



**ANALISIS KADAR SERAT KASAR HASIL FERMENTASI DAUN  
KEDELAI EDAMAME (*Glycyne max* (L) Merrill)  
OLEH *Aspergillus niger***

**SKRIPSI**

**Oleh**

**HADI THOHARI  
NIM 011810401046**

**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2007**



**ANALISIS KADAR SERAT KASAR HASIL FERMENTASI DAUN  
KEDELAI EDAMAME (*Glycyne max* (L) Merril)  
OLEH *Aspergillus niger***

**SKRIPSI**

diajukan guna memenuhi persyaratan penyelesaian program sarjana sains  
Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Jember

Asal :	Hadiah Pembelian	Klasifikasi
Terima Tgl :	09 MAR 2007	665.15 THO a
Oleh: induk :		
Pengkatalog :		

**HADI THOHARI  
NIM 011810401046**

**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2007**

## PERSEMBAHAN

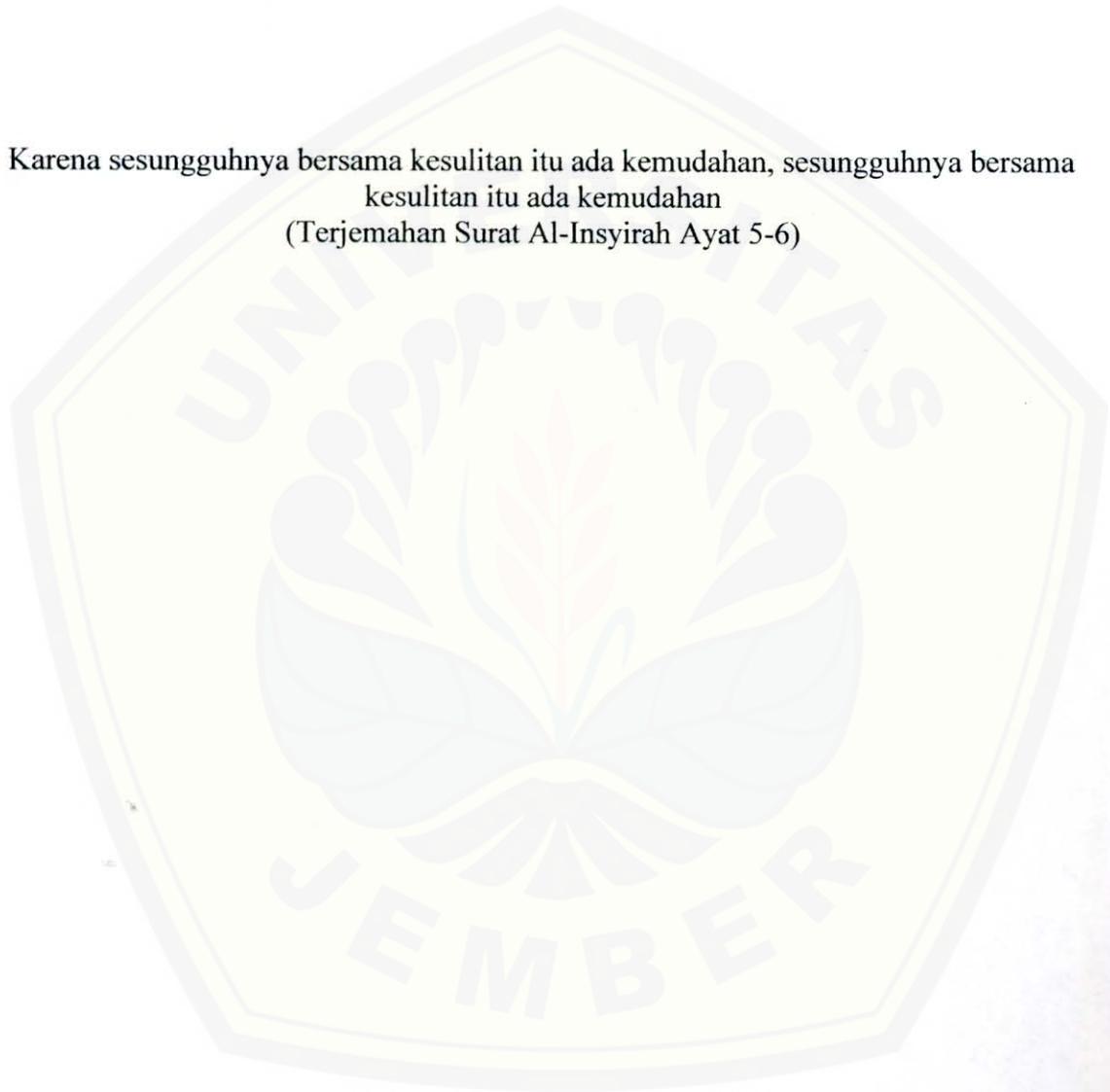
Segala puji milik Allah SWT, Pencipta, Pengatur dan Penguasa atas diriku. Kupersembahkan skripsi ini kepada:

1. Ibunda Sunariyah dan Ayahanda Imam Choiri, terima kasih atas semua do'a, dukungan dan kasih sayangnya yang tiada terhingga.
2. Kakak-kakaku tercinta: " Atik Zulifah dan Masyudi", kakak-kakak iparku: "Mas Suyadi dan Mbak Septi", juga keponakan-keponakan tersayang: "Rizky Laila Maghfirah, Vifka Dewinta Nirmala serta Nur Imami Barokhatussolichah'.
3. Adinda Yeti Dwi Harini, terima kasih atas semua do'a, kasih sayang, perhatian dan kesabarannya selama menemaniku baik duka maupun suka.
4. Almamater yang kubanggakan.

**MOTTO**

Dan bersabarlah. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.  
(Terjemahan Surat Al-Anfaal Ayat 46)

Karena sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya bersama  
kesulitan itu ada kemudahan  
(Terjemahan Surat Al-Insyirah Ayat 5-6)



---

Departemen Agama Republik Indonesia. 1993. Al-Qur'an dan Terjemahannya. Bandung: Gema Risalah Press.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hadi Thohari

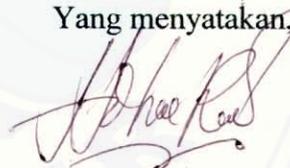
NIM : 011810401046

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul: **"Analisis Kadar Serat Kasar Hasil Fermentasi Daun Kedelai Edamame (*Glycine max* (L) Merrill) oleh *Aspergillus niger*"** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 4 Maret 2007

Yang menyatakan,



Hadi Thohari  
011810401046

**SKRIPSI**

**ANALISIS KADAR SERAT KASAR HASIL FERMENTASI DAUN  
KEDELAI EDAMAME (*Glycyne max* (L) Merrill)  
OLEH *Aspergillus niger***

Oleh:

**HADI THOHARI  
NIM. 011810401046**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Siswanto, M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Esti Utarti, SP. M.Si

**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2007**

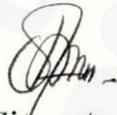
PENGESAHAN

Skripsi ini diterima oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

Hari : RABU  
Tanggal : 07 MAREK 2007  
Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua (Dosen Pembimbing Utama), Sekretaris (Dosen Pembimbing Anggota),



Drs. Siswanto, M.Si.  
NIP 132 046 350



Esti Utarti, S.P., M.Si.  
NIP 132 243 344

Anggota I,



Drs. Sutoyo, M.Si.  
NIP 131 993 435

Anggota II,



Drs. Rudju Winarsa, M.Kes.  
NIP 131 832 331

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Ir. Sumadi, MS.  
NIP 130 368 784

## RINGKASAN

**Analisis Kadar Serat Kasar Hasil Fermentasi Daun Kedelai Edamame (*Glycyne max* (L) Merrill) oleh *Aspergillus niger*, Hadi Thohari, 011810401046, 2007, 21 hlm.**

Limbah daun kedelai edamame memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi *filler* pakan ternak. Tingginya kadar serat kasar daun kedelai edamame menurunkan tingkat kecernaannya. *Aspergillus niger* mampu tumbuh pada semua jenis substrat dan memiliki kemampuan menghasilkan selulase yang berperan penting dalam mendegradasi serat kasar dalam substrat pertumbuhannya. Fermentasi daun kedelai edamame menggunakan *A. niger* diduga berpengaruh terhadap kadar serat kasar dalam hasil fermentasinya. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kadar serat kasar daun kedelai edamame hasil fermentasi oleh *A. niger* dengan penambahan tepung kedelai.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember dan di Laboratorium Nutrisi Ternak, Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya Malang, pada bulan Juni sampai November 2006. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan lama fermentasi 0, 2, 4, 6, 8 dan 10 hari dan dilakukan pengulangan sebanyak 4 kali. Data serat kasar hasil fermentasi diperoleh melalui Analisis Proksimat. Data serat kasar yang diperoleh dianalisis menggunakan Sidik Ragam. Prosedur penelitian ini meliputi persiapan inokulum, pembuatan inokulum, pembuatan media starter dan media fermentasi utama, pembuatan starter dan fermentasi utama.

*A. niger* mampu tumbuh pada media daun kedelai edamame. Lama fermentasi tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar serat kasar hasil fermentasi daun kedelai edamame menggunakan *A. niger*. *A. niger* mampu menurunkan serat kasar terkandung dalam hasil fermentasi daun kedelai edamame.

Hal ini diduga *A. niger* menghasilkan selulase untuk mendegradasi serat kasar yang terkandung dalam daun kedelai edamame. Kadar serat kasar pada beberapa lama fermentasi menunjukkan fluktuatif, kadar serat kasar paling rendah dihasilkan pada fermentasi hari ke-4, yaitu 14,45% dengan efektivitas penurunan sebesar 4,80%.

Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.



## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Analisis Kadar Serat Kasar Hasil Fermentasi Daun Kedelai Edamame (*Glycine max* (L) Merril) oleh *Aspergillus niger*".** Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan sarjana pada Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penelitian, penyusunan dan penulisan skripsi ini dapat terselesaikan atas bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Drs. Siswanto, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Esti Utarti, SP. M.Si, selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, dan dukungan mulai tahap penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini,
2. Drs. Sutoyo, M.Si dan Drs. Rudju Winarsa, M.Kes., selaku Dosen Penguji, yang telah memberikan masukan-masukan yang berguna bagi penulis sampai terselesaikannya skripsi ini,
3. Riset Grant Program Hibah Kompetensi A2 (PHK A2) Tahun I 2006, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang telah membiayai penelitian ini,
4. Sahabat perjuangan Mikrobiologi "Lia, Devi, Shofie, Yuli dan Anita", terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya selama penelitian,
5. Sahabat sekaligus saudaraku: Nurman, Beny Eko (Pa'i), Nanang (Porchas) dan Su'udah Hasanah, S.Si yang telah membantu dan memberikan semangat,
6. Teman-teman seperjuangan HMI, rekan-rekanku Biologi 2001 (Embrio '01) serta semua pihak yang tidak bisa penulis utarakan satu-persatu.

Semoga amal dan budi baiknya mendapatkan balasan dari Allah SWT.

Penulis sangat menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan oleh karena itu penulis juga menerima masukan dari berbagai pihak untuk melengkapinya. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya dan tambahan ilmu pengetahuan bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya

Jember, Maret 2007

Penulis



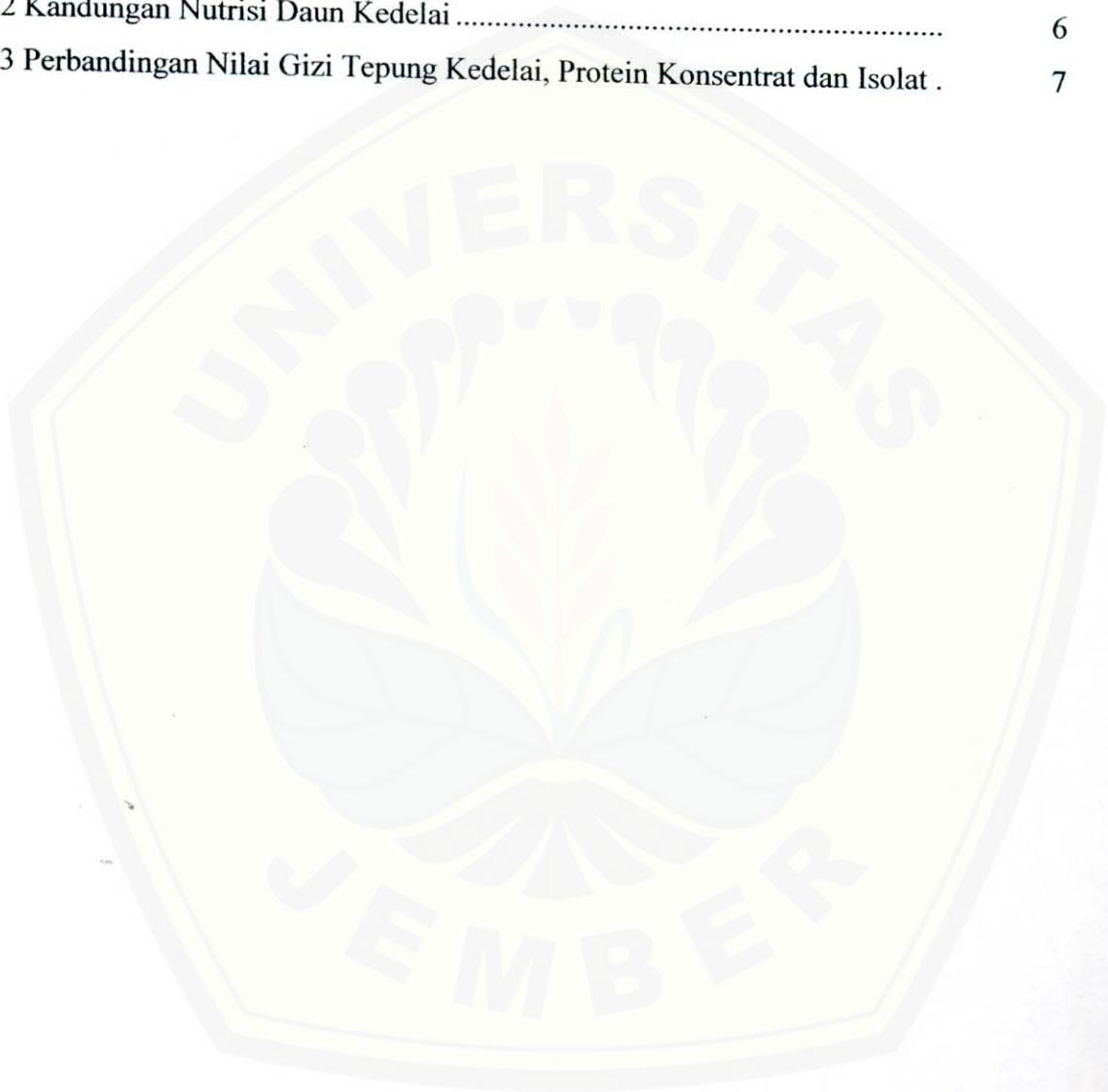
DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	2
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian</b> .....	2
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	3
<b>2.1 Serat Kasar</b> .....	3
<b>2.2 Kedelai Edamame (<i>Glycyne max</i> (L) Merr)</b> .....	4
2.2.1 Daun Kedelai.....	5
2.2.2 Tepung Kedelai .....	6
<b>2.3 Fermentasi</b> .....	7
<b>2.4 Kapang</b> .....	8
<b>2.5 <i>Aspergillus niger</i></b> .....	9
<b>2.5 Hipotesis</b> .....	10
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	11
<b>3.1 Tempat dan Waktu</b> .....	11

<b>3.2 Alat dan Bahan</b> .....	11
3.2.1 Alat.....	11
3.2.2 Bahan.....	11
<b>3.3 Rancangan Percobaan</b> .....	11
<b>3.4 Prosedur Penelitian</b> .....	12
3.4.1 Persiapan Inokulum.....	12
3.4.2 Fermentasi Starter .....	13
3.4.3 Fermentasi Utama .....	14
3.4.4 Analisis serat Kasar Daun Kedelai Edamame.....	14
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	16
<b>4.1 Pertumbuhan <i>Aspergillus niger</i> pada Media Potato Dextrose Agar (PDA) Miring dan Media Starter</b> .....	16
<b>4.2 Kadar Serat Kasar</b> .....	18
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	21
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	21
<b>5.2 Saran</b> .....	21
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	22
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b> .....	26

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Kandungan Nutrisi Daun Edamame per 100 Gram .....	5
2.2 Kandungan Nutrisi Daun Kedelai .....	6
2.3 Perbandingan Nilai Gizi Tepung Kedelai, Protein Konsentrat dan Isolat .	7



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Komposisi Media <i>Potato Dextrose Agar</i> (PDA) Miring .....	27
B. Komposisi Larutan Garam Fisiologis (NaCl) 0,85% .....	27
C. Data Penghitungan Kepadatan Spora <i>Aspergillus niger</i> .....	27
C.1a Kepadatan Spora <i>A. niger</i> pada Media PDA Miring .....	27
C.1b Kepadatan Spora pada Media Starter .....	27
C.2a Kurva Pertumbuhan <i>A. niger</i> Berdasarkan Jumlah Spora yang Diproduksi pada Media PDA Miring.....	28
D. Data Hasil Analisis Sidik Ragam Kadar Serat Kasar Hasil Fermentasi Daun Kedelai Edamame oleh <i>A. niger</i> dengan Penambahan Tepung Kedelai .....	28
E. Kadar Serat Kasar Hasil Fermentasi Daun Kedelai Edamame oleh <i>A. niger</i> pada Beberapa Lama Fermentasi dengan Penambahan Tepung Kedelai.....	28
F. Kadar Serat Kasar Hasil Fermentasi Daun Kedelai Edamame oleh <i>A. niger</i> pada Beberapa Lama Fermentasi Tanpa Penambahan Tepung Kedelai.....	29
G. Data Pengukuran pH Hasil Fermentasi Daun Kedelai Edamame oleh <i>A. niger</i> pada Beberapa Lama Fermentasi.....	29



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kedelai edamame merupakan tanaman pangan yang berorientasi ekspor. Kabupaten Jember mampu menghasilkan sekitar 3000 ton kedelai edamame setiap tahun sejak berdirinya PT. Mitratani pada tahun 1997 (Zufrizal, 2003). Kedelai edamame dipanen dan dikonsumsi saat polong masih hijau, tetapi polong sudah terisi penuh (Fachrudin, 2000). Oleh karena bagian tanaman yang dipanen hanya polongnya saja, produksi kedelai edamame yang cukup tinggi menghasilkan limbah berupa daun kedelai edamame yang sangat melimpah serta dalam keadaan masih hijau.

Daun kedelai edamame yang masih hijau sebagian kecil dimanfaatkan sebagai pakan ternak, sedangkan sebagian besar ditimbun kembali dalam tanah sebagai pupuk organik. Daun kedelai merupakan salah satu sumber protein bagi pakan ternak yang bernilai kurang lebih sama dengan rumput (Dekker dalam Heyne, 1987). Kandungan protein yang terdapat dalam daun kedelai cukup tinggi, yaitu sekitar 20,4%, daun kedelai juga banyak mengandung serat kasar sebesar 28,1% (Tilman, *et al.*, 1982). Tingginya kandungan serat kasar dapat menurunkan kualitas nutrisi dan tingkat pencernaan daun kedelai jika dimanfaatkan sebagai pakan ternak secara langsung tanpa proses pengolahan (Ikhsan, 2004).

Salah satu teknik pengolahan bahan makanan untuk meningkatkan kualitas nutrisi bahan pangan dan pakan yaitu dengan menggunakan mikroba melalui proses fermentasi (Sukaryana, 2001). Fermentasi bahan makanan dapat meningkatkan daya cerna dan menurunkan kandungan komponen anti nutrisi (Fardiaz, 1986). Fermentasi bahan makanan dapat menggunakan bakteri, khamir serta kapang. Kapang merupakan mikroba yang banyak digunakan dalam fermentasi, salah satunya adalah *Aspergillus niger*. *Aspergillus niger* mampu tumbuh pada semua jenis substrat dan memiliki kemampuan menghasilkan selulase yang berperan penting dalam mendegradasi serat

kasar. *A. niger* mampu menurunkan kandungan selulosa kulit buah kakao sebesar 2,68% (Purnama, 2004). *A. niger* juga mampu menghasilkan amilase, protease, dan lipase (Kusuma, 2004). Winarno (1995) menjelaskan, enzim yang dihasilkan *A. niger* merupakan enzim yang aman digunakan untuk produk-produk makanan.

Berdasarkan fakta tersebut, perlu dilakukan penelitian untuk meningkatkan kualitas nutrisi daun edamame dengan fermentasi menggunakan *A. niger*. *A. niger* diharapkan mampu menurunkan kandungan serat kasar pada daun kedelai edamame pada beberapa lama fermentasi. Lama fermentasi suatu bahan oleh mikroba dapat mempengaruhi daya hidrolitik suatu enzim (Kombong, 2004), jumlah dan kandungan nutrisi suatu bahan pangan atau pakan (Mirwandhono dan Siregar, 2004).

## 1.2 Rumusan Masalah

Daun kedelai edamame banyak mengandung serat kasar. Salah satu indikator meningkatnya kualitas nutrisi daun kedelai edamame adalah adanya penurunan kandungan serat kasar. *A. niger* mampu menghasilkan berbagai enzim yang diduga mampu menghidrolisis serat kasar. Fermentasi menggunakan *A. niger* diduga mampu menurunkan kandungan serat kasar daun kedelai edamame. Penelitian ini menggunakan isolat *A. niger* hasil koleksi Laboratorium Mikrobiologi Fakultas MIPA Universitas Jember. Daun edamame berasal dari hasil panen daerah Mumbulsari, Kabupaten Jember. Fermentasi daun kedelai edamame ditambah suplemen tepung kedelai dengan konsentrasi 5%. Kandungan serat kasar pada hasil fermentasi diperoleh dengan Analisis Proksimat.

## 1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan serat kasar dari daun kedelai edamame setelah difermentasi dengan *A. niger* pada beberapa lama fermentasi. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan sumbangan pemikiran ilmu pengetahuan, khususnya dibidang teknologi nutrisi ternak.



### 2.1 Serat Kasar

Serat kasar (*crude fiber*) adalah bagian dari pangan atau tanaman yang tidak dapat dihidrolisis oleh bahan-bahan kimia yang digunakan untuk menentukan kadar serat kasar yaitu asam sulfat ( $H_2SO_4$  1.25%) dan natrium hidroksida (NaOH) 1,25% (Joseph, 2002). Piliang dan Djojosoebagio (2002) menjelaskan, serat kasar ialah sisa bahan makanan yang telah mengalami proses pemanasan dengan asam kuat dan basa kuat selama 30 menit yang dilakukan di laboratorium.

Serat kasar merupakan komponen yang menyusun dinding sel tanaman. Serat kasar hanya dapat di cerna oleh hewan-hewan ruminansia (digastric) karena mempunyai zat-zat jasad renik dalam sistem pencernaannya, sedangkan hewan-hewan monogastric tidak memiliki kemampuan untuk mencerna serat kasar (Tillman *et al.*, 1989).

Kadar serat kasar pada tanaman dipengaruhi oleh faktor usia tanaman. Tanaman yang masih muda memiliki kadar serat kasar yang rendah dan kadar serat kasar akan naik bila tanaman semakin tua. Semakin tinggi kadar serat kasar tanaman dapat menurunkan tingkat energi produktifnya bagi hewan ternak. Selain itu, proses pencernaannya akan semakin lama (Tillman *et al.*, 1989). Kandungan serat dalam tanaman sebesar 80% untuk hemiselulosa, 50-90% untuk lignin dan 20-50% untuk selulosa (Joseph, 2002).

Selulosa  $(C_6H_{10}O_5)_n$  merupakan polimer berantai panjang polisakarida karbohidrat dari beta glukosa (Nainggolan dan Cornelis, 2005). Selulosa banyak ditemukan didalam dinding sel tumbuhan, terutama pada tangkai, batang dan semua bagian berkayu dari jaringan tumbuhan. Selulosa merupakan sumber energi yang tidak dapat di cerna oleh manusia (Nainggolan dan Cornelis, 2005), tetapi dapat dimanfaatkan dengan baik oleh hewan-hewan ruminansia (Arora, 1995). Sistem pencernaan (rumen) hewan ruminansia mengandung bakteri yang mampu

menghasilkan enzim untuk memecah selulosa (Gaman dan Sherington, 1992). Hemiselulosa merupakan polisakarida yang terbentuk dari D-xilosa, pentosa dan heksosa. Hemiselulosa mempunyai ikatan kimia yang lebih pendek dibandingkan dengan ikatan kimia selulosa, mudah larut dalam alkali tapi sulit larut dalam asam (Winarno, 1991).

Lignin merupakan serat yang berasal dari gabungan beberapa senyawa, mengandung karbon, hidrogen dan oksigen. Jumlah karbon dalam lignin lebih besar dibandingkan dengan karbohidrat. Lignin sangat sulit untuk didegradasi secara kimia maupun secara enzimatik. Kadar lignin tanaman semakin tinggi dengan bertambahnya umur tanaman. Umumnya lignin bersama-sama selulosa bergabung membentuk senyawa yang disebut ligno-selulosa, yang mempunyai tingkat daya cerna yang sangat rendah (Tillman *et al.*, 1989).

## 2.2 Kedelai Edamame (*Glycine max* (L) Merrill)

Kedudukan tanaman kedelai dalam sistematika tumbuhan (taksonomi) menurut Backer dan Brink (1963) sebagai berikut:

- Divisi : Spermatophyta.
- Kelas : Dicotyledonae.
- Ordo : Polypetales.
- Famili : Leguminoceae/Papilionaceae.
- Genus : *Glycine*.
- Spesies : *Glycine max* (L) Merrill.

Edamame adalah kedelai yang berasal dari Jepang. Orang Eropa terutama Inggris lebih mengenal jenis kedelai ini dengan nama “vegetable soybean” (kedelai sayur). Edamame merupakan kedelai berbiji besar (30 gr/100 biji) dan dipanen dalam bentuk polong segar pada stadia tumbuh R-6 atau R-7, yang dipasarkan dalam bentuk *fresh edamame* atau *frozen edamame* (Adisarwanto dan Riwanodja, 1998).

Edamame mengandung nutrisi yang tinggi meliputi karbohidrat, protein, kalsium, vitamin A dan vitamin B. Edamame dikonsumsi dalam keadaan segar atau beku untuk menjaga kandungan nutrisinya agar tidak rusak (Keishin, 2001). Komposisi nutrisi biji edamame dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Kandungan Nutrisi Edamame per 100 gram

Jenis Nutrisi	Jumlah Nutrisi
Kalori	125
Protein	12.1
Karbohidrat	13.1
Lemak	3.6
Abu	1.7
Kalsium	9.3
Fosfor	180
Zat Besi	2.7
Sodium	5
Vitamin A	130
Vitamin B	40

Sumber: Keishin (2001)

### 2.2.1 Daun Kedelai

Daun kedelai merupakan salah satu limbah yang dihasilkan oleh bidang pertanian. Limbah daun kedelai belum banyak dimanfaatkan secara optimal. Umumnya setelah proses pemanenan kedelai, daun kedelai akan dibakar. Sebagian kecil daun kedelai edamame dimanfaatkan sebagai pakan ternak yang diberikan secara langsung tanpa proses pengolahan. Saat ini, daun kedelai mulai dimanfaatkan, dikembangkan dan diolah menjadi *filler* pakan ternak yang berkualitas sehingga dapat dimanfaatkan secara optimal oleh ternak (Ikhsan, 2004).

Daun kedelai merupakan salah satu sumber protein bagi pakan ternak yang bernilai kurang lebih sama dengan rumput (Dekker dalam Heyne, 1987). Kandungan protein yang terdapat dalam daun kedelai cukup tinggi, yaitu sekitar 20,4%. Daun kedelai juga banyak mengandung serat kasar sebesar 28,1% (Tilman, *et al.*, 1982). Kandungan nutrisi yang terdapat dalam daun kedelai dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Kandungan Nutrisi Daun Kedelai

Jenis Nutrisi	Jumlah (%)
Protein Kasar	18,4
Serat Kasar	36
Lemak	3,92
Abu	10,88
BETN	36,70

Sumber: Syukur (2006)

Keterangan: BETN (Berat Ekstrak Tanpa Nitrogen)

Daun kedelai mengandung serat kasar yang tinggi, hal ini dapat menurunkan tingkat kecernaannya jika digunakan sebagai pakan ternak. Sirappa (2003) menjelaskan, jerami kedelai mengandung serat kasar sebesar 36,30%. Hal ini menyebabkan nilai kecernaannya rendah dan hanya dapat dimanfaatkan oleh hewan ternak ruminansia.

### 2.2.2 Tepung Kedelai

Berbagai produk makanan dapat diperoleh dari bahan baku kedelai, hal ini tidak terlepas dari komposisi kimia kedelai yang cukup tinggi dibandingkan bijian lain. Kedelai merupakan bahan pangan yang sangat vital dan sebagai sumber protein yang murah serta sumber minyak (makan) yang bermutu.

Biji kedelai mengandung protein sebanyak 38%, bahkan ada yang mencapai 40-44% yang sebagian besar adalah globulin. Komponen lain yang terdapat dalam biji kedelai adalah air 9 %, lemak 18%, serat 3,5%, gula 7% serta 35% karbohidrat. Karbohidrat dalam biji kedelai terdiri atas hemiselulosa (15%), selulosa (4%) dan sisanya karbohidrat jenis lain. Biji kedelai juga merupakan sumber vitamin B (B1, B2, piridoksin), inositol, kholin, vitamin E dan K serta banyak mengandung kalsium dan fosfor (Dirjen Pengolahan Pangan dan Pemasaran Hasil Pertanian, 2003).

Tepung kedelai memiliki nilai gizi yang cukup tinggi. Tepung kedelai memiliki kandungan protein yang cukup tinggi, sehingga tepung kedelai merupakan sumber asam amino esensial yang sangat baik. Asam-asam amino yang terdapat pada tepung kedelai diantaranya arginin, histidin, lisin, tripofan, dan glisin (Tejasari, 2005). Tepung kedelai mengandung kurang lebih 50% protein serta serat sekitar 3%,

sehingga dimanfaatkan sebagai campuran bahan pakan ternak untuk meningkatkan nilai pencernaan pakan ternak (Detty, 1999). Perbandingan nilai gizi tepung kedelai, protein konsentrat dan protein isolat dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Perbandingan Nilai Gizi Tepung Kedelai, Protein Konsentrat dan Isolat

Ukuran Nilai Gizi	Tepung berlemak penuh	Tepung bebas lemak (bungkil)	Protein konsentrat	Protein isolat
Kadar air (%)	3,4	6,5	8,0	4,8
Kadar protein (Nx6,25)	41,0	53,0	65,3	92,0
NEP (PER)	2,15	2,3	2,3	1,1-1,2
Lemak kasar (%)	22,5	1,0	0,3	-
Kadar serat kasar (%)	1,7	3,0	2,9	0,25
Kadar abu (%)	5,1	6,0	4,7	4,0

Sumber: Wolf dalam Tejasari (2005)

Keterangan: NEP (Nilai Ekstrak Protein)

### 2.3 Fermentasi

Proses fermentasi sering didefinisikan sebagai proses pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anaerobik (Fardiaz, 1989). Fermentasi merupakan proses metabolisme yang menghasilkan produk-produk pecahan dari substrat organik, yang berfungsi sebagai donor maupun sebagai akseptor hidrogen (Schlegel, 1994).

Fermentasi menggunakan mikroba memiliki beberapa keuntungan, antara lain biaya produksi relatif murah, dapat diproduksi dalam waktu singkat, kecepatan tumbuh tinggi dan mudah di kontrol (Kombong 2004). Menurut Winarno *et al.* (1980) melalui proses fermentasi dapat terjadi pemecahan oleh enzim-enzim tertentu terhadap bahan-bahan yang tidak dapat dicerna seperti selulosa dan hemiselulosa menjadi gula sederhana. Hasil-hasil fermentasi tergantung pada jenis bahan pangan (substrat), macam mikroba dan kondisi sekelilingnya yang mempengaruhi pertumbuhan dan metabolisme mikroba tersebut.

Mikroba yang berperan dalam fermentasi harus mampu tumbuh dengan cepat dalam substrat dan lingkungan yang sesuai serta mudah dibudidayakan. Mikroba menghasilkan enzim-enzim esensial dengan mudah dan dalam jumlah besar, serta

kondisi lingkungan yang diperlukan bagi pertumbuhan dan produksi maksimal secara komparatif harus sederhana (www.otu.oakland.edu dalam Iswahyuningtyas, 2004). Pertumbuhan mikrob akan menentukan proses fermentasi suatu bahan. Medium pertumbuhan mikrob harus mengandung air, nutrisi, konsentrasi ion  $H^+$  (pH), kebutuhan Oksigen ( $O_2$ ), temperatur (suhu), dan akumulasi hasil metabolisme (Anwar, 1997).

Kapang merupakan mikrob yang banyak digunakan dalam fermentasi makanan maupun dalam industri kimia. Kapang biasanya digunakan dalam fermentasi makanan-makanan tradisional. Industri fermentasi banyak menggunakannya untuk memproduksi berbagai enzim dan antibiotik. Fermentasi makanan menggunakan kapang, enzim yang berperan terutama adalah enzim amilolitik dan proteolitik, masing-masing untuk memecah pati dan protein yang terdapat dalam substrat. Kapang juga mampu mensintesis protein dengan mengambil sumber karbon dari karbohidrat, sumber nitrogen dari bahan organik maupun anorganik, dan mineral dari substratnya (Fardiaz, 1989).

#### 2.4 Kapang

Kapang merupakan mikrob eukariotik, multiseluler, tidak berklorofil serta tidak dibagi atas bagian daun, batang dan akar. Kapang banyak ditemukan di alam (kosmopolit), utamanya pada tanah, buah-buahan, pakaian serta sebagai sumber kontaminan pada bahan pangan (Buckle, *et al.*, 1987).

Kapang disusun oleh benang-benang halus yang disebut hifa, hifa memiliki sel yang panjang, lembut dan saling berhubungan antara hifa yang satu dengan hifa lainnya, kumpulan hifa disebut sebagai miselium (Alexopoulos dan Mims, 1979). Kapang tumbuh dengan cara memperpanjang hifa pada bagian ujungnya (pertumbuhan apikal) atau dengan cara memperpanjang bagian tengahnya (pertumbuhan interkalar). Hifa fertil berperan dalam pembentukan spora baik secara seksual maupun aseksual dan hifa vegetatif berfungsi untuk menyerap makanan atau nutrisi dari substratnya (Judoamidjojo *et al.*, 1992).

Hifa pada kapang mempunyai dinding sel yang akan memberi bentuk serta memperkuat susunan hifa. Penyusun utama dinding sel hifa adalah khitin, selulosa serta polisakarida lainnya (Ristiati, 2000). Khitin mempunyai ikatan benang mikrofibrilar seperti selulosa yang tersebar secara merata dan kompak pada hifa (Bilgrami dan Verma, 1978).

Kapang mampu memecah bahan-bahan organik kompleks menjadi lebih sederhana termasuk pembusukan daun-daun dan bahan lain dalam tanah. Kapang juga banyak digunakan dalam dunia industri sebagai agen hayati. Kapang dimanfaatkan untuk proses produksi bahan pangan, produksi antibiotik, produksi enzim serta asam-asam organik (Buckle, *et al.*, 1987).

### 2.5 *Aspergillus niger*

*A. niger* merupakan kapang multiseluler, tidak berklorofil, dan belum mempunyai differensiasi dalam jaringan. *A. niger* bereproduksi secara vegetatif dengan membentuk sel-sel reproduksi berupa spora (Jutono, 1972). Menurut Alexopoulus dan Mims (1979) klasifikasi *A. niger* adalah sebagai berikut:

- Divisi : Eumycophyta.
- Kelas : Ascomycetes.
- Ordo : Aspergillales.
- Famili : Aspergillaceae.
- Genus : *Aspergillus*.
- Spesies : *Aspergillus niger*.

*A. niger* biasa dikenal sebagai *black mold* atau kapang hitam, mempunyai *foot cell* (miselium yang membengkak dan berdinding tebal). Konidiofor tumbuh tegak lurus dari *foot cell*, bagian ujung dari konidiofor membesar membentuk vesikel. Vesikel akan ditumbuhi sterigmata primer dan skunder, sterigmata menghasilkan konidia, konidia terbentuk oleh pemanjangan atau pembelahan sel sterigmata (Judoamidjodjo. *et al.*, 1992). Konidiofor berukuran 400-3000 $\mu$ m, lembut dan

berbentuk benang (hyalin). Vesikel berbentuk bulat dengan diameter 30-75 $\mu$ m. Metulae dan phialid menutupi seluruh permukaan vesikel. Konidia berwarna coklat, bulat dengan ukuran diameter 4-5 $\mu$ m (De Hoog, *et al.*, 2006).

*A. niger* merupakan kapang dari genus *Aspergillus* yang paling banyak (kosmopolit) ditemukan di alam (Ghannoum, 2006). *A. niger* dapat diisolasi dari tekstil, tanah, biji-bijian, buah-buahan dan berbagai macam sayuran. *A. niger* juga menjadi salah satu penyebab kontaminasi paling banyak dari beberapa produk makanan. Tapi pada umumnya aman digunakan sebagai agensia hayati dalam berbagai macam proses fermentasi. *A. niger* juga mempunyai kemampuan tumbuh dalam substrat apapun, terutama substrat yang mengandung unsur karbon dan protein (Purnama, 2004). *A. niger* bersifat aerobik sehingga dalam pertumbuhannya memerlukan oksigen dalam jumlah yang cukup banyak dan pada pH 2,8-8,8. Sedangkan temperatur optimum bagi pertumbuhannya pada suhu 37° C (Sandi, 2004).

Kemampuan *A. niger* untuk tumbuh dalam berbagai substrat tidak lepas dari pengaruh enzim ekstraseluler yang dihasilkan. *A. niger* mampu menghasilkan amilase, protease, lipase (Kusuma, 2004), juga  $\alpha$ -L-arabinofuranosidase ( $\alpha$ -L-AFS), endo  $\beta$ -D-1, dan A-galaktanase ( $\beta$ -B-GAL) (Muzakhar, *et al.*, 1999). Enzim lain yang dihasilkan *A. niger* antara lain selulase, katalase dan aktivitas  $\beta$ -glukosidase, serta juga enzim lain yang mampu menunjukkan adanya daya pektolitik yang tinggi (Farzier dan Westhoff, 1981). Dari kemampuan *A. niger* yang tersebut diatas, menunjukkan adanya potensi menghidrolisis atau mendegradasi kandungan serat kasar pada prose fermentasi.

## 2.6 Hipotesis

Fermentasi daun kedelai edamame menggunakan *A. niger* berpengaruh terhadap kadar serat kasar dalam hasil fermentasinya.

### BAB 3. METODE PENELITIAN



#### 3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember dan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya Malang. Waktu pelaksanaan penelitian pada bulan Juni sampai November 2006.

#### 3.2 Alat dan Bahan

##### 3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas rak tabung reaksi, tabung reaksi, cawan petri, beaker glass, pipet mikro, pipet volume, jarum ose, laminar air flow, seperangkat hemasitometer, hand counter, vorteks, pinset, mikroskop, gelas benda, gelas penutup, inkubator, tissue gulung, tabung Erlenmeyer, autoklaf, kompor gas, lampu Bunsen, kapas, korek api, kertas doorslag, bak plastik, pisau, timbangan analitis, seperangkat alat filtrasi, eksikator, oven, dan tanur.

##### 3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain isolat *Aspergillus niger* hasil koleksi Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember. Daun kedelai edamame (umur 62 hari), tepung kedelai, *Potato Dextrose Agar* (PDA) miring, akuades, akuades steril, spiritus, dan alkohol 95%,  $H_2SO_4$  0, 3 N, NaOH 1, 5 N, HCl 0, 3 N, Ethylenediamine Tetracetic Acid (EDTA), acetone, batu didih, dan pasir bersih (steril).

#### 3.3 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan lama fermentasi 0, 2, 4, 6, 8 dan 10 hari dan dilakukan pengulangan

sebanyak 4 kali. Data tentang kandungan serat kasar hasil fermentasi yang diperoleh dianalisis menggunakan Sidik Ragam, jika terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji Duncan taraf 5%.

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Persiapan Inokulum

##### a. Peremajaan *Aspergillus niger*

Persiapan inokulum diawali dengan peremajaan *A. niger*. Peremajaan *A. niger* dilakukan dengan menginokulasikan 1 ose biakan murni *A. niger* pada medium PDA miring dan diinkubasikan pada suhu 30° C selama 96 jam. Langkah ini bertujuan untuk meremajakan isolat dan mengkondisikan kembali biakan murni sebelum digunakan untuk perlakuan.

##### b. Penghitungan Kepadatan Spora

*A. niger* diinokulasikan pada medium PDA miring sejumlah 7 tabung dan dibuat 3 kali ulangan, kemudian diinkubasi pada suhu 30° C selama 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 hari. Penghitungan kepadatan spora dilakukan dengan menambahkan 5 ml akuades steril dalam inokulum kemudian dikerik. Suspensi yang diperoleh ditampung dalam labu Erlenmeyer dan dibuat seri pengenceran 10<sup>-1</sup>. Kepadatan spora dihitung menggunakan Hemasitometer berdasarkan cara Hadioetomo (1993) untuk setiap biakan dengan waktu inkubasi yang berbeda. Penghitungan kepadatan spora dilakukan secara duplo (2 kali penghitungan), dan diulang sebanyak 3 kali. Penghitungan dilakukan untuk mendapatkan kepadatan spora 10<sup>8</sup> sel/ml.

##### c. Pembuatan Inokulum

Inokulum untuk perlakuan fermentasi didapatkan dengan menginokulasikan biakan yang memiliki kepadatan spora stabil (optimum) pada media PDA miring, kemudian diinkubasi pada suhu 30° C sampai tercapai kepadatan spora 10<sup>8</sup> sel/ml berdasarkan hasil perhitungan kepadatan jumlah spora.

### 3.4.2 Fermentasi Starter

#### a. Pembuatan Media

##### 1) Preparasi Bahan

Sebanyak 400 gram daun kedelai edamame yang sudah kering dihaluskan kemudian direndam dalam air selama dua malam. Perlakuan ini bertujuan untuk memberikan kondisi asam, sesuai dengan kondisi yang diinginkan untuk pertumbuhan *A. niger*. pH daun kedelai diukur dengan keasaman berkisar 5,5. Setelah direndam, daun kedelai ditiriskan.

Tepung kedelai dibuat dengan cara merendam 500 gram biji kedelai selama semalam. Setelah direndam kemudian dikeringkan, selanjutnya di sangrai sampai matang kemudian didinginkan, setelah itu diblender sampai halus.

##### 2) Pencampuran Bahan

Tepung kedelai dengan konsentrasi 5% ditambahkan pada daun kedelai edamame yang sebelumnya sudah direndam. Campuran bahan tersebut kemudian diaduk secara merata. Campuran bahan siap digunakan untuk media fermentasi starter setelah disterilkan.

##### 3) Sterilisasi

Media fermentasi starter disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu  $121^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit, kemudian dibiarkan selama semalam pada suhu ruang.

#### b. Penambahan Inokulum

*A. niger* dengan kepadatan spora stabil (sesuai dengan hasil perhitungan kepadatan spora pada PDA) yang sudah disuspensi larutan garam fisiologis 0,85% diinokulasikan sebanyak 5% pada medium starter, kemudian diaduk rata dan diinkubasi pada suhu  $30^{\circ}\text{C}$ .

#### c. Penghitungan Kepadatan Spora

Penghitungan kepadatan spora juga dilakukan pada starter, yaitu dengan cara mengambil sebanyak 1 gram starter dimasukkan dalam larutan garam fisiologis 0,85% steril kemudian dibuat seri pengenceran. Kepadatan spora dihitung menggunakan Hemasitometer menurut Hadioetomo (1993) yang dilakukan setiap hari

sampai hari ke 7. Penghitungan kepadatan spora dilakukan secara duplo (2 kali penghitungan), dan diulang sebanyak 3 kali. Cara penghitungan kepadatan spora seperti yang telah diuraikan diatas. Perhitungan ini untuk mengetahui jumlah spora stabil pada starter yang akan dipakai sebagai inokulum pada proses fermentasi.

### 3.4.3 Fermentasi Utama

#### a. Pembuatan Media

Prosedur kerja pembuatan media fermentasi utama sama seperti proses pembuatan media starter. Jumlah daun kedelai edamame yang digunakan untuk membuat media fermentasi utama sebanyak 3600 gram.

#### b. Penambahan Starter

Fermentasi daun kedelai edamame dilakukan dengan menginokulasikan starter yang memiliki jumlah kepadatan spora tertentu (stabil) dengan konsentrasi 5 % pada medium fermentasi, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 0, 2, 4, 6, 8 dan 10 hari. Perlakuan tersebut masing-masing diulang sebanyak 4 kali. Kemudian, hasil fermentasi daun edamame dianalisis kadar serat kasarnya.

### 3.4.4 Analisis Serat Kasar Daun Kedelai Edamame

Analisis serat kasar serta kandungan nutrisi lainnya dari daun kedelai edamame, dilakukan pada tiap-tiap perlakuan menggunakan analisis proksimat. Prosedur analisis serat kasar menggunakan AOAC (Association of Official Agricultural Chemists).

Sampel ditimbang 1 gr dan dimasukkan kedalam beaker glass khusus lalu ditambah 50 ml  $H_2SO_4$  0, 3 N dan batu didih. Kemudian dididihkan selama 30 menit dan ditimbang (beratnya A gram).

Selanjutnya dengan cepat ditambah 25 ml NaOH 1,5 N dan dididihkan lagi selama 25 menit dan tambah batu didih lagi. Kemudian segera ditambah 0,5 gram EDTA dan dididihkan lagi selama 5 menit, selama mendidih ditambahkan akuades. Kemudian disaring dengan cawan filtrasi yang sebelumnya sudah di isi dengan pasir.

Beaker glass dibersihkan dengan akuades panas sesedikit mungkin sampai semua larutan masuk cawan filtrasi. Kemudian ditambah dalam cawan 50 ml HCl 0,3 N, didiamkan 1 menit lalu dihisap dengan pompa vakum. Selanjutnya ditambahkan 10 ml akuades panas (sampai 5 kali). Kemudian ditambahkan 10 ml acetone dan dihisap. Selanjutnya ditambahkan lagi 40 ml acetone, didiamkan 1 menit lalu dihisap sampai kering. Selanjutnya di oven pada suhu 140° C selama 1,5 jam, dimasukkan eksikator selama 1 jam dan ditimbang (beratnya B gram).

Kemudian dimasukkan tanur (550-600° C) selama 2 jam. Lalu dimasukkan eksikator selama 1 jam dan ditimbang (beratnya c gram). Rumus perhitungan kadar

serat kasar adalah:  $\frac{B-C}{A} \times 100\%$

Keterangan:

A: Berat sampel setelah dididihkan dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> selama 30 menit.

B: Berat sampel sebelum dimasukkan tanur

C: Berat sampel setelah dimasukkan tanur.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Daun edamame dapat dimanfaatkan sebagai media pertumbuhan *Aspergillus niger*. Lama fermentasi tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar serat kasar daun kedelai edamame hasil fermentasi oleh *A. niger*. Kadar serat kasar yang diperoleh dari hasil fermentasi daun kedelai edamame pada beberapa lama waktu fermentasi menunjukkan pola yang fluktuatif, kandungan serat kasar terendah diperoleh pada fermentasi hari ke 4, yaitu 14,45%.

### 5.2 Saran

Untuk meningkatkan penurunan kadar serat kasar daun kedelai edamame perlu dilakukan penelitian tentang optimasi terhadap aktivitas *A. niger* yang diperlukan sebagai inokulum. Peningkatan Aktivitas yang perlu dikaji meliputi penambahan nutrisi (suplemen) dan kondisi lingkungan (pH dan suhu). Peningkatan aktivitas *A. niger* diharapkan dapat meningkatkan efektivitas penurunan kandungan serat kasar daun kedelai edamame.



DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T dan Riwanodja. 1998. Edamame. *Laporan Penelitian*. Bogor: Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian.
- Alexopoulos, C.J and C.J Mims. 1979. *Introductory Mycology*, 3rd ed. New York: Wiley.
- Anwar, K. 1997. Identifikasi Jamur Penyebab Kerusakan pada Biji Kacang Tanah (*Arachis hypogea*. L) di Pasar-pasar Kabupaten Jember. *Skripsi*. Jember: FKIP Biologi Universitas Jember. (Tidak dipublikasikan).
- Arora, S.P. 1995. *Pencernaan Mikroba Pada Ruminansia*. Yogyakarta: Gadjah Mada.
- AOAC. 1984. Official Methodes of Analysis. Association of Official Agricultur Chemists. Washington DC.
- Backer, C.A and Brink, R.C.B.V.J. 1963. *Flora of Java (Spermatophytes Only)* Vol. I. Netherland: Groningen. N.V.P. Noordhoff.
- Bilgrami, K.S and R.N. Verma. 1978. *Physiology of Fungi*. New Delhi: Vikus Publishing House PUT Ltd.
- Buckle, K. A, R. A. Edwards, G. H. Fleet, and M. Wootton. 1987. *Ilmu Pangan*. (Terjemahan). Jakarta: UI Press.
- De Hoog, G.S., Russel E. Lewis., and Ben de Pauw. 2006. *Aspergillus niger* (serial on line). [http://www.doctorfungus.org/thefungi/Aspergillus\\_niger.html](http://www.doctorfungus.org/thefungi/Aspergillus_niger.html) . [2 Maret 2006].
- Dety, S. 1999. *Pakan Ternak* (serial on line). <http://www.kpel.or.id/TTGP/komoditi/pakanternak1.html>. [22 Februari 2006].
- Dirjen Pengolahan Pangan dan Pemasaran Hasil Pertanian, 2003. *Penanganan Pasca Panen Kedelai* (serial on line). [http://www.agribisnis.deptan.go.id/pustaka/teknopro/penanganan\\_pasca\\_panen\\_kedelai.pdf.html](http://www.agribisnis.deptan.go.id/pustaka/teknopro/penanganan_pasca_panen_kedelai.pdf.html). [2 Maret 2006].
- Fachruddin, L. 2000. *Budidaya Kacang-kacangan*. Yogyakarta: Kanisius.

- Fardiaz, S. 1986. *Aspek Keamanan Pangan pada Produk-Produk Fermentasi. Proseding Seminar Keamanan Pangan dalam Pengolahan dan Penyajian*. 1-3 September 1986. hal 169-170. UGM. PAU Pangan dan Gizi Direktorat Pendidikan Perguruan Tinggi. Direrktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat.
- Fardiaz, S. 1989. *Mikrobiologi Pangan*. Bogor: IPB.
- Farzier, W. C and D. C. Westhof. 1981. *Food Microbiology*. New Delhi: Mc. Grow Hill Publishing co. ltd.
- Frandsen, R. D. 1992. *Anatomi dan Fisiologi Ternak Edisi Ke 4*. Yogyakarta: Gadjah Mada Univerisity Press
- Gaman, P. M dan K. B. Sherington. 1992. *Pengantar Ilmu Pangan Nutrisi dan Mikrobiologi*, edisi ke 2. Yogyakarta: Gadjah Mada Univerisity Press.
- Ghannoum, M. 2006. *Fungal Descriptions* (serial on line). [http://www.mycology.adelaide.edu.au/Fungal\\_Descriptions/Hypomycetes-\(hyaline\)/Aspergillus/niger.html](http://www.mycology.adelaide.edu.au/Fungal_Descriptions/Hypomycetes-(hyaline)/Aspergillus/niger.html). [2 Maret 2006].
- Hadioetomo, R. S. 1993. *Mikrobiologi Dasar Dalam Praktek*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia jilid II*. Jakarta: Yayasan Sarana Wana Jaya.
- Ikhsan, M. 2004. *Teknik Fermentasi Hijauan Makanan Ternak* (serial on line). <http://www.pikiran-rakyat.com/0606/html>. [11 Maret 2006]
- Iswahyuningtyas, T. 2004. Fermentasi Jerami Padi Menggunakan *Trichoderma viridae* (Pers. Ex. S. F. Gray) dan Uji Kecernaannya Secara In vitro. *Skripsi*. Jember: F. MIPA Universitas Jember.
- Joseph, G. 2002. Manfaat Serat Makanan Bagi Kesehatan. *Makalah Falsafah Sains (PPs 702)*. Bogor: Institut pertanian Bogor. (serial on line). [http://tumoutou.net/702\\_0421/godlief\\_joseph.htm](http://tumoutou.net/702_0421/godlief_joseph.htm) [16 Oktober 2006]
- Judoamidjojo, M. A; A. A. Darwis dan E. G. Sa'id. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Jakarta: CV. Rajawali.
- Keishin, K. 2001. *Edamame Nutritional Info* (serial on line). [http://www.edamame.com/nutritional\\_info/0098/html](http://www.edamame.com/nutritional_info/0098/html). [11 Maret 2006]

- Kulp, K. 1975. Carbohydrases. In G. Reed (Ed.). Enzyme and Food Processing. New York: Academic Press.
- Kusuma, I. 2004. *Enzim Ekstraseluler Mikroorganisme* (serial on line). <http://www.ftp.ui.edu/bebas/v12/sponsor/sponsor/pendamping/praweda/biologi/015120bio203-7c.html>. [11 Maret 2006].
- Kombong, H. 2004. Evaluasi Daya Hidrolitik Enzim Glukoamilase Dari Filtrat Kultur *Aspergillus niger*. *Jurnal Ilmu Dasar*, Vol. 5 No. 1(2004) hal 16-19.
- Mirwandhono, E dan Z. Siregar. 2004. Pemanfaatan Hidrolisat Tepung Kepala Udang dan Limbah Sawit Yang Difermentasi Dengan *Aspergillus niger*, *Rhizopus oligosporus* dan *Trichoderma viridae* Dalam Ransum Ayam Pedaging. *Jurnal Sains* (serial on line). <http://library.usu.ac.id/modules.php?op=modload&name=Downloads&file=index&req=getit&lid=1013>. [12 Pebruari 2007].
- Muzakhar, K; S. Ogura; T. Kawaguchi; J. Somitani and M. Arai. 1999. Enzymatic Hidrolisis of Sugar Rich Okara and Utilization of the Hidrolizates for SCP and Ethanol Production. *Appl. Biology Sci*, Vol 5 (1999) hal 13-29.
- Nainggolan, C dan A. Cornelis. 2003. *Diet Sehat dengan Serat* (serial on line). <http://www.kalbefarma.com/files/edk/foles/14713DietSehatdgSerat.pdf/14713DietSehatdgSerat.html>. [6 Maret 2006]
- Piliang, W.G. dan S. Djojosoebagio. 2002. *Fisiologi Nutrisi*. Vol. I. Edisi Ke-4. Bogor: IPB Press
- Purnama, I. P. 2004. *Kajian Potensi Isolat Kapang Pemecah Ikatan Tanin pada Kulit Buah Kakao (Theobromti cacao L)*. *Skripsi: Fakultas Peternakan IPB* (serial on line). [http://fapet.ipb.ac.id/abstrac\\_intp/2004/Abstract2004-12.pdf.html](http://fapet.ipb.ac.id/abstrac_intp/2004/Abstract2004-12.pdf.html) [12 Maret 2006].
- Ristiati, N.P. 2000. Pengantar Mikrobiologi Umum. Jakarta: Dirjen Pendidikan Tinggi.
- Rukmana, R. dan Y. Yuniarsih. 1996. *Kedelai. Budidaya dan Pasca Panen*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sandi, S. 2004. Pengaruh Enzim Fitase Mikrobial *Aspergillus niger* Terhadap Bioavailability Fosfor dan Calcium Pada Ayam Broiler. *Jurnal Pengantar Falsafah Sains* No. 702. 1 Desember 2004. (serial on line). [http://www.unri.ac.id/jurnal/jurnal\\_natur/vol2/4.pdf](http://www.unri.ac.id/jurnal/jurnal_natur/vol2/4.pdf) [10 Juni 2006].

- Schlegel, H. G and K. Schmidt. 1994. *Mikrobiologi Umum Edisi 6* (Terjemahan). Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sirappa, M.P. 2003. Prospek Pengembangan Shorghum di Indonesia Sebagai Komoditas Alternatif Untuk Pangan, Pakan dan Industri. *Jurnal Litbang Pertanian* 22 (4) 2003. (serial on line). <http://pustaka-deptan.go.id/publication/p3224031.pdf>. [16 Januari 2007]
- Sukaryana, Y. 2001. Pengaruh Fermentasi Bungkil Kelapa Sawit dengan *T. viridae* terhadap Perubahan Komposisi Kimia. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* 9 Aguatus 2001
- Suriawiria, U. 1986. *Pengantar Mikrobiologi Umum*. Bandung: Angkasa.
- Syukur, D. A. 2006. *Integrasi Usaha Peternakan Sapi Pada Perkebunan Tebu* (serial on line). <http://www.disnakeswan-lampung.go.id.html> [24 Juli 2006]
- Tejasari, 2005. *Nilai Gizi Pangan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Tilman, A. D., H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo, S. Prawirokusumo dan S. Lebdoesoekojo. 1982. *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Yogyakarta: Gadjah Mada university Press.
- Tilman, A. D., H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo, S. Prawirokusumo dan S. Lebdoesoekojo. 1989. *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Yogyakarta: Gadjah Mada university Press.
- Winarno, F.G., S. Fardiaz dan D. Fardiaz. 1980. *Pengantar Teknologi Pangan*. Jakarta: Erlangga
- Winarno, F. G. 1991. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Winarno, F. G. 1995. *Enzim Pangan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Yekti, N. A. 2005. Analisis Kandungan Protein Terlarut Daun Kedelai Edamame (*Glycine max* (L) Merr) Hasil Fermentasi *Aspergillus niger*. *Skripsi*. Jember: F. Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. (Tidak dipublikasikan).
- Zufrizal, A. 2003. *Jepang Tunggu Kedelai Edamame Indonesia* (serial on line). <http://www.polarhome.com/pipermail/nasional-m/2003-februari/000592.html>. [2 Maret 2006]

LAMPIRAN-LAMPIRAN

**LAMPIRAN A. Komposisi Media *Potaato Dextros Agar* (PDA) Miring**

Komposisi	Jumlah/liter
Kentang	200 gr
Dekstros	10 gr
Agar	15 gr
Akuades	1000 ml

**LAMPIRAN B. Komposisi Larutan Garam Fisiologis 0,85%**

Komposisi	Jumlah
NaCl	0,85 gr
Akuades	100 ml

**LAMPIRAN C. Data Penghitungan Kepadatan Spora *Aspergillus niger***

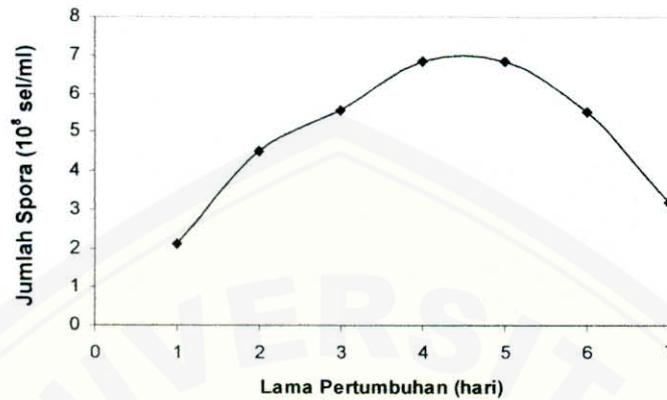
C.1a Kepadatan Spora *A. niger* pada Media PDA Miring

Hari	Rata-rata jumlah spora ( $10^8$ sel/ml)
1	2.082
2	4.52
3	5.535
4	6.846
5	6.843
6	5.518
7	3.198

C.1b Kepadatan Spora pada Media Starter

Hari	Rata-rata Jumlah spora
1	$5 \times 10^7$
2	$5.875 \times 10^7$
3	$6.39 \times 10^7$
4	$7.74 \times 10^7$
5	$1.68 \times 10^8$
6	$1.63 \times 10^8$
7	$5.51 \times 10^7$

C.2a Kurva Pertumbuhan *A. niger* Berdasarkan Jumlah Spora yang Diproduksi pada Media PDA Miring



LAMPIRAN D. Data Hasil Analisis Sidik Ragam Kadar Serat Kasar Hasil Fermentasi Daun Kedelai Edamame oleh *A. niger* pada Beberapa Lama Fermentasi

Sumber variasi	Jumlah kuadrat	Db	Rata-rata Kuadrat	F <sub>hitung</sub>	F <sub>tabel</sub>	Sig
Between Group	34,347	5	6,869			
Within Group	56,230	18	3,124	2,199 <sup>tn</sup>	2,77285	0,100
Total	90,577	23				

tn : tidak berbeda nyata

LAMPIRAN E. Kadar dan Efektifitas Penurunan Serat Kasar Hasil Fermentasi Daun Kedelai Edamame oleh *A. niger* pada Beberapa Lama Fermentasi dengan Penambahan Tepung Kedelai

Lama Fermentasi (hari)	Rata-rata (%)	Efektifitas penurunan (%)
0	15,18	0
2	16,39	-7,97
4	14,45	4,80
6	18,05	-18,90
8	17,23	-13,50
10	16,34	-7,64

Keterangan:

Tanda (-): Kenaikan kadar serat kasar

**LAMPIRAN F. Kadar dan Efektifitas Penurunan Serat Kasar Hasil Fermentasi Daun Kedelai Edamame oleh *A. niger* pada Beberapa Lama Fermentasi tanpa Penambahan Tepung Kedelai**

Lama Fermentasi (hari)	Rata-rata (%)	Efektifitas penurunan (%)
0	17.91	0
2	19.07	-6,47
4	17.24	3,74
6	15.86	11,44
8	16.29	9,04
10	16.04	10,44

Keterangan:

Tanda (-): Kenaikan kadar serat kasar

**LAMPIRAN G. Data Pengukuran pH Hasil Fermentasi Daun Kedelai Edamame oleh *A. niger* pada Beberapa Lama Fermentasi**

Lama Fermentasi (hari)	Rata-rata (pH)
0	5,8
2	6,03
4	6,74
6	7,58
8	8,22
10	7,07

