

Perbandingan Metode Produksi Bioetanol dari Kulit Buah Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.)

Nada Fauziah, Amir Musadad, Diar Herawati Effendi

Prodi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Bandung, Indonesia

email: : nadafauziah10@gmail.com, amir.musadad.miftah@gmail.com, diarmunawar@gmail.com

ABSTRACT. Along with the development of population growth, the need for chemicals as cleaning fluids is increasing. Bioethanol can be used as an alternative cleaning fluid produced from the waste of biomass, which contains starch, glucose, and cellulose. One example of biomass waste that can be used as an alternative ingredient is pineapple peel containing 19.8% cellulose and 11.87% hemicellulose. Bioethanol is an ethanol produced from several phases, including; pretreatment, hydrolysis, fermentation by using microorganism, and then carried out distillation (purification). In searching this literature, the aim was to find out the potential of the pineapple peel wastes as an alternative lignocellulose which has a fairly low production value and to know the ethanol content produced so that it can be utilized in the production of bioethanol by using *Saccharomyces cerevisiae* and *Zymomonas mobilis*. The method used in this study was to find the secondary data obtained from several national and international journal sites. The results of the literature search showed that the content of the reducing sugar was 17.5 mg / mL. In the fermentation proces, the optimum pH and temperature were respectively at 5.0 and 25.9° C in three days. High ethanol levels were obtained in the use of *Zymomonas mobilis* with an ethanol content of 78%. In this case, *Zymomonas mobilis* can utilize sugar in a substrate that is good enough for bioethanol production.

Keywords: Pineapple peel, Bioethanol, Fermentation, *Saccharomyces cerevisiae*, *Zymomonas mobilis*

ABSTRAK: Seiring dengan berkembangnya pertumbuhan penduduk, kebutuhan akan bahan kimia sebagai cairan pembersih semakin meningkat. Bioetanol dapat digunakan sebagai bahan alternatif cairan pembersih yang dihasilkan dari limbah biomassa yang memiliki kandungan pati, glukosa, dan selulosa. Salah satu contoh limbah biomassa yang dapat digunakan sebagai bahan alternatif adalah kulit buah nanas yang mengandung selulosa sebesar 19.8% dan hemiselulosa 11.87%. Bioetanol merupakan etanol yang dihasilkan dari beberapa tahapan, meliputi; *pretreatment*, hidrolisis, kemudian fermentasi dengan menggunakan bantuan mikroorganisme yang selanjutnya dilakukan destilasi (pemurnian). Dalam penelusuran pustaka ini bertujuan untuk mengetahui potensi limbah kulit buah nanas sebagai lignoselulosa alternatif yang memiliki nilai produksi yang cukup rendah dan mengetahui kandungan etanol yang dihasilkan sehingga dapat dimanfaatkan dalam produksi bioetanol dengan menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dan *Zymomonas mobilis*. Metode penelitian yang digunakan yaitu dengan mencari data sekunder yang diperoleh dari beberapa situs jurnal nasional dan internasional. Hasil dari penelusuran pustaka bahwa kandungan gula pereduksi sebesar 17.5 mg / mL. Pada proses fermentasi pH dan suhu optimum masing-masingnya pada 5.0 dan 25.9°C dengan waktu selama tiga hari. Kadar etanol tinggi diperoleh pada penggunaan *Zymomonas mobilis* dengan kadar etanol sebesar 78%. Dalam hal tersebut *Zymomonas mobilis* dapat memanfaatkan gula dalam substrat yang cukup baik untuk produksi bioetanol.

Kata Kunci: Kulit buah nanas, Bioetanol, Fermentasi, *Saccharomices cerevisiae*, *Zymomonas mobilis*.

1 PENDAHULUAN

Limbah biomassa yang memiliki kandungan seperti gula, pati, dan selulosa dapat dimanfaatkan menjadi etanol melalui proses fermentasi yang disebut dengan bioetanol. Pada proses fermentasi

gula pada limbah biomassa mengalami pemecahan gula menjadi etanol dan mengeluarkan gas CO₂ dengan bantuan mikroorganisme seperti *Saccaromyces cerevisiae* dan *Zymomonas mobilis*. Kedua mikroorganisme tersebut dapat digunakan dalam penguraian glukosa, fruktosa, dan sukrosa

menjadi etanol melalui proses fermentasi.

Salah satu contoh limbah biomassa yang dapat digunakan adalah kulit buah nanas. Ketersediaan limbah kulit buah nanas di Indonesia cukup besar dimana Indonesia termasuk dari 10 negara penghasil nanas terbesar di dunia pada tahun 2012 dengan memproduksi nanas mencapai 1.781 ton/tahun (Lobo, et al., 2017). Selain itu pada tahun 2018 berdasarkan data statistik yang disajikan dalam Badan Pusat Statistik jumlah produksi buah nanas di Jawa Barat mencapai 2.068.157 kwintal.

Pemanfaatan kulit buah nanas hingga saat ini belum dilakukan secara optimal, umumnya limbah dari kulit buah nanas ini hanya dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Kulit buah nanas mengandung karbohidrat dan gula yang cukup tinggi. Menurut Wijana, dkk (1998) kulit nanas mengandung 53.1% air, 14.42% serat kasar, 17.53% karbohidrat, 1.3% protein, 13.65% gula reduksi, 19.8% selulosa dan 11.87% hemiselulosa.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Braide, et al., 2018), mengenai pemanfaatan limbah kulit buah nanas menjadi bioetanol menggunakan *Saccaromyces cerevisiae* dan juga *Zymomonas mobilis* menghasilkan kadar bioetanol sebesar 51% dan 78%.

Dari uraian yang telah disampaikan di atas, dirasa perlu dilakukan penelitian berupa penelusuran pustaka meliputi beberapa permasalahan; apakah limbah kulit buah nanas dapat berpotensi untuk dijadikan bioetanol, manakah diantara *Saccaromyces cerevisiae* dan *Zymomonas mobilis* yang dapat menghasilkan kadar bioetanol lebih tinggi, serta waktu optimal yang dapat dicapai dalam produksi bioetanol dari limbah kulit buah nanas.

Tujuan dari penelusuran pustaka ini yaitu mengetahui potensi limbah kulit buah nanas untuk dijadikan bioetanol, mengetahui potensi *Saccaromyces cerevisiae* dan *Zymomonas mobilis* yang dapat menghasilkan kadar bioetanol lebih tinggi, serta mengetahui waktu optimal yang dapat dicapai dalam produksi bioetanol dari limbah kulit buah nanas.

2 LANDASAN TEORI

Bioetanol

Bioetanol (C_2H_5OH) merupakan etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat dengan bantuan mikroorganisme yang

dilanjutkan dengan proses destilasi. Bahan baku bioetanol dapat diperoleh dari tanaman yang mengandung karbohidrat dan gula (Sofyan, 2012: 124 dan Nugroho, 2013). Pada umumnya proses produksi bioetanol mengalami tiga tahapan yang meliputi hidrolisis, fermentasi, dan dilanjutkan dengan destilasi atau permurnian.

Selulosa

Selulosa merupakan karbohidrat alami yang termasuk ke dalam golongan polisakarida dan menjadi komponen utama dalam setiap struktur tanaman. Selulosa terdiri atas unit monomer D-glukosa yang terikat melalui ikatan -1-4-glikosidik. Derajat polimerisasi yang dimiliki oleh selulosa bervariasi berkisar antara 7.000-15.000 unit glukosa, bergantung kepada bahan asalnya (Sudiyani, 2019: 48).

Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan heteropolisakarida rantai cabang dari polisakarida. Hemiselulosa ini memiliki rantai utama lurus yang tersusun atas silosa, dan rantai cabang yang tersusun atas gula pentosa (C5) dan gula heksosa (C6). Gula pentosa tersebut terdiri atas D-glukosa, D-mannosa, dan D-galaktosa (Sudiyani, 2019: 49).

Desinfektan

Desinfektan merupakan bahan kimia yang digunakan untuk membunuh mikroba patogen (bakterisid), pada suatu benda mati. Bahan desinfektan atau pestisida antimikroba menurut *Environment Protection Agen* (EPA) dapat dimanfaatkan untuk tindakan desinfeksi dengan cara mencegah, mengontrol, serta menghancurkan terhadap mikroba yang berbahaya seperti bakteri, jamur, dan virus (Rahma, 2015).

Kulit Buah Nanas

Buah nanas merupakan salah satu jenis buah yang banyak ditanam di Indonesia, mempunyai penyebaran yang merata. Selain dikonsumsi sebagai buah segar, buah nanas juga dapat diolah sebagai makanan dan didapatkan kulit buah nanas yang cukup banyak sebagai hasil buangan atau limbah dari produksi olahan Nutrisi yang terkandung di dalam kulit buah nanas meliputi; karbohidrat 17.53%, protein 4.41%, gula reduksi 13.65%, kadar air 18.72%, serat kasar 20.87%, selulosa 19.8%, dan hemiselulosa 11,87%

Pretreatment

Pretreatment merupakan suatu tahapan awal dalam pembuatan bioetanol yang berbahan lignoselulosa dengan cara memecah dan mengurangi kandungan lignin dan hemiselulosa. Kemudian merusak susunan struktur kristal dari selulosa (Shun & Cheng, 2002).

Hidrolisis

Hidrolisis merupakan suatu proses antara reaktan dengan air agar suatu senyawa menjadi pecah atau terurai (Susanti, 2013). Tujuan dari dilakukan proses hidrolisis untuk memecah selulosa dan hemiselulosa menjadi monosakarida yang kemudian akan melalui tahap fermentasi menjadi etanol. Pada umumnya hidrolisis yang dilakukan terhadap pati dan selulosa menjadi gula dapat dilakukan secara fisik, kimiawi, dan enzimatik (Habibah, 2015).

Fermentasi

Fermentasi merupakan proses pemecahan gula menjadi etanol dan mengeluarkan gas CO₂ dengan bantuan mikroorganisme. Proses fermentasi yang dilakukan merupakan fermentasi anaerob atau tidak memanfaatkan oksigen. Mikroorganisme seperti kapang, khamir, dan bakteri biasanya digunakan dalam mendukung proses fermentasi untuk menghasilkan etanol (Retno dan Wasir, 2011).

Destilasi

Destilasi merupakan suatu tahapan yang digunakan untuk memisahkan suatu campuran yang memiliki tingkat volatilitas berbeda (kemudahan suatu zat untuk menguap) pada suhu dan tekanan tertentu. Tujuan dilakukan destilasi yaitu untuk memisahkan campuran antara air dan etanol. Titik didih etanol murni adalah 78°C, sedangkan air standarnya yaitu 100°C, kemudian campuran larutan dipanaskan pada suhu 78-100°C. Hal tersebut akan mengakibatkan etanol akan menguap terlebih dahulu dari air melalui kondensor yang kemudian akan menghasilkan etanol dengan konsentrasi 95% (Batutah, 2017).

Mikroorganisme

Umumnya mikroorganisme yang dapat digunakan dalam pembuatan bioetanol adalah *Saccharomyces cerevisiae* dan *Zymomonas mobilis*. *Saccharomyces cerevisiae* merupakan salah satu mikroorganisme yang termasuk ke dalam golongan khamir memiliki sifat non patogenik dan non toksik sehingga kerap dimanfaatkan dalam pengolahan pangan yaitu pembuatan roti dan minuman beralkohol (Sassner, 2008).

Zymomonas mobilis merupakan suatu bakteri yang memiliki bentuk berbatang, termasuk kedalam bakteri gram negatif, tidak membentuk spora, dan merupakan bakteri yang dapat bergerak. *Zymomonas mobilis* kerap dimanfaatkan dalam pembentukan bioetanol karena memiliki kemampuan yang tidak terdapat pada ragi dalam beberapa aspek (Ramadhani 2015).

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode studi pustaka dengan mencari sumber atau literatur dalam bentuk data sekunder. Data sekunder adalah data yang dikumpulkan secara tidak langsung, dimana data yang didapatkan merupakan data berdasarkan hasil analisis pustaka mengenai bioetanol dari sampah pertanian berupa limbah biomassa. Proses penelitian dilakukan dengan mengakses Badan Pusat Statistik dan beberapa situs resmi seperti Google Scholar, situs jurnal nasional dan internasional yang telah terindeks SINTA dan SCOPUS dalam 10 tahun terakhir (2010-2020) serta ebook, *review* jurnal terkait dengan konversi bioetanol dari sampah pertanian berupa limbah biomassa, dan analisis serta pembahasan dengan kata kunci yang digunakan yaitu “Bioetanol kulit buah nanas”, “*Bioethanol production from pineapple peel*”, “*Fermentation pineapple peel*”.

3 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Limbah Kulit Buah Nanas

Kulit buah nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) merupakan limbah rumah tangga atau limbah industri pengolahan. Kulit buah nanas berupa limbah merupakan bahan yang masih mengandung karbohidrat. Karbohidrat yang terkandung di

dalam kulit buah nanas sebesar 17,53%. Kulit buah nanas biasanya hanya dibuang oleh masyarakat, sedangkan penggunaan nanas sebagai bahan baku industri pengolahan juga banyak digunakan untuk pembuatan jus, selai, sirup, kripik, dan berbagai produk olahan lainnya. Dengan adanya pengolahan buah nanas dalam skala industri tersebut maka dapat menyebabkan terjadinya peningkatan limbah kulit nanas yang dihasilkan, hal tersebut dapat terjadi karena pada buah nanas yang digunakan sebagai produk olahan dalam industri pangan hanya bagian buahnya saja, sedangkan bagian kulitnya hanya menjadi limbah semata. Hal tersebut dapat menjadi suatu permasalahan di alam karena akan meningkatkan keasaman tanah dan dapat mencemarkan lingkungan. Sehingga limbah kulit buah nanas ini harus dilakukan pemanfaatan.

Lignoselulosa

Limbah lignoselulosa merupakan biomassa yang memiliki kandungan utama selulosa, hemiselulosa dan lignin yang merupakan bahan utama penyusun dinding sel tumbuhan. Selulosa termasuk kedalam polimer yang memiliki sifat hidrofilik. Selulosa merupakan polimer yang memiliki sifat melimpah, biokompatibel, dan ramah lingkungan, karena mudah terdegradasi, tidak beracun, dan dapat diperbaharui (Muyladi, 2019).

Pretreatment

Pretreatment merupakan teknik pertama yang dilakukan pada pembuatan bioetanol, dimana teknik ini yang akan menentukan hasil perolehan biokonversi dari bahan ber-lignoselulosa. Pada biomassa lignoselulosa terdapat selulosa yang secara alami terikat oleh hemiselulosa dan lignin. Terikatnya selulosa oleh lignin dapat menyebabkan terhambatnya proses konversi selulosa menjadi etanol. Sehingga perlu dilakukannya proses *pretreatment* yang bertujuan untuk melepaskan struktur lignin yang mengikat pada selulosa yang akan mempermudah proses hidrolisis selulosa yang kemudian akan difermentasi dan menghasilkan etanol.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Braide, *et al.*, 2018) melakukan teknik *pretreatment* secara fisik dengan melakukan pemanasan kulit buah nanas terlebih dahulu menggunakan oven pada suhu 50°C selama 96

jam. Hal tersebut dilakukan untuk mengurangi kadar air yang terkandung di dalam kulit buah nanas, karena jika kulit buah nanas masih mengandung air dengan kadar yang cukup tinggi dapat menghambat proses fermentasi yang nantinya sampel akan mengalami pembusukan dan lebih rentan untuk ditumbuhi oleh mikroba sehingga akan mudah rusak dan produksi etanol yang dihasilkan tidak maksimal (Febriana, 2020). Kemudian dilakukan pengecilan ukuran sampel dengan teknik ditumbuk menggunakan penggiling *stainless-steel* menjadi bentuk yang lebih halus. Hal tersebut dilakukan untuk menghancurkan struktur lignin yang menyelimuti selulosa sehingga meningkatkan luas permukaan dari sampel dan memudahkan masuknya bahan kimia ketika proses hidrolisis dilakukan sehingga waktu yang dibutuhkan lebih singkat.

Hidrolisis

Hidrolisis ini berperan dalam pemecahan karbohidrat menjadi gula yang lebih sederhana sehingga dapat digunakan dalam proses fermentasi. Proses hidrolisis yang biasa digunakan dalam pembuatan bioetanol biasanya menggunakan hidrolisis secara asam dan secara enzimatis (Samsuri, 2008).

Proses hidrolisis secara asam dan enzimatis ini dilakukan pada penelitian yang dilakukan oleh (Braide, *et al.*, 2018) pada penelitiannya dilakukan hidrolisis asam terlebih dahulu dengan menggunakan katalis H₂SO₄, hal tersebut dilakukan untuk mencapai delignifikasi. Kemudian dilanjutkan dengan proses hidrolisis enzimatis menggunakan enzim amylase dengan tujuan untuk memecah selulosa menjadi gula.

Fermentasi

Fermentasi merupakan tahap paling kritis dalam produksi etanol. Dimana semua sumber bahan baku seperti sumber gula, pati, dan serat atau selulosa, setelah menjadi gula, maka setelahnya dilakukan proses fermentasi. Disamping itu fermentasi memegang beberapa faktor yang berperan penting dalam keberhasilan dalam menghasilkan etanol, disamping jenis mikroorganisme yang digunakan, penambahan konsentrasi inokulum, media yang digunakan, penggunaan pH, suhu yang digunakan selama proses fermentasi, lama waktu fermentasi, dan kadar gula menjadi hal utama yang diperhatikan

dalam proses fermentasi agar etanol yang dihasilkan optimal dan dengan waktu yang efisien.

Faktor pertama yang berpengaruh terhadap proses fermentasi adalah mikroorganisme, dimana mikroorganisme ini bekerja dalam menguraikan karbohidrat dan glukosa menjadi alkohol. Pemilihan mikroorganisme yang akan digunakan pada proses fermentasi sangat perlu diperhatikan, karena jika mikroorganisme yang digunakan tidak sesuai dengan ketersediaan kandungan media maka proses fermentasi tidak dapat optimal. Jenis mikroba yang dapat digunakan dalam proses fermentasi seperti kapang, khamir, dan bakteri (Setiawati, dkk., 2013).

Faktor kedua yang berpengaruh terhadap proses fermentasi adalah banyaknya penambahan konsentrasi inokulum yang ditambahkan. Inokulum merupakan mikroorganisme yang diinokulasikan kedalam medium fermentasi. Dimana inokulum ini memiliki peranan yang penting dalam menunjang keberhasilan proses fermentasi. Semakin banyak penambahan inokulum maka akan semakin tinggi juga kadar etanol yang dihasilkan (Setiawati, dkk., 2013).

Faktor ketiga yang dapat berpengaruh terhadap proses fermentasi yaitu media yang digunakan dalam proses fermentasi. Dimana media yang digunakan dalam proses fermentasi harus steril dan mengandung nutrisi seperti unsur C (karbohidrat), unsur N dan P (terdapat dalam pupuk), mineral, dan juga vitamin lainnya (Restuti, 2014).

Faktor keempat yang dapat berpengaruh dalam proses fermentasi adalah suhu. Apabila suhu yang digunakan merupakan suhu optimal yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan aktivitas dari mikroorganisme yang digunakan, maka mikroorganisme tersebut akan tumbuh dan beraktivitas dengan baik selama proses fermentasi. Suhu optimal bagi pertumbuhan dan aktivitas dari *Saccharomyces cerevisiae* yaitu 28-30°C (Sassner, 2008). Sedangkan suhu optimal bagi pertumbuhan dan aktivitas dari *Zymomonas mobilis* yaitu 25-30°C (Ramadhani, 2015).

Faktor kelima yang dapat berpengaruh dalam proses fermentasi adalah penggunaan pH. Jika pH yang digunakan merupakan pH yang sesuai dengan pH lingkungan hidup dari mikroorganisme yang digunakan, maka mikroorganisme tersebut dapat tumbuh dan melakukan metabolisme dengan baik. pH optimum yang digunakan oleh

Saccharomyces cerevisiae dalam proses fermentasi adalah pada kisaran pH 4.0-5.5 (Sassner, 2008). pH optimum yang digunakan oleh *Zymomonas mobilis* dalam proses fermentasi adalah pada kisaran pH 4.0-7.0 (Ramadhani, 2015).

Faktor keenam yang dapat berpengaruh dalam proses fermentasi adalah waktu. Semakin lama waktu fermentasi maka semakin banyak pula kadar gula yang terkonversi menjadi etanol. Namun pada kenyataannya lama proses fermentasi ini memiliki waktu optimum, sehingga pada setelah waktu optimum kadar etanol ini akan menurun. Waktu yang dibutuhkan untuk proses fermentasi dari *Saccharomyces cerevisiae* adalah 2-12 hari (Sari, 2009). Sedangkan Menurut Susanti (2013) aktivitas bakteri paling optimum adalah 96 jam (4 hari).

Faktor terakhir yang dapat berpengaruh dalam proses fermentasi adalah kadar gula. Gula sebagai substrat merupakan sumber karbon bagi nutrient mikroorganisme dengan tujuan untuk mempercepat pertumbuhan. Sehingga karbohidrat tersebut dapat diuraikan menjadi alkohol. Kadar gula optimum untuk aktivitas pertumbuhan mikroorganisme adalah 10-18% (Sari, 2009).

Data Perbandingan Produksi Bioetanol menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*

Tabel.1 Data Perbandingan Produksi Bioetanol

Penelitian	Penambahan Inokulum (%)	Volume Larutan (mL)	pH	Suhu (°C)	Waktu Fermentasi (jam)	Kadar Etanol (%)
(Pompunypat, et al., 2014)	5	250	5.0	30	120	0.91
(Aziza, N. dkk., 2012)	10	1000	4.2	30	36	2.25
(Octaria, dkk., 2017)	10	500	4.0	30	48	16.07
(Arimba, dkk., 2019)	15	1000	4.5	30	96	44
(Braide, et al., 2018)	0.2	500	5.1	26	72	51

Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*

Berdasarkan dari hasil uraian di atas, variabel yang banyak memasuki ke dalam faktor-faktor yang berperan dalam proses fermentasi terdapat pada penelitian yang dilakukan oleh (Braide, et al., 2018) dengan memenuhi faktor kandungan nutrisi pada media yang digunakan, penggunaan suhu optimal yang digunakan, pH optimal yang digunakan, serta lama waktu fermentasi yang

diperoleh. Hal tersebut mendukung dalam perolehan kadar etanol yang dihasilkan, dimana kadar etanol yang dihasilkan pada penelitian ini cukup tinggi yaitu sebanyak 51%.

Data Perbandingan Produksi Bioetanol menggunakan *Zymomonas mobilis*

Tabel. 2 Data Perbandingan Produksi Bioetanol Menggunakan *Zymomonas mobilis*

Penelitian	Penambahan Inokulum (%)	Volume Larutan (mL)	pH	Suhu (°C)	Waktu Fermentasi (jam)	Kadar Etanol (%)
(Rahayu, dkk., 2014)	10	1000	4.5	25-30	65	3.01
(Sandika, dkk., 2017)	10	2000	Tidak terlampir	25-30	60	8.79
(Rahmayuni, dkk., 2014)	10	2000	5.0	25-30	96	43
(Fajrin, dkk., 2017)	10	1000	5.0	30	24	21
(Braide, et al., 2018)	0.2	500	5.0	25.9	72	78

Pada penggunaan *Zymomonas mobilis* sama seperti penggunaan *Saccharomyces cerevisiae*. Berdasarkan uraian di atas, variabel yang banyak memasuki kedalam faktor-faktor yang berperan dalam proses fermentasi terdapat pada penelitian yang dilakukan oleh (Braide, *et al.*, 2018) dengan memenuhi faktor kandungan nutrisi pada media yang digunakan, penggunaan suhu optimal yang digunakan, pH optimal yang digunakan, serta lama waktu yang dicapai. Hal tersebut mendukung dalam perolehan kadar etanol yang dihasilkan, dimana kadar etanol yang dihasilkan pada penelitian ini cukup tinggi yaitu sebanyak 78%.

Potensi Produksi Bioetanol

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Braide, *et al.*, 2018) melakukan pembuatan bioetanol dari kulit buah nanas dengan menggunakan perbandingan dua mikroorganisme yaitu *Saccharomyces cerevisiae* dan *Zymomonas mobilis*. Dalam penelitiannya memiliki tujuan untuk mengetahui manakah yang dapat digunakan lebih baik pada pembuatan bioetanol. Dari hasil yang diperoleh, kadar etanol yang dihasilkan oleh *Zymomonas mobilis* lebih tinggi dibandingkan dengan kadar etanol yang dihasilkan oleh

Saccharomyces cerevisiae. Dimana kadar etanol yang dihasilkan oleh *Saccharomyces cerevisiae* dalam waktu tiga hari mendapatkan hasil 51%, sedangkan kadar etanol yang dihasilkan oleh *Zymomonas mobilis* dalam waktu tiga hari dapat menghasilkan etanol sebanyak 78%. Hal tersebut menunjukkan jumlah gula yang digunakan oleh *Zymomonas mobilis* selama periode fermentasi lebih banyak dan juga lebih cepat daripada *Saccharomyces cerevisiae*.

Bakteri diketahui berkembang biak lebih cepat daripada ragi. Sehingga dapat dimungkinkan *Zymomonas mobilis* mencapai fase lag lebih awal daripada *Saccharomyces cerevisiae* dan karenanya *Zymomonas mobilis* lebih cepat dalam menggunakan substratnya. Disamping itu, pada *Saccharomyces cerevisiae* dikenal menggunakan jalur Embden Meyerhof Parnas (EMP) untuk memetabolisme glukosa yang menghasilkan 2 mol ATP dari 1 mol glukosa sedangkan sedangkan pada *Zymomonas mobilis* menggunakan jalur Entner-Doudoroff (ED) menghasilkan 1 mol ATP dari 1 mol dari glukosa.

4 KESIMPULAN

Kulit buah nanas yang biasanya dibuang sebagai limbah dapat digunakan sebagai lignoselulosa alternatif yang cocok untuk produksi bioetanol kandungan gula yang tinggi. Dari variasi mikroorganisme yang digunakan dalam proses fermentasi yang dilakukan pada pembuatan bioetanol dari kulit buah nanas dalam penelusuran pustaka, mikroorganisme yang memiliki potensi tinggi dalam mengasilkan kadar bioetanol adalah *Zymomonas mobilis* dengan menghasilkan kadar etanol sebesar 78%. Sedangkan waktu optimum yang dapat digunakan dalam proses fermentasi untuk mengasilkan bioetanol adalah selama 3 hari pada mikroorganisme *Zymomonas mobilis*.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian laboratorium dengan menggunakan variasi metode dan variasi parameter lain dalam proses fermentasi agar dapat meningkatkan potensi limbah kulit buah nanas dalam produksi bioetanol.

DAFTAR PUSTAKA

Arimba, Galih P., Jasman., Hasanuddin., Syahrul.

- (2019). 'Bioethanol Purification of Pineapple Skin Waste Using a Simple Distillation Column Reflux Model', *Jurnal Zarah*, Vol.7, No.1.
- Azizah, N., A. N. Al-Baarri., S. Mulyani. (2012). 'Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol, pH, dan Produksi Gas pada Proses Fermentasi Bioetanol dari Whey dengan Substitusi Kulit Nanas', *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, Vol. 1, No. 2.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat. (2018). Produksi Buah- Buahan (Mangga, Nanas, Pepaya, Pisang dan Rambutan) Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Barat, 2016 (Diupdate pada 15 Maret 2018). Diakses pada tanggal 8 mei 2020 pukul 21.30 WIB dari <https://jabar.bps.go.id/statictable/2018/03/14/325/-produksi-buah-buahan-mangga-nanas-pepaya-pisang-dan-rambutan-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-jawa-barat-2016.html>.
- Batutah, M. Arif. (2017). 'Distilasi Bertingkat Bioetanol dari Buah Maja (*Aegle marmelos* L.)', *Jurnal IPTEK*, Vol. 21, No. 2.
- Fajrin, Ikhsan., Said Zul A., Sri Rezeki M. (2014). 'Pengaruh Volume Inokulum pada Produksi Bioetanol dari Limbah Kulit Nanas Menggunakan *Zymomonas mobilis* dengan Metode *Solid State Fermentation*', *Jurnal Online Mahasiswa*, Vol. 1, No. 1.
- Febriana, Resa Vernia. (2020). *Pengaruh variasi Massa Ragi Saccharomyces cerevisiae dan Waktu Fermentasi Terhadap kadar Bioetanol Berbahan Dasar Limbah Kulit Kopi Arabika (Coffea Arabica L)*. [Skripsi], Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, banda Aceh.
- Habibah, Firstyarikha. (2015). *Produksi Substrat Fermentasi Biortanol dari Alga Merah Gracilaria verrucosa Melalui Hidrolisis Enzim dan Kimiawi*. [Skripsi], Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Lobo, Maria Gloria, Paull, Robert E. (2017), *Handbook of Pineapple Technology*. Willey Black Well.
- Mulyadi, Irwan. (2019). 'Isolasi dan Karakterisasi Selulosa: Review', *Jurnal Sainatika Unpam*, Vol. 1, No. 2.
- Nugroho Triadi. (2013). *Peluang Besar Usahan Membuat Bensin & Solar dari Bahan Nabati*. Pustaka Mahardika, Yogyakarta.
- Octaria, Monita., Kiagus Ahmad R., Atikah. (2017). 'Bioethanol Production Optimization from Pineapple Leather Filtrates', *International Journal of Engineering & Technology*, Vol. 7, No. 4.
- Pornpunyapat, Jutarut., Wilaiwan Chotigeat., Pakamas Chetpattananondh. (2014). 'Bioethanol Production from Pineapple Peel Juice Using *Saccharomyces cerevisiae*', *Advanced Materials Research*, Vol. 875-877.
- Rahayu, Cece., Chairul., Yelmida. (2014). 'Pengaruh Variasi pH dan Waktu Pada Pembuatan Bioetanol dari Sari Kulit Nanas dengan Menggunakan *Zymomonas mobilis*', *Jurnal Online Mahasiswa*, Vol 1, No. 2.
- Rahma, Eka. (2015). *Penentuan Koefisien Fenol Pembersih Lantai yang Mengandung Pine Oil 2,5% Terhadap Bakteri Pseudomonas aeruginosa*. [Skripsi], Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Rahmayuni, Deasy., Chairul., Syelvia Putri U. (2014). 'Pembuatan Bioetanol dari Kulit Nanas dengan Metode *Liquid State Fermentation* (LSF) dengan Variasi Waktu dan Konsentrasi Inokulum', *Jurnal Online Mahasiswa*, Vol. 1, No. 2.
- Ramadhani Prasetya. (2015). *Mikrobiologi Industri. Plantaxia*, Yogyakarta.
- Restuti, Tegar Yudha. (2014). *Pengaruh Konsentrasi H₂SO₄, Lama Waktu Hidrolisis dan Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol yang Dihasilkan Rumput Laut Eucheuma cottonii*. [Skripsi], Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- Retno, Dyah Tri dan Wasir Nuri. (2011). 'Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang', *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan": Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN Veteran.

- Samsuri, M. (2008). *Konversi Bagas Menjadi Etanol dengan Kombinasi Perlakuan Awal dan Ezim dalam Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serempak (SSF)*. FT UI, Depok.
- Sandika, Adli S., Sri Rezeki M., Silvia Reni Y. (2017). 'Fermentasi Kulit Nanas Menjadi Bioetanol Menggunakan *Zymomonas mobilis* dengan Variasi Pemekatan Medium dan Waktu Fermentasi', *Jurnal Online Mahasiswa*, Vol. 4, No. 1.
- Sari, Ni Ketut. (2009). 'Produksi Bioetanol dari Rumpuk Gajah Secara Kimia', *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 4, No. 1.
- Sassner P, CG Martensson, M Galbe, G Zacchi. (2008). 'Steam Pretreatment of H₂SO₄-impregnated Salix for The Production of Bioethanol', *Journal Bioresource Technology*, Vol. 99, No. 1.
- Setiawati, Diah R., Anastasia Rafika S., dan Tri Kurnia D. (2013). 'Proses Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok', *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 19, No. 1.
- Shun, Y., dan J. Cheng. (2002). *Hydrolysis of Lignocellulosic Materials for Ethanol Production: A Review*. Technol, Biorensour.
- Sofyan Putra. (2012). *Panduan Membuat Sendiri Bensin dan Solar*. PT. Pustaka Baru Press, Yogyakarta.
- Sudiyani, Yanni., Syahrul, Aiman., & Dieni, Mansur. (2019). *Perkembangan Bioetanol G2: Teknologi dan Perspektif*. LIPI Press, Jakarta.
- Susanti, Ari D., Puspito Teguh P., Hari Prabowo. (2013). 'Pembuatan Bioetanol dari Kulit Nanas Melalui Hidrolisis dengan Asam', *Ekulibrium*, Vol. 12, No. 1.
- W. Braide., Udegbunam L.I., Mike- Anosike E.E. (2018). 'Production and Spectrophotometric Quantification of Bioethanol from Pineapple Fruit Skin', *Sumerianz Journal of Biotechnology*, Vol. 1, No. 2.
- Wijana S, dkk. (1998). *Optimalisasi Penambahan Tepung Kulit Nanas dan Proses Fermentasi pada Pakan Ternak terhadap Peningkatan Kualitas Nutrisi*. ARMP (Deptan). Universitas Brawijaya, Malang.