono, A. M. W., Handayani C. B., Tari A. I. N., dan Zuprizal. 2011. *Fermentasi Etanol Dari Jerami Padi*. Karya Tulis Ilmiah. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Veteran Bangun Nusantara. Sukoharjo.
- Nakasaki, K. dan Adachi T. 2003. *Effect of Intermittent Addition of Cellulase for Production of L-lactic Acid from Wastewater Sludge by Simultaneous Saccharification and Fermentation*. Journal Biotechnology Bioengineering, Pp: 263-270.
- Novia, Angga R. Y., Andri S.. 2013. *Produksi Glukosa dari Lignoselulosa Jerami Padi yang Didelignifikasi dengan Alkaline-Ozonolysis Pretreatment*. Jurnal Teknik Kimia. No. 4 Vol. 19

- Novia, Astriana Windarti, Rosmawati. 2014. *Pembuatan Bioetanol Dari Jerami Padi Dengan Metode Ozonolisis-Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF)*. Jurnal Teknik Kimia No. 3, Vol. 20.
- Noviani, H., Supartono, dan Kusoro S.. 2014. *Pengolahan Serbuk Limbah Kayu Sengon Laut Menjadi Bioetanol Menggunakan Saccharomyces cerevisiae*. Jurnal Kimia ISSN: 2252 6951. Vol. 3 No. 2: 149.
- Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rancangan Umum Energi Terbarukan Nasional (RUEN).
- Perdana, D. A. 2011. *Kajian Tekno Ekonomi Perancangan Proses Produksi Bioetanol dari Limbah Tanaman Jagung*. Skripsi, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- P., Chaerul Novita. 2013. "Durian dan Kandungan Kulitnya More Benefits for Us", <http://lsp.fkip.uns.ac.id/durian-dan-kandungan-kulitnya-more-benefits-for-us/>, diakses pada tanggal 14 Maret 2022 pada jam 16.31 WIB.
- P., Sassner, C.G. Martenson, M. Galbe, G. Zacchi. 2008. *Steam Pretreatment of H₂SO₄-impregnated Salix for Production of Bioetanol*. Journal Bioresouce Technol.
- P. Wahyuningtyas, Bambang D. A., Wahyunanto A. N.. 2013. *Studi Pembuatan Enzim Selulase dari Mikrofungi Tricoderma ressei dengan Substrat Jerami Padi sebagai Katalis Hidrolisis Enzimatik Pada Produksi Bioetanol*. Jurnal Bioproses Komoditas Tropis. Vol. 1 No. 1.
- Rahmawati, A. 2010. *Pemanfaatan Limbah Kulit Ubi Kayu (Manihot utilissima pohl.) dan Kulit Nanas (Ananas comocus L.) pada Produksi Bioetanol Menggunakan Aspergillus niger*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Sania, Eleny S.. 2015. *Pemanfaatan Limbah Tandan Kelapa Untuk Pembuatan Bioetanol Melalui Proses Hidrolisis dan Fermentasi*. Indonesian Journal Of Chemical Science. Vol. 4, No. 3
- Samsuri, M., M. Gozan, R. Mardiaz, M. Baiquni, H. Heprmansyah, A. Wijanarko, B. Prasetya, dan M. Nasikin. 2007. *Pemanfaatan Selulosa Bagas Untuk Produksi Ethanol Melalui Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak dengan Enzim Xylanase*. Makara, Teknologi Vol. 11, No. 1: 17-24.
- Saputri, Ririn, Ahmad Syauqi, Hari Santoso. 2019. *Penambahan Potato Dextrose Agar Pada Pembuatan Starter Mikroorganisme Jamur Dengan Bahan Baku Tepung Beras*. e-Journal Ilmiah Biosainstropis (Bioscience-tropic) Vol. 4, No. 2, Hal. 40-45.

- Selviza S., Nora Idiawati, dan Titin Anita Z.. 2013. *Efektivitas Campuran Enzim Selulase dari Aspergillus niger dan Tricoderma ressei dalam Menghidrolisis Substrat Sabut Kelapa*. JKK. Vol. 2 No. 1: 46-51.
- Song, C., Qiu Y., Liu Q., Ji N., Zhao Y., Kitamura Y., dan Hou X. 2018. *Process Intensification of Cellulosic Ethanol Production by Waste Heat Integration*. Chemical Engineering Res Des 132: 115-122.
- Suparjo. 2008. *Degradasi Komponen Lignoselulosa oleh Kapang Pelapuk Putih*. Jajo 66.Wordpress.com. *Analisis Secara Kimiawi*. Universitas Jambi. Jambi.
- Tillman, A. D., H. Hartadi, S. Reksohadiprojo, S. Prawirokusumo, dan S. Lebdoesoekojo. 1989. *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Tribak, M., J. A. Ocampo, I Garcia-Romera. 2002. *Production of xyloglucanolytic Enzymes by Tricoderma viride, Paecilomyces farinosus, Wardomyces inflatus, and Pleurotus ostreatus*. Mycologia, 3: 404-410.
- Wahyono. 2009. *Karakteristik Edible Film Berbahan Dasar Kulit dan Pati Biji Durian (Durio sp) untuk Pengemasan Buah Strawberry*. Skripsi, Univeraitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Wymen, C. E., Spindler D. D., Grohman K. 1992. *Simultaneous Saccharification and Fermentation Lignocellulosic Feedstocks to Fuel Ethanol*. Biomass and Bioenergy Vol. 3, No. 5, Hal. 301-307.