

**PENINGKATAN NILAI GIZI LIMBAH SINGKONG
PASCA PRODUKSI BIOETANOL
MELALUI VARIASI LAMA WAKTU FERMENTASI
DAN DOSIS INOKULUM KONSORSIUM
Saccharomyces cerevisiae DAN *Aspergillus niger*
UNTUK SUPLEMENTASI PAKAN TERNAK**

Executive Summary

Mendapat Bantuan Dana dari DIPA UIN Sunan Gunung Djati
Bandung

Tahun Anggaran 2013

Oleh:

Ketua:

Deden Suparman, MA
NIP : 197004062002121007

Anggota:

1. Yani Suryani, S.Pd., M.Si. NIP : 197205181998012001
2. Hj. Yuningsih, M.Pd.I NIP : 195409211992032001
3. Gina Giftia, M.Ag NIP : 197306301997032001

Lembaga Penelitian

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI BANDUNG

2013

Abstraksi

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh fermentasi limbah padat bioetanol yang berasal dari singkong dengan menggunakan konsorsium *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cerevisiae* terhadap kandungan nutrisi dan HCN dalam kaitannya untuk mencari alternatif pengadaan bahan pakan ternak yang murah dan berkualitas baik. Proses fermentasi pada materi percobaan dilakukan di laboratorium dengan metode fermentasi medium padat. Perlakuan yang dicobakan meliputi perbedaan konsentrasi dosis starter 2%, 3% dan 4% lama waktu fermentasi 0, 4 dan 7 hari. Parameter yang diamati yakni kandungan protein, serat kasar dan kadar HCN. Berdasarkan hasil penelitian bahwa dosis 3% dapat menaikkan kadar protein dari 2,47% sebelum fermentasi menjadi 2,61% - 3,80% dan dosis 4% dapat menurunkan kadar serat kasar dari 2,65% menjadi 2,52% - 1,61% sementara itu lamanya fermentasi 7 hari berpengaruh kepada penurunan kadar HCN, dimana kadar HCN menurun dari 15,92 mg/Kg menjadi 13,49 mg/kg - 0,45 mg/kg. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses fermentasi dengan menggunakan konsorsium *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cerevisiae* dapat meningkatkan kualitas limbah padat pengolahan bioetanol dari singkong yang meliputi peningkatan kadar protein, penurunan kadar serat kasar dan penurunan HCN.

Kata kunci: konsorsium, *Aspergillus niger*, *Saccharomyces cerevisiae*, limbah padat pengolahan bioetanol dari singkong

Abstract

The purpose of this study was to determine the effect of solid waste bioethanol fermentation from cassava using a consortium of *Aspergillus niger* and *Saccharomyces cerevisiae* on nutrient content and HCN in relation to looking for alternative provision of animal feed ingredients are cheap and of good quality. The fermentation process in the material experiments performed in the laboratory by the method of solid fermentation medium. Treatment differences were tested include starter dose concentration of 2%, 3% and 4% long fermentation time 0, 4 and 8 days. Parameters observed that the protein content, crude fiber and levels of HCN. Based on the findings that a dose of 3% can increase protein content of 2.47% before fermentation to 2.61% - 3.80% and 4% of the dose can reduce levels of crude fiber from 2.65% to 2.52% - 1, 61% while the duration of 8 days of fermentation affect the decrease in the levels of HCN which HCN levels decreased from 15.92 mg / kg to 13.49 mg / kg - 0.45 mg / kg. The results showed that the fermentation process using *Aspergillus niger* and the consortium of *Saccharomyces cerevisiae* to improve the quality of solid waste processing of cassava bioethanol include increased protein levels, reduced levels of crude fiber and decreased HCN.

Keywords: consortium, *Aspergillus niger*, *Saccharomyces cerevisiae*, solid waste processing ethanol from cassava

1. Pendahuluan

Limbah padat hasil produksi bioetanol dari singkong memiliki potensi nutrisi yang tinggi untuk dijadikan pakan ternak, karena mengandung air 65,16%, protein 2,47%, serat kasar 2,65%, kadar abu 0,39%, lemak kasar 2,06%, dan karbohidrat 83,94% (Suryani, 2012). Namun selain memiliki potensi nutrisi menurut Suryani (2012) limbah padat tersebut mengandung asam sianida (HCN) yang cukup tinggi 15,92 mg/kg, yang jika langsung digunakan pada ternak akan berdampak negatif (Yuningsih, 2012).

Sebagai upaya meningkatkan kandungan nutrisi dan menurunkan kadar HCN, maka dilakukanlah fermentasi dimana fermentasi menurut Tannenbaum *dkk.*, (1978) merupakan proses pendegradasian dengan bantuan mikroorganisme sebagai upaya untuk meningkatkan zat-zat dan nilai energi, mengurangi atau menghilangkan pengaruh negatif dari bahan pakan tertentu.

Mikroorganisme yang digunakan adalah konsorsium *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cerevisiae*. Menurut Mangunwidjaja *dkk.*, (2008) penggunaan kultur tunggal sebagai inokulum fermentasi menghasilkan hasil cukup baik, tetapi tidak menutup kemungkinan penggunaan kultur campuran juga

berpotensi memberikan pengaruh yang nyata pada peningkatan nutrisi.

2. Kajian Teori

Laju penggunaan Bahan Bakar Fosil yang tidak seimbang membuat pemerintah mengambil kebijakan penghematan energi dan mencari sumber-sumber energi baru untuk menggantikan minyak bumi. Salah satu langkah nyata yaitu dengan keluarnya Perpres No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, dimana pemanfaatan BBN (biofuel) ditargetkan 2% pada tahun 2010 dan 5% pada 2025. Untuk mengurangi konsumsi BBM jenis bensin, dapat dilakukan dengan menambahkan 10% bioetanol atau sering disebut E-10. Bahan selulosa memiliki potensi sebagai bahan baku alternatif pembuatan etanol. Hal ini karena selulosa mengandung komponen glukosa lebih dari 10.000 unit sehingga dapat dikonversi menjadi gula-gula sederhana (gula pereduksi) dan selanjutnya difermentasi menjadi etanol oleh khamir atau bakteri (Koolman, 2001). Salah satu bahan berselulosa yang berpotensi untuk pembuatan etanol yaitu singkong.

Limbah produksi hasil produksi bioetanol dari pati singkong ini masih mengandung sejumlah zat nutrisi, sehingga dapat dikonversi menjadi produk yang memiliki

nilai ekonomi seperti pakan ternak melalui proses fermentasi oleh mikroba. Pemanfaatan limbah ini akan menanggulangi masalah pencemaran.

3. Metodologi Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan adalah biakan murni *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cerevisiae*, Potato Dextrose Agar (PDA), Potato Dextrose Broth (PDB), CMC, methyl red, asam sulphat p.a, natrium hidroksida p.a, tembaga sulfat, kalium sulfat, asam klorida p.a, asam borat, Bromo Cresol Green (dye solution), kloroform, etanol dan aseton, aquades, alkohol, bahan-bahan untuk analisis kadar HCN, natrium sulfat, dicloromethan, asetonitril, asam fosfat, bahan-bahan untuk analisis proksimat, dan NaCl.

Penelitian dilaksanakan secara eksperimental di Laboratorium Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Bandung. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial dengan 2 faktor dan menggunakan 3 kali pengulangan. Faktor pertama dosis inokulum (D) dan faktor kedua adalah lamanya waktu fermentasi (H). Perlakuan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pemberian dosis inokulum sebanyak 2%, 3% dan 4% serta fermentasi selama 0, 4 dan 7 hari.

Peubah yang diamati adalah kandungan HCN dengan metode destilasi dan kandungan gizi produk fermentasi yaitu kandungan protein dan kandungan serat kasar dengan analisis proksimat. Data yang diperoleh dianalisis dengan Sidik Ragam dan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan (Gaspersz, 1989).

Penelitian diawali dengan tahap persiapan yakni dengan sterilisasi alat dan medium, pembuatan media agar miring dan perbanyak kultur mikroba. Penelitian dilanjutkan pada pembuatan inokulum konsorsium *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cerevisiae*.

Tahap akhir dari penelitian ini adalah fermentasi. Kemudian Pada hari ke-0, 4 dan 7 dilakukan analisis proksimat yang meliputi penghitungan kadar protein dan serat kasar serta dilakukan pula analisis kadar HCN dengan metode destilasi.

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

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

Tabel 4.1 Kadar Protein (%) Limbah Padat Hasil Pengolahan Bioetanol dari Singkong berdasarkan Lamanya Fermentasi dan Banyaknya Dosis Inokulum.

Dosis (%)	Lama Fermentasi (Hari)			Rata-rata (%)
	0	4	8	
2	2,617	2,980	3,107	2,901
3	3,390	3,463	3,800	3,551
4	2,840	3,240	3,630	3,237
Rata-rata (%)	2,949	3,228	3,512	

Tabel di atas menunjukkan terjadinya peningkatan protein. Pada proses peningkatan protein tersebut diduga *Saccharomyces cerevisiae* berperan lebih awal dalam mendegradasi karbohidrat berupa amilum dalam substrat, kemudian disusul oleh *Aspergillus niger*. *Saccharomyces cerevisiae* lebih awal dalam menghasilkan enzim amilase dengan selang waktu satu hari dengan *Aspergillus niger*. Ardhana (1982) dalam penelitiannya menyatakan bahwa penguraian bahan organik oleh khamir disebabkan aktivitas enzim lipase dan amilase yang bekerja dalam pemecahan lemak dan amilum dari substrat sehingga kandungan bahan organik selama fermentasi mengalami penurunan. Bahan organik yang mengalami penurunan selama fermentasi tersebut adalah pati dan lemak kasar karena digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi untuk pertumbuhan khamir. Penurunan kadar pati disebabkan oleh penggunaan pati oleh khamir untuk

proses metabolismenya. Sedangkan menurut Fardiaz (1989) bahwa kapang *Aspergillus niger* menyerap langsung zat makanan yang terdapat di dalam substrat dengan menggunakan hifa.

Berdasarkan analisis sidik ragam terlihat bahwa tidak ada interaksi antara dosis dengan lamanya fermentasi dimana f hitung $0,132 < f$ tabel $2,93$ atau $p(0,968) > 0,05$, sedangkan untuk lama fermentasi tidak menunjukkan berbeda nyata f hitung $2,064 < f$ tabel $3,55$ atau $p(0,156) > 0,05$. Akan tetapi untuk dosis cenderung berbeda nyata dengan nilai $p=0,091$.

Tidak adanya interaksi antara dosis dan lama fermentasi menunjukkan bahwa dosis tidak mempengaruhi lamanya fermentasi atau sebaliknya. Adapun tidak ada perbedaan antara lama fermentasi terhadap kandungan protein diduga karena kedua jenis jamur tersebut lebih merombak karbohidrat sehingga protein terlihat tidak berubah banyak. Disamping itu menurut Suryani (2012) karbohidrat pada limbah padat pengolahan bioetanol dari singkong mencapai 83,94% hal ini menyebabkan karbohidrat cukup tersedia sebagai sumber energi. Menurut Purwoko (2007) pada kondisi lapar karbon, sel mikroba akan mendegradasi protein yang semula disintesis sebagai sumber energi.

Sementara itu ada kecenderungan berbeda diantara dosis ditunjukkan dengan uji lanjut menggunakan Uji Duncan yang berbeda nyata yang terlihat pada Tabel 4.2. Dari Tabel tersebut terlihat bahwa dosis inokulum 3% dan 4% relatif sama namun lebih besar dari pada 2%. Tingginya kandungan protein pada dosis inokulum 3% dan 4% karena jumlah mikrobaanya lebih besar.

Tabel 4.2 Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Dosisi terhadap Peningkatan Kadar Protein (%)

Dosis (%)	Kadar Protein (%)	Signifikasi ($\alpha= 0,05$)
2	2,901	A
4	3,237	AB
3	3,551	B

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha= 0,05$ Uji Jarak berganda Duncan

Peningkatan kadar protein juga disebabkan adanya penurunan kandungan bahan makanan lain seperti karbohidrat dan lemak yang digunakan oleh kapang untuk pertumbuhan dan perkembangbiakannya. Kapang dapat mensintesis protein dengan mengambil sumber karbon dari karbohidrat (glukosa, sukrosa, dan maltosa), sumber nitrogen dari bahan organik atau anorganik dan mineral dari substratnya (Fardiaz, 1989).

Peningkatan yang terjadi pada kadar protein limbah padat bioetanol singkong hasil fermentasi ini relatif kecil karena tidak dilakukan pengayaan dengan sumber nutrisi lain sehingga nitrogen yang digunakan hanya berasal dari substrat. Kandungan protein dalam substrat dapat diperkaya dengan menambahkan unsur lain seperti sulfur, hal ini berkaitan dengan penelitian yang dilakukan Pratitis (2010) menyatakan onggok fermentasi dengan penambahan sulfur menghasilkan kandungan protein yang lebih tinggi dibanding dengan onggok fermentasi tanpa sulfur. Kenaikan protein kasar disebabkan pertumbuhan kapang *Saccharomyces cerevisiae* lebih optimal pada penambahan sulfur, sedangkan mikroba kapang merupakan sumber asam amino esensial. Pertumbuhan kapang sangat dipengaruhi oleh ketersediaan sumber energi, sumber N dan beberapa mineral terutama S dan P.

Rata-rata peningkatan protein yang dihasilkan oleh konsorsium *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cerevisiae* yakni 1,19% dimana lebih tinggi dibandingkan dengan *Saccharomyces cerevisiae* secara tunggal yakni 1,05% dan lebih rendah dibandingkan dengan *Aspergillus niger* yakni 1,92%. Hal ini diduga karena adanya kelemahan pada khamir *Saccharomyces cerevisiae* ketika bekerja bersama dengan

Aspergillus niger dalam mendegradasi substrat berupa limbah padat pengolahan bioetanol.

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

Tabel 4.3 Kadar Serat Kasar (%) Limbah Hasil Pengolahan Bioetanol dari Singkong berdasarkan Lamanya Fermentasi dan Banyaknya Dosis Inokulum.

Dosis (%)	Lama Fermentasi (Hari)			Rata-rata (%)
	0	4	8	
2	1,97	2,50	2,22	2,23
3	2,41	2,52	2,37	2,43
4	2,34	2,04	1,61	2,00
Rata-rata (%)	2,24	2,35	2,07	

Berdasarkan Tabel 4.3 terlihat bahwa pada dosis 2% dan 3% terjadi kenaikan pada hari ke-4 kemudian mengalami penurunan kembali pada hari ke-8. Hal ini diduga karena setelah mengalami fase lag pada hari ke-1 menuju hari ke-2, mikroba mengalami peningkatan populasi pada fase pertumbuhan di hari ke-3 menuju hari ke-4 sehingga terjadi pembentukan miselium yang banyak mengakibatkan kadar

serat naik. Menurut Imran dan Melati (2010), peningkatan serat kasar terjadi karena peningkatan populasi mikroba *Aspergillus niger* selama proses fermentasi, dan hampir semua kapang memiliki kadar serat yang tinggi. Pada hari ke-7 mikroba mengalami penurunan hal ini diduga karena setelah mengalami peningkatan populasi, mikroba akan menghasilkan enzim selulase. Enzim tersebut akan mendegradasi serat kasar, sehingga terjadi penurunan serat kasar.

Menurut Winarno (1986) dan Judoamidjojo *dkk.* (1989), penurunan kadar serat pada perlakuan disebabkan karena enzim yang dihasilkan oleh mikroba mampu memecah selulosa selama proses fermentasi menjadi glukosa. Enzim selulase merupakan enzim kompleks yang bekerja secara bertahap atau bersamaan untuk memecah selulosa menjadi glukosa. Selanjutnya glukosa yang dihasilkan dari substrat akan dipergunakan sebagai sumber karbon dan energi karena glukosa merupakan sumber karbon terpenting bagi kebutuhan hidup. Pada dosis 4% penurunan kadar serat kasar terjadi dari hari ke hari selama fermentasi. Hal ini diduga karena dosis 4% memiliki jumlah awal mikroba yang lebih tinggi sehingga akan lebih banyak enzim yang dihasilkan untuk mendegradasi serat.

Pada proses penurunan kadar serat diduga bahwa *Aspergillus niger* berperan lebih awal dalam mendegradasi karbohidrat berupa selulosa dalam substrat, kemudian disusul oleh *Saccharomyces cerevisiae*. Kapang *Aspergillus niger* lebih awal dalam menghasilkan enzim selulase sehingga lebih cepat dalam mendegradasi selulosa dibandingkan dengan khamir *Saccharomyces cerevisiae*, selain itu menurut Winarno (1986) *Aspergillus niger* memiliki daya selulolitik dan proteolitik yang tinggi, sehingga dengan kemampuan enzimatisnya dapat mendegradasi serat kasar yang sulit dicerna menjadi lebih sederhana sehingga mudah untuk dicerna.

Untuk mengetahui ada atau tidak adanya pengaruh perlakuan dilakukan analisis keragaman yang hasilnya disajikan pada Tabel 4.4. Adapun hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara lamanya fermentasi dengan dosis terhadap penurunan kadar serat kasar. Dimana $f_{hitung} 1,287 < f_{tabel} 2,93$ atau $p(0,312) > 0,05$. Sementara itu untuk lamanya fermentasi tidak menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata dengan $f_{hitung} 1,113 < f_{tabel} 3,55$ atau $p(0,350) > 0,05$. Akan tetapi untuk dosis cenderung berbeda nyata dengan nilai $p = 0,113$.

Tidak adanya interaksi antara dosis dengan lamanya fermentasi menandakan bahwa lamanya fermentasi dan dosis

tidak saling mempengaruhi terhadap kadar serat kasar limbah. Sementara itu untuk lama hari tidak berbeda nyata, diduga karena fermentasi membutuhkan waktu lebih lama dari 7 hari untuk menghasilkan enzim yang cukup untuk mendegradasi substrat secara keseluruhan sehingga jumlah serat kasar yang didegradasi relatif kecil dan tidak berdampak besar terhadap perubahan serat kasar. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Iskandar (2009), perlakuan dosis inokulum 4% dengan lama fermentasi 12 hari dapat menurunkan serat kasar sebesar 12,17% dari 18,86%.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Nurhayati *dkk.*, (2006) bahwa pertumbuhan mikroba yang baik dan diimbangi dengan kandungan serat kasar awal substrat yang cukup tinggi dapat mengakibatkan perombakan dan penurunan serat kasar substrat yang maksimal. Perubahan kadar serat kasar dipengaruhi oleh intensitas pertumbuhan miselia kapang dan kemampuan kapang memecah serat kasar untuk memenuhi kebutuhan energi dengan bantuan enzim selulase (Mirwandhono dan Siregar, 2004). Selain itu menurut Cain (1980) penurunan tersebut dapat terjadi karena mikroba memerlukan sumber energi untuk pertumbuhannya, sehingga sebagian besar serat kasar dirombak dan dijadikan sumber energi.

Tabel 4.4 Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Lamanya Fermentasi terhadap Penurunan Kadar Serat Kasar (%)

Dosis (%)	Kadar Serat Kasar (%)	Signifikasi ($\alpha= 0,05$)
4	2,00	A
2	2,23	AB
3	2,43	B

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan tidak berbedanya pada taraf $\alpha= 0,05$ Uji Jarak berganda Duncan

Untuk menunjang kemampuan mikroba agar lebih baik dalam mendegradasi serat kasar sehingga penurunan kadar serat kasar lebih tinggi, maka diperlukan penambahan nutrisi lain. Menurut Fardiaz (1989) penambahan bahan-bahan nutrisi ke dalam media fermentasi dapat menyokong dan merangsang pertumbuhan mikroorganisme. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai sumber nitrogen pada proses fermentasi adalah urea. Urea yang ditambahkan ke dalam medium fermentasi akan diuraikan oleh enzim urease menjadi ammonia dan karbondioksida selanjutnya aman digunakan untuk pembentukan asam amino.

Rata-rata penurunan kadar serat kasar yang dihasilkan oleh konsorsium *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cerevisiae* lebih tinggi yakni 0,91% dibandingkan *Aspergillus niger* yakni

0,58% dan *Saccharomyces cerevisiae* yakni 0,31% yang digunakan secara tunggal. Hal ini diduga bahwa *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cerevisiae* dapat bersinergis dalam memecah komponen selulosa menjadi senyawa sederhana dalam substrat fermentasi berupa limbah padat hasil pengolahan bioetanol dari singkong.

4.3. Pengaruh Lamanya Fermentasi dan Dosis terhadap Penurunan HCN Limbah Bioetanol dari Singkong Hasil Fermentasi

Hidrogen sianida (HCN) atau *prussic acid* atau sianida adalah senyawa kimia yang bersifat toksik dan merupakan jenis racun yang paling cepat aktif dalam tubuh sehingga dapat menyebabkan kematian dalam waktu beberapa menit (akut) (Yuningsih, 2012). Oleh karena itu, dilakukan fermentasi untuk mengurangi dampak kadar HCN tersebut. Kadar HCN yang sudah difermentasi dan dianalisis dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Kadar HCN (mg/kg) Limbah Hasil Pengolahan Bioetanol dari Singkong berdasarkan Lamanya Fermentasi dan Banyaknya Dosis Inokulum.

Dosis (%)	Lama Fermentasi (Hari)			Rata-rata(%)
	0	4	7	
2	13,2287	5,3531	0,4461	6,3426
3	13,4939	3,3961	0,4454	5,7784
4	13,3058	3,6155	0,4467	5,7893
Rata-rata(%)	13,3428	4,1216	0,4461	

Berdasarkan Tabel 4.5 terdapat penurunan kadar HCN seiring dengan lamanya fermentasi, sementara untuk dosis relatif sama meskipun ada sedikit penurunan dengan semakin banyaknya dosis inokulum. Hasil sidik ragam dilakukan untuk mengetahui ada atau tidak adanya pengaruh perlakuan yang dapat dilihat pada Tabel 4.6. Berdasarkan Tabel 4.6 terlihat bahwa terdapat interaksi antara lamanya hari dengan dosis inokulum terhadap penurunan kadar HCN, dimana $f_{hitung} 3,889 > f_{tabel} 2,93$ atau $p(0,019) < 0,05$. Sementara itu untuk banyaknya dosis inokulum tidak menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata $f_{hitung} 2,838 < f_{tabel} 3,55$ atau $p 0,085 > 0,05$. Akan tetapi lamanya fermentasi sangat berpengaruh terhadap penurunan HCN dengan nilai $p 0,000 < 0,05$.

Tabel 4.6 Analisis Variansi Pengaruh Lamanya Fermentasi dan Dosis terhadap Penurunan Kadar HCN Limbah Padat Hasil Pengolahan Bioetanol dari Singkong

Sumber Keragaman	JK	Db	KT	F_{hitung}	Signifikasi 0,05
Dosis	1,874	2	0,937	2,838	0,085
Hari	794,600	2	397,300	1203	0,000
Interaksi	5,135	4	1,284	3,889	0,019
Galat	5,942	18	0,330		
Total	807,551	26			

Selanjutnya adanya pengaruh yang berbeda nyata dari lamanya fermentasi dilakukan uji lanjut dengan menggunakan Uji Duncan yang hasilnya tersaji pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Uji Jarak Berganda Duncan Pengaruh Lamanya Fermentasi terhadap Penurunan Kadar HCN (mg/kg)

Lamanya Fermentasi	HCN (mg/Kg)	Signifikasi ($\alpha= 0,05$)
0 hari	13,34	C
4 hari	4,1216	B
7 hari	0,4461	A

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan tidak Berbeda nyata pada taraf $\alpha= 0,05$ Uji Jarak berganda Duncan

Adanya interaksi dimungkinkan karena kuat pengaruh akibat lamanya fermentasi dimana fermentasi dapat menurunkan kandungan HCN, sementara itu tidak berbedanya dosis terhadap penurunan kandungan HCN karena mikroba memiliki kemampuan terbatas dalam mendegradasi HCN. Adapun lama fermentasi (hari) sangat nyata menurunkan HCN karena fermentasi selain dapat mendegradasi substrat juga bisa menghasilkan panas sehingga HCN mudah menguap.

Menurut Pembayun (2008) HCN termasuk senyawa volatil tidak berwarna, berbau menyengat sebagaimana asam lainnya, dan berasa pahit. Senyawa ini mempunyai titik didih $25,7^{\circ}\text{C}$. Dalam keadaan bebas sangat mudah larut dalam air. Dalam jaringan, senyawa ini akan terakumulasi, tetapi apabila terdapat pada suatu permukaan, senyawa ini cepat menguap, karena sifat kelarutannya sangat mudah larut dalam air. Kulsum dan Sjoftan (2008), menyatakan bahwa dengan perlakuan waktu fermentasi 72 jam dapat memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kandungan HCN hasil fermentasi campuran ampas tahu dan onggok. Selain itu menurut Budi (2011) waktu fermentasi sampai 24 jam

sudah mampu menurunkan HCN sampai 92,82% setelah fermentasi dan 95,61% setelah menjadi tepung mokal.

Rata-rata penurunan kadar HCN oleh konsorsium *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cerevisiae* yakni sebesar 13,05 mg/Kg lebih rendah dibandingkan *Aspergillus niger* yakni 13,29 mg/kg dan *Saccharomyces cerevisiae* yakni 15,32 mg/kg yang digunakan secara tunggal. Hal ini diduga fermentasi oleh konsorsium *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cerevisiae* relatif lebih rendah dibandingkan mikroba tunggal.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. Fermentasi dengan menggunakan konsorsium *Saccharomyces cerevisiae* dan *Aspergillus niger* relatif dapat meningkatkan kandungan protein dari 2,47% sebelum fermentasi menjadi 2,617% - 3,80% setelah fermentasi dan menurunkan kadar serat kasar dari 2,65% menjadi 2,52% - 1,61% setelah fermentasi serta dapat menurunkan kadar HCN dari 15,92 mg/kg menjadi 13,49 mg/Kg - 0,45 mg/kg setelah fermentasi.

2. Banyaknya dosis inokulum hanya berpengaruh kepada peningkatan kadar protein dan penurunan kadar serat kasar, dimana dosis yang terbaik untuk peningkatan kadar protein adalah dosis 3% dan penurunan serat kasar efektif pada dosis 4%.
3. Lamanya fermentasi tidak berpengaruh kepada peningkatan protein dan penurunan kadar serat kasar tetapi sangat berpengaruh kepada penurunan kadar HCN dimana kadar HCN sangat menurun pada hari ke-7.

5.2 Saran

1. Penelitian lebih lanjut sebaiknya dilakukan untuk menurunkan kadar serat kasar yang lebih tinggi dengan penambahan waktu fermentasi.
2. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memperkaya nutrisi kandungan protein dan menurunkan kadar serat kasar dengan penambahan unsur nitrogen atau sulfur pada substrat fermentasi.

6. DAFTAR PUSTAKA

Abdulah, M.Busairi. 2009. *Pengkayaan Protein Kulit Umbi Ubi Kayu melalui Proses Fermentasi: Optimalisasi Nutrien Substrat Menggunakan Respon Surface Methodology*. Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia.1-10.

- Ahmad, Yusuf. 2011. *Sains Modern Menurut Perspektif Al-Quran dan As-Sunnah*. Pernerajaan Jasabersa.
- Anggorodi. 1990. *Ilmu Makanan Ternak Umum*. Jakarta: Gramedia.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis Agricultural Chemical; Contaminan; Drugs*. Washington DC: Association of Official Analyticals Chemist, Inc.
- Arnata, Iwayan. 2009. *Pengembangan alternatif teknologi Bioproses pembuatan bioetanol dari ubi Kayu menggunakan Trichoderma viride, Aspergillus niger dan Saccharomyces cerevisiae*. Tesis Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Aro, S.O., 2008. Improvement in the nutritive quality of cassava and its by-product through microbial fermentation. *African Journal of Biotechnology*, 7 (25), pp. 478-4797.
- Buckle, K.A., Edwards, R.A. Fleet, G.H. Wootton, M. 1987. *Ilmu Pangan*. Terjemahan Hari Purnomo dan Adiono. Universitas Indonesia Press; Jakarta.
- Birk R, Bravdo B, Shoseyov O. 1996. *Detoxification of cassava by Aspergillus niger B-1*. *Appl Microbiol Biotechnol*. 45: 411-414.
- Brock, T. D., M. T. Madigan, J. M. Martinko, and J. Parker. 1994. *Biology of Microorganism*. London: Prantice-Hall International Inc.

- Chan, H. T., JR. 1983. *Handbook Of Tropical Foods*. Marcel Dekker Inc., New York and Bassel.
- Darwis, A. Z., E. Sukara, E. D Amiroenas., M. Syahbana dan R. Purnawati.1990. *Produksi Enzim Selulase dan Biomassa Untuk Pakan Ternak dari Biokonversi Pod Cokelat oleh Trichoderma viride*.Laporan Penelitian. Laboratorium Bioindustri PAU Bioteknologi.Institut Pertanian Bogor.
- Departemen Agama RI. 2008. *Al-Quran dan Terjemahnya*. CV Diponegoro.
- Endah R D, dkk. 2007. *Pengaruh Kondisi Fermentasi Terhadap Yield Etanol Pada Pembuatan Bioetanol Dari Pati Garut*.Jurnal penelitian. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- Fardiaz, S. 1988. *Mikrobiologi Pangan 1*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Gandjar J, 1999. *Perkembangan Mikrobiologi di Indonesia*, Diterbitkan Oleh PERHIMI.
- Gaspersz, V. 1989.*Metode Rancangan Percobaan Untuk Ilmu-ilmu Pertanian, Ilmu-ilmu Teknik, Biologi*. Bandung: Armico.
- Hidayat, N., Padaga, M. C., Suhartini, S. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Hidayat. 2009. *Peluang Penggunaan Kulit Singkong Sebagai Pakan Unggas*. *Jurnal Penelitian Teknologi Peternakan*

dan Veteriner. Balai penelitian Ternak, 221, Bogor 16002.

Iyayi, E.A. & Aderolu, Z.A. 2004. *Enchament of The Feeding Value of Some Agroindustrial by-Product for laying Hens After Their Solid State Fermentation with Trichoderma viridae*. Africal Journal of Biotechnology 3 (3). <<http://www.fst.sinica.edu.tw/journal>> .[25 Mei 2011].

Moore-Landecker, E. 1990. *Fundamentals of the Fungi*. New Jersey: Prentice Hall.

Oboh, G.; Akindahunsi, A.A. and Oshodi, A.A. 2002. Nutrient and Anti-Nutrient Content of *Aspergillus niger* Fermented Cassava Products (Flour and Gari). *Journal of Food Composition and Analysis*. **15** (5): 617-622.

Pederson, C.S. 1971. *Microbiologi of Food Fermentation*. Connecticut: The Avi Publishing Company.

Pelczar, M. J., and R. D. Reid. 1986. *Elements of Microbiology*. McGraw Hill Book Company. New York.

Purwanto, Agus. 2008. *Ayat-Ayat Semesta (Sisi-Sisi Al-Quran yang terlupakan)*. PT Mizan Pustaka.

Rahman, A. 1992. *Teknologi Fermentasi Industrial II*. Jakarta : Penerbit ARCAN.

Reed, G and T. W. Nagodawithana. 1991. *Yeast Technology*. 2nd Edition. Van Nostrand Reinold Publisher. New York.

- Sastramihardja, I. 1989. *Prinsip Dasar Mikrobiologi Industri*. PAU ITB.
- Shin, T., S. Hyung, K. Kyun And A. Choong. 1989. Effects Of Cyc On The Performance Of Dairy, Beef Cattle And Swine. Seoul, Korea.
- Supriyati. 2003. Fermented cassava waste and its utilization in broiler chickens rations. *JITV* 8(3): 146-150.
- Soeka, Yati S. dan Sastraatmadja Dudi D. 1992. *Pengaruh Penambahan Sumber-Sumber Nitrogen Terhadap Produksi Enzim Selulase Oleh Aspergillus niger Terseleksi Pada Media Dedak*. Puslitbang Biologi-LIPI. Bogor.
- Tarnidi, A.R. 1999. *Pengaruh Proses Biokonversi Ampas Tebu oleh Jamur Tiram Putih (Pleurotus ostreatus) Terhadap Nilai Nutrisi dan Pemanfaatan Sebagai Campuran Ransum Domba Priangan*. **Disertasi**. Program Pascasarjana Universitas Padjadjaran; Bandung.
- Tjakradidjaja, A.S., Suharyadi, Adriani. 2007. Fermentasi Bungkil Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas*, L.) dengan Berbagai Kapang sebagai upaya Penurunan Kadar Serat Kasar dan Zat Antinutrisi. *Prosiding Konferensi Jarak Pagar Menuju Bisnis Jarak Pagar yang Feasible*. IPB Bogor. p. 382 – 391.
- Tortora, G.J. Funk, B.R. Case, C.L. 2001. *Microbiology an Introduction*. San Fransisco: Addison Wesley Longma Inc.
- Winarno, F.G., S. Fardiaz, dan D. Fardiaz. 1983. *Pengantar Teknologi Pangan*. Jakarta: Gramedia.