

UJI EFEKTIFITAS SAMPAH PANGAN DAN NON PANGAN DALAM MENGHASILKAN BIOETANOL GENERASI KEDUA

Mohammad Rio Panca Anugrah dan Novirina Hendrasarie

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Email: novirina@upnjatim.ac.id

ABSTRAK

Pengolahan sampah khususnya sampah hasil perkebunan atau pertanian yang hanya menjadi pupuk maupun kompos akan sangat disayangkan. Sampah berbahan selulosa sebenarnya mampu digunakan untuk menciptakan bioetanol generasi kedua. Dengan proses pendahuluan seperti delignifikasi ditujukan agar kandungan lignin pada bahan dapat rusak dan selulosa dapat diolah menjadi glukosa. Kombinasi perlakuan serta bahan seperti tongkol jagung, kulit biji kluwek, hvs bekas, dan koran bekas ; larutan NaOH pada proses delignifikasi selama 4 jam pada suhu 50 °C; larutan selulosa pada proses hidrolisis selama 4 jam pada suhu 50 °C; penambahan larutan sebanyak 10 ml v/v, & 20 ml v/v; lama waktu fermentasi 5, 10, 15 hari; dan proses destilasi atau penyulingan nantinya dimaksudkan agar peneliti mendapat kadar alkohol tertinggi pada bahan maupun proses yang dilakukan. Hasil terbaik didapat dari bahan kertas hvs yang dilakukan proses delignifikasi, dan dengan penambahan larutan starter 20 ml v/v; waktu fermentasi 10 hari dengan kadar alkohol 23,78%.

Kata Kunci: *Bioetanol generasi ke dua, delignifikasi, fermentasi*

ABSTRACT

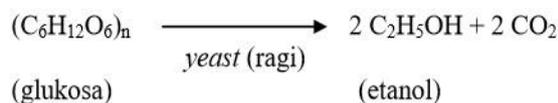
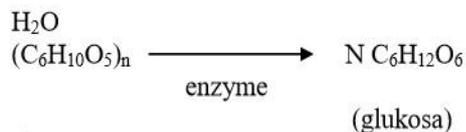
Waste management and processing that is not optimal causes accumulation of waste every day. In addition, processing waste, especially plantation or agricultural waste that only becomes fertilizer or compost, will be very unfortunate. Cellulose waste can actually be used to create second generation bioethanol. With the use of as much as 20 grams of starting material, and a preliminary process such as delignification, it is intended that the lignin content in each material can be damaged and later the cellulose compound can be processed into glucose. Combination of treatments and materials such as corn cobs, skin of kluwek , used hvs paper, and used newsprint; NaOH liquid in the delignification process for 4 hours at 50 ° C; use of cellulose solution in the hydrolysis process for 4 hours at 50 ° C; variations in the addition of a solution of 10 ml v/v, & 20 ml v/v; variations long fermentation time 5 days, 10 days 15 days; and the distillation process is intended so that researchers get the highest alcohol content in the material and process being carried out. The best results were obtained on hvs paper material which was delignified first, and with the addition of a starter solution of 20 ml v/v, and fermentation time of 10 days with an alcohol content of 23.78%.

Keywords: *second generation bioethanol, delignification, fermentation*

PENDAHULUAN

Persoalan sampah di Indonesia menjadi masalah yang serius mengingat peningkatan jumlah penduduk yang berhubungan dengan meningkatnya sampah yang dihasilkan dari kegiatan manusia. Penekanan sampah maupun inovasi pengolahan sampah seharusnya juga harus dikembangkan agar menjadi barang yang dapat digunakan kembali untuk kepentingan umat manusia.

Salah satu teknologi alternatif untuk pengolahan sampah, khususnya jenis sampah organik yaitu dengan sampah tersebut menjadi suatu produk bioetanol. Bioetanol merupakan alkohol golongan primer atau etil alkohol yang dapat menjadi berbagai macam produk alternatif dengan penyesuaian grade alkoholnya itu sendiri. Reaksi yang terjadi selama proses pembuatan bioetanol secara sederhana seperti berikut :



Bioetanol pada saat ini dibagi menjadi 3 klasifikasi berdasarkan kandungannya, yaitu :

1. Bahan bernira: Nira tebu, nira kelapa, nira aren, nira nipah.
2. Bahan berpati: Ubi kayu, sagu, kentang, singkong
3. Bahan berselulosa: Limbah logging, limbah pertanian jerami, padi, tongkol jagung

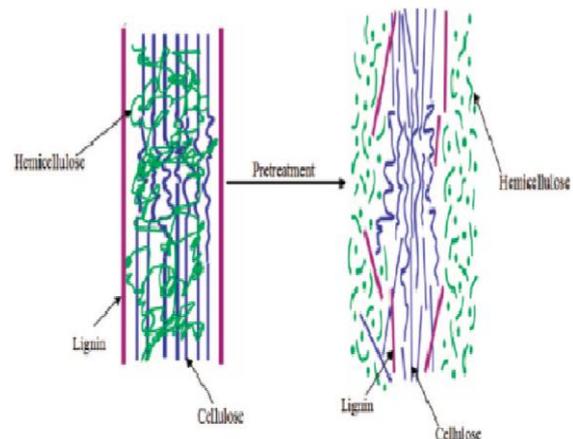
Produk bioetanol dengan kandungan bernira dan berpati nantinya disebut bioetanol generasi pertama, sedangkan untuk bioetanol dengan kandungan selulosa nantinya disebut bioetanol generasi kedua. Berdasarkan klasifikasi yang telah disebutkan, nantinya penelitian ini akan menghasilkan produk bioetanol generasi kedua karena bahan yang digunakan adalah bahan berselulosa.

Pada bahan berselulosa ada 3 unsur penting yang akan ditemui yaitu lignoselulosa (lignin, hemiselulosa, selulosa). Fungsi dari unsur lignin pada bahan adalah cangkang yang bersifat melindungi unsur selulosa. Sedangkan hemiselulosa adalah unsur yang berasosiasi

dengan lignin dan selulosa. Hemiselulosa menjadi komposisi perekat antar selulosa dan lignin agar tidak terjadinya lubang. yang berfungsi mengikat. Sedangkan unsur selulosa merupakan unsur utama yang akan digunakan untuk menciptakan bioetanol. Nantinya senyawa polisakarida atau selulosa akan didekomposisi menjadi unsur monosakarida yaitu glukosa pada proses selanjutnya.

Permasalahan yang akan timbul jika menggunakan bahan berselulosa pada pembuatan bioetanol adalah unsur pelindung pada bahan itu sendiri yang bernama lignin. Unsur lignin hanya akan terlepas jika adanya proses pretreatment atau proses delignifikasi dimana unsur lignin akan terurai dan nantinya unsur selulosa akan dapat diolah pada proses selanjutnya.

Proses lain yang penting pada pembuatan bioetanol adalah proses penyederhanaan senyawa selulosa menjadi senyawa glukosa. Proses yang dapat digunakan dalam hal ini adalah proses hidrolisis, dimana bahan yang akan disederhanakan akan direndam dan di



panaskan pada sebuah larutan. Pada proses hidrolisis dapat dilakukan dengan 2 perlakuan, yaitu perlakuan kimia dan enzimatis. Pada perlakuan kimia, bahan yang digunakan adalah larutan asam. Untuk pemakaian larutan asam dibagi menjadi 2 yaitu :

- A) Pemakaian larutan asam juga dibagi menjadi dua jenis, yaitu asam encer dan asam pekat. Kelebihan dan kekurangan dari kedua jenis perlakuan asam yaitu sebagai berikut :

1. Asam encer :

Pada tahap ini menggunakan konsentrasi asam yang sangat rendah (2-5%) namun di butuhkan energi yang sangat besar yaitu pembakaran pada suhu 200 °C. Selain itu penggunaan suhu yang tinggi akan memicu

pembentukan senyawa penghambat seperti asam asetat, senyawa furfural, fenol, aseton, asam format dan lainnya. Senyawa-senyawa ini akan berdampak negatif pada proses fermentasi dan juga akan menurunkan kadar bioetanol nantinya.

2. Asam pekat :

Kebalikan dari perlakuan senyawa encer, hidrolis asam pekat tidak membutuhkan energi pembakaran yang tinggi karena dapat dilakukan pada suhu rendah (30-50°C). Namun kelemahan hidrolisis asam pekat adalah penggunaan konsentrasi asam yang tinggi (70%) yang mana akan menyebabkan efek korosi pada alat dan menimbulkan masalah ekonomi karena maintenance alat. Selain itu penggunaan asam pekat juga berdampak pada kerusakan lingkungan.

- B) Hidrolisis menggunakan enzim merupakan teknik pemutusan karbohidrat kompleks menjadi monosakarida seperti glukosa dengan spesifik. Berbeda dengan perlakuan hidrolisis asam yang mengkonversi rantai polimer secara acak dan akan memunculkan senyawa penghambat. Penggunaan enzim lebih menguntungkan dari segi energi karena dapat dilangsungkan pada temperatur rendah (40-50°C) di bandingkan hidrolisis menggunakan bahan kimia seperti asam, walaupun waktu hidrolisis enzimatis yang di butuhkan lebih lama (5 jam) dan enzim seluas aktif pada pH 4,5 – 5,5.

Proses lanjutan yang digunakan ialah proses fermentasi. Pada proses fermentasi digunakan bantuan Mikroorganisme yang sering disebut ragi karena di dalamnya memiliki bakteri *saccharomyces cerevisiae* atau yang sering di sebut khamir. Ragi yang umum di gunakan adalah ragi roti atau ragi tape dimana biaya untuk mendapatkannya tidak terlalu mahal dan mudah didapatkan di pasaran. Bakteri *S. Cerevisiae* atau khamir bersifat fermentif yang dapat memecah glukosa menjadi bioetanol atau etanol (C₂H₅OH) dan menghasilkan karbon dioksida (C₂O) karena memiliki enzim zimase dan enzim invertase. Fungsi enzim zimase adalah memecah polisakarida selulosa yang masih ada pada bahan setelah melewati proses hidrolisis. Lalu fungsi enzim invertase adalah mengubah monosakarida menjadi alkohol atau bioetanol. Khamir juga merupakan mikroorganisme seperti yang lain dimana juga memerlukan medium dan lingkungan yang sesuai dengan perkembangbiakannya. Dengan seperti itu ada

beberapa faktor yang akan mempengaruhi proses fermentasi, menurut (niketut sari,2017) di antaranya adalah :

1) Suhu

Suhu optimum untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan khamir adalah 25 °C - 30 °C atau menggunakan suhu ruang. Kenaikan suhu akan menyebabkan penurunan kemampuan khamir terhadap kadar alkohol yang dihasilkan. Selain itu suhu yang tinggi juga memicu terbentuknya asam asetat yang bersifat racun.

2) Keasaman / pH

Untuk mikroorganisme khamir dalam fermentasi, memerlukan media dengan suasana asam . Pengaturan pH dapat dilakukan dengan penambahan alkalis jika substrat terlalu asam dan penambahan asam jika substrat terlalu basa. pH juga dapat menjadi indikasi proses fermentasi telah selesai atau belum, dikarenakan semakin lama proses fermentasi, perubahan pH cenderung menurun. Hal ini disebabkan oleh senyawa asam seperti asam piruvat, asam asetat, dan asam laktat yang terbentuk selama proses fermentasi. Maka dari itu pH optimum untuk perkembangan khamir berkisar antara 4 - 4,8.

3) Nutrisi

Khamir merupakan mikroorganisme yang juga membutuhkan nutrisi dalam pertumbuhan dan perkembangannya. Beberapa unsur nutrisi dasar yang dibutuhkan meliputi karbon (C), nitrogen (N), dan fosfor. Biasanya unsur karbon di dapatkan gula, untuk unsur nitrogen diperoleh dari urea atau amonia, lalu unsur terpenting untuk khamir ialah fosfor yang biasanya di dapatkan dengan penambahan pupuk jenis NPK.

4) Gula pereduksi

Jumlah gula hasil pereduksi atau hasil hidrolisat berupa glukosa menjadi faktor utama perolehan kadar etanol. Jika semakin banyak hasil glukosa yang tercipta pada proses hidrolisis, kemungkinan kadar etanol yang di hasilkan juga semakin tinggi.

5) Konsentrasi starter

Starter disini merupakan suatu larutan yang telah diolah agar dapat memicu terjadinya suatu reaksi, dalam hal ini adalah fermentasi. Banyak penelitian yang telah dilakukan guna membandingkan seberapa besar konsentarsi yang di berikan agar hasil kadar etanol lebih optimal. Baiknya

perbandingan kadar starter adalah 1/10 dari bagian substrat.

6) Waktu fermentasi

Lama waktu suatu proses fermentasi juga turut mengambil peran yang penting. Banyak penelitian yang telah dilakukan termasuk penelitian oleh (krido,ema,evi, 2011) dan mereka mendapatkan adanya perilaku perkembangan mikroorganisme ke dalam 3 fase perkembangan utama. Fase yang pertama adalah fase adaptasi dimana pada waktu 0 hingga 24 jam sel masih beradaptasi dengan lingkungannya. Lalu masuk pada jam ke-25 hingga jam ke-50 terlihat adanya aktivitas penambahan sel mikroba yang mana ini di sebut fase eksponensial atau fase log. Hingga akhirnya khamir masuk dalam fase stasioner atau pertumbuhan nol dan masuk kedalam fase terakhir yaitu kematian pada waktu ke- 74 jam.

Proses terakhir pada proses pembuatan bioetanol adalah destilasi atau penyulingan. Destilasi merupakan suatu pemisahan atau penyulingan suatu larutan berdasarkan perbedaan titik didih. Destilasi perlu dilakukan karena produk bioetanol setelah melalui proses fermentasi masih mengandung air. Titik didih yang di miliki oleh etanol adalah 78°C dan titik didih untuk air adalah sebesar 100°C. Pada saat titik didih etanol terpenuhi, kadar etanol akan menguap lalu keluar melalui unit kondensor

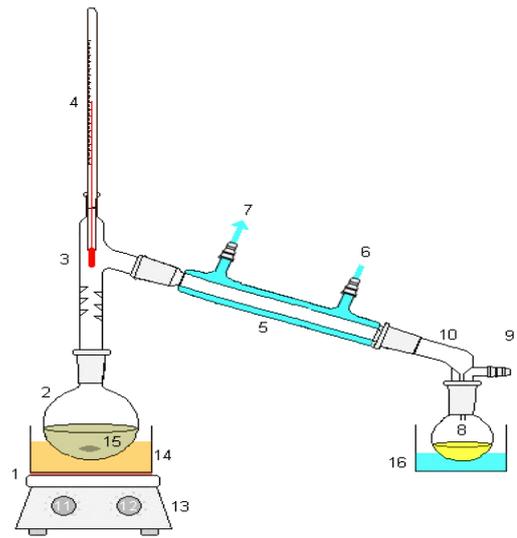
METODE PENELITIAN

Penelitian kali ini menggunakan 4 jenis bahan yaitu sampah tongkol jagung, kulit biji kluwek, kertas hvs bekas, kertas koran bekas. Proses yang digunakan meliputi proses pretreatment (delignifikasi), proses hidrolisis menggunakan larutan enzim selulase, penambahan larutan starter fermentasi sebanyak 10 ml v/v dan 20 ml v/v, serta proses fermentasi selama 5 hari, 10 hari, dan 15 hari. Proses akhir untuk mendapatkan hasil alkohol yaitu dengan proses destilasi.

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian kali ini yaitu sampah tongkol jagung, kulit biji kluwek, kertas hvs bekas, kertas koran bekas, NaOH, enzim selulase, ragi roti, pupuk NPK, Aquadest. Alat yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu hot plate stirer, termometer, ph meter, timbangan digital, erlenmeyer, selang

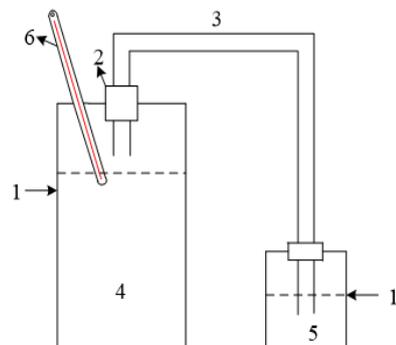
plastik, botol plastik, plastisin, satu set alat destilasi, oven



Gambar 1 alat destilasi

Keterangan :

- 1. Pemanas
- 2. Labu destilasi
- 3. Still head
- 4. Termometer
- 5. Kondensor
- 6. Air dingin masuk
- 7. Air dingin keluar
- 8. Erlenmeyer
- 9. Vakum gas
- 10. Still receiver
- 11. Pengatur suhu
- 12. Pengaduk
- 13. Heater
- 14. Heating bath
- 15. Bahan destilat
- 16. Cooling bath



Gambar 2 Desain alat fermentasi sederhana

Keterangan :

1. Botol plastik
2. Penutup
3. Selang
4. Larutan fermentasi
5. Air
6. Thermometer

Variabel Tetap

1. Proses Delignifikasi :
 - Larutan alkali (NaOH)
 - Konsentrasi NaOH 1,5 berat b/v
 - Larutan aquadest 100 ml
2. Proses Hidrolisis :
 - Enzim selulase 1,5 % berat (b/v)
 - Larutan aquadest 100 ml
3. Proses Fermentasi :
 - Ragi roti, Gula, NPK 10% berat (b/v)
 - Volume bahan hidrolisat 100 ml

Variabel Bebas

1. Jenis sampah yang digunakan :
 - Kulit biji kluwek
 - Tongkol jagung
 - Kertas HVS bekas
 - Ketas koran bekas
2. Penggunaan metode proses delignifikasi dan non delignifikasi
3. Konsentrasi larutan fermentasi (10% v/v dan 20% v/v)
4. Lama waktu fermentasi 5, 10, 15 hari

Variabel kontrol

1. Proses Delignifikasi :
 - Lama waktu proses 4 jam
 - Suhu 50 °C
2. Proses Hidrolisis :
 - pH 5
 - Suhu 50 °C
 - Lama waktu proses 4 jam
3. Proses Fermentasi :
 - Menggunakan suhu ruangan
 - pH 4
4. Proses destilasi :
 - Lama proses 1 jam
 - Suhu 78 °C

Tahap proses pembuatan bioetanol generasi ke dua

1. Persiapan bahan baku

Bahan yang sudah disiapkan ditumbuk hingga halus. Fungsinya untuk mempermudah proses selanjutnya dan juga merusak komponen struktur kristalin agar

2. Pretreatment (delignifikasi)

Padatan NaOH sebanyak 10 gram dihaluskan dan dimasukkan kedalam larutan aquadest 100 ml (10% b/v) beserta bahan baku sebanyak 20 gram. Kemudian bahan yang telah tercampur dipanaskan pada suhu 50 °C selama 4 jam. Setelah itu bahan dipisahkan antara fraksi padatan dan fraksi cair, lalu fraksi padat dikeringkan pada suhu 80 °C selama 1 jam.

3. Hidrolisis enzim

Bahan yang telah melalui proses delignifikasi maupun yang tidak melalui proses delignifikasi kemudian dimasukkan kedalam erlenmeyer beserta aquadest 100 ml dan dicampur dengan enzim selulase 1,5 gram (1,5% b/v) kemudian dipanaskan pada suhu 50°C selama 4 jam.

4. Pembuatan larutan starter fermentasi

Dari 100 ml larutan hidrolisat yang tercipta, di ambil sebanyak 10 ml (10% b/v dari larutan hidrolisat) dan 20 ml (20% b/v dari larutan hidrolisat) untuk dijadikan larutan fermentasi nantinya. Larutan yang telah dipisahkan (10% & 20%) kemudian ditambahkan ragi, gula, dan NPK sebanyak 1 & 2 gram (10 % b/v dari larutan starter) lalu didiamkan dengan kondisi anaerob selama 24 jam. Kemudian larutan starter yang sudah jadi, dimasukkan lagi pada tiap larutan hidrolisat awal.

5. Fermentasi

Proses fermentasi dilakukan pada suhu ruangan dan kondisi anaerob dengan pH 4 selama 5, 10, 15 hari sesuai variabel penelitian.

6. Destilasi

Setelah proses fermentasi selesai, dilakukan tahap penyulingan atau destilasi pada suhu 78°C agar larutan air dan alkohol dapat terpisah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis sampah terbaik dalam menghasilkan bioetanol generasi kedua

Tabel-1: Kandungan etanol pada tiap bahan & perlakuan

UJI EFEKTIFITAS SAMPAH PANGAN... (MOHAMMAD RIO PANCA ANUGRAH)

BAHAN BAKU	DELIGNIFIKASI DAN STARTER 10 ML		
	5 HARI	10 HARI	15 HARI
KLUWEK	13,7	15,93	10,42
TONGKOL JAGUNG	14,27	16,68	11,76
KERTAS HVS	16,43	21,28	19,91

BAHAN BAKU	DELIGNIFIKASI DAN STARTER 20 ML		
	5 HARI	10 HARI	15 HARI
KLUWEK	11,84	17,1	12,4
TONGKOL JAGUNG	15,59	17,47	13,54
KERTAS HVS	17,78	23,78	21,82
KERTAS KORAN	16,33	20,56	18,16

Berdasarkan hasil pada tabel diatas, maka sampah yang menghasilkan etanol tertinggi adalah sampah non pangan berjenis kertas HVS bekas. Kandungan selulosa yang terdapat pada tiap bahan juga menjadi faktor kunci tinggi rendahnya kandungan etanol yang dihasilkan. Hal ini dapat terjadi karena pada industri kertas, kayu yang akan diolah telah melalui proses yang panjang dan menghasilkan serat serat selulosa atau yang kita kenal dengan nama kertas pakai. Maka dengan kesimpulan seperti ini, bisa dikatakan bahwa sampah kertas hasil industri dapat diterapkan dengan konsep *biorefinery* pada pembuatan bioetanol. Hasil kadar bioetanol tertinggi dihasilkan dari bahan non pangan yaitu kertas HVS bekas dengan perlakuan delignifikasi terlebih dahulu dan dengan penambahan larutan starter 20 ml pada lama waktu fermentasi 10 hari sebesar 23,78%. Analisa kandungan etanol atau alkohol menggunakan SNI 3565:2009- AOAC methods.

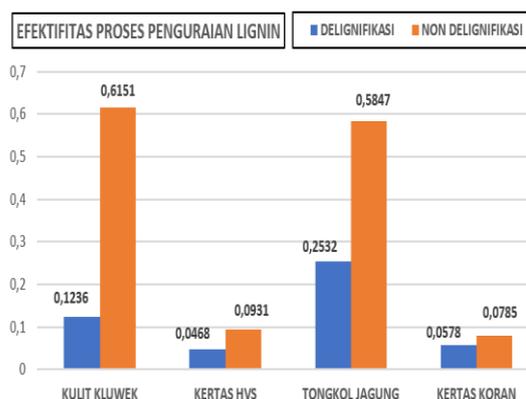
Kandungan lignin setelah proses delignifikasi

Tabel-2: Analisa kandungan lignin

Bahan baku	Berat tiap bahan uji lignin : 1 gram	
	delignifikasi	Non delignifikasi
Kluwek	0,1236 %	0,6151 %
Tongkol jagung	0,2532 %	0,5847 %
Kertas koran	0,0578 %	0,0785 %
Kertas hvs	0,0468 %	0,0931 %

Analisa kandungan lignin menggunakan SNI 0492:2008-uji lignin dengan metode klason.

Berdasarkan hasil pada tabel diatas, perlakuan delignifikasi menggunakan larutan basa (NaOH) cukup efisien dalam hal pendegradasian unsur lignin. Hal ini juga diperkuat dengan teori dari (primata, talalangi , nugroho, fahrizal, 2013) dimana penggunaan larutan basa atau Natrium Hidroksida akan memutus ikatan glikosidik β -1 dan meningkatkan porositas bahan, yang artinya selulosa dapat dikonversi menjadi glukosa pada proses hidrolisis secara optimal.



Grafik -1 Analisa kandungan lignin menggunakan metode klason

Pengaruh kadar starter untuk optimalisasi bioetanol yang dihasilkan

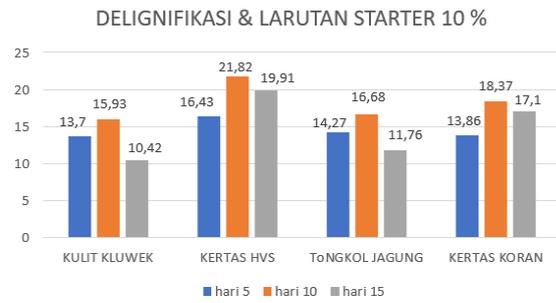
Jika meilhat pada tabel-1, kadar alokohol yang tercipta sangat bervariasi, hal ini disebabkan karena proses yang dilakukan tidak hanya satu macam dan juga bahan yang diolah tidak hanya satu jenis sampah. Selain itu peneliti juga memvariasikan jumlah larutan starter pada proses fermentasi yaitu dengan menambahkan 10 mL dan 20 mL starter. Jika dibandingkan dengan bahan yang sama maka dapat disimpulkan semakin banyak larutan starter yang diberikan maka kadar hasil etanol juga semakin tinggi. Hal ini dikarenakan jumlah bakteri yang berperan mengurai glukosa menjadi etanol juga semakin banyak. Hal ini terbukti juga pada penelitian yang dilakukan (wusnah,samsul,dwi,2016), mereka menggunakan variasi starter 50 ml, 100, 250 ml, dan pada jam ke 168 mereka belum mendapat kadar etanol jika dengan jumlah starter 50 ml. Namun jika menggunakan larutan starter 100 ml dan 250 kadar etanol yang didapat sebesar 34 dan 35 % berturut-turut.

Faktor lain yang perlu diperhatikan adalah jika kadar ragi atau starter tidak sesuai dengan jumlah bahan yang digunakan, maka akan terjadi penurunan jumlah yield atau etanol nantinya. Hal ini disebabkan karena kadar etanol yang tercipta sudah optimum. Bahkan jika jumlah agen pengkonversi terlalu banyak maka akan mengakibatkan tercipitnya jasad renik dini yang akan menghambat produksi etanol.

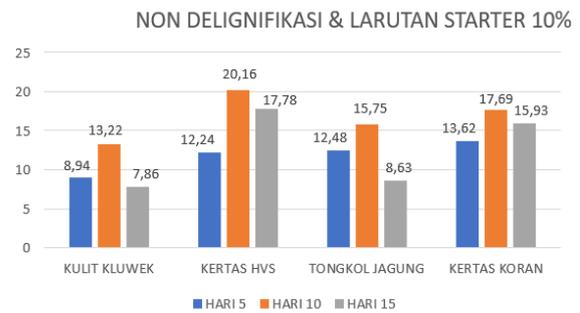
Pengaruh lama waktu fermentasi pada hasil etanol yang dihasilkan

Pertumbuhan organisme pengkonversi dalam hal ini adalah ragi atau bakteri *saccharomyces cerevisiae*, dibagi dalam beberapa fase pertumbuhan, yaitu : fase adaptasi atau fase awal, fase eksponensial, fase stasioner dan fase kematian. Hal inilah yang menjadi faktor dasar mengapa hasil etanol sangat bervariasi.

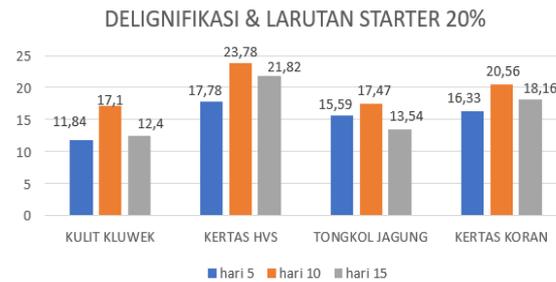
Fase awal adalah fase dimana agen mikroorganisme masih dalam tahap adaptasi yang mana belum terjadi penambahan yield atau kadar etanol. Didalam fase ini unsur jumlah ragi dan nutrient yang ditambahkan sangat mempengaruhi mikroorganisme dalam beradaptasi dengan kondisi medium di sekitarnya. Lalu pada fase eksponensial barulah terjadi peningkatan jumlah etanol yang sangat pesat karena agen fermentif sudah bekerja untuk mengkonversi monosakarida berupa glukosa menjadi etil alkohol. Faktor pengaruh lain yang terjadi pada fase ini adalah jumlah substrat glukosa pada hasil hidrolisat yang didapat pada tiap bahan yang akan difermentasikan. Lalu fase selanjutnya yaitu fase stasioner adalah kondisi dimana kadar etanol yang dihasilkan mencapai batas maksimal yang dapat dihasilkan dari agen fermentif. Barulah setelahnya proses fermentasi mengalami fase kematian yang ditandai dengan menurunnya kadar etanol. Faktor pengaruh yang mengakibatkan penurunan kadar etanol bisa dikarenakan jumlah nutrisi yang dibutuhkan ragi sudah habis ataupun jumlah glukosa yang akan dirubah menjadi etanol sudah tidak adalagi. Pada fase kematian, yeast yang mati akan menyebabkan pembentukan asam seperti asam laktat, asam piruvat, dan asam asetat yang bersifat racun bagi mikroorganisme didalamnya.



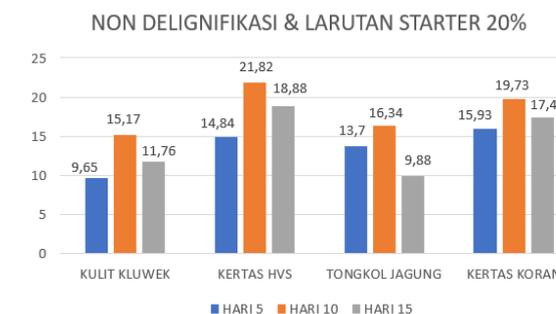
Grafik -2 Hasil bioetanol dengan varian proses delignifikasi dan penambahan larutan starter 10%



Grafik -3 Hasil bioetanol dengan varian proses non delignifikasi dan penambahan larutan starter 10%



Grafik -4 Hasil bioetanol dengan varian proses delignifikasi dan penambahan larutan starter 20%



Grafik -5 Hasil bioetanol dengan varian proses non delignifikasi dan penambahan larutan starter 20%

Perbedaan variasi lama waktu fermentasi turut menjadi variabel bebas yang penting pada penelitian kali ini. Dengan perlakuan variabel proses maupun variabel bebas lainnya, peningkatan etanol sudah terjadi pada waktu 5 hari. Hal ini menyimpulkan bahwa fase adaptasi atau fase awal pada proses fermentasi sudah terjadi sebelum hari ke 5. Bukti penguat lain adalah kadar etanol pada hari ke 5 dapat terbilang cukup tinggi, yaitu dengan rata-rata kadar etanol sebesar 13%. Sedangkan hasil penelitian yang dilakukan (fitriani, syaifulbahri, nurhaeni, 2013) dengan bahan tongkol jagung mereka sudah mendapat hasil etanol sebesar 6% pada hari ke 2.

Lalu pada hari ke 10 grafik peningkatan kadar etanol berada pada titik tertinggi jika dibandingkan dengan hari selanjutnya yaitu hari ke 15. Hal ini ditandai dengan peningkatan kadar etanol melesat tinggi dari hasil etanol pada hari ke 5. Hasil tertinggi dihasilkan dari bahan kertas HVS bekas dengan proses delignifikasi dan dengan penambahan larutan starter 20 ml yaitu sebesar 23,78%. Dapat disimpulkan bahwa proses fermentasi pada hari ke 10 masuk dalam fase eksponensial dan kadar etanol akan tetap (tidak terjadi perubahan) hingga akhirnya masuk dalam fase kematian pada hari ke 15.

Fase kematian yeast *saccharomyces cerevisiae* atau ragi ditandai dengan kadar etanol yang mengalami penurunan. Dilihat dari grafik korelasi lama waktu fermentasi dengan hasil kadar etanol, proses fermentasi pada hari ke 15 selalu menunjukkan trend penurunan yang signifikan pada tiap bahan. Penurunan kadar etanol sangat dipengaruhi oleh jenis bahan yang digunakan karena tiap bahan pasti punya unsur selulosa yang berbeda dan juga dipengaruhi oleh aktifitas kehidupan mikroorganisme didalamnya.

Penunjang kehidupan mikroorganisme yang dimaksud adalah kondisi medium, kondisi keasaman, dan nutrisi yang diberikan. Nutrisi disini memiliki peran yang sangat penting guna kebutuhan hidup daripada mikroorganisme itu sendiri. Ratio perbandingan ragi dan nutrisi yang diberikan pun sebisa mungkin harus seimbang, agar tidak terjadi timbunan jasad renik dini. Maka dari itu perlu diadakan penelitian lebih mendalam antara perbandingan ragi maupun nutrisi yang diberikan guna mengetahui perbandingan yang optimal dalam proses fermentasi.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil dari penelitian uji efektifitas sampah bahan pangan dan non pangan dalam menghasilkan bioetanol dengan berbagai variabel, maka bahan non pangan dengan jenis kertas hvs bekaslah yang dapat menghasilkan bioetanol tertinggi. Etanol tertinggi sebesar 23,78% dihasilkan dari bahan kertas hvs bekas dengan proses delignifikasi dan dengan penambahan larutan starter sebanyak 20 ml selama 10 hari.
2. Perlakuan delignifikasi menggunakan larutan alkali NaOH terbukti dapat mengurai senyawa lignin secara efektif. Ditinjau dari hasil uji lignin dengan metode klason SNI 0492 : 2008 sisa lignin yang ada pada bahan lebih sedikit, dibandingkan pada bahan yang tidak melalui proses delignifikasi terlebih dahulu. Hal ini diperkuat dengan jumlah etanol yang dihasilkan pada akhir proses fermentasi seperti yang terlampir pada gambar grafik 2 hingga 5
3. Penambahan larutan starter atau jumlah ragi yang lebih banyak (20 ml) terbukti dapat menghasilkan bioetanol yang lebih tinggi dari pada penambahan starter 10 ml. Hal ini disebabkan karena agen fermentif yang bertugas menghasilkan glukosa menjadi etanol juga semakin banyak.
4. Kadar bioetanol pada lama waktu fermentasi 10 hari adalah waktu yang paling optimal dalam menghasilkan bioetanol. Hal ini turut serta memperkuat teori pertumbuhan mikroorganisme dengan pembagian 3 fase fermentasi (fase adaptasi, fase eksponensial, fase kematian).
5. Jumlah volume bioetanol hasil destilasi dari tiap bahan rata-rata sebanyak 7-18 ml. Dengan perhitungan ratio bahan baku beserta bahan lainya pada tiap proses akan menghasilkan jumlah volume sesuai dengan kebutuhan.

DAFTAR PUSTAKA

Azura. (2015). *Pembuatan Bioetanol dari Bagas Batang Sorgum Manis Melalui Proses Delignifikasi Oleh NaOH*. 1–35.

- Sari, N. K., & Ernawati, D. (2017). *Teori dan Aplikasi Pembuatan Bioethanol dari Selulose (Bambu)*.
- Wahono, S. K., E. Damayanti, Dan Rosyida, V. T., and E. I. Sadyastuti. 2011. "Laju Pertumbuhan *Saccharomyces Cerevisiae* Pada Proses Fermentasi Pembentukan Bioetanol Dari Biji Sorgum (*Sorghum Bicolor L.*)."
- Ni'mah, Lailan, Angga Ardiyanto, and Muhammad Zainuddin. 2015. "Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Serat Kelapa Sawit Melalui Proses Pretreatment, Hidrolisis Asam Dan Fermentasi
- Fuadi, A. M., & Harismah, K. (2017). *Perbandingan Efektifitas Pembuatan Glukosa dari Kerta Bekas Secara Hidrolisis Asam dan Enzim. Jurnal Teknologi Bahan Alam, 1(1), 6–11.*
- Goleman, daniel; boyatzis, Richard; Mckee, A., & Perdana. (2018). *grade bioethanol for uses. In Journal of Chemical Information and Modeling (Vol. 53, Issue 9).*
- Sisi otadira, chairul, yelmida. (2019). *Biokonversi Kertas HVS Bekas menjadi Bioetanol dengan Variabel Konsentrasi Saccharomyces cerevisiae (Vol. 6, Issue 87).*
- ARIF, A. R. (2014). *Adsorpsi karbon aktif dari tempurung kluwak (pangium edule) terhadap penurunan fenol.*
- Mardina, P., Talalangi, A. I., Sitinjak, J. F. M., Nugroho, A., & Fahrizal, M. R. (2013). *Pengaruh Proses Delignifikasi Pada Produksi Glukosa Dari Tongkol Jagung Dengan Hidrolisis Asam Encer. Konversi, 2(2), 17–23.*
- Sari & Ernawati, 2017. Sari, N. K., & Ernawati, D. (2017). *Teori dan Aplikasi Pembuatan Bioethanol dari Selulose (Bambu)*.
- Rikana, H., & Adam, R. (2009). *Pembuatan Bioethanol dari Singkong secara Fermentasi Menggunakan Ragi Tape.*
- Hermansyah, Xayasene, T., Huu Tho, N., Miksusanti, M., Fatma, F., & Panagan, A. T. (2018). *Bioethanol Production from Cassava (Manihot esculenta) Peel Using Yeast Isolated from Durian (Durio zhibetinus). Journal of Physics:*
- Talebnia, F., Karakashev, D., & Angelidaki, I. (2010). *Production of bioethanol from wheat straw: An overview on pretreatment, hydrolysis and fermentation. Bioresource Technology,*
- Khandaker, M. M., Qiamuddin, K. B., Majrashi, A., Dalorima, T., Sajili, M. H., & Sharif Hossain, A. B. M. (2018). *Bio-ethanol production from fruit and vegetable waste by using saccharomyces cerevisiae. Bioscience Research*
- Akhtar, N., Karnwal, A., Upadhyay, A. K., Paul, S., & Mannan, M. A. U. (2018). *Saccharomyces cerevisiae bio-ethanol production, a sustainable energy alternative. Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences, 20(April 2018)*
- Hidayati, S., Zuidar, A. S., Pertanian, F., & Lampung, U. (1995). *Pemutihan Kertas Koran Bekas Dengan Menggunakan. 29–38.*