

OPTIMASI PROSES HIDROLISIS BIJI SORGUM UNTUK FERMENTASI BIOETANOL DAN PEMANFAATAN KOMPONEN PADATANNYA

OPTIMIZATION OF HYDROLYSIC PROCESS OF SORGUM SEED FOR BIOETHANOL FERMENTATION AND USE OF HEALTH COMPONENTS

Banon Rustiaty

Balai Besar Teknologi Pati
Deputi Teknologi Agroindustri dan Bioteknologi
Email: banon.rustiaty@bppt.go.id

Dikirim 02 Juli 2018 Direvisi 25 Juli 2018 Disetujui 26 Juli 2018

Abstrak : Tanaman sorgum (*Sorghum bicolor*, L Moench) sangat berpotensi sebagai bahan baku industri bioetanol. Di berbagai daerah telah muncul pabrik-pabrik bioetanol kecil berbahan baku nira sorgum manis. Dalam rangka memanfaatkan secara optimal tanaman sorgum manis sebagai bahan baku bioetanol, selain pemanfaatan nira sorgum perlu pula diupayakan penggunaan biji sorgum manis sebagai bahan baku dengan metode proses yang efisien. Pada hidrolisis biji masih perlu pengkajian proses pretreatment karena proses hidrolisis pati terhambat oleh matrik protein atau protein body yang melekat pada butir pati sorgum. Dalam rangka meningkatkan pemanfaatan tanaman sorgum sebagai bahan baku produksi bioetanol maka perlu dilakukan kajian untuk mendapatkan kondisi proses hidrolisis yang efisien dan konversi bioetanol yang optimum dan mampu menghasilkan produk lain yang bermanfaat. Dari data-data yang diperoleh, diketahui bahwa biji sorgum dapat dijadikan sebagai bahan baku bioethanol baik varietas lokal maupun varietas Numbu. Perbedaan hasil DE (Dextrose equivalent) memang menunjukkan perlakuan dengan perendaman dalam larutan NaOH sedikit lebih baik daripada dengan perlakuan tanpa perendaman, dan itu berdampak pula pada hasil fermentasi yang dapat menghasilkan ethanol lebih besar. Kondisi optimum proses hidrolisis biji sorgum untuk varietas Lokal (Hermada) dan Numbu (sorgum manis) tercapai pada kondisi perendaman dengan NaOH 0,05 % pada suhu 45 °C selama 1,5 jam. Rasio fermentasi untuk varietas Lokal (Hermada) dengan perendaman NaOH adalah 86,75 %, tanpa perendaman 85,81 %. Sedangkan, rasio fermentasi untuk varietas Numbu dengan perendaman NaOH adalah 89,67 %, tanpa perendaman 87,68 %. Untuk 2 (dua) varietas sorgum yang dicoba, tidak menunjukkan perbedaan yang cukup berarti antara diberi perlakuan dan tanpa perlakuan.

Kata kunci: Biji sorgum, Hidrolisis, Bioetanol.

Abstract : *Sorghum* (*Sorghum bicolor*, L Moench) is a potential plant to be used as raw material for bioethanol industry. In some areas small scale bioethanol manufacturrers producing bioethanol from sorghum sapodilla juice have emerged. In order to optimalize the utilization of sweet sorghum plant as raw material of bioethanol, the bioethanol production can be alone by using not only from the sorghum juice, but also the sorghum grain with efficient process.. The hydrolysis of grains need assessment of pretreatment process because it is inhibited by the matrix protein or protein body attached to the starch of sorghum starch. In order to improve the utilization of sorghum plant as raw material of bioethanol production, it is necessary to conduct a study to obtain an efficient hydrolysis process conditions and optimum bioethanol conversion and also able to produce other useful products. From the obtained data, it is known that sorghum grains can be used as raw materials of bioethanol both local Numbu varieties. The difference in the results of DE (Dextrose equivalent) shows treatment with immersion in NaOH solution slightly better than the treatment without immersion. It also affects the fermentation results that can produce greater ethanol. The optimum condition of sorghum grains process for local varieties (Hermada) and Numbu (sweet sorghum) was achieved under immersion conditions with 0.05 % NaOH at 45 °C for 1.5 hours. The fermentation ratio for Hermada with immersion of NaOH is 86.75 %, without immersion 85.81 %. Meanwhile, the fermentation ratio for Numbu with immersion of NaOH was 89.67 %, without immersion 87.68 %. According to the experiment, the twoo varieties dis not show a significant different not only with NaOH treatment and without treatment

Keywords: Sorghum seed, Hydrolysis, Bioethanol

PENDAHULUAN

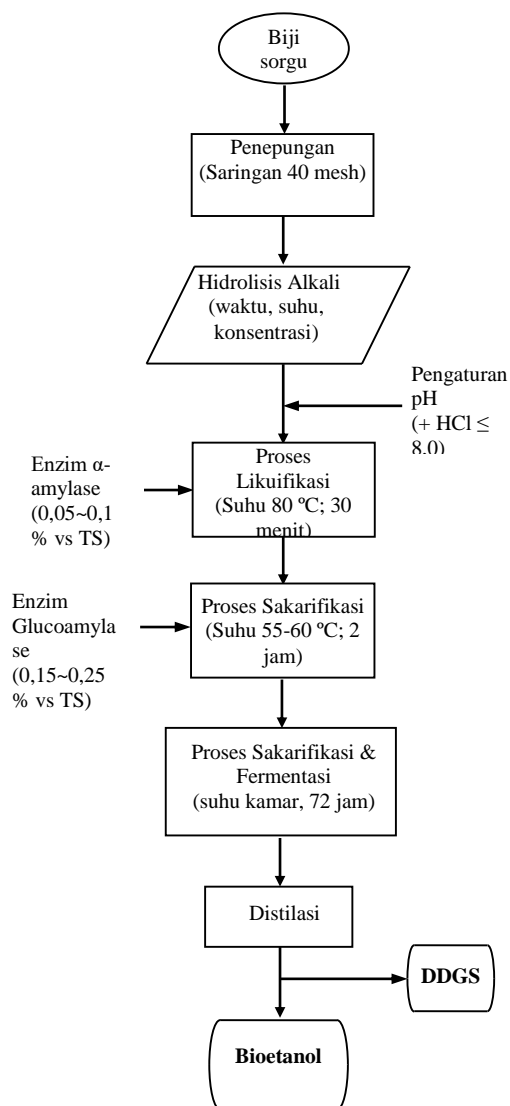
Energi biomassa menjadi suatu pilihan atau prioritas untuk dikembangkan di antara berbagai alternatif sumber energi yang dapat diperbarui, ramah lingkungan, terjamin ketersediaan dan kelanjutannya. Bahan Bakar Nabati (BBN) yang meliputi biodiesel, bioetanol, dan bio-oil, termasuk sumber energi biomassa yang bahan bakunya bertumpu pada tanaman yang dibudidayakan. Pengembangan BBN tersebut sangat potensial untuk mengurangi kebutuhan impor BBM sekaligus memperluas lapangan pekerjaan, namun keberhasilannya sangat bergantung pada jaminan ketersediaan bahan bakunya. Hingga saat ini bahan baku industri bioetanol di Indonesia hanya menggunakan tetes tebu (*co-product* industri gula) yang jumlah ketersediaannya sudah tidak mencukupi kebutuhannya. Sumber karbohidrat lain yang dapat dibudidayakan seperti tebu, ubi kayu, jagung, sorgum, ubi jalar, sagu ataupun lainnya belum dimanfaatkan untuk industri bioetanol. Akan tetapi pada saat ini mulai bermunculan diberbagai daerah industri-industri bioetanol skala kecil yang menggunakan nira sorgum manis sebagai bahan baku produksi bioetanol.

Keberhasilan riset ini akan membawa dampak yang luas untuk mendukung jaminan ketersediaan Bahan Bakar Nabati dan pakan ternak, terciptanya peluang kerja bagi masyarakat pedesaan (petani) sebagai penyedia bahan baku produksi bioetanol, serta dapat menstimulasi pengembangan wilayah dan selaras dengan program langit biru.

Proses *pretreatment* biji sorgum yang dipersiapkan untuk media fermentasi bioetanol mencakup berbagai perlakuan mekanis, fisis, kimiawi, dan biologis, yang masing-masing perlakuan tersebut akan berpengaruh terhadap efisiensi proses biokonversi kandungan senyawa kompleks patinya menjadi bioetanol. Bagan alir seluruh tahapan proses tersebut disajikan pada Gambar 1. Tahap proses paling awal

berupa perlakuan mekanis penghancuran biji dengan *disc-mill* untuk memperkecil ukuran partikelnya. Penurunan ukuran partikel yang diperoleh akan berpengaruh terhadap disintegrasi jaringan kulit bijinya, yang selanjutnya juga mempengaruhi efektifitas proses hidrolisis senyawa patinya. Sebagai upaya untuk mengantisipasi atau meminimalkan pengaruh tersebut akan ditetapkan distribusi ukuran partikel tepung yang dihasilkan.

Sesuai dengan hasil penelitian pendahuluan yang telah dilakukan pada tahun 2005, hambatan proses likuifikasi tersebut dapat diatasi dengan perlakuan enzimatik atau kimiawi. Agar biaya tambahan perlakuan proses hidrolisis alkali tersebut masih layak secara ekonomis, maka perlu ditentukan konsentrasi alkali dan waktu minimal yang dibutuhkan untuk proses hidrolisis matrik protein tersebut. Syarat kecukupan untuk keberhasilan proses hidrolisis alkali tersebut ditentukan dengan parameter viskositas dan nilai DE yang diukur pada akhir proses hidrolisis tahap pertama (likuifikasi). Perlu dipertimbangkan pula, bahwa implementasinya pada skala industri untuk setiap tahap proses hidrolisis dan fermentasinya dilakukan pada tangki reaktor yang berbeda. Pindahkanan bahan fluida dari satu reaktor ke tangki reaktor yang lain menggunakan pompa. Kelancaran transfer fluida akan dipengaruhi oleh tingkat kekentalan atau viskositas fluida tersebut.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Produksi Bioetanol dari Biji Sorgum

Sorghum (*Sorghum bicolor*, L. Moench) merupakan sumber daya biji-bijian berkadar pati 55-75 % (Serna-Saldivar and Rooney, 1995) komposisinya mirip jagung, yang sangat berpotensi sebagai bahan baku produksi bioetanol. Sorghum mempunyai daya adaptasi agroekologi yang luas, tahan terhadap kekeringan, tahan terhadap hama dan penyakit. Pemanfaatan produksi bijinya tidak akan menimbulkan dilema, karena selama ini belum terbiasa digunakan sebagai makanan pokok (Sudaryono dkk., 1996). Pada proses fermentasi bioetanol dari biji sorgum juga akan diperoleh pakan

hasil pemisahan padatan *fermented broth*, yang dikenal sebagai DDGS (*Distillery' Dry Grain and Solubles*). Kualitas DDGS sebagai pakan lebih baik daripada biji sorgum semula, karena perubahan komposisi padatannya (Al-Suwaiegh, et al., 2001; Corredor, et al., 2006).

Pada industri fermentasi (bioetanol) dengan bahan baku berpati, ada tiga tahap proses yang harus dilalui yaitu *pretreatment* atau hidrolisis, fermentasi dan distilasi. Pada proses *pretreatment*, senyawa kompleks pati diubah menjadi gula sederhana yang memungkinkan difermentasi oleh mikroba penghasil bioetanol. Pada umumnya, konversi senyawa kompleks pati menjadi gula sederhana dilakukan secara enzimatik dalam dua tahap, yaitu tahap likuifikasi atau dekstrinasi, kemudian dilanjutkan dengan tahap sakarifikasi, yang masing-masing menggunakan enzim α -amylase dan glucoamylase. Penambahan α -amylase sebelum proses pemasakan, dimaksudkan untuk menghidrolisis polimer pati sebagian dan menurunkan viskositas (Anonymous, 1981^c; Borglum, 1981; Alico, 1982).

Menurut Wu *et al.* (2006) faktor utama yang menghambat atau mempengaruhi efisiensi biokonversi biji sorgum adalah senyawa phenol, kekuatan (*tight-storage*) matrik protein, daya cerna protein yang rendah, viskositasnya yang tinggi, dan suhu gelatinasinya yang tinggi karena adanya keterikatan amilosa dan lemak. Dugaan yang sama dengan hasil kajian Triwiyono *dkk.* (1997), bahwa biokonversi pati dalam tepung sorgum terhambat pada saat proses likuifikasi disebabkan oleh adanya *protein body* (matrix protein) yang melekat pada butir patinya juga dikemukakan oleh Taylor, *et al.* (2006).

Pada penelitian yang terdahulu (Triwiyono, *dkk.*, 1997) hambatan proses hidrolisis tersebut dapat diatasi dengan penggunaan *trial product* enzim Diabase K-27 yang mengandung protease, α -

amylase dan gluco-amylase. Namun karena enzim tersebut sulit diperoleh, telah dilakukan pengkajian (*bench scale*, 2 liter dan 20 liter) proses *pretreatment* dengan NaOH 0,1-0,2 N untuk memecah matrik protein yang ada dalam suspensi tepung sorgum (13 %-27 %w.v total sugar). Pada proses persiapan media fermentasi bioetanol, suspensi tepung biji sorgum ditahan dalam kondisi alkali selama 2-3 jam, kemudian dinetralkan dengan larutan HCl hingga nilai pH $\leq 8,0$ untuk kelanjutan proses hidrolisis enzimatis senyawa pati dan fermentasi bioetanol seperti halnya pada tahapan proses yang menggunakan bahan baku ubi kayu (sebagai pembanding) (Triwiyono, dkk., 2005).

Keberhasilan riset ini akan membawa dampak yang luas untuk mendukung jaminan ketersediaan Bahan Bakar Nabati dan pakan ternak, terciptanya peluang kerja bagi masyarakat pedesaan (petani) sebagai penyedia bahan baku produksi bioetanol, serta dapat menstimulasi pengembangan wilayah dan selaras dengan program langit biru.

Balai Besar Teknologi Pati (B2TP) – BPPT pada tahun ini telah melengkapi pilot plant bioetanol berkapasitas 8 KL/hari yang ada dengan berbagai peralatan sehingga memungkinkan pilot plant tersebut mampu mengolah nira sorgum manis disamping bahan baku lain seperti molases, ubi kayu, ubi jalar, dan jagung. Dalam rangka memanfaatkan secara optimal tanaman sorgum manis sebagai bahan baku bioetanol, selain pemanfaatan niranya juga perlu diupayakan pemanfaatan pati biji sorgum sebagai bahan baku dengan metoda proses yang efisien.

Tanaman sorgum (*Sorghum bicolor*, L Moench) sangat berpotensi sebagai bahan baku industri bioetanol. Diberbagai daerah telah muncul pabrik-pabrik bioetanol kecil berbahan baku nira sorgum manis. Dalam rangka memanfaatkan secara optimal tanaman sorgum manis sebagai bahan

baku bioetanol, selain pemanfaatan nira sorgum perlu pula diupayakan penggunaan biji sorgum manis sebagai bahan baku dengan metode proses yang efisien. Pada hidrolisis biji masih perlu pengkajian proses *pretreatment* karena proses hidrolisis pati terhambat oleh matrik protein atau *protein body* yang melekat pada butir pati sorgum. Hambatan kontak butir pati dengan enzim α -amylase ataupun polimerisasi protein yang membentuk jaringan menyebabkan suspensi tepung sorgum yang dipanaskan untuk proses likuifikasi tetap berviskositas tinggi. Dalam rangka meningkatkan pemanfaatan tanaman sorgum sebagai bahan baku produksi bioetanol maka perlu dilakukan kajian untuk mendapatkan kondisi proses hidrolisis yang efisien dan konversi bioetanol yang optimum dan mampu menghasilkan produk lain yang bermanfaat.

Tujuan kegiatan ini adalah melakukan optimasi proses hidrolisis biji sorgum dalam rangka meningkatkan pemanfaatan tanaman sorgum sebagai bahan baku produksi bioetanol dan pemanfaatan komponen padatannya.

METODOLOGI

Pengkajian optimasi proses hidrolisis biji sorgum untuk fermentasi bioetanol dan pemanfaatan komponen padatannya dilakukan di Balai Besar Teknologi Pati, BPPT yang berlokasi di Lampung Tengah.:

Pembuatan tepung sorgum dan analisis bahan baku.

Biji sorgum dibuat tepung, digiling dengan *disc mill*. Saringan yang digunakan berukuran 40 mesh, dan hasil penepungan tersebut diambil sampelnya untuk dilihat distribusi ukuran partikel dan komposisi komponen kimianya. Analisis bahan baku tersebut meliputi kadar air, kadar abu, kadar gula pereduksi, kadar pati, protein, serat dan lemak.

Optimasi Proses Hidrolisis Alkali

Suspensi tepung sorgum dengan kandungan total sugar sekitar 15% wv dimasukkan ke dalam gelas erlenmeyer 500 ml, sebanyak 350 ml dan ditambah pellet NaOH, diaduk merata kemudian dibiarkan selama jangka waktu dan suhu tertentu. Penambahan NaOH divariasikan untuk mendapatkan konsentrasi tertentu (0,04~0,10 N), selama waktu tertentu (0,5 jam, 1,0 jam; 1,5 jam; 2,0 jam) dan pada suhu tertentu (suhu kamar, 35, 40, dan 45 °C).

Setelah pH suspensi media diatur ≤ 8 dilanjutkan dengan proses likuifikasi. Enzim α -amylase ditambahkan dengan dosis 0,1 % terhadap kandungan Total Sugar (TS), kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu gelatinasi (80~90 °C) dan dipertahankan selama 30 menit. Sampling dilakukan pada akhir proses likuifikasi untuk pengukuran viskositas dan nilai DE-nya, sebelum suhunya diturunkan hingga 55~60 °C.

Setelah mencapai suhu 55~60 °C, proses sakarifikasi dimulai dengan penambahan enzim glucoamylase dengan dosis 0,2 % terhadap kandungan TS. Suhu dipertahankan tetap selama 2 jam dan sampling dilakukan untuk penetapan nilai DE yang tercapai. Proses sakarifikasi dilanjutkan setelah didinginkan hingga mencapai suhu kamar atau (30~33 °C), yang berlangsung secara simultan dengan proses fermentasinya. Setelah diinkubasikan selama 72 jam, proses fermentasi dihentikan. Guna menetapkan efisiensi proses biokonversi patinya menjadi bioetanol (*Sugar Consumption Ratio* dan *Fermentation Ratio*), dilakukan analisa kadar alkohol (metode gravimetri), kadar gula total, dan *reducing sugar* (*Modified Somogy' methode*).

Optimasi Proses Hidrolisis Pati

Optimasi proses hidrolisis pati dilakukan dalam jar fermentor dengan volume kerja 20 liter. Hasil optimasi kondisi proses hidrolisis alkali (hidrolisis

matrik protein) dibuat tetap. Optimasi proses degradasi senyawa pati menjadi bioetanol diperhitungkan dari besaran *Sugar Consumption Ratio* (SCR) dan *Fermentation Ratio* (FR) dengan peubah dosis enzim α -amylase dan glucoamylase. Variasi dosis enzim α -amylase yang dipilih 0,05; 0,075; 0,100; 0,125 % terhadap kandungan Total Sugar (TS), sedangkan variasi dosis enzim glucoamylase 0,15; 0,20; 0,25; 0,30 % terhadap TS.

Kondisi pH, suhu, dan waktu inkubasi untuk setiap tahap proses hidrolisis diupayakan sama dengan kondisi pengujian proses hidrolisa matrik protein pada skala *flask*. Sampling dilakukan untuk penetapan nilai DE yang dicapai pada setiap tahap proses hidrolisis dengan mengukur kadar *reducing sugar* yang terbentuk.

Penetapan laju proses fermentasi, SCR dan FR dilakukan pada akhir inkubasi selama 72 jam. Setiap 8 jam dilakukan sampling untuk pengukuran kandungan TS tersisa (*modified somogy' methode*), jumlah bioetanol yang terbentuk, pH, dan derajat keasamannya. Pada akhir fermentasi, endapan (*sludge*) dalam *fermented broth* dipisahkan dianalisis kandungan lemak, serat, mineral, dan protein kasarnya.

Dextrose Equivalent merupakan nilai indikator tingkat degradasi pati menjadi gula sederhana, yang dihitung dari persentase kandungan *reducing sugar* terhadap kandungan total sugarnya.

Perhitungan *Sugar Consumption Ratio*, berdasarkan pada sifat khamir (*yeast*) tidak dapat mengkonsumsi zat pati sebelum terhidrolisis menjadi gula sederhana. Persentase jumlah glukosa dalam media yang dimanfaatkan oleh khamir dihitung dengan rumus berikut (Anonymous, 1983) :

$$S C R = \frac{TS_i - TS_f}{TS_i} \times 100 \%$$

SCR : *Sugar Consumption Ratio*

TS_i : Total Sugar awal dalam media

TS_f : Total Sugar akhir dalam media

Efisiensi hasil pembentukan alkohol oleh khamir dinyatakan sebagai *Fermentation Ratio*, dan dihitung menurut rumus (Anonymous, 1983) sebagai berikut:

$$FR = \frac{V_i \cdot C_{eth}}{V_f \cdot TS_i \times (0.6439)} \times 100 \%$$

FR : *Fermentation Ratio*

V_i : Volume media pada awal fermentasi

V_f : Volume media pada akhir fermentasi

C_{eth} : Konsentrasi alkohol (%vv)

TS_i : Nilai Total Sugar awal (%wv).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

a. Kegiatan Distribusi Partikel

Tepung Biji Sorgum

Hasil distribusi partikel tepung biji sorgum varietas Lokal, sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil distribusi partikel tepung biji sorgum varietas Lokal

Ukuran Partikel	Berat	Persentase (%)
Tertahan di 20 mesh	0	0
Tertahan di 32 mesh	250,4	25,04
Tertahan di 40 mesh	94,8	9,48
Tertahan di 60 mesh	95,8	9,58
Lolos dari 60 mesh	499,0	49,90
Terbuang	60,0	6,00
Total	1000,0	100,00

b. Kegiatan Hidrolisa Tepung Biji Sorgum

Hasil Percobaan:

Hasil analisa pada percobaan hidrolisa tepung sorgum varietas Lokal dengan perendaman larutan NaOH 0,05 % selama 30 menit, sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil analisa pada percobaan hidrolisa tepung sorgum varietas Lokal dengan perendaman larutan NaOH 0,05 % selama 30 menit

No	Parameter	Hidrolisa Tepung Sorgum			
		Trendam = 35°C	Trendam = 40°C	Trendam = 40°C	Tanpa Perlakuan
1	TS awal	15,36 %	15,36%	15,36%	15,36%
2	pH likuifikasi	6,50	6,50	6,50	6,50
3	Viskositas setelah likuifikasi	100 cP	90 cP	90 cP	100 cP
4	RS setelah likuifikasi	1,45	1,45	1,88	1,16
5	pH sakarifikasi	6,48	6,48	6,47	6,32
6	Viskositas setelah sakarifikasi	30 cP	25 cP	25 cP	40 cP
7	RS setelah sakarifikasi	9,70%	9,70%	9,85%	8,11%
8	DE	63,15	63,15	64,13	52,80

Hasil analisa pada percobaan hidrolisa tepung sorgum varietas Lokal dengan perendaman larutan NaOH 0,1 % selama 30 menit, sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil analisa pada percobaan hidrolisa tepung sorgum varietas Lokal dengan perendaman larutan NaOH 0,1 % selama 30 menit

No	Parameter	Hidrolisa Tepung Sorgum			
		Trendam = 35°C	Trendam = 40°C	Trendam = 40°C	Tanpa Perlakuan
1	TS awal	15,36 %	15,36%	15,36%	15,36%
2	pH likuifikasi	6,50	6,50	6,51	6,50
3	Viskositas setelah likuifikasi	85 cP	75 cP	60 cP	100 cP
4	RS setelah likuifikasi	1,59	1,88	1,16	1,16
5	pH sakarifikasi	6,48	6,50	6,32	6,32
6	Viskositas setelah sakarifikasi	10 cP	5 cP	< 5 cP	40 cP
7	RS setelah sakarifikasi	9,70%	9,85%	9,85%	8,11%
8	DE	63,15	64,13	64,13	52,80

Hasil analisa pada percobaan hidrolisa tepung sorgum varietas Lokal dengan perendaman larutan NaOH 0,05 % selama 1 jam, sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil analisa pada percobaan hidrolisa tepung sorgum varietas Lokal dengan perendaman larutan NaOH 0,05 % selama 1 jam

No	Parameter	Hidrolisa Tepung Sorgum			
		Trendam = 35°C	Trendam = 40°C	Trendam = 40°C	Tanpa Perlakuan
1	TS awal	15,36 %	15,36%	15,36%	15,36%
2	pH likuifikasi	6,47	6,51	6,52	6,45
3	Viskositas setelah likuifikasi	60 cP	50 cP	15 cP	200 cP
4	RS setelah likuifikasi	2,46	2,60	3,33	1,88
5	pH sakarifikasi	6,07	6,20	6,22	5,96
6	Viskositas setelah sakarifikasi	15 cP	10 cP	< 5 cP	30 cP
7	RS setelah sakarifikasi	9,85%	9,85%	9,85%	9,85%
8	DE	63,15	63,15	63,15	63,15

Hasil analisa pada percobaan hidrolisa tepung sorgum varietas Lokal dengan perendaman larutan NaOH 0,1 % selama 1 jam, sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil analisa pada percobaan hidrolisa tepung sorgum varietas Lokal dengan perendaman larutan NaOH 0,1 % selama 1 jam

No	Parameter	Hidrolisa Tepung Sorgum			
		Trendam = 35°C	Trendam = 40°C	Trendam = 40°C	Tanpa Perlakuan
1	TS awal	15,36 %	15,36%	15,36%	15,36%
2	pH likuifikasi	6,53	6,49	6,52	6,48
3	Viskositas setelah likuifikasi	50 cP	30 cP	15 cP	10 cP
4	RS setelah likuifikasi	2,46	2,60	3,33	3,33
5	pH sakarifikasi	6,04	6,08	6,22	6,17
6	Viskositas setelah sakarifikasi	15 cP	10 cP	< 5 cP	<5 cP
7	RS setelah sakarifikasi	10,14%	10,14%	9,85%	10,14%
8	DE	66,02	66,02	63,15	66,02

Hasil analisa pada percobaan hidrolisa tepung sorgum varietas Lokal dengan perendaman larutan NaOH 0,05 % selama 1,5 jam, sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil analisa pada percobaan hidrolisa tepung sorgum varietas Lokal dengan perendaman larutan NaOH 0,05 % selama 1,5 jam.

No	Parameter	Hidrolisa Tepung Sorgum			
		Trendam = 35°C	Trendam = 40°C	Trendam = 40°C	Tanpa Perlakuan
1	TS awal	15,36 %	15,36%	15,36%	15,36%
2	pH likuifikasi	6,48	6,48	6,47	6,48
3	Viskositas setelah likuifikasi	30 cP	20 cP	20 cP	50 cP
4	RS setelah likuifikasi	2,31	2,31	2,60	2,17
5	pH sakarifikasi	6,44	6,44	6,35	6,35
6	Viskositas setelah sakarifikasi	15 cP	<10 cP	< 10 cP	10 cP
7	RS setelah sakarifikasi	9,85%	10,14%	10,43%	9,85%
8	DE	63,15	66,02	67,90	63,15

Hasil analisa pada percobaan hidrolisa tepung sorgum varietas Lokal dengan perendaman larutan NaOH 0,1 % selama 1,5 jam, sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil analisa pada percobaan hidrolisa tepung sorgum varietas Lokal dengan perendaman larutan NaOH 0,1 % selama 1,5 jam

No	Parameter	Hidrolisa Tepung Sorgum			
		Trendam = 35°C	Trendam = 40°C	Trendam = 40°C	Tanpa Perlakuan
1	TS awal	15,36 %	15,36%	15,36%	15,36%
2	pH likuifikasi	6,47	6,48	6,48	6,48
3	Viskositas setelah likuifikasi	15 cP	10 cP	10 cP	50 cP
4	RS setelah likuifikasi	3,04	3,33	3,47	2,17
5	pH sakarifikasi	6,73	6,60	6,54	6,35
6	Viskositas setelah sakarifikasi	<10 cP	<5 cP	< 5 cP	10 cP
7	RS setelah sakarifikasi	9,85%	10,14%	10,43%	9,85%
8	DE	63,15	66,02	67,90	63,15

Hasil analisa pada percobaan hidrolisa tepung sorgum varietas Lokal dengan perendaman larutan NaOH 0,05 % selama 2 jam, sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil analisa pada percobaan hidrolisa tepung sorgum varietas Lokal dengan perendaman larutan NaOH 0,05 % selama 2 jam

No	Parameter	Hidrolisa Tepung Sorgum			
		Trendam = 35°C	Trendam = 40°C	Trendam = 40°C	Tanpa Perlakuan
1	TS awal	15,36 %	15,36%	15,36%	15,36%
2	pH likuifikasi	6,48	6,47	6,48	6,47
3	Viskositas setelah likuifikasi	15 cP	15 cP	15 cP	35 cP
4	RS setelah likuifikasi	2,31	2,31	2,40	2,17
5	pH sakarifikasi	6,43	6,45	6,40	6,36
6	Viskositas setelah sakarifikasi	<10 cP	<10 cP	< 10 cP	15 cP
7	RS setelah sakarifikasi	10,14%	10,43%	10,43%	9,85%
8	DE	66,02	67,90	67,90	63,15

Hasil analisa pada percobaan hidrolisa tepung sorgum varietas Lokal dengan perendaman larutan NaOH 0,1 % selama 2 jam, sebagai berikut:

Tabel 9. Hasil analisa pada percobaan hidrolisa tepung sorgum varietas Lokal dengan perendaman larutan NaOH 0,1 % selama 2 jam

No	Parameter	Hidrolisa Tepung Sorgum			
		Trendam = 35°C	Trendam = 40°C	Trendam = 40°C	Tanpa Perlakuan
1	TS awal	15,36 %	15,36%	15,36%	15,36%
2	pH likuifikasi	6,49	6,48	6,48	6,47
3	Viskositas setelah likuifikasi	10 cP	5 cP	5 cP	35 cP
4	RS setelah likuifikasi	3,04	3,33	2,17	2,17
5	pH sakarifikasi	6,59	6,50	6,51	6,36
6	Viskositas setelah sakarifikasi	<10 cP	<5 cP	< 5 cP	15 cP
7	RS setelah sakarifikasi	10,14%	10,43%	10,43%	9,85%
8	DE	66,02	67,90	67,90	63,15

Hasil analisa pada percobaan hidrolisa tepung sorgum varietas Numbu dengan perendaman larutan NaOH 0,05 % selama 30 menit, sebagai berikut:

Tabel 10. Hasil analisa pada percobaan hidrolisa tepung sorgum varietas Numbu dengan perendaman larutan NaOH 0,05 % selama 30 menit

No	Parameter	Hidrolisa Tepung Sorgum			
		Trendam = 35°C	Trendam = 40°C	Trendam = 40°C	Tanpa Perlakuan
1	TS awal	17,09 %	17,09 %	17,09 %	17,09 %
2	pH likuifikasi	6,45	6,44	6,44	6,47
3	Viskositas setelah likuifikasi	15 cP	< 5 cP	< 5 cP	15 cP
4	RS setelah likuifikasi	1,73	2,02	2,17	1,73
5	pH sakarifikasi	6,41	6,46	6,46	6,43
6	Viskositas setelah sakarifikasi	<5 cP	<5 cP	< 5 cP	< 5 cP
7	RS setelah sakarifikasi	10,72%	10,72%	10,72%	10,72%
8	DE	62,73	62,73	62,73	62,73

Hasil analisa pada percobaan hidrolisa tepung sorgum varietas Numbu dengan perendaman larutan NaOH 0,1 % selama 30 menit, sebagai berikut:

Tabel 11. Hasil analisa pada percobaan hidrolisa tepung sorgum varietas Numbu dengan perendaman larutan NaOH 0,1 % selama 30 menit

No	Parameter	Hidrolisa Tepung Sorgum			
		Trendam = 35°C	Trendam = 40°C	Trendam = 40°C	Tanpa Perlakuan
1	TS awal	17,09 %	17,09 %	17,09 %	17,09 %
2	pH likuifikasi	6,46	6,47	6,46	6,47
3	Viskositas setelah likuifikasi	15 cP	< 5 cP	< 5 cP	15 cP
4	RS setelah likuifikasi	1,73	2,02	2,17	1,73
5	pH sakarifikasi	6,56	6,52	6,43	6,43
6	Viskositas setelah sakarifikasi	<5 cP	<5 cP	< 5 cP	< 5 cP
7	RS setelah sakarifikasi	10,72%	10,72%	10,72%	10,72%
8	DE	62,73	62,73	62,73	62,73

c. Kegiatan Fermentasi Bioetanol dari Hasil Hidrolisis Tepung Biji Sorgum Pada Skala 2 Liter

Hasil Kegiatan:

Kegiatan Fermentasi Bioetanol dari Hasil Hidrolisis Tepung Biji Sorgum Varietas Lokal dengan Perlakuan Perendaman NaOH 0,05 % selama 1½ Jam pada Suhu Perendaman 45 °C Skala 2000 ml

Hasil analisa selama proses fermentasi, sebagai berikut:

Tabel 12. Fermentasi bioetanol dari hasil hidrolisis tepung biji sorgum varietas lokal dengan perlakuan perendaman naoh 0,05 % selama 1½ jam pada suhu Perendaman 45 °C skala 2000 ml

Umur (jam)	Suhu (°C)	pH	RS (%)	Jumlah Sel (x 10 ⁷)	Acidity (ml NaOH 0.1N)	TS (%)	Alkohol (%)
0	31.2	6.06	10.14	0.81	1.1	16.80	
12	28.0	5.27	8.11	8.75	2.5	13.33	
24	31.6	4.88	4.05	11.81	8.5	7.97	5.7
36	26.2	4.39	0.87	10.75	7.4	2.61	8.5
48	29.3	4.75	0.72	15.58	7.0	2.46	8.6
60	27.2	4.51	0.57	15.63	6.9	2.31	8.9
72	29.0	4.90	0.48	14.38	4.9	2.02	9.3

Hasil perhitungan *Fermentation Ratio* (FR) = 85,97 %

Kegiatan Fermentasi Bioetanol dari Hasil Hidrolisis Tepung Biji Sorgum Varietas Lokal Tanpa Perlakuan Skala 2000 ml

Hasil analisa selama proses fermentasi, sebagai berikut:

Tabel 13. Fermentasi bioetanol dari hasil hidrolisis tepung biji sorgum varietas lokal tanpa perlakuan skala 2000 ml

Umur (jam)	Suhu (°C)	pH	RS (%)	Jumlah Sel (x 10 ⁷)	Acidity (ml NaOH 0.1N)	TS (%)	Alkohol (%)
0	33.3	5.98	9.27	0.8	1.5	16.65	
12	28.2	4.93	7.24	9.3	4.6	13.04	
24	31.7	4.73	3.18	11.6	11.2	7.24	5.6
36	27.0	4.38	0.72	10.0	7.4	3.33	8.2
48	29.2	4.59	0.58	11.9	7.3	3.04	8.4
60	27.3	4.38	0.29	14.8	7.1	2.46	8.85
72	28.5	4.84	0.29	14.6	5.3	2.31	8.9

Hasil perhitungan *Fermentation Ratio* (FR) = 83,02 %

Kegiatan Fermentasi Bioetanol dari Hasil Hidrolisis Tepung Biji Sorgum Varietas Lokal dengan Perlakuan Perendaman NaOH 0,05 % selama 1½ Jam pada Suhu Perendaman 45 °C Skala 2000 ml (Pengulangan 1)

Hasil analisa selama proses fermentasi, sebagai berikut:

Tabel 14. Fermentasi bioetanol dari hasil hidrolisis tepung biji sorgum varietas lokal dengan perlakuan perendaman naoh 0,05 % selama 1½ jam pada suhu perendaman 45 °c skala 2000 ml (pengulangan 1)

Umur (jam)	Suhu (°C)	pH	RS (%)	Jumlah Sel ($\times 10^7$)	Acidity (ml NaOH 0.1N)	TS (%)	Alkohol (%)
0	32.8	5.79	12.46	0.63	1.3	16.65	-
12	21.9	5.21	8.89	4.56	5.1	15.64	-
24	27.8	4.80	7.53	10.50	7.4	12.46	2.6
36	22.5	4.50	2.17	14.38	10.5	5.21	7.3
48	28.1	4.37	0.72	12.38	9.5	3.76	8.4
60	22.2	4.40	0.43	17.31	9.4	2.60	9.2
72	24.1	4.36	0.29	16.06	8.4	1.16	9.3

Hasil perhitungan *Fermentation Ratio* (FR) = 86,75 %

Kegiatan Fermentasi Bioetanol dari Hasil Hidrolisis Tepung Biji Sorgum Varietas Lokal Tanpa Perlakuan Skala 2000 ml (Pengulangan 2)

Tabel 15. Fermentasi bioethanol varietas lokal tanpa perlakuan skala 2000 ml (pengulangan 2)

Umur (jam)	Suhu (°C)	pH	RS (%)	Jumlah Sel ($\times 10^7$)	Acidity (ml NaOH 0.1N)	TS (%)	Alkohol (%)
0	32.9	5.68	11.88	0.44	1.7	16.65	
12	22.1	5.14	10.43	5.31	5.9	16.08	
24	27.8	4.70	7.53	10.38	8.5	12.46	2.6
36	22.7	4.46	2.17	15.19	11.0	5.21	7.3
48	27.8	4.34	0.72	13.00	9.8	3.76	8.4
60	22.2	4.31	0.58	16.81	10.0	2.89	9.0
72	24.2	4.44	0.43	14.50	9.0	1.45	9.2

Hasil perhitungan *Fermentation Ratio* (FR) = 85,81%

Kegiatan Fermentasi Bioetanol dari Hasil Hidrolisis Tepung Biji Sorgum Varietas Lokal Tanpa Perlakuan Awal Skala 2000 ml

Hasil analisa selama proses fermentasi, sebagai berikut:

Tabel 16. Fermentasi bioetanol dari hasil hidrolisis tepung biji sorgum varietas lokal tanpa perlakuan awal skala 2000 ml

Umur (jam)	Suhu (°C)	pH	RS (%)	Jumlah Sel ($\times 10^7$)	Acidity (ml NaOH 0.1N)	TS (%)	Alkohol (%)
0	33.3	5.98	9.27	0.8	1.5	16.65	
12	28.2	4.93	7.24	9.3	4.6	13.04	
24	31.7	4.73	3.18	11.6	11.2	7.24	5.6
36	27.0	4.38	0.72	10.0	7.4	3.33	8.2
48	29.2	4.59	0.58	11.9	7.3	3.04	8.4
60	27.3	4.38	0.29	14.8	7.1	2.46	8.85
72	28.5	4.84	0.29	14.6	5.3	2.31	8.9

Hasil perhitungan *fermentation ratio* (fr) = 83,02%

Kegiatan Fermentasi Bioetanol dari Hasil Hidrolisis Tepung Biji Sorgum Varietas Numbu dengan Perlakuan Perendaman NaOH 0,05 % selama 1½ Jam pada Suhu Perendaman 45 °C Skala 2000 ml

Hasil analisa selama proses fermentasi, sebagai berikut:

Tabel 17. Fermentasi bioetanol dari hasil hidrolisis tepung biji sorgum varietas numbu dengan perlakuan perendaman NaOH 0,05 % selama 1½ jam pada suhu perendaman 45 °c skala 2000 ml

Umur (jam)	Suhu (°C)	pH	RS (%)	Jumlah Sel ($\times 10^7$)	Acidity (ml NaOH 0.1N)	TS (%)	Alkohol (%)
0	32.2	6.02	10.14	0.75	1.3	16.80	
12	28.7	5.03	6.66	8.69	6.6	12.46	
24	32.3	4.60	2.60	10.25	9.6	4.78	7.1
36	26.8	4.56	0.15	9.375	7.4	2.31	9.3
48	29.2	4.91	0.15	12.44	7.1	1.74	9.3
60	27.2	4.66	0	13.63	7.0	1.16	9.7
72	28.9	5.16	0	9	4.9	1.16	9.7

Hasil perhitungan *Fermentation Ratio* (FR) = 89,67 %

Kegiatan Fermentasi Bioetanol dari Hasil Hidrolisis Tepung Biji Sorgum Varietas Numbu Tanpa Perlakuan Awal Skala 2000 ml (Pengulangan) I analisa selama proses fermentasi, sebagai berikut:

Tabel 18. Fermentasi bioetanol dari hasil hidrolisis tepung biji sorgum varietas numbu tanpa perlakuan awal skala 2000 ml (pengulangan)

Umur (jam)	Suhu (°C)	pH	RS (%)	Jumlah Sel ($\times 10^7$)	Acidity (ml NaOH 0.1N)	TS (%)	Alkohol (%)
0	32.7	5.98	10.14	0.4	1.7	16.65	
12	28.2	5.05	8.11	8.3	3.8	12.75	
24	31.7	4.70	3.18	11.0	12.0	6.08	6.2
36	27.1	4.52	0.43	8.8	7.9	2.31	9.0
48	29.2	4.56	0.29	10.6	7.2	1.74	9.2
60	27.2	4.59	0.29	11.1	6.9	1.30	9.4
72	28.9	5.07	0.29	8.9	4.4	1.16	9.4

Hasil perhitungan *Fermentation Ratio* (FR) = 87,768%

d. Kegiatan Fermentasi Bioetanol dari Hasil Hidrolisis Tepung Biji Sorgum Pada Skala 200 Liter

Hasil Kegiatan:

Kegiatan Fermentasi Bioetanol dari Hasil Hidrolisis Tepung Biji Sorgum Varietas Lokal dengan Perlakuan Perendaman NaOH 0,05 % selama 1½ Jam pada Suhu Perendaman 45 °C Skala 200 liter

Hasil analisa selama proses hidrolisa, sebagai berikut:

Table 19. Hasil analisa selama proses hidrolisa

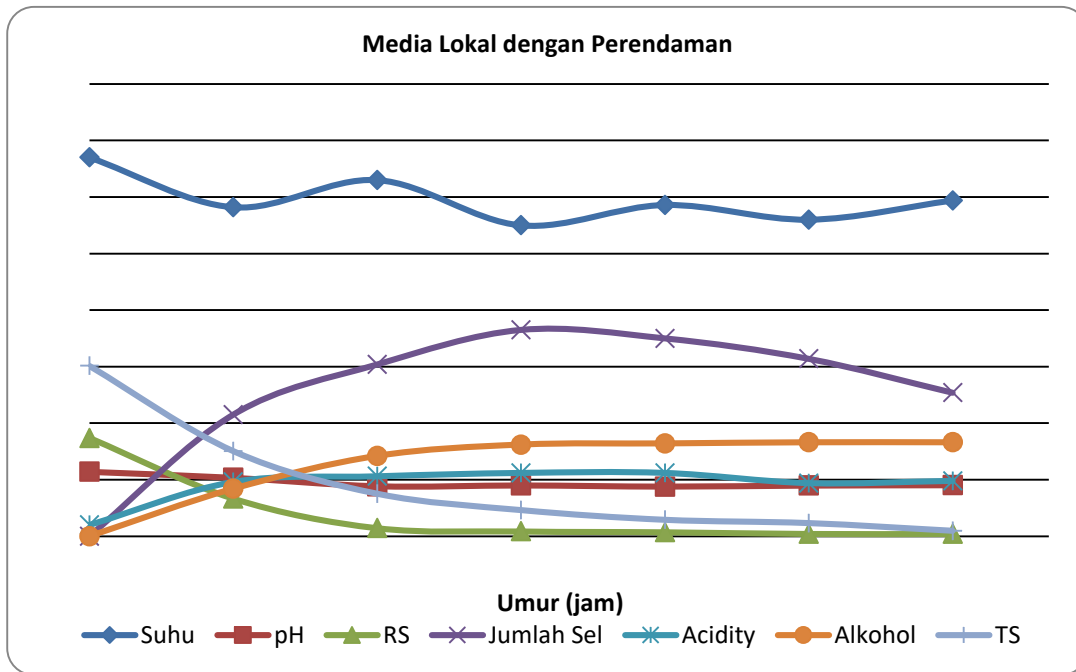
pH awal	Setelah Likuifikasi			Setelah Sakarifikasi				
	Visc. (cp)	RS (%)	pH	Visc. (cp)	RS (%)	pH	TS (%)	DE (%)
6,3	< 5	-	6,3	< 5	8,69	6,2	15,07	57,66

Hasil analisa selama proses fermentasi, sebagai berikut:

Table 20. Hasil analisa selama proses fermentasi

Umur (jam)	Suhu (°C)	pH	RS (%)	Jumlah Sel ($\times 10^7$)	Acidity (ml NaOH 0.1N)	TS (%)	Alkohol (%)
0	33,5	5,70	8,69	0	1,0	15,07	0
12	29,1	5,17	3,33	10,75	4,8	7,53	4,2
24	31,5	4,42	0,72	15,19	5,3	3,76	7,1
36	27,5	4,49	0,43	18,25	5,6	2,31	8,1
48	29,3	4,39	0,36	17,5	5,6	1,45	8,2
60	28,0	4,48	0,21	15,69	4,7	1,16	8,3
72	29,7	4,51	0,21	12,69	4,9	0,48	8,3

Hasil perhitungan *Fermentation Ratio* (FR) 72 jam = 85,54 %



Gambar 2. Grafik Fermentasi bioetanol dari hasil hidrolisis tepung biji sorgum

varietas lokal dengan perlakuan perendaman naoh 0,05 % selama 1½ jam pada suhu perendaman 45 °c skala 200 liter

Kegiatan Fermentasi Bioetanol dari Hasil Hidrolisis Tepung Biji Sorgum Varietas Lokal Tanpa Perlakuan Skala 200 liter

Hasil analisa selama proses hidrolisa, sebagai berikut:

Tabel 21. Hasil analisa selama proses hidrolisa

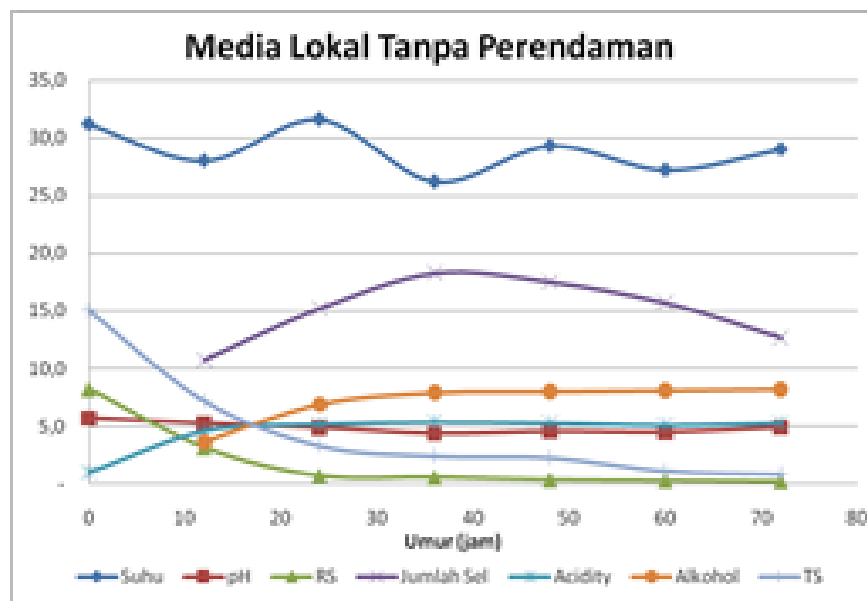
pH awal	Setelah Likuiifikasi			Setelah Sakarifikasi				
	Visc. (cp)	RS (%)	pH	Visc. (cp)	RS (%)	pH	TS (%)	DE (%)
6,3	< 5	-	6,2	< 5	8,69	6,0	15,07	57,66

Hasil analisa selama proses fermentasi, sebagai berikut:

Tabel 22. Hasil analisa selama proses fermentasi

Umur (jam)	Suhu (°C)	pH	RS (%)	Jumlah Sel ($\times 10^7$)	Acidity (ml NaOH 0.1N)	TS (%)	Alkohol (%)
0	31,2	5,70	8,24		1,0	15,07	
12	28,0	5,27	3,18	9,3	4,6	7,24	3,6
24	31,6	4,88	0,72	11,6	5,2	3,33	6,9
36	26,2	4,39	0,58	10,0	5,4	2,46	7,9
48	29,3	4,57	0,36	11,9	5,3	2,31	8,0
60	27,2	4,51	0,29	14,8	5,1	1,16	8,1
72	29,0	4,90	0,21	14,6	5,3	0,87	8,2

Hasil perhitungan *Fermentation Ratio* (FR) = 84,50 %



Gambar 3. Grafik Fermentasi Bioetanol dari Hasil Hidrolisis Tepung Biji Sorgum Varietas Lokal Tanpa Perlakuan Skala 200 liter

Kegiatan Fermentasi Bioetanol dari Hasil Hidrolisis Tepung Biji Sorgum Varietas Numbu dengan Perlakuan Perendaman NaOH 0,05 % selama 1½ Jam pada Suhu Perendaman 45 °C Skala 200 liter

Hasil analisa selama proses hidrolisa, sebagai berikut:

Tabel 23. Hasil analisa selama proses hidrolisa

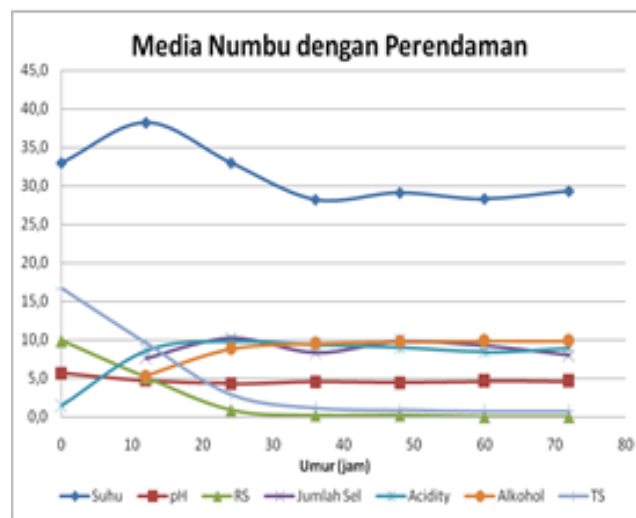
pH awal	Setelah Likuifikasi			Setelah Sakarifikasi				
	Visc. (cp)	RS (%)	pH	Visc. (cp)	RS (%)	pH	TS (%)	DE (%)
6,2	< 5	-	5,86	<5	9,85	5,65	17,67	55,74

Hasil analisa selama proses fermentasi, sebagai berikut:

Tabel 24. Hasil analisa selama proses fermentasi

Umur (jam)	Suhu (°C)	pH	RS (%)	Jumlah Sel (x 10 ⁷)	Acidity (ml NaOH 0.1N)	TS (%)	Alkohol (%)
0	33,0	5,65	9,85		1,4	16,67	
12	38,2	4,70	5,07	7,62	8,6	9,56	5,3
24	33,0	4,31	0,87	10,19	9,8	2,89	8,8
36	28,2	4,55	0,21	8,31	9,4	1,16	9,5
48	29,1	4,42	0,21	9,81	9,0	0,87	9,7
60	28,3	4,61	0	9,18	8,4	0,72	9,8
72	29,3	4,58	0	8,00	8,9	0,72	9,8

Hasil perhitungan *Fermentation Ratio* (FR) 72 jam = 91,30%



Gambar 4. Grafik Fermentasi Bioetanol dari Hasil Hidrolisis Tepung Biji Sorgum Varietas Lokal dengan Perlakuan Perendaman NaOH 0,05 % selama 1½ Jam pada Suhu Perendaman 45 °C Skala 200 liter

Kegiatan Fermentasi Bioetanol dari Hasil Hidrolisis Tepung Biji Sorgum Varietas Numbu Tanpa Perlakuan Awal Skala 200 liter

Hasil analisa selama proses hidrolisa, sebagai berikut:

Tabel 25. Hasil analisa selama proses hidrolisa

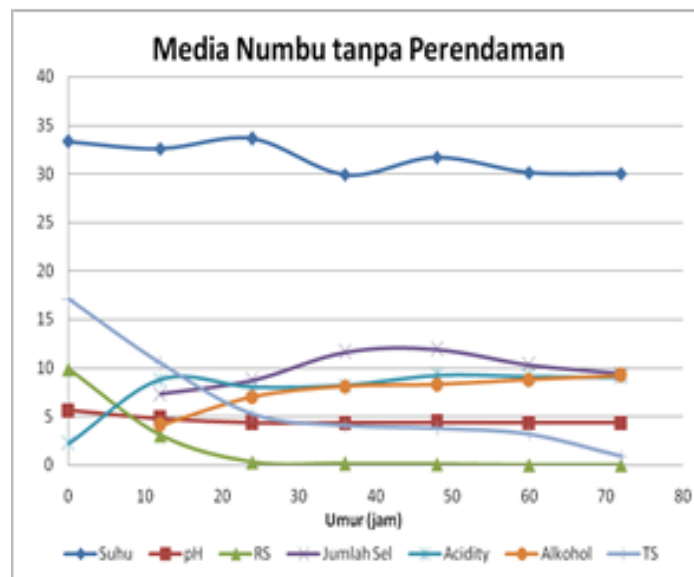
pH awal	Setelah Likuifikasi			Setelah Sakarifikasi				
	Visc. (cp)	RS (%)	pH	Visc. (cp)	RS (%)	pH	TS (%)	DE (%)
6,3	< 5	-	5,8	< 5	9,85	5,6	17,09	57,64

Hasil analisa selama proses fermentasi, sebagai berikut:

Tabel 26. Hasil analisa selama proses fermentasi

Umur (jam)	Suhu (°C)	pH	RS (%)	Jumlah Sel ($\times 10^7$)	Acidity (ml NaOH 0.1N)	TS (%)	Alkohol (%)
0	33,3	5,60	9,85		2,2	17,09	
12	32,6	4,77	3,04	7,30	8,8	10,43	4,1
24	33,6	4,31	0,28	8,75	8,0	5,21	7,0
36	29,9	4,33	0,15	11,60	8,2	4,05	8,1
48	31,7	4,36	0,094	11,88	9,2	3,76	8,3
60	30,1	4,35	0	10,31	9,1	3,18	8,8
72	30,0	4,35	0	9,37	9,0	0,87	9,2

Hasil perhitungan *Fermentation Ratio* (FR) 72 jam = 83,60%



Gambar 5. Grafik Fermentasi Bioetanol dari Hasil Hidrolisis Tepung Biji Sorgum Varietas Numbu Tanpa Perlakuan Awal Skala 200 liter

PEMBAHASAN

Dari data-data yang diperoleh, diketahui bahwa biji sorgum dapat dijadikan sebagai bahan baku bioethanol baik varietas lokal maupun varietas Numbu. Adapun kandungan matrix protein yang dapat menghambat proses hidrolisa pada varietas sorgum yang diujikan tidak tampak secara dominan sehingga pengaruh perendaman larutan NaOH untuk mengkoagulasi protein tersebut tidak banyak. Faktor utama yang menghambat atau mempengaruhi efisiensi biokonversi biji sorgum adalah senyawa phenol, kekuatan (*tight-storage*) matrik protein, daya cerna protein yang rendah, viskositasnya yang tinggi, dan suhu gelatinasinya yang tinggi karena adanya keterikatan amilosa dan lemak. Pada tahap proses hidrolisis pati dalam tepung sorgum secara enzimatik, diperlukan proses pemanasan hingga 80 °C dan pengadukan yang terus menerus. Adanya matriks protein yang melingkupi butir patinya dapat menghalangi kontak butir pati tersebut dengan katalis enzim α -amylase yang ditambahkan. Sebagai akibatnya, proses pemutusan ikatan α -1,4 D-glukosida senyawa amylosa dan amilopektin yang dikatalisasi α -amylase menjadi terhambat. Pada saat suhunya mencapai titik gelatinasinya, viskositas suspensi pati tersebut meningkat tajam dan tidak segera turun lagi, karena laju proses likuifikasinya terhambat. Hambatan kontak butir pati dengan enzim α -amylase ataupun polimerisasi protein yang membentuk jaringan menyebabkan suspensi tepung sorgum yang dipanaskan berviskositas tinggi. Namun karena enzim tersebut sulit diperoleh, dilakukan pengkajian (*bench scale*, 2 liter dan 20 liter) proses *pretreatment* dengan NaOH 0,1-0,2 N untuk memecah matrik protein yang ada dalam suspensi tepung sorgum (13 %-27 %w.v total sugar). Biokonversi pati dalam tepung sorgum terhambat pada saat proses likuifikasi, disebabkan oleh adanya *protein body* (matrix protein) yang melekat pada butir patinya. *Protein body* yang

melekat pada butir pati sorgum mungkin termasuk golongan glutelin, tentunya senyawa kompleks tersebut dapat dipecahkan dengan aktifitas enzim protease atau dengan larutan NaOH.

Perbedaan hasil DE (*Dextrose equivalent*) memang menunjukkan perlakuan dengan perendaman dalam larutan NaOH sedikit lebih baik daripada dengan perlakuan tanpa perendaman, dan itu berdampak pula pada hasil fermentasi yang dapat menghasilkan ethanol lebih besar. Berdasarkan hasil pengkajian tersebut, perlakuan pendahuluan alkali sebelum proses likuifikasi dapat mengatasi problema matrik protein dalam biji sorgum. Nilai *Dextrose Equivalent* (DE) yang dicapai setelah proses sakarifikasi total selama 24-40 jam berkisar 65,4~94,2 %. Pengujian fermentasi secara simultan dengan proses sakarifikasi suspensi tepung sorgum (13 %~17 %wv total sugar) telah terkonversi menjadi bioethanol 8 %~10 %v, dengan tingkat efisiensi proses fermentasinya 87,5 %~96,5 %.

KESIMPULAN

- 1) Kondisi optimum proses hidrolisis biji sorgum untuk varietas Lokal (Hermada) dan Numbu (sorgum manis) tercapai pada kondisi perendaman dengan NaOH 0,05 % pada suhu 45 °C selama 1,5 jam.
- 2) Rasio fermentasi untuk varietas Lokal (Hermada) dengan perendaman NaOH adalah 86,75 %, tanpa perendaman 85,81 %. Sedangkan, rasio fermentasi untuk varietas Numbu dengan perendaman NaOH adalah 89,67 %, tanpa perendaman 87,68 %.
- 3) Untuk 2 (dua) varietas sorgum yang

dicoba, tidak menunjukkan perbedaan yang cukup berarti antara diberi perlakuan dan tanpa perlakuan.

- 4) Perlu dicari varietas sorgum yang memerlukan perlakuan awal untuk membuktikan adanya protein body yang menghalangi proses hidrolisis secara signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Suwaiegh, et al., Kualitas DDGS sebagai pakan lebih baik daripada biji sorgum semula, karena perubahan komposisi padatannya, 2001.
- Anonymous, Alico, Borglum, Penambahan α -amylase sebelum proses pemasakan, dimaksudkan untuk menghidrolisis polimer pati sebagian dan menurunkan viskositas, 1981.
- Corredor, et al., Kualitas DDGS sebagai pakan lebih baik daripada biji sorgum semula, karena perubahan komposisi padatannya, 2006.
- Serna-Saldivar and Rooney, Sorgum (*Sorghum bicolor*, L. Moench) merupakan sumber daya biji-bijian berkadar pati 55-75%, 1995.
- Sudaryono dkk., Pemanfaatan produksi bijinya tidak akan menimbulkan dilema, karena selama ini belum terbiasa digunakan sebagai makanan pokok, 1996.
- Taylor, et al., Biokonversi pati dalam tepung sorgum terhambat pada saat proses likuifikasi disebabkan oleh adanya *protein body* (matrix protein) yang melekat pada butir patinya, 2006.
- Triwiyono, dkk., Biokonversi pati dalam tepung sorgum terhambat pada saat proses likuifikasi disebabkan oleh adanya *protein body* (matrix protein) yang melekat pada butir patinya, 1997.
- Wu et al., “Faktor utama yang menghambat atau mempengaruhi efisiensi biokonversi biji sorgum adalah senyawa phenol, kekuatan (*tight-storage*) matrik protein, daya cerna protein yang rendah, viskositasnya yang tinggi, dan suhu gelatinasinya yang tinggi karena adanya keterikatan amilosa dan lemak”, 2006.



Halaman Kosong