

Efektivitas Limbah Kulit Kering Nanas Madu (*Ananas Comosus l.Merr*) untuk Pembuatan Bioetanol dengan Proses Fermentasi dan Distilasi

E Hugeng Wandono¹, Endang Kusdiyantini², Hadiyanto³

¹Magister Energi, Sekolah Pascasarjana, Universitas Diponegoro;

²Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro;

³Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro;

Email : hugengw@gmail.com (E.H.W), endangkusdiyantini@lecturer.undip.ac.id (E.K),
hadiyanto@lecturer.undip.ac.id (H);

Abstrak : Bioenergi adalah salah satu energi yang dapat diperbarui dan juga ramah lingkungan, salah satunya adalah bioetanol. Bahan baku yang mengandung glukosa, selulosa dan pati dapat digunakan menjadi bioetanol Nanas madu adalah tanaman yang dapat dimanfaatkan menjadi bioenergi. Penelitian ini bertujuan membuktikan efektivitas limbah kulit nanas madu kering untuk pembuatan bioetanol serta mengetahui kadar bioetanol yang dihasilkan. Proses fermentasi yang digunakan dalam penelitian ini . Kulit nanas madu yang sudah dikeringkan di proses hidrolisis, fermentasi dan distilasi. Proses fermentasi dengan variasi waktu fermentasi 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari, 5 hari, 6 hari, 7 hari, 8 hari, 9 hari, 10 hari, 11 hari dan 12 hari. Hasil fermentasi tercepat akan didistilasi sebanyak dua kali dan dianalisa kadar bioetanol dengan GC-MS. Kadar bioetanol dari limbah kulit kering nanas madu didapatkan sebesar 95,66 % dengan waktu fermentasi selama 4 hari.

Kata Kunci : Bioetanol, Hidrolisis, Fermentasi, Distilasi, Limbah Kulit Nanas Madu

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi di Indonesia masih sangat tergantung dari bahan bakar yang berasal dari fosil, dan diperkirakan bahan bakar yang tidak bisa diperbarui akan semakin cepat habis di beberapa tahun kedepan. kebutuhan energi semakin tinggi seiring dengan bertambahnya penduduk dan pola hidup masyarakat yang semakin tinggi terhadap penggunaan Energi. Pemerintah sedang menggalakan energi lain sebagai pengganti energi fosil yang semakin berkurang. Bioenergi mulai banyak digunakan karena potensi lahan pertanian yang luas dengan berbagi jenis produknya. Dua kebijakan pemerintah Indonesia tentang energi diantaranya adalah tentang energi nasional dan penyediaan dan pemanfaatan biofuel, kebijakan tersebut dituangkan Peraturan Presiden nomor 5 tahun 2006 dan inpres nomor 1 tahun 2006 (Sunardi, 2006).

Sumber energi terbarukan paling menjanjikan adalah Bahan Bakar Nabati (BBN) sebagai pengganti Bahan Bakar Mintak fosil. Biodiesel dan bioetanol adalah biofuel yang sedang digalakan di Indonesia Biodiesel diperuntukkan bagi mesin disesel, diperoleh dari hasil esterifikasi-transesterifikasi.

Sedangkan bioetanol adalah etanol yang didapat dari proses fermentasi dari tanaman mengandung unsur karbon (Wijaya, 2017).

2. Dasar Teori

Bioetanol adalah suatu senyawa yang memiliki rumus molekul C_2H_5OH dengan rumus bangunnya CH_3-CH_2-OH atau penulisannya $EtOH$. Biomassa yang mengandung gula, selulosa dan pati mampu dibuat bioetanol (Arlianti, 2018). Etanol dari kulit nanas dapat diproduksi oleh *Saccharomyces Cerevisiae* secara bebas (Bardia et al, 1996).

Menurut Loupatty (2014) menjelaskan beberapa kriteria pemanfaatan produk bioetanol:

- 1) Pengganti jenis bahan bakar jenis kerosin (minyak tanah) harus berkadar 60% - 70%.
- 2) Untuk penggunaan kebutuhan farmasi berupa produk alkohol berkadar 70% - 80%.
- 3) Penggunaan pada proses produksi makanan dan minuman menggunakan kadar 70% - 90%.
- 4) Di kadar 99.5% bisa digunakan sebagai pengganti jenis gasolin.

Nanas madu adalah salah satu tanaman memiliki rasa yang lebih manis dibandingkan dengan nanas biasa. Kulit, bonggol buah, atau cairan buah/gula dapat diolah menjadi produk lain seperti sari buah atau sirup. Manfaat lainnya bisa digunakan sebagai pupuk dan pakan ternak (Fikania, 2017). Nutrisi kulit nanas mengandung gula dan karbohidrat yang tinggi. Tahun 1991 wijana dkk. meneliti kandungan kulit nanas didapatkan karbohidrat sebesar 17,53%, kandungan gula sebesar 13,65% dan kandungan serat kasar 20,87%, sisanya protein sebesar 4.41%. Dari kandungan tersebut dengan melakukan proses fermentasi bahan kulit nanas bisa dijadikan bahan baku bioetanol. Pada limbah kulit nanas, dapat dilakukan dengan dua cara yaitu kulit nanas basah (*wet matter*), dan kulit nanas kering (*dry matter*).

Menurut Cassabar (2019) Secara analisis limbah nanas mengandung beberapa komponen, tercantum pada tabel 1.

Tabel 1.
Kandungan Limbah Nanas (Casabar, 2019)

Komposisi	Berat Kering (%)			
	Buah	Kulit	Mahkota	Bubur
Selulosa	19,4	14	29,6	14,3
Hemiselulosa	22,4	20,2	23,2	22,1
Lignin	4,7	1,5	4,5	2,3
Ash (abu)	0,7	0,6	0,4	0,2
CSM (<i>Cell Solube Matter</i>)	53,4	64,8	42,5	61,4

2.1. Hidrolisis

Menurut Susanti (2013) Hidrolisis adalah proses memecah senyawa dikarenakan adanya reaktan dengan air. Reaksi ini dinamakan reaksi orde satu, karena kandungan air yang lebih, sehingga perubahan reaktan dapat diabaikan. Proses hidrolisis bisa dilakukan dengan 4 metoda yaitu :

- 1) Hidrolisis murni atau tanpa katalis, kekurangan proses ini berlangsung lambat karena hanya menggunakan air sebagai katalis.
- 2) Hidrolisis dengan asam, asam disini berfungsi sebagai katalisator untuk mengaktifkan air dari kadar asam yang encer.

- 3) Hidrolisis dengan basa, umumnya menggunakan basa encer, padat pekat. Reaksi bentuk padat sama dengan reaksi bentuk cair.
- 4) Hidrolisis dengan enzim sebagai katalisator. Hidrolisis enzimatik adalah pemecahan polimer menjadi beberapa monomer penyusun dengan bantuan enzim. Enzim amilase mampu mereduksi energi aktivasi sehingga pemecahan rantai polimer polisakarida menjadi monomer gula penyusun lebih cepat terurai.

2.2. Fermentasi

Fermentasi adalah reaksi mikroorganisme yang dapat menuraikan senyawa organik menjadi senyawa sederhana untuk menjadikan energi (Fardiaz, 1987). Proses fermentasi dapat dipengaruhi oleh :

- 1) pH (derajat keasaman)
Kajian Prescott dan Dunn (1959), penambahan asam dapat merubah senyawa menjadi pH optimum 4,0 – 4,5) jenis asam yang digunakan adalah asam sitrat dan tartarat dan bahan KOH juga bisa digunakan. pH akan menurun selama proses fermentasi dari pH sebelumnya, hal ini dikarenakan alkohol berubah menjadi asam-asam organik.
- 2) Suhu
Saccharomyces cerevisiae membutuhkan suhu berkisar antara 25°C – 30°C.
- 3) Nutrisi
Mikroorganisme membutuhkan nutrisi yang bagus agar fermentasi yang didapatkan sesuai standart. Nutrisi utama adalah Nitrogen yang diperoleh dari penambahan NH₃, garam ammonium, pepton, asam amino, urea. Nitrogen yang dibutuhkan sebesar 400 – 1.000 gr/1.000 L cairan. Dan *Phospat* yang dibutuhkan sebesar 400 gr/1.000 L cairan sedangkan ammonium sulfat sebesar 70 – 400 gr/1.000 L cairan (Arlianti, 2018).
- 4) Sumber Karbon
Yeast membutuhkan energi dari karbon untuk pertumbuhannya. Gula merupakan substrat yang lebih disukai, karenanya kuantitas alkohol yang dihasilkan terpengaruh dari konsentrasi gula. (Waluyo, 1984).
- 5) Waktu Fermentasi
Umumnya membutuhkan waktu 3-14 hari untuk fermentasi, menurut Judoamidjojo (1990), dibutuhkan waktu fermentasi adalah 7 hari. Apabila waktu yang perlukan terlalu cepat *Saccaromyches cereviseae* masih proses pertumbuhan sehingga jumlah alkohol yang didapatkan sedikit, apabila lebih lama maka mikroorganisme tidak hidup (Prescott and Dunn, 1959).
- 6) Jenis Mikroorganisme
Saccharomyces cerevisiae digunakan dalam produksi etanol dengan cara fermentasi dan telah dikembangkan di beberapa negara, seperti Brazil, Afrika Selatan, dan Amerika Serikat. *Saccharomyces cerevisiae* mampu menghasilkan etanol dalam jumlah besar dan memiliki toleransi alkohol yang tinggi (Andaka, 2010).



2.3. Distilasi

Distilasi atau penyulingan adalah memisahkan senyawa larutan melihat perbedaan titik didih, 78°C adalah nilai titik didih etanol murni. Kadar etanol dapat diperoleh dengan menggunakan proses destilasi ini (Sari & Moeksin, 2015).

3. Prosedur Penelitian

Bahan baku utama pembuatan bioetanol adalah limbah kulit nanas madu yang berasal dari Belik-Pemalang. Bahan pendukung lainnya adalah air, yeast, urea dan pupuk NPK.

3.1. Tahap Pendahuluan

Mengumpulkan limbah kulit nanas madu. Kemudian membuat perbandingan jumlah buah dengan jumlah massa limbah yang dihasilkan yaitu perbandingan 1 kg buah nanas setara 2 buah nanas madu, dan 1 buah nanas mengandung 250 gr limbah kulit nanas. Mengeringkan limbah kulit nanas madu dengan menjemur pada sinar matahari selama 2 hari. Massa limbah kulit kering didapatkan 250 gr.

3.2. Tahap Hidrolisis

Menyiapkan limbah kulit nanas madu, sebanyak 250 gr limbah kulit kering dijaga pH air 4-4,5 sebanyak 2.000 mL, dengan cara menambahkan asam sitrat. Menambahkan air kedalam sampel A dan sampel B dan dihomogenkan selama 10 menit dan dijaga suhu 60°C – 70°C. Setelah proses hidrolisis, larutan didiamkan sampai kondisi stabil suhu ruangan (disimpan dalam fermentor).

3.3. Tahap Fermentasi

Proses fermentasi dilakukan dengan cara memasukkan larutan starter dengan komposisi yeast 4 gr, Urea 15 gr, pupuk NPK 45 gr kedalam tangki fermentor. menutup rapat-rapat fermentor, karena reaksi bersifat anaerob, melakukan proses fermentasi selama 12 hari, dan diamati setiap harinya, diukur kadar gula dan dijaga pH 4 – 4,5.

3.4. Tahap Distilasi

Tahap pemisahan atau distilasi dilakukan dengan cara merangkai alat distilasi, memasukkan 500 mL hasil fermentasi ke dalam labu distilasi dan dialirkan air sebagai pendingin melalui kondensor. memanaskan labu distilasi pada temperature 80 – 85 oC, selama 2-3 jam. Menampung distilat yang keluar dalam Erlen meyer, dilakukan distilasi sampai tidak keluar distilat. Mengukur volume distilat pada setiap sampel.

Distilasi dilanjutkan sebanyak dua kali untuk mendapatkan kadar bioetanol yang tinggi, dengan cara melakukan distilasi ulang hasil distilat I. Larutan hasil distilasi I diukur kadarnya dengan menggunakan alkoholmeter, kemudian hasil tertinggi dengan waktu fermentasi tercepat di ukur kadarnya menggunakan GC-MS.

4. Hasil dan Pembahasan

Proses pembuatan bioetanol diawali dengan mengeringkan sampel limbah kulit nanas madu selama dua hari menggunakan sinar matahari langsung. Setelah dikeringkan sampel kemudian dihidrolisis. Proses ini adalah tahapan yang penting sekali dalam pembuatan bioetanol dikarenakan pembentukan glukosa untuk tahapan selanjutnya yaitu fermentasi. Menurut (Aurand,1973) Hidrolisis adalah media air dapat memecah suatu senyawa, ada empat jenis perlakuan hidrolisis yaitu hidrolisis tanpa katalis, hidrolisis menggunakan asam, hidrolisis dengan basa, dan hidrolisis dengan enzim. Dari observasi Kirchof, dengan menggunakan asam, pati dapat berubah menjadi glukosa. Penggunaan bahan asam seperti dalam ester, gula dan amida akan mempercepat hidrolisis. Katalisator menggunakan asam (ion H^+ nya yang diperlukan) akan berpengaruh terhadap cepatnya reaksi hidrolisis. Penelitian ini proses hidrolisis dilakukan dengan cara menambahkan 2.000 mL air ke dalam sampel kering kemudian ditambahkan asam sitrat dan dipanaskan pada suhu $60^{\circ}C - 70^{\circ}C$.



Gambar 1. Proses Hidrolisis

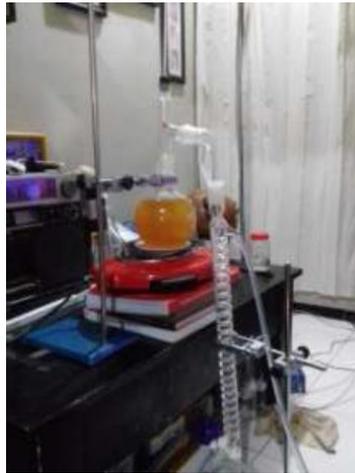
Proses selanjutnya adalah proses fermentasi, mikroorganismenya yang digunakan adalah *Saccharomyces cerevisiae*, merupakan khamir yang umum digunakan untuk memproduksi alkohol dengan cara fermentasi (Rahmawati, 2010). Fermentasi sukrosa membentuk etanol pada kondisi netral atau sedikit asam dalam kondisi anaerob karena dipengaruhi oleh *Saccharomyces cerevisiae*, maka 10% glukosa mampu direspirasi membentuk CO_2 dan memproduksi kandungan etanol tidak lebih dari 50%.



Gambar 2. Proses Fermentasi

Larutan hasil proses hidrolisis ditambahkan starter dengan komposisi *yeast* 4 gr, Urea 15 gr, pupuk NPK 45 gr ke dalam tangki fermentor. Proses fermentasi berlangsung selama 14 hari dengan dijaga pH 4 – 4,5 dan diamati setiap harinya kadar etanol menggunakan alkoholmeter.

Proses yang terakhir adalah proses distilasi atau pemurnian. Tujuan dari proses distilasi adalah untuk memurnikan alkohol hasil fermentasi sehingga didapatkan kadar bioetanol yang tinggi. Proses distilasi dilakukan sebanyak dua kali percobaan dikarenakan hasil pada distilasi I kadar bioetanol masih rendah yakni dibawah 70%. Pada proses distilasi kedua didapatkan kadar bioetanol sebesar 95,66% berdasarkan analisa GC-MS.



Gambar 3. Proses Distilasi

Tabel 2.

Kadar etanol distilasi I

Hari	Kadar distilat (K1) (%)	Kadar distilat (K2) (%)	Kadar distilat (K3) (%)
1	23	23	22
2	23	23	23
3	23	23	23
4	32	32	31
5	32	32	32
6	30	30	30
7	31	30	30
8	33	32	33
9	30	30	29
10	32	32	31
11	31	31	31
12	28	28	28
13	25	25	24
14	26	26	26

Dapat dilihat bahwa kadar distilat limbah kulit kering meningkat di hari ke-4, dengan kadar alkohol 32%. Tahap selanjutnya adalah sampel pada hari ke 4 di distilasi ulang agar kadar alkohol tinggi, yang kemudian akan dianalisa dengan GC-MS didapatkan kadar bioetanol sebesar 95,66 %. Berikut adalah hasil analisis GC-MS pada tabel 3.

Tabel 3.
 Komposisi Bioetanol Kulit Nanas Madu Kering

#	Peak R.Time	Area	Area (%)	Height	Name
1	1,238	81.413.633	95,66	22.945.061	Ethanol (CAS)
2	2,599	2.729.948	3,21	1.477.274	1-Butanol,3-methyl-
3	2,652	960.326	1,13	647.979	1-Butanol, 2-methyl-(CAS)
Total		85.103.907	100	25.070.314	

Fermentasi pada limbah kulit nenas madu kering diperoleh kadar etanol 95,66 % pada waktu fermentasi selama 4 hari. Kulit nenas madu dapat dimanfaatkan menjadi energi pilihan lain dikarenakan mengandung selulosa 14% dan hemiselulosa 20,2% per 100 gram berat (Cassabar, 2019).

Bioetanol digunakan sebagai bahan bakar alternatif selain kadar diatas 70%. Bioetanol juga harus dapat terbakar. Uji nyala bioetanol dilakukan dengan cara membakar sampel bioetanol dengan menggunakan api.



Gambar 4. Uji Nyala



Gambar 5. Hubungan Waktu Fermentasi-Kadar Alkohol Disilasi

Pada gambar 5 menunjukkan bahwa kadar distilat tertinggi pada hari ke-4 sebesar 32%. Kemudian terjadi penurunan pada hari 6-14, sesuai dengan teori fermentasi pertumbuhan mikroba yang akan melambat dan pada akhirnya akan mati (Judoamidjojo,1990). Uji t-test adalah metode pengujian hipotesis perbandingan rata-rata dua sampel bila datanya berbentuk interval atau ratio. Pada penelitian ini dilakukan pengujian t-test untuk beberapa hipotesis :

- 1) H_0 = Tidak terdapat pengaruh waktu fermentasi (C) terhadap kadar distilat limbah kulit kering (B).
- 2) H_1 = Terdapat pengaruh waktu fermentasi (C) terhadap kadar distilat limbah kulit kering (B).

Berdasarkan analisa t-test menggunakan program SPSS V.20 Diketahui nilai Sig untuk pengaruh C terhadap B didapatkan nilai $0,303 > 0,005$ dan nilai t hitung $1,203 < t \text{ tabel} = 1,203 < 2,023$. Karena nilai t hitung < daripada t tabel maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, artinya tidak terdapat pengaruh waktu fermentasi (C) terhadap kadar alkohol distilat limbah kulit kering (B).

Berdasarkan analisa anova atau uji F didapatkan nilai F hitung dari SPSS adalah 1,643 dan F tabel adalah 3,23. Karena nilai F hitung < dari F tabel dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh waktu fermentasi terhadap kadar alkohol distilasi.

Tabel 4.

Potensi bioetanol limbah kulit kering nanas madu		
Proses	Jumlah	Volume
Preparasi	250 gr	-
Fermentasi	2.000 ml	-
Distilasi I	300 ml	15%
Distilasi II (Bioetanol)	45 ml	15%

Pada tabel 4 diketahui bahwa volume bioetanol yang didapatkan adalah 45 ml dengan kadar 95,66 %.

5. KESIMPULAN

Limbah kering kulit nanas madu terbukti efektif digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol dengan kadar alkohol yang didapatkan tinggi sebesar 95,66 % dan volume bioetanol yang didapatkan adalah 45 mL.

Daftar Pustaka

- Andaka, Ganjar. (2010). Pemanfaatan Limbah Kulit Nanas Untuk Pembuatan Bioetanol Dengan Proses Fermentasi. Jurusan Teknik Kimia Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta.
- Arlianti, Lily. (2018). Bioetanol Sebagai Sumber Green Energy Alternatif yang Potensial di Indonesia . Jurusan Teknik Kimia Universitas Islam Syekh Yusuf.
- Aurand, L.W and A.E. Woods. (1973).FoodChemistry. The AVI PublishingCompany, Inc. Westport, Connecticut.
- Bardiya, N., Somayaji, D., & Khanna, S. (1996). Biomethanation of banana peel and pineapple waste. Bioresource Technology, 58(1), 73–76. doi:10.1016/s0960-8524(96)00107-1
- Casabar.,JenniferT.Yuwalee Unpaprom.,and Rameshprabu Ramaraj. (2019). Fermentation Of Pineapple Fruit Peel Wastes For Bioethanol Production. Journal Spring Nature 2019.

- Eni R., W. Sari, Rosdiana Moeksin. (2015). Pembuatan Bioetanol Dari Air LimbahCucianBeras Menggunakan Metode HidrolisisEnzimatik Dan Fermentasi. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
- Fardiaz, S. (1987). Fisiologi Fermentasi Bogor.Pusat Antar Universitas IPB.
- Fikania, Deska. (2017).Pengaruh Perbandingan Buah Nanas Madu Dengan Sukrosa Dan Suhu Inkubasi Terhadap Karakteristik Starter Alami Nanas Madu (Ananas Comosus L)
- Judoamidjojo, M. (1990). Teknologi fermentasi. IPB-Press: Bogor.
- Loupatty, V. D. (2014). Pemanfaatan Bioetanol Sebagai Sumber Energi Alternatif Pengganti Minyak Tanah. Majalah Biam.
- Moede, F. H., Gonggo, S. T., & Ratman, R. (2017). Pengaruh Lama Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol dari Pati Ubi Jalar Kuning (Ipomea batata L). Jurnal Akademika Kimia. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2017.v6.i2.9238>
- Prescott, Samuel Cate , Cecil Gordon Dunn. (1959). Industrial microbiology. New York : McGraw-Hill.
- Rahmawati, A. (2010). Pemanfaatan limbahkulit ubi kayu (manihot utilissima pohl.) dankulit nanas (ananas comosus l.) pada produksibioetanol menggunakanaspergillus niger (Skripsi Jurusan Biologi), Universitas Sebelas Maret Surakarta, FakultasMatematika danIlmu Pengetahuan Alam:
- Sunardi. (2006).Pengaruh Waktu Fermentasi terhadap kadar etanol pada pembuatan bioetanol dari ampas tahu. Jurnal Kimia dan Teknologi . Volume 5 No.2.
- Susanti, A. D. (2013) Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Nanas Melalui Hidrolisis Dengan Asam.Ekuilibrium.doi: 10.20961/ekuilibrium.v12i1.2170.
- Waluyo, S. (1984). Beberapa Aspek Tentang Pengolahan Vinegar. Jakarta : Dewa Rucci Press.
- Wijana, S., Kumalaningsih, Setyowati, A., Efendi, U., dan Hidayat, N., (1991). Optimalisasi Penambahan Tepung Kulit Nanas dan Proses Fermentasi pada Pakan Ternak terhadap Peningkatan Kualitas Nutrisi, ARMP (Deptan). Universitas Brawijaya, Malang.
- Wijaya, Karna. (2017). Peran Riset Biofuel Sebagai Energi Baru Dan Terbarukan Untuk Penguatan Literasi Kimia Di Indonesia. UGM.