

PEMBUATAN BIOETANOL DARI CAMPURAN LIMBAH NASI DAN KULIT PISANG

Ni Made Sukma Sanjiwani^{1*}, Wiwik Susannah Rita^{1,2}, dan I Made Dira Swantara^{1,2}

¹Program Magister Kimia Terapan, Program Pascasarjana, Universitas Udayana, Denpasar-Bali, Indonesia

²Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Udayana, Jimbaran-Badung, Bali, Indonesia

Email: [*indramahayani5@gmail.com](mailto:indramahayani5@gmail.com)

ABSTRAK: Kulit pisang dan nasi merupakan limbah dari upacara keagamaan di Bali yang terbuang. Pembuatan bioetanol dilakukan untuk memanfaatkan limbah tersebut. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan bioetanol campuran nasi dan kulit pisang. Campuran nasi dan kulit pisang yang digunakan dengan perbandingan 10:0; 7:3; 5:5; 3:7; dan 0:10. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kadar bioetanol yang diperoleh pada waktu fermentasi optimum. Penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu tahapan persiapan sampel, hidrolisis nasi dan kulit pisang secara fisik dengan cara perebusan dan kimia dengan penambahan H₂SO₄, penentuan kadar gula pereduksi (Metode Nelson Semogyi), fermentasi, destilasi, dan penentuan kadar bioetanol menggunakan kromatografi gas. Kadar gula pereduksi tertinggi pada hidrolisis secara fisik (9,35%) dihasilkan dari campuran nasi dan kulit pisang (7:3) dengan waktu perebusan 50 menit, sedangkan kadar gula pereduksi tertinggi pada hidrolisis secara kimia (5,75%) dihasilkan dari campuran nasi dan kulit pisang (3:7) dengan konsentrasi H₂SO₄ 1%. Waktu optimum yang diperlukan pada proses fermentasi campuran nasi dan kulit pisang pada hidrolisat secara fisik dan kimia menggunakan ragi tape berturut-turut 7 dan 6 hari, dengan kadar etanol masing-masing sebesar 4,17 dan 1,65%.

Kata kunci: bioetanol, destilasi, fermentasi, gula pereduksi, hidrolisis, limbah kulit pisang dan nasi

ABSTRACT: Banana peels and cooking rice are mostly becoming waste after Balinese religion ceremonies. Bioethanol production is carried out to utilize the waste. In this research, bioethanol mixture of cooking rice and banana peels is made. A mixture of cooking rice and banana peels used was with a ratio of 10:0; 7:3; 5:5; 3:7; and 0:10. The purpose of this research was to determine the content of bioethanol obtained at the optimum fermentation time. This research was divided into several stages, namely sample preparation stage, hydrolysis of cooking rice and banana peels physically by boiling and chemically with the addition of H₂SO₄, determination of reducing sugar content (Nelson Semogyi Method), fermentation, distillation, and determination of bioethanol content using Gas Chromatography. The highest reducing sugar content in physical hydrolysis (9,35%) was produced from a mixture of cooking rice and banana peels (7:3) with a boiling time of 50 minutes, while the highest reducing sugar content in chemical hydrolysis (5,75%) was produced from the mixture cooking rice and banana peels (3:7) with concentration H₂SO₄ 1%. The optimum time required for the fermentation process on a hydrolyzate physically and chemically using yeast respectively 7 and 6 days, with ethanol content were respectively 4,17 and 1,65%.

Keywords: bioethanol, distillation, fermentation, reducing sugar, hydrolysis, waste banana peels and cooking rice

1. PENDAHULUAN

Bioetanol merupakan energi terbarukan yang berasal dari tumbuhan yang memiliki kadar pati tinggi, yang kemudian difermentasi menjadi etanol. Etanol adalah cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, dan tidak berwarna, serta termasuk alkohol rantai tunggal, dengan rumus kimia C_2H_5OH yang merupakan isomer fungsional dari dimetil eter [1]. Bioetanol bisa diperoleh dari fermentasi bagian tanaman yang mengandung pati dan selulosa. Bioetanol juga berasal dari fermentasi bahan-bahan limbah seperti kulit kentang [2], ampas tebu [3], nasi aking [4], kulit pisang [5], dan sejenisnya.

Muin *et al.* [4] melakukan penelitian pembuatan bioetanol dari bahan nasi aking dengan waktu fermentasi terbaik adalah 7 hari. Kadar bioetanol yang diperoleh melalui analisis menggunakan kromatografi gas sebesar 26,464% [4]. Hasil penelitian Seftian *et al.*, menunjukkan bahwa kadar bioetanol dari kulit pisang yang dihasilkan semakin tinggi sampai waktu optimum fermentasi dan setelah waktu optimum terlewati kadar etanol yang dihasilkan menurun, kadar bioetanol tertinggi yang dihasilkan dengan waktu fermentasi selama 5 hari menggunakan katalisator enzim sebanyak 9 mL sebesar 13,11% [5].

Bali yang terkenal sebagai pulau seribu pura, memiliki banyak kegiatan upacara keagamaan yang berhubungan dengan agama Hindu. Pada kegiatan tersebut, biasanya dihaturkan sesaji yang dinamakan banten sebagai alat bantu dalam pemujaan. Bahan utama banten adalah daun, bunga, buah, air, dan api. Buah yang selalu ada dalam banten adalah pisang. Buah pisang selain dimakan bisa diolah menjadi bahan makanan, tetapi kulitnya terbuang menjadi limbah. Selain itu, nasi juga selalu digunakan dalam banten. Seperti halnya kulit pisang, setelah selesai upacara, nasi juga terbuang begitu saja dan telah jarang diberikan ke hewan ternak. Nasi dan kulit pisang memiliki kadar karbohidrat berturut-turut 83,19% [6] dan 18,50% [7]. Oleh karena itu pemanfaatan limbah kulit pisang dan nasi sebagai bahan baku bioetanol sangat perlu dilakukan. Campuran nasi dan kulit pisang yang digunakan dengan perbandingan berturut-turut 10:0; 7:3; 5:5; 3:7; dan 0:10.

2. PERCOBAAN

2.1 Bahan dan Peralatan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah campuran nasi limbah banten dan kulit buah pisang raja. Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuades, asam sulfat (H_2SO_4), glukosa, reagen nelson A, reagen nelson B, reagen arsenomolibdat, buffer pH 5, ragi tape merk NKL solo dan larutan standar etanol.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah inkubator (Memmert), shaker (ELEYA Tokyo Rikakikai), botol fermentasi (botol kaca gelap), pH meter (Toa Ion Meter Im-40s), penggiling daging, kompor gas, waterbath, seperangkat alat destilasi, timbangan analitik dan seperangkat alat gelas, spektrofotometri UV-visible (Thermosys genesys 10S), *hand held refraktometer*, dan seperangkat alat kromatografi gas (Varian 3300).

2.2 METODE

Preparasi Sampel

Kulit pisang dibersihkan dengan air dari pengotornya kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari sampai kering. Sampel nasi dan kulit pisang yang telah kering dihaluskan menggunakan penggilingan daging sehingga menjadi tepung. Perbandingan antara tepung nasi : kulit pisang, yaitu: a) 10:0, b) 7:3, c) 5:5, d) 3:7, dan e) 0:10.

Hidrolisis Secara Fisik dan Kimia

Hidrolisis secara fisik terhadap nasi dan kulit pisang dengan perbandingan seperti di atas dilakukan dengan cara perebusan dengan variasi waktu 10, 20, 30, 40, dan 50 menit pada temperatur 97–98⁰C. Hidrolisis secara kimia terhadap nasi dan kulit pisang tersebut dilakukan dengan penambahan 100 mL H_2SO_4 dengan variasi konsentrasi H_2SO_4 1, 3, 5, dan 7%/. Sampel selanjutnya dipanaskan sampai mendidih pada temperatur 97–98⁰C dan diaduk di atas waterbath selama 1 jam [8].

Penentuan Gula Pereduksi Hasil Hidrolisis secara Fisik dan Kimia

Standar glukosa ditimbang sebanyak 1 g di dalam gelas beker kemudian dilarutkan menggunakan akuades sampai larut. Larutan dituangkan di dalam labu ukur 1000 mL dan ditambah akuades sampai tanda batas. Larutan stok standar glukosa 1000 ppm sebanyak 1; 1,5; 2,5; 3; 4; 5; dan 6 mL dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian ditambahkan akuades sampai tanda batas, sehingga diperoleh larutan standar glukosa dengan konsentrasi masing-masing 10, 15, 25, 30, 40, 50, dan 60 ppm. Masing-masing larutan standar glukosa hasil pengenceran dipipet sebanyak 1 mL lalu dimasukkan di dalam tabung reaksi, masing-masing larutan ditambah 1 mL reagen Nelson, kemudian semua tabung reaksi yang telah berisi dipanaskan di dalam gelas beker pada penangas air yang mendidih selama 20 menit. Semua tabung reaksi diambil dan didinginkan di dalam gelas beker yang berisi air dingin sehingga suhu larutan mencapai 25°C. Setelah dingin, campuran ditambah 1 mL reagen arsenomolibdat dan diaduk. Masing-masing larutan ditambah akuades sebanyak 7 mL dan divortex hingga homogen. Absorbansi standar glukosa selanjutnya diukur dengan spektrofotometer UV-visible pada panjang gelombang 540 nm [9]. Blanko yang di dalamnya terkandung 1 mL akuades, 1 mL reagen nelson dan 1 mL reagen arsenomolibdat diperlakukan sama dengan standar. Konsentrasi diplotkan dengan absorbansi sehingga diperoleh persamaan regresi dengan model $y = ax + b$ [10]. Pengukuran absorbansi dilakukan 3x.

Sebanyak 1 mL masing-masing larutan hidrolisat dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambah 1 mL reagen Nelson dan dipanaskan pada penangas air yang mendidih selama 20 menit. Larutan didinginkan di dalam gelas beker yang telah diisi air dingin sehingga suhu larutan tersebut 25°C. Larutan tersebut ditambah 1 mL reagen arsenomolibdat dan diaduk sampai semua endapan Cu_2O yang terbentuk larut kembali. Larutan tersebut ditambah 7 mL akuades dan divortex sampai homogen. Absorbansi campuran selanjutnya diukur dengan spektrofotometer UV-visible pada panjang gelombang 540 nm [9]. Pengukuran absorbansi dilakukan 3x. Larutan dengan kadar gula

pereduksi tertinggi dari hidrolisis secara fisik dan kimia selanjutnya digunakan untuk proses fermentasi.

Fermentasi, Destilasi, dan Penentuan Waktu Optimum

Terlebih dahulu larutan hidrolisat fisik dan kimia diukur pH nya menggunakan pH meter. Hidrolisat fisik diatur pHnya menggunakan asam sulfat dan hidrolisat kimia diatur pHnya menggunakan basa ammonium hidroksida. Sebanyak 200 mL hidrolisat secara fisik dan 120 mL hidrolisat secara kimia yang memberikan kadar gula pereduksi tertinggi dalam labu erlenmeyer, ditambah ragi tape sebanyak 8 gram di dalam laminer flow dan disterilkan diatas bunsen kemudian dipindahkan ke dalam botol kaca gelap [11]. Setelah penambahan ragi tape, dilakukan fermentasi di dalam inkubator pada suhu 29–30°C [12]. Hidrolisat secara kimia diinkubasi selama 6 hari dan hidrolisat secara fisik diinkubasi selama 7 hari. Hasil fermentasi dimasukkan ke dalam labu destilasi sederhana, kemudian didestilasi. Destilat ditampung pada suhu 78–80°C.

Penentuan waktu optimum fermentasi dilakukan selama 1–7 hari. Waktu optimum fermentasi dipilih berdasarkan data kadar etanol tertinggi yang diukur dengan alat *hand held refraktometer*, baik hasil hidolisis secara fisik maupun kimia.

Pengukuran Densitas dan Kadar Bioetanol

Densitas ditentukan dengan menggunakan piknometer. Mula-mula piknometer dibersihkan dengan etanol, dikeringkan dan ditimbang. Bioetanol dimasukkan ke dalam piknometer sampai tanda batas, dengan tidak ada gelembung udara kemudian ditutup. Piknometer yang berisi bioetanol kemudian dikeringkan dan ditimbang. Densitas bioetanol dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Densitas} = \frac{m_b - m_a}{V}$$

Keterangan:

m_a = massa piknometer kosong (g)

m_b = massa piknometer dan bioetanol (g)

V = volume piknometer bioetanol (mL)

Kadar destilat bioetanol ditentukan dengan kromatografi gas (kolom chromosorb 102) pada suhu 160°C dengan cara membandingkan luas puncak sampel dengan luas puncak larutan standar etanol 10% pada kromatogram.

$$\text{Kadar etanol (\%)} = \frac{\text{luas puncak sampel}}{\text{luas area standar}} \times \text{konsentrasi standar (\%)}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hidrolisis fisik nasi dan kulit pisang dilakukan melalui perebusan dengan waktu 10, 20, 30, 40, 50 menit sedangkan hidrolisis kimia dilakukan menggunakan H₂SO₄ dengan konsentrasi 1, 3, 5, 7%^{v/v}. Hidrolisis tersebut menghasilkan campuran yang berupa filtrat dengan variasi warna putih bening, kuning bening, cokelat muda, dan cokelat tua.

Gula pereduksi yang diperoleh pada proses hidrolisis menyatakan tingkat konversi dari polisakarida menjadi gula sederhana akibat adanya perombakan pati menjadi glukosa [9]. Pengukuran absorbansi larutan standar glukosa menggunakan spektrofotometri UV-visibel pada panjang gelombang 540 nm menghasilkan deretan nilai absorbansi standar glukosa dan diperoleh persamaan regresi linier $y = 0.006x + 0.0195$ dengan $r^2 = 0,9933$. Hasil kadar gula pereduksi sampel secara fisik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 memperlihatkan hidrolisat fisik dengan kadar gula pereduksi tertinggi diperoleh dari perbandingan sampel b (nasi : kulit pisang {7:3}) dengan waktu hidrolisis selama 50 menit dengan kadar gula pereduksi tertinggi sebesar 9,35%. Hidrolisat ini selanjutnya difermentasi selama 7 hari. Hasil kadar gula pereduksi sampel secara kimia dapat dilihat pada Tabel 2. Data menunjukkan hidrolisat kimia dengan kadar gula pereduksi tertinggi diperoleh dari perbandingan sampel d (nasi:kulit pisang {3:7}) dengan pengaruh H₂SO₄ 1% dengan kadar gula pereduksi sebesar 5,75%.

Penelitian ini tidak sesuai dengan penelitian Widayanti *et al* [13] yang melaporkan

bahwa hidrolisis rumput laut *Glacilaria* sp. menggunakan (NH₄)₂SO₄ 1% (^{b/v}) menghasilkan kadar gula pereduksi sebesar 17,14%. Sandi *et al* [14] melaporkan bahwa hidrolisis *Glacilaria* sp. menggunakan H₂SO₄ dengan konsentrasi berturut-turut sebesar 1, 3, 5 dan 7% (^{b/v}) memiliki kadar gula pereduksi masing-masing 26,19; 39,69; 41,40 dan 45,01% (^{v/v}). Purba *et al* [2] melaporkan bahwa hidrolisis kulit kentang menggunakan H₂SO₄ 3 dan 5% memiliki kadar gula pereduksi berturut-turut sebesar 15,85 dan 15,58%. Ketidaksesuaian penelitian ini disebabkan oleh sampel yang digunakan berbeda.

Tabel 1 dan 2 menunjukkan adanya notasi yang berbeda dalam satu perbandingan yang menunjukkan perbedaan secara signifikan pada gula pereduksi dengan konsentrasi H₂SO₄ secara kimia dan gula pereduksi pada waktu pemanasan hidrolisis secara fisik dengan nilai taraf kesignifikan sebesar 5%.

Hasil hidrolisis secara fisik ditambahkan asam sulfat sampai pH 5 dikarenakan memiliki pH 7,37. Hasil hidrolisis kimia ditambah basa sampai pH 5 dikarenakan memiliki pH 1,82. Hasil hidrolisis selanjutnya difermentasi dengan variasi waktu. Proses fermentasi bertujuan untuk merubah senyawa yang kompleks menjadi sederhana. Fermentasi pati menjadi etanol termasuk dalam proses fermentasi alkoholik karena hasil utamanya berupa alkohol. Dalam proses fermentasi secara anaerob, terjadi perubahan senyawa gula oleh mikroorganisme menjadi alkohol, gas CO₂ dan energi [15].

Waktu optimum fermentasi dilakukan dengan variasi waktu 1-7 hari dengan alat *hand held refraktometer*. Hasil kadar etanol disajikan pada Tabel 3. Penelitian ini memiliki kesesuaian waktu optimum fermentasi pada 6 dan 7 hari dengan penelitian Purba *et al* [2] dan Muin *et al* [4]. Penelitian Purba *et al.*, melaporkan waktu fermentasi bioetanol yang optimum pada sampel kulit kentang dilakukan pada 6 dan 7 hari. Muin *et al.*, melaporkan bahwa waktu fermentasi optimum bioetanol dari nasi aking selama 7 hari.

Tabel 1. Kadar Gula Pereduksi Hidrolisat Fisik (%^b/_b)

Waktu (menit)	Kadar gula pereduksi pada perbandingan sampel (%)				
	a	b	c	d	e
10	1,60 ^c	3,14 ^c	4,02 ^b	4,49 ^a	3,62 ^b
20	2,25 ^d	1,35 ^e	3,89 ^c	2,11 ^b	1,88 ^c
30	5,80 ^c	4,78 ^b	0,34 ^e	0,03 ^e	0,31 ^e
40	6,43 ^a	1,78 ^d	0,45 ^d	0,81 ^c	6,52 ^a
50	5,91 ^b	9,35 ^a	4,06 ^a	0,56 ^d	1,38 ^d

Keterangan :

*Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata berdasarkan *Duncan Multiple Range Test* pada taraf kesignifikanan sebesar 5%.

a [nasi : kulit pisang (10:0)]

d [nasi : kulit pisang (3:7)]

b [nasi : kulit pisang (7:3)]

e [nasi : kulit pisang (0:10)]

c [nasi : kulit pisang (5:5)]

Tabel 2. Kadar Gula Pereduksi Hidrolisat Kimia (%^b/_b)

Konsentrasi H ₂ SO ₄ (%)	Kadar gula pereduksi pada perbandingan sampel (%)				
	a	b	c	d	e
1	5,72 ^a	4,17 ^a	4,24 ^a	5,75 ^a	5,20 ^a
3	0,22 ^d	0,09 ^c	0,09 ^c	0,33 ^c	0,75 ^b
5	1,18 ^b	0,61 ^d	0,04 ^d	0,06 ^d	0,59 ^d
7	0,35 ^c	0,10 ^b	0,16 ^b	0,47 ^b	0,60 ^c

Keterangan :

*Angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nyata berdasarkan *Duncan Multiple Range Test* pada taraf kesignifikanan sebesar 5%.

a [nasi : kulit pisang (10:0)]

d [nasi : kulit pisang (3:7)]

b [nasi : kulit pisang (7:3)]

e [nasi : kulit pisang (0:10)]

c [nasi : kulit pisang (5:5)]

Tabel 3. Data Kadar Etanol

Metode	Waktu	Kadar etanol
Hidrolisis	Fermentasi	(%)
	(hari)	
Fisik	1	0 ± 0
	2	0,01 ± 0,01
	3	0,03 ± 0,01
	4	0,05 ± 0,01
	5	0,07 ± 0,00
	6	0,10 ± 0,05
	7	0,27 ± 0,11
Kimia	1	0 ± 0
	2	0,01 ± 0,01
	3	0,02 ± 0,00
	4	0,04 ± 0,02
	5	0,06 ± 0,02
	6	0,15 ± 0,05
	7	0,07 ± 0

Tabel 3 memperlihatkan bahwa waktu optimum fermentasi pada hasil hidrolisis secara fisik dan kimia masing-masing selama 7 dan 6 hari yang memiliki kadar etanol berturut-turut sebesar (0,27 ± 0,115)% dan (0,15 ± 0,05)%. Etanol hasil fermentasi dengan waktu optimum tersebut selanjutnya diukur densitas menggunakan alat piknometer dan kadar etanol menggunakan alat kromatografi gas. Hasil disajikan pada Tabel 4.

Kromatogram dari hasil pengukuran kromatografi gas pada sampel memiliki masing-masing 1 puncak dengan waktu retensi berturut-turut 6,885 dan 7,275 serta memiliki area puncak masing-masing sebesar 9567 dan 3783. Produk bioetanol hidrolisat fisik dan kimia berdasarkan data kromatogram diperoleh kadar etanol masing-masing sebesar 4,17 dan 1,65%. Kadar etanol dari campuran nasi dan kulit pisang tersebut masih kurang baik dibandingkan

Tabel 4. Densitas dan Kadar Etanol

Hidrolisat	Perbandingan nasi:kulit pisang	Waktu optimum fermentasi (hari)	Densitas (g/mL)	Kadar etanol (%)
Fisik	7:3	7	1,0008	4,17
Kimia	3:7	6	1,0004	1,65

penelitian Muin *et al* [4] dan Seftian *et al* [5]. Muin *et al* [4] melaporkan kadar bioetanol tertinggi sebesar 23,61% menggunakan katalisator enzim. Hasil penelitian Seftian *et al* [5] menggunakan kulit pisang menunjukkan kadar bioetanol tertinggi yang dihasilkan sebesar 13,11%, pada fermentasi selama 5 hari menggunakan katalisator enzim sebanyak 9 mL. Hal ini dikarenakan penelitian ini pada proses fermentasi menggunakan ragi tape sedangkan Muin *et al* [4] dan Seftian *et al* [5] menggunakan katalisator enzim. Pada proses hidrolisis ditambahkan HCl dengan konsentrasi 7% selama 1 jam dengan temperatur 95–97 °C, menghasilkan glukosa dengan kadar 52,255%. Konsentrasi enzim terbaik yang dapat digunakan untuk proses fermentasi nasi aking menjadi bioetanol adalah sebesar 8 gram dan waktu fermentasi terbaik yaitu 7 hari dengan kadar bioetanol sebesar 26,464%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil gula pereduksi tertinggi (9,35%) diperoleh pada hidrolisat fisik dengan perbandingan nasi:kulit pisang 7:3 dengan waktu hidrolisis selama 50 menit. Pada hidrolisat kimia dengan perbandingan nasi:kulit pisang 3:7 dengan konsentrasi H₂SO₄ 1% diperoleh kadar gula pereduksi sebesar 5,75%.
2. Waktu optimum yang diperlukan pada proses fermentasi hidrolisat secara fisik dan kimia berturut-turut 7 dan 6 hari.
3. Kadar etanol yang diperoleh dari fermentasi gula pereduksi tertinggi pada kondisi optimum sebesar 4,17 dan 1,65% untuk hidrolisat fisik dan kimia.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dr. Manuntun Manurung, MS, Dra. Iryanti Eka Suprihatin, M.Sc., Ph.D, dan Dr. Dra. Ni Made Suaniti, M.Si serta seluruh dosen kimia dan kimia terapan atas ide dan saran yang diberikan selama proses penelitian dan penulisan ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada laboratorium Fakultas Teknologi Pertanian dan UPT laboratorium Analitik yang memfasilitasi penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Solomons dan Graham, T.W., 1994, *Fundamental of Organic Chemistry*, USA, Amerika.
- [2] Purba, D.H.E., Suprihatin, I.E., dan Laksmiwati, A.A.I.A.M., 2016, Pembuatan Bioetanol Dari Kupasan Kentang (*Solanum tuberosum L.*) Dengan Proses Fermentasi, *Jurnal Kimia*, 10 (1): 155-160.
- [3] Trisakti, B., Yustina, B, Irvan, S., 2015, Pembuatan Bioetanol Dari Tepung Ampas Tebu Melalui Proses Hidrolisis Termal Dan Fermentasi Serta Recycle Vinasse (Pengaruh Konsentrasi Tepung Ampas Tebu, Suhu Dan Waktu Hidrolisis), *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4 (3): 17–22.
- [4] Muin, R., Hakim I., Febriyansyah, A., 2015, Pengaruh Waktu Fermentasi Dan Konsentrasi Enzim Terhadap Kadar Bioetanol Dalam Proses Fermentasi Nasi Aking Sebagai Substrat Organik, *Jurnal Teknik Kimia*, 3 (21): 59–69.
- [5] Seftian, D., Ferdinand, A., dan Faiza, M., 2012, Pembuatan Etanol Dari Kulit Pisang Menggunakan Metode Hidrolisis Enzimatik Dan Fermentasi, *Jurnal Teknik Kimia*, 1(18): 10-16.
- [6] Lopattananon, N., Thongpin, C., dan Sombabsompop, N. 2012. *Bioplastic from*

- Blend of Cassava and Rice Flours: The Effect of Blend Composition.* International Polymer Processing, XXVII, 3, 334–340.
- [7] Balai penelitian dan pengembangan Industri Jawa Timur, 2002, *Pengembangan Tanaman Lokal*, Surabaya.
- [8] Taherzadeh, M.J., Karimi, K., 2007, Acid-Based Hydrolysis Processes for Ethanol from Lignocelulosic Materials, *A Review, Bioresources*, 2 (3): 476.
- [9] Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi, 1997, *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*, Liberty, Yogyakarta.
- [10] Harvey, D., 2004, *Modern Analytical Chemistry*, The McGraw-Hill Companies, USA.
- [11] Karta, I.W., Ciawi, Y., dan Puspawati, N. M., 2012, Pembuatan bioetanol dari Alga *gerpiorum* dan pemanfaatan Batu Kapur Nusa Penida Teraktivasi untuk meningkatkan Kualitas Bioetanol, *Tesis*, Program Studi Kimia Terapan , Program Pascasarjana Kimia Terapan, Universitas Udayana.
- [12] Fardiaz, S., 1992, *Mikrobiologi Pangan I*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

