
Produksi Bioethanol Berbasis Nira Sorgum Manis (*Sorghum Bicolor*) Melalui Rekayasa Bioproses Pada Kultivasi Batch dan Destilasi Satu Tahap***Bioethanol-based production of Nira Sorghum Manis (*Sorghum Bicolor*) through bioprocess Engineering on Batch cultivation and one stagedistillation***Grace Ananda ⁽¹⁾, M.Saleh ⁽¹⁾, Rosalia Sira Sarungallo ⁽¹⁾.Program Studi Teknik Kimia ⁽¹⁾Fakultas Teknik ⁽¹⁾Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar ⁽¹⁾

Email: salehsalma058@gmail.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini secara umum adalah untuk mendapatkan teknologi proses produksi bioethanol yang produktif dan efisien melalui rekayasa bioproses produksi bioethanol dari nira sorgum manis (*Sorghum bicolor*) menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* pada kultivasi *batch*. Penelitian ini secara khusus bertujuan untuk; menentukan konsentrasi gula dan bioethanol pada akhir fermentasi untuk nira sorgum manis dengan pengepressan dan ekstraksi; menentukan optimasi tinggi kolom (volume destilat) bioethanol alat destilasi terhadap yield dan rendamen.

Nira sorgum manis (*Sorghum bicolor*) berpotensi sebagai bahan baku produksi bioethanol. Dalam penelitian ini varietas yang digunakan adalah Sorghum manis Super 1, dengan kandungan gula brix sebesar 6 % melalui tahap pengepressan batang sorgum dan 3 % melalui tahap ekstraksi batang sorgum. Adapun kadar bioethanol yang didapatkan setelah fermentasi adalah 19 % pada proses pengepressan dan 10% pada proses ekstraksi.

Berdasarkan hasil kajian yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa : Konstentrasi bioethanol tertinggi yaitu hasil destilasi dengan menggunakan tinggi kolom 44 cm (alat destilasi biasa) yaitu sebesar 75% dari hasil pengepressan. Rendamen bioethanol tertinggi adalah 0,722360% dengan menggunakan tinggi kolom 44cm (destilasi biasa). Yield bioethanol adalah 4,3% dengan menggunakan tinggi kolom 44cm (destilasi biasa)

Kata Kunci : Bioethanol, Destilasi, Fermentasi Batch, Sorghum Mani.s**Abstract**

The purpose of this research in general is to obtain a productive and efficient bioethanol production process technology through bioethanol production engineering of the Sweet sorghum Nira (*Sorghum bicolor*) using *Saccharomyces cerevisiae* in Batch cultivation. This research is specifically aimed at; Determining the concentration of sugar and bioethanol at the end of fermentation to nira sorghum sweetened with presses and extraction; Determine the optimization of the column height (the volume Destilat) bioethanol distillation tool against the yield and rendament.

Nira Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor*) potentially as the raw material of bioethanol production. In this study the varieties used were sweet Sorghum Super 1, with a brix sugar content of 6% through the stage of pressing of the sorghum stem and 3% through the extraction stage of the sorghum rod. The level of bioethanol obtained after fermentation is 19% in the pressing process and 10% in the extraction process.

Based on the results of studies that have been done in this study, it can be concluded that: the highest bioethanol summation is the result of distillation by using a column height of 44 cm (ordinary distillation apparatus) of 75% of the pressing result. The highest bioethanol rendament is 0.722% by using a column height of 44cm (ordinary distillation). Bioethanol Yield is 4.3% by using a column height of 44cm (ordinary distillation)

Keywords: Bioethanol, distilled, batch fermentation, sweet sorghu

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris, kehidupan sebagian besar masyarakatnya ditopang oleh hasil - hasil pertanian dan pembangunan disegala bidang industri jasa maupun industri pengolahan bahan baku menjadi bahan jadi. Proses pembangunan di Indonesia mendorong tumbuhnya industri yang berbahan baku hasil pertanian (agroindustri). Perkembangan industri pangan tersebut banyak mendatangkan keuntungan bagi masyarakat maupun pemerintah, namun juga diiringi dengan timbulnya beberapa permasalahan baru diberbagai sektor (Nurdyastuti, 2008).

Kebutuhan akan sumber energi semakin meningkat seiring dengan perkembangan zaman. Namun hal tersebut tidak di imbangi dengan ketersediaan sumber energi yang ada. Manusia masih sangat bergantung dengan bahan bakar minyak sebagai sumber energi. Minyak bumi terus - menerus dicari dan diambil demi memenuhi kebutuhan, akibatnya persediaan minyak bumi menurun, krisis energi terjadi pada saat ini. Untuk mengantisipasinya, manusia beralih kepada bioenergi, yakni sumber energi yang dihasilkan oleh tanaman. Tetapi sering kali pengadaan bioenergi tak sejalan dengan pengadaan kebutuhan pangan. Pengadaan bioenergi sering disebut - sebut sebagai salah satu penyebab krisis pangan (Rahmi, 2007).

Salah satu jenis bahan bakar nabati yang sudah lama dikembangkan untuk menggantikan bahan bakar minyak (BBM) adalah bioetanol yang dibuat dari biomassa (tanaman) melalui proses biologi (fermentasi). Bioetanol dapat dengan mudah diproduksi dari tanaman - tanaman yang mengandung gula. Diantaranya tetes tebu, nira bergula, sagu, jagung dan singkong. Dari berbagai jenis tanaman yang dapat dijadikan sebagai sumber bahan baku bioetanol, salah satu diantaranya adalah tanaman sorgum manis (*sweet sorghum*), (Tati, 2003).

Adapun Tujuan Penelitian sebagai berikut:

1. Menentukan konsentrasi gula dan bioetanol pada akhir fermentasi untuk nila sorgum manis dengan pengepresan dan ekstraksi.
2. Menentukan optimasi tinggi kolom (volume destilasi) alat destilasi terhadap yield dan randemen.

Teori

Tanaman Sorgum

Sorgum Manis merupakan tanaman asli dari wilayah - wilayah tropis dan subtropis di bagian Pasifik tenggara dan Australia, wilayah yang terdiri dari Australia, Selandia Baru dan Papua. Sorgum merupakan tanaman dari keluarga *Poaceae* dan marga *Sorghum*. Sorgum sendiri memiliki 32 spesies. Diantara spesies - spesies tersebut, yang paling banyak dibudidayakan adalah spesies *Sorghum bicolor (japonicum)*. Tanaman ini sekeluarga dengan tanaman sereal lainya seperti padi, jagung dan gandum serta tanaman lain seperti bambu dan tebu. Dalam taksonomi, tanaman - tanaman tersebut tergolong dalam satu famili besar *Poaceae* yang juga sering disebut sebagai *Gramineae* atau rumput - rumputan (Daru, 2003).

Sorgum manis atau *sweet sorghum* bukan hanya merupakan salah satu dari lima tanaman utama penghasil biji - bijian di dunia, tetapi juga menawarkan diversifikasi usaha yang sangat luas. Sorgum manis juga merupakan salah satu tanaman yang digunakan untuk rehabilitasi lahan yang sangat efektif dan efisien. Sorgum manis termasuk tanaman yang masih baru di Indonesia. Oleh karena itu, budidaya serta cara pemanfaatannya masih perlu dikaji secara mendalam agar dapat memberikan manfaat yang sebesar - besarnya (Tati, 2003).

Di dunia, sorgum sebagai pangan menduduki urutan ke lima setelah beras, gandum, jagung, dan *barley*, sedang di USA menduduki urutan ke tiga setelah gandum dan *barley*. Dengan demikian pada dasarnya sorgum telah menjadi komoditas penting untuk dikembangkan sebagai pangan, terutama pada lahan - lahan kering ketika sudah tidak dapat ditanami padi atau jagung. Di Indonesia saat ini terdapat beberapa varietas sorgum yang dikembangkan. Total terdapat 9 jenis varietas yang dijadikan varietas sorgum unggulan Indonesia yaitu : UPCA, Keris, Mandau, Higari, Badik,

Gadam, Sangkur, Numbu dan Kawali (Supriyanto, 2010).

Karakteristik Sorgum Manis

Secara fisiologis, permukaan daun yang mengandung lapisan lilin dan sistem perakaran yang ekstensif, *fibrous* dan dalam, cenderung membuat tanaman sorgum efisien dalam absorpsi dan pemanfaatan air. Berdasarkan bentuk malai dan tipe *spikelet*, sorgum diklasifikasikan ke dalam 5 ras yaitu ras *Bicolor*, *Guenia*, *Caudatum*, *Kafir*, dan *Durra*. Ras *Durra* yang umumnya berbiji putih merupakan tipe paling banyak dibudidayakan sebagai sorgum biji (*grain sorghum*) dan digunakan sebagai sumber bahan pangan. Diantara ras *Durra* terdapat varietas yang memilikibatang dengan kadar gula tinggi disebut sebagai sorgum manis (*sweet sorghum*). Sedangkan ras -ras lain pada umumnya digunakan sebagai biomasa dan pakan ternak (Soeranto, 2002).

Keistimewaan dari tanaman sorgum memiliki kemampuan untuk tumbuh kembali setelah dipotong atau dipanen disebut *ratoon*, setelah panen akan tumbuh tunas - tunas baru yang tumbuh dari bagian batang di dalam tanah, oleh karena itu pangkasannya harus tepat di atas permukaan tanah. *Ratoon* sorgum dapat dilakukan 2 - 3 kali, apabila dipelihara dan dipupuk dengan baik, hasil *ratoon* dapat menyamai hasil panen pertama (Tati, 2003).

Sorgum merupakan tanaman yang proses budidayanya mudah dengan biaya yang relatif murah, dapat ditanam monokultur maupun tumpangsari, produktifitas sangat tinggi. Selain itu tanaman sorgum lebih resisten terhadap serangan hama dan penyakit sehingga resiko gagal relatif kecil (Rahmi, 2007)

Rata - rata sorgum memiliki tinggi 2,6 sampai 4 meter. Pohon dan daun sorgum sangat mirip dengan jagung. Pohon sorgum tidak memiliki kambium. Jenis sorgum manis memiliki kandungan yang tinggi pada batang gabusnya sehingga berpotensi untuk dijadikan sebagai sumber bahan baku gula sebagaimana halnya tebu. Daun sorgum berbentuk lurus memanjang. Biji sorgum berbentuk bulat dengan ujung mengerucut, berukuran diameter + 2 mm (Rahmi, 2007).

Metode Penelitian (TNR, 10 pt, bold)

Bagian ini berisi bagaimana data dikumpulkan, sumber data dan cara analisis data.

Menurut (USDA, 2008), Sorgum manis (*Sorghum bicolor* (L) Moench) kedudukannya dalam ilmutaksonomi tumbuhan adalah:

Sorgum Manis (*Sorghum bicolor* (L) Moench)

Klasifikasi :

Kingdom	: Plantae (Tumbuhan)
Subkingdom	: Tracheobionta (Tambahan berpembuluh)
SuperDivisi	: Spermatophyta (Menghasilkan biji)
Divisi	: Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Class	: Liliopsida (Berkeping satu/monokotil)
Sub class	: Commelinidae
Ordo	: Poales
Famili	: Poaceae (Suku rumput-rumputan)
Genus	: Sorghum
Spesies	: <i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench

Pemanfaatan Sorguma

1. Sorgum sebagai bahan pangan
2. Sorgum sebagai bahan baku minuman
3. Sorgum sebagai pakan

Bioetanol

Bioetanol merupakan produk fermentasi yang dapat dibuat dari substrat yang mengandung karbohidrat (gula, pati, atau selulosa). Koesoemadinata (2001) menuliskan bahwa bioetanol merupakan senyawa organik yang dapat terus menerus diproduksi secara fermentasi maupun sintesis kimiawi. Bioetanol atau etil alkohol (C₂H₅OH) sering pula disebut grain alkohol atau alkohol, berupa cairan bening tak berwarna, mempunyai bau yang khas, alkohol mudah terbakar dengan memberi nyala berwarna biru dan tak berasap

(Wresniwiro, 1999). Selain itu juga bioetanol merupakan senyawa yang terurai secara biologis (*biodegradable*), toksisitas rendah dan tidak menimbulkan polusi udara yg besar bila bocor. Berat jenis alkohol pada 15°C adalah 0,7937 dan titik didihnya 78,32°C pada tekanan 76 mmHg. Larut dalam eter dan mempunyai panas pembakaran 328 kcal, (Didu, 2010).

Bioetanol umumnya digunakan dalam industri sebagai bahan baku industri turunan alkohol, campuran untuk minuman keras seperti sake dan gin, dan bahan baku farmasi dan kosmetik. Berdasarkan kadar alkoholnya, bioetanol terbagi menjadi tiga grade yaitu grade industri dengan kadar alkohol 90-94%, netral dengan kadar alkohol 96-99,5% umumnya digunakan untuk minuman keras atau bahan baku farmasi, dan grade bahan bakar dengan kadar alkohol diatas 99,5-100% (Hambali *et al.* 2007). Penggunaan bioetanol yang terbanyak adalah sebagai pelarut sebesar 40%, untuk membuat asetaldehid 36%, dan untuk penggunaan secara kimiawi yang lain 15%, serta eter, glikol eter, etil asetat dan kloral 9% (Judoamidjojo, 1990). Selain itu juga kita mengenal dengan minuman beralkohol, bahkan ada jenis-jenis makanan yang mengandung alkohol. Tape juga terbuat dari singkong mengandung alkohol. Alkohol yang sering kita jumpai sebenarnya merupakan senyawa bioetanol. Sifat khas senyawa ini bisa mempengaruhi susunan saraf pusat, dan jika diminum dalam jumlah yang banyak, akan membuat kita tidak sadar atau mabuk (Widianarko, 2002).

Bioetanol dapat dibuat dari bahan baku tanaman yang mengandung pati, gula dan tanaman berserat, yaitu: tanaman berpati: ubi kayu, jagung, sorgum, sagu, tanaman bergula: tebu, sorgum manis, bit, tanaman berserat: jerami, ampas gergaji, ampas tebu, ampas batang sorgum. Bahan baku untuk pembuatan bioetanol dari tanaman sorgum berkompetisi dengan tanaman yang biasa dibudidayakan dan dapat dijadikan bahan baku bioetanol, hal ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Beberapa Tanaman Penghasil Bioetanol

Tanaman	Bagian yang diolah	Bioetanol (ha/tahun)	Habitat
Ubi Kayu	Umби	4000 – 4500	Lahan kering tropis
Jagung	Biji	5000 – 6000	Lahan Kering
Sorgum	Biji	3000 – 4000	Lahan Kering
Sorgum manis	Batang	5000 – 6000	Lahan Kering
Sorgum manis	Biji	1000	Lahan Kering
Tebu	Batang	5000 – 6000	Lahan basah-kering

Sumber: Yudiarto (2006)

Proses Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu proses perubahan kimia pada substrat organik melalui kegiatan katalis biokimia yang dikenal sebagai enzim dan dihasilkan oleh jenis mikroba spesifik (Prescott dan Dunn, 1981)

Etil alkohol (CH₃CH₂OH) atau bioetanol sering disebut sebagai alkohol untuk menunjukkan sumber bahan baku yang digunakan atau tujuan umum penggunaannya. “Grain alcohol” adalah bioetanol yang dibuat dari biji-bijian seperti jagung, gandum atau beras. “Industrial alcohol” adalah bioetanol yang dipakai untuk tujuan-tujuan industri (Prescott dan Dunn, 1981). Menurut Dellweg (1983), secara sederhana proses fermentasi alkohol dari bahan baku yang mengandung gula (glukosa) terlihat pada reaksi berikut :



Dari reaksi di atas, 70% energi bebas yang dihasilkan dibebaskan sebagai panas dan secara teoritis 51,5% karbohidrat diubah menjadi bioetanol dan 48,9% menjadi CO₂.

Metode Penelitian

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini berlangsung pada bulan Mei hingga Juli 2019. Pengambilan sampel dilakukan di Kebun Percontohan, Bonto Bili. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Program Studi Teknik Kimia UKI Paulus Makassar dan beberapa laboratorium lain.

Alat dan Bahan :

Alat yang digunakan antara lain : botol fermentor 2 liter, refraktometer, neraca analitik, gelas piala 600 ml, gelas piala 100 ml, erlemeyer asah 250 ml, pipet volume 25 ml, pipet skala 25 ml, labu ukur 250 ml, labu ukur 100 ml, buret, statif & klem, corong, pipet tetes, hotplate serta pendingin kapiler, serta alat utama yang digunakan adalah satu unit alat destilasi satu tahap.

Bahan baku utama dalam penelitian ini adalah batang sorgum manis galur varietas Super I, adapun bahan penunjang berupa *Saccharomyces cerevisiae* dan Aquades.

Prosedur Penelitian :

Penelitian yang akan dilakukan untuk produksi bioetanol dari nira sorgum manis meliputi 3 (tiga) tahap yaitu: (1) Persiapan bahan baku, yaitu pengambilan bahan baku, pembersihan, pengepresan dan ekstraksi batang sorgum manis. (2) Proses fermentasi kultivasi pada sistem batch (3) Proses destilasi satu tahap.

Tahap I : Persiapan bahan baku, meliputi pengambilan bahan baku, pembersihan, pengepresan dan ekstraksi batang sorgum manis

Tahap ini dimulai dengan proses pengambilan batang sorgum manis di Kebun Percontohan, Bontobili, dibersihkan, dan dilanjutkan pengepresan dan ekstraksi untuk mendapatkan nira sorgum.

Untuk proses pengepresan, 1 batang sorgum manis yang baru panen ditimbang dan diambil niranya dengan alat pengepresan. Untuk proses ekstraksi, 1 batang sorgum manis ditimbang, kemudian dipotong-potong dan dihancurkan dengan blender. Selanjutnya direndam dengan 1000 ml aquades hangat ($\pm 70^{\circ}\text{C}$) selama 10 menit, lalu dipisahkan antara filtrate (nira) dan ampasnya. Selanjutnya nira yang dihasilkan dari kedua perlakuan tersebut, dianalisis kadar gula Brix.

Tahap II : Proses fermentasi kultivasi pada sistem batch (Optimasi kondisi kultivasi pada sistem batch)

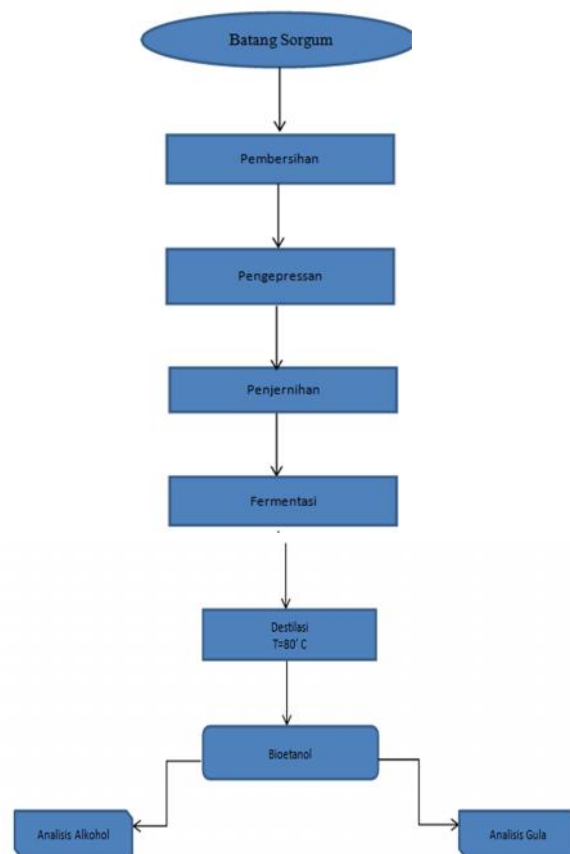
Tahap ini bertujuan untuk melangsungkan proses fermentasi dengan aerasi dan stop aerasi. Sebanyak 8 L nira dipanaskan pada temperature $70-80^{\circ}\text{C}$ selama 20 menit, setelah dingin dimasukkan dalam bioreactor yang telah di sterilkan. Tahap

berikutnya adalah inokulasi ke dalam bioreaktor yang telah dilengkapi dengan sistem aerasi. Mula-mula fermentasi berlangsung secara aerobik dengan aerasi, setelah mencapai keadaan biomassa yang maksimum (18 jam), aerasi dihentikan.

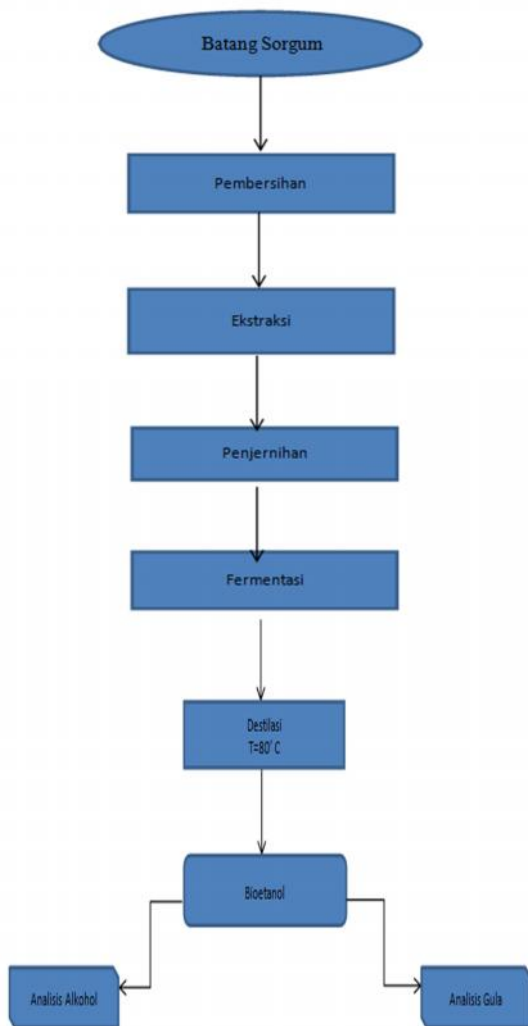
Tahap III : Proses destilasi satu tahap

Langkah – langkah proses destilasi satu tahap yang akan dilakukan selama penelitian yaitu ; pengecekan alat destilasi, dan merakit alat destilasi, Masukkan larutan Crude ke dalam boiler. Nyalakan kompor, kemudian perhatikan temperatur kolom, dijaga konstan pada variasi temperatur yang telah ditentukan yaitu 75°C dan 80°C , dan tinggi kolom 150cm, 175cm, dan 200cm. Destilat yang diperoleh ditampung di dalam botol yang ditutup rapat. Ukur kadar bioetanol destilat dan sisa larutan fermentasi.

• Blok diagram alir



Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Pembuatan Bioeta



Hasil

Batang sorgum varietas Super 1 dipanen di Kebun Percontohan Bonto Bili, Gowa. Setelah proses pengambilan batang sorgum manis kemudian dibersihkan, dan dilanjutkan pengepresan dan ekstraksi untuk mendapatkan nira sorgum. Hasil pengepresan dari 3,578 kg batang sorgum diperoleh 1 liter nira dengan kadar gula brix nira sebesar 12%. Pada proses ekstraksi diperoleh kadar gula brix nira sebesar 12% dari 3 kg batang sorghum diperoleh 800 ml nira.

Nira hasil pengepresan dan ekstraksi selanjutnya di Fermentasi, diawali dengan pembuatan starter untuk perbanyakan dan adaptasi mikroorganisme menggunakan ragi roti merk Fermipan sebanyak 9 gram dalam 1 liter nira yang steril (nira yang telah dipanaskan pada suhu 75 °C, dan dipanaskan selama 25 menit), kemudian didiamkan selama 24 jam. Proses fermentasi dilakukan dengan memasukkan Nira steril sebanyak 8 Liter kedalam Fermentor, kemudian ditambahkan Inokulum (Starter) sebanyak 1 liter dengan metode Aerasi dan Stop Aerasi pada 18 jam pertama fermentasi . Fermentasi dilakukan hingga kada gula brix konstan.

Setelah proses fermentasi selesai, dilanjutkan dengan pemurnian bioethanol dengan melakukan proses destilasi. Adapun proses destilasi dilakukan dengan menggunakan alat destilasi variasi tinggi kolom. Tinggi kolom yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 150 cm, 175 cm, dan 200 cm. Adapun data hasil fermentasi nira sorgum manis, yaitu kadar gula brix dan kadar alkohol selama proses fermentasi berlangsung disajikan pada Tabel 4.1

Tabel 4.1. Data hasil fermentasi pengepresan nira sorgum manis

No.	Waktu Fermentasi(jam)	Kadar Gula Brix (%)	Kadar Bioetanol(%)
1.	0	12	0
2.	6	10	5
3.	12	10	9
4.	18	8	14
5.	24	6	17
6.	30	6	19

Tabel 4.2. Data hasil fermentasi ekstraksi nira sorgum manis

No.	Waktu Fermentasi(jam)	Kadar Gula Brix (%)	Kadar Bioetanol(%)
1.	0	12	0
2.	6	8	10
3.	12	8	10
4.	18	6	10
5.	24	6	10

Proses destilasi dilakukan untuk mendapatkan bioethanol yang lebih murni. Larutan hasil fermentasi (*crude*) sebanyak 1,4 liter didestilasi dengan menggunakan alat destilasi dengan Variasi tinggi kolom 150cm , 175 cm dan 200 cm .

Tabel 4.3 Hasil destilasi dengan alat destilasi variasi tinggi kolom

Sampel	150 cm		175 cm		
	Kadar Brix Gula	Kadar bioetanol	Volume destilat (ml)	Kadar Brix Gula	Kadar bioetanol
Nira hasil Press	10	27	24	-	-
Nira hasil Ekstrak	8	15	17	-	-

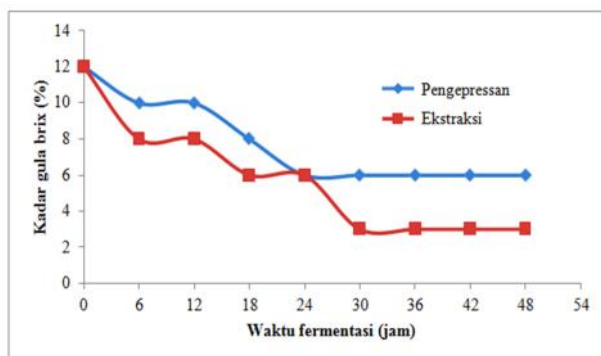
Tabel 4.4 Hasil destilasi dengan alat destilasi biasa dengan tinggi kolom 44 cm

Samuel	Volume Larutan	Kadar Gula (%)		Kadar Alkohol (%)		Volume destilat (ml)
	Fermentasi (ml)	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	
Nira nasi						
Press	750	6	19	19	75	43
Nira hasil Ekstraksi	750	3	17	10	65	35

Pembahasan

Penentuan konsentrasi gula pada akhir fermentasi untuk nira sorgum manis dengan pengepresan dan ekstraksi

Bioetanol sebagai produk fermentasi nira sorgum manis diperoleh dari konversi glukosa menggunakan mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae*. Glukosa digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan dan pembentukan bioetanol. Data penurunan konsentrasi glukosa dari nira sorgum manis selama fermentasi berlangsung disajikan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Grafik penggunaan glukosa selama proses fermentasi

Substrat fermentasi diperoleh dari proses pengepresan dan ekstraksi yang mengandung glukosa dengan konsentrasi awal glukosa 12 %, dengan waktu fermentasi selama 48 jam. Konsentrasi glukosa dari substrat ekstraksi dalam 6 jam inkubasi lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi glukosa dari substrat pengepresan, dan pada 24 jam inkubasi konsentrasi glukosa kedua substrat mencapai 6 %. Pada jam ke 30 hingga ke 48, konsentrasi glukosa substrat pengepresan tidak

mengalami penurunan dan konstan pada nilai 6 %, sedangkan konsentrasi glukosa substrat ekstraksi mengalami penurunan hingga mencapai 3 % (Gambar 4.1).

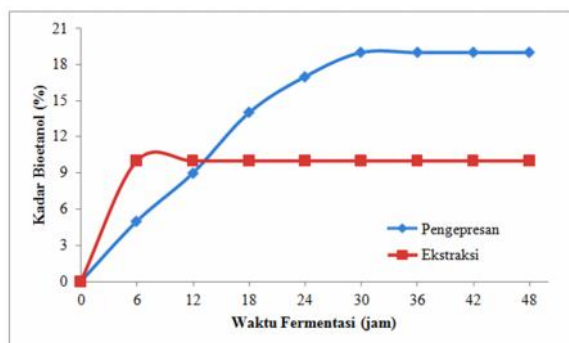
Penentuan konsentrasi bioethanol pada akhir fermentasi untuk nira sorgum manis dengan pengepresan dan ekstraksi

Bioetanol merupakan produk fermentasi yang dapat dibuat dari substrat yang mengandung karbohidrat. Fermentasi bioetanol terjadi pada kondisi anaerob dengan menggunakan khamir tertentu yang dapat mengubah glukosa menjadi etanol melalui tahap glikolisis. Dari satu molekul glukosa akan terbentuk 2 molekul etanol dan 2 molekul CO₂, sehingga berdasarkan bobotnya, secara teoritis 1 gram glukosa akan menghasilkan 0,51 gram etanol. Hal ini sesuai dengan persamaan berikut (Judoamidjojo, 1990).



Dengan adanya oksigen beberapa mikroorganisme mencerna glukosa, karbon dioksida dan sejumlah besar energi yang digunakan untuk tumbuh (Buckle *et.al*, 2007). Pembentukan alkohol dilakukan dalam kondisi anaerob oleh *Saccharomyces cerevisiae* yang merupakan jenis mikroba fakultatif anaerob. Mikroba tersebut mempunyai dua mekanisme dalam mendapatkan energi. Jika ada udara, maka energi atau tenaga diperoleh melalui respirasi aerob, hal tersebut tidak digunakan dalam pembentukan alkohol melainkan untuk pertumbuhan dan perkembangan sel. Sedangkan tenaga yang diperoleh melalui respirasi anaerob sebagian digunakan untuk pembentukan alkohol (Judoamidjojo *et.al*, 1990).

Data kenaikan konsentrasi bioethanol dari nira sorgum manis selama fermentasi berlangsung disajikan pada Gambar 4.2



Gambar 4.2. Grafik kenaikan Bioethanol selama proses fermentasi

Kadar bioethanol saat awal melakukan destilasi adalah 0 % , dimana waktu fermentasi dilakukan selama 48 jam. Konsentrasi bioethanol untuk proses pengepressan pada 6 jam pertama memiliki nilai yang lebih besar daripada kadar bioethanol untuk proses ekstraksi dimana kadar bioethanol untuk pengepressan sebesar 5 % dan untuk ekstraksi sebesar 10%. Pada jam ke 12, konsentrasi bioethanol pada proses pengepressan mengalami peningkatan sebesar 9%, sedangkan pada proses ekstraksi tidak mengalami perubahan konsentrasi bioethanol yaitu konstan pada nilai 10% hingga jam ke 48. Adapun kadar bioethanol pada proses pengepressan masih mengalami kenaikan hingga jam ke 30 yaitu sebesar 19% , kemudian mengalami kadar bioethanol konstan hingga jam ke 48 .

Pengaruh Tinggi Kolom Alat Destilasi Terhadap Konsentrasi Bioethanol yang Dihasilkan

Variabel proses seperti suhu, tekanan, laju alir, level, dan komposisi harus dipantau dan dikendalikan di semua proses destilasi. Variabel proses ini dalam sistem destilasi saling mempengaruhi, dimana perubahan dalam satu variabel proses akan menghasilkan perubahan pada variabel proses lainnya. Dengan demikian, dalam kontrol kolom perlu juga diperhatikan seluruh kolom dan tidak fokus pada bagian tertentu saja. Faktor yang berpengaruh pada proses destilasi adalah jenis bahan yang didestilasi, temperatur, volume bahan, tinggi kolom dan waktu destilasi. Namun faktor yang paling berpengaruh adalah tinggi dan temperatur kolom. Dalam penyulingan, campuran zat dididihkan sehingga menguap, dan kemudian uap ini didinginkan kembali dalam bentuk cairan. Zat yang memiliki titik didih lebih

rendah akan menguap lebih dulu. Memperluas permukaan zat cair maka akan mempercepat proses penguapan, karena semakin besar permukaannya maka semakin banyak juga molekul-molekul zat cair yang ada di permukaan. Begitupun sebaliknya semakin kecil luas permukaannya maka semakin lama proses penguapannya karena molekul yang berada dibawah harus bergantian karena luas permukaan atasnya terlalu sempit. Metode ini merupakan termasuk unit operasi kimia jenis perpindahan massa. Penerapan proses ini didasarkan pada teori bahwa pada suatu larutan, masing-masing komponen akan menguap pada titik didihnya. Proses perpindahan massa merupakan salah satu proses yang cukup penting (Lestari, 2010).

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan tinggi kolom pada destilasi terhadap konsentrasi bioethanol dari nira sorgum manis. Berdasarkan Tabel 4.3 dapat dijelaskan bahwa pada tinggi kolom 150 cm untuk proses pengepressan dapat menghasilkan volume destilat sebanyak 24 ml, kadar gula brix sebesar 10 % dan kadar bioethanol adalah 27 %, sedangkan pada proses ekstraksi sebanyak 17 ml destilat, dengan kadar gula brix sebesar 8% dan kadar bioethanol sebesar 15%. Proses destilasi ini memakan waktu selama 38 menit untuk nira hasil ekstraksi dan 42 menit untuk nira hasil pengepressan dengan tekanan 0,2 atm .

Destilasi kemudian dilanjutkan dengan menggunakan tinggi kolom 175cm dan 200 cm. Namun, dalam proses destilasi dengan tinggi kolom 175cm dan 200 cm dilakukan, alat destilasi tidak mengeluarkan destilat sama sekali. Adapun proses destilasi pada tinggi kolom 175 cm dan 200 cmsudah berjalan pada menit ke 64 dan 73 tetapi tidak menghasilkan destilat. Setelah melakukan penelitian, penulis menyimpulkan bahwa alat destilasi pada variasi tinggi kolom tidak bekerja dengan baik karena masih kurangnya kesempurnaan desain alat destilasi, dimana salah satunya adalah luas permukaan tungku penangas sampel memiliki luas permukaan yang besar sedangkan kolom langsung berbentuk kecil, sehingga uap hasil nira yang dipanaskan tidak tersalurkan baik menuju kondensor.

Untuk lebih mengetahui kadar gula brix dan kadar bioethanol pada sampel nira hasil Pengepressan dan ekstraksi, penelitian pun dilanjutkan dengan destilasi pada alat destilasi biasa

dengan hasil yang tertera pada tabel 4.4. Pada table 4.4 , kadar gula brix dan kadar bioethanol padaproses pengepressan memiliki hasil yang lebih besar dibandingkan pada proses ekstraksi.

Pengaruh Optimasi Tinggi Kolom Destilasi (volume destilasi) Terhadap Rendemen Bioetanol yang Dihasilkan

Rendemen adalah perbandingan jumlah (kuantitas) produk yang dihasilkan dengan bahan baku. Semakin tinggi nilai rendemen maka semakin tinggi volume produk yang dihasilkan.

Proses pengambilan nira sorgum manis dilakukan dengan cara pengepresan dan ekstraksi batang sorgum manis. Diperlukan 3 kg batang sorgum manis untuk menghasilkan 800 ml nira.

Adapun hasil perhitungan rendemen dari proses destilasi nira sorgum manis dengan variasi tinggi kolom, proses fermentasi nira sorgum manis dengan metode sistem *batch* dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Hasil perhitungan rendemen sistem fermentasi *batch* dengan variasi tinggi kolom destilasi 150cm, dan 44cm (destilasi dengan alat biasa)

No.	Tinggi Kolom (cm)	Volume Destilat (ml)		Rendemen (%)	
		Pengepressan	Ekstraksi	Pengepressan	Ekstraksi
1	150	24	17	0,451	0,392
2	44	43	35	0,722	0,719

Berdasarkan Tabel 4.5. dapat dijelaskan bahwa hasil perhitungan rendemen terendah dihasilkan dari hasil ekstraksi pada proses destilasi dengan tinggi kolom presentase rendemen sebesar 0,722360 %.

Rusli (1979) menyebutkan bahwa semakin lama suatu bahan menerima panas, maka prosesdifusi akan semakin meningkat sehingga proses destilasi menjadi optimal dan presentase rendemen juga akan semakin meningkat. Semakin tinggi temperatur proses destilasi semakin cepat proses tersebut berlangsung sehingga volume destilat dan presentase rendemen yang diperoleh semakin bertambah (Geunther, 1987).

Pengaruh Optimasi Tinggi Kolom Destilasi (volume destilasi) Terhadap Yield Bioetanol yang Dihasilkan

Yield adalah perbandingan zat-zat produk. Misalnya zat A bereaksi membentuk zat B, zat C dan zat D. yield zat C adalah jumlah zat C terbentuk dibandingkan total jumlah yang terbentuk. Tabel 4.6. Hasil perhitungan Yield sistem fermentasi batch

dengan variasi tinggi kolom destilasi 150 cm, dan 44 cm (destilasi dengan alat biasa).

No.	Tinggi Kolom (cm)	Volume Destilat (ml)		Yield (%)	
		Pengepressan	Ekstraksi	Pengepressan	Ekstraksi
1	150	24	17	0,463	0,182
2	44	43	35	4,3	3,033

Berdasarkan Tabel 4.6. dapat dijelaskan bahwa nilai maksimal *yield* adalah 4,3% diperoleh dari hasil pengepressan pada proses destilasi dengan tinggi kolom 44 cm (destilasi biasa) dengan temperatur kolom destilasi 80 °C dengan volume destilat 43 ml sedangkan nilai minimum *yield* adalah 0,182 % diperoleh dari hasil ekstraksi pada proses destilasi dengan tinggi kolom 150 cm dengan temperature 80 °C dengan volume destilat 17 ml.

Kesimpulan

Nira sorgum manis (*Sorghum bicolor*) berpotensi sebagai bahan baku produksi bioetanol. Dalam penelitian ini varietas yang digunakan adalah Sorghum manis Super 1, dengan kandungan gula brix sebesar 6 % melalui tahap pengepressan batang sorgum dan 3 % melalui tahap ekstraksi batang sorgum. Adapun kadar bioethanol yang didapatkan setelah fermentasi adalah 19 % pada proses pengepressan dan 10% 150 cm dengan temperatur kolom o pada proses ekstraksi.

Berdasarkan hasil kajian yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Konstentrasi bioethanol tertinggi yaitu hasil destilasi dengan menggunakan tinggi kolom 44 cm (alat destilasi biasa) yaitu sebesar 75% dari hasil pengepressan ; dan kadar gula brix terendah yaitu hasil destilasi dengan menggunakan tinggi kolom 150 cm yaitu sebesar 8 % dari hasil ekstraksi
2. Rendemen bioetanol tertinggi adalah 0,72% dengan menggunakan tinggi kolom 44cm (destilasi biasa) ; dan hasil Yield bioetanol adalah 4,3% dengan menggunakan tinggi kolom 44cm (destilasi biasa).

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada institusi resmi atau perorangan sebagai penyandang dana atau telah memberikan kontribusi lain dalam penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. 2007. "Program Pengembangan Tanaman sorgum di Indonesia". Departemen Pertanian.
- [2] Endah R.D., Sperisa D., Adrian Nur, Paryanto. 2007. Pengaruh Kondisi Fermentasi Terhadap Yield Bioetanol pada Pembuatan Biobioetanol dari Pati Garut. Gema Teknik-nomor 2/Tahun X Juli 2007, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
- [3] Fardias, Srikandi. 1988. Fisiologi Fermentasi, Lembaga Sumber Daya Informasi-IPB,Bogor
- [4] Frazier W.C., Westhoff D.C. 1978. Food Microbiology 4th edition. Mc. Graw Hill Book. Publishing. Co. Ltd, New York.
- [5] Hambali, E., S. Mujdalipah, A.H. Tambunan, A.W. Pattiwiri, dan R. Hendroko. 2007.Teknologi Bioenergi. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- [6] Harisson J.S.,Graham J.C.J. 1970. Yeast in Distillery Practice. Academic Press, London
- [7] Hartoto L. 1992. Petunjuk Laboratorium Teknologi Fermentasi. Bogor: Depdikbud Pusat Antar Universitas Institut Pertanian Bogor
- [8] Higgins B. 1984.Ethanol Fermentations Nutrient Study. *J Bacteriol.*
- [9] Judoamidjojo, M. Azis, Abdul dan Guambira Sa'id, E. 1990. "Teknologi Fermentasi".PAU-Bioteknologi IPB. Bogor.
- [10] Jutono *et al.* 1972. *Dasar-Dasar Mikrobiologi (Untuk Perguruan Tinggi)*, Gadjah Mada University Press, Jogjakarta.