



Pemanfaatan Kulit Kentang dalam Pembuatan Bioetanol dengan Metode Hidrolisa Asam di Desa Sikunang

Siti Fatimah Pradigdo^{1*}, Fahmi Arifan², Wisnu Broto², Siti Nurlaela Noviana²

¹Prodi S-1 Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro.

²Prodi S-Tr Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.

Jl. Prof Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, 50275, Indonesia.

*Email Korespondensi: sitifatimah@lecturer.undip.ac.id

Abstrak

Masyarakat Desa Sikunang pada umumnya memanfaatkan kentang untuk dijadikan bahan pangan sementara kulitnya akan dibuang. Pemanfaatan limbah kulit kentang untuk dijadikan sebagai bioetanol tidak akan mempengaruhi keamanan pangan nasional serta dapat mengurangi dampak negatif pencemaran lingkungan dari limbah itu sendiri. Kulit kentang dipilih sebagai bahan utama pembuatan etanol dikarenakan banyak mengandung pati, gula, selulosa, hemicelulosa, dan lignin.

Produksi bioetanol dari sumber tanaman yang memiliki kandungan pati atau karbohidrat, dicapai dengan proses biokonversi karbohidrat menjadi gula (glukosa) dengan beberapa metode antara lain metode hidrolisa asam atau enzimatis. Di era new normal, etanol dapat digunakan sebagai antiseptik guna meminimalisir penyebaran covid-19.

Proses pembuatan bioetanol dapat dilakukan dengan 5 proses, antara lain proses pembuatan starter, proses delignifikasi atau *pretreatment* dengan larutan NaOH, proses hidrolisa asam dengan larutan HCl, proses fermentasi selama 4,5, dan 6 hari, dan proses destilasi untuk menghasilkan etanol yang murni. Kemudian dilanjutkan dengan uji penentuan kadar glukosa dan uji kadar etanol menggunakan alat alkoholmeter.

Kata Kunci : bioetanol, kulit kentang, limbah, Desa Sikunang.

THE UTILIZATION OF POTATO PEEL IN THE MAKING OF BIOETHANOL WITH ACID HYDROLISIS METHOD IN SIKUNANG VILLAGE

Abstract

The people of Sikunang Village generally use potatoes to be used as food while the skin will be discarded. Utilization of potato peel waste to be used as bioethanol will not affect national food security and can reduce the negative impact of environmental pollution from the waste itself. Potato peel was chosen as the main ingredient for making ethanol because it contains a lot of starch, sugar, cellulose, hemicellulose, and lignin.

The production of bioethanol from plant sources containing starch or carbohydrates is achieved by the bioconversion process of carbohydrates into sugar (glucose) by several methods, including acid hydrolysis or enzymatic methods. In the new normal areal, ethanol can be used as an antiseptic to minimize the spread of COVID-19.

The process of making bioethanol can be carried out by 5 processes, including the starter making process, delignification or pretreatment process using NaOH solution, acid hydrolysis process using HCl solution, fermentation process for 4, 5, and 6 days, and distillation process to produce pure ethanol. Then proceed with the test for determining glucose levels and testing for ethanol levels using an alcoholmeter.

Keywords : bioethanol, potato peel, waste, Sikunang Village.

I. PENDAHULUAN

Desa Sikunang berada pada Kecamatan Kejajar, Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah khususnya Dusun Sikunang dan Dusun Siterus, merupakan Desa yang berada di kaki Pegunungan Bisma dan dilalui pipa milik perusahaan pengelola Geothermal Dieng dengan sumber ekonomi utama Desa Sikunang bersumber dari pertanian dan kehutanan. Pertanian yang ada di Desa Sikunang mayoritas komoditasnya adalah carica, terong

belanda, kentang, wortel, kobis, dan cabai. Metode penanaman pada desa ini mayoritas menggunakan metode tumpang sari (Sikunang, 2020).

Salah satu permasalahan di Desa Sikunang adalah banyaknya warga sekitar yang mengabaikan pentingnya akan kebersihan lingkungan serta membuang sampah sembarangan. Sampah di TPST meningkat seiring berjalannya waktu dan sistem pengelolaan sampah yang kurang efisien menyebabkan sampah di Desa Sikunang menumpuk.

Pada umumnya masyarakat Desa Sikunang memanfaatkan kentang untuk dijadikan bahan pangan sementara kulitnya akan dibuang. Padahal limbah kulit kentang yang melimpah di Desa Sikunang dapat dimanfaatkan sebagai produk yang memiliki nilai ekonomis cukup tinggi jika dimanfaatkan dengan metode biokonversi (proses mengubah limbah menjadi bahan bakar alternatif seperti bioetanol melalui bantuan mikroba) sehingga dapat dijadikan produk bernilai jual tinggi (Muslihah, 2012). Pemanfaatan limbah kulit kentang untuk dijadikan sebagai bioetanol tidak mempengaruhi keamanan pangan nasional serta dapat mengurangi dampak negatif pencemaran lingkungan dari limbah itu sendiri (Purba Hasianna, et al., 2016).

Bioetanol merupakan cairan yang dihasilkan dari fermentasi biomassa yang memiliki kandungan selulosa, gula dan pati (Arlianti, 2018). Bioetanol diproduksi dari tanaman yang mengandung karbohidat, dicapai dengan metode biokonversi karbohidrat membentuk gula (glukosa) menggunakan berbagai metode, antara lain menggunakan metode hidrolisa asam atau enzimatis (Azizah, et al., 2012).

Etanol dari hasil fermentasi memiliki banyak kegunaan, seperti bahan baku minuman, desinfektan, pelarut, bahan baku industri kimia dan bahan bakar (Widyanti & Moehadi, 2018).

Kulit kentang merupakan salah satu contoh limbah organik yang bias dipakai menjadi bahan baku produksi bioetanol (Purba Hasianna, et al., 2016). Selama ini banyak masyarakat yang memanfaatkan kulit kentang untuk dijadikan sebagai pakan ternak, pupuk organik, dan bahkan dibuang. Untuk meningkatkan nilai ekonomisnya, kulit kentang dapat diubah menjadi etanol dan digunakan sebagai antiseptik (Purba Hasianna, et al., 2016). Kulit kentang dipilih sebagai bahan utama bioetanol karena banyak kandungan pati, gula, selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Rosita, 2007). Selain itu, kulit kentang memiliki kandungan karbohidrat yang relatif tinggi, maka dari itu dapat dimanfaatkan menjadi bahan dasar produksi bioetanol (Tima, 2020).

Proses hidrolisa mempunyai maksud untuk memutuskan ikatan antara hemiselulosa dan lignin, menghancurkan struktur dari selulosa dan menaikkan material berpori (Sun & Cheng, 2002). Hancurnya struktur selulosa memudahkan pemecahan selulosa menjadi glukosa (Mosier, et al., 2005). Proses hidrolisa adalah salah satu tahapan terpenting dalam produksi bioetanol, hal ini dikarenakan pada tahap ini dapat ditentukan kadar glukosa yang dihasilkan untuk fermentasi lebih lanjut menjadi bioetanol (Bahri, et al., 2019). Ada dua metode yang digunakan untuk hidrolisis diantaranya adalah hidrolisis asam dan enzimatis (Putri, 2018).

Hidrolisa secara kimia memiliki keuntungan dari waktu pemrosesan yang lebih singkat dan *budget* yang lebih rendah. Hidrolisis asam adalah salah satu hidrolisa yang banyak dipakai untuk menghidrolisis selulosa. Asam yang biasa dipakai dalam menghidrolisis termasuk asam sulfat (H_2SO_4), asam asetat (CH_3COOH), asam fosfat, asam perklorat dan asam klorida (HCl). Asam sulfat (H_2SO_4) adalah asam yang sering dipelajari dan digunakan dalam menghidrolisis asam, tetapi asam klorida (HCl) lebih reaktif daripada H_2SO_4 dan karena itu lebih menguntungkan. Selain itu, HCl dapat menghasilkan produk berwarna terang (Kirk, R.E and Othmer, D.F, 1960; Taherzadeh & Karimi, 2007).

Fermentasi merupakan proses dimana karbohidrat atau gula dipecah menjadi etanol menggunakan bantuan mikroba dalam kondisi anaerob sebagai pengurai, sehingga diperoleh gas CO_2 (Prescott, S.C., and Dunn C.G., 1959). Menurut (Häggström, et al., 2014) reaksi kimia pembentukan etanol adalah sebagai berikut:



Saccharomyces cerevisiae adalah mikroba yang biasa digunakan dalam produksi bioetanol karena berfermentasi dengan sangat baik, mampu bertumbuh dengan cepat dalam kondisi anaerobik dan sangat resisten terhadap etanol (Shahirah, et al., 2015).

Secara umum mikroorganismenya *Saccharomyces cerevisiae* biasa digunakan dalam produksi tape (baik tape ketan maupun tape ubi) dan umumnya dikenal sebagai ragi yang juga dapat digunakan dalam pembuatan roti (Prihandana, et al., 2007). *Saccharomyces cerevisiae* memiliki kemampuan melakukan metabolisme dengan mengonversi gula (glukosa) membentuk etanol dan gas karbon dioksida (Riadi, 2013).

Pemurnian etanol merupakan tahap terakhir dalam pembuatan bioetanol/etanol. Etanol dan air membentuk campuran azeotropik, sehingga pemurnian etanol tidak dapat dilakukan dalam satu tahapan. Dengan demikian, pemurnian etanol dilaksanakan dalam dua tahapan, yaitu tahap pemurnian melalui cara destilasi hingga konsentrasi 95,6% dan tahap dehidrasi etanol untuk mendapatkan etanol yang absolut (Kusuma dan Dwiatmoko, 2009).

Dari permasalahan diatas, penelitian ini berlanjut untuk mengetahui kadar etanol terbaik dan pengaruhnya pada variasi konsentrasi HCl, lamanya waktu fermentasi, dan kadar glukosa yang terkandung didalam kulit kentang. Penelitian ini bertujuan sebagai berikut :

1. Menerangkan kepada warga tentang bahayanya covid-19 dan upaya pencegahannya.
2. Meningkatkan pemahaman mengenai pemanfaatan limbah kulit kentang sehingga dapat membantu perekonomian masyarakat Desa Sikunang.
3. Meningkatkan keterampilan warga untuk mengelola limbah menjadi produk yang bermanfaat.

II. METODOLOGI

Alat dan Bahan

Penggunaan alat pada penelitian ini berupa gelas beker, erlenmeyer, blender, gelas ukur, sendok, pipet tetes, thermometer, pengaduk kaca, incubator, kaca arloji, neraca digital, *magnetic stirrer*, *autoclave*, aluminium foil, kapas, indikator pH universal, kertas saring, botol plastik, selang, baskom, rangkaian alat destilasi, alkoholmeter, dan spektrofotometer UV-Vis. Sementara bahan yang dipakai adalah 20 gram kulit kentang, 200 ml NaOH 0,1 M, 200 ml HCl 0,4 M; 0,6M; 0,8 M, 2 gram ragi roti, 4 gram gula pasir, aquades, 02 gram pupuk ZA, dan 0,2 gram pupuk NPK.

Metode

Metode pembuatan Bioetanol Kulit Kentang yaitu dengan mempersiapkan alat dan bahan, lalu dilakukan proses pembuatan starter, proses delignifikasi atau *pretreatment* yang berfungsi untuk memisahkan antara lignin dan selulosa, kemudian dilanjutkan proses hidrolisis asam, dan proses terakhir yaitu fermentasi dan destilasi.

Proses Pembuatan Starter

Proses pembuatan starter. Bahan yang digunakan dalam pembuatan starter adalah 2 gram ragi roti merk Fermipan, 40 ml aquades, dan 4 gram gula pasir (konsentrasi gula 10%) (Elevri & Putra, 2006). Masukkan 40 ml aquades dan 4 gram gula pasir ke dalam gelas beker, kemudian homogenkan menggunakan *magnetic stirrer*, lalu sterilisasi di dalam *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit. Tunggu substrat menjadi dingin hingga suhu kurang lebih 30-

33°C, Kemudian tambahkan 2 gram ragi roti ke dalam substrat dan inkubasi pada suhu 30°C selama 8 jam (Tipteerasri, T., et al., 2007). Pada penelitian (Held, 2010) mengasumsikan bahwa *Saccharomyces cerevisiae* mengakhiri fase logaritmiknya setelah 8 jam, hal ini ditandai dengan pertumbuhan yang lambat dan peningkatan kapasitas metabolisme.

Proses Delignifikasi

Proses delignifikasi atau *pretreatment* dilakukan dengan cara membersihkan limbah kulit kentang terlebih dahulu, kemudian dikeringkan pada suhu ruang, haluskan kulit kentang yang sudah kering, dan ditimbang sebanyak 20 gram lalu masukkan ke dalam gelas beker, setelah itu masukkan larutan 200 mL NaOH 0,1 M, tutup dengan kapas dan aluminium foil dan mengikatnya dengan karet. Lalu panaskan di dalam *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit sehingga didapatkan bubur delignifikasi. Dalam proses ini, lignin dipisahkan dari selulosa. Akibatnya selulosa yang terkonversi membentuk glukosa akan semakin tinggi (Osvaldo, et al., 2012).

Proses Hidrolisis Asam

Bubur yang terdelignifikasi dicuci beberapa kali dengan aquades dengan menyaring sampai pH netral. 200 mL HCl (0,4 M; 0,6 M; 0,8 M) yang telah diencerkan sebelumnya ditambahkan ke dalam bubur delignifikasi untuk menentukan waktu fermentasi optimum terhadap persentase etanol (Rosita, 2007). Kemudian tutup menggunakan kapas dan aluminium foil dan ikat dengan karet. Setelah itu panaskan dalam *autoclave* pada suhu 121°C selama 60 menit untuk menidnginkan bubur kulit kentang. pH bubur yang terhidrolisis diatur menjadi pH 4-5.

Proses Fermentasi

Kemudian masukkan *Saccharomyces cerevisiae* dan tambahkan 0,2 gram urea dan 0,2 gram NPK, kemudian aduk hingga homogen. Setelah itu pindahkan ke botol, sebelumnya tutup botol diberi lubang terlebih dahulu sesuai dengan besarnya diameter selang. Botol 1 berisi kulit kentang dan botol 1 lagi berisi aquades dengan volume yang sama dengan volume kulit kentang. Selanjutnya fermentasi dilakukan didalam inkubator selama 4, 5, dan 6 hari (Fardiaz, S., 1992). Waktu fermentasi dipilih sesuai dengan penelitian Prescott, S.C., and Dunn, C.G., (1959) yang mengatakan bahwa fermentasi etanol berlangsung selama 4 sampai 7 hari.

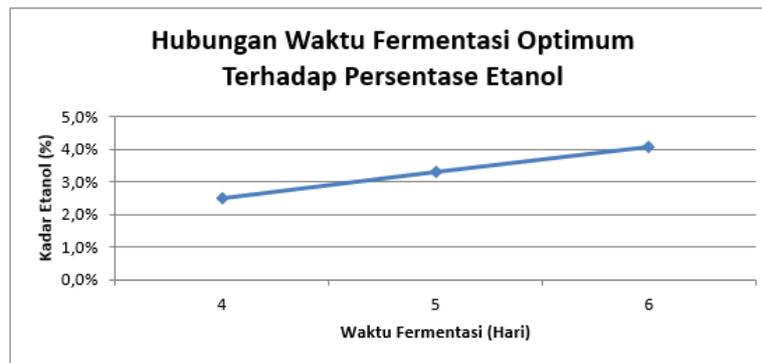
Proses Destilasi

Setelah itu dilanjutkan proses destilasi untuk menghasilkan etanol yang lebih murni dengan menggunakan rangkaian alat destilasi. Setelah itu dilakukan pengujian penentuan kadar glukosa dan kadar etanol memakai alat alkoholmeter.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Penentuan antara Waktu Fermentasi Optimum dengan Presentase Etanol

Pada gambar 1. menunjukkan hasil pengukuran kadar etanol 20 gram sampel kulit kentang yang difermentasi selama 4, 5, dan 6 hari menggunakan alat alkoholmeter dengan konsentrasi HCl 0,4 M.



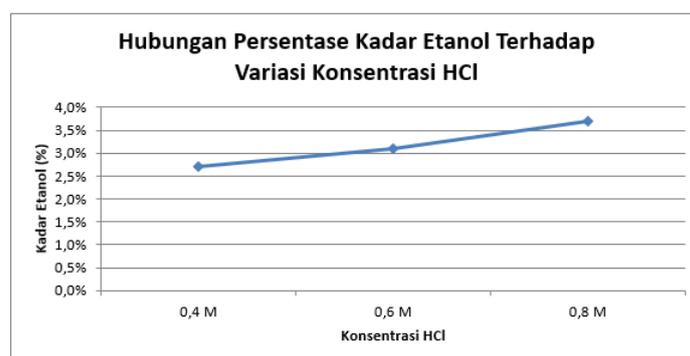
Gambar 1. Hubungan antara Waktu Fermentasi dengan Presentase Etanol

Berdasarkan gambar di atas menunjukkan bahwa persentase etanol dari hari ke 4 sampai 6 mengalami kenaikan. Persentase etanol yang didapatkan dalam waktu fermentasi selama 4, 5, dan 6 hari sebesar 2,5 %; 3,3 %, dan 4,1 %. Persentase etanol sebesar 4,1% dalam waktu fermentasi selama 6 hari merupakan waktu fermentasi optimum, hal ini disebabkan karena aktivitas *Saccharomyces cerevisiae* berada dalam masa pertumbuhan paling optimal (cepat) sebagai akibatnya etanol yang dihasilkan bertambah banyak.

Pada gambar 1. menunjukkan bahwa persentase etanol dari hari ke-4 sampai 6 mengalami peningkatan yang mana sesuai dengan penelitian Prescott, S.C., and Dunn, C.G., (1959) menemukan bahwa fermentasi bioetanol bekerja selama 4-7 hari. Dapat juga dinyatakan bahwa semakin lamanya waktu fermentasi, maka kadar etanol yang diperoleh juga semakin tinggi. Peristiwa ini diakibatkan karena makin banyaknya glukosa yang tereduksi menjadi alkohol, terutama etanol. Dalam studi ini tidak dilaksanakan fermentasi pada hari ke tujuh karena diprediksi kadar etanol yang dihasilkan akan berkurang, peristiwa ini terjadi karena mikroba tidak bekerja secara optimal atau mengalami kematian (Sukaryo, dkk., 2013).

b. Penentuan antara Persentase Etanol dengan Variasi Konsentrasi HCl

Pada gambar 2. menunjukkan hasil pengukuran kadar etanol menggunakan variasi dari konsentrasi HCl terhadap 20 gram sampel kulit kentang yang difermentasi selama 6 hari.



Gambar 2. Hubungan antara Persentase Kadar Etanol dengan Variasi Konsentrasi HCl

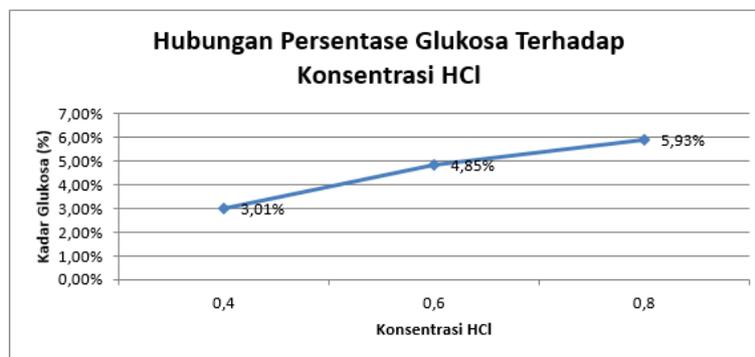
Dari gambar persentase etanol terhadap variasi dari konsentrasi HCl 0,4 M didapatkan hasil persentase etanol adalah 2,7 %, pada konsentrasi HCl 0,6 M didapatkan hasil persentase etanol 3,1 %, dan konsentrasi HCl 0,8 M didapatkan hasil persentase etanol 3,7 % . Dapat disimpulkan bahwa tinggi molaritas HCl dengan persentase etanol berbanding lurus. Semakin

tinggi molaritas HCl, maka semakin tinggi persentase etanol yang diperoleh.

Pada proses hidrolisa ini dijelaskan bahwa proton H^+ dalam senyawa HCl mengonversikan gugus berserat dalam kulit kentang membentuk gugus radikal bebas, yang selanjutnya bergabung dengan gugus OH^- dari H_2O untuk bereaksi pada suhu $121^\circ C$ membentuk glukosa. Hasil glukosa yang maksimum diperoleh apabila permintaan H^+ dari HCl cukup untuk membangun gugus radikal bebas dari kulit kentang, dimana pada penelitian ini kondisi optimum yang didapatkan untuk variasi konsentrasi HCl adalah pada konsentrasi HCl 0,8 M. Hal ini dapat terlihat menurut kadar glukosa yang diperoleh seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.

Perbedaan antara persentase etanol dengan konsentrasi HCl tidak terlalu jelas perbedaannya karena menghitung manual kadar etanol dengan alat alkoholmeter.

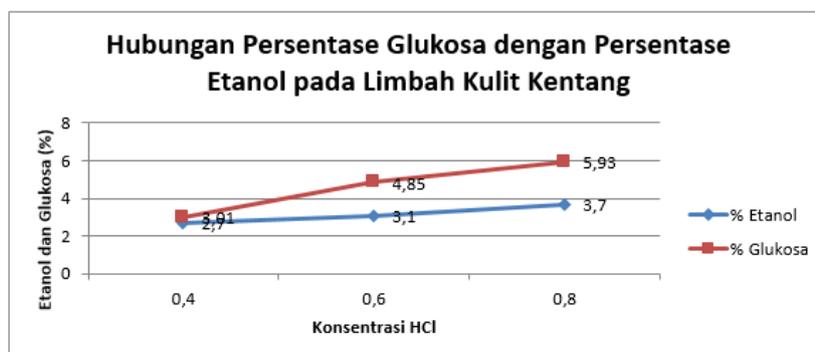
c. Penentuan Kadar Glukosa



Gambar 3. Hubungan antara Persentase Glukosa dengan Konsentrasi HCl

Berdasarkan gambar di atas, didapatkan bahwa hasil kadar glukosa dengan konsentrasi HCl 0,4 M sebesar 3,01 %, pada konsentrasi HCl 0,6 M didapatkan hasil kadar glukosa sebesar 4,85 %, dan pada konsentrasi HCl 0,8 M didapatkan hasil kadar glukosa 5,93 %. Dari hasil diatas menerangkan bahwasannya hubungan antara konsentrasi HCl dengan persentase glukosa berbanding lurus, jika konsentrasi HCl tinggi, maka dapat dipastikan bahwa persentasi glukosa yang didapatkan juga akan tinggi. Dari persentase glukosa yang dihasilkan paling tinggi diperoleh pada konsentrasi HCl 0,8 M sebesar 5,93 % sehingga sudah mencapai kondisi optimum.

d. Hubungan antara Persentase Glukosa dengan Persentase Etanol



Gambar 4. Hubungan antara Persentase Glukosa dengan Persentase Etanol

Dari gambar diatas dapat ditunjukkan bahwa persentase glukosa berbanding lurus dengan persentase etanol yang mengalami peningkatan. Berdasarkan konsentrasi HCl 0,4 M; 0,6 M; dan 0,8 M menghasilkan persentase glukosa sebesar 3,01%; 4,85 %; 5,93 % serta hasil dari persentase etanol sebesar 2,7 %; 3,1 %; dan 3,7%. Kondisi optimum yang didapatkan berada pada konsentrasi HCl 0,8 M dengan persentase glukosa 5,93 % dan etanol 3,7 %. Hal tersebut sudah sesuai teori yang mana persentase glukosa berpengaruh terhadap tingginya persentase etanol yang diperoleh, sebab jika persentase glukosa tinggi, maka dapat dipastikan bahwa persentase etanol yang terbentuk juga akan semakin tinggi, karena glukosa adalah bahan yang difermentasi menjadi etanol. Begitu pula sebaliknya, apabila glukosa yang dihasilkan rendah, maka dapat dipastikan bahwa etanol yang terbentuk juga akan rendah.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari program kerja penelitian dengan judul “Pemanfaatan Kentang dalam Pembuatan Bioetanol dengan Metode Hidrolisa Asam di Desa Sikunang” yaitu pada pelaksanaan program kerja penelitian ini memberikan dampak positif terhadap warga Desa Sikunang. Dengan adanya program ini, masyarakat lebih memahami bagaimana mengoptimalkan limbah kulit kentang untuk dijadikan produk yang menarik dan bernilai ekonomis. Selain itu, warga Desa Sikunang dapat mengurangi penumpukan sampah yang terjadi karena ketidakefektifan pengelolaan sampah di TPST Desa Sikunang.

Hasil yang didapatkan pada hubungan kadar etanol dengan waktu fermentasi yaitu menjelaskan bahwa semakin lama waktu fermentasi, maka kadar etanol yang diperoleh pun semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena semakin banyak glukosa yang tereduksi menjadi alkohol terutama etanol. Hasil hubungan antara persentase etanol dengan variasi konsentrasi HCl dapat menjelaskan bahwa semakin tinggi konsentrasi HCl, maka semakin tinggi pula persentase etanol yang dihasilkan. Hubungan antara persentase glukosa dengan variasi konsentrasi HCl dapat dijelaskan bahwa hubungan antara konsentrasi HCl berbanding lurus dengan persentase kadar glukosa yang mana semakin tinggi konsentrasi HCl, maka semakin tinggi pula persentase kadar glukosa yang diperoleh. Hubungan persentase glukosa dengan etanol sudah sesuai teori yang mana semakin tinggi persentase glukosa, maka semakin tinggi pula etanol yang diperoleh, lantaran glukosa merupakan material yang akan difermentasi membentuk etanol.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Dosen Pembimbing yang sudah membimbing dalam menjalankan keberlangsungan program ini. Serta warga Desa Sikunang dan teman-teman yang telah berpartisipasi ketika melaksanakan program Pembuatan Bioetanol Limbah Kulit Kentang.

DAFTAR PUSTAKA

- Arlianti, L. (2018). Bioetanol Sebagai Sumber Green Energy Alternatif yang Potensial Di Indonesia. *Unistek*, 5(1), 16–22. <https://doi.org/10.33592/unistek.v5i1.280>
- Azizah, N., Al-bAARI, A., & Mulyani, S. (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*, 1(2), 72–77.

- /citations?view_op=view_citation&continue=/scholar?hl=id&as_sdt=0,5&scilib=1&citim=1&citation_for_view=uuVIu5AAAAAJ:YsMSGLbcyi4C&hl=id&oi=p
- Bahri, S., Aji, A., & Yani, F. (2019). Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang Kepok dengan Cara Fermentasi menggunakan Ragi Roti. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 7(2), 85. <https://doi.org/10.29103/jtku.v7i2.1252>
- Elevri, P. a., & Putra, S. R. (2006). Produksi Etanol Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* yang Diamobilisasi dengan Agar Batang. *Akta Kimindo*, 1(2), 105–114.
- Fardiaz, S. (1992). *Mikrobiologi Pangan I*. Gramedia Pustaka Utama.
- Hägström, C., Rova, U., Brandberg, T., & Hodge, D. B. (2014). Integration of Ethanol Fermentation with Second Generation Biofuels Technologies. *Biorefineries: Integrated Biochemical Processes for Liquid Biofuels*, December 2017, 161–187. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59498-3.00008-7>
- Hasianna Purba, D. E., Suprihatin, I. E., & Laksmiwati, A. A. I. A. M. (2016). PEMBUATAN BIOETANOL DARI KUPASAN KENTANG (*Solanum tuberosum* L.) DENGAN PROSES FERMENTASI. *Jurnal Kimia*, 155–160. <https://doi.org/10.24843/jchem.2016.v10.i01.p21>
- Held, Paul Ph.D., Principal Scientist, Applications Dept., BioTek Instruments, Inc., Winooski, VT. (2010). *Monitoring Growth of Beer Brewing Strains of Saccharomyces Cerevisiae*. <https://doi.org/https://www.agilent.com/cs/library/applications/monitoring-growth-of-saccharomyces-cerevisiae-5994-3284EN-agilent.pdf>
- Kirk R.E and Othmer D.F. (1960). *Encyclopedia of Chemical Technology*. The Interscience Encyclopedia Inc.
- Kusuma, Dona Sulistia dan Dwiatmoko, A. A. (2009). Pemurnian Etanol Untuk Bahan Bakar. In *Berita Iptek Tahun ke-47 No.1*. LIPI.
- Mosier, N., Wyman, C., Dale, B., Elander, R., Lee, Y. Y., Holtzapple, M., & Ladisch, M. (2005). Features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass. *Bioresource Technology*, 96(6), 673–686. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.06.025>
- Muslihah, S. (2012). Pengaruh Penambahan Urea dan Lama Fermentasi yang Berbeda Terhadap Kadar Bioetanol dari Sampah Organik. *UIN Malang, Kolisch 1996*, 49–56.
- Osvaldo, Z. S., Putra, P. S., & Faizal, M. (2012). Pengaruh Konsentrasi Asam dan Waktu Pada Proses Hidrolisis dan Fermentasi Pembuatan Bioetanol dari Alang-Alang. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(2), 52–62.
- Prescott, S.C., and D. C. . (1959). *Industrial Microbiology*. MC Grow Hill Book Company.
- Putri, R. D. (2018). Pembuatan Bioetanol Dari Jerami Nangka Dengan Metode Fermentasi Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae*. *Jurnal Integrasi Proses*, 7(1), 32–38. <https://doi.org/10.36055/jip.v7i1.2893>
- Rama Prihandana, Kartika Noerwijan, Praptiningsih Gamawati Adinurani, Dwi Setyaningsih, Sigit Setiadi, Roy Hendroko. (2007). *Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Agromedia Pustaka.
- Riadi, L. (2013). *Teknologi Fermentasi* (Edisi 2). Graham Ilmu.
- Rosita, B. (2007). Untuk Pembuatan Bioetanol Dengan Metode Hidrolisa Asam (Hcl). *Jurnal Kesehatan Perintis*, 26–32.
- Shahirah, M. N. N., Gimbun, J., Pang, S. F., Zakria, R. M., Cheng, C. K., Chua, G. K., & Asras, M. F. F. (2015). Influence of nutrient addition on the bioethanol yield from oil palm trunk sap fermented by *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 23, 213–217. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2014.08.018>
- Sikunang, D., & Pengantar, K. (2020). *Desa sikunang*.
- Sukaryo, bakti jos, hargono. (2013). *PEMBUATAN BIOETANOL DARI PATI UMBI KIMPUL*

- (*Xanthosoma Sagittifolium*). 9(2), 41–45.
- Sun, Y., & Cheng, J. (2002). Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: A review. *Bioresource Technology*, 83(1), 1–11. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00212-7](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00212-7)
- Taherzadeh, M. J., & Karimi, K. (2007). Enzyme-based hydrolysis processes for ethanol from lignocellulosic materials: A review. In *BioResources* (Vol. 2, Issue 4).
- Tima, M. T. (2020). Penentuan Kondisi Optimum Hidrolisis Pati Oleh *Aspergillus Niger* Dalam Limbah Kulit Kentang. *Agrica*, 11(2), 136–144. <https://doi.org/10.37478/agr.v11i2.45>
- Tipteerasri, T., Hanmoungjai, W., Hanmongjai, P. (2007). *Etanol Production from Crude Whey by Kluyveromyces marxianus TISTR 5695*. Chiangmai University.
- Widyanti, E. M., & Moehadi, I. (2018). Proses Pembuatan Etanol Dari Gula Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* Amobil. *Metana*, 12(02), 31–38.