

Pemanfaatan Sampah Sayur Dari Pasar Tradisional Untuk Produksi Bioetanol

Novirina Hendrasarie^{1*}, Dimas Eka Mahendra²

^{1,2}Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

*Koresponden email: novirina@upnjatim.ac.id

Diterima: 23 Maret 2020

Disetujui: 29 Mei 2020

Abstract

Vegetables that do not sell and rotten will be thrown away. This makes the volume of waste increases every day. Vegetable waste that is no longer being sold, could reprocessed into useful products and selling value. The purpose of this research is to use vegetable waste to become bioethanol raw material, which have economic value. The selected vegetable waste was from potatoes, carrots, cabbage, cassava, chicory, and green mustard, because they have higher carbohydrate content than other vegetable waste. The bioethanol product produced will be measured by its bioethanol content and fermentation time. These two factors, affect the quality of the bioethanol produced. The microorganism used in this study was *Saccharomyces cerevisiae*. These microorganisms are in bread yeast and tape yeast, which are also examined for their effectiveness in the production of this vegetable waste bioethanol. From this study, producing bioethanol with the highest ethanol content of 15% v / v, produced in the interaction of bread yeast and 6 days' fermentation time. Meanwhile, from the production using yeast tape, obtained ethanol levels of 13% v / v. Bioethanol from vegetable waste is not only to reduce the burden of waste generation, but can be used as an alternative energy to replace fuel.

Keywords: *Bioethanol, Fermentation, Saccharomyces Cerevisiae, Vegetable Waste*

Abstrak

Sayur mayur yang tidak laku dijual di pasar akan membusuk dan dibuang begitu saja. Hal ini membuat volume sampah semakin meningkat setiap harinya. Sampah sayur yang tidak laku, dapat diolah kembali menjadi produk-produk yang bermanfaat dan bernilai jual. Tujuan dari penelitian ini, memanfaatkan sampah sayur menjadi bahan baku bioetanol, yang bernilai ekonomi. Sampah sayur yang dipilih adalah dari kentang, wortel, kubis, singkong, sawi putih, dan sawi hijau, karena memiliki kandungan karbohidrat yang lebih tinggi dari sampah sayur lainnya. Produk bioetanol yang dihasilkan, akan diukur kadar bioetanol dan lama fermentasinya. Dua faktor tersebut, berpengaruh terhadap kualitas bioetanol yang dihasilkan. Mikroorganisme yang dimanfaatkan dalam penelitian ini, adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Mikroorganisme tersebut berada didalam ragi roti maupun ragi tape, yang juga diteliti efektifitasnya untuk produksi bioetanol sampah sayur ini. Dari penelitian ini, menghasilkan bioetanol dengan kadar etanol tertinggi sebesar 15% v/v, dihasilkan pada interaksi ragi roti dan lama fermentasi 6 hari. Sedangkan, dari produksi menggunakan ragi tape, didapatkan kadar etanol sebesar 13% v/v. Bioetanol dari sampah sayuran ini tidak hanya untuk mengurangi beban timbulan sampah saja, melainkan dapat dijadikan sebagai energi alternatif pengganti BBM.

Kata kunci: *Bioetanol, Ethanol, Fermentasi, Saccharomyces erevisiae, Sampah Sayuran*

1. Pendahuluan

Sampah sayur mayur banyak dihasilkan dari pasar tradisional. Pasar tradisional dalam penelitian ini, adalah Pasar wonokromo Surabaya. Pasar Wonokromo, adalah satu dari puluhan pasar tradisional di Surabaya. Dapat dibayangkan, berapa timbulan sampah sayur yang dihasilkan setiap harinya, dari setiap pasar di Surabaya. Pada tahun 2015 Kota Surabaya mengalami peningkatan rata-rata volume timbulan sampah organik terbesar di Indonesia, yakni sebesar 9.475,21 m³ per hari [10]. Total sampah organik sebesar 87% terdapat di Pasar Wonokromo Surabaya dengan didominasi oleh sampah sayuran dan buah [6].

Sampah sayur, umumnya dimanfaatkan sebagai pakan ternak atau pupuk organik. Produk samping yang lebih menjanjikan dari sampah sayur selain sebagai pakan ternak dan kompos, adalah bioetanol. Dapat dibayangkan, berapa produksi bioetanol yang dihasilkan setiap harinya oleh sampah sayur dari

pasar tradisional di Surabaya. . Jumlah rata – rata sampah di Kota Surabaya per harinya mencapai 8700 m³. Total sampah organik sebesar 87% di Pasar Wonokromo Surabaya didominasi oleh sampah sayur dan buah, dengan besaran volume sampah sebanyak 26 m³ per hari [1,5,12].

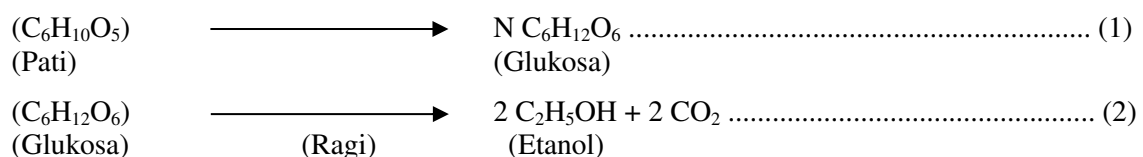
Selama ini, sampah organik umumnya selalu dijadikan bahan utama untuk pembuatan pupuk kompos. Seharusnya sampah organik tidak hanya dapat dijadikan sebagai pupuk kompos, namun sampah organik ini khususnya sampah sayuran juga dapat dimanfaatkan dan dijadikan sebagai bahan baku utama sebagai bioetanol melalui proses yang biasa dilakukan pada saat proses produksi bioetanol. Bioetanol dari sampah sayuran ini bertujuan tidak hanya untuk mengurangi beban timbunan sampah saja, melainkan dapat dijadikan sebagai energi alternatif pengganti BBM.

Proses pembuatan bioetanol saat ini sebagian besar menggunakan bahan pokok tongkol jagung, padi, dan ubi – ubian. Karena memang dalam bahan pokok yang sering digunakan dalam pembuatan bioetanol tersebut masih banyak mengandung zat karbohidrat utuh untuk diproses dalam produksi pembuatan bioetanol. Namun beberapa penelitian membuktikan bahwa sampah sayuran dapat dimanfaatkan kembali sebagai bahan untuk pembuatan bioetanol dengan bermacam – macam starter fermentor, jenis sayuran, dan lama proses fermentasi. Peneliti lain menggunakan sampah sayuran dan buah sebagai bahan utama bioetanol dengan inokulum bakteri *Zymomonas Mobilis* [13]. Penelitian pemanfaatan sampah organik dan buah sebagai bahan baku utama Bioetanol telah dilakukan *Zyomonas mobilis* untuk proses fermentasi bioetanol dan menghasilkan kadar etanol optimum sebesar 9,5% (v/v) pada konsentrasi inokulum 10% dengan lama fermentasi 6 hari [2,6]

Untuk memproduksi bioethanol, diperlukan tiga tahapan, yang meliputi, tahap *pretreatment*, fermentasi dan destilasi. Tahap *pretreatment* adalah yakni tahap perlakuan awal untuk menghilangkan kandungan lignin dalam lignoselulosa dan menghidrolisis selulosa dan hemiselulosa itu sendiri menjadi gula sederhana yang selanjutnya dikonversi menjadi etanol. Proses *pretreatment* yang dilakukan bisa dengan tiga cara antara lain secara fisik dengan panas dan tekanan tinggi, secara kimia dengan menggunakan asam encer, dan secara biologi dengan menggunakan agen biologis. Tahap fermentasi, pada tahapan ini untuk mengkonversi glukosa (gula) menjadi etanol dan CO₂. Pada tahap ini, sampah sayur telah menjadi gula sederhana (glukosa dan sebagian fruktosa) dimana proses selanjutnya menambahkan air yang dicampur dengan ragi agar dapat bekerja di suhu optimum pada proses fermentasi.

Faktor yang berpengaruh dalam tahap fermentasi ini, adalah pH, suhu dan oksigen. Tahap destilasi adalah suatu metode pemisahan larutan berdasarkan perbedaan titik didih. Destilasi dilakukan untuk memisahkan etanol dari hasil fermentasi yang komposisinya sebagian besar adalah air dan etanol. Metode ini termasuk unit operasi kimia jenis perpindahan massa. Titik didih etanol murni yakni pada suhu 78°C sedangkan air adalah 100°C dalam kondisi standar. Dengan memanaskan larutan pada suhu rentang 78°–100°C akan mengakibatkan sebagian besar etanol menguap, dan melalui unit kondensasi akan bisa dihasilkan etanol dengan konsentrasi 95% volume.

Reaksi perubahan biokimiawi yang terjadi pada proses produksi bioetanol secara sederhana ditunjukkan pada reaksi [16]:



Untuk penelitian kali ini, peneliti akan menggunakan 2 macam ragi sebagai fermentor dengan bahan sampah organik berupa beberapa sampah sayuran selama 3, 6, dan 9 hari. Setelah itu akan dilakukan analisis data untuk mengetahui interaksi inokulum ragi dan lama waktu fermentasi terhadap kadar etanol yang dihasilkan dari hasil pengamatan yang akan dilakukan. Diharapkan dengan penelitian ini, peneliti mengetahui efektivitas jenis ragi, kadar ragi, dan kadar bioetanol yang dihasilkan.

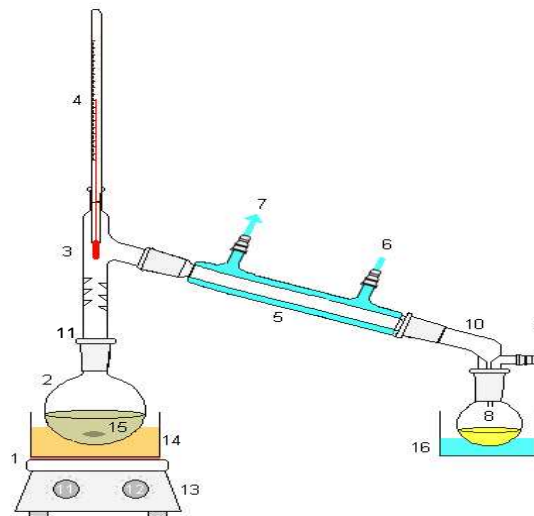
2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium, dengan berat sampah sayuran masing-masing seberat 100 gr dan ditambahkan 2 jenis inokulum ragi (tape dan roti) sebesar 10% b/v pada tiap sampel sampah sayuran yang akan diteliti. Adapun variabel yang digunakan pada penelitian ini yaitu sampah sayur kentang, wortel, kubis, singkong, sawi putih, dan sawi hijau, masing-masing sebanyak 600 gram.

Lama proses fermentasi yang dipilih 3, 6, 9 hari, dipilih dua jenis ragi yakni ragi tape dan ragi roti. Interaksi ragi tape didapatkan 0.6%, sedangkan ragi roti 0.4%, suhu fermentasi 27°C. dan pH 5 – 5,5.

Tahapan proses penelitian

- Tahap *pretreatment* (persiapan bahan sampah sayuran)
Sampah sayuran dihaluskan sampai menjadi bubur sampah.
- Tahap fermentasi
Bubur sampah yang telah melalui proses perlakuan awal, kemudian difermentasi dengan penambahan 2 inokulum dan lama inkubasi. Diatur suhu pada kisaran 27°C dalam kondisi anaerobik (tidak membutuhkan oksigen) dengan pH sekitar 5 – 5,5. Fermentasi dilakukan selama 3, 6, 9 hari.
- Tahap Destilasi
Hasil fermentasi dipanaskan pada suhu 78°C atau setara titik didih etanol. Pada suhu tersebut, kandungan etanol akan lebih dulu menguap lalu cairan uap akan mengalir melalui pipa yang terendam air dan uap yang menguap keluar kembali menjadi etanol cair. Desain alat destilasi, rangkaian alat penelitian dijelaskan dalam bentuk potongan (**Gambar 1**).



Gambar 1. Rangkaian alat destilasi

Keterangan :

- | | |
|----------------------|--------------------|
| 1. Pemanas | 9. Vakum gas |
| 2. Labu destilasi | 10. Still receiver |
| 3. Still head | 11. Pengatur suhu |
| 4. Termometer | 12. Pengaduk |
| 5. Kondensor | 13. Heater |
| 6. Air dingin masuk | 14. Heating bath |
| 7. Air dingin keluar | 15. Bahan destilat |
| 8. Erlenmeyer | 16. Cooling bath |

Analisis Kadar Bioetanol

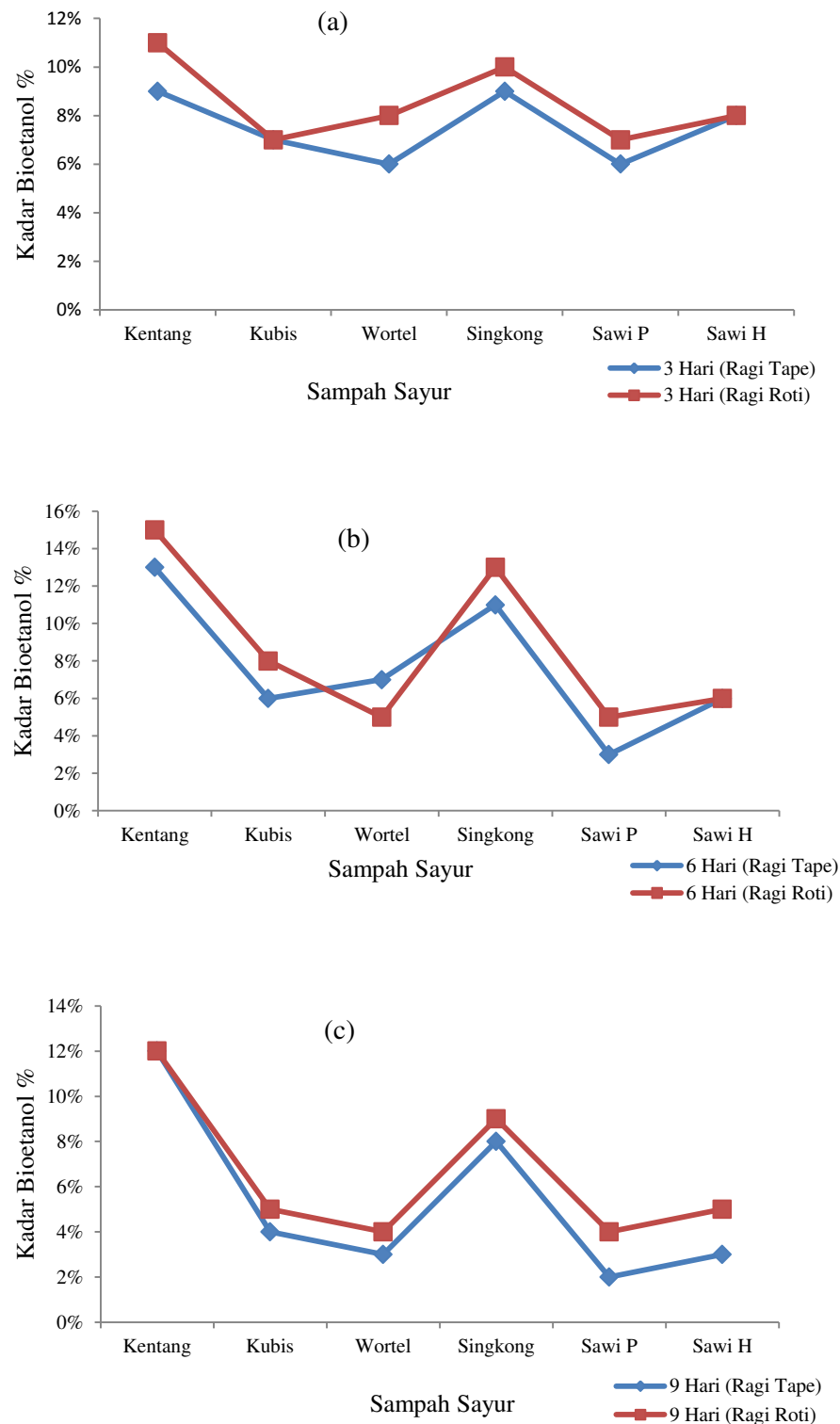
Kadar etanol sampah sayuran dari hasil destilasi kemudian diukur menggunakan piknometer. Selanjutnya dilakukan pengeringan menggunakan oven pada temperatur 100°C selama 10 menit, kemudian diangin-angin di suhu ruangan. Setelah itu, piknometer ditimbang dengan neraca analitik dan beratnya dicatat. Selanjutnya hasil destilasi dimasukkan dalam piknometer, ditimbang dan beratnya dicatat. Prosedur yang sama dilakukan pada aquades sebagai pembanding [11,15]. Perhitungan sampel ini kemudian dikonversikan dengan menggunakan tabel nilai berat jenis alcohol.

3. Hasil dan Pembahasan

Efektivitas Jenis Ragi Dalam Pembuatan Bioetanol

Hasil penelitian diperoleh data kadar bioetanol yang menggunakan inokulum ragi tape dan ragi roti terhadap lama fermentasi pada sampah sayuran. Adanya perbedaan jenis ragi tersebut dapat diketahui tingkat efektivitas ragi dalam pembuatan bioetanol. Dalam penggunaan dua jenis ragi dan lama

fermentasi 3, 6, hari didapatkan hasil perbandingan efektivitas jenis ragi pada sampah sayur seperti terlihat dalam **Gambar 2** (hubungan sampah sayur dengan kadar bioethanol).



Gambar 2. Hubungan antara sampah sayur terhadap persentase kadar bioethanol dengan lama fermentasi: (a) 3 hari, (b) 6 hari dan (c) 9 hari

Sumber: Data primer, 2019

Berdasarkan **Gambar 2**, didapatkan bahwa pada sampah sayur kentang dengan fermentor ragi tape, pada 9 hari fermentasi, menghasilkan kadar bioetanol yang terbesar, berturut-turut diikuti oleh sampah singkong, kubis, sawi hijau, sawi putih dan wortel. Untuk fermentor ragi roti, didapatkan fenomena yang sedikit berbeda, kadar tertinggi tetap pada sampah sayur kentang, berturut-turut diikuti sampah singkong, kubis, wortel, sawi hijau dan sawi putih. Hal ini terjadi proses biokimia, dari mikroba *Saccharomyces cerevisiae* yang terdapat pada fermentor tape dan roti. Perbedaan kadar *Saccharomyces cerevisiae* pada masing-masing fermentor, menghasilkan kadar etanol yang berbeda.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan karbohidrat dalam sampah sayuran maka semakin tinggi kadar bioetanol yang dihasilkan [4,9,14]. Walaupun kadar etanol yang dihasilkan dari sampah sayuran kubis dan wortel memiliki kadar karbohidrat tinggi hasilnya lebih kecil daripada sampah sayuran singkong. Penulis mengasumsikan hasil tersebut akibat dari penguapan etanol yang tidak bisa dikendalikan pada saat fermentasi, sehingga etanol yang menguap ikut keluar bersama karbondioksida. Oleh karena itu, kadar etanol bisa berkurang saat proses fermentasi berlangsung karena adanya penguapan.

Besar konsentrasi kadar kedua jenis ragi dan kadar karbohidrat di dalam media fermentasi sangat efektif terhadap etanol yang dihasilkan. Konsentrasi yang tinggi menunjukkan jumlah *Saccharomyces cerevisiae* yang diberikan untuk mengubah gula menjadi etanol semakin banyak sehingga semakin tinggi pula kadar bioetanol yang dihasilkan.

Kadar Bioetanol, Jenis Sampah Sayur dan Lama Fermentasi

Dari **Gambar 2** menunjukkan kadar bioetanol beragam, tergantung dari fermentor dan jenis sampah sayurnya. Adapun data pengaruh interaksi fermentor dan lama waktu fermentasi terhadap kadar bioetanol sampah sayuran, dijelaskan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Pengaruh jenis sampah sayur, jenis dan lama fermentasi terhadap kadar bioetanol						
Lama Fermentasi	Kadar Bioetanol					
	Kentang	Kubis	Wortel	Singkong	Sawi Putih	Sawi Hijau
Ragi Tape						
3 Hari	9%	7%	6%	9%	6%	8%
6 Hari	13%	6%	7%	11%	3%	6%
9 Hari	12%	4%	3%	8%	2%	3%
Ragi Roti						
3 Hari	11%	7%	8%	10%	7%	8%
6 Hari	15%	8%	5%	13%	5%	6%
9 Hari	12%	5%	4%	9%	4%	5%

Sumber: Data primer, 2019

Tabel 1 menunjukkan hasil kadar bioetanol tertinggi dengan menggunakan fermentor ragi tape sebanyak 10% b/v dan lama fermentasi 6 hari sebesar 13% v/v pada jenis sampah sayur kentang. Sedangkan kadar bioetanol terendah terdapat pada jenis sampah sayur sawi putih dengan lama fermentasi 9 hari sebesar 2% v/v.

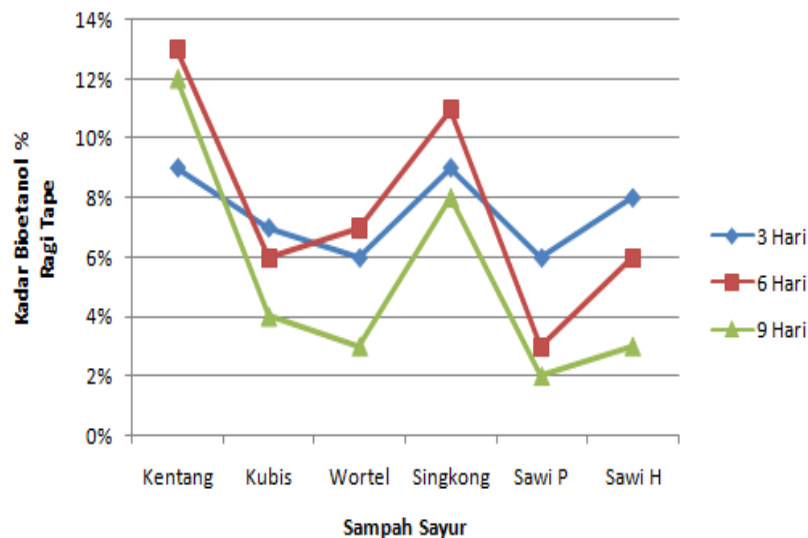
Tabel 1 juga menunjukkan hasil kadar bioetanol tertinggi dengan menggunakan inokulum ragi roti sebanyak 10% b/v dan lama fermentasi 6 hari sebesar 15% v/v pada jenis sampah sayur kentang. Sedangkan kadar bioetanol terendah terdapat pada jenis sampah sayur sawi putih dengan lama fermentasi 9 hari sebesar 4% v/v.

Perbedaan kadar bioetanol ini sangat berkaitan erat dengan cepat dan lambatnya pertumbuhan mikroba dalam ragi yang diinginkan untuk memfermentasi bahan, sedangkan pertumbuhan dari mikroba dalam ragi atau khamir itu sendiri juga dipengaruhi oleh media dan kondisi medium, pemilihan kadar ragi, nutrisi, keasaman, oksigen, suhu dan hasil etanol juga dapat dipengaruhi oleh banyaknya kandungan karbohidrat dalam bahan yang akan diteliti.

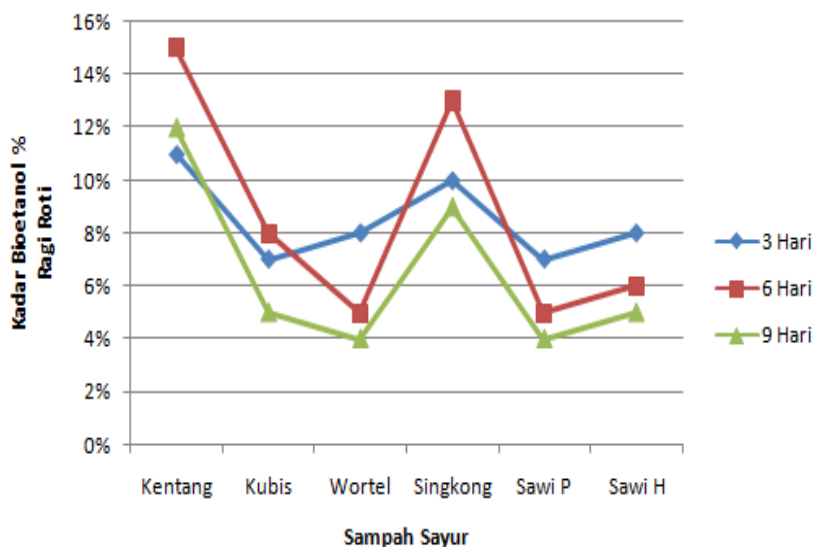
Kadar bioetanol dari ragi tape dan ragi roti dengan lama fermentasi menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi ragi yang diberikan, maka semakin tinggi kadar bioetanol pada sampah sayuran serta proses fermentasi akan lebih cepat untuk menghasilkan kadar bioetanol tertinggi. Hal ini dapat ditunjukkan pada perlakuan lama fermentasi 3 hari dengan kadar bioetanol tertinggi mencapai 11% v/v dengan jenis sampah sayur kentang menggunakan inokulum ragi roti. Dan lama fermentasi 3 hari yang menggunakan inokulum ragi tape dapat menghasilkan kadar bioetanol sebesar 9% v/v dengan jenis sampah sayur kentang dan singkong. Konsentrasi ragi dan lama fermentasi merupakan faktor yang

mempengaruhi fermentasi untuk bioetanol. Hal ini dijelaskan dalam **Gambar 2**, pengaruh komposisi sampah sayur terhadap produksi bioethanol. Hal ini dikarenakan jika konsentrasi yang diberikan terlalu sedikit akan menurunkan kecepatan fermentasi atau proses fermentasi berjalan perlahan karena sedikitnya massa yang akan menguraikan glukosa menjadi etanol [7,8].

Pada **Gambar 2a**, menunjukkan grafik naik kemudian turun pada jenis sampah sayur kentang, wortel, dan singkong. Pada ketiga jenis sampah sayuran tersebut, memiliki kondisi puncak yang sama – sama terjadi dalam proses lama fermentasi di hari 6 dengan menggunakan inokulum ragi tape. Masing – masing kadar bioetanol yang terdapat pada 3 sampah sayur tersebut sebesar 13% v/v untuk sampah sayur kentang, 7% v/v untuk sampah sayur wortel, dan 11% v/v untuk sampah sayur singkong. Hasil penelitian menggunakan ragi tape, didapatkan kadar bioetanol terbesar dengan lama fermentasi 6 hari pada sampah sayur kentang.



(a)



(b)

Gambar 2. Hubungan antara sampah sayur terhadap lama fermentasi dan jenis fermentor:

(a) Ragi tape, (b) Ragi roti

Sumber: Data primer, 2019

Dari **Gambar 2**, menunjukkan terdapat fluktuasi kadar bioetanol pada semua jenis sampah sayur kentang, kubis, dan singkong. Pada ketiga jenis sampah sayuran tersebut, memiliki kondisi puncak yang sama terjadi dalam proses fermentasi di hari 6 dengan menggunakan inokulum ragi roti. Masing – masing kadar bioetanol yang terdapat pada 3 sampah sayur tersebut sebesar 15% v/v untuk sampah sayur

kentang, 8% v/v untuk sampah sayur kubis, dan 13% v/v untuk sampah sayur singkong. Dalam hasil penelitian menggunakan ragi tape, didapatkan hasil kadar bioetanol terbesar dengan lama fermentasi 6 hari pada sampah sayur kentang.

Pada **Gambar 2a** dan **b**, lamanya fermentasi berpengaruh terhadap kadar bioethanol yang dihasilkan. Semakin lama waktu fermentasi, didapatkan penurunan kadar etanol. Dapat dilihat pada grafik, lama fermentasi terbaik adalah 6 hari. Jika waktu fermentasi melebihi 6 hari, didapatkan kadar bioetanol menurun. Pada fermentor ragi tape dan ragi roti, dalam penelitian ini menghasilkan kadar bioethanol tertinggi, pada lama fermentasi yang sama yaitu 6 hari. Penurunan kadar etanol pada sampah sayuran terjadi karena mikroorganisme dalam suatu media telah mencapai fase kematian. Semakin lama waktu fermentasi, maka nutrisi dalam medium semakin berkurang dengan adanya jumlah sel mikroorganisme yang semakin bertambah dapat mengakibatkan kompetisi dan akhirnya akan memasuki fase kematian [6]. Kadar bioetanol terendah pada lama fermentasi 9 hari karena aktivitas khamir dan kapang telah banyak yang mati. Selain itu, jika terlalu lama memfermentasi maka etanol yang sudah dihasilkan akan diubah oleh mikroorganisme menjadi asam asetat.

Alternatif Sampah Sayuran Dalam Pembuatan Bioetanol

Dalam penelitian ini penulis melakukan survey terhadap petugas kebersihan di Pasar Wonokromo. Hasil survey menunjukkan sampah organik di Pasar Wonokromo dapat mencapai volume sebesar 500 kg meliputi sampah sayuran dan buah-buahan. Survey terhadap pedagang sayur di Pasar Wonokromo juga dilakukan untuk mengetahui berapa banyak volume timbulan sampah sayuran kentang, kubis, wortel, singkong, sawi putih, dan sawi hijau dalam sehari. Hasilnya, volume rata-rata sampah sayur di Pasar Wonokromo, yaitu: sampah kentang 2,5 kg/hari, kubis 3 kg/hari, wortel 2 kg/hari, singkong 5 kg/hari, sawi putih 1 kg/hari dan sawi hijau 1.5 kg/hari. Hal ini menunjukkan bahwa timbulan sampah yang dihasilkan dari aktivitas kegiatan perdagangan di Pasar Wonokromo masih relatif tinggi.

Pengambilan sampel sampah sayur pada penelitian ini, masing-masing sebanyak 600 gr untuk dimanfaatkan menjadi bioetanol dengan menggunakan 2 jenis ragi. Sampah sayuran yang telah diolah dalam penelitian ini, menghasilkan volume bioetanol sebanyak 15-20 mL. Dengan banyaknya 100 gr dari masing-masing sampah sayur, didapat volume bioetanol sebesar 15-20 mL. Jadi dari hasil penelitian ini, sampah sayuran dapat dijadikan alternatif untuk pembuatan bioetanol. Etanol merupakan senyawa yang sering digunakan dalam industri kimia antara lain sebagai pelarut (40%), untuk membuat asetaldehid (36%), untuk eter, glikol eter, etil asetat dan kloral (9%) [2]. Dengan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan persentase kadar bioetanol tertinggi sebesar 15% v/v dimana dengan kadar bioetanol tersebut, senyawa etanol dapat direkomendasikan sebagai bahan pelarut.

4. Kesimpulan

Sampah sayuran dapat dijadikan alternatif untuk pembuatan bioetanol dengan banyak 100 gr dari masing-masing sampah sayuran dan volume yang didapat setelah proses destilasi dengan suhu 78°C selama 1 jam sebesar 15-20 ml. Dua jenis ragi menunjukkan efektivitas bahwa semakin tinggi konsentrasi ragi yang diberikan dan kandungan karbohidrat dalam sampah sayuran maka semakin tinggi kadar bioetanol yang dihasilkan. Dengan konsentrasi ragi masing-masing sebesar 10% b/v semakin mempercepat pertumbuhan mikroorganisme. Dalam 3 hari lama fermentasi, kadar bioetanol tertinggi mencapai 11% v/v pada penggunaan ragi roti. Hasil penelitian fermentasi menggunakan ragi tape dan ragi roti dengan lama fermentasi 3, 6, 9 hari pada sampah sayuran dihasilkan hasil kadar bioetanol tertinggi 13% v/v dihasilkan oleh sampah kentang menggunakan ragi tape 10% b/v selama 6 hari. Kadar bioetanol tertinggi 15% v/v dihasilkan oleh sampah kentang menggunakan ragi roti 10% b/v selama 6 hari.

5. Referensi

- [1] Anggraini, D., Pertiwi, M. B., & Bahrin, D. *Pengaruh Jenis Sampah, Komposisi Masukan dan Waktu Tinggal Terhadap Komposisi Biogas dari Sampah Organik*, Jurnal Teknik Kimia, 18(1), 2012
- [2] Anshory. *Etanol Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Jakarta: Erlangga, 2004
- [3] Hasanah, H., Jannah, A., dan Fasya, A.G., *Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol Tape Singkong (Manihot utilissima Pohl)*. Alchemy, 2013
- [4] Hasanah, N., Zaenab, S., & Rofieq, A., *Perbedaan Kadar Bioetanol Hasil Fermentasi Berbagai Dosis Ragi Tape dari Limbah Sayuran dan Buah*. Paper presented at the Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi Peran Biologi dan Pendidikan Biologi dalam Menyiapkan Generasi Unggul dan Berdaya Saing Global, 2015
- [5] Hendrasarie, N., *Kajian Sistem Pengelolaan Sampah Pasar Keputran Surabaya*, Jurnal Teknik, Vol XII No.3, pp. 189-199, 2005

- [6] Kusumaningati, M. A., Nurhatika, S., & Muhibuddin, A. *Pengaruh Konsentrasi Inokulum Bakteri Zymomonas mobilis dan Lama Fermentasi Pada Produksi Etanol dari Sampah Sayur dan Buah Pasar Wonokromo Surabaya*. Jurnal Sains dan Seni ITS, 2(2), E218-E223., 2013
- [7] Moeksin, R., & Francisca, S. *Pembuatan etanol Dari Bengkuang Dengan Variasi Berat Ragi, Waktu, Dan Jenis Ragi*. Jurnal Teknik Kimia, 17(2), 2010
- [8] Oyeleke, S., & Jibrin, N. *Production of bioethanol from guinea cornhusk and millet husk*. African Journal of Microbiology Research, 3(4), 147-152, 2009
- [9] Pelczar, M. J., Chan, E., & Hadioetomo, R. S. *Dasar-dasar mikrobiologi*: Universitas Indonesia, 1988
- [10] Susmiati, Y. *Prospek Produksi Bioetanol dari Limbah Pertanian dan Sampah Organik*. Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri, 7(2), 67-80, 2018
- [11] Turnip, A., & Dahlan, M. H. *Pengaruh massa ragi, jenis ragi dan waktu fermentasi pada bioetanol dari biji durian*. Jurnal Teknik Kimia, 18(2), 2012
- [12] Winanti, T. *Studi Kemungkinan Pengolahan Sampah Organik Menjadi Kompos di Darmo Trade Center (DTC) Pasar Wonokromo Surabaya*. Teknologi Kejuruan: Jurnal Teknologi, Kejuruan, dan Pengajarannya, 29(1), 2012
- [13] Hendrasarie, N., dan Reza, *Biodegradasi Lignin Dalam Pencucian Lmbah Kayu*, Prosiding Dalam Seminar Nasional Teknik Kimia Soebardjo Brotoharjono, Teknik Kimia UPN"Veteran" Jawa Timur, 2012
- [14] Wirahadikusumah, M., *Biokimia: Metabolisme Energi, Karbohidrat dan Lipid*. Penerbit ITB, Bandung, 1985
- [15] Srinatrio, Y., *Produksi bioetanol menggunakan ketela pohon dan ubi jalar melalui destilasi refulk*, Jurnal Mesin Nusantara, Vol. 1 No. 2, 2019
- [16] Nurdyastuti, I. *Teknologi proses produksi bio-ethanol, prospek pengembangan biofuel sebagai substitusi bahan bakar minyak*. Balai Besar Teknologi Pati-BPPT. Jakarta, 2008.