

Analisa Potensi Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol

Shalma Suci Oktaviani Muhtar, Amir Musaddad Miftah, Nety Kurniaty

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

email: shalma.suci98@gmail.com, amir.musadad.miftah@gmail.com, netykurniaty@yahoo.com

ABSTRACT : on 2016, Indonesia produce banana more than 7.007.117 tons. Lack of utilization of banana peel waste causes environmental pollution. Creating bioethanol from banana peel is an alternative ways to minimalize the environmental pollution to prevent the serious environmental issues. Banana peel contains 18,5% starch and 8,16% glucose. It potencially can be used as bioethanol raw material. This research has purpose to find out the potency banana peel as bioethanol raw material, knowing the kind of microorganism and the kind of yeast that can be used to make the bioethanol, also best timing to get the bioethanol. Research method that used for this research is literature review by searching resources from published journal, both nationally or internationally. The analysis result tells that banana kepok has the best potency to be the bioethanol raw material from any kind of bananas, such as banana nangka, Cavendish, and raja because it contains 16,20% bioethanol, the highest of any kind of bananas. Banana peel bioethanol making can be done by hydrolysis process and fermentation by yeast where the best microorganism to produce high levels of bioethanol is *Saccharomyces cereviceae* and takes 5-6 days.

Keywords: Banana peel waste, Bioethanol, Fermentation, *Saccharomyces cereviceae*

ABSTRAK: Produksi pisang di Indonesia mencapai lebih dari 7.007.117 ton pada tahun 2016. Kurangnya pemanfaatan limbah kulit pisang yang menyebabkan pencemaran lingkungan. Pembuatan bioetanol dari kulit pisang merupakan alternatif untuk meminimalkan beban limbah kulit pisang agar tidak menjadi masalah lingkungan yang serius. kulit pisang memiliki kandungan pati sebesar 18,5 % dan memiliki kandungan glukosa sebesar 8,16%. Kulit pisang memiliki potensi untuk dijadikan bahan baku dalam pembuatan bioetanol. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui potensi kulit pisang sebagai bahan untuk pembuatan bioetanol, mengetahui jenis mikroorganisme dan jenis ragi yang dapat digunakan dalam pembuatan bioetanol serta waktu optimal untuk mendapatkan bioetanol. Metode penelitian yang digunakan adalah studi pustaka dengan mencari sumber berupa artikel yang telah dipublikasikan baik dalam jurnal nasional maupun internasional. Hasil analisis potensi bioetanol dari beberapa jenis pisang didapatkan jenis pisang kepok yang paling berpotensi untuk dijadikan bahan baku bioetanol karena mengandung kadar bioetanol tertinggi yaitu sebesar 16,20% bila dibandingkan dengan jenis pisang nangka, cavendish, dan raja. Pembuatan bioetanol limbah kulit pisang dilakukan melalui proses hidrolisis dan fermentasi dimana pada proses fermentasi digunakan ragi roti dengan mikroorganisme yang paling baik untuk menghasilkan kadar bioetanol yang tinggi adalah *Saccharomyces cereviceae* dengan waktu fermentasi paling optimum adalah selama 5-6 hari.

Kata Kunci: Limbah Kulit Pisang, Bioetanol, Fermentasi, *Saccharomyces cereviceae*

1. PENDAHULUAN

Pisang dengan nama Latin *Musa paradisiaca* L. merupakan jenis buah-buahan tropis yang sangat banyak dihasilkan di Indonesia. Pisang merupakan buah yang banyak tumbuh di daerah-daerah di Indonesia. Produksi pisang di Indonesia mencapai lebih dari 7.007.117 ton pada tahun 2016 (Mayang, 2019). Keberadaan limbah kulit pisang ini masih sering dijumpai dilingkungan sekitar hal

ini menunjukkan bahwa kurangnya pemanfaatan limbah kulit pisang sehingga masih mencemari lingkungan.

Banyak penelitian yang telah melakukan pemanfaatan terhadap limbah kulit pisan. Seperti pada penelitian Herliati, dkk (2018) dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Pada penelitian Gebregergs, *et.al.*, (2016)

menyatakan bahwa pembuatan bioetanol dari kulit pisang merupakan alternatif untuk meminimalkan beban limbah kulit pisang agar tidak menjadi masalah lingkungan yang serius.

Bioetanol merupakan etanol yang dapat diproduksi melalui proses fermentasi menggunakan bahan baku nabati. Bahan baku bioetanol sendiri berasal dari bahan yang berbasis pati, gula, dan selulosa (Setiawati, dkk., 2013). Kulit pisang kepok, memiliki kandungan karbohidrat (pati) sebesar 18,5% dan memiliki kandungan glukosa sebesar 8,16% (Setiawati, dkk., 2013). Oleh karena itu kulit pisang kepok memiliki potensi untuk dijadikan bahan baku dalam pembuatan bioetanol. Karbohidrat yang terkandung dalam kulit pisang dapat diubah menjadi etanol melalui suatu proses hidrolisa yang kemudian difermentasi dengan menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* menjadi alkohol (Setiawati, dkk., 2013). Dengan proses ini limbah kulit pisang dapat ditingkatkan nilai ekonomisnya.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, maka perumusan masalah pada penelitian ini adalah apakah limbah kulit pisang memiliki potensi untuk dijadikan bioetanol, apakah jenis mikroorganisme dan jenis ragi yang dapat digunakan dalam pembuatan bioetanol, selain itu juga membahas mengenai waktu optimal untuk memperoleh kadar bioetanol terbaik dari limbah kulit pisang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi limbah kulit pisang untuk dijadikan bahan baku pembuatan bioetanol, mengetahui jenis mikroorganisme dan jenis ragi yang dapat digunakan dalam pembuatan bioetanol, serta mengetahui waktu fermentasi yang optimal untuk mendapatkan kadar bioetanol terbaik dari jurnal-jurnal yang diperoleh.

2. LANDASAN TEORI

Buah pisang merupakan tanaman dari keluarga Musaceae yang berasal dari Asia Tenggara termasuk Indonesia dan banyak dibudidayakan di daerah tropis seperti Indonesia, nama latin dari pisang adalah *Musa paradisiaca* (Dewati, 2008).

Dalam proses pengolahan buah pisang tentunya selalu terdapat limbah kulit pisang yang pemanfaatannya hanya baru sebatas sebagai pakan ternak. Padahal kulit pisang memiliki kandungan karbohidrat sebesar 18,90 g pada setiap 100 g bahan (Dewati, 2008). Menurut beberapa

penelitian juga menyatakan bahwa kulit buah pisang dapat dijadikan bioetanol dengan cara mengubah karbohidrat yang ada di dalam kulit pisang dengan proses fermentasi menggunakan bantuan mikroorganisme.

Pati merupakan polisakarida yang biasanya ditemukan dalam sel tumbuhan dan beberapa mikroorganisme. Tahap awal pembentukan pati dengan terbentuknya ikatan glukosida (2 glukosa) yaitu ikatan antara molekul glukosa melalui oksigen pada atom karbon pertama (Sunarya, 2012).

Pemanfaatan pati adalah sebagai bahan baku dalam industri makanan, produk non-pangan seperti tekstil, kemasan, dan sebagainya, serta obat-obatan. Pati juga dapat dimanfaatkan sebagai bioetanol, bahan bakar dan juga dapat dimanfaatkan sebagai pembuatan bioplastik (Jabbar, 2017).

Etanol (alkohol) merupakan nama suatu golongan senyawa organik yang mengandung suatu unsur C, H dan O. Etanol disebut juga sebagai etil alkohol dengan rumus kimia C_2H_5OH . Rumus umum dari alkohol sendiri adalah R-OH. Secara struktur alkohol sama dengan struktur air, namun salah satu hidrogennya digantikan oleh suatu gugus alkil. Gugus fungsional alkohol adalah gugus hidroksil (OH) (Itelima, *et. al.*, 2013). Penggunaan bioetanol diantaranya adalah sebagai bahan baku industri, kosmetik, minuman, farmasi, dan bahan bakar. Bioetanol merupakan suatu etanol yang diproduksi dengan cara fermentasi gula menggunakan ragi. Bioetanol dapat dibuat dari tanaman yang mengandung pati yang telah diproses menjadi glukosa. Secara teoritis, hidrolisis glukosa dapat menghasilkan etanol dan karbondioksida.

Produksi bioetanol dari tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat, dapat dilakukan dengan cara konversi karbohidrat menjadi glukosa atau gula dengan beberapa metode diantaranya dengan hidrolisis dengan bantuan katalis. (Ginting, 2017).

Hidrolisis merupakan suatu proses antara pati dan air dimana pati akan terurai menjadi monomer yang lebih sederhana yaitu monosakarida atau glukosa (Retno, dkk., 2011). Metode hidrolisis terdapat beberapa macam yaitu hidrolisis murni, hidrolisis dengan katalis asam, hidrolisis dengan menggunakan katalis basa, dan hidrolisis menggunakan katalis enzim (Susanti, 2013).

Fermentasi merupakan suatu proses terjadinya dekomposisi gula menjadi alkohol dan CO₂ (Ginting, 2017). Pada proses fermentasi biasanya digunakan bantuan mikroorganisme sehingga didapatkan hasil yang lebih cepat dan lebih efisien. Mikroorganisme biasanya memiliki enzim yang disekresikan sehingga mampu memutuskan ikatan glikosida dari glukosa dapat difermentasi menjadi alkohol atau asam, dengan kata lain fermentasi merupakan suatu proses untuk mengubah bahan baku menjadi produk oleh mikroba (Retno, dkk., 2011). Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses fermentasi yaitu pH, mikroorganisme, suhu, waktu, media. Tahap inti produksi bioetanol adalah proses fermentasi gula sederhana menggunakan mikroorganisme sehingga akan dikonversi menjadi suatu etanol dan gas CO₂ (Ginting, 2017).

Proses distilasi ini adalah suatu tahapan yang sangat penting pada produksi bioetanol dimana proses pemurnian etanol dilakukan dengan cara pemanasan untuk memisahkan etanol dengan air berdasarkan perbedaan titik didih (Indra, dkk., 2014).

Saccharomyces cerevisiae merupakan jenis khamir yang memiliki kemampuan mengubah glukosa menjadi etanol dan karbondioksida (Ahmad, 2005). *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan enzim yaitu enzim *zimase* dan *invertase*. Enzim *invertase* berfungsi untuk memecah polisakarida (pati) atau sukrosa yang belum terhidrolisis untuk diubah menjadi monomer yang lebih sederhana yaitu monosakarida (glukosa) sedangkan enzim *zimase* berfungsi untuk mengubah monosakarida hasil pemecahan menjadi etanol melalui proses fermentasi (Desfran, 2014).

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah studi pustaka dengan mencari sumber berupa artikel yang telah dipublikasikan baik dalam jurnal nasional maupun jurnal internasional. Selain itu, dalam penelitian ini juga dilakukan pencarian data dengan menggunakan media online lain seperti situs jurnal lain, referensi dalam bentuk buku, informasi dan internet maupun sumber-sumber lain seperti diskusi bersama dosen. Dalam mencari artikel dan pustaka yang diperlukan, digunakan beberapa katakunci yaitu bioetanol (*biethanol*), kulit pisang (*banana peel*), *saccaromyces cerevisiae*, hidrolisis (*hydrolisis*).

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pisang (*Musa paradisiaca* L.) merupakan salah satu komoditas yang mempunyai kapasitas produksi berkisar 180.153 di pulau Jawa dan Madura. Dari keseluruhan jumlah yang ada, terdapat jenis buah pisang yang paling banyak dimanfaatkan oleh masyarakat hal ini menyebabkan menumpuknya limbah kulit pisang. Pemanfaatan limbah kulit buah pisang masih sangat sedikit sehingga akan menyebabkan permasalahan pada lingkungan. Salah satu pemanfaatan kulit pisang yang saat ini telah banyak diteliti adalah sebagai bahan baku pembuatan bioetanol karena kulit pisang memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi yaitu sebesar 18,5% (Suprapti, 2005). Bioetanol sendiri merupakan etanol yang diproduksi dengan cara fermentasi menggunakan bahan baku nabati. Bioetanol dapat dibuat dari biomassa yang mengandung gula, pati, atau selulosa yang telah diproses menjadi glukosa (Novia, dkk., 2014).

Potensi Kulit Pisang

Banyaknya jenis pisang menyebabkan semua jenis pisang dapat dijadikan bahan baku pembuatan bioetanol. Namun masing-masing jenis kulit pisang memiliki kandungan karbohidrat yang berbeda sehingga menghasilkan kadar etanol yang berbeda juga. Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kulit pisang kepok memiliki potensi yang lebih besar bila dibandingkan kulit pisang lainnya.

Tabel 1. Kadar hasil dari variasi jenis pisang

Jenis pisang	Kadar etanol	Referensi
kulit pisang angka	0,37%	Herliati, dkk., (2018)
kulit pisang cavendish	0,20%	
kulit pisang kepok	16,20%	Bestari, dkk., (2013)
kulit pisang raja	13,81%	

Hidrolisis

Produksi bioetanol dari tanaman yang mengandung pati atau karbohidrat, dilakukan melalui proses konversi karbohidrat menjadi gula atau glukosa dengan cara hidrolisis. Mekanisme reaksi yang terjadi pada proses hidrolisis ini yaitu dimulai dari proton dari asam yang akan berinteraksi cepat dengan ikatan glikosidik oksigen pada 2 unit gula sehingga membentuk asam konjugasi. Proses tersebut terjadi secara kontinyu hingga semua molekul pati akan terhidrolisis menjadi glukosa (Rizwan, dkk., 2018).

Proses pembuatan bioetanol metode hidrolisis yang digunakan adalah hidrolisis dengan katalis asam dan dengan katalis enzim. Hidrolisis menggunakan katalis asam digunakan untuk membantu mempercepat penguraian komponen polisakarida menjadi monomer-monomernya, proses hidrolisis yang sempurna ditandai dengan perubahan selulosa dan pati yang terdapat di dalam kulit pisang menjadi monomer yang lebih sederhana yaitu glukosa (Herliati, dkk., 2018). Sedangkan metode hidrolisis menggunakan enzim secara sederhana dilakukan dengan mengganti tahap hidrolisis asam dengan tahap hidrolisis enzim selulosa (Seftian, dkk., 2012).

Fermentasi

Proses fermentasi adalah sebuah proses perubahan kimia pada suatu substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan dari metabolisme mikroorganisme (Ketut, 2009). Fermentasi glukosa menghasilkan etanol yang biasa juga disebut fermentasi alkohol. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi hasil fermentasi yaitu suhu, jenis ragi, nutrisi ragi, pH, dan waktu fermentasi (Hikmah, dkk., 2019).

Suhu

Suhu sangat berpengaruh terhadap proses fermentasi yaitu akan mempengaruhi aktivitas dari ezim khamir dan mempengaruhi hasil alkohol. Kecepatan fermentasi akan bertambah sesuai suhu optimum yang pada umumnya 27-32⁰C (Setiawati, dkk., 2013).

Temperatur maksimal dari ragi tape dan ragi roti adalah sekitar 40-50⁰C dengan temperatur minimumnya adalah 0⁰C. Namun untuk suhu sendiri masing-masing dari jenis ragi ini meiliki suhu optimum yaitu untuk ragi roti adalah 19-32⁰C dan ragi tape adalah 35-47⁰C. Oleh karena itu, pengaruh suhu sangat lah berpengaruh sehingga pengaturan suhu dibuat dalam range tersebut (Setiawati, dkk., 2013).

Dalam penelitian Herliati, dkk (2018) variasi suhu yang digunakan pada pembuatan bioetanol yaitu suhu 30⁰C dan 40⁰C, dari hasil pengamatan yang didapat suhu optimum yang menghasilkan kadar etanol yang lebih tinggi adalah pada suhu 40⁰C. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu maka laju fermentasi akan semakin cepat sehingga kadar yang dihasilkan pun akan semakin tinggi.

Jenis Ragi

Jenis ragi juga dapat mempengaruhi kadar etanol yang dihasilkan. Umumnya ragi yang digunakan untuk pembuatan bioetanol pada proses fermentasi adalah ragi roti dan ragi tape dimana mikroorganisme dari kedua ragi tersebut adalah *Saccharomyces cerevicae* yang dapat memproduksi alkohol dalam jumlah besar dan mempunyai toleransi pada kadar alkohol yang tinggi (Retno, dkk., 2013).

Namun pada beberapa penelitian menunjukkan hasil yang berbeda dari penggunaan masing-masing ragi tersebut, dimana hasil tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2. Hasil kadar dari variasi jenis ragi

Jenis Ragi	Kadar etanol (%)	Referensi
Ragi roti 4 gr	0,264	Hikmah, dkk., (2019)
Ragi roti 8 gr	0,630	
Ragi roti 12 gr	0,786	
Ragi tape 4 gr	0,015	
Ragi tape 8 gr	0,006	
Ragi tape 12 gr	0,017	
Ragi roti	5,290	Setiawati, dkk., (2013)
Ragi tape	6,128	

Dari data berikut ini menunjukkan bahwa kadar bioetanol yang dihasilkan dari ragi roti lebih besar dibandingkan ragi tape, hal ini disebabkan karena pada ragi tape tidak hanya mengandung *Saccharomyces cerevisiae* melainkan mengandung mikroorganisme lain sehingga hal tersebut mempengaruhi hasil dari kadar etanol. Dimana mikroorganisme yang terdapat di dalam ragi tape ini adalah *Saccharomyces cerevisiae* dan *Candida utilis* (Hartono, dkk., 2011) sehingga mikroba yang berperan dalam fermentasi ini pun menjadi kurang maksimal.

pH

Pada proses fermentasi kondisi pH akan mempengaruhi hasil yang didapatkan karena pada proses fermentasi pati lebih menyukai kondisi pH yang asam, selain itu juga sebagian besar pertumbuhan mikroorganisme sangat peka terhadap perubahan pH. Keasaman yang cocok untuk *saccharomyces cerevisiae* yaitu pada pH 3-5 (Herliati, dkk., 2018). Dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Hasil kadar dari variasi pH

pH	Kadar etanol (%)	Referensi
2	6,223	
3	6,817	
4	7,600	Setiawati, dkk., (2013)
5	6,509	
6	6,187	
4	6,730	Herliati, dkk., (2018)
5	6,510	

Dari data tersebut didapatkan hasil kadar bioetanol yaitu kadar bioetanol semakin meningkat ketika suasana pH pada proses fermentasi semakin mendekati rentang pH 3-5, karena pH keasaman yang optimum antara 3-5 sehingga jika diluar dari rentang tersebut maka pertumbuhan mikroba akan terganggu. Namun dari hasil tersebut menunjukkan bahwa suasana pH paling optimum untuk enzim bekerja menghasilkan etanol adalah pada pH 4.

Waktu Fermentasi

Waktu fermentasi biasanya akan mempengaruhi kadar bioetanol yang dihasilkan, Lama fermentasi ditentukan oleh jenis bahan dan jenis ragi yang dipakai. Kadar etanol yang dihasilkan akan semakin tinggi seiring dengan lamanya waktu fermentasi namun kadar maksimal yang dihasilkan hanya sampai waktu optimal dan setelah itu jika waktu fermentasi melebihi waktu optimal maka kadar etanol yang dihasilkan akan menurun (Setiawati, dkk., 2013).

Tabel 4. Hasil kadar dari variasi waktu

Waktu Fermentasi	Kadar etanol (%)	Referensi
2 hari	3,874	
4 hari	7,783	Retno, dkk., (2011)
6 hari	13,541	
8 hari	13,442	
1 hari	8,000	
3 hari	9,000	Seftian, dkk., (2012)
5 hari	13,000	
6 hari	11,000	
7 hari	8,000	
1 hari	6,025	
2 hari	6,265	
3 hari	5,880	Setiawati, dkk., (2013)
4 hari	5,424	
5 hari	5,272	
2 hari	13,870	
4 hari	15,190	Bestari, dkk., (2013)
6 hari	17,220	
8 hari	17,050	
3 hari	19,410	
5 hari	23,900	Moeksin, dkk., (2015)
7 hari	17,740	
9 hari	6,000	
2 hari	0,970	
6 hari	6,730	Herliati, dkk., (2018)
8 hari	4,680	
3 hari	3,970	
5 hari	5,030	Muksin, dkk., (2019)
7 hari	0,640	
9 hari	0,560	

Berdasarkan hasil pada tabel 4 dapat disimpulkan bahwa waktu optimum enzim bekerja untuk menghasilkan kadar etanol yang tinggi adalah 5-6 hari karena hampir semua penelitian menghasilkan kadar etanol tertinggi pada waktu 5-6 hari. Namun seiring bertambahnya waktu kadar etanol semakin menurun, jika dilihat pada penelitian yang telah dilakukan ketika memasuki waktu lebih dari 6 hari kadar etanol mulai menurun, hal ini disebabkan mikroorganisme yang mulai memasuki fase penurunan pada fase ini nutrient sebagai asupan nutrisi bagi *saccharomyces cerevisiae* mulai habis sehingga mengakibatkan semakin cepatnya kematian, sehingga akan berhenti berproduksi (Hartono, dkk., 2011).

4. KESIMPULAN

Jadi dari studi literatur yang telah dilakukan dengan mengkaji dari beberapa jurnal mengenai pembuatan bioetanol dari limbah kulit pisang maka didapatkan hasil yaitu limbah kulit pisang memiliki potensi untuk dijadikan sebagai bahan

baku bioetanol karena mengandung sejumlah pati yang cukup besar yaitu sebesar 18,5 %, dimana dari berbagai macam jenis pisang limbah kulit pisang yang memiliki potensi paling besar adalah jenis pisang kepok karena mengandung kadar bioetanol tertinggi yaitu sebesar 16,20% bila dibandingkan dengan jenis pisang nangka, cavendish, dan pisang raja. Pembuatan bioetanol limbah kulit pisang dilakukan melalui proses hidrolisis dan fermentasi dimana pada proses fermentasi digunakan ragi yaitu ragi roti dengan mikroorganisme yang paling baik untuk menghasilkan kadar bioetanol yang tinggi adalah *Saccharomyces cerevisiae* dengan waktu fermentasi paling optimum adalah selama 5-6 hari.

SARAN

Hasil dari penelusuran pustaka ini, diharapkan selanjutnya untuk dapat melakukan penelitian secara laboratorium dengan menambahkan variasi jenis pisang lain untuk mengetahui jenis lain yang memiliki potensi untuk dijadikan bahan baku bioetanol, serta dapat melakukan penelitian laboratorium dengan menggunakan variasi suhu, pH, mikroorganisme dan waktu fermentasi yang telah dihasilkan agar membuktikan hasil dari penelusuran ini menghasilkan data yang benar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, R. Z. (2005). Pemanfaatan khamir *Saccharomyces cerevisiae* untuk ternak. Balai Penelitian Veteriner, Bogor
- Desfran, Zely. (2014). *Pengaruh Waktu dan Kadar Saccharomyces cerevisiae Terhadap Produksi Eetanol dari Serabut Kelapa Pada Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Simultan dengan Enzim Selulase*. [Skripsi], Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- Dewati, R. (2008), Limbah Kulit Pisang Kepok Sebagai Bahan Baku Pembuatan Etanol, Surabaya, UPN Press.
- Gebregers, A., Gebresemati, M., Sahu, O., (2016) Industrial ethanol from banana peels for developing countries: Response surface methodology, *Pacific Science Review A: Natural Science and Engineering*. Brazil.
- Ginting, D. (2017), *Pembuatan Bioetanol Secara*

Fermentasi Dari Hidrolisat Tongkol Jagung Dengan Menggunakan Campuran Zymomonas Mobilis Dan Saccharomyces Cerevisiae, [skripsi], Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik ,Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara.

- Hartono., Pagarra, H., (2011). Analisis Kadar Etanol Hasil Fermentasi Ragi Roti Pada Tepung Umbi Gadung (*Dioscorea Hispida Dennst*) Terhadap Kadar Etanol, *Jurnal Biologi*, Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Makassar, Makassar 12(2) ISSN: 1411-4720
- Herliati, Sefaniyah, Indri, A., (2018), Pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai Bahan Baku pembuatan Bioetanol, *Jurnal Teknologi*, Fakultas Teknologi Industri Universitas Jayabaya, Jakarta.
- Hikmah., Fadhillah, H, N., Noor, M., Putra, M, D. (2019), Bioetanol Hasil Fermentasi Kulit Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca*) Dengan Variasi Ragi Melalui Hidrolisis Asam Sulfat, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Lampung, 2 (15). ISSN 2302-3708
- Indra Truaswaati dan Lani Nurhayati. (2014), *Pembuatan Bioetanol Gel Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Tanah*, [skripsi], Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Itelima, J, A., Ogbonna, S., Pandukur, J., Egbere, A., Salami. (2013), Simultaneous Saccharification and Fermentation of Corn Cobs to Bio-Ethanol by Co Culture of *Aspergillus Niger* and *Saccharomyces Cerevisiae*. *International Journal of Environmental Science and Development*, 2 (4)
- Jabbar,U, F. (2017), *Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik Bioplastik Dari Pati Kulit Kentang (*Solanum Tuberosum*. L)*, [skripsi], Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Makasar
- Mayang, P. A., Sari, P. R., Fathoni, R., (2019). Pembuatan Glukosa Dari Kulit Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca* L.) Dengan Proses Hidrolisis, *Jurnal Integrasi*

- Proses*, Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda 8(1)
- Novia, N., Windarti, A., Rosmawati, R. 2014. Pembuatan bioetanol dari jerami padi dengan metode ozonolisis-SSF. *Jurnal Teknik Kimia* 20(3): 38- 48.
- Retno, D, T., Nuri, W. (2011), Pembuatan Bioetanol dari Kulit Pisang, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia FTI UPN”Veteran” Yogyakarta, Yogyakarta, ISSN 1693 – 4393
- Rizwan, M., Diah, M. W. A., Ratman., (2018) Pengaruh Konsentrasi Ragi Tape (*Saccharomyces Cerevisiae*) Terhadap Kadar Bioetanol Pada Proses Fermentasi Biji Alpukat (*Persea Americana Mill*), *Jurnal Akademika Kimia*, Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tadulako, Palu 7(4) ISSN 2302 6030.
- Ketut, S. (2009). ‘Produksi Bioetanol dari Rumput Gajah Secara Kimia’, *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 4, No. 1.
- Seftian, D., Antonius, F., Faizal, M. (2012). Pembuatan etanol dari kulit pisang menggunakan metode hidrolisis enzimatik dan fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia* 18(1)
- Setiawati, D, R., Sinaga, A, R., Dewi, T, K. (2013), Proses Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang Kepok, *Jurnal Teknik Kimia*, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Palembang, 1, (19)
- Smunindar. (2010), *Produksi Bioetanol Dari Limbah Tanaman Jagung Melalui Sakarifikasi Dan Fermentasi Simultan Dengan Kultur Campuran Saccharomyces cerevisiae Dan Pichia stipitis*. [skripsi], Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sunarya, Y. (2012), *Kimia Dasar 2*. Bandung: Yrama Widya,
- Suprpti, L. (2005), *Tepung Tapioca Pembuatan Dan Pemanfaatannya*, Yogyakarta, Kanisius.