

SKRIPSI

**HIDROLISIS KULIT BUAH NAGA MERAH (*Hylocereus polyrhizus*) PADA
BERBAGAI KONSENTRASI HCI SEBAGAI BAHAN BAKU
FERMENTASI BIOETANOL**



Disusun oleh:
Maria Sefa Nugrawidhanti
NPM: 200802097

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNOBIOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
YOGYAKARTA
2025

**HIDROLISIS KULIT BUAH NAGA MERAH (*Hylocereus polyrhizus*) PADA
BERBAGAI KONSENTRASI HCI SEBAGAI BAHAN BAKU
FERMENTASI BIOETANOL**

SKRIPSI

**Diajukan kepada Program Studi Biologi
Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta
guna memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh
derajat Sarjana S-1**



Disusun oleh:
Maria Sefa Nugrawidhanti
NPM: 200802097

**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNOBIOLOGI
PROGRAM STUDI BIOLOGI
YOGYAKARTA
2025**

PENGESAHAN

Mengesahkan Skripsi dengan judul:

**HIDROLISIS KULIT BUAH NAGA MERAH (*Hylocereus polyrhizus*) PADA
BERBAGAI KONSENTRASI HCI SEBAGAI BAHAN BAKU
FERMENTASI BIOETANOL**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Maria Sefa Nugrawidhanti

NPM: 200802097

Konsentrasi Studi Teknobiologi-Industri

Program Studi Biologi

Yang dipertahankan di depan Tim Penguji

pada hari Selasa, 17 Juni 2025

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

untuk memperoleh derajat Sarjana S-I

SUSUNAN TIM PENGUJI

Ketua Penguji,



(Drs. Boy Rahardjo Sidharta, M.Sc.)

Anggota Penguji,



(Dr. Dra. Exsyupransia Mursyanti, M.Si.)

Sekretaris Penguji,



(Drs. Patricius Kianto Atmodjo, M.Si.)

Yogyakarta, 31 Juli 2025

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

FAKULTAS TEKNOBIOLOGI

Dekan,



(apt. Ines Septi Arsiningtyas, S.Farm., M.Sc., Ph.D.)

PENGESAHAN

Mengesahkan Skripsi dengan judul:

**HIDROLISIS KULIT BUAH NAGA MERAH (*Hylocereus polyrhizus*) PADA
BERBAGAI KONSENTRASI HCI SEBAGAI BAHAN BAKU
FERMENTASI BIOETANOL**

Yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Maria Sefa Nugrawidhanti

NPM: 200802097

Konsentrasi Studi Teknobia-Industri

Program Studi Biologi

Dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diujikan pada 17 Juni 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Utama,

Dosen Pembimbing Pendamping,



(Drs. Boy Rahardjo Sidharta, M.Sc.)



(Drs. Patricius Kianto Atmodjo, M.Si.)

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Maria Sefa Nugrawidhanti

NPM : 200802097

Judul Skripsi : Hidrolisis Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) pada Berbagai Konsentrasi HCl sebagai Bahan Baku Fermentasi Bioetanol

menyatakan bahwa skripsi dengan judul tersebut di atas adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan saya susun dengan sejujurnya berdasarkan norma akademik dan bukan merupakan hasil plagiat. Adapun semua kutipan di dalam skripsi ini telah saya sertakan nama penulisnya dan telah saya cantumkan ke dalam Daftar Pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan apabila di kemudian hari ternyata terbukti melanggar pernyataan tersebut, saya bersedia menerima sanksi akademik yang berlaku (dicabut predikat kelulusan dan gelar kesarjanaan saya).

Yogyakarta, 17 Juni 2025

Yang menyatakan,



SPULUH RIBU RUPIAH
10000
METERAI
TEMPEL
FEE6DAMX353834311

Maria Sefa Nugrawidhanti

NPM: 200802097

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan naskah skripsi dengan judul “Hidrolisis Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) pada Berbagai Konsentrasi HCl sebagai Bahan Baku Fermentasi Bioetanol” dengan baik untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Biologi, Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan naskah skripsi ini dapat terwujud berkat doa, dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Boy Rahardjo Sidharta, M.Sc. selaku dosen pembimbing utama dan Bapak Drs. P. Kianto Atmodjo, M.Si. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam penelitian serta penulisan naskah skripsi.
2. Bapak dan Ibu staf laboratorium di Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberikan bantuan kepada penulis selama pelaksanaan penelitian di laboratorium.
3. Keluarga penulis yang telah memberikan dukungan doa, motivasi, masukan dan telah memenuhi kebutuhan penulis.
4. Teman-teman penulis yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.

5. Semua pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan naskah skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna baik dari isi materi, penulisan maupun penyajian karena keterbatasan kemampuan penulis. Besar harapan penulis supaya skripsi ini dapat memberikan pengetahuan dan manfaat bagi para pembaca.

Penulis,

Maria Sefa Nugrawidhanti

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PENGESAHAN	ii
PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
INTISARI.....	xiii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Kulit Buah Naga Merah (<i>Hylocereus polyrhizus</i>).....	5
B. Bioetanol	7
C. Lignoselulosa	8
D. Pati	11
E. Pektin	13
F. Delignifikasi.....	15
G. Hidrolisis	16
H. Fermentasi	22
I. Khamir <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	26
J. Destilasi.....	31
K. Hipotesis.....	31
III. METODE PENELITIAN.....	32

A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	32
B. Alat dan Bahan	32
C. Rancangan Penelitian	33
D. Populasi dan Sampel	34
E. Cara Kerja	34
1. Pembuatan Serbuk Kulit Buah Naga Merah	34
2. Pengukuran Kadar Pati.....	35
3. Pengukuran Kadar Pektin.....	36
4. Delignifikasi.....	37
5. Pengukuran Kadar Lignoselulosa	37
6. Hidrolisis.....	38
7. Pengukuran Kadar Gula Reduksi	39
a. Persiapan Kurva Standar.....	39
b. Penentuan Kadar Gula Reduksi Hasil Hidrolisis.....	39
8. Uji Kemurnian <i>S. cerevisiae</i>	40
9. Persiapan Starter.....	43
10. Fermentasi	44
11. Destilasi	45
12. Pengukuran Kadar Etanol dengan Kromatografi Gas	46
F. Analisis Data	46
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	47
V. SIMPULAN DAN SARAN	68
A. Simpulan	68
B. Saran.....	68
LAMPIRAN.....	86

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Bagian-bagian tanaman buah naga merah yaitu (a) bunga, (b) batang, dan (c) buah	6
Gambar 2. Struktur lignin	9
Gambar 3. Struktur selulosa	10
Gambar 4. Struktur hemiselulosa	10
Gambar 5. Struktur amilosa	12
Gambar 6. Struktur amilopektin	12
Gambar 7. Struktur kimia pektin	14
Gambar 8. Mekanisme delignifikasi	16
Gambar 9. Bentuk (a) koloni dan (b) sel <i>S. cerevisiae</i>	27
Gambar 10. Siklus hidup <i>S. cerevisiae</i>	27
Gambar 11. Pertumbuhan <i>S. cerevisiae</i> pada medium <i>yeast extract peptone dextrose (YEPD)</i>	28
Gambar 12. Kadar hemiselulosa, selulosa dan lignin kulit buah naga merah sebelum dan setelah delignifikasi	50
Gambar 13. Bentuk koloni <i>S. cerevisiae</i> pada medium MEA	53
Gambar 14. Pengamatan sel <i>S. cerevisiae</i> pengecatan <i>methylene blue</i> dengan mikroskop perbesaran 10×40	54
Gambar 15. Pertumbuhan <i>S. cerevisiae</i> (a) pada medium cair MEB dan (b) terbentuk endapan khamir	55
Gambar 16. Hasil uji fermentasi karbohidrat <i>S. cerevisiae</i> pada medium (a) glukosa, (b) sukrosa dan (c) laktosa	56
Gambar 17. Jumlah sel <i>S. cerevisiae</i> selama 72 jam fermentasi	57
Gambar 18. Sertifikat khamir	86
Gambar 19. Kulit buah naga merah hasil pengeringan.	87
Gambar 20. Serbuk kulit buah naga merah	87
Gambar 21. Hasil akhir titrasi pengukuran kadar pati kulit buah naga merah	88
Gambar 22. Hasil pektin kulit buah naga merah	90
Gambar 23. Proses pengukuran kadar lignoselulosa sebelum delignifikasi	91
Gambar 24. Proses pengukuran kadar lignoselulosa sesudah delignifikasi	93

Gambar 25. Larutan glukosa standar	95
Gambar 26. Kurva glukosa standar	96
Gambar 27. Pengukuran kadar gula reduksi sampel hasil hidrolisis	96
Gambar 28. Hasil uji kadar etanol sampel dengan kromatografi gas	100
Gambar 29. Hasil uji kadar etanol sampel dengan kromatografi gas	101

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kandungan Serbuk Kulit Buah Naga Merah.....	6
Tabel 2. Sifat-Sifat Etanol	7
Tabel 3. Rancangan Percobaan Kadar Gula Reduksi Hasil Hidrolisis Kulit Buah Naga Merah	34
Tabel 4. Komposisi Polisakarida Kulit Buah Naga Merah	47
Tabel 5. Kadar Gula Reduksi Hasil Hidrolisis Kulit Buah Naga Merah	51
Tabel 6. Hasil Uji Kemurnian Khamir <i>S. cerevisiae</i> FNCC 3012	53
Tabel 7. Pengukuran pH Medium Fermentasi.....	58
Tabel 8. Kadar Etanol dan Konversi Gula Menjadi Etanol.....	59
Tabel 9. Data Hasil Titrasi Penetapan Normalitas $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N	87
Tabel 10. Data Hasil Titrasi Blanko dan Sampel	88
Tabel 11. Penentuan Mg Glukosa Bahan dengan Metode Luff Schoorl	88
Tabel 12. Data Hasil Pengukuran Lignoselulosa Sebelum Delignifikasi	91
Tabel 13. Data Hasil Pengukuran Lignoselulosa Sesudah Delignifikasi	93
Tabel 14. Data Nilai Absorbansi Glukosa Standar	95
Tabel 15. Data Hasil Pengukuran Kadar Gula Reduksi Sampel Hasil Hidrolisis ..	96
Tabel 16. Data Perhitungan Jumlah Sel	99
Tabel 17. Data Pengukuran pH Selama Fermentasi.....	99
Tabel 18. Hasil Uji ANOVA Kadar Gula Reduksi	103
Tabel 19. Hasil Uji Duncan Kadar Gula Reduksi	103
Tabel 20. Hasil Analisis Statistik Kelompok Kadar Etanol	103
Tabel 21. Hasil Uji Sampel Independen Kadar Etanol	103
Tabel 22. Hasil Analisis Statistik Kelompok Konversi Gula Menjadi Etanol	104
Tabel 23. Hasil Uji Sampel Independen Konversi Gula Menjadi Etanol	104

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Sertifikat Khamir	86
Lampiran 2. Pembuatan Serbuk Kulit Buah Naga Merah.....	87
Lampiran 3. Perhitungan Kadar Pati Kulit Buah Naga Merah	87
Lampiran 4. Perhitungan Kadar Pektin Kulit Buah Naga Merah	90
Lampiran 5. Perhitungan Kadar Lignoselulosa Kulit Buah Naga Merah	90
Lampiran 6. Kadar Gula Reduksi.....	95
Lampiran 7. Pengukuran pH, Perhitungan Jumlah Sel dan Viabilitas Sel <i>Starter</i>	99
Lampiran 8. Hasil Uji Kadar Etanol dengan Kromatografi Gas	100
Lampiran 9. Perhitungan Konversi Gula Menjadi Etanol.....	102
Lampiran 10. Hasil Analisis Data Kadar Gula Reduksi dengan SPSS	103
Lampiran 11. Hasil Analisis Data Kadar Etanol dengan SPSS.....	103
Lampiran 12. Hasil Analisis Data Konversi Gula Menjadi Etanol	104

INTISARI

Buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) memiliki bagian kulit sebesar 30-35% dari massa total buah yang seringkali dianggap sebagai sampah dan tidak termanfaatkan. Kulit buah naga merah diketahui mengandung karbohidrat seperti selulosa, pati dan pektin yang dapat dimanfaatkan dalam produksi bioetanol. Bioetanol dapat diproduksi melalui empat tahap yaitu delignifikasi, hidrolisis, fermentasi dan pemurnian. Tahapan hidrolisis menjadi tahapan penting pada produksi bioetanol karena merupakan tahap yang menentukan kadar glukosa yang dihasilkan polisakarida untuk digunakan mikroorganisme dalam proses fermentasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi optimum asam klorida (HCl) untuk menghasilkan kadar gula reduksi tertinggi serta untuk mengetahui kadar bioetanol yang dihasilkan dari fermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* FNCC 3012 selama 72 jam pada kulit buah naga merah. Proses delignifikasi dilakukan dengan NaOH 8% untuk meningkatkan kadar selulosa pada kulit buah naga. Hasil delignifikasi kemudian dihidrolisis dengan variasi konsentrasi HCl (0, 1, 2, dan 3N) dalam rancangan acak lengkap. Kadar gula reduksi dari setiap hasil hidrolisis dianalisis menggunakan metode Nelson Somogyi. Kadar gula reduksi tertinggi diperoleh dari hidrolisis dengan konsentrasi HCl 3N sebesar 0,85%. Hidrolisat dengan kadar gula reduksi tertinggi selanjutnya difermentasi selama 72 jam. Hasil fermentasi selanjutnya didestilasi dan diukur kadar bioetanolnya menggunakan kromatografi gas. Kadar bioetanol yang dihasilkan adalah 0,02%.

Kata kunci: Asam Klorida, Bioetanol, Hidrolisis, *Hylocereus polyrhizus*, *Saccharomyces cerevisiae*

ABSTRACT

Red dragon fruit (Hylocereus polyrhizus) has a skin section of 30-35% of the total mass of the fruit which is often considered as waste and not utilized. Red dragon fruit skin is known to contain carbohydrates such as cellulose, starch and pectin which can be utilized in bioethanol production. Bioethanol can be produced through four stages, namely delignification, hydrolysis, fermentation and purification. The hydrolysis stage is an important stage in bioethanol production because it is the stage that determines the glucose content produced by polysaccharides for use by microorganisms in the fermentation process. This study aims to determine the optimum concentration of hydrochloric acid (HCl) to produce the highest reducing sugar content and to determine the bioethanol content produced from fermentation with Saccharomyces cerevisiae FNCC 3012 for 72 hours on red dragon fruit skin. The delignification process is carried out with 8% NaOH to increase the cellulose content in the dragon fruit skin. The delignification results are then hydrolyzed with variations in HCl concentration (0, 1, 2, and 3N) in a completely randomized design. The reducing sugar content of each hydrolysis result was analyzed using the Nelson Somogyi method. The highest reducing sugar content was obtained from hydrolysis with a concentration of 0.85% HCl 3N. The hydrolysate with the highest reducing sugar content was then fermented for 72 hours. The fermentation results were then distilled and the bioethanol content was measured using gas chromatography. The bioethanol content produced was 0.02%.

Keywords: Bioethanol, Hydrochloric Acid, Hydrolysis, Hylocereus polyrhizus, Saccharomyces cerevisiae