

Biokonversi Roti Kadaluwarsa Dengan Fortifikasi Kulit Jeruk Nipis Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol

Sigit Trimayanto*; Laila Rezty Hertiwi; Angelina Nur Afni

Universitas Negeri Surabaya

Jl. Ketintang, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

*E-mail: sigittrimayanto@mhs.unesa.ac.id

Abstrak - Kebutuhan energi saat ini semakin meningkat yang mengakibatkan menipisnya keberadaan minyak bumi. Di sisi lain, terdapat limbah roti kadaluwarsa dan kulit jeruk nipis yang belum dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu, dibuatlah bioetanol yang merupakan biokonversi roti kadaluwarsa dengan fortifikasi kulit jeruk nipis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi roti kadaluwarsa dan pengaruh variasi komposisi kulit jeruk nipis terhadap jumlah bioetanol yang dihasilkan. Metode yang digunakan adalah pembuatan starter dengan cara hidrolisa yang dilanjutkan dengan fermentasi secara anaerobik. Kemudian, hasil fermentasi didistilasi. Hasil yang diperoleh adalah kadar etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi semakin meningkat dengan meningkatnya massa roti kadaluwarsa dan kulit jeruk nipis. Tetapi, setelah mencapai rasio massa roti kadaluwarsa maksimum, terjadi penurunan kadar etanol yang dihasilkan.

Kata Kunci: bioetanol, biokonversi, fortifikasi

1. PENDAHULUAN

Selama ini kehidupan di dunia utamanya manusia tidak pernah terlepas dari energi. Seluruh kehidupan yang ada di dunia ini selalu membutuhkan energi. Semakin berkembangnya teknologi, bentuk energi yang dibutuhkan masyarakat dunia semakin berkembang diantaranya mulai dari pemanfaatan logam radioaktif, energi air, ataupun bahan bakar fosil. Semakin lama, dari waktu ke waktu perkembangan kebutuhan energi di dunia semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah populasi penduduk dunia, berkembangnya teknologi dan pertumbuhan ekonomi di dunia. Namun kebutuhan energi yang semakin meningkat berbanding terbalik dengan ketersediaan sumber energi yang semakin menipis. Salah satu contoh sumber energi yang ketersediannya semakin menipis saat ini adalah minyak bumi. Minyak bumi merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui, bahkan telah diperkirakan bahwa minyak bumi akan habis pada tahun 2023 (Prametha dan Legowo, 2013).

Saat ini harga minyak dunia semakin tidak stabil, dari waktu ke waktu harganya semakin meningkat. Menurut data yang dimuat di situs www.hargaminyak.net (2018) harga minyak pada awal 2016 berkisar pada harga USD 26,3 per barel. Dalam jangka satu tahun kemudian yaitu pada awal tahun 2017, harga minyak meningkat menjadi USD 55,1 per barel. Bahkan pada pertengahan tahun 2018 ini minyak dunia mencapai harga tertinggi yaitu USD 74,3 per barel. Sedangkan minyak bumi tersebut merupakan sumber dari berbagai fraksi bahan bakar seperti solar, LPG, avtur, dan bensin. Jika minyak bumi harganya semakin meningkat atau bahkan memang benar akan habis, tentunya hal ini akan menimbulkan permasalahan bagi pengguna bahan bakar utamanya kendaraan bermotor yang merupakan salah alat transportasi yang mensupport perekonomian masyarakat, sehingga harus secepatnya ditemukan sumber energi baru yang dapat menggantikan fungsi dari bahan bakar fosil.

Selain penipisan sumber bahan bakar fosil, penggunaan bahan bakar fosil juga menimbulkan banyak masalah bagi lingkungan seperti polusi udara, efek pemanasan global (*global warming*) dan perubahan iklim (*climate change*) yang ditimbulkan oleh sisa proses pembakaran bahan bakar fosil. Pembakaran senyawa hidrokarbon yang mengandung lebih

dari empat atom karbon dari berbagai fraksi sering kali terjadi pembakaran tidak sempurna. Akibatnya proses pembakaran tersebut menghasilkan senyawa gas yang beracun bagi manusia dan hewan contohnya jelaga (C) dan karbon monoksida (CO). Karbon monoksida merupakan gas yang sangat beracun bagi manusia dan hewan. Gas ini memiliki tingkat toksik 200 kali lebih besar dari pada gas karbon dioksida (CO₂), bahkan gas ini memiliki fungsi racun hampir sama dengan ion sianida (CN⁻) (Lehninger, 1984).

Tidak hanya pembakaran yang tidak sempurna saja yang menimbulkan masalah bagi lingkungan, namun pembakaran sempurna dari senyawa hidrokarbon juga menimbulkan masalah bagi lingkungan yaitu efek pemanasan global (*global warming*) dan perubahan iklim (*climate change*). Sebagaimana laporan Utomo yang dimuat dalam situs Liputan6.com (2018), rata-rata suhu bumi meningkat hingga 1,1 °C dalam 3 tahun terakhir. Jika suhu bumi terus-menerus mengalami peningkatan tentunya akan menyebabkan kehidupan bumi menjadi tidak seimbang, perubahan iklim serta pencairan es di kutub. Peningkatan suhu di bumi ini disebabkan oleh terkumpulnya senyawa karbon dioksida (CO₂) di atmosfer yang dihasilkan dari pembakaran senyawa hidrokarbon pada minyak bumi dari berbagai fraksi. Gas ini memiliki sifat yang hampir sama dengan silikon dioksida yang merupakan senyawa penyusun kaca, sehingga disebut memiliki efek seperti rumah kaca. Senyawa ini menghalangi panas dari bumi untuk dilepaskan ke luar angkasa, sehingga panas tersebut terperangkap di bumi dan suhu bumi semakin lama semakin panas. Akibatnya banyak permasalahan lingkungan lain yang timbul seperti pencairan es di kutub dan perubahan iklim. Oleh sebab itu, sekarang saatnya ditemukan sumber energi alternatif lain sebagai langkah untuk mengurangi dan mengganti sumber energi yang berasal dari bahan bakar fosil.

Di sisi lain, sekarang ini seringkali ditemukan roti yang kadaluarsa (dengan kata lain sudah tidak layak konsumsi) dan kulit jeruk nipis yang belum dimanfaatkan secara optimal. Roti merupakan salah satu makanan mamiliki kandungan karbohidrat tinggi yaitu berupa amilum (Rahmah, dkk., 2017). Dengan adanya kandungan amilum, maka senyawa tersebut dapat difermentasi untuk menghasilkan bioetanol. Sedangkan menurut Sethpakdee (2002), sari buah jeruk nipis mengandung minyak atsiri limonene dan asam sitrat 7%. Oleh karena itu, asam sitrat yang terkandung pada kulit jeruk nipis ini dapat digunakan sebagai katalis pada proses fermentasi dalam pembuatan bioetanol.

Bioetanol adalah senyawa etanol yang berasal dari tumbuhan yang kebanyakan dihasilkan dari proses fermentasi (Senam, 2009). Senyawa etanol memiliki berbagai keunggulan dibandingkan dengan senyawa hidrokarbon dari minyak bumi, diantaranya memiliki atom karbon lebih sedikit dibanding senyawa hidrokarbon pada minyak bumi sehingga senyawa sisa pembakarannya lebih sedikit menghasilkan karbon monooksida (CO) bioetanol memiliki nilai oktan yang lebih tinggi dari pada bensin, dan dapat digunakan dalam bentuk murni dan dicampur dengan bensin (Akhir, dkk., 2015).

Berdasarkan uraian di atas, bioetanol yang berasal dari biokonversi roti kadaluarsa yang terfortifikasi kulit jeruk nipis dapat menjadi salah satu solusi untuk mengurangi dan menggantikan penggunaan bahan bakar fosil yang semakin lama semakin menipis serta menimbulkan berbagai permasalahan bagi lingkungan.

Dari latar belakang, dapat dirumuskan beberapa permasalahan antara lain bagaimana cara pembuatan bioetanol yang berasal dari biokonversi roti kadaluarsa dengan fortifikasi kulit jeruk nipis dan bagaimana pengaruh variasi komposisi roti kadaluarsa dan kulit jeruk nipis terhadap jumlah bioetanol yang dihasilkan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui cara pembuatan bioetanol yang berasal dari biokonversi roti kadaluarsa dengan fortifikasi kulit jeruk nipis dan bagaimana pengaruh variasi komposisi roti kadaluarsa dan kulit jeruk nipis terhadap jumlah bioetanol yang dihasilkan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian ini dilakukan selama 28 hari bertempat di laboratorium kimia organik gedung C6 jurusan kimia Universitas Negeri Surabaya.

2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan adalah roti kadaluarsa yang diperoleh dari pabrik roti yang sudah dikeringkan dan dibuat bubuk, ragi tape, kulit jeruk nipis, plastik wrapping. Alat utama yang digunakan adalah beaker glass 250 mL, blender, evaporator, refraktometer, dan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*).

2.3. Preparasi Sampel

Pembuatan bioetanol dari roti kadaluarsa dilakukan dengan cara menghaluskan roti kadaluarsa maupun kulit jeruk nipis menggunakan blender. Sampel tersebut kemudian dibagi ke dalam enam *beaker* glass dengan variabel manipulasi massa roti kadaluarsa (50 gram, 100 gram, dan 150 gram), massa kulit jeruk nipis (10 gram, 20 gram, 30 gram). Selanjutnya, ditambahkan ragi tape dan ditutup dengan plastik *wrapping*. Kemudian difermentasi selama 48 jam.

2.4. Pengujian Hasil Evaporasi

Etanol murni yang dihasilkan dari evaporasi diuji menggunakan refraktometer untuk menguji indeks bias dari etanol yang dihasilkan. Selain itu juga dilakukan uji HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*).

2.5. Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data untuk penulisan karya tulis ini yaitu dengan melakukan telaah pustaka, yaitu kajian terhadap sejumlah literatur baik literatur sekunder maupun primer yang dapat mendukung pendekatan analisis, meliputi: kajian tentang sumber energi, minyak bumi, roti, bioetanol kulit jeruk nipis. Sumber kajian adalah berupa buku referensi, ketentuan perundang-undangan dan regulasi terkait, jurnal ilmiah yang dipublikasikan, dan referensi pada website yang diakses melalui internet.

2.6. Teknik Pengolahan Data

Teknik pengolahan data dalam penulisan karya tulis ini ialah melalui teknik sampling terhadap data-data yang relevan dengan gagasan mengenai “Biokonversi Roti Kadaluarsa dengan Fortifikasi Kulit Jeruk Nipis sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol”. Data yang telah di dapatkan kemudian diidentifikasi, direduksi dan dievaluasi mengenai keterkaitannya dengan topik yang akan dibahas, lalu didokumentasikan dalam bentuk karya tulis ilmiah.

2.7. Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan teknik deskriptif dan korelasi. Analisis data dimulai dengan teknik deskriptif, dimana teknik ini menjelaskan atau menguraikan data yang telah diperoleh secara mendetail. Data yang dideskripsikan nantinya akan menjadi suatu acuan sekaligus batasan-batasan dalam pembahasan karya tulis ilmiah. Setelah itu, data dianalisis melalui teknik korelasi. Data atau informasi yang diperoleh dari studi literatur berupa artikel ilmiah dan buku dikorelasikan untuk membentuk suatu gagasan baru. Gagasan baru ini akan diuraikan sesuai dengan rumusan masalah yang telah dibuat sebelumnya.

Gagasan baru yang diuraikan diharapkan dapat menjadi solusi alternatif untuk mengatasi permasalahan yang ada di kehidupan masyarakat dan dapat diimplementasikan secara nyata.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Etanol dapat dihasilkan dari proses fermentasi (peragian) karbohidrat (glukosa) dengan bantuan enzim zimase dari ragi (yeast). Proses peragian berlangsung dalam dua tahap. Tahap pertama adalah perubahan polisakarida (amilum) menjadi monosakarida (glukosa) yang dikatalis oleh enzim amilase. Tahap kedua adalah pengubahan glukosa menjadi alkohol yang dikatalis oleh enzim zimase yang berasal dari ragi (Bustan, dkk., 2013). Dalam proses pembuatan etanol, massa roti kadaluwarsa berpengaruh terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Semakin banyak roti kadaluwarsa yang digunakan, maka jamur *Sacharomyces cerevisiae* akan semakin banyak menfermentasi roti kadaluwarsa yang ada. Selain dengan penambahan massa amilum, penambahan kulit jeruk nipis juga berpengaruh terhadap meningkatnya kadar etanol yang dihasilkan. Hidrolisis amilum dapat dilakukan secara enzimatik maupun secara kimiawi. Hidrolisis kimiawi dapat dilakukan dengan penambahan asam sebagai katalis. Baik asam kuat yang berkonsentrasi rendah maupun asam lemah yang berkonsentrasi tinggi. menurut Sastrohamidjojo (1995) dalam Bustan, dkk. (2013), asam yang sering digunakan antara lain asam sulfat, asam klorida, asam fosfat, asam nitrat dan asam trifluoroasetat (TFA). Dalam penelitian ini, larutan hasil fermentasi masih berupa campuran air dengan alkohol dan untuk memisahkannya dilakukan evaporasi untuk memperoleh alkohol murninya.

Pada penelitian ini, asam yang digunakan adalah yang berasal dari kulit jeruk nipis. Dengan peningkatan kadar asam sitrat pada kulit jeruk nipis yang ditambahkan, maka akan semakin tinggi konsentrasi asamnya, sehingga akan semakin tinggi kadar etanol yang dihasilkan (Tabel 1).

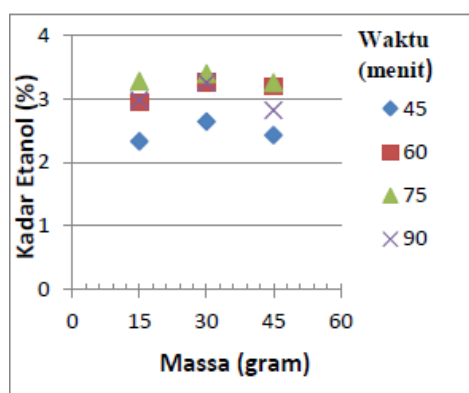
Tabel 1. Massa bioetanol yang dihasilkan dari beberapa sampel

No.	Sampel	Massa Kadaluwarsa (g)	Roti (g)	Massa Kulit Jeruk (g)	Massa Bioetanol (g)	Presentase Hasil
1.	A1	100	10		6,9611	6.96
2.	A2	100	20		7,8203	7.82
3.	A3	100	30		8,1108	8.11
4.	B1	50	10		3,5114	7.02
5.	B2	100	10		6,9398	6.94
6.	B3	150	10		10,2153	6.81

Dari tabel tersebut dapat dilihat pada sampel A₁, A₂, dan A₃ dengan massa roti kadaluwarsa sebagai variable terikat dan massa kulit jeruk nipis sebagai variabel manipulasi. Data yang dihasilkan menunjukkan bahwa semakin banyak massa kulit jeruk nipis yang digunakan, maka semakin banyak pula massa bioetanol yang dihasilkan. Hal tersebut dikarenakan jamur *Sacharomyces cerevisiae* mengadakan kontak dengan substrat yang lebih banyak, sehingga etanol yang dihasilkan juga semakin banyak. Tetapi, kadar etanol akan menurun jika telah melampaui rasio massa roti kadaluwarsa maksimum karena dengan meningkatnya kadar etanol dapat mengakibatkan jamur *Sacharomyces cerevisiae* menjadi mati sehingga setelah mencapai rasio massa roti kadaluwarsa maksimum, akan terjadi penurunan kadar etanol yang dihasilkan.

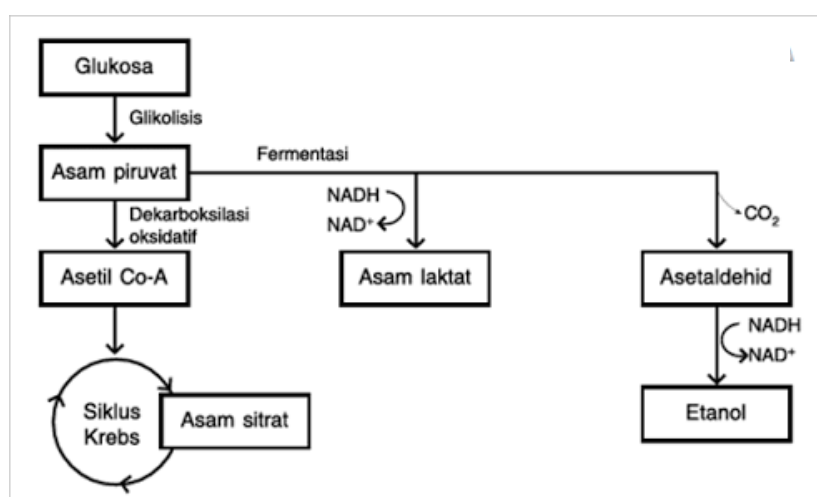
Selama fermentasi dilakukan, jamur *Sacharomyces cerevisiae* akan mengonversi glukosa menjadi etanol. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Prametha, dkk. (2013) bahwa proses ini terjadi karena kerja enzim zimase dan enzim invertase yang dihasilkan oleh jamur

Sacharomyces cerevisiae. Enzim invertase bekerja untuk menghidrolisis disakarida menjadi monosakarida. Kemudian dilanjutkan oleh enzim zimase dengan mengubah monosakarida menjadi alkohol dan gas CO₂. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Bustan, dkk. (2013) (Gambar 1).



Gambar 1. Hubungan antara kadar etanol dengan massa amilum

Begitu pula pada sampel B₁, B₂, dan B₃ dengan massa kulit jeruk nipis sebagai variabel terikat dan massa roti kadaluarsa sebagai variabel manipulasi. Data yang dihasilkan menunjukkan bahwa semakin banyak masa roti kadaluarsa yang digunakan, maka semakin banyak pula massa bioethanol yang dihasilkan (Gambar 2).



Gambar 2. Alur proses fermentasi

Pada awal proses glikolisis (pemecahan gula), setiap satu mol glukosa akan dipecah menjadi dua mol asam piruvat (CH₃COCOOH) dan melepaskan dua mol ion H⁺ (Prametha, 2013). Kemudian dari diagram alur proses fermentasi dapat dilihat bahwa asam sitrat yang ada pada kulit jeruk nipis akan membantu mempercepat proses fermentasi tersebut. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Bustan, dkk. (2013) (Tabel 2).

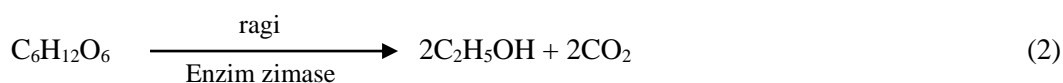
Tabel 2. Hubungan antara kadar etanol dengan penambahan H₂SO₄ 10% (Bustan, dkk.: 2013)

Massa (gr)	Waktu (menit)			
	45	60	75	90
15	2,3240%	2,4740%	3,1040%	2,8031%
30	3,3345%	3,3456%	3,3676%	3,1368%
45	2,8246%	2,7609%	3,1918%	3,0599%

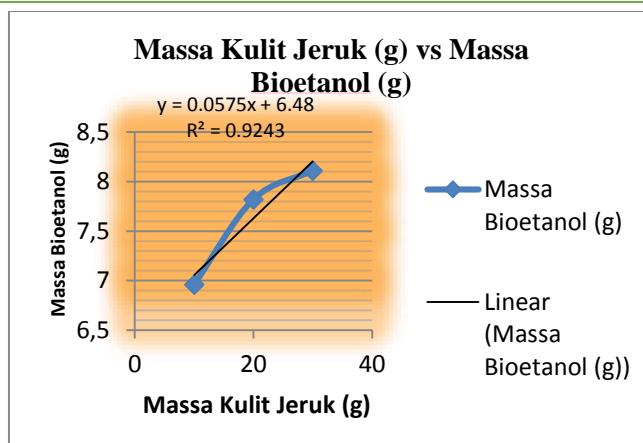
Tabel 3. Hubungan antara kadar etanol dengan penambahan H₂SO₄ 15% (Bustan, dkk.: 2013)

Massa (gr)	Waktu (menit)			
	45	60	75	90
15	2,3257%	2,9413%	3,2688%	2,9731%
30	2,6368%	3,2458%	3,3895%	3,2467%
45	2,4212%	3,1895%	3,2467%	2,8137%

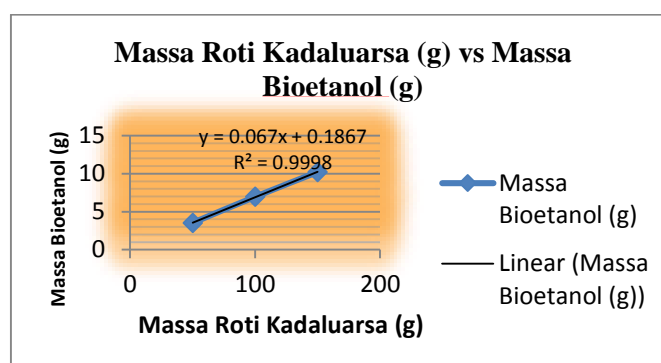
Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa dengan penambahan konsentrasi katalis yang berbeda, terdapat perbedaan pada kadar etanol yang dihasilkan. Dengan waktu dan massa amilum yang sama, kadar etanol yang dihasilkan dengan penambahan katalis H₂SO₄ 15% lebih tinggi daripada kadar etanol yang dihasilkan dengan penambahan H₂SO₄ 10%. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak kulit jeruk nipis yang ditambahkan, maka kadar etanol yang dihasilkan juga akan semakin banyak. Menurut Matz (1970) dalam Utami dan Noviyanti (2010), persamaan reaksi pada proses pembentukan etanol dapat dituliskan sebagai berikut :



Grafik hubungan antara massa kulit jeruk nipis dengan massa bioetanol yang dihasilkan juga hubungan antara massa roti kadaluarsa dengan massa bioetanol yang dihasilkan pada penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2. Grafik hubungan antara massa kulit jeruk dengan massa bioetanol yang dihasilkan



Gambar 3. Grafik hubungan antara massa roti kadaluarsa dengan massa bioetanol yang dihasilkan

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa massa kulit jeruk nipis berbanding lurus dengan massa bioetanol yang dihasilkan. Begitu pula untuk masa roti kadaluarsa juga berbanding lurus dengan massa bioethanol yang dihasilkan. Selanjutnya dilakukan uji indeks bias untuk membuktikan bahwa indeks bias bioetanol yang dihasilkan hampir sesuai dengan indeks bias etanol murni. Indeks bias etanol murni adalah 1,3611, sedangkan berdasarkan hasil uji indeks bias diperoleh data pada Tabel 4.

Tabel 4. Indeks bias bioetanol yang dihasilkan

No.	Sampel	Indeks Bias
1.	A ₁	1,3605
2.	A ₂	1,3612
3.	A ₃	1,3617
4.	B ₁	1,3608
5.	B ₂	1,3607
6.	B ₃	1,3609

Secara teori, indeks bias etanol sebesar 1,3611 (Haynes, 2011). Hal tersebut menunjukkan bahwa bioetanol yang dihasilkan memiliki indeks bias sesuai dengan indeks bias etanol secara etanol. Selain dilakukan uji indeks bias, untuk membuktikan bahwa zat yang dihasilkan adalah etanol, maka dalam penelitian ini juga dihasilkan uji pembakaran. Distilat yang dihasilkan dari proses distilasi hasil fermentasi dilakukan uji menggunakan nyala pembakaran. Pengujian dilakukan dengan cara membakar 1 ml distilat. Berdasarkan hasil uji pembakaran, keseluruhan sampel dari masing-masing distilat dinyatakan mampu terbakar. Hal ini tentunya membuktikan bahwa zat yang dihasilkan dari proses distilasi tersebut merupakan zat yang mudah terbakar. Hal ini tentunya sesuai dengan sifat dari etanol yaitu mudah terbakar.

Kadar etanol yang berasal dari fermentasi roti kadaluarsa yang diperoleh dengan cara evaporasi yang setelah itu dilakukan analisis dengan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) terlihat bahwa jumlah peak dalam kromatogram standar lebih tinggi dibandingkan dengan kromatogram sampel. Hal ini dikarenakan dalam proses dehidrasinya dilakukan hanya satu kali. Berdasarkan analisis secara kuantitatif menggunakan HPLC dapat diketahui bahwa ada puncak kromatogram yang menunjukkan etanol. Hal ini diketahui dari waktu retensi yang diperoleh, pada etanol standar menunjukkan waktu retensi 4,302 menit sedangkan pada filtrat 4,254 menit. Kadar etanol yang diperoleh melalui fermentasi (Tabel 5).

Tabel 5. Massa bioetanol yang dihasilkan dari beberapa sampel

No.	Sampel	Massa Roti Kadaluarsa (g)	Massa Kulit Jeruk (g)	Kadar Etanol (%)
1.	A1	100	10	93,21
2.	A2	100	20	92,89
3.	A3	100	30	92,83
4.	B1	50	10	92,97
5.	B2	100	10	93,56
6.	B3	150	10	93,05

Kadar etanol hasil evaporasi yang dihasilkan dalam fermentasi yang telah dilakukan ini memiliki kadar yang cukup tinggi yaitu antara 92,83 % hingga 93,56 %. Kadar etanol yang dihasilkan tidak ada yang memiliki kadar yang sama. Hal ini dapat terjadi karena adanya beberapa faktor yang mempengaruhi jumlah etanol yang dihasilkan dari fermentasi antara lain mikroorganisme dan media yang digunakan serta kemampuan fermentasi mikroorganisme dan kondisi selama fermentasi.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini, hasil yang diperoleh adalah :

Cara pembuatan bioetanol dapat dilakukan dengan melakukan fermentasi roti kadaluarsa dengan fortifikasi kulit jeruk nipis menggunakan jamur *Saccharomyces cerevisiae*. Jumlah etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi semakin meningkat dengan meningkatnya komposisi roti kadaluarsa. Tetapi, setelah mencapai rasio komposisi roti kadaluarsa maksimum, terjadi penurunan kadar etanol yang dihasilkan. Jumlah etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi semakin meningkat dengan meningkatnya komposisi kulit jeruk nipis. Tetapi, setelah mencapai rasio komposisi kulit jeruk nipis maksimum, terjadi penurunan kadar etanol yang dihasilkan. Kadar etanol hasil evaporasi yang dihasilkan dalam fermentasi yang telah dilakukan ini memiliki kadar yang cukup tinggi yaitu antara 92,83 % hingga 93,56 %.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Riza Zainuddin. 2005. *Pemanfaatan Khamir Saccharomyces cerevisiae untuk Ternak*, vol. 15, No. 1. Bogor: Balai Penelitian Veteriner.
- Akhir, Y., M., Chairul, Drastinawati. 2015. *Pembuatan Bioetanol Dari Fermentasi Nira Aren (Arenga Pinnata) Menggunakan Yeast Saccharomyces cerevisiae dengan Pengaruh Variasi Konsentrasi Nutrisi dan Waktu Fermentasi*. JOM FTEKNIK, 2(1): 1-5.
- Bustan, Djoni, dkk. 2013. *Pembuatan Etanol dari Tepung Ubi Kayu dengan Menggunakan Metode Hidrolisa*, Vol 19, No. 3. Palembang: Jurnal Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.
- CEI (Contained Energy Indonesia). 2010. *Buku Panduan Energi yang Terbarukan*. Jakarta: Kementerian Dalam Negeri.
- Harga Minyak. 2018. WTI Crude Oil Nymex. (Online). Diakses dari <http://hargaminyak.net/trend-grafik/WTI-Crude-Oil-Nymex/> pada tanggal 10 September 2018.

- Haynes, W. M. 2011. *CRC Handbook of Chemistry and Physics 92nd*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Lehninger, A. P. 1984. *Dasar-dasar Biokimia*. Diterjemahkan oleh M. Thenawijaya. Jakarta: Erlangga.
- Nandi. 2006. *Minyak Bumi dan Gas*. Jurusan Pendidikan Geografi FPIPS UPI.
- Prametha, N. M., Legowo, A. M. 2013. *Pemanfaatan Susu Kadaluwarsa Dengan Fortifikasi Kulit Nanas Untuk Produksi Bioetanol*. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(1): 30-35.
- Purwatiningsih, A. dan Maskur. 2012. *Eksplorasi Dan Eksploitasi Pertambangan Minyak Dan Gas Bumi Di Laut Natuna Bagian Utara Laut Yuridiksi Nasional Untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat Di Kepulauan Natuna*. *Jurnal Reformasi*, 2(2): 59-67.
- Rahmah, A., Hamzah, F., Rahmayuni. 2017. *Penggunaan tepung komposit dari terigu, pati sagu dan tepung jagung dalam pembuatan roti tawar*. *Jom Faperta*, 4(1): 1-14.
- Senam. 2009. *Prospek Bioetanol sebagai Bahan Bakar yang Terbarukan dan Ramah Lingkungan*. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*, 359-366.
- Sethpakdee, S. 2002. *Citrus Aurantifolia*. *Adible Fruit and Nut: Porsea Sent Resources of South East Asia 2*: 126-128.
- Utami, A.T. dan L. Noviyanti. 2010. *Pembuatan Tape dari Ubi Kayu (Manihot Utilissima) yang Tahan Lama*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret. Laporan Tugas Akhir.
- Utomo, H. F. S. 2018. *Pemanasan Global Suhu Bumi Meningkat dalam 3 Tahun Terakhir*. Diakses dari <https://www.liputan6.com/global/read/3232301/pemanasan-global-suhu-bumi-meningkat-dalam-3-tahun-terakhir> pada tanggal 10 September 2018.