

Proses Produksi Bioetanol dari Nira Kelapa dengan Destilasi Sederhana

Hafiz Syihabuddin Mubarak
F14190059



DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024

PERNYATAAN MENGENAI LAPORANSKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Proses Produksi Bioetanol dari Nira Kelapa dengan Destilasi Sederhana” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, 22 Mei 2024



Hafiz Syihabuddin Mubarak
F14190059

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengemukakan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University
2. Dilarang mengemukakan dan menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University



ABSTRAK

HAFIZ SYIHABUDDIN MUBARAK. Proses Produksi Bioetanol dari Nira Kelapa dengan Destilasi Sederhana. Dibimbing oleh Dr. Ir. EdyHartulistiyoso, M.Sc.

Ketersediaan bahan bakar minyak sebagai energi tak terbarukan semakin lama semakin menipis dan langka khususnya bensin, sehingga dibutuhkan bahan bakar alternatif yang dapat menggantikan bensin. Nira kelapa merupakan salah satu bahan yang sangat prospektif untuk dijadikan bioetanol karena mengandung gula yang cukup tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk memproduksi bioetanol dari nira kelapa menggunakan metode destilasi sederhana dengan mempelajari pengaruh parameter waktu fermentasi, waktu destilasi, dan temperatur destilasi terhadap sifat fisik bioetanol yang dihasilkan. Proses fermentasi dilakukan dengan menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae* pada durasi 24, 48, dan 96 jam, diikuti dengan destilasi selama 120 menit. Data yang diukur meliputi rendemen, kadar alkohol, densitas, *specific gravity*, *API gravity*, dan nilai kalor bioetanol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fermentasi selama 96 jam menghasilkan kadar alkohol tertinggi sebesar 41%, sementara rata-rata rendemen bioetanol mencapai 34,5%. Nilai *specific gravity* dan *API gravity* dipengaruhi oleh durasi fermentasi dan temperatur destilasi, dengan peningkatan temperatur meningkatkan *specific gravity* dan menurunkan *API gravity*. Rata-rata nilai kalor bioetanol yang dihasilkan adalah 4.582,67 kkal/kg. Penelitian ini mengkonfirmasi potensi nira kelapa sebagai bahan baku bioetanol untuk energi terbarukan.

Kata kunci : *API gravity*, Bioetanol, Destilasi, Fermentasi, Kadar alkohol, Nilai kalor, Ragi, Rendemen, *Specific gravity*.



ABSTRACT

HAFIZ SYIHABUDDIN MUBARAK. The Process of Bioethanol Production from Coconut Sap Using Simple Distillation. Supervised by Dr. Ir. *Edy Hartulistiyoso*, M.Sc.

The availability of fuel as non renewable energy becoming scarce especially gasoline, so it needed the alternative fuel that can replace gasoline. Coconut sap is a prospective material for making bioethanol because of the high quality sugar content. This research aims to produce bioethanol from coconut sap using a simple distillation method by examining the effects of fermentation time, distillation time, and distillation temperature parameters on the physical properties of the produced bioethanol. The fermentation process utilized *Saccharomyces cerevisiae* yeast for durations of 24, 48, and 96 hours, followed by distillation for 120 minutes. The measured data included yield, alcohol content, density, specific gravity, API gravity, and heating value of bioethanol. The results showed that 96 hours of fermentation yielded the highest alcohol content at 41%, while the average bioethanol yield reached 34.5%. Specific gravity and API gravity were influenced by fermentation duration and distillation temperature, with higher temperatures increasing specific gravity and decreasing API gravity. The average heating value of the bioethanol produced was 4,582.67 kcal/kg. This research confirms the potential of coconut sap as a raw material for renewable energy bioethanol production.

Keywords : Alcohol level, API gravity, Bioethanol, Distillation, Fermentation, Heat value, Spesific gravity, Yeast, Yield.



RINGKASAN

HAFIZ SYIHABUDDIN MUBARAK. Proses Produksi Bioetanol dari Nira Kelapa dengan Destilasi Sederhana. Dibimbing oleh Dr. Ir. *EdyHartulistiyoso*, M.Sc.

Untuk mengantisipasi terjadinya krisis bahan bakar di masa mendatang, dilakukan pemanfaatan bioetanol sebagai sumber energi terbarukan. Produksi bioetanol dari bahan gula yang tidak digunakan langsung sebagai bahan pangan, mempunyai potensi untuk dikembangkan di Indonesia. Nira kelapa merupakan bahan baku yang baik karena mengandung gula yang sangat tinggi serta komposisi unsur hara yang lengkap untuk pertumbuhan mikroorganisme. Pada proses produksi dibutuhkan parameter yang dibandingkan, yaitu waktu fermentasi, waktu dan temperatur destilasi. Parameter ini digunakan untuk melihat pengaruhnya terhadap proses produksi bioetanol, serta sifat fisik bioetanol yang dihasilkan.

Tujuan penelitian ini adalah memproduksi bioetanol dengan bahan baku nira kelapa berdasarkan perbandingan parameter waktu dan temperatur destilasi, serta waktu fermentasi. Penelitian ini dilaksanakan pada Oktober 2023 sampai bulan Juni 2024 di Laboratorium Teknik Energi Terbarukan (TET). Prosedur pertama pada penelitian ini adalah menyiapkan bahan baku nira kelapa. Produksi bioetanol dibutuhkan bantuan ragi berupa *Saccharomyces cerevisiae*. Pada penelitian ini lama fermentasi divariasikan selama 24, 48, dan 96 jam dengan kondisi anaerobik. Selanjutnya destilasi dilakukan dengan cara mengatur *thermocontrol* pada kompor untuk mengatur suhu, kemudian menyiapkan labu destilasi yang berkapasitas lebih dari 1000 ml, wadah hasil destilasi, serta kondensor sebagai pendingin pada proses evaporasi. Setelah itu hasil fermentasi yang telah divariasikan dalam berbagai waktu fermentasi, dimasukkan ke dalam labu destilasi. Proses destilasi dilakukan selama 120 menit sehingga bioetanol selesai diproduksi. Tidak lupa setiap 15 menit dilakukan pengambilan data seperti berat, volume, dan kadar alkohol. Setelah mendapat data tersebut, dilakukan pengolahan data yang berupa debit destilasi, rendemen, densitas, *specific gravity*, *API gravity*, dan nilai kalor.

Setelah data diolah, alat destilasi pada proses produksi memiliki rata-rata debit yang tidak berbeda jauh dari alat destilasi pada umumnya yaitu sebesar $4,49 \times 10^{-5}$ L/s. Berikutnya, pada rendemen rata-rata bioetanol dari nira kelapa diperoleh sebesar 34,5 % atau dengan perbandingan 833,3 ml bahan baku nira fermentasi menjadi 292 ml bioetanol atau sama dengan 2,85 ml bahan Baku : 1 ml bioetanol. Kadar alkohol tertinggi yang didapat adalah 41% yaitu pada fermentasi 96 jam, sehingga membuktikan pengaruh lama fermentasi. Namun, pengaruh dari lama destilasi menyebabkan penurunan kadar alkohol dikarenakan suhu udara dan angin saat proses destilasi. Berikutnya, *specific gravity* yang dihasilkan mengalami penurunan dikarenakan pengaruh lamanya fermentasi berdasarkan suhu temperatur destilasi yang sama. Seperti contoh pada suhu destilasi 74°C, *specific gravity* yang dihasilkan pada fermentasi 24 jam, 48 jam, dan 96 jam adalah 0,862 g/ml, 0,802 g/ml, 0,772 g/ml. Dengan demikian, *specific gravity* akan meningkat bergantung pada peningkatan temperatur destilasi. Dapat disimpulkan rata-rata *specific gravity* menurut lama fermentasi 24 jam, 48 jam, dan 96 jam adalah 0,927 g/ml, 0,932 g/ml, 0,907

g/ml. Berikutnya, pada *API gravity* justru berbanding terbalik dengan *spesific gravity*, yaitu mengalami peningkatan berdasarkan pengaruh lama fermentasi. Berdasarkan temperatur destilasi yang sama seperti pada suhu 74°C, *API gravity* yang dihasilkan pada fermentasi 24 jam, 48 jam, dan 96 jam adalah 33,03 g/ml, 45,37 g/ml, 52,26 g/ml. Dengan demikian, *API gravity* akan menurun bergantung pada penurunan temperatur destilasi. Nilai kalor yang dihasilkan akan meningkat sesuai lama waktu fermentasi, sehingga didapat rata-rata nilai kalor yaitu sebesar 4.582,67 kkal/kg.

Kata kunci : *API gravity*, Bioetanol, Destilasi, Fermentasi, Kadar alkohol, Nilai kalor, Ragi, Rendemen, *Spesific gravity*.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

Perpustakaan IPB University



SUMMARY

HAFIZ SYIHABUDDIN MUBARAK. The Process of Bioethanol Production from Coconut Sap Using Simple Distillation. Supervised by Dr. Ir. *Edy Hartulistiyo*, M.Sc.

To anticipate a fuel crisis in the future, bioethanol is utilized as a renewable energy source. Bioethanol production from sugar which is not used directly as food, has the potential to be developed in Indonesia. Coconut sap is a good raw material, because it contains very high sugar and a complete composition of nutrients for the growth of microorganisms. In the production process, parameters are needed to be compared, such as fermentation time, as well as distillation time and temperature. This parameter is used to see its effect on the bioethanol production process, as well as the physical properties of the bioethanol produced.

The purpose of this research is to produce bioethanol using coconut sap as a raw material based on a comparison of distillation time and temperature parameters, as well as fermentation time. This research was carried out from October 2023 until June 2024 at the Renewable Energy Engineering Laboratory. The first procedure in this research is to prepare the raw material for coconut sap. Bioethanol production requires the help of yeast in the form of *Saccharomyces cerevisiae*. In this research, the fermentation time was varied to 24, 48, and 96 hours under anaerobic conditions. Next, carry out distillation flask with a capacity of more than 1000 ml, a container for the distillation result, and a condensor as a coolant for the evaporation process. After that, the fermentation result which have been varied over various fermentation times, are put into a distillation flask before distillation is carried out. The distillation process is carried out for 120 minutes until bioethanol is produced. Dont forget that every 15 minutes data is collected such as weight, volume, and alcohol content. After obtaining this data, data processing is carried out in the form of distillation discharge, yield, density, spesific gravity, API gravity, and heating value.

After the data has processed, the distillation tool has an average flow rate that is not much different from distillation tool in general, namely the average is 4.49×10^{-5} L/s. The average yield result of bioethanol from coconut sap was 34.5% or with a ratio of 833.3 ml of fermented sap raw material to 292 ml of bioethanol or the same as 2.85 ml Raw Material: 1 ml of bioethanol with an average alcohol content of 36%. The highest alcohol level was 41%, namely at 96 hours of fermentation, thus proving the influence of fermentation time. However, the effect of the distillation time causes a decrease in alcohol content due to air temperature and wind during the distillation process. The result of specific gravity will decrease due to the influence of the length of fermentation provided that the distillation temperature is the same, for example at a temperature of 74°C in 24 hour fermentation it produces 0.862 g/ml, in 48 hour fermentation it it produces 0.802 g/ml, in 96 hour fermentation it produces 0.772 g/ml. In conclusion, the specific gravity will increase depending on the increase of distillation temperature. Meanwhile, API gravity is inversely proportional to

specific gravity, that is increases due to the influence of fermentation time with the requirement that the distillation temperature is the same, for example at 74°C in 24 hour fermentation it produced 33.03 g/ml, in 48 hour fermentation it produced 45.37 g/ml. ml, in 96 hours fermentation it produced 52.26 g/ml. So the API gravity will decrease depending on the reduction in distillation temperature. The heat value of bioethanol will increase according to the length of fermentation time, so that the average heat value of the three distillations is 4.582,67 kcal/kg.

Keywords : Alcohol level, API gravity, Bioethanol, Distillation, Fermentation, Heat value, Spesific gravity, Yeast, Yield.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, pertukaran karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University

Perpustakaan IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Proses Produksi Bioetanol dari Nira Kelapa dengan Destilasi Sederhana

Hafiz Syihabuddin Mubarak
F14190059

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
pada Program Studi
Teknik Mesin dan Biosistem

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024

Judul : Proses Produksi Bioetanol dari Nira Kelapa dengan Destilasi Sederhana
 Nama : Hafiz Syihabuddin Mubarak
 NIM : F14190059

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
 Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.



Diketahui oleh

Ketua Ketua Departemen
 Teknik Mesin dan Biosistem:

Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc.
 NIP. 196304251989031001



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2023 sampai bulan Juni 2024 ini ialah Bioetanol, dengan judul “Proses Produksi Bioetanol dari Nira Kelapa dengan Destilasi Sederhana”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso, M.Sc. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Dr. Leopold O. Nelwan, S.TP.,M.Si. sebagai kepala laboratorium dan juga penanggung jawab, lalu kepada Bapak Angga Permana sebagai teknisi dan penanggung jawab laboratorium yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, dan seluruh keluarga, serta teman – teman yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya dan seterusnya. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, 22 Mei 2024



Hafiz Syihabuddin Mubarak

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	IV
DAFTAR GAMBAR	IV
DAFTAR LAMPIRAN	IV
I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup	5
1.6 Hipotesis	5
II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Standarisasi Bioetanol	6
2.2 Nira Kelapa	7
2.3 Fermentasi	7
2.4 Destilasi	8
III METODE	
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Prosedur Kerja	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Debit Aliran Destilasi	16
4.2 Rendemen Bioetanol	17
4.3 Kadar Alkohol Bioetanol	19
4.4 <i>Spesific Gravity</i> dan <i>API Gravity</i>	21
4.5 Nilai Kalor Bioetanol	27
V SIMPULAN DAN SARAN	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	34

Daftar Tabel

1. Standar Nasional Indonesia Kualitas Bioetanol (SNI 7390-2008)
2. Komposisi nira kelapa
3. Perbandingan Kadar alkohol bioetanol dengan Lama Destilasi
4. Perbandingan Densitas alkohol dengan Lama Destilasi
5. Perbandingan *Spesific gravity* dengan Lama Destilasi
6. Perbandingan *Spesific gravity* sesuai temperatur destilasi
7. Perbandingan *API gravity* dengan Lama Destilasi
8. Perbandingan *API gravity* Sesuai Semperatur destilasi
9. Perbandingan Nilai Kalor Bioetanol dengan Lama Destilasi
10. Perbandingan Nilai Kalor Bioetanol dengan Temperatur Destilasi
11. Perbandingan Debit Aliran Destilasi dengan Lama Destilasi

Daftar Gambar

1. Alat Destilator Sederhana Teoritis
2. Flowchart Prosedur Kerja
3. Grafik Perbandingan Kadar Alkohol Bioetanol dengan Lama Destilasi
4. Grafik Perbandingan *Spesific Gravity* dengan Lama Destilasi
5. Grafik Perbandingan *API Gravity* dengan Lama Destilasi
6. Grafik Perbandingan Nilai Kalor Bioetanol dengan Lama Destilasi
7. Grafik Perbandingan Debit Aliran Destilasi dengan Lama Destilasi
8. Neraca Analitis
9. Labu Ukur
10. Gelas Ukur
11. Termokopel
12. Batang Pengaduk
13. Kompor Mawar
14. Kondensor
15. Alkoholmeter
16. Alat Destilasi

Daftar Lampiran

1. Gambar Alat dan Bahan
2. Data temperatur destilasi dan juga berat dan volume larutan bioetanol per 15 menit destilasi
3. Perhitungan Rendemen Bioetanol
4. Perhitungan *Spesific Gravity*
5. Perhitungan *API Gravity*
6. Perhitungan Nilai Kalor
7. Perhitungan Debit Aliran Destilasi