

Perbandingan Metode Produksi Bioetanol dari Kulit Kopi

Rifa Septiani, Diar Herawati Effendi, Amir Musadad Miftah

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

email: septianirifa420@yahoo.com, diarmunawar@gmail.com, amir.musadad.miftah@gmail.com

ABSTRACT: The processing of coffee will produce as much 65% coffee beans and coffee skin as much as 35%. Utilization of coffee husk has not optimal, some of them are only used as fertilizer and animal feed, so they have not yet produced high economic value. Coffee skin is one alternative source of raw materials in the manufacture of bioethanol because it has a cellulose content of 63%. Bioethanol is a liquid produced from plants or plantation waste which contains starch, glucose or cellulose with the manufacturing process including the stages of pretreatment, hydrolysis that produces glucose and then fermented using help of microorganisms to produce bioethanol and distillation. The purpose of this study is to determine the optimal fermentation time to produce high levels of bioethanol using microorganisms *Saccharomyces cerevisiae* and *Zymomonas mobilis*. This research method is literature review by searching for sources in the form of secondary data by accessing national and international journal sites. The results of the comparison of coffee husk bioethanol using *Saccharomyces cerevisiae* and *Zymomonas mobilis*, the highest levels of bioethanol produced is 65% and shorter fermentation time is generally for 2 days with the help of *Saccharomyces cerevisiae*, whereas in *Zymomonas mobilis* the highest fermentation time is generally needed, namely during the period of 2 days, generally for 2 days with the help of *Saccharomyces cerevisiae*, whereas in *Zymomonas mobilis* the time of fermentation needed is longer, there is for 7 days.

Keywords: Pulp coffee waste, Bioethanol, *Saccharomyces cerevisiae*, *Zymomonas mobilis*.

ABSTRAK: Pengolahan kopi akan menghasilkan biji kopi sebanyak 65% dan kulit kopi sebanyak 35%. Pemanfaatan kulit kopi belum dilakukan secara optimal, sebagian baru digunakan sebagai pupuk dan pakan ternak sehingga belum menghasilkan nilai ekonomis yang tinggi. Kulit kopi merupakan salah satu sumber bahan baku alternatif dalam pembuatan bioetanol karena memiliki kandungan selulosa sebesar 63%. 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 dilakukan destilasi. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui waktu fermentasi optimal untuk menghasilkan bioetanol dengan kadar yang tinggi menggunakan mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* dan *Zymomonas mobilis*. Metode penelitian yang dilakukan adalah penelusuran pustaka dengan mencari sumber dalam bentuk data sekunder dengan mengakses situs jurnal nasional dan internasional. Hasil perbandingan bioetanol kulit kopi menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dan *Zymomonas mobilis*, yaitu kadar bioetanol yang paling tinggi dihasilkan sebesar 65% dan waktu fermentasi yang lebih singkat umumnya selama 2 hari dengan bantuan *Saccharomyces cerevisiae*, sedangkan pada *Zymomonas mobilis* waktu fermentasi yang dibutuhkan umumnya lebih lama yaitu selama 7 hari.

Kata Kunci: Limbah kulit kopi, Bioetanol, *Saccharomyces cerevisiae*, *Zymomonas mobilis*.

1. PENDAHULUAN

Tanaman kopi merupakan salah satu komoditi andalan Indonesia yang berkembang dengan pesat. Selain menghasilkan produksi kopi yang berkualitas, kopi juga menghasilkan limbah kulit kopi (Harsono, dkk., 2014). Ketersediaan limbah kulit kopi cukup besar dimana pada pengolahan

kopi akan menghasilkan biji kopi sebanyak 65% dan limbah kulit kopi sebanyak 35%. Menurut Badan Pusat Statistik Kopi Indonesia (2017) produksi kopi mengalami peningkatan hingga mencapai 636,7 ribu ton atau meningkat 0,74% dibandingkan pada tahun 2016. Produksi bioetanol di beberapa Negara telah menggunakan bahan baku

yang berasal dari bahan pertanian dan perkebunan untuk upaya sumber energi alternatif dari bahan alam yang mengandung selulosa untuk pembuatan bioetanol, salah satu contohnya adalah kulit kopi. Menurut penelitian yang telah dilakukan Harsono, dkk (2014) pengolahan limbah kopi menjadi bioetanol, diperoleh konsentrasi sebesar 60,43%.

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

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka rumusan masalah dalam penulisan pustaka ini apakah limbah kulit kopi dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan bioetanol dan berapa lama waktu optimal yang dibutuhkan untuk menghasilkan bioetanol dengan kadar yang tinggi menggunakan mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* dan *Zymomonas mobilis*. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui potensi limbah kulit kopi untuk digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan bioetanol dan mengetahui waktu optimal untuk menghasilkan bioetanol dengan kadar yang tinggi menggunakan mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* dan *Zymomonas mobilis*.

2. LANDASAN TEORI

Limbah kulit kopi yang dihasilkan dari proses pemisahan kulit (*pulping*) dalam bentuk biomassa jumlahnya sangat melimpah, namun belum digunakan secara optimal, hanya dimanfaatkan beberapa persen untuk pupuk kompos dan makanan ternak (Raudah dan Ernawati, 2012).

Salah satu bahan baku alternatif yang dapat digunakan dalam pembuatan bioetanol adalah selulosa. Selulosa pada tanaman dapat berfungsi sebagai penguat pada batang tumbuhan, lignin dapat melindungi selulosa dari aksi kimiawi maupun biologis, sedangkan pengikat selulosa dengan lignin adalah hemiselulosa (Lini dan Oktavia, 2015).

Bioetanol merupakan istilah etanol yang diproduksi dengan bantuan mikroorganisme hayati. Bioetanol didefinisikan sebagai etanol yang dibuat dari bahan baku nabati. Keuntungan

dari bioetanol adalah bersifat terbarukan, artinya dapat dihasilkan dari sumber atau bahan baku yang dapat dibudidayakan, misalnya ubi, jagung, gandum dan shorgum Bioetanol dapat diproduksi dari berbagai macam bahan baku nabati yang mengandung pati, sukrosa atau selulosa. Bioetanol umumnya diperoleh dari hasil fermentasi khamir, *Saccharomyces cerevisiae* dimana khamir ini melakukan metabolisme pada gula dengan kondisi aerobik dan akan menghasilkan etanol dan CO₂ (Suherman, 2017).

Terdapat beberapa tahapan dalam proses pembuatan bioetanol yaitu *Pretreatment*, hidrolisis, fermentasi dan destilasi. *Pretreatment* adalah proses pemecahan ikatan lignin yang menutupi selulosa dan hemiselulosa. *Pretreatment* bertujuan agar struktur lignin selulosa yang mengandung lignin, selulosa, dan hemiselulosa dapat pecah sehingga enzim yang akan digunakan dapat mendelegifikasi selulosa dengan lebih mudah, dan membuat interaksi antara selulosa dan enzim dapat berjalan. Terdapat beberapa macam *pretreatment* yaitu secara fisika, kimia dan biologi. (Febriana, 2020).

Secara umum dikenal berbagi jenis metode hidrolisis yang dibedakan menjadi hidrolisis asam dan enzimatik. Hidrolisis asam adalah reaksi pemecahan molekul polisakarida dengan air yang dikatalisis oleh asam. Jenis asam yang sering digunakan untuk proses ini adalah asam klorida dan asam sulfat (Putra, 2019). Hidrolisis secara enzimatik dilakukan menggunakan aktifitas mikroba. Bahan yang mengandung gula sederhana dapat langsung dilakukan fermentasi, namun bahan yang mengandung karbohidrat harus diubah terlebih dahulu dilakukan hidrolisis (Nisa, 2014).

Fermentasi merupakan tahapan setelah proses hidrolisis. Menurut Penelitian Khurniawati, dkk (2019) suatu proses oksidasi anaerobik dari karbohidrat yang menghasilkan alkohol dan karbondioksida disebut dengan fermentasi. Fermentasi etanol merupakan proses biologi untuk mengubah bahan organik menjadi komponen sederhana dengan bantuan mikroorganisme. Selama proses fermentasi, enzim diproduksi oleh mikroorganisme untuk menghidrolisis substrat menjadi komponen sederhana (gula) kemudian mengubahnya menjadi etanol. Fermentasi merupakan tahapan yang paling kritis dalam produksi bioetanol (Muslihah, 2012).

Proses setelah fermentasi adalah destilasi.

Destilasi merupakan metode pemurnian atau pemisahan yang didasarkan pada perbedaan titik didih yang biasanya ditujukan untuk memisahkan pelarut dari komponen terlarutnya. Proses destilasi ini dilakukan dengan tujuan untuk memisahkan etanol dari campuran etanol-air. Titik didih etanol yaitu 78°C dan titik didih air yaitu 100°C sehingga dengan adanya pemanasan pada suhu 78°C yang dilakukan dengan metode destilasi maka etanol dapat terpisahkan dari campuran etanol-air (Nisa, 2014).

Mikroorganisme yang dapat digunakan dalam pembuatan bioetanol umumnya adalah *Saccharomyces cerevisiae* dan *Zymomonas mobilis*. *Saccharomyces cerevisiae* merupakan khamir sejati yang tergolong dalam eukariot, dimana morfologinya membentuk blastospora terbentuk bulat, lonjong, silindris, oval atau bulat akibat dipengaruhi

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam langkah menyusun studi pustaka ini, metode yang digunakan adalah penelusuran pustaka dengan mencari sumber atau literatur dalam bentuk data sekunder. Proses pencarian jurnal dilakukan dengan mengakses Google Scholar dan situs jurnal nasional dan internasional dalam 10 tahun terakhir (2010-2020) yang telah terakreditasi SINTA dan SCOPUS. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian jurnal ini yaitu “Bioetanol”, “Bioetanol dari kulit kopi”, “*Production bioethanol from pulp coffe*” dan “*Bioethanol from pulp coffee*”.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Limbah Kulit Kopi

Limbah atau sampah merupakan sebagian dari sesuatu yang sudah tidak terpakai, sesuatu yang harus dibuang, tidak disenangi, yang umumnya berasal dari kegiatan manusia, industri, yang biasanya bersifat padat, bukan biologis. Peningkatan aktivitas manusia berarti meningkatkan jumlah limbah. Faktor yang dapat meningkatkan jumlah limbah adalah jumlah penduduk, kebiasaan penduduk, teknologi serta tingkat sosial ekonomi. Limbah organik memiliki kandungan gula, pati dan hemiselulosa seperti misalnya limbah buah yang mengandung gula dan produktivitasnya yang melimpah (Suherman, 2017). Kulit kopi adalah tanaman kopi yang telah diambil buahnya, sehingga yang tersisa adalah kulit buah kopi tersebut. Kulit buah kopi oleh sebagian

petani digunakan sebagai alternatif pakan ternak dimusim kemarau ketika kesulitan mendapatkan pakan ternak seperti rumput hijau, namun penggunaan kulit buah kopi secara langsung sebagai pakan ternak pun memiliki kelemahan yaitu adanya kandungan tanin dalam kulit kopi yang dapat mengganggu pencernaan hewan ternak jika diberikan dalam kondisi segar dan jumlah yang banyak (Sya'roni, 2018).

Selulosa

Biomassa berselulosa terbentuk dari tiga komponen utama yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin. Kandungan selulosa pada kulit kopi mencapai 34,2% berat kering, kandungan hemiselulosa sebanyak 24,5% dan kandungan lignin mencapai 23,4%. Komposisi kimia dari suatu limbah pertanian bergantung pada beberapa faktor seperti spesies tanaman, umur tanaman, tempat tumbuh, kondisi lingkungan dan proses pemrosesan (Murni, dkk., 2015).

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 dan 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 prosesnya dilakukan dengan 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 stuktur 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 amylase untuk substrat pati (Habibah, 2015).

Fermentasi

Jalur metabolisme pada proses fermentasi antar mikroorganisme akan berbeda-beda. Fermentasi pada *Saccharomyces cerevisiae* yaitu dengan jalur Emben-Meyerhoff Parnas (EMP) sedangkan *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). Nutrisi yang tepat digunakan untuk mikroorganisme adalah nitrogen, yang dapat diperoleh dari penambahan ammonia, garam ammonium, pepton, asam amino dan urea (Edahwati, et al., 2015).

Waktu fermentasi juga berpengaruh dimana semakin lama waktu fermentasi maka semakin tinggi kadar bioetanol yang dihasilkan, namun apabila kadar bioetanol terlalu tinggi maka akan berpengaruh buruk pada pertumbuhan mikroorganisme (Nisa, 2014). 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).

Hubungan antara jumlah mikroorganisme dengan kadar etanol adalah berbanding lurus, dimana semakin banyak jumlah mikroorganisme yang digunakan maka kadar etanol yang dihasilkan akan semakin tinggi, karena lama

fermentasi dipengaruhi oleh konsentrasi gula, kultur yang digunakan dan suhu fermentasi (Siswati, dkk., 2011).

Faktor penting yang harus diperhatikan dalam proses fermentasi salah satunya adalah suhu. Suhu pada proses fermentasi umumnya berdasarkan jenis mikroorganisme yang digunakan agar pertumbuhan dari mikroorganisme tersebut dapat berjalan dengan cepat dan optimal karena sesuai dengan tempat hidup atau lingkungannya. Adapun suhu optimal pada fermentasi biasanya pada rentang 28-32°C (Susmiati, 2018).

Pengaturan nilai pH hampir sama dengan suhu dimana pH yang digunakan umumnya berdasarkan jenis mikroorganisme yang digunakan, karena pH akan mempengaruhi proses pertumbuhan dari mikroorganisme tersebut, apabila nilai pH sudah sesuai dengan pH optimum atau tempat hidupnya maka pertumbuhannya akan semakin optimal (Susmiati, 2018).

Data Produksi Bioetanol menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*

Tabel 1. Data bioetanol menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*

Waktu Fermentasi	Suhu	pH	Jumlah Inokulum	Kadar Bioetanol(%)	Referensi
9 hari	30°C	4	3 gram	64	Orrego, et al (2018)
2 hari	30°C	4	1.5 gram	62	Bendah dan Ekowati (2015)
2 hari	30°C	4	40 gram	60.2	Harsono, dkk (2015)
2 hari	30°C	4	80 gram	60.43	Harsono, dkk (2014)
7 hari	30°C	4	150 gram	65	Retaburam, dkk (2011)

Data Produksi Bioetanol menggunakan *Zymomonas mobilis*

Tabel 2. Data bioetanol menggunakan *Zymomonas mobilis*

Waktu Fermentasi	Suhu	pH	Jumlah Inokulum	Kadar Bioetanol(%)	Referensi
7 hari	30°C	6	11 gram	36.68	Siswati, dkk (2011)
9 hari	30°C	6	Tidak ada informasi	63.81	Said dan Herr (2010)
7 hari	30°C	6	8 gram	58.41	Putra, (2019)
7 hari	30°C	6	Tidak ada informasi	64.32	Purnama dan Herr, (2012)
7 hari	30°C	4.5	11 gram	38.78	Edahwati, et al, (2016)

Berdasarkan dari masing-masing data yang telah diuraikan pada pembuatan bioetanol menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dan *Zymomonas mobilis*, waktu fermentasi yang paling cepat dan kadar bioetanol yang paling tinggi dihasilkan adalah dengan bantuan *Saccharomyces cerevisiae*. Dimana waktu fermentasi yang dibutuhkan oleh *Saccharomyces cerevisiae* lebih cepat yaitu umumnya selama 2 hari dibandingkan dengan *Zymomonas mobilis* yaitu selama 7 hari. Hasil dari kadar bioetanol yang dihasilkan oleh *Saccharomyces cerevisiae* pun lebih besar yaitu rata-rata sebanyak 60%, dibandingkan dengan *Zymomonas mobilis* yang menghasilkan kadar bioetanol lebih kecil dibandingkan *Saccharomyces cerevisiae*, hal ini dapat terjadi karena *Saccharomyces cerevisiae* mudah beradaptasi pada lingkungan yang baru dan pertumbuhannya stabil, sehingga waktu fermentasinya menjadi lebih singkat dan adanya penambahan mikroorganisme yang cukup tinggi, dapat dilihat dari penelitian yang dilakukan oleh Retabunun (2017) dengan menambahkan mikroorganisme dalam jumlah yang tinggi yaitu 150 gram dan menghasilkan kadar bioetanol sebesar 65%, hal ini dapat terjadi karena penambahan jumlah mikroorganisme dengan kadar bioetanol yang dihasilkan adalah linier. Berdasarkan hasil data-data yang telah dijelaskan tersebut maka potensi pembuatan bioetanol dengan menghasilkan kadar yang tinggi dari limbah kulit kopi dapat menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*.

4. KESIMPULAN

Kandungan lignin selulosa pada limbah kulit kopi dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan bioetanol dengan proses *pretreatment*, hidrolisis, fermentasi dan destilasi. *Saccharomyces cerevisiae* dan *Zymomonas mobilis* merupakan mikroorganisme yang sering digunakan dalam proses fermentasi pada produksi bioetanol. Hasil data berdasarkan penelusuran pustaka yang telah dilakukan, *Saccharomyces cerevisiae* berpotensi tinggi dalam produksi bioetanol karena menghasilkan kadar bioetanol sebesar 65% dan waktu fermentasi yang lebih singkat umumnya selama 2 hari, sedangkan pada *Zymomonas mobilis* waktu fermentasi yang dibutuhkan umumnya selama 7 hari.

SARAN

Hasil dari penelusuran pustaka ini

diharapkan dapat dilakukannya penelitian secara laboratorium dengan variasi waktu fermentasi, suhu, pH dan mikroorganisme lain untuk mengetahui potensi pembuatan bioethanol dari limbah kulit kopi agar menghasilkan kadar bioethanol yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2016). ‘*Statistik Kopi Indonesia*’, ISBN: 978-602- 438-187-5.
- 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.
- Febrina, 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.
- Harsono.S.S., Salahuddin., Mukhammad.F. Gatot S.P., Djoko S., Kissinger. (2014). ‘Pengembangan Teknologi Pengolahan Limbah Kopi menjadi Bioetanol dan Biogas untuk Mendukung Percepatan Kemandirian Energi pada Masyarakat di Kawasan Sentra Kopi Rakyat’ Abstrak dan Executive Summary.
- 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 November, Surabaya.
- Murni., Fahmi.A., Zainal.A. (2015). ‘Optimasi Proses Bioetanol Dari Kulit Kopi Dengan

- Menggunakan Proses Hidrolisis Vibrous Bed Bioreaktor'. *Jurnal Traksi*. Vol. 15, No.1.
- 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*.
- Raudah., Ernawati. (2012). 'Pemanfaatan Kulit Kopi Arabika dari Proses *Pulping* Untuk Pembuatan Bioetanol' *Jurnal Reaksi (Journal of Science and Technology)*, Vol. 10, No.21.
- Retanubun.G., Nely Ana M., Kosjoko. (2017) 'Pemanfaatan Limbah Kulit Kopi (*Arabica Coffee*) Dijadikan Bioetanol' *Jurnal Proteksion*, Vol.2, No.1.
- Siswanti.N.A., Yatim M., Hidayanto R. (2011). 'Bioetanol dari Limbah Kulit Kopi dengan Poses 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.
- Sya'roni Moch. (2018). Evaluasi Suhu, pH dan Lemak Kasar Pada Fermentasi Kulit Kopi Arabika Sistem Batch Dengan Starter yang Berbeda, [Skripsi], Program Studi Pertanian, Fakultas Pertanian Peternakan, Universitas Muhammadiyah, Malang.
- 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