

Potensi limbah kulit dan biji rambutan (*Nephelium lappaceum* L) sebagai bioetanol

Potential of waste from rambutan peels and seeds (*Nephelium lappaceum* L) as bioethanol

Johannes Martua Hutagalung, Galu Murdikaningrum, Melinda Yulianti, Shinta Nurcahyani

Fakultas Teknik, Universitas Insan Cendekia Mandiri, Jalan Pasir Kaliki No.199 Bandung, 40162, Indonesia.

Korespondensi:
johutagalung720@gmail.com

Submit:
23 Juni 2023

Direvisi:
14 Agustus 2023

Diterima:
18 Agustus 2023

Abstract. In view of information on rambutan creation which is expanding, the misuse of rambutan strips and seeds is likewise expanding. Remembering that rambutan strips and seeds contain a few mixtures that can be utilized as elective unrefined components in the production of bioethanol. This study aims to determine the effect of variations in the addition of yeast on the yield and content of bioethanol, and also to determine the maximum mass of the addition of yeast to acquire the biggest yield and ethanol content. This research went through 5 stages, first stage is the readiness of the skin and seeds of rambutan, second stage is α -cellulose detachment, third step is hydrolysis with 1% HCl to create glucose which will be analyzed using Benedict's reagent and the Luff-Schoorl method. Qualitative analysis showed positive results and glucose levels obtained were 22.39% with a glucose yield of 1.50%. The fourth stage is glucose fermentation by using five days with variations in yeast weight of 5, 6 and 7 grams. The fifth step is to separate the resulting bioethanol by distillation and determine alcohol content using an alcohol refractometer. Yield bioethanol obtained by varying the weight of yeast 5, 6, and 7 grams respectively was 1.05%, 1.18%, and 1.67% with the levels of bioethanol obtained 1.95%, 2.15%, and 3.00%. The highest yield and content of bioethanol were obtained by adding 7 grams of yeast. The yield obtained on this bioethanol is 1.67% and the bioethanol content is 3.00%.

Keywords: bioethanol, cellulose, fermentation, hydrolysis, rambutan peels.

Abstrak. Berdasarkan data produksi rambutan yang semakin meningkat, maka limbah kulit dan biji rambutan pun semakin meningkat. Kulit dan biji rambutan mengandung beberapa senyawa yang dapat dijadikan sebagai bahan baku alternatif dalam produksi bioetanol. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan ragi terhadap *yield* dan kadar bioetanol, dan juga untuk mengetahui massa penambahan ragi yang maksimal agar mendapatkan *yield* dan kadar etanol yang terbesar. Penelitian ini melalui 5 tahap, tahap pertama preparasi kulit dan biji rambutan, tahap kedua isolasi α -selulosa, Tahap ketiga hidrolisis dengan HCl 1% untuk menghasilkan glukosa yang akan dianalisa dengan pereaksi benedict dan metode Luff-Schoorl. Analisa kualitatif menunjukkan hasil positif dan kadar glukosa yang diperoleh 22,39% dengan *yield* glukosa 1,50%. Tahap keempat fermentasi glukosa hasil hidrolisis selama 5 hari dengan variasi berat ragi 5, 6, dan 7 gram. Tahap kelima pemisahan hasil bioetanol dengan distilasi sederhana dan ditentukan kadar alkoholnya dengan menggunakan refraktometer alkohol. *Yield* bioetanol yang diperoleh dengan variasi penambahan berat ragi 5, 6, dan 7 gram berturut-turut adalah 1,05%, 1,18%, dan 1,67% dengan kadar bioetanol yang didapat 1,95%, 2,15%, dan 3,00%. *Yield* dan kadar tertinggi bioetanol diperoleh pada variasi penambahan ragi sebanyak 7 gram. *Yield* yang diperoleh pada bioetanol ini 1,67% dan kadar bioetanol 3,00%.

Kata-kata kunci: bioetanol, selulosa, fermentasi, hidrolisis, kulit rambutan

PENDAHULUAN

Pemanfaatan bioetanol sekarang ini sebagai energi terbarukan dan lebih ramah lingkungan dapat menjaga ketahanan energi di Indonesia. Pembuatan bioetanol biasanya memanfaatkan bahan baku dari pati, atau gula yang tidak dimurnikan, yang dikenal dengan bioetanol generasi pertama (G1). Pembuatan bioetanol G1 tidak berjalan seperti yang diharapkan sejak 2010. Alasannya, bahan baku bersaing dengan makanan, dan harganya lebih mahal (Sudiyani, 2014)

Sementara itu, biomassa lignoselulosa sangat melimpah di Indonesia. Komponen utama bahan yang mengandung lignoselulosa adalah selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang jumlahnya bervariasi sesuai dengan sumber bahan. Bioetanol generasi dua (G2) dapat diperoleh dari bahan yang mengandung hemiselulosa serta selulosa (Sudiyani, 2014).

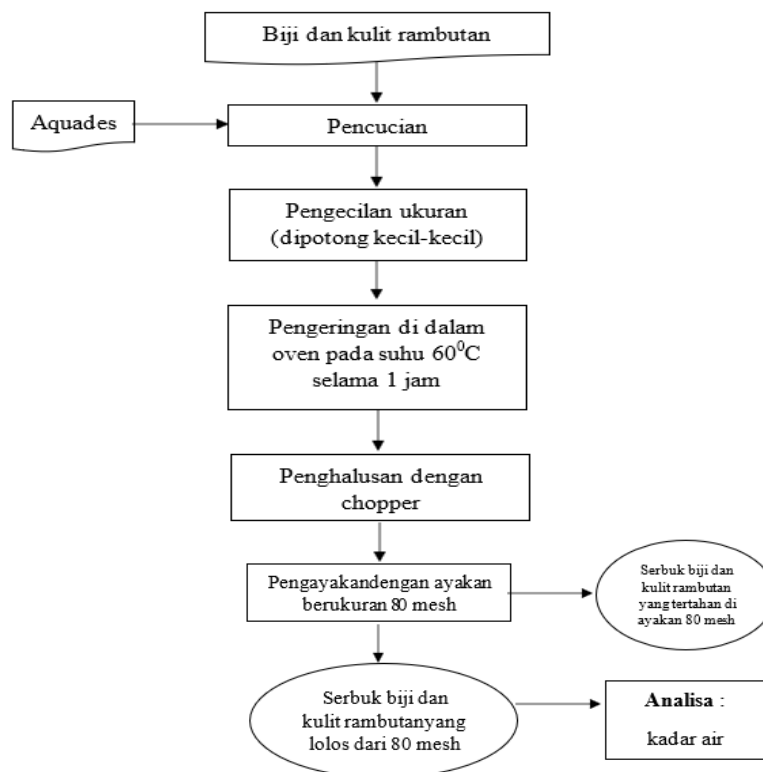
Indonesia adalah negara agribisnis yang pendapatannya bertitik berat pada pertanian dan perkebunan dengan hasil bumi yang melimpah. Salah satunya adalah rambutan. Buah rambutan memiliki kulit dan biji yang sering diabaikan, kulit dan biji rambutan mengandung senyawa biomassa lignoselulosa yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan alternatif dalam produksi bioetanol.

Penelitian ini diharapkan dapat menentukan pengaruh perbedaan penambahan ragi terhadap yield dan kadar bioetanol dari kulit dan biji rambutan, dan mengetahui massa penambahan ragi yang menghasilkan yield dan kadar bioetanol terbesar.

BAHAN DAN METODE

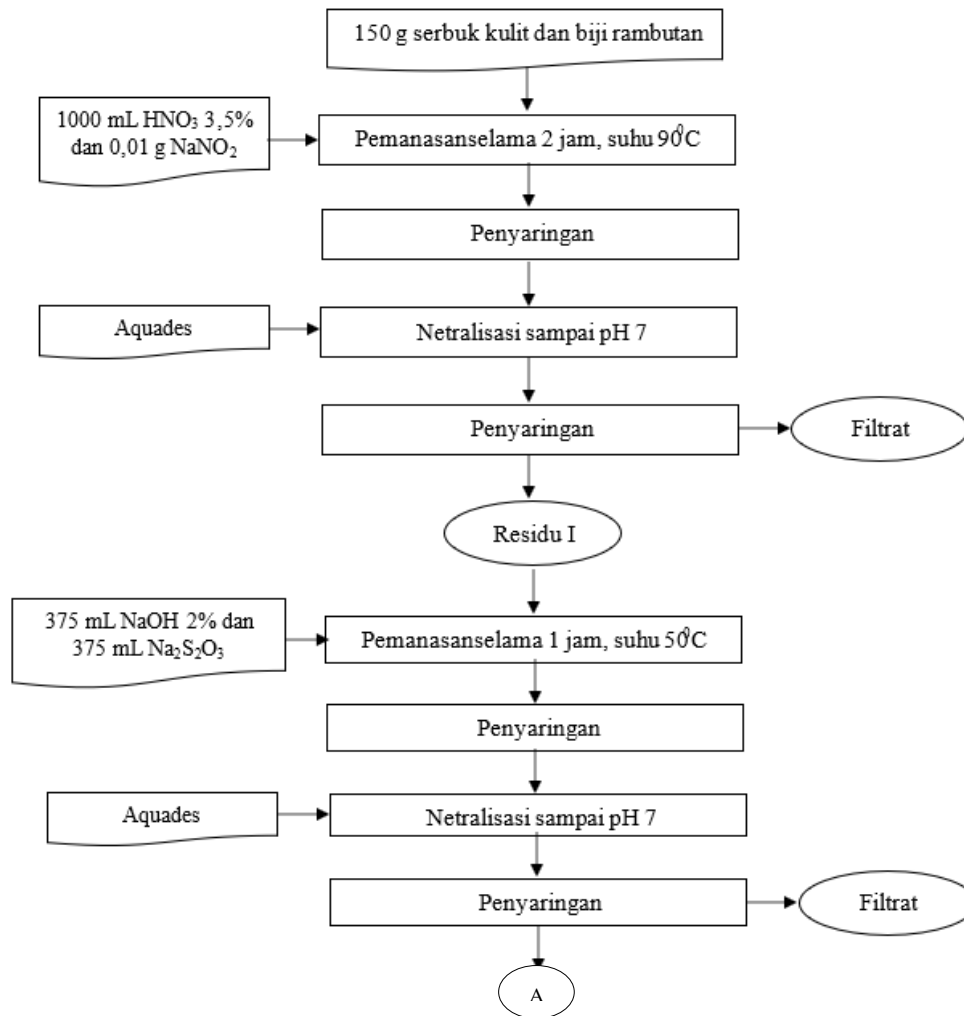
Bahan yang dipakai adalah biji dan kulit rambutan, jenis rambutan yang dipilih yaitu rambutan Binjai. Metode penelitian yang diterapkan yaitu analisis kualitatif dan kuantitatif. Penelitian ini dilakukan dengan 5 tahapan proses. Tahap pertama preparasi kulit dan biji rambutan. Tahap kedua isolasi α -selulosa. Tahap ketiga hidrolisis dengan HCl 1% (v/v) yang dapat menghasilkan glukosa dan dianalisis menggunakan pereaksi Benedict dan metode Luff-Schoorl. Tahap keempat fermentasi glukosa hasil hidrolisis dengan variasi berat ragi 5, 6, dan 7 gram yang akan difermentasi selama lima hari. Tahap kelima pemisahan hasil bioetanol dengan distilasi dan ditentukan kadar alkoholnya dengan menggunakan refraktometer alkohol. Setiap tahapan proses tersebut diuraikan sebagai gambar diagram alir berikut ini :

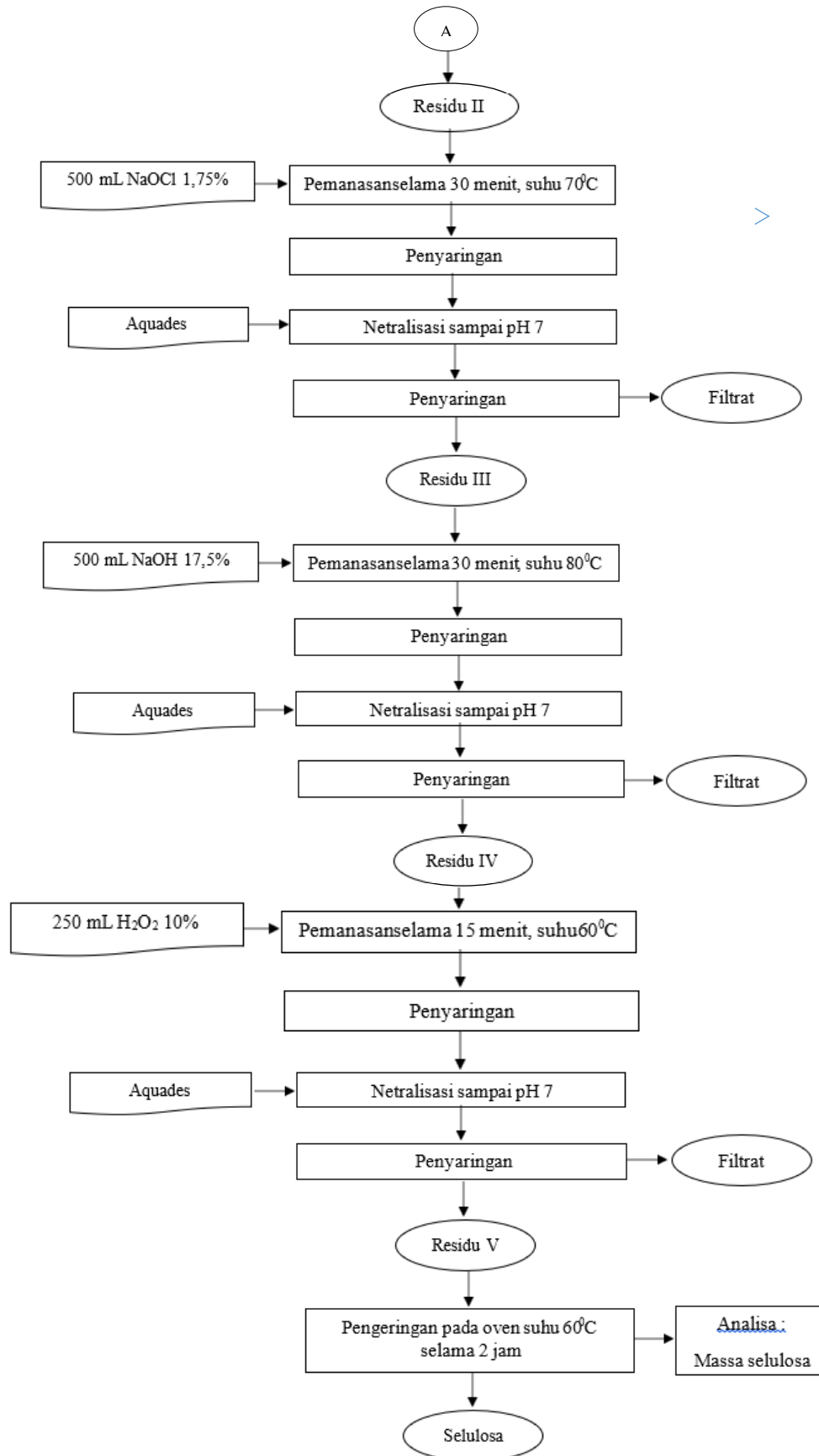
1. Tahap preparasi kulit dan biji rambutan



Gambar 1. Tahap pertama preparasi kulit dan biji rambutan

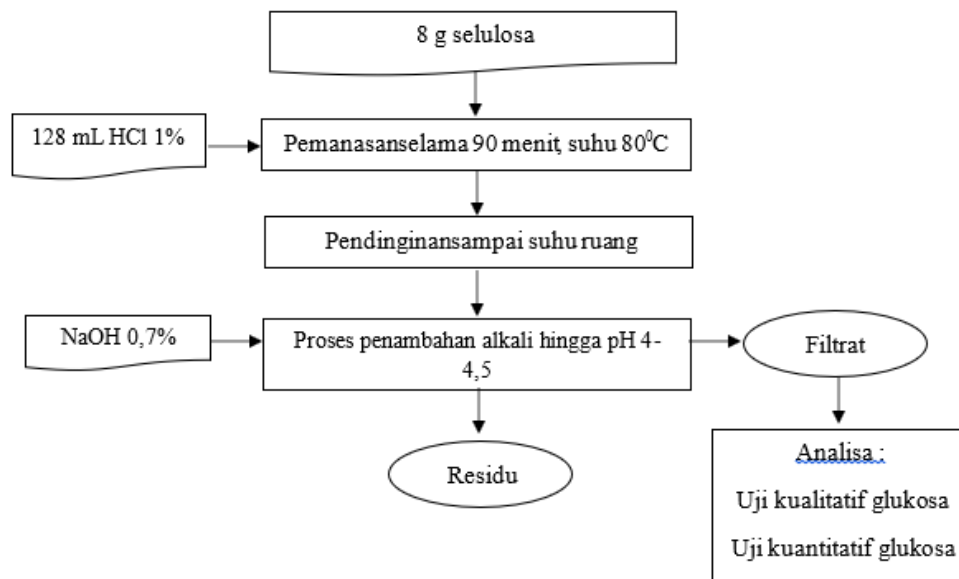
2. Tahap isolasi α -selulosa





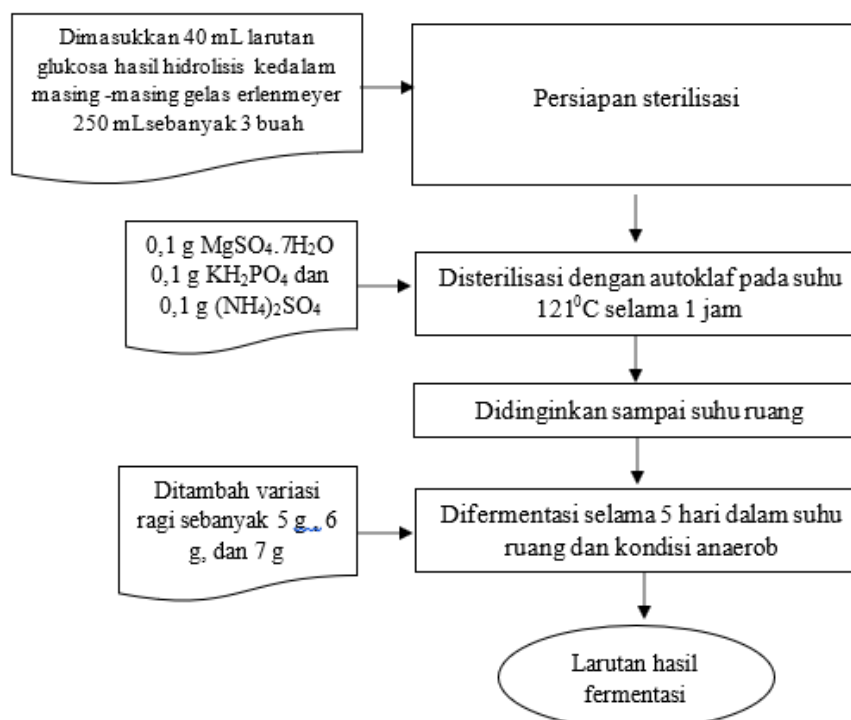
Gambar 2. Tahap isolasi α -selulosa

3. Tahap hidrolisis selulosa dengan HCl 1% (v/v) menjadi glukosa



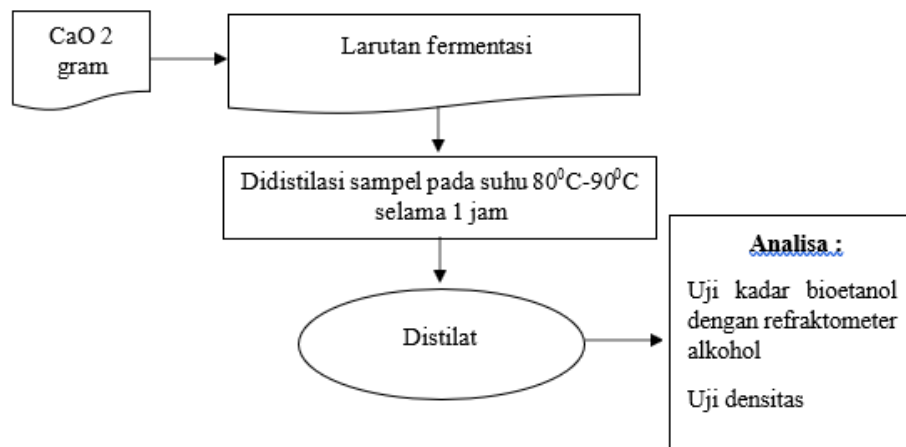
Gambar 3. Tahap hidrolisis selulosa dengan HCl 1% (v/v) menjadi glukosa

4. Tahap fermentasi glukosa



Gambar 4. Tahap fermentasi glukosa hasil hidrolisis menghasilkan bioetanol

5. Tahap pemisahan bioetanol dengan distilasi sederhana



Gambar 5. Tahap pemisahan bioetanol dengan distilasi sederhana

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Preparasi Kulit dan Biji Rambutan

Pada tahap persiapan ini, kulit dan biji rambutan yang sudah melewati tahap pengeringan dan penghalusan dilakukan uji kadar air menggunakan alat *moisture analyzer*. Didapat data kadar air dari serbuk kulit dan biji rambutan sebesar 11,96% (w/w)

2. Hasil Isolasi α -Selulosa Serbuk Kulit dan Biji Rambutan

Pada proses α -selulosa, serbuk kulit dan biji rambutan mengalami proses delignifikasi, pemutihan, dan pemurnian. Pada proses isolasi, didapat α -selulosa yang berwarna putih. Dari 150 g serbuk kulit dan biji rambutan yang digunakan, diperoleh 10 g α -selulosa murni yang berarti 6,67%(w/w) dari massa awal serbuk kulit dan biji rambutan.

3. Hasil Hidrolisis α -selulosa dari Kulit dan Biji Rambutan

Hidrolisis selulosa dari kulit dan biji rambutan menggunakan HCl 1%(v/v), akan memutus ikatan selulosa yang kemudian akan menghasilkan glukosa. Pengujian glukosa secara kualitatif dilakukan dengan pereaksi benedict, dan pengujian glukosa kuantitatif dilakukan dengan metode Luff-Schroll. Pada uji glukosa secara kualitatif, semua sampel positif mengandung glukosa setelah ditambah pereaksi benedict. Hal ini ditunjukkan dengan terbentuknya endapan merah bata saat pengujian. Sedangkan pada metode luff-schroll, glukosa hasil hidrolisis didapat sebesar 22,39%(w/v) dengan yield glukosa sebesar 1,50%(w/v). Berikut data hasil titrasi pada pengujian glukosa secara kuantitatif.

Tabel 1. Data titrasi blanko

Volume Titrasi I (mL)	26,60
Volume Titrasi II (mL)	26,63
Volume Titrasi Rata-Rata (mL)	26,62

Tabel 2. Data titrasi blanko

Volume titrasi I (mL)	17,65
Volume titrasi II (mL)	17,67
Volume titrasi rata-rata (mL)	17,66

4. Hasil Pengujian Bioetanol Secara Kuantitatif

Glukosa pada hasil hidrolisis selanjutnya difermentasi selama 5 hari, dengan variasi massa ragi yang digunakan adalah 5 gram, 6 gram, dan 7 gram. Setelah difermentasi, dilakukan penambahan CaO pada tahap distilasi untuk mengikat air. Kemudian dilakukan uji kuantitatif distilat bioetanol dengan refraktometer alkohol. Berikut data uji kuantitatif dari bioetanol yang diperoleh:

Tabel 3. Data fermentasi dan uji kuantitatif bioetanol

Lama Fermentasi (Hari)	Massa Ragi (gram)	Volume Distilat (mL)	Kadar Alkohol (% v/v)	Yield (%)
5	5	27,30	1,95	1,05
5	6	27,80	2,15	1,18
5	7	28,20	3,00	1,67

Pembahasan

1. Preparasi Sampel Kulit dan Biji Rambutan

Pada pembuatan bioetanol dari limbah kulit dan biji rambutan digunakan rambutan binjai. Rambutan binjai termasuk jenis rambutan yang sangat mudah ditemukan dan salah satu rambutan terbaik di Indonesia. Pada tahap pertama, dilakukan pengecilan ukuran serbuk kulit dan biji rambutan untuk mempersingkat waktu pengeringan. Serbuk kulit dan biji rambutan yang sudah melewati pengeringan dilakukan uji kadar air.

2. Isolasi α -Selulosa Serbuk Kulit dan Biji Rambutan

Penghilangan lignin dalam bentuk nitrolignin pada serbuk kulit dan biji rambutan dilakukan dengan proses delignifikasi menggunakan HNO_3 3,5%(v/v) dan NaNO_2 . Kemudian dilakukan proses *swelling* pada hasil delignifikasi dengan NaOH 2%(w/v) dan Na_2SO_3 2%(w/v). Proses ini akan menyebabkan zat pengotor yang tidak diinginkan keluar karena serat selulosa membengkak dan membuka pori-pori. Hasil dari proses *swelling*, selulosa akan berwarna kuning kecokelatan. Oleh karena itu, untuk menghasilkan selulosa berwarna putih, dilakukan proses pemutihan dengan menggunakan NaOCl 17,5% (Ohwoavworhua, 2005).

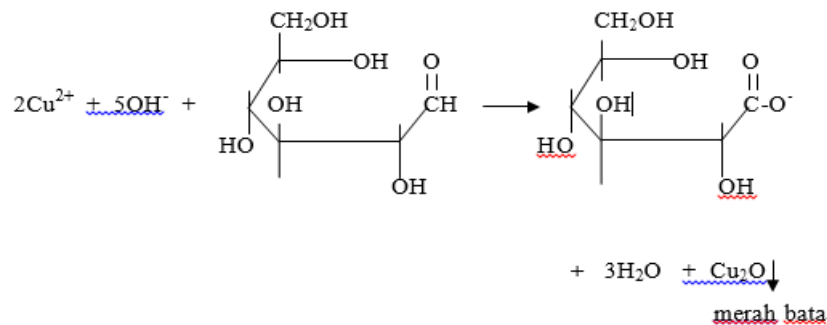
Selulosa dari hasil isolasi terdiri dari α , β , dan γ -selulosa. Sehingga untuk mendapatkan α -selulosa dilarutkan dengan NaOH 17,5%(w/v), karena α -selulosa tidak larut dengan NaOH 17,5%(w/v) sedangkan β -selulosa dan γ -selulosa larut dengan NaOH 17,5%(w/v). Endapan α -selulosa yang dihasilkan berwarna kuning. Oleh karena itu, dilakukan pemutihan dengan menggunakan H_2O_2 10%(v/v). Setelah melewati proses pemutihan, dilakukan pengeringan hasil hidrolisis menggunakan oven pada suhu 60°C selama 2 jam. Pada tahap ini, diperoleh sebanyak 10 gram α -selulosa murni atau 6,67%(w/v) dari massa awal serbuk kulit dan biji rambutan.

3. Hidrolisis Selulosa Kulit dan Biji Rambutan

Pahap hidrolisis dilakukan dengan HCl 1%(v/v). Hal ini karena penggunaan asam klorida dengan konsentrasi rendah bisa menghasilkan kadar gula yang cukup tinggi. Kemudian dilakukan hidrolisis selama 120 menit, hal ini menyebabkan glukosa akan terurai dan membentuk asam format (CH_2O_2) apabila waktu hidrolisis terlalu lama, sehingga kadar glukosa akan menurun. Pada tahap ini, didapatkan kadar glukosa setelah hidrolisis sebesar 22,39%.(w/v).

4. Analisis Kualitatif Gula Reduksi

Untuk mengetahui bahwa senyawa yang diuji mengandung senyawa monosakarida karbohidrat maka dilakukan uji secara kualitatif pada gula reduksi. Pada tahap ini, sampel ditambahkan dengan pereaksi benedict, dengan hasil akhir terbentuknya endapan berwarna merah bata. Pada saat pengujian, terbentuk endapan berwarna merah bata yang berarti semua sampel positif mengandung glukosa. Reaksi uji kualitatif dengan pereaksi benedict ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Uji benedict

5. Analisis Gula Reduksi Secara Kuantitatif

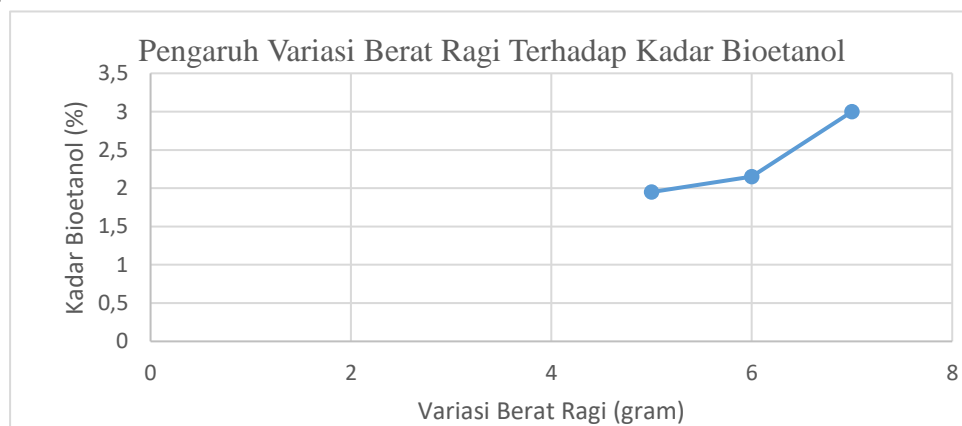
Pengujian kuantitatif glukosa dilakukan dengan metode luff-schroll. Metode luff-schroll merupakan metode secara kimia untuk penentuan monosakarida. Yang ditentukan pada metode ini adalah selulosa dalam larutan sebelum direaksikan dengan sampel gula reduksi (titrasi blanko) dan setelah direaksikan dengan sampel gula reduksi (titrasi sampel). Mekanisme penentuan gula pada cara ini adalah yodium dari garam Kalium Iodida (KI) akan dibebaskan oleh selulosa yang ada dalam pereaksi. Penentuan jumlah yodium ditentukan melalui uji titrasi menggunakan sodium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), dengan bantuan indikator amilum untuk penentuan titik akhir. Titik akhir titrasi dilihat dari perubahan warna larutan, yaitu dari warna kuning kecokelatan menjadi putih susu. Pada penelitian ini didapatkan konsentrasi glukosa sebesar 22,39% (v/v), dengan yield sebesar 1,50%.

6. Fermentasi Glukosa Hasil Hidrolisis Selulosa

Tahap fermentasi pada pembuatan bioetanol dari serbuk kulit dan biji rambutan dilakukan dengan kondisi anaerob (tanpa oksigen), dan ragi yang digunakan dalam penelitian ini adalah ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*). Penelitian terdahulu oleh Nopita Hikmiyati dan Noviea Sandrie Yanie (2016) mengenai “Pembuatan bioetanol dari limbah kulit singkong melalui proses hidrolisa asam dan enzimatis” dengan kulit singkong yang dihidrolisa menggunakan larutan H_2SO_4 dalam berbagai variabel konsentrasi (0,2; 0,3; 0,4; 0,5 M) pada temperatur 120°C selama 30 menit. Kemudian larutan hasil hidrolisa difermentasi dengan berbagai variabel waktu (24; 48; 72; 96; 120 jam). Hasil penelitian tersebut memperoleh konsentrasi larutan H_2SO_4 yang optimal untuk reaksi hidrolisa yaitu sebesar 0,3 M dan waktu fermentasi yang optimal pada proses fermentasi selama 96 jam dengan menghasilkan etanol sebesar 1,95 % v/v. Apabila dibandingkan dengan penelitian ini yaitu varian waktu fermentasi selama lima hari dan kondisi suhu ruang, maka hasil fermentasi yang diperoleh lebih baik yaitu etanol sebesar 3% (v/v). Hal ini karena *saccharomyces cerevisiae* mempunyai toleransi pada kadar alkohol yang tinggi, dapat memproduksi alkohol dalam jumlah cukup banyak dan pada suhu $4-32^\circ\text{C}$ tetap aktif melakukan fermentasi, serta dapat hidup dalam keadaan aerobik dan anaerobik (anaerobik fakultatif) (Judoamidjojo, dkk., 1992).

7. Pemisahan Bioetanol dari Hasil Fermentasi

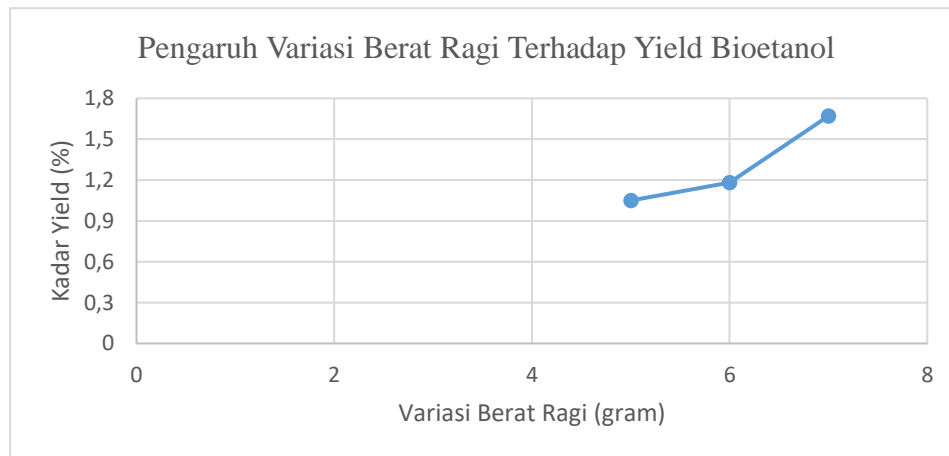
Jenis distilasi yang digunakan adalah distilasi sederhana (distilasi satu tahap). Pada tahap pemisahan bioetanol dilakukan distilasi dengan suhu 80^0-90^0C , namun didapatkan hasil yang belum maksimal, kemungkinan masih ada bioetanol yang belum teruapkan. Dan kadar yang didapat kemungkinan bukan merupakan etanol murni, seharusnya dilanjutkan kembali dengan distilasi bertingkat. Berikut grafik tentang pengaruh variasi ragi pada fermentasi terhadap kadar dan yield bioetanol:



Gambar 7. Grafik pengaruh variasi berat ragi terhadap kadar bioetanol

Kadar bioetanol yang di hasilkan dari beberapa variasi yaitu 1,95%(v/v) pada berat ragi 5 gram, 2,15%(v/v) pada berat ragi 6 gram dan 3,00%(v/v) pada berat ragi 7 gram. Maka, semakin banyak massa ragi yang ditambahkan, semakin banyak juga mikroba yang ikut bereaksi. Sehingga konsentrasi alkohol akan meningkat. Hasil ini sesuai dengan pendapat Khadijah (2015), jika glukosa dapat diubah menjadi etanol menggunakan ragi (*saccharomyces cerevisiae*), hal ini akan berbanding lurus antara massa ragi yang ditambahkan dengan konsentrasi etanol. Pada penelitian terdahulu yang serupa dan diteliti oleh A.

Dzaki Naufal (2018) mengenai “Pembuatan bioetanol secara fermentasi dari selulosa yang di isolasi dari batang pisang kepok (*Musa paradisiaca L.*) menggunakan ragi (*Saccharomyces cerevisiae*)” dengan penambahan ragi sebesar 5, 6, dan 7 gram dan lama fermentasi 6 hari, maka diperoleh kadar etanol tertinggi pada yield bioetanol 11,27 % disertai dengan hasil maksimal kemurnian bioetanol sebesar 88,53 % pada variasi berat ragi sebesar 7 gram. Hasil dua penelitian tersebut memiliki kecenderungan yang sama dalam perolehan kadar bioetanol dengan adanya penambahan ragi, secara khusus dalam hal ini biji dan kulit rambutan tergolong sebagai komoditi baru yang sedang diteliti dan dapat dimanfaatkan.



Gambar 8. Grafik pengaruh variasi berat ragi terhadap *yield* bioetanol

Dari gambar ditunjukkan bahwa semakin banyak massa ragi yang digunakan, semakin tinggi juga *yield* yang dihasilkan. Hal ini terlihat pada saat penambahan variasi ragi 5 gram *yield* yang dihasilkan 1,05%, pada variasi ragi 6 gram *yield* yang dihasilkan 1,18%, dan pada variasi ragi 7 gram *yield* yang dihasilkan 1,67%. Hal ini karena semakin banyak massa ragi yang ditambahkan, maka semakin banyak etanol yang dihasilkan. Peningkatan variasi ragi mempercepat fermentasi dan substrat yang ada, sehingga penguraian glukosa menjadi etanol akan bekerja secara maksimal oleh mikroorganisme.

SIMPULAN

Pembuatan bioetanol dari serbuk kulit dan biji rambutan dilakukan melalui lima tahap, yaitu: tahap preparasi kulit dan biji rambutan; tahap isolasi α -selulosa yang meliputi proses delignifikasi dan proses swelling yang menghasilkan selulosa; tahap hidrolisis selulosa menjadi glukosa dengan menggunakan HCl 1% (v/v), pada tahap ini, diperoleh kadar glukosa sebesar 22,39% (v/v) dan *yield* sebesar 1,50%; tahap fermentasi glukosa hasil hidrolisis diperoleh berdasarkan variasi berat ragi sebesar 5, 6, dan 7 gram dengan waktu masing-masing fermentasi selama 5 hari; dan tahap pemisahan bioetanol dengan menggunakan distilasi sederhana (satu tahap) diperoleh kadar bioetanol sebesar 1,95% (v/v) dengan *yield* 1,05%, kadar bioetanol sebesar 2,15% (v/v) dengan *yield* 1,18%, dan kadar bioetanol sebesar 3,00% (v/v) dengan *yield* 1,67%.

Berdasarkan hasil penelitian, *yield* dan kadar tertinggi bioetanol diperoleh pada variasi penambahan ragi sebanyak 7 gram. *Yield* yang diperoleh pada bioetanol sebesar 1,67% dengan kadar bioetanol 3,00% (v/v).

DAFTAR PUSTAKA

- Da Costa Sousa, L., Chundawat, S. P., Balan, V., & Dale, B. E. (2009). “Cradle-to-grave” assesment of existing lignocellulose pretreatment technologies. *Current Opinion in Biotechnology*. 20(3), 339-347.
- Fessenden, J., 1982. *Kimia Organik*. Jakarta: Erlangga.
- Hernandez, C., Ascacio-Valdes, J., De la Garza, H., Wong-Paz, J., Aguilar, C.N., Martinez avila, G. C., et al. (2017). Polyphenolic content, in vitro antioxidant activity and chemical composition of extract from *Nephelium lappaceum L.* (Mexican rambutan) husk. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. 10(12), 1201-1205.
- Judoamidjojo, M., Darwia, A., & Said, E. (1992). *Teknologi fermentasi* (1st ed). Jakarta: Rajawali Press.

- Lynd, L. R., Cushman, J. H., Nichols, R. J., & Wyman, C. (1991). Fuel ethanol from cellulosic biomass ethanol as a fuel. *Science*. 251, 138-1323.
- Menon, V., & Rao, M. (2012). Trends in bioconversion of lignocellulose: Biofuels, platform chemicals & biorefinery concept. *Progress in Energy and Combustion Science*. 38(4), 522-550.
- Moede, F. H., Gonggo, S. T., & Ratman, R. (2017). Pengaruh Lama Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol dari Pati Ubi Jalar Kuning (*Ipomea batata L.*). *Jurnal Akademika Kimia*. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2017.v6.i2.9238>
- Sudiyani, Y. (2014). *Pengembangan teknologi pengolahan biomassa limbah lignoselulosa untuk pembuatan bioetanol generasi ke dua. Buku Orasi Pengukuhan Professor Riset*. Jakarta : LIPI Press.
- Susanti, A. D. (2013) Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Nanas Melalui Hidrolisis Dengan Asam.Ekuilibrium. <https://doi: 10.20961/ekuilibrium.v12i1.2170>. *Jurnal Ekuilibrium*. 12(1) Tahun 2013.
- Wyman, C. E., Dale, B. E., Elander, R.T., Holtzaple, M., Ladisch, M. R., & Lee, Y. Y. (2005). Coordinated development of leading biomass pretreatment technologies. *Bioresource Technology*. 96 (18 SPEC. ISS.), 1959-1966.
- Zabed, H., Sahu, J. N., Suely, A., Boyce, A. N., & Faruq, G. (2017). Bioethanol production from renewable sources : Current perspectives and technological progress. *Renewable and Sustainable Energi Reviews*. 71 (October 2015), 475-501.