

**PENINGKATAN NUTRISI LIMBAH PRODUKSI BIOETANOL  
DARI SINGKONG MELALUI FERMENTASI OLEH KONSORSIUM *Saccharomyces  
cerevisiae* dan *Trichoderma viride***

Rahmat Taufiq Mustahiq Akbar<sup>1</sup>, Yani Suryani<sup>2</sup>, Iman Hernaman<sup>3</sup>

Jurusan Biologi fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung  
Jl.A.H. Nasution No.105 Bandung 40614

Abstract

Bioethanol is a renewable bio-fuels as an alternative energy substitute for oil, in the process leaving a solid waste that can be leveraged into a more useful product. This study aims to improve nutrition and reduce HCN and get the right dose of inoculum in the fermentation of bioethanol from cassava waste. This research was conducted with the experimental method used Completely Randomized Design (CRD) in the 3 x 3 factorial with 3 replications. The first factor inoculum dose (D) to the level of inoculum dose, respectively d1 = 2%, 3% = d2, d3 = 4% and the second factor is the length of fermentation, namely for 0, 4 and 8 days As for some of the parameters measured were protein content and crude fiber through proximate analysis, as well as levels of HCN by distillation method. The result showed that the best dose is the dose of 4% which can increase protein content from 2.47% to 2.91% before fermentation - 4.88% after fermentation and can lower crude fiber content of 2.65% to 2.50% - 2.07% and influential to the decreased levels of HCN from 15.92 mg / kg to 12.73 mg / kg - 0.00 mg / kg for 8 days after fermentation. The results showed that the fermentation process using a consortium of *Saccharomyces cerevisiae* and *Trichoderma viride* can improve the quality of solid waste processing bioethanol from cassava which include increased levels of protein, crude fiber and decreased levels of HCN reduction.

Keywords : Fermentation, consortium of *Saccharomyces cerevisiae* and *Trichoderma viride*, solid waste bioethanol from cassava.

**PENDAHULUAN**

Bioetanol dari singkong merupakan salah satu energi alternatif pengganti minyak bumi yang sangat menjanjikan. Pada prosesnya produksi bioetanol dari singkong menyisakan limbah diantaranya berupa limbah padat. Limbah padat hasil produksi bioetanol dari singkong ini memiliki

kandungan protein 2,47%, serat kasar 2,65% dan HCN 15,92 mg/kg (Suryani, 2012). Hal ini menunjukkan bahwa limbah padat hasil produksi bioetanol dari singkong ini masih memiliki potensi untuk bisa dimanfaatkan kembali menjadi suatu bahan bagi pakan ternak.

Pada prosesnya limbah padat produksi bioetanol banyak dihasilkan, namun demikian meskipun potensinya cukup tinggi, limbah tersebut mengandung asam sianida dan kandungan nutrisi yang masih rendah. Hal ini akan berdampak kepada kehidupan ternak, dimana asam sianida dapat menyebabkan kematian, sedangkan nutrisi rendah akan mengganggu pertumbuhan. Untuk mengurangi resiko tersebut maka limbah padat bioetanol perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu melalui proses fermentasi agar dapat mengurangi kadar HCN dan meningkatkan kualitas limbah tersebut. Fermentasi adalah salah satu proses metabolik yang melibatkan aktivitas mikroba yang mengeluarkan suatu enzim dalam membantu melakukan perubahan kimia pada suatu substrat organik yang menghasilkan suatu produk dan dapat menyebabkan perubahan secara kimiawi ataupun biologi (Winarno, dkk. 1980). Teknologi fermentasi biasanya menggunakan makhluk hidup berupa jamur, diantaranya adalah *Saccharomyces cerevisiae* dan *Trichoderma viride*. Kedua jamur tersebut telah terbukti dapat meningkatkan kualitas limbah pengolahan pangan.

*Trichoderma viride* memiliki kemampuan dalam mendegradasi komponen polisakarida menjadi gula dibantu dengan

enzim-enzim selulase dan xilanase. Menurut Palupi (2011), *Trichoderma viride* pada dosis inokulum 4% dapat meningkatkan kualitas limbah udang dan daya cerna protein dari 36,75% tepung limbah udang menjadi 41,27% dan daya cerna protein dari 67,82% menjadi 81,24% sedangkan menurut fardiaz (2001) bahwa *Saccharomyces cerevisiae* mengandung asam glutamat yang dapat memperbaiki palabilitas pakan, mengandung vitamin B kompleks serta dapat mengasimilasi protein

## **BAHAN DAN METODE**

### **Bahan-bahan**

Limbah padat produksi bioetanol sebagai sumber substrat, inokulum *Saccharomyces cerevisiae*, *Trichoderma viride*, medium PDA (*Potatos Dextrose Agar*), CMC (*Carboxymethyl Cellulose*), NaCl Fisiologis 0,9%, aquades, spirtus, alkohol 70%, kongo red, natrium hidroksida, kupri sulfat, iodine, aseton dan kloroform.

### **Alat-alat**

Alumunium foil, autoklaf, cawan petri, fermentor, gelas ukur, inkubator alat, jarum ose, kain kasa, kompor gas, kulkas, labu elemenyer, label, mikroskop, mikropipet, neraca oven, pipet, rak tabung, spidol, spatula, tabung reaksi, tip dan tissue.

### **Metode Penelitian**

Penelitian ini diawali dengan proses sterilisasi alat dan bahan kemudian pembuatan medium agar (*potato dextrose agar*), selanjutnya perbanyakkan *saccharomyces cerevisiae* dan *trichoderma viride* pada media agar miring, diteruskan pada uji aktivitas selulase dan amilase, kultivasi pertumbuhan mikroba, pembuatan inokulum *saccharomyces cerevisiae* dan *trichoderma viride*. Serta dilakukannya proses akhir yaitu Fermentasi limbah padat bioetanol dari sinkong.

#### 1. Uji Aktivitas Produksi Selulase dan Amilase

*Potato Dextrose Agar* (PDA) ditimbang sebanyak 9,75 gram ditambahkan *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) 1% yaitu 2,5 gram, lalu dimasukkan dalam erlenmeyer yang sudah berisi aquades sebanyak 250 mL, kemudian diaduk dan dipanaskan dengan *magnetic stirrer* sampai larutan berwarna kuning bening. Setelah PDA dan CMC homogen, larutan tersebut disteril dengan menggunakan autoklaf, selanjutnya larutan didinginkan sampai suhu mencapai 55°C dengan pH 5,5.

Larutan tersebut dituangkan secara aseptik ke dalam cawan petri sebanyak 20 mL dan dibiarkan sampai medium memadat. Kemudian satu jarum ose jamur dititikan pada tengah-tengah medium tersebut, selanjutnya diinkubasi selama 72 jam pada

suhu 37°C atau sampai terbentuknya diameter koloni sebesar 1 cm. Ketika koloni sudah terbentuk 1 cm maka diteteskan larutan *congo red* 0,1% untuk pengujian amilase dan diteteskan iodine untuk pengujian selulase kemudian masing-masing pengujian dihomogenkan pada permukaan agar lalu diamkan selama 30 menit setelah itu dibilas dengan larutan NaCl yang sebelumnya sudah dibuat dengan mencampur 5,75 gram NaCl dan 100 mL aquades. Kemudian diinkubasi dan diamati diameter zona bening setiap harinya sampai mikroba tidak mengalami pertambahan ukuran dan mendapatkan indeks selulosanya.

#### 2. Fermentasi limbah Padat Bioetanol

Sebanyak 400 gram limbah padat bioetanol dari singkong dimasukkan ke dalam kantong plastik tahan panas ditambah air 400 mL (1:1) dan kemudian dikukus selama satu jam didinginkan hingga suhu 28°C dan diinokulasi dengan inokulum yang telah dibuat sebelumnya sebanyak 2%, 3% dan 4% bahan kering limbah padat bioetanol dari singkong. Selanjutnya bahan diaduk sampai homogen, setelah itu kantong plastik diberi lubang – lubang kecil untuk mendapatkan kondisi aerob, dibungkus dengan koran steril dan diinkubasi pada suhu antara 25<sup>0</sup>-30<sup>0</sup>C selama 8 hari. Pengukuran jumlah jamur (TPC) dilakukan setiap 24 jam

sekali. Untuk fermentasi dilakukan pada hari ke-0, ke-4 dan hari ke-8, hasil fermentasi analisis proksimat yang meliputi serat kasar dan protein dan perhitungan kadar HCN dengan metode destilasi.

Penelitian ini dilakukan dengan metode experimental yang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pada faktorial 3 x 3 dengan 3 kali pengulangan. Faktor pertama dosis inokulum (D) dengan taraf dosis inokulum masing masing d1=2%, d2=3%, d3=4% dan faktor kedua adalah lamanya fermentasi yaitu selama 0, 4 dan 8 hari. Adapun beberapa parameter yang diamati adalah jumlah mikroba dengan metode *Total Plate Count* (TPC) yang dilakukan selama 24 jam sekali, kandungan protein dan serat kasar melalui analisis proksimat, serta kadar HCN dengan metode destilasi. Hasil data yang diperoleh dianalisis dengan Sidik Ragam dan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (Gaspersz, 1995).

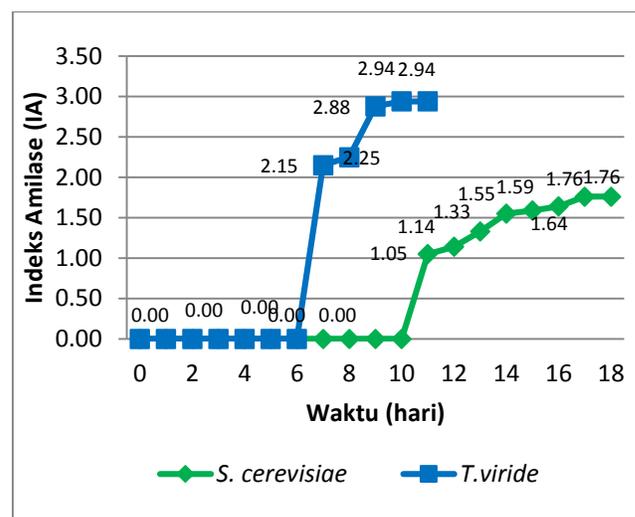
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Uji Aktivitas Enzim

#### 1. Uji kemampuan produksi selulase

Hasil pengujian aktivitas enzim selulase diperoleh kemampuan masing-masing isolat jamur dalam mendegradasi selulosa pada fermentasi *Carboxy methyl Cellulose* (CMC) menghasilkan aktivitas

enzim yang berbeda. Banyak sedikitnya produksi selulase ditentukan berdasarkan zona bening yang terbentuk pada medium. Gambar 1 di bawah ini menunjukkan hasil uji aktivitas ezim selulase pada *Saccharomyces cerevisiae* dan *Trichoderma viride*.



Gambar 1. Grafik Indeks Selulase *Saccharomyces cerevisiae* dan *Trichoderma viride*

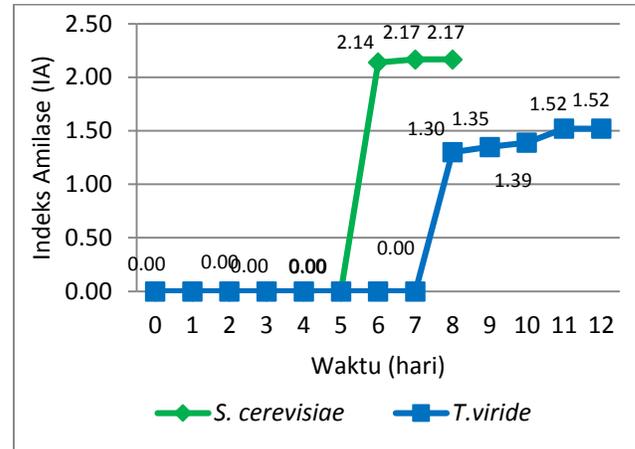
Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa zona bening yang terbentuk pada *Saccharomyces cerevisiae* mulai tampak terlihat pada hari ke-11 dengan indeks selulase sebesar 1,05 cm dan terus mengalami peningkatan sampai pada hari ke 18 yang mencapai indeks selulase sebesar 1,76 cm, sedangkan untuk *Trichoderma viride* sendiri indeks selulase mulai tampak

terbentuk pada hari ke-7 dengan indeks selulase sebesar 2,15 cm indeks selulase pada *Trichoderma viride* ini terus mengalami peningkatan sampai pada hari ke-11 dengan indeks selulase yang terbentuk sebesar 2,94 cm.

Indeks selulase yang terbentuk pada kedua jamur terlihat bahwa *Trichoderma viride* memiliki kemampuan menghasilkan enzim selulase yang lebih cepat dan lebih banyak dibandingkan pada kemampuan *Saccharomyces cerevisiae*. *Trichoderma viride* merupakan kapang berfilamen yang sangat dikenal sebagai organisme selulolitik dan menghasilkan enzim-enzim selulolitik, termasuk enzim selobiohidrolase, endoglukanase dan  $\beta$ -glukosidase (Deacon, 1997). Kelebihan dari *Trichoderma viride* selain menghasilkan enzim selulolitik yang lengkap, juga menghasilkan enzim xyloglukanolitik. Keberadaan enzim ini akan semakin mempermudah enzim selulolitik dalam memecah selulosa

## 2. Uji kemampuan produksi Amilase

Berdasarkan pengujian kemampuan produksi amilase pada *Saccharomyces cerevisiae* dan *Trichoderma viride* terlihat pada gambar 2 berikut ini.



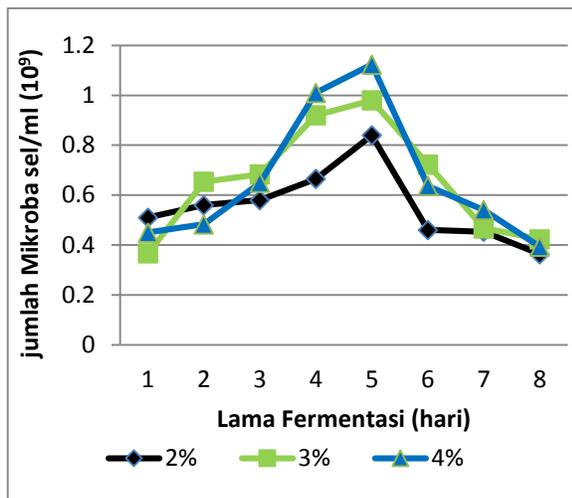
Gambar 2 Grafik Indeks Amilase *Saccharomyces cerevisiae* dan *Trichoderma viride*

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa pada *Saccharomyces cerevisiae* indeks amilase yang terbentuk pada hari ke-6 sebesar 2,14 cm dan terhenti pada hari ke-7 dengan indeks amilase yang terbentuk sebesar 2,17 cm, sedangkan pada *Trichoderma viride* aktivitas amilase mulai tampak terlihat pada hari ke-8 dengan indeks amilase yang terbentuk sebesar 1,30 cm dan aktivitas amilase pada *Trichoderma viride* ini terhenti pada hari ke-11 dengan indeks amilase sebesar 1,52 cm. Enzim amilase memiliki kemampuan memutuskan ikatan glikosida yang terdapat pada senyawa polimer karbohidrat. Hasil proses enzimatik terhadap amilum akan menjadi monomer yang lebih sederhana, seperti maltosa,

dekstrin dan terutama molekul glukosa sebagai unit terkecil.

## B. Pengaruh Lamanya Fermentasi dan Dosis terhadap Jumlah Mikroba Limbah Bioetanol dari singkong Hasil Fermentasi

Berdasarkan hasil penelitian pada gambar 3 terlihat bahwa mikroba mengalami pertumbuhan yang ditunjukkan dengan meningkatnya jumlah mikroba pada setiap dosis seiring dengan lamanya waktu fermentasi.



Gambar 3 . Grafik Jumlah Total Mikroba Konsorsium *Saccharomyces cerevisiae* dan *Trichoderma viride* pada Limbah Padat Pengolahan Bioetanol dari Singkong Hasil Fermentasi

Dari gambar tersebut juga terungkap bahwa pada dosis inokulum 2% memiliki

kurva pertumbuhan jumlah mikroba paling rendah dibandingkan dengan dosis yang lainnya kemungkinan hal ini disebabkan karena jumlah inokulumnya yang lebih sedikit.

Dosis inokulum 2% pada hari pertama mengalami fase lag yang sangat singkat sampai pada hari ke-5 yang terus mengalami fase log fungsi ini membelah dengan cepat sampai titik tertinggi jumlah mikroba sebesar  $0,84 \times 10^9$  sel/mL, menuju hari ke-6 mikroba mengalami penurunan populasi dan pada hari ke-7 sampai hari ke-8 mikroba berada pada fase stasioner, di hari ke-9 menuju hari ke-10 mikroba mengalami fase kematian hal ini disebabkan karena nutrisi yang terkandung di dalam substrat sudah mulai habis.

Pada dosis inokulum 3% adaptasi mikroba berlangsung secara cepat pada hari ke-1, sedangkan dari hari ke-2 menuju hari ke-3 mikroba mengalami fase stasioner dan menuju hari ke-5 berada pada fase ekponensial tertinggi dengan jumlah mikroba sebesar  $0,98 \times 10^9$  sel/mL setelah fase ekponensial mikroba mengalami fase kematian sampai pada hari ke-8 begitupula untuk dosis inokulum 4%, hanya saja pada inokulum 4% fase

eksponensial tertinggi sebesar  $1,12 \times 10^9$  sel/mL.

### c. Pengaruh Lamanya Fermentasi dan Dosis terhadap Kandungan Nutrisi Limbah Bioetanol dari Singkong Hasil Fermentasi

#### a. Pengaruh Lamanya Fermentasi dan Dosis terhadap Peningkatan Kadar Protein Limbah Bioetanol dari Singkong Hasil Fermentasi

Kadar protein yang terdapat didalam limbah bioetanol sebesar 2,47% (Suryani, 2012) akan tetapi setelah dilakukannya fermentasi hasil dari analisis proksimat menunjukkan peningkatan seperti terlihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1 Kadar Protein (%) Limbah Padat Hasil Pengolahan Bioetanol dari Singkong berdasarkan Banyaknya Dosis Inokulum dan Lamanya Fermentasi

Dosis %	Lama Fermentasi (hari)			Rata-rata (%)
	0	4	8	
2	2,92	3,97	4,52	3,81
3	3,04	3,75	4,55	3,78
4	2,91	3,98	4,88	3,92
Rata rata	2,96	3,91	4,65	

Berdasarkan tabel 1 tersebut terlihat bahwa kadar protein mengalami peningkatan seiring dengan banyaknya dosis dan lamanya fermentasi. Pada awal proses fermentasi diduga kedua mikroba tersebut terjadi adanya pendegradasian karbohidrat dalam substrat berupa amilum, karena di dalam pengujian sebelumnya membuktikan bahwa ke dua jamur itu dapat menghasilkan enzim amilase seperti terlihat pada gambar 2. Enzim amilase ini merupakan salah satu enzim karbohidrase yang menguraikan amilum menjadi maltose.

Karbohidrat yang terdapat di dalam substrat akan didegradasi oleh kedua mikroorganisme tersebut yang digunakan sebagai energi dan pertumbuhannya, dengan demikian proporsi karbohidrat menurun, sedangkan proporsi protein meningkat akibatnya menghasilkan kadar protein yang tinggi. Di samping itu, penambahan kadar protein disebabkan oleh adanya pertumbuhan dari mikroorganisme itu sendiri dimana mikroba itu menyumbang

protein. Saono (1976) menyatakan bahwa kapang memiliki kandungan protein kasar antara 31 – 50% sehingga ketika adanya pertumbuhan maka kapang ini dapat menambah kadar protein kasar. Kapang merupakan sumber protein sel tunggal (Fardiaz, 1992).

Tabel 2 Hasil Uji Jarak Duncan untuk Pengaruh Hari terhadap peningkatan Kadar Protein

Hari	Kadar Protein	Signifikasi ( $\alpha=0,05$ )
8	4.65	c
4	3.91	b
0	2.96	a

Hasil uji Duncan 5% diketahui bahwa setiap perlakuan lama fermentasi mempunyai perbedaan yang nyata, dimana semakin lama fermentasi akan meningkatkan kadar protein. Kadar protein terendah terdapat pada hari ke-0 yaitu sebesar 2,95% sedangkan kadar protein tertinggi terdapat pada hari ke-8 sebesar 4,65%. Semakin lama fermentasi akan semakin banyak degradasi karbohidrat maka semakin tinggi proporsi proteinnya. Di

samping itu hal ini dapat dimengerti karena protein yang dihasilkan dari proses fermentasi merupakan protein sel tunggal (PST). *Saccharomyce cerevisiae* merupakan jenis mikroba yang termasuk dalam protein sel tunggal. Komposisi kimia *Saccharomyce cerevisiae* terdiri atas protein kasar 50-52%, karbohidrat, 30-37%, dan mineral 7-8% (Ahmad, 2005).

- b. Pengaruh Lamanya Fermentasi dan Dosis terhadap Penurunan Kadar Serat Kasar Limbah Padat Bioetanol dari Singkong Hasil Fermentasi

Kadar serat kasar yang terdapat didalam limbah bioetanol sebesar 2,65% (Suryani, 2012) akan tetapi setelah dilakukannya fermentasi menunjukkan penurunan. Berikut data serat kasar substrat setelah difermentasi melalui analisis proksimat ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3 Kadar Serat Kasar (%) Limbah Padat Bioetanol Singkong

Hasil Fermentasi Berdasarkan Dosis Mikroba dan Lamanya Fermentasi

Dosis (%)	Lama Fermentasi (hari)			Rata-rata
	0	4	8	
	2	2,73	2,33	
3	2,88	2,45	2,37	2,57
4	2,50	2,35	2,07	2,30
Rata-rata	2,73	2,37	2,21	

Berdasarkan tabel 3 terlihat bahwa pada dosis 2%, 3% dan 4% pada lamanya hari fermentasi dari hari ke-0 sampai hari ke-8 mengalami penurunan, hal ini diduga adanya aktivitas dari jamur tersebut dalam mendegradasi serat kasar serta lama fermentasi akan memberikan kesempatan bagi jamur tersebut dalam aktivitas fermentasi.

Tabel 4 Hasil Uji Jarak Duncan untuk Pengaruh Hari terhadap peningkatan Kadar Serat Kasar

Hari	Kadar Serat kasar	Signifikansi ( $\alpha=0,05$ )
8	2,21	a
4	2,38	b
0	2,73	c

Dari tabel diatas diketahui bahwa semakin lama hari fermentasi semakin kecil nilai kadar serat kasar, pada hari ke-0 diketahui mempunyai nilai kadar serat kasar sebesar 2,73 sedangkan pada hari ke-8 mempunyai kadar serat sebesar 2,21.

Selama proses fermentasi *Trichoderma viride* dan *Saccharomyces cerevisiae* akan menghasilkan enzim yang mampu mendegradasi karbohidrat dalam substrat. Hal inilah yang menyebabkan penggunaan inokulum konsorsium dalam fermentasi dapat menurunkan kandungan serat kasar sebab serat kasar merupakan polisakarida yang dapat berupa selulosa. Semakin lama proses fermentasi memberi kesempatan pada jamur terutama *Trichoderma viride* dalam mendegradasi serat kasar sehingga kadar serat kasar menurun.

*Trichoderma viride* merupakan mikroorganisme penghasil enzim selulolitik. Suryana (2011) dalam penelitiannya menyatakan bahwa Enzim selulase yang dikeluarkan oleh mikrobia tersebut akan mendegradasi selulosa menjadi gula.

Tabel 5 Hasil Uji Jarak Duncan untuk Pengaruh Dosis terhadap peningkatan Kadar Serat Kasar

Dosis	Kadar Serat Kasar	Signifikasi ( $\alpha=0,05$ )
4%	2,31	a
2%	2,41	b
3%	2,57	c

Sementara itu untuk dosis meskipun berfluktuasi datanya namun ada kecenderungan banyaknya dosis akan menurunkan serat kasar, hal ini terbukti dengan dosis 4% menghasilkan kadar serat yang paling kecil (2,31%). Tingginya dosis menyebabkan jamur yang bekerja dalam fermentasi semakin banyak dan intensif dalam medegradasi serat sehingga menurunkan kadar serat.

#### c. Pengaruh Lamanya Fermentasi dan Dosis terhadap Penurunan HCN Hasil Fermentasi

Kadar HCN yang terdapat didalam limbah bioetanol sebesar 15,92 mg/kg (Suryani, 2012). Racun sianida (HCN) dapat masuk ke dalam tubuh ternak melalui saluran pencernaan. Dosis yang mematikan dari sianida adalah antara 0,5 – 3 mg/kg bobot tubuh (Cheeke, 1985).

Jadi sebelum dijadikan pakan ternak, diperlukan cara-cara untuk mengurangi atau menghilangkan racun tersebut, Kompiang, *dkk.* (1993) menyatakan bahwa kandungan HCN dalam suatu bahan pakan dapat dikurangi atau dihilangkan dengan proses fermentasi hal ini sejalan dengan Suciati (2012) dalam penelitiannya bahwa perendaman selama 48 jam dengan fermentasi 48 jam pada tempe kacang koro (*Canavalia ensiformis*) paling efektif menurunkan kadar HCN sebesar 53,87% dengan penurunannya dari 8,78 ppm menjadi 4,05 ppm.

Oleh karena itu, teknik fermentasi adalah salah satu proses yang sangat tepat dalam mengolah limbah padat bioetanol dari singkong sebelum diberikan kepada ternak. Adapun setelah dilakukannya fermentasi, hasil rata-rata kadar HCN bioetanol singkong mengalami perubahan, berikut data hasil analisis proksimat ditunjukkan pada tabel 6

Tabel 6. Kadar HCN (%) Limbah Bioetanol Singkong Hasil Fermentasi

Berdasarkan Dosis Mikroba dan Lamanya Fermentasi

Dosis (%)	Lamanya Fermentasi (hari)			Rata-rata
	0	4	8	
	2	13,35	2,67	
3	12,76	2,67	0	5,14
4	12,08	1,34	0	4,47
Rata-rata	12,73	2,23	0	

Dari data analisis proksimat di atas menunjukkan bahwa kadar HCN pada limbah bioetanol singkong hasil dari fermentasi mengalami penurunan dari hari ke hari, pada dosis mikroba 2% kadar HCN limbah bioetanol singkong pada fermentasi hari ke-0 sebesar 13,35% menurun pada fermentasi hari ke-4 sebesar 2,67% dan pada fermentasi hari ke-8 kadar HCN menjadi 0%, untuk dosis 3% kadar HCN pada hari ke-0 sebesar 12,76% kemudian pada hari ke-4 menjadi 2,67% dan di hari ke-8 turun menjadi 0%, sedangkan untuk dosis 4% kadar HCN pada hari ke-0 yaitu 12,08% mengalami penurunan pada fermentasi hari ke-4 menjadi 1,34% dan turun kembali menjadi 0% pada fermentasi hari ke-8.

Tabel 7 Uji Jarak Duncan Pengaruh Hari terhadap Kadar HCN.

Hari	Kadar HCN	Signifikasi ( $\alpha=0,05$ )
8	0	a
4	2,23	b
0	12,73	c

Dari hasil uji jarak Duncan diketahui bahwa pada hari ke-0 kadar HCN sebesar 12,73% dan terjadi penurunan pada fermentasi hari ke-4 menjadi 2,22% dan turun kembali menjadi 0,00% pada fermentasi hari ke-8, sedangkan untuk dosis bisa terlihat pada tabel 8 berikut :

Tabel 8 Uji Jarak Duncan Pengaruh Dosis terhadap Kadar HCN

Dosis	Kadar HCN	Signifikasi ( $\alpha=0,05$ )
4%	4,47	a
3%	5,14	b
2%	5,34	b

Tabel 8 menunjukkan bahwa pada dosis 2% kadar HCN limbah padat bioetanol sebesar 5,34% sedangkan untuk dosis 3% kadar HCN sebesar 5,14% dan untuk dosis 4% kadar

HCN sebesar 4,47% hal ini menunjukkan bahwa semakin dosis tinggi kadar HCN semakin rendah.

Pada proses penelitian fermentasi ini menghasilkan rata-rata pH sekitar 4,7 dalam waktu 8 hari. Askurrahman (2010) menyampaikan bahwa dalam aktivitasnya pembentukan HCN secara enzimatik oleh enzim linamarase memiliki kondisi optimum pada pH sekitar 6, dan waktu Inkubasi sekitar 3 jam. Maka dengan kondisi pH yang tidak optimum memungkinkan mempengaruhi aktivitas linamarase dalam pembentukan HCN yang mengalami penurunan dan semakin lama akan semakin hilang.

HCN bersifat volatil yang mudah menguap pada suhu ruangan karena mempunyai titik didih rendah yaitu 25,70°C (Pembayun, 2008). Pada proses fermentasi yang dilakukan menghasilkan rata-rata panas sekitar 34°C, proses pemanasan ini menyebabkan linamarin banyak yang rusak dan hidrogen sianidanya banyak yang terbuang keluar sehingga HCN pada limbah padat bioetanol berkurang bahkan sampai hilang.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian maka dapat kita simpulkan bahwa :

1. Penggunaan konsorsium *Saccharomyces cerevisiae* dan *Trichoderma viride* dalam fermentasi limbah padat bioetanol dari singkong relatif dapat meningkatkan kandungan protein dari 2,47% sebelum fermentasi menjadi 2,91% - 4,88% setelah fermentasi dan menurunkan kadar serat kasar dari 2,65% menjadi 2,50% - 2,07% setelah fermentasi serta dapat menurunkan kadar HCN dari 15,92 mg/kg menjadi 13,73 mg/kg – 0,00 mg/kg setelah fermentasi.
2. Lamanya hari fermentasi berpengaruh kepada kandungan nutrisi dan konsentrasi HCN, dimana semakin lama hari fermentasi meningkatkan kadar protein, namun menurunkan serat kasar dan konsentrasi HCN terutama pada hari ke-8.
3. Dosis inokulum yang terbaik dalam peningkatan kadar protein, penurunan serat kasar dan konsentrasi HCN adalah dosis 4%.
4. Terjadi adanya interaksi antara lama hari fermentasi dengan dosis

inokulum konsorsium jamur *Saccharomyces cerevisiae* dan *Trichoderma viride* pada serat kasar dan konsentrasi HCN.

### Saran

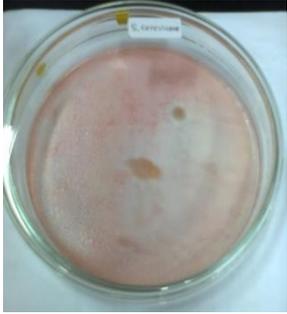
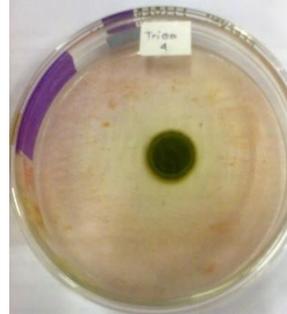
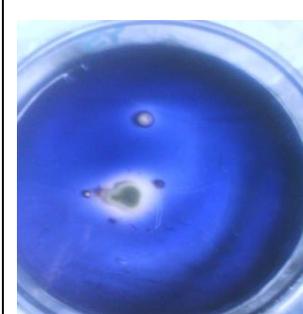
1. Untuk penelitian lebih lanjut sebaiknya ditambahkan nitrogen dan sulfur pada media fermentasi terhadap peningkatan kandungan nutrisi limbah padat bioetanol.
2. Lamanya hari fermentasi sebaiknya perlu ditambahkan untuk menurunkan kadar serat kasar.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Riza Zaenudin. 2005. *Pemanfaatan Khamir Saccharomyces cerevisiae untuk Ternak*. [Jurnal]. Bioteknologi Balai Penelitian Veteriner Bogor.
- Askurrahman. 2010. *Isolasi Dan Karakterisasi Linamarase Hasil Isolasi Dari Umbi Singkong (Manihot Esculenta Crantz)*. Jurnal Pertanian Universitas Trunojoyo.
- Cheeke, p.r. And l.r. Shull. 1985. *Natural Toxicant in Feed and Poisonous Plants*. Jurnal. AVI Publishing Company.
- Deacon, J.W. 1997. *Mikologi Modern*. Blackwell Science. New York. 303
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan*. Deperemen Pendidikan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi PAU angan dan Gizi Yogyakarta.
- Gaspersz, V. 1995. *Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan*. Tarsito, Bandung.
- Kompiang, i.p., j. Darma, t. Purwadaria dan supriyati, 1993. *Laporan Tahunan Proyek P4N-Balitnak*. No: PL.420.205.6413/P4N. Balai Penelitian Ternak, Bogor.
- Pembayun, R. 2008. *Hydro Cyanic Acid and Organoleptik Test on Gaddung Instant Rice from Various Method of Detefication*. Proseding Seminar Nasional Industri Pangan
- Saono, S. 1976. *Pemanfaatan Jasad Renik dalam Pengolahan Hasil Sampingan Atau Sisa-sisa Produk Pertanian*. Jakarta: Berita IPTEK.
- Suciati, A. 2012. *Pengaruh Lama Perendaman Dan Fermentasi Terhadap Kandungan Hcn Pada Tempe Kacang Koro (Canavalia Ensiformis L)*. Jurnal Universitas Hasanuddin. Makassar.

- Suryani, Y. 2012. *Biokonversi Limbah Padat Pengolahan Bioetanol Dari Singkong Oleh Saccharomyces cerevisiae, Trichoderma viride, Aspergillus niger dan Konsorsiumnya Menjadi Pakan Domba*. [Disertasi]. Program Pascasarjana UNPAD. Bandung
- Suryana, U. Atmomarsono dan E. Supriyatna. 2011. *Peningkatan Nilai Kecernaan Protein Kasar Dan Lemak Kasar Produk Fermentasi Campuran Bungkil Inti Sawit Dan Dedak Padi Pada Broiler*. Jurnal Peternakan vol.1 No.3. Program Doktor Ilmu Peternakan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Winamo, F.G dan S. Fardiaz. 1980. *Biofermentasi dan Biosintesa Protein*. Angkasa. Bandung.

## Lampiran

			
<p>Gambar 1. Zona bening selulase <i>S.cerevisiae</i></p>	<p>Gambar 2. Zona bening amilase <i>S.cerevisiae</i></p>	<p>Gambar 3. Zona bening selulase <i>T.Viride</i></p>	<p>Gambar 4. Zona bening amilase <i>T.Viride</i></p>
			
<p>Gambar 5. Sebelum Fermentasi</p>	<p>Gambar 6. Setelah Fermentasi</p>	<p>Gambar 7. Fermentor</p>	<p>Gambar 8 Setelah Fermentasi hari ke-8</p>