

Studi Pustaka Produksi Bioetanol dari Limbah Kulit Buah Cokelat (*Theobroma Cacao* L.) dengan Proses Hidrolisis Menggunakan *Zymomonas Mobilis*.

Sarah Carolina Ababil & Diar Herawati Effendi & Anggi Arumsari

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

email: sarahcarolinaababil@gmail.com, diarmunawar@gmail.com, anggiarumsari@gmail.com

ABSTRACT: Cacao processing produces as much as 75% chocolate peel. Cacao peel is a source of alternative raw materials in the manufacture of bioethanol, because it contains lignocellulosic waste which contains the main components in the form of lignin, cellulose, and hemicellulose. Bioethanol is a liquid produced from plants and plantation waste which contains starch, glucose or cellulose with the manufacturing process including pretreatment, hydrolysis which produces glucose and then fermented using microorganisms to produce bioethanol and distillation is carried out. The purpose of this study was to determine the optimal fermentation time to produce high levels of bioethanol used *Zymomonas mobilis*. The research method used literature review method. The results of the comparison cacao peels bioethanol used *Zymomonas mobilis* showed the highest bioethanol content produced 55.3% v/v by fermentation time by a day. The processed was carried out at pH 5.0 and 30°C temperatures. That was conclude that *Zymomonas mobilis* could produced bioethanol in cacao peel substrate.

Keywords: Cacao peel waste, Bioethanol, *Zymomonas mobilis*.

ABSTRAK: Pengolahan kulit buah cokelat akan menghasilkan limbah buah cokelat sebanyak 75% dari total buah. Kulit buah cokelat merupakan salah satu sumber bahan baku alternatif dalam pembuatan bioetanol, karena memiliki kandungan limbah lignoselulosa yang mengandung komponen utama berupa lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Bioetanol merupakan cairan yang dihasilkan dari tumbuhan maupun limbah perkebunan yang didalamnya terkandung pati, glukosa atau selulosa dengan proses pembuatan meliputi tahapan pretreatment, hidrolisis yang menghasilkan glukosa kemudian difermentasi menggunakan bantuan mikroorganisme sehingga menghasilkan bioetanol dan di lakukan destilasi. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui waktu fermentasi optimal untuk menghasilkan bioetanol dengan kadar yang tinggi menggunakan mikroorganisme *Zymomonas mobilis*. Metode penelitian yang digunakan adalah metode studi pustaka. Hasil dari bioetanol kulit buah cokelat menggunakan *Zymomonas mobilis*, yaitu kadar bioetanol yang paling tinggi dihasilkan sebesar 55,3% v/v dengan waktu fermentasi yang lebih singkat umumnya selama 1 hari. Prosesnya dilakukan pada pH dan suhu yang optimal yaitu 5,0 dan 30°C. Dapat disimpulkan bahwa *Zymomonas mobilis* menghasilkan substrat bioetanol dari kulit kakao.

Kata Kunci: Limbah kulit buah kakao, Bioetanol, *Zymomonas mobilis*.

1 PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara penghasil kakao nomor 3 terbesar di dunia. Peningkatan produksi buah kakao, akan mengakibatkan semakin meningkat pula kulit buah kakao yang dihasilkan. Komponen limbah buah kakao yang terbesar berasal dari kulit buahnya, yaitu sebesar 75% dari total buah. Jika dilihat dari data produksi buah kakao yang mencapai 779,5 ribu ton/tahun, maka limbah kulit kakao yang dihasilkan sebesar 584,6 ribu ton/tahun. Sampai saat ini kulit buah kakao belum dimanfaatkan secara optimal. Kulit buah kakao merupakan limbah lignoselulosa yang mengandung komponen utama berupa lignin 51,98%, selulosa 20,15%, dan hemiselulosa 21,06% (Wijaya, 2017). Menurut Badan Pusat Statistik Indonesia 2017, Provinsi penghasil buah

kakao terbesar adalah pada Provinsi Sulawesi Tengah, dengan produksi buah kakao sebesar 125,473 ton. Kemudian Provinsi kedua adalah Sulawesi Selatan, dengan produksi buah kakao sebesar 124,952 ton dan Provinsi ketiga adalah Provinsi Sulawesi Tenggara, dengan produksi buah kakao sebesar 123,088 ton. Menurut penelitian Chityala dkk (2016) pengolahan limbah kulit buah kakao diperoleh konsentrasi sebesar 55,3%

Bioetanol merupakan etanol yang diproduksi dengan menggunakan mikroba yang disebut dengan proses fermentasi. Fermentasi dapat terjadi karena adanya proses metabolisme sehingga menyebabkan perubahan kimia dalam substrat akibat adanya aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroba (Lini dan Oktavia, 2015).

Mikroorganisme dapat membantu mengubah gula menjadi etanol. Pemilihan mikroorganisme dapat didasarkan pada karbohidrat yang digunakan sebagai media. Pemilihan ini bertujuan agar mendapatkan mikroorganisme yang dapat tumbuh dengan cepat dan memiliki toleransi terhadap konsentrasi gula yang tinggi sehingga dapat menghasilkan alkohol dalam jumlah yang tinggi (Raudah dan Ernawati, 2012).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka rumusan masalah dalam penulisan pustaka ini apakah kulit limbah buah kakao berpotensi sebagai sumber bioetanol, dan apa saja parameter yang diperlukan dalam produksi bioetanol limbah kulit kakao yang menghasilkan rendemen tertinggi dengan menggunakan mikroorganisme. Tujuan dari penelusuran pustaka ini yaitu mengetahui potensi limbah kulit buah kakao untuk dijadikan bioetanol, serta mengetahui parameter yang optimal dalam menghasilkan bioetanol dari limbah kulit buah kakao dengan menggunakan mikroorganisme *Zymomonas mobilis* yang dapat menghasilkan kadar bioetanol lebih tinggi, serta mengetahui waktu optimal yang dapat dicapai dalam produksi bioetanol dari limbah kulit buah kakao.

2 METODOLOGI

Pada penelitian ini akan digunakan metode penelitian secara *systematic Literature Riview* (SLR) dengan mencari sumber atau pustaka dari artikel yang di publikasikan pada Jurnal Nasional bereputasi maupun Jurnal internasional. Pengambilan sumber atau pustaka dilakukan pada laman pencarian seperti *Google Scholar*, *Science Direct (Elsivier)*, *Springer* dan *PubMed*. Pencarian menggunakan *keyword* yaitu “*bioethanol production from cacao peel*”, “*fermentation cacao peel*”, “*cacao production activity*” dan kata kunci “bioetanol limbah kulit buah coklat menggunakan *Zymomonas mobilis*”. Jurnal yang digunakan dalam *review* artikel ini adalah jurnal yang dipublikasikan dalam 10 tahun terakhir.

Setelah dilakukan pencarian dan pengambilan artikel dilanjutkan pada proses seleksi artikel berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi berupa artikel yang berkaitan dengan topik penelitian yaitu produksi limbah kulit buah kakao, artikel bioetanol menggunakan *Zymomonas mobilis* adapun artikel yang digunakan adalah

artikel yang dipublikasikan ≥ 2011 . Sedangkan kriteria eksklusi yaitu artikel selain tentang produksi limbah kulit buah kakao, artikel selain bioetanol menggunakan *Zymomonas mobilis* dan artikel yang dipublikasikan kurang dari tahun 2011. Lalu dilakukan penyeleksian sesuai dengan topik penelitian maka diperoleh jurnal utama sebanyak 10 jurnal, dan dibuat laporan hasil studi literatur sehingga memperoleh hasil review artikel studi pustaka produksi bioetanol dari limbah kulit buah coklat (*Theobroma cacao* L.) dengan proses hidrolisis menggunakan *Zymomonas mobilis*.

Panjang maksimum pembahasan 15% dari total kata artikel, menjelaskan tentang bahan atau data yang digunakan serta penjelasan metode yang dipilih, teknik dan cakupan metode penelitian jelas dan lengkap.

3 PEMBAHASAN DAN DISKUSI

Potensi dari Limbah Kulit Kakao

Kakao merupakan salah satu komoditas perkebunan unggulan sebagai penyedia lapangan kerja, sumber pendapatan, dan devisa negara. Indonesia merupakan negara penghasil kakao terbesar ke-3 dunia setelah Pantai Gading dan Ghana (Sumarno, 2009). Saat ini perkembangan teknologi sangat berpengaruh terhadap permintaan komoditi kakao, terutama untuk komoditas ekspor biji kering yang siap diolah sebagai bahan baku dalam membuat berbagai macam produk makanan.

Pretreatment

Proses pembuatan bioetanol dari limbah kulit kopi harus melalui tahapan *pretreatment* seperti pengeringan, pengecilan ukuran. Berdasarkan penelitian Putra (2019) tahapan *pretreatment* pada limbah kulit kopi robusta yang pertama dilakukan adalah pengeringan menggunakan oven dengan suhu 100°C selama 2 dan 4 jam sebagai variasi waktu untuk mengurangi kadar air yang terkandung pada kulit kopi, hasilnya adalah pada pengeringan selama 4 jam kadar air yang dihasilkan lebih rendah yaitu 5,613% dibandingkan selama 2 jam yaitu 12,056. Pengeringan selama 4 jam lebih baik karena kandungan air kurang dari 10 % menurut Febriana (2020) jika kadar air yang terkandung pada sampel tinggi maka akan menyebabkan terjadinya proses pembusukan dan lebih cepat ditumbuhi oleh mikroba sehingga bahan akan mudah rusak

sehingga akan mempengaruhi produk yang dihasilkan. Proses pengecilan ukuran dilakukan dengan menggiling bahan menggunakan blender hingga sampel berbentuk halus. Penghalusan bertujuan agar merombak struktur-struktur yang tersusun pada biomassa sehingga sampel akan memiliki luas permukaan yang maksimal sehingga proses masuknya bahan kimia pada proses hidrolisis akan semakin cepat. *Pretreatment* dengan cara penghalusan ini termasuk dalam *pretreatment* secara fisika karena merombak cara menghaluskan bahan agar ukurannya menjadi lebih kecil.

Hidrolisis

Konsentrasi asam yang biasa digunakan yaitu 10-30% dengan temperatur 100°C dan waktu yang dibutuhkan yaitu antara 2-6 jam. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Siswati, dkk (2011) penggunaan katalis asam yang baik adalah pada konsentrasi 20%. Hal ini disebabkan karena pada konsentrasi 10% terjadi proses degradasi glukosa yang terbentuk menjadi struktur kimia yang lain sehingga menurunkan konversi reaksi. Pada konsentrasi 30% terjadi proses pembakaran selulosa sehingga perubahan glukosa yang dihasilkan menjadi lebih sedikit. Enzim yang digunakan dalam menghidrolisis selulosa adalah enzim selulase untuk substrat selulosa atau amilase untuk substrat pati (Habibah, 2015).

Fermentasi

Jalur metabolisme pada proses fermentasi antar mikroorganisme akan berbeda-beda. Fermentasi pada *Zymomonas mobilis* dengan jalur Entner-Doudoroff (ED) (Wardani, 2018). Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses fermentasi adalah Penambahan nutrisi yang berfungsi untuk pertumbuhan dan aktivitas metabolisme dari mikroorganisme selama proses fermentasi, dan sebagai protein bagi mikroorganisme tersebut, karena itu penting untuk kecukupan jumlah oksigen yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme agar mendapatkan hasil fermentasi yang optimal (Raudah dan Ernawati., 2012).

Variasi Parameter dalam Produksi Bioetanol

Berikut ini merupakan uraian dari variasi parameter dalam produksi bioetanol menggunakan *Zymomonas mobilis* berdasarkan hasil penelusuran pustaka :

Tabel 1. Variasi Parameter dalam produksi Bioetanol

Volume (mL)	Penambahan Inokulum (%)	Volume Larutan (mL)	pH	Suhu (°C)	Waktu Fermentasi (Jam)	Kadar Etanol (%)
7	14	25	6	30	192	10,6
7	1	50	5	30	48	30
7	15	1000	5	30	24	55,3
7	7	1000	5	30	36	33

Pengaruh Penambahan Inokulum Terhadap Kadar Bioetanol yang Dihasilkan

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.

Pengaruh pH Terhadap Kadar Bioetanol yang Dihasilkan

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 *Zymomonas mobilis* dalam proses fermentasi adalah pada kisaran pH 4.0-7.0 (Ramadhani, 2015).

Pengaruh Suhu Terhadap Kadar Bioetanol yang Dihasilkan

Suhu merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam fermentasi etanol. Suhu yang digunakan merupakan suhu optimal yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan aktivitas dari mikroorganisme yang digunakan, maka mikroorganisme tersebut akan tumbuh dan beraktifitas dengan baik selama proses fermentasi. Adapun suhu optimal pada fermentasi biasanya pada rentang 28-32°C (Susmiati, 2018).

Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap Kadar Bioetanol yang Dihasilkan

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. Apabila kadar etanol semakin menurun saat fermentasi yang semakin lama hal tersebut disebabkan karena produktivitas dari mikroorganisme serta nutrisi yang sudah mulai habis (Wardani, 2018).

Kadar Bioetanol Dari Limbah Kakao

Berdasarkan dari hasil data yang didapatkan yang pertama adalah hasil dari penelitian yang

dilakukan oleh (Yogaswara, dkk 2020) waktu fermentasi yang digunakan yaitu selama 8 hari menggunakan mikroorganisme sebanyak 14% dengan pH 6 dan suhu 30°C menghasilkan kadar bioetanol sebesar 10,6%. Data ke-2 adalah hasil dari penelitian (Saharkhiz, dkk 2012) waktu fermentasi yang dilakukan yaitu 2 hari menggunakan mikroorganisme 1% dengan pH 5,1 dan suhu 30°C, menghasilkan kadar bioetanol sebesar 30%. Data ke-3 adalah hasil penelitian yang dilakukan oleh (Chityala, dkk 2019) dimana waktu fermentasi yang dilakukan selama 1 hari menggunakan mikroorganisme sebanyak 15% dengan pH 5 dan suhu 30°C, menghasilkan kadar bioetanol sebanyak 55,3%. Data ke-4 adalah hasil penelitian yang dilakukan oleh (Trieste, 2016) dimana waktu fermentasi selama 1,5 hari menggunakan mikroorganisme sebanyak 7% dengan pH 5 dan suhu 30°C menghasilkan kadar bioetanol sebesar 33%. Data Kelima adalah hasil dari penelitian (Galih, dkk 2011) waktu fermentasi selama 1,5 hari dengan penambahan mikroorganisme sebanyak 17% dengan pH fermentasi 5 menghasilkan kadar bioetanol sebesar 34%. Berdasarkan kelima data tersebut nilai pH yang umumnya sering digunakan adalah pH 5 karena *Zymomonas mobilis* dapat hidup pada kisaran pH 4-7.

Berdasarkan dari data penelitian (Chityala, dkk. 2016) didapatkan hasil kadar etanol yang tertinggi yaitu sebesar 55,3% dengan pH 5,0 dan suhu 30°C. Sementara penelitian (Yogaswara, dkk. 2020) memberikan kadar etanol terendah sebesar 10,6%. Hasil yang didapatkan oleh (Chityala, dkk. 2016) ini paling tinggi dibandingkan dengan data yang lainnya, hal ini terjadi karena pH serta suhu yang dilakukan pada media fermentasi sudah sesuai dengan ketentuan, juga menyebabkan pertumbuhan menjadi sangat baik. Sehingga hasil kadar etanolnya pun sesuai dengan kriteria yang diharapkan. Penggunaan bakteri *Zymomonas mobilis* memiliki keunggulan yaitu dapat menghasilkan kadar etanol yang tinggi.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelusuran pustaka didapatkan kesimpulan pertama yaitu; limbah kulit kakao memiliki potensi yang baik karena menghasilkan kadar etanol dari 10,6%-55,3% sebagai sumber bioetanol dengan memanfaatkan

Zymomonas mobilis. Selain itu didapatkan kesimpulan berikutnya bahwa untuk menghasilkan bioetanol limbah kakao dengan kadar etanol tertinggi yaitu 55,3% diperlukan metode yang didapat dari penelitian (Chityala, dkk. 2016) dengan parameter penambahan inokulum 15%, volume larutan 1000 mL, pH 5, suhu 30°C, dan waktu fermentasi selama 24 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2017). '*Statistik Kakao Indonesia*', ISBN: 978-602-438-187-5.
- Chityala, A., Madicherla, N.R., Mendu, D.R., Somalanka, S.R., and Bandaru, V.V.R. (2016). Optimization of fermentation conditions for the production of ethanol of *Zymomonas mobilis*. USA
- Edahwati.Luluk., P. Dyah.Suci., S.Nana Dyah., Tri Widjaya., dkk. (2015). 'Bioethanol Quality Improvement Of Coffee Fruit Leather' *Journal Bisstech*, Matec Web of Conferences 58, 01004.
- 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 Bioetanol Dari Alga Merah Gracilaria verrucosa Melalui Hidrolisis enzimatik dan Kimiawi*. [Skripsi], Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Khurniawati., M Umam F., Ni Ketut S. (2019). 'Pembuatan Bioetanol Berbasis Glukosa Off Grade Dengan Proses Fermentasi Menggunakan Fermiol', *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 13, No.2.
- Lini, Fibrillian Zata., Oktavia F. (2015). *Studi Teknik Produksi Etanol dari Limbah Kulit Buah Kopi (Parchmenthull/ Endocarp)*. [Tesis], Program Studi Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Muslihah Siti. (2012). *Pengaruh Penambahan Urea dan Lama Fermentasi yang Berbeda Terhadap Kadar Bioetanol dari Sampah*

- Organik*. [Skripsi]. Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Nisa, Wildha Walidhatun. (2014). *Produksi Bioetanol dari Onggok (Limbah Padat Tapioka) dengan Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak Menggunakan Khamir Hasil Isolasi dari Tetes Tebu*. [Skripsi], Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Putra. Mohammad A.H. (2019). 'Pengaruh Waktu Pengeringan dan Rasio Bahan Baku/Strarter *Zymomonas mobilis* pada Pembuatan Bioetanol dari limbah Kulit Kopi *Robusta*' *Jurnal Simposium Nasional RAPI XVIII – 2019 FT UMS*.
- Ramadhani Prasetya. (2015). *Mikrobiologi Industri*. Plantaxia, Yogyakarta.
- Raudah., Ernawati. (2012). 'Pemanfaatan Kulit Kopi Arabika dari Proses *Pulping* Untuk Pembuatan Bioetanol' *Jurnal Reaksi (Journal of Science and Technology)*, Vol. 10, No.21.
- Siswanti.N.A., Yatim M., Hidayanto R. (2011). 'Bioetanol dari Limbbah Kulit Kopi dengan Proses Fermentasi' *Jurnal Teknik Kimia*.
- Suherman, Eman. (2017). *Pengaruh Berbagai Jenis Substrat Limbah Buah dan Lama Fermentasi Terhadap Volume dan Kadar Bioetanol*. [Skripsi], Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Susmiati, Yuana. (2018). 'Prospek Produksi Bioetanol dari Limbah Pertanian dan Sampah Organik', *Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, Vol.7, No.2.
- Wahyudi, T.T.R, Panggabean dan Pujiyanto. (2008). *Panduan Lengkap Kakao*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Wardani. Anggraeni Kusuma (2018). *Pengaruh Lama Waktu Fermentasi Pada Pembuatan Bioetanol Dari *Sargassum sp* Menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan Fermentasi Menggunakan Mikroba Asosiasi (*Zymomonas mobilis*, *Sacharomycess cerevisiae* dalam Ragi Tape dan Ragi Roti)*. [Skripsi], Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Ilmu Pendidikan. Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- Wijaya, M. dan Wiharto, M. (2017). 'Karakterisasi Kulit Buah Kakao Untuk Karbon Aktif Dan Bahan Kimia Yang Ramah Lingkungan', *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, Vol 2, No 1, April 2017, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Yogaswara, R.R., Saputro, E.A., Erliyanti, E.K., Ayu, D., Agratiyan, T.D., Billah, N. (2020). *Synthesis of Bioethanol from Cocoa Using *Zymomonas Mobilis**. Universitas pembangunan Nasional. Surabaya.
- Nurmilla Ani, Kurniaty Nety, W Hilda Aprillia. (2021). *Karakteristik Edible Film Berbahan Dasar Ekstrak Karagenan dari Alga Merah (*Eucheuma Spinosum*)*. *Jurnal Riset Farmasi*, 1(1), 24-32.