

**UTILITAS AMPAS TEH YANG DIFERMENTASI DENGAN  
*Aspergillus niger* DI DALAM RUMEN**

**TESIS**

**Oleh**

**EKA PRASETIANINGTIAS NURCAHYANI**



**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU TERNAK  
PROGRAM PASCASARJANA - FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
2005**

UTILITAS AMPAS TEH YANG DIFERMENTASI DENGAN  
*Aspergillus niger* DI DALAM RUMEN

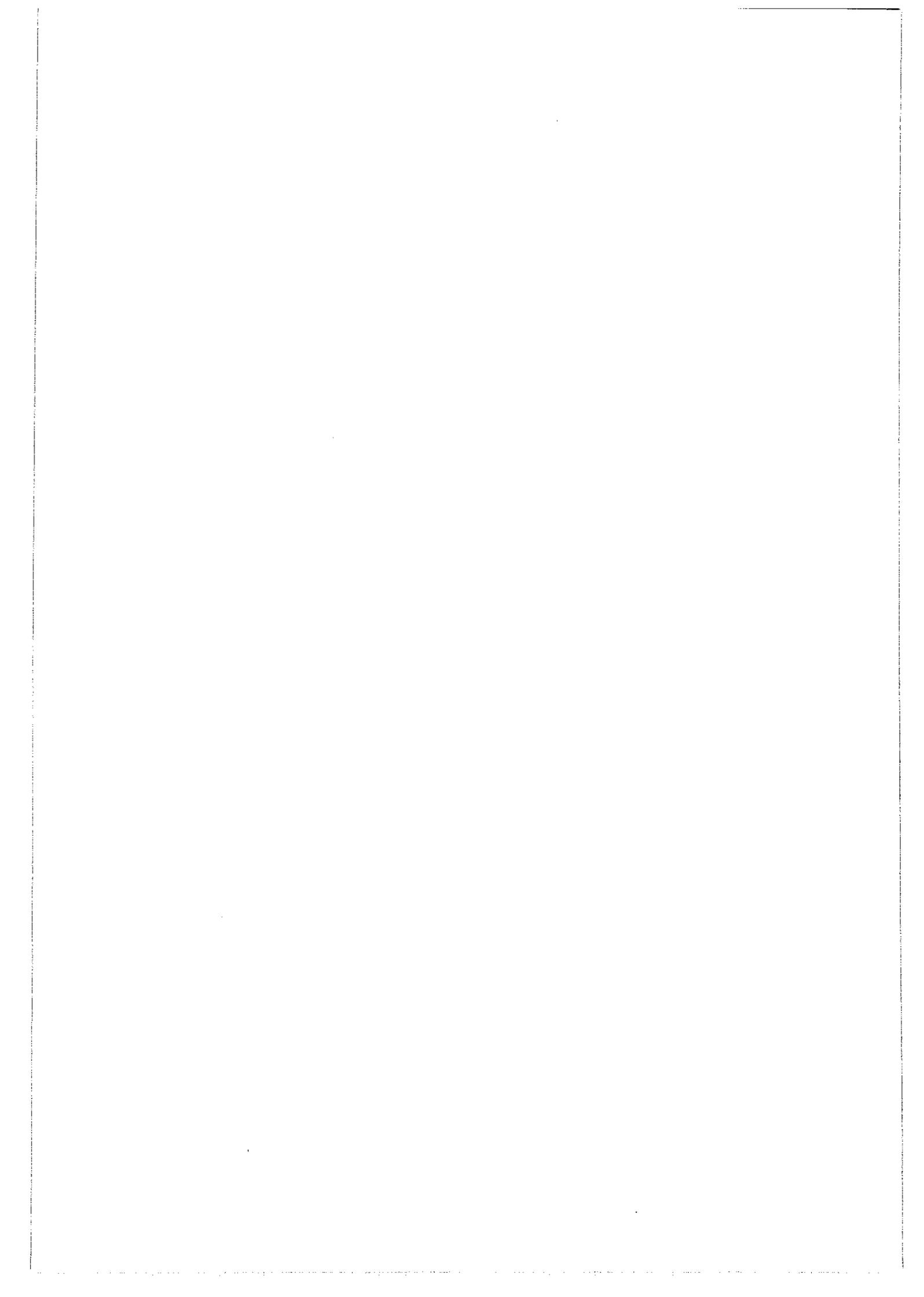
Oleh

EKA PRASETIANINGTIAS NURCAHYANI

NIM : H4A002005

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Magister Sains  
pada Program Studi Magister Ilmu Ternak, Program Pascasarjana  
Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro

PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU TERNAK  
PROGRAM PASCASARJANA - FAKULTAS PETERNAKAN  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
2005



Judul Tesis : UTILITAS AMPAS TEH YANG DIFERMENTASI  
DENGAN *Aspergillus niger* DI DALAM RUMEN  
Nama Mahasiswa : EKA PRASETIANINGTIAS NURCAHYANI  
Nomor Induk Mahasiswa : H4A002005  
Program Studi : MAGISTER ILMU TERNAK

Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji  
dan dinyatakan lulus pada tanggal 23 Mei 2005

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Ir. C. Imam Sutrisno

Pembimbing Anggota



Ir. Surahmanto, MS.

Ketua Program Studi  
Magister Ilmu Ternak



Prof. Dr. Ir. Umiyati Atmomarsono

Ketua Jurusan  
Nutrisi dan Makanan Ternak



Dr. Ir. V. Dwi Yuniarto B. I., MS., MSc.



Dekan Fakultas Peternakan

Dr. Bambang Srigandono, MSc.

UPT-PUSTAK-UNDIR	
No. Daft:	394 / T / MIT / C1
Tgl.	6 OKT '05

## ABSTRAK

**EKA PRASETIANINGTIAS NURCAHYANI. H4A002005. Utilitas Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger* di dalam Rumen. (Pembimbing : C. IMAM SUTRISNO dan SURAHMANTO)**

Penelitian bertujuan untuk mengkaji utilitas ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* di dalam rumen. Penelitian dilaksanakan dalam 2 tahap, tahap pertama fermentasi ampas teh dan tahap kedua pengukuran degradasi ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* secara *in sacco*.

Fermentasi dilaksanakan secara *aerob* selama 0, 2, 4 dan 6 minggu. Variabel yang diamati adalah BK, BO, NDF, ADF, PK, tanin, KcBK dan KcBO. Pengukuran degradasi BK, BO, NDF, ADF, PK dan tanin secara *in sacco* dilakukan terhadap ampas teh dan ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* terbaik, menggunakan 1 ekor sapi PO betina berumur 6 tahun dengan bobot badan 346 kg yang telah difistula bagian rumennya. Inkubasi di dalam rumen dilakukan dengan 7 interval waktu inkubasi yaitu 2, 4, 8, 16, 24, 48 dan 72 jam.

Fermentasi *A. niger* menurunkan ( $p < 0,01$ ) BK menurut persamaan  $y = 89,63 - 8,53x + 0,91x^2$  ( $R^2 = 0,83$ ), menurunkan ( $p < 0,01$ ) BO menurut persamaan  $y = 77,22 - 5,96x + 0,63x^2$  ( $R^2 = 0,69$ ), meningkatkan ( $p < 0,01$ ) kandungan NDF menurut persamaan  $y = 51,94 + 1,05x$  ( $R^2 = 0,66$ ), meningkatkan ( $p < 0,01$ ) kandungan ADF menurut persamaan  $y = 38,03 + 10,47x - 4,45x^2 + 0,52x^3$  ( $R^2 = 0,94$ ), meningkatkan ( $p < 0,01$ ) kandungan PK menurut persamaan  $y = 20,11 + 3,28x - 1,50x^2 + 1,18x^3$  ( $R^2 = 0,59$ ), menurunkan ( $p < 0,01$ ) kandungan tanin menurut persamaan  $y = 2,44 - 0,92x + 0,30x^2 - 0,03x^3$  ( $R^2 = 0,79$ ), menurunkan ( $p < 0,05$ ) KcBK menurut persamaan  $y = 27,08 - 0,99x$  ( $R^2 = 0,38$ ) dan menurunkan ( $p < 0,01$ ) KcBO menurut persamaan  $y = 31,03 - 1,66x$  ( $R^2 = 0,61$ ). Lama fermentasi terbaik dicapai pada minggu ke-4,68 minggu.

Pengukuran degradasi secara *in sacco* menunjukkan bahwa degradasi maksimum ampas teh tanpa fermentasi (T0) dibanding ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* (TF) pada BK berturut-turut 71,26 dan 51,05%; BO 71,92 dan 50,89%; NDF 63,66 dan 41,82%; ADF 47,27 dan 21,27%; PK 78,15 dan 54,00%; tanin 97,05 dan 83,66%.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa fermentasi *A. niger* belum dapat meningkatkan kualitas serta utilitas ampas teh. Ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* menghasilkan laju dan degradasi maksimum lebih rendah dibanding ampas teh tanpa fermentasi.

Kata kunci : Ampas teh, fermentasi, *A. niger*, degradasi, *in sacco*

## ABSTRACT

**EKA PRASETIANINGTIA'S NURCAHYANI. H4A002005. Utility of Tea Waste Fermented with *A. niger* in the Rumen. (Adviser : C. IMAM SUTRISNO and SURAHMANTO)**

This research were conducted to study the utility of tea waste fermented with *A. niger* in the rumen. This research were carried on two stages, first fermentation of tea waste and second measuring degradation of tea waste fermented with *A. niger* use *in sacco* method.

Fermentation was carried on *aerob* condition during 0, 2, 4 and 6 weeks. Variable that monitored are BK, BO, NDF, ADF, PK, tannin, KcBK and KcBO. Measuring degradation of BK, BO, NDF, ADF, PK and tannin with *in sacco* method use one 6 years old female cow with 346 kg body weigh that fistulated on its rumen. Incubation in the rumen was carried on 7 interval incubation time, that are 2, 4, 8, 16, 24, 48 and 72 hours.

*A. niger* fermentation decrease ( $p < 0,01$ ) DM according to equation  $y = 89,63 - 8,53x + 0,91x^2$  ( $R^2 = 0,83$ ), decrease ( $p < 0,01$ ) OM according to equation  $y = 77,22 - 5,96x + 0,63x^2$  ( $R^2 = 0,69$ ), increase ( $p < 0,01$ ) NDF content according to equation  $y = 51,94 + 1,05x$  ( $R^2 = 0,66$ ), increase ( $p < 0,01$ ) ADF content according to equation  $y = 38,03 + 10,47x - 4,45x^2 + 0,52x^3$  ( $R^2 = 0,94$ ), increase ( $p < 0,01$ ) CP content according to equation  $y = 20,11 + 3,28x - 1,50x^2 + 1,18x^3$  ( $R^2 = 0,59$ ), decrease ( $p < 0,01$ ) tannin content according to equation  $y = 2,44 - 0,92x + 0,30x^2 - 0,03x^3$  ( $R^2 = 0,79$ ), decrease ( $p < 0,05$ ) IVDMD according to equation  $y = 27,08 - 0,99x$  ( $R^2 = 0,38$ ) and decrease ( $p < 0,01$ ) IVOMD according to equation  $y = 31,03 - 1,66x$  ( $R^2 = 0,61$ ). The best time of fermentation reached on 4,68 week.

Measuring *in sacco* degradability showed that maximum degradation of tea waste without fermentation (T0) compare with tea waste fermented with *A. niger* (TF) on DM 71,26 and 51,05%; OM 71,92 and 50,89%; NDF 63,66 and 41,82%; ADF 47,27 and 21,27%; PK 78,15 and 54,00%; tanin 97,05 and 83,66%.

This result can conclude that *A. niger* fermentation has not increased the quality and the utility tea waste yet. Tea waste fermented with *A. niger* showed degradation rate and maximum degradation lower than tea waste without fermentation.

Key words : Tea waste, fermentation, *A. niger*, degradation, *in sacco*

## KATA PENGANTAR

Ampas teh merupakan limbah industri minuman teh dan sejauh ini belum banyak dimanfaatkan. Penyeduhan teh kering menjadi minuman teh diduga melarutkan sebagian besar karbohidrat mudah larut dan menyisakan karbohidrat tidak mudah larut yang sulit didegradasi di dalam rumen pada ampas tehnya. Kondisi tersebut menyebabkan penggunaan ampas teh sebagai pakan ruminansia rendah. Melalui penelitian ini, hambatan penggunaan ampas teh sebagai pakan ruminansia dicoba diatasi dengan fermentasi menggunakan *A. niger*, selanjutnya dikaji utilitasnya melalui pengukuran degradasi secara *in sacco*.

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas kebesaran, limpahan rahmat, pertolongan, petunjuk serta kemudahan yang diberikan, sehingga penelitian dan tesis ini dapat diselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih penulis haturkan kepada Prof. Dr. Ir. C. Imam Sutrisno selaku pembimbing utama dan Ir. Surahmanto, MS. selaku pembimbing anggota atas saran, bimbingan serta pengarahannya, sehingga penelitian dan penyusunan tesis ini dapat diselesaikan dengan baik, teriring penghargaan setulusnya atas pembelajaran serta motivasi untuk terus maju dan berusaha.

Kepada Prof. Dr. Ir. Ristiano Utomo, SU selaku Ketua Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan UGM, penulis haturkan terima kasih telah berkenan memberikan izin melaksanakan kegiatan penelitian *in sacco* di Fakultas Peternakan UGM dan banyak membantu, mendampingi serta memberikan saran selama penelitian. Prof. Dr. drh. Mohamad Soejono, MSc., MS selaku Kepala Laboratorium Teknologi Makanan Ternak Fakultas Peternakan UGM, yang telah

berkenan memberikan informasi serta memberikan izin menggunakan laboratorium Teknologi Makanan Ternak Fakultas Peternakan UGM untuk kegiatan penelitian *in sacco*, penulis haturkan terima kasih.

Prof. Dr. Ir. Umiyati Atmomarsono dan Dr. Ir. Sumarsono, MS selaku pengelola Program Studi Magister Ilmu Ternak Program Pascasarjana Fakultas Peternakan UNDIP, penulis haturkan terima kasih atas arahan serta dorongan yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan S-2. Segenap staf administrasi MIT, diucapkan terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya selama penulis menempuh pendidikan S-2.

Kepada Prof. Dr. Ir. Sunarso, MS., Ir. Widyanto, SU. dan Dr. Ir. Anis Muktiani, MSi. yang telah banyak memberikan saran dan masukan untuk kesempurnaan tesis ini, penulis haturkan terima kasih.

Adik-adik mahasiswa S1 (Nanik Nurvitasari, S.Pt., Astrida Dwi K., S.Pt., Eva Dian S., S.Pt., Meisari Kurniawati, S.Pt., Joko Pramono, S.Pt. dan Gunardi Wahyu W., S.Pt.), terima kasih untuk pengertian, perjuangan, kebersamaan serta kerjasamanya pada penelitian ini. Happy Haryanta, A.Md., Kelik Isharyudono, ST dan Ahmad Baroha A.Md., penulis menyampaikan terima kasih atas bantuan serta kerjasamanya selama melaksanakan penelitian dan analisis di Laboratorium Fisiologi dan Biokimia Ternak, Laboratorium Ilmu Makanan Ternak serta Laboratorium Ilmu Tanaman Makanan Ternak, Fakultas Peternakan UNDIP.

Mas Jadi, mas Untung, pak Sugiarto, pak Sukir dan pak Sabar, penulis haturkan terima kasih telah banyak membantu dan mengusahakan sarana serta

fasilitas selama melaksanakan penelitian *in sacco*. Asisten laboratorium Teknologi Makanan Ternak serta segenap anggota tim penelitian *in vitro* dan HPTP Fakultas Peternakan UGM, terima kasih untuk kebersamannya selama penelitian.

Bapak dan ibu, penulis haturkan terima kasih untuk kasih sayang, perhatian, dorongan semangat, pengertian serta doa yang selalu mengiringi penulis selama menempuh hingga menyelesaikan pendidikan S-2. Adikku Dwi dan Hendra tersayang, terima kasih untuk keceriaan dan hari-hari yang indah.

Imam Muthohar, ST., MT., Habibah, S.Pt., MP., Lucy Susandari, S.Pt., MP., Woro Kusumaningtyas, S.Pi., Mei Suryaningtyas, ST., Saraswati Dian., S.Pt. dan Mutiawati Mandaka, ST., MT., bersama kalian penulis berbagi serta menyelami setiap perubahan dan peristiwa. Terima kasih untuk ketulusan, perhatian dan supportnya, sehingga penulis dapat terus melangkah dan melewati semua ini dengan baik.

Akhirnya, semoga apa yang disampaikan pada tesis ini bermanfaat.

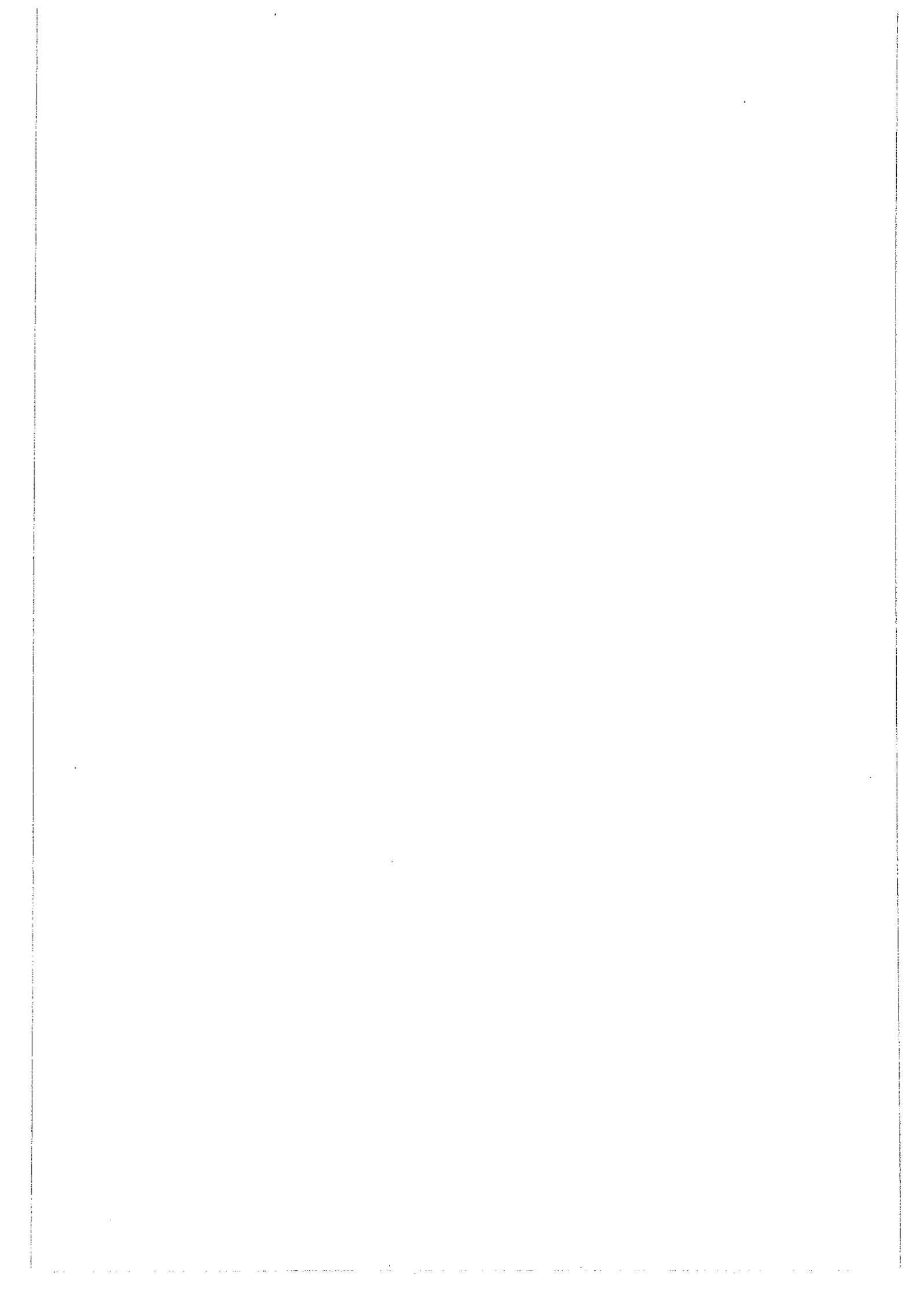
Semarang, Mei 2005

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR ILUSTRASI .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN .....	x
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1. Teh ( <i>Camellia sinensis</i> ) .....	4
2.2. Pengolahan Daun Teh .....	5
2.3. Ampas Teh .....	7
2.4. “Neutral Detergent Fiber” dan “Acid Detergent Fiber” ..	8
2.5. Tanin .....	9
2.6. Fermentasi .....	11
2.7. <i>Aspergillus niger</i> .....	12
2.8. Fermentasi Pakan dalam Rumen .....	14
2.9. Metode <i>in sacco</i> .....	15
BAB III METODOLOGI .....	18
3.1. Materi Penelitian .....	18
3.2. Metode Penelitian .....	20
3.3. Analisis Data .....	27

BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	29
4.1.	Hasil Analisis Komposisi Kimia Ampas Teh .....	29
4.2.	Fermentasi Ampas Teh .....	30
4.3.	Pengukuran Degradasi secara <i>in sacco</i> .....	49
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN .....	70
5.1.	Kesimpulan .....	70
5.2.	Saran .....	70
DAFTAR PUSTAKA	.....	71
LAMPIRAN	.....	76
RIWAYAT HIDUP	.....	119



## DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Produksi Teh di Indonesia .....	4
2. Komposisi Proksimat Ampas Teh .....	8
3. Komposisi Konsentrat Ternak Percobaan .....	20
4. Komposisi Kimia Ampas Teh .....	29
5. Rata-rata BK (g) Ampas Teh yang Difermentasi dengan <i>A. niger</i> pada Lama Fermentasi 0, 2, 4 dan 6 Minggu .....	31
6. Rata-rata BO (g) Ampas Teh yang Difermentasi dengan <i>A. niger</i> pada Lama Fermentasi 0, 2, 4 dan 6 Minggu .....	34
7. Rata-rata Kandungan NDF (%) Ampas Teh yang Difermentasi dengan <i>A. niger</i> pada Lama Fermentasi 0, 2, 4 dan 6 Minggu .....	37
8. Rata-rata Kandungan ADF (%) Ampas Teh yang Difermentasi dengan <i>A. niger</i> pada Lama Fermentasi 0, 2, 4 dan 6 Minggu .....	39
9. Rata-rata Kandungan PK Ampas Teh yang Difermentasi dengan <i>A. niger</i> pada Lama Fermentasi 0, 2, 4 dan 6 Minggu .....	41
10. Rata-rata Kandungan Tanin Ampas Teh yang Difermentasi dengan <i>A. niger</i> pada Lama Fermentasi 0, 2, 4 dan 6 Minggu .....	43
11. Rata-rata KcBK (%) Ampas Teh yang Difermentasi dengan <i>A. niger</i> pada Lama Fermentasi 0, 2, 4 dan 6 Minggu .....	45
12. Rata-rata KcBO (%) Ampas Teh yang Difermentasi dengan <i>A. niger</i> pada Lama Fermentasi 0, 2, 4 dan 6 Minggu .....	47

13. Rata-rata Tingkat Degradasi (%) Bahan Kering T0 dan TF .....	49
14. Rata-rata Nilai Degradasi Fraksi a, b, c, DT, DM dan TD Bahan Kering Ampas Teh dan Ampas Teh yang Difermentasi dengan <i>A. niger</i> .....	52
15. Rata-rata Tingkat Degradasi (%) Bahan Organik T0 dan TF .....	54
16. Rata-rata Nilai Degradasi Fraksi a, b, c, DT, DM dan TD Bahan Organik Ampas Teh dan Ampas Teh yang Difermentasi dengan <i>A. niger</i> .....	56
17. Rata-rata Tingkat Degradasi (%) "Neutral Detergent Fiber" T0 dan TF .....	57
18. Rata-rata Nilai Degradasi Fraksi a, b, c, DT, DM dan TD "Neutral Detergent Fiber" Ampas Teh dan Ampas Teh yang Difermentasi dengan <i>A. niger</i> .....	59
19. Rata-rata Tingkat Degradasi (%) "Acid Detergent Fiber" T0 dan TF .....	61
20. Rata-rata Nilai Degradasi Fraksi a, b, c, DT, DM dan TD "Acid Detergent Fiber" Ampas Teh dan Ampas Teh yang Difermentasi dengan <i>A. niger</i> .....	63
21. Rata-rata Tingkat Degradasi (%) Protein Kasar T0 dan TF .....	64
22. Rata-rata Nilai Degradasi Fraksi a, b, c, DT, DM dan TD Protein Kasar Ampas Teh dan Ampas Teh yang Difermentasi dengan <i>A. niger</i> .....	66
23. Rata-rata Tingkat Degradasi (%) Tanin T0 dan TF .....	67
24. Rata-rata Nilai Degradasi Fraksi a, b, c, DT, DM dan TD Tanin Ampas Teh dan Ampas Teh yang Difermentasi dengan <i>A. niger</i> .....	68

## DAFTAR ILUSTRASI

Nomor		Halaman
1.	Hubungan Lama Fermentasi dengan Bahan Kering .....	33
2.	Hubungan Lama Fermentasi dengan Bahan Organik .....	36
3.	Hubungan Lama Fermentasi dengan Kandungan NDF .....	38
4.	Hubungan Lama Fermentasi dengan Kandungan ADF .....	40
5.	Hubungan Lama Fermentasi dengan Kandungan PK .....	42
6.	Hubungan Lama Fermentasi dengan Kandungan Tanin .....	44
7.	Hubungan Lama Fermentasi dengan KcBK .....	46
8.	Hubungan Lama Fermentasi dengan KcBO .....	48
9.	Kinetika Degradasi Bahan Kering T0 dan TF .....	51
10.	Kinetika Degradasi Bahan Organik T0 dan TF .....	55
11.	Kinetika Degradasi "Neutral Detergent Fiber" T0 dan TF .....	58
12.	Kinetika Degradasi "Acid Detergent Fiber" T0 dan TF .....	61
13.	Kinetika Degradasi Protein Kasar T0 dan TF .....	65
14.	Kinetika Degradasi Tanin T0 dan TF .....	67

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Perhitungan Penentuan Jumlah Inokulum dan Penambahan Air .....	76
2. Prosedur Pengukuran Kecernaan BK dan BO secara <i>in vitro</i> dengan Metode Tilley dan Terry (1963) .....	78
3. Prosedur Pengukuran Kandungan NDF Mengikuti Prosedur Goering dan Van Soest (1970) .....	80
4. Prosedur Pengukuran Kandungan ADF Mengikuti Prosedur Goering dan Van Soest (1970) .....	81
5. Prosedur Pengukuran Kadar Tanin dengan Metode Burns (1963).....	82
6. Prosedur Pengukuran Kandungan PK dengan Metode Mikro Kjeldahl Mengikuti Prosedur AOAC (1984) .....	84
7. Contoh Perhitungan Fraksi a, b, c, DT, DM dan TD Berdasarkan Metode Eksponensial Ørskov dan McDonald (1979) .....	85
8. Perhitungan Sidik Ragam, Duncan dan Polinomial Ortogonal BK Ampas Teh yang Difermentasi dengan <i>A. niger</i> .....	87
9. Perhitungan Sidik Ragam, Duncan dan Polinomial Ortogonal BO Ampas Teh yang Difermentasi dengan <i>A. niger</i> .....	89
10. Perhitungan Sidik Ragam, Duncan dan Polinomial Ortogonal NDF Ampas Teh yang Difermentasi dengan <i>A. niger</i> .....	91
11. Perhitungan Sidik Ragam, Duncan dan Polinomial Ortogonal ADF Ampas Teh yang Difermentasi dengan <i>A. niger</i> .....	93

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Penyediaan pakan berkualitas, kontinyu dan mudah didapat diperlukan untuk mendukung produktivitas ternak, sehingga dapat menunjang keberhasilan usaha peternakan. Hijauan sebagai pakan utama ruminansia dihadapkan pada rendahnya kualitas, kuantitas serta kontinyuitas penyediannya akibat kelangkaan lahan produksi hijauan yang lebih diorientasikan untuk lahan tanaman pangan. Berbagai upaya dilakukan untuk mengusahakan penggalan potensi pakan ruminansia, diantaranya dengan memanfaatkan limbah pertanian dan limbah industri.

Ampas teh merupakan limbah industri minuman teh dan sejauh ini belum banyak dimanfaatkan. Evaluasi nutrisi ampas teh sebagai pakan ruminansia secara *in vitro* telah dilakukan Rohayati (1994), menunjukkan bahwa ampas teh dengan kandungan protein kasar (PK) 30,90% dan serat kasar (SK) 32,30% memiliki pencernaan bahan kering (KcBK) 18%, pencernaan bahan organik (KcBO) 14%, produksi "Volatile Fatty Acid" (VFA) 61 mM dan produksi NH<sub>3</sub> (amonias) 1,3 mM. Lebih lanjut dilaporkan, substitusi ampas teh terhadap lamtoro sampai 45% di dalam ransum ruminansia secara *in vitro* menurunkan produksi VFA, produksi amonias, KcBK dan KcBO.

Hasil penelitian Rohayati (1994) memberikan informasi bahwa utilitas ampas teh sebagai pakan ruminansia rendah. Rendahnya produksi VFA dan amonia, memberikan indikasi bahwa karbohidrat dan protein ampas teh tidak dapat mensuplai sumber karbon dan sumber nitrogen yang dibutuhkan untuk mendukung kelangsungan fermentasi optimal di dalam rumen, sehingga KcBK dan KcBO ampas teh rendah. Rendahnya suplai sumber karbon dan sumber nitrogen ampas teh untuk mendukung kelangsungan fermentasi optimal di dalam rumen, menunjukkan bahwa karbohidrat dan protein ampas teh tidak mudah larut, sehingga sulit dimanfaatkan mikrobia rumen.

Penyeduhan teh kering menjadi minuman teh diduga melarutkan sebagian besar karbohidrat mudah larut, sehingga menyisakan karbohidrat tidak mudah larut pada ampas tehnya. Karbohidrat tidak mudah larut pada ampas teh diduga sulit didegradasi di dalam rumen, sehingga kecernaannya rendah.

Dugaan karbohidrat tidak mudah larut pada ampas teh menjadi penyebab rendahnya utilitas ampas teh sebagai pakan ruminansia, membuka peluang dilakukan penelitian untuk mengatasi hambatan tersebut melalui pengolahan, selanjutnya dikaji utilitasnya di dalam rumen.

Hambatan penggunaan ampas teh sebagai pakan ruminansia dicoba diatasi dengan fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* (*A. niger*). Potensi enzim selulase *A. niger* diharapkan dapat merombak karbohidrat tidak mudah larut ampas

teh, sehingga meningkatkan proporsi karbohidrat mudah larut untuk didegradasi di dalam rumen.

Degradabilitas merupakan tolok ukur utilitas pakan di dalam rumen. Berdasarkan pemikiran di atas, melalui penelitian ini dikaji utilitas ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* di dalam rumen, melalui pengukuran degradasi secara *in sacco*.

### **1.2. Tujuan Penelitian**

Penelitian bertujuan untuk mengkaji utilitas ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* di dalam rumen.

### **1.3. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai utilitas ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* di dalam rumen, sehingga selanjutnya dapat digunakan sebagai dasar pemanfaatan ampas teh sebagai pakan ruminansia.

### **1.4. Hipotesis Penelitian**

Hipotesis penelitian ini adalah :

1. Fermentasi *A. niger* dapat meningkatkan kualitas serta utilitas ampas teh.
2. Ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* menghasilkan utilitas di dalam rumen lebih baik dibanding ampas teh tanpa fermentasi.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Teh (*Camellia sinensis*)

Tanaman teh di dalam dunia tumbuhan termasuk dalam kingdom *Plantae*, divisio *Spermatophyta*, sub divisio *Angiospermae*, class *Dicotyledoneae*, ordo *Guttiferales*, famili *Theaceae*, genus *Camellia* dan spesies *Camellia sinensis* (Nazarudin dan Paimin, 1993). Komoditas teh merupakan salah satu produk perkebunan yang banyak diusahakan baik pada perkebunan besar maupun perkebunan rakyat. Produksi teh di Indonesia disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Produksi Teh di Indonesia

Tahun	Perkebunan Besar	Perkebunan Rakyat	Total (ton)
1998	132.700	34.100	166.800
1999	126.400	34.600	161.000
2000	123.100	39.500	162.600
2001	131.000	41.000	172.000
2002	130.900	41.100	172.000

Sumber : Direktorat Jenderal Perkebunan, Statistik Indonesia 2002

Daun teh mengandung beberapa zat kimia, yaitu substansi fenol (katekin dan flavanol), substansi bukan fenol (karbohidrat, pektin, alkaloid, protein, asam amino, klorofil dan asam organik), substansi aromatik serta enzim (Setyamidjaja, 2000). Menurut Arpah (1993), katekin teh terdapat pada cairan sel,

mudah dioksidasi dan penting sebagai substrat bagi enzim polifenol oksidase. Senyawa-senyawa yang tergabung dalam katekin teh adalah katekin, epikatekin, galokatekin dan epigalokatekin. Adjisoetopo (1999) menyatakan bahwa daun teh mengandung enzim polifenol oksidase. Lebih lanjut dijelaskan, enzim polifenol oksidase menyebabkan terjadinya oksidasi senyawa polifenol oleh udara. Kondensasi hasil oksidasi tersebut memberikan warna gelap atau coklat dan tergolong sebagai proses pencoklatan enzimatis.

Nazarudin dan Paimin (1993) melaporkan, zat yang tidak dapat larut di dalam air pada daun teh terdiri dari 16% protein, 8% lemak, 1,5% klorofil dan pigmen lain, 4% pektin, 0,5% pati serta 22% serat kasar, selulosa dan lignin. Lebih lanjut ditambahkan, zat yang larut di dalam air pada daun teh terdiri dari 20% polifenol yang dapat difermentasi, 10% polifenol lain, 4% kafein, 3% gula dan getah, 7% asam amino dan 4% mineral.

## **2.2. Pengolahan Daun Teh**

Pengolahan daun teh dimaksudkan untuk mengubah komposisi kimia daun teh segar secara terkendali menjadi hasil olahan yang dapat memunculkan sifat-sifat yang dikehendaki pada air seduhannya, seperti warna, rasa dan aroma yang baik serta disukai (Setyamidjaja, 2000). Berdasarkan cara pengolahannya, teh di Indonesia dibedakan menjadi teh hitam, teh hijau dan teh wangi (Nazarudin dan Paimin, 1993).

Pengolahan teh hitam menurut Setyamijaja (2000) melalui proses pelayuan, penggulungan, penggilingan, sortasi basah, fermentasi, pengeringan dan sortasi kering. Pelayuan bertujuan untuk mengurangi kadar air hingga 65-68%. Penggulungan menyebabkan daun memar, dinding sel rusak dan cairan sel keluar, sehingga terjadi oksidasi dan perubahan warna hijau menjadi kecoklatan. Penggilingan bertujuan untuk mendapatkan ukuran lebih kecil, dilanjutkan sortasi basah untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Fermentasi dilakukan pada suhu 25 °C dengan kelembaban 90-100%, merupakan proses oksidasi senyawa polifenol oleh enzim polifenol oksidase dan kontak dengan udara, menghasilkan substansi theaflavin dan thearubin yang akan menentukan warna dan kualitas air seduhan. Arpah (1993) dan Adjisoetopo (1999) menjelaskan, theaflavin memberikan warna kuning keemasan, sehingga mempengaruhi kejernihan seduhan, sedangkan thearubin memberikan warna coklat karat, sehingga memberikan kemantapan warna seduhan. Pengeringan dilakukan dengan suhu masuk 121-126 °C dan suhu keluar 93-98 °C sampai kadar air 3%, bertujuan untuk menghentikan aktivitas enzim, sehingga dicapai warna dan bau spesifik, dilanjutkan sortasi kering untuk memisahkan partikel teh dengan ukuran seragam. Arpah (1993) menyatakan bahwa proses pengeringan pada pengolahan daun teh menjadi teh kering menyebabkan terjadi reaksi maillard, sehingga menghasilkan warna gelap pada produk.

Pengolahan teh hijau menurut Nazarudin dan Paimin (1993) melalui proses pelayuan, penggulungan, pengeringan dan sortasi, tanpa proses fermentasi. Pelayuan

dilakukan dengan udara panas hingga dicapai kadar air 65-70%, dilanjutkan penggulungan untuk membentuk mutu secara fisik. Pengerinan dilakukan dengan suhu masuk 80-100 °C dan suhu keluar 55-60 °C sampai kadar air 5-8%.

Menurut Setyamidjaja (2000), prinsip pengolahan teh wangi adalah proses penyerapan aroma bunga ke dalam teh hijau secara maksimal, sehingga diperoleh teh wangi bermutu tinggi. Pengolahan teh wangi melalui proses penggosongan teh hijau, pelembaban, pewangian dan pengerinan. Penggosongan dilakukan melalui pemanasan dengan suhu 150-170 °C untuk menghilangkan uap air dan gas, sehingga bersifat porus dan banyak ruang kapiler. Pelembaban dengan menambahkan air sampai kadar air 30-35% bertujuan untuk melonggarkan gulungan teh dan memperluas permukaan, sehingga meningkatkan daya serap terhadap aroma bunga. Pewangian merupakan proses pencampuran teh dengan bunga melati, dilaksanakan pada malam hari melalui pengadukan pada selang waktu tertentu untuk meratakan proses pewangian, dilanjutkan pengerinan dengan suhu masuk 110 °C dan suhu keluar 50 °C sampai dicapai kadar air 4%.

### **2.3. Ampas Teh**

Ampas teh adalah sisa penyeduhan teh kering menjadi minuman teh, merupakan limbah yang banyak dihasilkan dari industri minuman teh. Ampas teh dari PT Sipp Semarang merupakan limbah industri minuman teh botol, setiap tahun dihasilkan kurang lebih 30 ton ampas teh.

Komposisi proksimat ampas teh hasil penelitian Rohayati (1994) disajikan pada Tabel 2. Rohayati (1994) melaporkan, ampas teh memiliki KcBK 18%, KcBO 14%, produksi VFA 61 mM dan produksi amonia 1,3 mM. Lebih lanjut dilaporkan, substitusi ampas teh terhadap lamtoro sampai 45% pada ransum ruminansia menurunkan KcBK, KcBO, produksi VFA dan produksi amonia.

Tabel 2. Komposisi Proksimat Ampas Teh

Zat Gizi	Kandungan (%)
Bahan Kering	86,40
Abu	5,43
Lemak Kasar	3,82
Protein Kasar	30,90
Serat Kasar	32,30
BETN	27,55

Sumber : Rohayati (1994)

#### 2.4. "Neutral Detergent Fiber" (NDF) dan "Acid Detergent Fiber" (ADF)

Van Soest (1982) membagi komponen kimia tanaman menjadi dua bagian, yaitu isi sel atau "Neutral Detergent Soluble" (NDS) dan dinding sel atau "Neutral Detergent Fiber" (NDF). "Neutral Detergent Soluble" merupakan bagian yang larut dalam deterjen netral, terdiri dari lipida, gula, pati, asam organik, senyawa NPN, protein mudah larut dan bahan lain yang mudah larut dalam air (Cullison, 1979). "Neutral Detergent Fiber" merupakan bagian dari pakan yang tidak larut dalam

larutan deterjen netral (Banerjee, 1978), tersusun atas selulosa, hemiselulosa, lignin, kutin, protein terikat serat dan komponen mineral (Van Soest, 1994).

Perebusan dengan deterjen asam membagi NDF menjadi fraksi yang larut dan tidak larut. Fraksi yang larut disebut "Acid Detergent Soluble" (ADS), sebagian besar tersusun atas hemiselulosa dan protein dinding sel. Fraksi yang tidak larut disebut "Acid Detergent Fiber" (ADF), tersusun atas selulosa, lignin dan silika (Cullison, 1979).

Sutardi (1980) menyatakan, tingginya kandungan protein dalam ADF menunjukkan protein bahan tersebut rendah utilitasnya, disebabkan protein mengalami kerusakan karena panas. Pemanasan menyebabkan terbentuk senyawa N-ADF yang sulit dicerna mikrobia rumen. Tingginya kandungan ADF pada bahan pakan menyebabkan pencernaan bahan pakan tersebut rendah (Van Soest, 1994).

## **2.5. Tanin**

Tanin merupakan senyawa fenol dengan berat molekul 500-3000 (Hagerman *et al.*, 1997). Berdasarkan struktur monomernya tanin digolongkan menjadi 2, yaitu "hydrolysable tannin" (tanin terhidrolisis) dan "condensed tannin" (tanin terkondensasi) (Cheeke dan Shull, 1985). Tanin terhidrolisis merupakan ester hidroksil glukosa dengan gallic acid dan digallic acid (Concon, 1988), dapat dihidrolisis oleh asam dan enzim di dalam saluran pencernaan (Kumar dan D'Mello, 1996). Tanin terkondensasi dikenal sebagai "proantosianidin", terbentuk dari

kondensasi flavanols seperti catechin dan epicatechin, tidak mudah dihidrolisis dan terdapat dalam bentuk sangat kompleks (Cheeke dan Shull, 1985).

Tanin membentuk ikatan kompleks dengan protein, karbohidrat dan mineral, menyebabkan nutrisi tidak dapat didegradasi di dalam saluran pencernaan (Naczk dan Shahidi, 1997). Ikatan kompleks tanin menghambat pencernaan dan proses penyerapan. Tanin mengikat enzim tripsin dan  $\alpha$  amilase di dalam saluran pencernaan (Feeney, 1969; Tamir dan Alumot, 1969 disitasi Liener, 1980), sehingga menghambat aktivitas enzim tersebut atau mengikat protein bahan pakan membentuk ikatan kompleks yang sulit dicerna (Kumar dan D'Mello, 1996).

Tanin menghambat aktivitas selulase dan protease bakteri rumen. Bae (1993) melaporkan, tanin terkondensasi yang diisolasi dari *Lotus corniculatus* L. pada konsentrasi 400  $\mu\text{g/ml}$  menghambat aktivitas ekstraseluler endoglukanase *Fibrobacter succinogenes*. Lebih lanjut ditambahkan, *Fibrobacter succinogenes* tidak dapat mendegradasi kertas saring pada konsentrasi tanin terkondensasi lebih dari 400  $\mu\text{g/ml}$ . Jones *et al.* (1994) melaporkan, tanin terkondensasi yang diisolasi dari *Onobrychis viciifolia* Scop. pada konsentrasi 200  $\mu\text{g/ml}$  menghambat pertumbuhan dan aktivitas protease *Butyrivibrio fibrisolvens* A38.

Interaksi tanin dengan saliva dan protein mukosa menimbulkan rasa sepat, menyebabkan pakan tidak palatable, sehingga mengurangi konsumsi pakan ruminansia (Cheeke dan Shull, 1985). Menurut Kumar dan D'Mello (1996),

konsumsi pakan bertanin tinggi menyebabkan penurunan pencernaan dan efisiensi pakan, selanjutnya menurunkan bobot badan. Hasil penelitian Wiryawan *et al.* (1998) menunjukkan bahwa inokulasi bakteri rumen toleran tanin pada rumen kambing dengan pakan kaliandra dapat meningkatkan konsumsi, bobot badan, VFA dan meningkatkan total bakteri, bakteri rumen toleran tanin serta bakteri proteolitik.

## 2.6. Fermentasi

Fermentasi didefinisikan sebagai perubahan biomasa oleh reaksi enzimatik mikrobial penyebab fermentasi pada substrat sesuai (Winarno *et al.*, 1980; Lidya dan Djenar, 2000). Menurut Banerjee (1978), fermentasi menyebabkan terjadinya depolimerasi pada substrat. Produk fermentasi lebih mudah dicerna, sehingga meningkatkan utilitas pakan yang difermentasi (Hardjo *et al.*, 1989).

Fermentasi substrat padat merupakan proses fermentasi menggunakan bahan padat dengan kandungan air memadai, tanpa air bebas (Ward, 1989; Hardjo *et al.*, 1989). Substrat yang paling banyak digunakan pada fermentasi substrat padat adalah biji-bijian, limbah pertanian dan bahan yang mengandung lignoselulosa (Lidya dan Djenar, 2000).

Menurut Smith dan Aidoo (1988), kelangsungan proses fermentasi substrat padat dipengaruhi substrat, kelembaban, suhu dan aerasi. Difusi enzim berlangsung optimal apabila substrat memiliki porositas cukup tinggi, sehingga degradasi tidak hanya berlangsung pada permukaan luar substrat, namun mencapai bagian dalam substrat. Substrat dengan porositas rendah menyebabkan degradasi hanya

berlangsung pada permukaan luar substrat. Kelembaban terlalu tinggi akan menurunkan porositas dan pertukaran gas pada substrat, sehingga menurunkan degradasi substrat dan meningkatkan resiko kontaminasi. Kelembaban terlalu rendah menyebabkan pembengkakan substrat kurang efektif dan menurunkan pertumbuhan mikrobia. Ward (1989) menyatakan bahwa tingginya konsentrasi substrat per unit volume menyebabkan produksi panas pada fermentasi substrat padat lebih tinggi dibanding fermentasi substrat cair dan rendahnya kelembaban menyebabkan pemindahan panas sulit dilakukan. Lebih lanjut ditambahkan, pemindahan panas dapat dilakukan melalui peningkatan aerasi.

Stanbury dan Whitaker (1984) menyatakan bahwa mikrobia membutuhkan karbon, nitrogen, energi serta vitamin dan mineral untuk mendukung pertumbuhannya. Lebih lanjut ditambahkan, substrat hendaknya mampu menyediakan nutrisi untuk pertumbuhan mikrobia. Laju pertumbuhan mikrobia dipengaruhi konsentrasi komponen penyusun medianya, apabila konsentrasi sumber karbon melampaui batas, maka laju pertumbuhan akan terhambat (Judoamidjojo, 1989).

## **2.7. *Aspergillus niger***

*Aspergillus niger* merupakan kapang yang termasuk dalam genus *Aspergillus*, famili *Moniliaceae*, ordo *Moniliales*, kelas *Deuteromycetes* dan divisi *Eumycetes*. Kapang *Aspergillus* memiliki hifa berseptat dan spora bersifat aseksual. Bagian-bagian kapang yang menjadi ciri *Aspergillus* adalah "foot cell", konidiofor,

vesikula, sterigma serta spora yang tumbuh memanjang di atas sterigma, disebut konidia (Frazier dan Westhoff, 1981). Konidiofor tumbuh dari hifa permukaan dengan vesikula berbentuk globula, permukaan halus atau pada beberapa spesies terdapat granula atau bintik-bintik, berdinding tebal dan berwarna coklat (Sudarmadji *et al.*, 1989). Konidia *A. niger* berbentuk spherical, berwarna hitam atau hitam kecoklatan dengan dinding kasar atau berduri (Pitt dan Hocking, 1997). Hifa *Aspergillus* terdapat pada bagian dalam dan permukaan substrat. Hifa pada bagian dalam substrat berfungsi menyerap zat hara, sedangkan hifa pada permukaan substrat berfungsi sebagai alat reproduksi (Frazier dan Westhoff, 1981).

*Aspergillus niger* merupakan kapang yang dapat tumbuh dengan cepat dan bersifat *aerob* (Raper dan Fennel, 1977). Suhu minimal pertumbuhan *A. niger* 6-8 °C, optimal 35-37 °C dan maksimal 45-47 °C (Pitt dan Hocking, 1997). *Aspergillus niger* tumbuh optimal pada kisaran pH 4-5,5 (Frazier dan Westhoff, 1981), masih dapat tumbuh pada pH 2 apabila  $a_w$ -nya tinggi (Pitt dan Hocking, 1997).

Strain *A. niger* tertentu digunakan secara komersial untuk produksi asam sitrat dan asam glukonat (Sudarmadji *et al.*, 1989). *A. niger* mampu menghasilkan beberapa jenis enzim, yaitu selulase, amilase, hemiselulase, katalase, pektinase, xilanase (Hamlyn disitasi Iyayi, 2004) dan tanase (Pinto *et al.*, 2001).

Haryati dan Sutikno (1994) melaporkan, kulit biji coklat dengan kandungan PK 8,9%, SK 13% dan KcBK 36,80% setelah difermentasi dengan *A. niger* dapat

meningkatkan PK sampai dengan 12,08% dan meningkatkan KcBK sampai dengan 46,07%. Bungkil kelapa dengan kandungan NDF 69% dan KcBK 53,6% setelah difermentasi dengan *A. niger* dapat menurunkan kandungan NDF sampai dengan 36,7% dan meningkatkan KcBK sampai dengan 67,8% (Purwadaria *et al.*, 1995).

## 2.8. Fermentasi Pakan dalam Rumen

Proses pencernaan ternak ruminansia terjadi secara mekanis di mulut, fermentatif oleh mikrobia rumen dan hidrolitis oleh enzim-enzim pencernaan (Sutardi, 1980). Menurut Sutardi (1978), proses fermentasi di dalam rumen dapat terus berlangsung karena :

1. Pakan yang dikonsumsi dalam jumlah besar merupakan substrat bagi mikrobia rumen.
2. Produk fermentasi mikrobia diabsorpsi melalui dinding rumen, sehingga tidak tertimbun di dalam rumen dan mengganggu enzim.
3. Suhu di dalam rumen konstan.
4. Adanya pengaturan laju pengosongan, sehingga rumen selalu terisi.
5. Adanya sekresi saliva, sehingga pH tidak banyak berubah.
6. Kondisi rumen *anaerob*.
7. Kontraksi rumen menambah kontak enzim dengan substrat.

Pemecahan karbohidrat di dalam rumen terjadi melalui 2 tahap, yaitu pemecahan karbohidrat kompleks menjadi gula sederhana dan pemecahan gula

sederhana menghasilkan VFA (asetat, propionat, butirat), CO<sub>2</sub> dan metan (McDonald *et al.*, 1988). Menurut Ranjhan (1980), VFA merupakan sumber energi utama ternak ruminansia.

Protein pakan mengalami degradasi di dalam rumen menjadi asam amino, selanjutnya dideaminasi menjadi amonia dan asam  $\alpha$  keto untuk sintesis protein mikrobial (McDonald *et al.*, 1988). Amonia bergabung dengan asam  $\alpha$  keto untuk membentuk asam amino baru dan asam  $\alpha$  keto dapat diubah menjadi VFA rantai cabang atau bergabung dengan amonia dari sumber lain untuk membentuk asam amino baru (Preston dan Leng, 1987). Protein "by pass" (tidak terdegradasi di dalam rumen) dirombak dan diserap pada saluran pencernaan berikutnya (McDonald *et al.*, 1988).

## 2.9. Metode *in sacco*

Metode *in sacco* adalah metode yang dilaksanakan dengan memasukkan pakan yang diteliti ke dalam kantung nilon berpori, selanjutnya diikat dan ditempatkan di dalam rumen selama waktu tertentu (Uden dan Van Soest, 1984). Metode ini sangat membantu dalam menentukan laju dan besarnya degradasi oleh mikrobial rumen (Mehrez dan Ørskov, 1977) serta kecernaan BK dan BO (Soejono, 1983).

Kelebihan metode *in sacco*, beberapa sampel dapat diinkubasikan dalam waktu bersamaan, sehingga laju dan besarnya degradasi pakan cepat diketahui (Widyobroto *et al.*, 1995). Kelemahan metode *in sacco*, pengukuran degradasi

hanya pada satu bagian alat pencernaan, sehingga hasil kurang teliti dibandingkan metode *in vivo* (Ørskov, 1982).

Degradasi *in sacco* dipengaruhi faktor internal dan eksternal (Ørskov, 1982). Faktor internal meliputi konsentrasi  $\text{NH}_3$ , VFA, pH rumen dan laju partikel pakan keluar dari rumen (Setala, 1983). Faktor eksternal antara lain karakteristik pakan yang diberikan pada ternak, posisi dalam rumen, porositas kantung nilon, ukuran partikel substrat, perbandingan antara berat substrat dan permukaan kantung nilon, waktu inkubasi, proses pencucian, jenis ternak yang digunakan dan interpretasi hasil inkubasi (Setala, 1983; Soejono, 1983).

Degradasi di dalam rumen optimal diperoleh pada kantung yang diletakkan di bagian ventral (Ørskov *et al.*, 1982). Lebih lanjut ditambahkan, waktu yang dibutuhkan untuk degradasi sempurna pakan konsentrat adalah 12-36 jam, hijauan kualitas baik 24-60 jam dan hijauan kualitas rendah 48-72 jam. Porositas kantung nilon yang digunakan pada metode *in sacco* sebaiknya berukuran 40-60  $\mu\text{m}$  (Ørskov, 1982). Widyobroto *et al.* (1998) menyatakan sampel yang digunakan pada metode *in sacco* adalah sampel setelah dikeringkan dengan oven pada suhu 60-70  $^{\circ}\text{C}$  sampai berat konstan, berukuran 1-2 mm dengan bentuk fisik homogen. Lebih lanjut ditambahkan, berat sampel pengujian untuk hijauan 3 gram sedangkan konsentrat 5 gram. Perlakuan pasca inkubasi melalui pencucian penting dilakukan untuk menghilangkan kontaminasi N mikrobial pada residu pakan setelah inkubasi (Mehrez dan Ørskov, 1977). Sampel diambil sesuai dengan waktu inkubasi, segera

dicuci dengan air kran dingin secara perlahan sebelum dilanjutkan pencucian menggunakan mesin cuci selama 9 menit dan air selalu mengalir (Widyobroto *et al.* 1998).

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

Penelitian untuk mengkaji utilitas ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* di dalam rumen dilaksanakan pada tanggal 7 April sampai dengan 31 Desember 2004. Penelitian dilaksanakan dalam 2 tahap, tahap pertama fermentasi ampas teh dan tahap kedua pengukuran degradasi ampas teh serta ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* secara *in sacco*. Penelitian tahap pertama dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Makanan Ternak serta Laboratorium Fisiologi dan Biokimia Ternak Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang. Penelitian tahap kedua dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Makanan Ternak serta kandang Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Analisis sampel dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Makanan Ternak serta Laboratorium Ilmu Tanaman Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang.

#### **3.1. Materi Penelitian**

##### **3.1.1. Penelitian Tahap Pertama**

Penelitian menggunakan inokulum *A. niger* FNCC 6114 yang diperoleh dari laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Pangan Pusat Studi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Medium pertumbuhan *A. niger*

menggunakan “Potato Dextro Agar” (PDA). Ampas teh diperoleh dari PT Sipp, Semarang. Peralatan yang digunakan adalah “in cass”, cawan petri, erlenmeyer, jarum ose, lampu bunsen, tabung reaksi, pipet 1 ml, “quebec colony counter”, blender, nampan, autoklaf, termometer, higrometer dan fermentor skala laboratorium.

### 3.1.2. Penelitian Tahap Kedua

#### 1. Sampel.

Sampel yang digunakan pada pengukuran degradasi secara *in sacco* adalah ampas teh dan ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger*.

#### 2. Ternak percobaan

Penelitian menggunakan 1 ekor sapi PO betina berumur 6 tahun dengan bobot badan 346 kg yang telah difistula pada bagian rumennya.

#### 3. Ransum ternak percobaan

Selama pengujian secara *in sacco* ternak diberi ransum 70% rumput raja dan 30% konsentrat. Komposisi konsentrat disajikan pada Tabel 3.

#### 4. Peralatan pengukuran degradasi secara *in sacco*

Peralatan yang digunakan pada pengukuran degradasi secara *in sacco* terdiri dari kantong nilon berukuran bagian dalam 6 x 11 cm dengan porositas 46  $\mu$ m, las plastik untuk mengelas kantong nilon, tali, cincin besi berlapis khrom seberat 675 g, mesin cuci merk Sanyo SW 225 T, oven, eksikator dan timbangan analitis kapasitas 120 g dengan ketelitian 0,0001 g.

Tabel 3. Komposisi Konsentrat Ternak Percobaan

Bahan Pakan	% Pakan
Dedak jagung	10,00
Dedak halus	18,00
Onggok	19,50
Pollard	10,00
Kulit kopi	20,00
Biji kapok	10,00
Bungkil kelapa sawit	3,00
Tetes	3,60
Jenjet	1,00
Kulit kacang	3,00
Urea	1,00
Garam	0,50
Kapur	0,40

### 3.2. Metode Penelitian

#### 3.2.1. Penelitian Tahap Pertama (Fermentasi Ampas Teh)

##### 3.2.1.1. Rancangan Percobaan

Penelitian tahap pertama menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri dari 4 perlakuan dengan 5 ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah fermentasi *A. niger* selama 0, 2, 4 dan 6 minggu.

##### 3.2.1.2. Prosedur Penelitian

Penelitian tahap pertama dilakukan untuk memilih hasil fermentasi ampas teh optimal, sebagai sampel untuk penelitian tahap kedua. Penelitian tahap pertama

dilaksanakan dalam 4 tahap, yaitu persiapan inokulum *A. niger*, fermentasi pertama, analisis produk fermentasi pertama dan fermentasi kedua.

Persiapan inokulum *A. niger* diawali dengan sterilisasi nasi berkadar air 60% sebagai medium pertumbuhan, menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit, selanjutnya diinokulasi dengan *A. niger*. Nasi yang telah diinokulasi *A. niger* diinkubasi secara *aerob* pada suhu 28-30 °C di dalam fermentor skala laboratorium selama 6 hari, selanjutnya dioven pada suhu 40 °C selama 2 hari dan diblender sehingga diperoleh inokulum *A. niger* kering.

Fermentasi pertama diawali dengan perhitungan jumlah koloni inokulum *A. niger* menggunakan metode cawan tuang (Fardiaz, 1989). Inokulum *A. niger* diencerkan dengan akuades, ditambah asam asetat hingga dicapai pH 5 selanjutnya diinokulasikan pada 100 g ampas teh yang telah disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit sebanyak 0,3 % BK atau  $1,03 \times 10^7$  cfu/g substrat (perhitungan pada Lampiran 1). Fermentasi dilaksanakan dengan kadar air 65%, suhu 30 °C dan kelembaban 96% selama 2, 4 dan 6 minggu secara *aerob* pada kotak plastik berukuran 20 x 10 x 5 cm, ditempatkan pada fermentor skala laboratorium berukuran 75 x 60 x 60 cm. Fermentor dilengkapi dengan termometer dan higrometer untuk mengontrol suhu serta kelembaban. Suhu dijaga melalui pengaturan cahaya lampu dalam fermentor dan kelembaban dijaga dengan meletakkan kain yang dibasahi dengan air pada alas fermentor.

Produk fermentasi dikeringkan dan digiling halus menjadi sampel yang siap dianalisis. Variabel yang diamati adalah :

- a. Bahan kering
- b. Bahan organik
- c. Kecernaan bahan kering dan bahan organik

Kecernaan bahan kering dan bahan organik secara *in vitro* ditentukan dengan metode Tilley dan Terry (1963) (Lampiran 2).

- d. Kandungan "Neutral Detergent Fiber"

Pengukuran kandungan "Neutral Detergent Fiber" mengikuti prosedur Goering dan Van Soest (1970) (Lampiran 3).

- e. Kandungan "Acid Detergent Fiber"

Pengukuran kandungan "Acid Detergent Fiber" mengikuti prosedur Goering dan Van Soest (1970) (Lampiran 4).

- f. Kandungan tanin

Kandungan tanin dianalisis dengan metode Burns (Slamet *et al.*, 1996) (Lampiran 5).

- g. Kandungan protein kasar

Kandungan protein kasar dianalisis dengan metode mikro kjeldahl mengikuti prosedur AOAC (1984) (Lampiran 6).

Hasil analisis produk fermentasi pertama diolah secara statistik untuk mendapatkan lama fermentasi optimal, selanjutnya dilakukan fermentasi kedua

mengacu lama optimal fermentasi pertama untuk sampel pada penelitian tahap kedua (pengukuran degradasi secara *in sacco*).

Fermentasi kedua diawali dengan perhitungan jumlah koloni inokulum *A. niger*. Inokulum *A. niger* diencerkan dengan akuades, ditambah asam asetat hingga dicapai pH 5 selanjutnya diinokulasikan pada 100 g ampas teh yang telah disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit sebanyak 1,6 % BK atau  $1,06 \times 10^7$  cfu/g substrat (perhitungan pada Lampiran 1). Fermentasi dilaksanakan dengan kadar air 65%, suhu 30 °C dan kelembaban 96% selama 4,68 minggu (hasil optimal fermentasi pertama) secara *aerob* pada kotak plastik berukuran 20 x 10 x 5 cm, ditempatkan pada fermentor skala laboratorium berukuran 75 x 60 x 60 cm. Fermentor dilengkapi dengan termometer dan higrometer untuk mengontrol suhu serta kelembaban. Suhu dijaga melalui pengaturan cahaya lampu dalam fermentor dan kelembaban dijaga dengan meletakkan kain yang dibasahi dengan air pada alas fermentor.

### **3.2.2. Penelitian Tahap Kedua (Pengukuran Degradasi secara *in sacco*)**

#### **3.2.2.1. Rancangan Percobaan**

Penelitian tahap kedua menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri dari 2 perlakuan dengan 3 ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah ampas teh tanpa fermentasi (T0) dan ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* (TF).

### 3.2.2.2. Prosedur Penelitian

Penelitian tahap kedua dilaksanakan untuk mengukur degradabilitas BK, BO, NDF, ADF, PK dan tanin ampas teh serta ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* di dalam rumen secara *in sacco*. Pengukuran degradasi secara *in sacco* mengikuti metode Widyobroto *et al.* (1998).

#### 1. Ternak percobaan dan ransum

Ternak percobaan ditempatkan pada kandang individu yang dilengkapi dengan tempat pakan dan minum. Hijauan diberikan pada pukul 09.00 dan 16.00, konsentrat diberikan pada pukul 11.00. Air minum diberikan secara *ad libitum*.

#### 2. Persiapan kantong nilon dan sampel uji pencernaan secara *in sacco*

Kantong nilon dibuat dari bahan nilon dengan porositas 46  $\mu\text{m}$ , dijahit menggunakan las plastik pada ketiga sisinya dengan dimensi bagian dalam 6 x 11 cm. Kantong nilon ditandai sesuai dengan jenis sampel, waktu inkubasi dan ulangan, selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 45 °C selama 24 jam dan ditimbang berat kosongnya. Kantong yang sudah diketahui berat kosongnya dan diberi label diisi dengan sampel yang akan diuji sebanyak 3 g, selanjutnya dijahit pada sisi keempatnya dan diberi tali berwarna untuk memudahkan pengambilan kantong nilon sesuai waktu inkubasi.

### 3. Inkubasi kantong dalam rumen

Kantong yang telah diisi sampel dan diberi tali berwarna ditautkan dengan tali pada cincin besi berlapis khrom seberat 675 g, selanjutnya diinkubasikan di dalam rumen sebelum pakan pagi diberikan (maksimal 30 kantong nilon/periode/sapi). Inkubasi kantong di dalam rumen dilakukan dengan tujuh interval waktu inkubasi, yaitu 2, 4, 8, 16, 24, 48 dan 72 jam.

### 4. Pasca inkubasi

Kantong nilon diambil dari dalam rumen sesuai dengan waktu inkubasi, segera dicuci dengan air kran dingin secara perlahan, selanjutnya dicuci dengan mesin cuci selama 9 menit dan air selalu mengalir. Pencucian dilakukan untuk untuk menghilangkan partikel pakan atau mikrobia rumen yang menempel pada residu pakan dan kain nilon. Setelah pencucian selesai, kantong nilon dikeringkan dalam oven pada suhu 60-70 °C selama 48 jam sampai berat konstan, ditimbang residunya, selanjutnya dianalisis kandungan BK, BO, NDF, ADF, PK dan tanin.

### 5. Analisis sampel

Degradabilitas BK, BO, NDF, ADF, tanin dan PK diukur berdasarkan atas hilangnya BK, BO, NDF, ADF, tanin dan PK dalam kantong nilon dibagi kandungan BK, BO, NDF, ADF, tanin dan PK sampel awal sebelum diinkubasikan.

### 6. Penentuan degradabilitas

Degradasi pakan pada waktu "t" (Td) dihitung menggunakan persamaan eksponensial berdasarkan model Ørskov dan McDonald (1979) sebagai berikut :

$$T_d (\%) = a + b (1 - \exp^{-ct})$$

- Keterangan :
- Td = degradasi pakan pada waktu "t" (%)
  - a = fraksi yang mudah larut (%)
  - b = fraksi yang lambat terdegradasi (%)
  - c = laju degradasi dari fraksi b (%/jam)
  - t = waktu inkubasi (0-72 jam)

Nilai a, b dan c selanjutnya digunakan untuk menghitung Degradasi Teori (DT) berdasarkan asumsi gerak laju partikel pakan keluar rumen adalah 0,06 per jam (Verite dan Demarquilly, 1978 disitasi Widyobroto *et al.*, 1995) dengan rumus :

$$DT = a + \frac{(b \times c)}{(c + 0,06)}$$

Degradasi maksimum (DM) dan fraksi tidak terdegradasi (TD) dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned} DM &= a + b \\ TD &= 100 - DM \end{aligned}$$

Contoh perhitungan fraksi a, b, c, DT serta DM dan TD disajikan pada Lampiran 7.

### 3.3. Analisis Data

#### 3.3.1. Penelitian Tahap Pertama

Model matematika untuk setiap nilai pengamatan adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan :

- $Y_{ij}$  = Nilai pengamatan pada perlakuan lama fermentasi ke-i (0, 2, 4 dan 6 minggu) dan ulangan ke-j (1, 2, ... dan 5).
- $\mu$  = Nilai rata-rata seluruh perlakuan
- $\tau_i$  = Pengaruh perlakuan lama fermentasi ke-i
- $\varepsilon_{ij}$  = Galat acak yang ditimbulkan oleh perlakuan

Hipotesis yang diuji adalah :

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = 0$$

Perbedaan lama fermentasi tidak mempengaruhi kandungan BK, BO, NDF, ADF, PK, tanin, KcBK dan KcBO.

$$H_1 : \tau_i \neq 0$$

Perbedaan lama fermentasi mempengaruhi kandungan BK, BO, NDF, ADF, PK, tanin, KcBK dan KcBO

Pengaruh perlakuan pada penelitian tahap pertama diuji dengan sidik ragam menurut Steel dan Torrie (1993), dilanjutkan dengan uji polinomial ortogonal (Sudjana, 1994).

### 3.3.2. Penelitian Tahap Kedua

Hipotesis yang diuji adalah :

$$H_0 : \mu_{T_0} = \mu_{T_F}$$

Degradabilitas BK, BO, NDF, ADF, tanin serta PK T<sub>0</sub> dan T<sub>F</sub> sama.

$$H_1 : \mu_{T_0} \neq \mu_{T_F}$$

Degradabilitas BK, BO, NDF, ADF, tanin serta PK T<sub>0</sub> dan T<sub>F</sub> tidak sama.

Data dianalisis dengan T-Tes menurut Steel dan Torrie (1993).

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Analisis Komposisi Kimia Ampas Teh

Hasil analisis komposisi kimia ampas teh disajikan pada Tabel 4. Tabel 4 menunjukkan, kandungan PK dan SK ampas teh hasil analisis lebih rendah dibanding kandungan PK dan SK ampas teh hasil analisis Rohayati (1994), masing-masing 18,40 dan 21,73% vs 30,90 dan 32,30%. Perbedaan tersebut terjadi karena ampas teh yang digunakan tidak berasal dari industri minuman teh yang sama, dengan kata lain perbedaan pengolahan daun teh menjadi teh kering dan proses produksi teh kering menjadi minuman teh sangat mempengaruhi komposisi kimia ampas tehnya.

Tabel 4. Komposisi Kimia Ampas Teh

Zat Gizi	Kandungan (%)
Bahan Kering	90,24
Abu	5,00
Lemak Kasar	0,42
Protein Kasar	18,40
Serat Kasar	21,73
BETN	54,45
Tanin *	2,98
NDF	52,26
Hemiselulosa	8,70
ADF	43,56
Selulosa	33,54
Lignin	8,41
Silika	1,61

Sumber : Analisis Laboratorium Ilmu Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro (2004)

\* Analisis Laboratorium Biokimia Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada (2004)

Perbedaan kandungan PK dan SK ampas teh hasil analisis dan hasil analisis Rohayati (1994) selanjutnya mempengaruhi BETN sebagai komponen hasil pengurangan. Rendahnya kandungan PK dan SK, menyebabkan BETN ampas teh hasil analisis lebih tinggi dari BETN ampas teh hasil analisis Rohayati (1994), masing-masing 54,45 vs 27,55%.

Ampas teh memiliki kandungan NDF 52,26%, ADF 43,56%, hemiselulosa 8,70% dan selulosa 33,54%. Berdasarkan komposisi seratnya, ampas teh memiliki potensi dan berpeluang digunakan sebagai pakan serat untuk ruminansia. Nilai nutrisi pakan berserat ditentukan dari isi sel serta dua komponen utama penyusun dinding selnya, yaitu selulosa dan hemiselulosa. Selulosa dan hemiselulosa dapat dihidrolisis oleh enzim selulase dan hemiselulase yang dihasilkan mikrobial rumen, selanjutnya digunakan sebagai sumber energi bagi ruminansia. Tingginya kandungan selulosa ampas teh (33,54%), didukung hemiselulosa sebagai komponen utama penyusun dinding sel, cukup potensial sebagai pakan serat untuk ruminansia karena dapat digunakan sebagai sumber energi serta mendukung fungsi normal sistem pencernaannya.

## **4.2. Fermentasi Ampas Teh**

### **4.2.1. Bahan Kering (BK) Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger***

Rata-rata BK ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* pada lama fermentasi 0, 2, 4 dan 6 minggu disajikan pada Tabel 5. Sidik ragam pada Lampiran 8 menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi menurunkan ( $p < 0,01$ ) BK ampas teh. Uji wilayah ganda Duncan menunjukkan, BK ampas teh perlakuan

fermentasi 2 minggu lebih rendah ( $p < 0,01$ ) dari fermentasi 0 minggu, sedangkan BK ampas teh perlakuan fermentasi 2, 4 dan 6 minggu tidak menunjukkan adanya perbedaan.

Hasil penelitian menunjukkan, terjadi penurunan BK pada fermentasi 2 minggu, selanjutnya stabil sampai dengan fermentasi 6 minggu. Hal ini menunjukkan bahwa pada fermentasi 2 minggu *A. niger* memanfaatkan serta mengubah sumber karbon menjadi  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  dan energi, selanjutnya digunakan untuk mendukung pertumbuhannya, namun pada perpanjangan lama fermentasi selanjutnya aktivitas *A. niger* mulai turun dan fermentasi cenderung stabil, sehingga sumber karbon tidak banyak dimanfaatkan.

Tabel 5. Rata-rata BK (g) Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger* pada Lama Fermentasi 0, 2, 4 dan 6 Minggu

Lama Fermentasi (Minggu)	Bahan Kering (g)
0	90,17 <sup>A</sup>
2	74,61 <sup>B</sup>
4	71,73 <sup>B</sup>
6	70,78 <sup>B</sup>

\* Superskrip berbeda menunjukkan perbedaan sangat nyata ( $p < 0,01$ )

Kelangsungan fermentasi menunjukkan bahwa fase vegetatif berlangsung lebih pendek dari fase generatif, ditunjukkan pada fermentasi 2 minggu sudah terjadi sporulasi dan pertumbuhannya semakin meningkat seiring perpanjangan lama fermentasi. Spora merupakan bagian yang dorman dalam siklus hidup kapang, namun masih menunjukkan kemungkinan mengandung enzim pada aktivitasnya. Hal ini menyebabkan BK tidak dapat dimanfaatkan *A. niger* secara optimal untuk

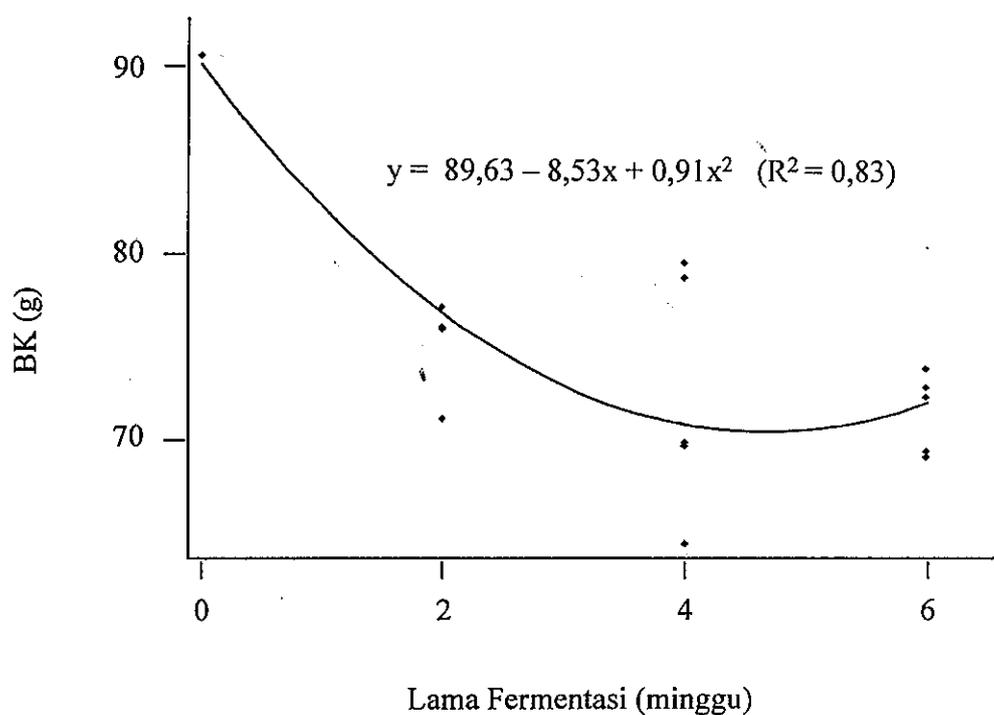
mendukung pertumbuhannya, sehingga penurunan BK tidak berlangsung seiring perpanjangan lama fermentasi.

Singkatnya fase vegetatif *A. niger* pada penelitian ini menunjukkan bahwa ketersediaan nutrisi serta rasio sumber karbon dan nitrogen ampas teh tidak dapat mendukung pertumbuhan optimalnya. Menurut Judoamidjojo (1989), mikrobia membutuhkan karbon, nitrogen, energi serta vitamin dan mineral untuk mendukung pertumbuhannya. Darwis *et al.* (1989) menyatakan bahwa rendahnya rasio nitrogen dan karbon di dalam substrat meningkatkan sporulasi.

Rendahnya ketersediaan nutrisi ampas teh sehingga tidak mampu mendukung pertumbuhan optimal *A. niger* diduga dibatasi adanya senyawa N-ADF (“Nitrogen-Acid Detergent Fiber”) yang tidak mudah larut. Setyamidjaja (2000) menyatakan, pengolahan pucuk daun teh menjadi teh kering melalui proses pengeringan suhu tinggi. Pemanasan suhu tinggi juga terjadi pada proses penyeduhan teh kering menjadi minuman teh. Pengolahan tersebut menyebabkan terjadi reaksi maillard (Arpah, 1993), sehingga terbentuk senyawa N-ADF yang tidak mudah larut (Van Soest, 1994).

Dugaan N-ADF membatasi ketersediaan nutrisi bagi *A. niger*, ditunjukkan adanya N-ADF pada ampas teh. Hasil analisis menunjukkan, kandungan N-ADF ampas teh sebelum difermentasi 3,26% dan kandungan N-ADF ampas teh hasil fermentasi 4 minggu 2,67%. Kondisi tersebut memberikan informasi bahwa sampai dengan fermentasi 4 minggu, N ampas teh yang terlarut 14,77% dan yang terikat ADF 85,23%.

Nutrisi pada ampas teh sampai dengan 2 minggu masih dapat dimanfaatkan *A. niger* untuk mendukung pertumbuhannya, namun pada perpanjangan lama fermentasi selanjutnya sebagian besar yang tersisa adalah N-ADF, sehingga sulit dimanfaatkan. Kesulitan aktivitas enzim selulase *A. niger* dalam memanfaatkan substrat karena adanya N-ADF menghambat kelangsungan fermentasi, sehingga penurunan BK tidak berlangsung seiring perpanjangan lama fermentasi. Hal ini didukung dengan pernyataan Judoamidjojo (1989) bahwa rendahnya ketersediaan nutrisi pada substrat dan adanya senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan menyebabkan laju pertumbuhan serta aktivitas mikrobia menurun.



Ilustrasi 1. Hubungan Lama Fermentasi dengan Bahan Kering

Hubungan antara lama fermentasi dengan BK membentuk persamaan  $y = 89,63 - 8,53x + 0,91x^2$  ( $R^2 = 0,83$ ), optimal pada minggu ke-4,67 dengan nilai

BK 69,71 g (Ilustrasi 1). Persamaan tersebut menunjukkan, terjadi penurunan BK sampai minggu ke-4,67 selanjutnya meningkat sampai minggu ke-6, dengan intersep 89,63 menunjukkan besarnya BK pada fermentasi 0 minggu. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) 0,83 menunjukkan bahwa 83% variasi BK ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* diterangkan dengan persamaan  $y = 89,63 - 8,53x + 0,91x^2$ .

#### 4.2.2. Bahan Organik (BO) Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger*

Rata-rata BO ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* pada lama fermentasi 0, 2, 4 dan 6 minggu disajikan pada Tabel 6. Sidik ragam pada Lampiran 9 menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi menurunkan ( $p < 0,01$ ) BO ampas teh. Uji wilayah ganda Duncan menunjukkan, BO ampas teh perlakuan fermentasi 2 minggu lebih rendah ( $p < 0,01$ ) dari fermentasi 0 minggu, sedangkan BO ampas teh perlakuan fermentasi 2, 4 dan 6 minggu tidak menunjukkan adanya perbedaan.

Tabel 6. Rata-rata BO (g) Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger* pada Lama Fermentasi 0, 2, 4 dan 6 Minggu

Lama Fermentasi (Minggu)	Bahan Organik (g)
0	78,04 <sup>A</sup>
2	65,36 <sup>B</sup>
4	66,00 <sup>B</sup>
6	63,48 <sup>B</sup>

\* Superskrip berbeda menunjukkan perbedaan sangat nyata ( $p < 0,01$ )

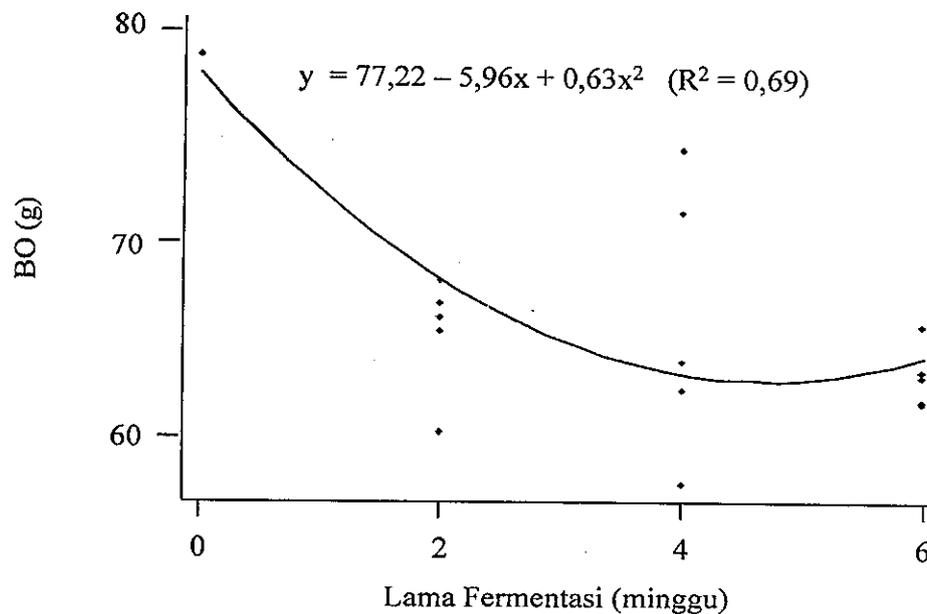
Hasil penelitian menunjukkan, terjadi penurunan BO pada fermentasi 2 minggu, selanjutnya stabil sampai dengan fermentasi 6 minggu. Hal ini menunjukkan bahwa pada fermentasi 2 minggu BO ampas teh dimanfaatkan *A. niger* untuk mendukung pertumbuhannya, namun pada perpanjangan lama

fermentasi selanjutnya aktivitas *A. niger* mulai turun dan fermentasi cenderung stabil, sehingga BO tidak banyak dimanfaatkan.

Kelangsungan fermentasi menunjukkan bahwa sporulasi sudah terjadi sejak fermentasi minggu ke-2 dan pertumbuhannya semakin meningkat sampai dengan fermentasi minggu ke-6, ini merupakan indikasi ketersediaan BO ampas teh tidak dapat mendukung pertumbuhan optimal *A. niger*. Spora merupakan bagian yang dorman dalam siklus hidup kapang, kondisi tersebut menyebabkan BO ampas teh tidak dapat dimanfaatkan secara optimal.

Rendahnya ketersediaan BO sehingga tidak mampu mendukung pertumbuhan optimal *A. niger* dibatasi adanya senyawa N-ADF yang terbentuk akibat proses pengeringan dan pemanasan pada pengolahan pucuk daun teh menjadi minuman teh. Menurut Sutardi (1980), N-ADF tidak dapat dicerna enzim pencernaan. Senyawa N-ADF pada ampas teh menurunkan ketersediaan protein untuk dimanfaatkan *A. niger*, sehingga penurunan BO tidak berlangsung seiring perpanjangan lama fermentasi.

Hubungan antara lama fermentasi dengan BO membentuk persamaan  $y = 77,22 - 5,96x + 0,63x^2$  ( $R^2 = 0,69$ ), optimal pada minggu ke-4,69 dengan nilai BO 63,22 g (Ilustrasi 2). Persamaan tersebut menunjukkan, terjadi penurunan BO sampai minggu ke-4,69 selanjutnya meningkat sampai minggu ke-6, dengan intersep 77,22 menunjukkan besarnya BO pada fermentasi 0 minggu. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) 0,69 menunjukkan bahwa 69% variasi BO ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* diterangkan dengan persamaan  $y = 77,22 - 5,96x + 0,63x^2$



Ilustrasi 2. Hubungan Lama Fermentasi dengan Bahan Organik

#### 4.2.3. Kandungan “Neutral Detergent Fiber” (NDF) Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger*

Rata-rata kandungan NDF ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* pada lama fermentasi 0, 2, 4 dan 6 minggu disajikan pada Tabel 7. Sidik ragam pada Lampiran 10 menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi meningkatkan ( $p < 0,01$ ) kandungan NDF ampas teh. Uji wilayah ganda Duncan menunjukkan, kandungan NDF ampas teh perlakuan fermentasi 4 dan 6 minggu lebih tinggi ( $p < 0,01$ ) dari fermentasi 0 minggu, sedangkan kandungan NDF ampas teh perlakuan fermentasi 0 dan 2 minggu, 2 dan 4 minggu serta 4 dan 6 minggu masing-masing tidak menunjukkan adanya perbedaan.

Hasil penelitian menunjukkan, fermentasi *A. niger* meningkatkan kandungan NDF. Hal ini disebabkan selama proses fermentasi *A. niger* memanfaatkan isi sel terlebih dahulu untuk mendukung pertumbuhannya, namun tidak diikuti dengan

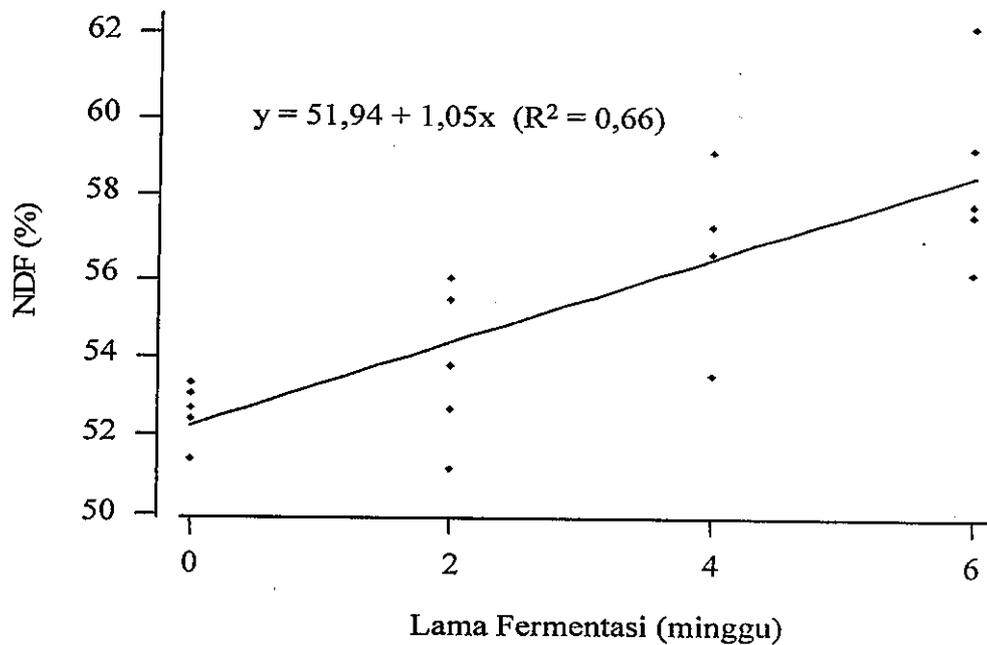
perombakan dinding sel. Isi sel relatif mudah dimanfaatkan *A. niger* dibanding dinding sel dan perombakan dinding sel berlangsung lambat. Hal ini disebabkan senyawa N tidak mudah larut pada NDF (N-NDF) yang terbentuk akibat pemanasan pada proses pengolahan pucuk daun teh menjadi minuman teh membatasi aktivitas selulase *A. niger*. Yu dan Thomas disitasi Sunarso (2003) menyatakan bahwa pemanasan menyebabkan bagian dari N-NDF tidak larut. Senyawa N-NDF membatasi aktivitas enzim selulase *A. niger* dalam merombak dinding sel, hal ini menyebabkan secara proporsi NDF menjadi lebih tinggi, sehingga kandungan NDF meningkat. Tumbuhnya spora di awal fermentasi merupakan indikasi aktivitas enzim selulase *A. niger* kurang efektif merombak substrat.

Tabel 7. Rata-rata Kandungan NDF (%) Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger* pada Lama Fermentasi 0, 2, 4 dan 6 Minggu

Lama Fermentasi (Minggu)	NDF (%)
0	52,26 <sup>C</sup>
2	53,48 <sup>BC</sup>
4	56,33 <sup>AB</sup>
6	58,34 <sup>A</sup>

\* Superskrip berbeda menunjukkan perbedaan sangat nyata ( $p < 0,01$ )

Hubungan antara lama fermentasi dengan kandungan NDF membentuk persamaan  $y = 51,94 + 1,05x$  ( $R^2 = 0,66$ ) (Ilustrasi 3). Persamaan tersebut menunjukkan bahwa kandungan NDF meningkat seiring perpanjangan lama fermentasi, dengan intersep 51,94 menunjukkan besarnya kandungan NDF pada fermentasi 0 minggu. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) 0,66 menunjukkan bahwa 66% variasi kandungan NDF diterangkan dengan persamaan  $y = 51,94 + 1,05x$ .



Ilustrasi 3. Hubungan Lama Fermentasi dengan Kandungan NDF

#### 4.2.4. Kandungan “Acid Detergent Fiber” (ADF) Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger*

Rata-rata kandungan ADF ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* pada lama fermentasi 0, 2, 4 dan 6 minggu disajikan pada Tabel 8. Sidik ragam pada Lampiran 11 menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi meningkatkan ( $p < 0,01$ ) kandungan ADF ampas teh. Uji wilayah ganda Duncan menunjukkan, kandungan ADF ampas teh perlakuan fermentasi 2 minggu lebih tinggi ( $p < 0,01$ ) dari fermentasi 0 minggu, kandungan ADF ampas teh perlakuan fermentasi 4 minggu lebih rendah ( $p < 0,01$ ) dari fermentasi 2 minggu namun lebih tinggi dari fermentasi 0 minggu dan kandungan ADF ampas teh perlakuan fermentasi 2, 4 dan 6 minggu lebih tinggi ( $p < 0,01$ ) dari fermentasi 0 minggu.

Tabel 8. Rata-rata Kandungan ADF (%) Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger* pada Lama Fermentasi 0, 2, 4 dan 6 Minggu

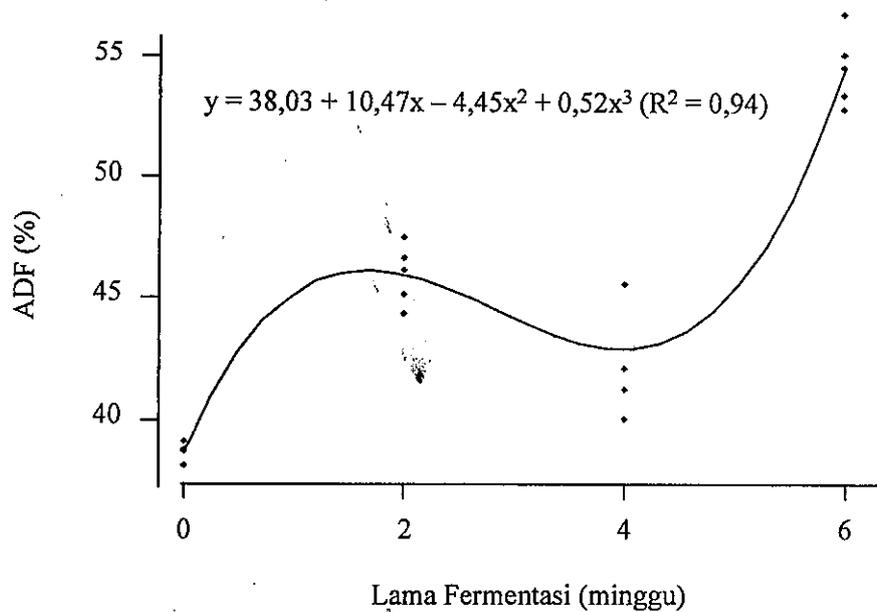
Lama Fermentasi (Minggu)	ADF (%)
0	38,03 <sup>D</sup>
2	45,37 <sup>B</sup>
4	42,31 <sup>C</sup>
6	54,05 <sup>A</sup>

\* Superskrip berbeda menunjukkan perbedaan sangat nyata ( $p < 0,01$ )

Kandungan ADF meningkat pada fermentasi minggu ke-2. Hal ini disebabkan pada awal fermentasi *A. niger* merombak hemiselulosa terlebih dahulu untuk mendukung pertumbuhannya, namun tidak diikuti dengan perombakan ADF. Perombakan ADF berlangsung lambat di awal fermentasi, disebabkan senyawa N-ADF yang terbentuk akibat pemanasan pada pengolahan pucuk daun teh menjadi teh kering dan penyeduhan teh kering menjadi minuman teh, menjadi hambatan aktivitas enzim selulase *A. niger* dalam merombak ADF. Van Soest (1994) menyatakan bahwa pemanasan menyebabkan N terikat dan terdapat pada residu ADF. Menurut Sutardi (1980), peningkatan suhu pemanasan meningkatkan kandungan N-ADF dan semakin banyak N-ADF semakin banyak N yang tidak dapat dicerna. Kesulitan enzim selulase *A. niger* untuk merombak ADF karena adanya senyawa N-ADF menyebabkan secara proporsi ADF menjadi lebih tinggi, sehingga kandungan ADF meningkat.

Kandungan ADF menurun pada fermentasi minggu ke-4. Hal ini menunjukkan bahwa *A. niger* mulai merombak ADF dan menghasilkan fraksi terlarut pada pemanasan dengan deterjen asam, sehingga menurunkan kandungan ADF. Penurunan kandungan ADF tidak berlangsung lama karena meningkat

kembali pada fermentasi minggu ke-6. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa *A. niger* sudah tidak dapat merombak ADF. Diduga pada fermentasi minggu ke-6 fraksi yang mudah larut sudah dimanfaatkan *A. niger* dan menyisakan fraksi tidak mudah larut (N-ADF) yang sulit dimanfaatkan *A. niger*, sehingga secara proporsi kandungan ADF meningkat.



Ilustrasi 4. Hubungan Lama Fermentasi dengan Kandungan ADF

Hubungan antara lama fermentasi dengan kandungan ADF membentuk persamaan  $y = 38,03 + 10,47x - 4,45x^2 + 0,52x^3$  ( $R^2 = 0,94$ ) (Ilustrasi 4). Kandungan ADF maksimum dicapai pada fermentasi minggu ke-1,67 dengan nilai 45,55% dan kandungan ADF minimum dicapai pada fermentasi minggu ke-3,98 dengan nilai 42,31%. Intersep 38,03 menunjukkan besarnya kandungan ADF pada fermentasi 0 minggu. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) 0,94

menunjukkan bahwa 94% variasi kandungan ADF diterangkan dengan persamaan  $y = 38,03 + 10,47x - 4,45x^2 + 0,52x^3$ .

#### 4.2.5. Kandungan Protein Kasar (PK) Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger*

Rata-rata kandungan PK ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* pada lama fermentasi 0, 2, 4 dan 6 minggu disajikan pada Tabel 9. Sidik ragam pada Lampiran 12 menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi meningkatkan ( $p < 0,01$ ) kandungan PK ampas teh. Uji wilayah ganda Duncan menunjukkan, kandungan PK ampas teh perlakuan fermentasi 6 minggu lebih tinggi ( $p < 0,01$ ) dari fermentasi 0, 2 dan 4 minggu, sedangkan kandungan PK ampas teh perlakuan fermentasi 0, 2 dan 4 minggu tidak menunjukkan adanya perbedaan.

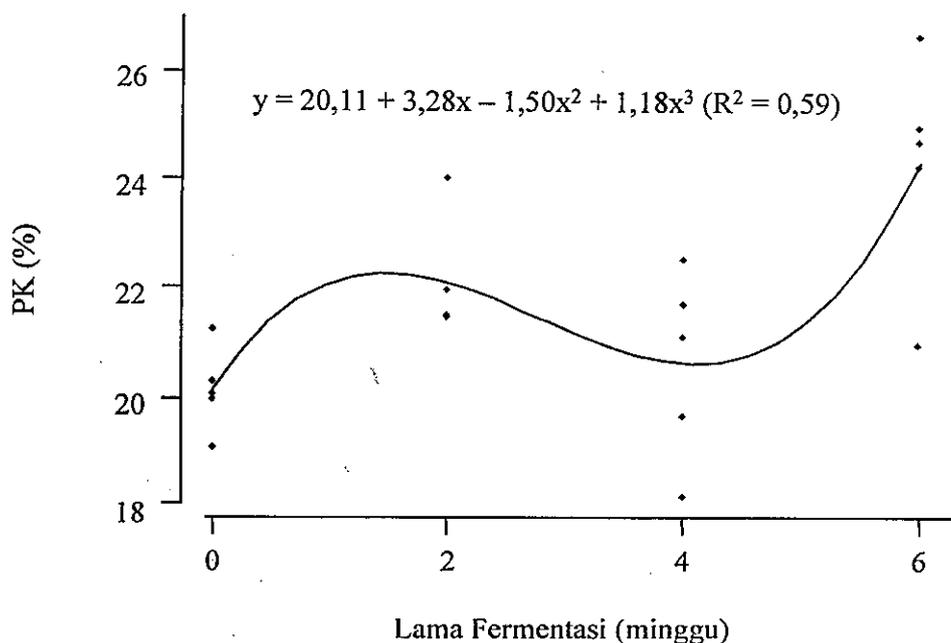
Tabel 9. Rata-rata Kandungan PK (%) Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger* pada Lama Fermentasi 0, 2, 4 dan 6 Minggu

Lama Fermentasi (Minggu)	PK (%)
0	20,11 <sup>B</sup>
2	22,09 <sup>AB</sup>
4	20,62 <sup>B</sup>
6	24,32 <sup>A</sup>

\* Superskrip berbeda menunjukkan perbedaan sangat nyata ( $p < 0,01$ )

Hasil penelitian menunjukkan, PK meningkat pada fermentasi minggu ke-6. Peningkatan kandungan PK disebabkan akumulasi biomasa *A. niger* sebagai protein mikrobia. Haryati dan Sutikno (1994) menyatakan bahwa proses fermentasi menyebabkan terbentuk sel kapang, sehingga meningkatkan kandungan protein substrat.

Hubungan antara lama fermentasi dengan kandungan PK membentuk persamaan  $y = 20,11 + 3,28x - 1,50x^2 + 0,18x^3$  ( $R^2 = 0,59$ ) (Ilustrasi 5). Kandungan PK maksimum dicapai pada fermentasi minggu ke-1,48 dengan nilai 22,25% dan kandungan PK minimum dicapai pada fermentasi minggu ke-4,12 dengan nilai 20,61%. Intersep 20,11 menunjukkan besarnya kandungan PK pada fermentasi 0 minggu. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) 0,59 menunjukkan bahwa 59% variasi kandungan PK diterangkan dengan persamaan  $y = 20,11 + 3,28x - 1,50x^2 + 0,18x^3$ .



Ilustrasi 5. Hubungan Lama Fermentasi dengan Kandungan PK

#### 4.2.6. Kandungan Tanin Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger*

Rata-rata kandungan tanin ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* pada lama fermentasi 0, 2, 4 dan 6 minggu disajikan pada Tabel 10. Sidik ragam pada Lampiran 13 menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi menurunkan ( $p < 0,01$ )

kandungan tanin ampas teh. Uji wilayah ganda Duncan menunjukkan, kandungan tanin ampas teh perlakuan fermentasi 2 minggu lebih rendah ( $p < 0,01$ ) dari fermentasi 0 minggu, sedangkan kandungan tanin ampas teh perlakuan fermentasi 2, 4 dan 6 minggu tidak menunjukkan adanya perbedaan.

Tabel 10. Rata-rata Kandungan Tanin (%) Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger* pada Lama Fermentasi 0, 2, 4 dan 6 Minggu

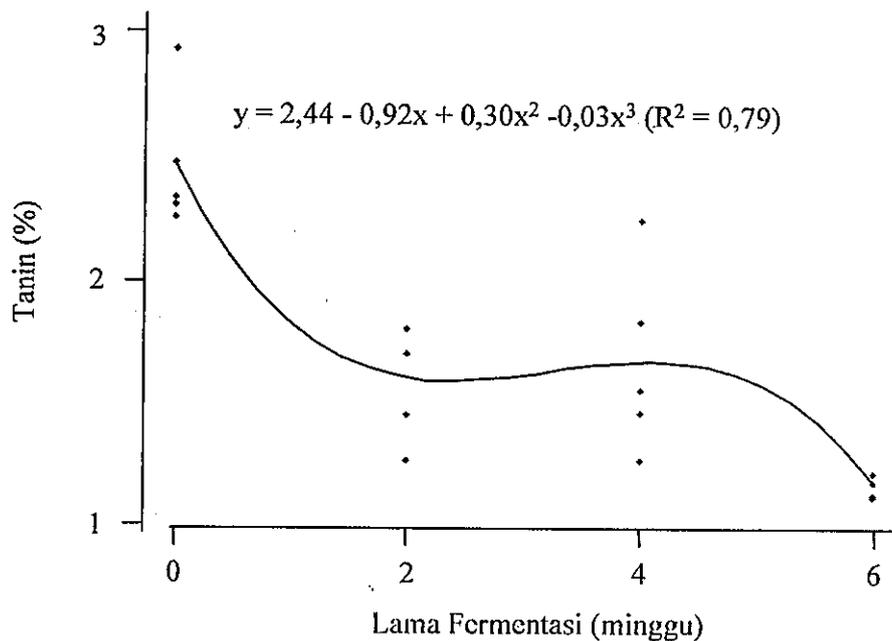
Lama Fermentasi (Minggu)	Tanin (%)
0	2,44 <sup>A</sup>
2	1,57 <sup>B</sup>
4	1,64 <sup>B</sup>
6	1,13 <sup>B</sup>

\* Superskrip berbeda menunjukkan perbedaan sangat nyata ( $p < 0,01$ )

Hasil penelitian menunjukkan, terjadi penurunan kandungan tanin pada fermentasi 2 minggu. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa *A. niger* menghidrolisis tanin ampas teh menjadi glukosa dan asam galat, selanjutnya digunakan untuk mendukung pertumbuhannya. Hal ini didukung Pinto *et al.* (2001) bahwa *A. niger* dapat menghasilkan enzim tanase dengan baik pada fermentasi substrat padat.

Hubungan antara lama fermentasi dengan kandungan tanin membentuk persamaan  $y = 2,44 - 0,92x + 0,30x^2 - 0,03x^3$  ( $R^2 = 0,79$ ) (Ilustrasi 8). Kandungan tanin maksimum dicapai pada fermentasi minggu ke-4,10 dengan nilai 1,64% dan kandungan tanin minimum dicapai pada fermentasi minggu ke-2,37 dengan nilai 1,56%. Intersep 2,44 menunjukkan besarnya kandungan tanin pada fermentasi 0 minggu. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) 0,79 menunjukkan bahwa

79% variasi kandungan tanin diterangkan dengan persamaan  $y = 2,44 - 0,92x + 0,30x^2 - 0,03x^3$



Ilustrasi 8. Hubungan Lama Fermentasi dengan Kandungan Tanin

#### 4.2.7. Kecernaan Bahan Kering (KcBK) Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger*

Rata-rata KcBK ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* pada lama fermentasi 0, 2, 4 dan 6 minggu disajikan pada Tabel 11. Sidik ragam pada Lampiran 14 menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi menurunkan ( $p < 0,05$ ) KcBK ampas teh. Uji wilayah ganda Duncan menunjukkan, KcBK ampas teh perlakuan fermentasi 2 minggu lebih rendah ( $p < 0,05$ ) dari fermentasi 0 minggu, sedangkan KcBK ampas teh perlakuan fermentasi 2, 4 dan 6 minggu tidak menunjukkan adanya perbedaan.

Hasil penelitian menunjukkan, fermentasi *A. niger* menurunkan KcBK pada minggu ke-2, selanjutnya KcBK stabil sampai dengan minggu ke-6. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa mikrobia rumen tidak dapat mendegradasi hasil fermentasi ampas teh.

Tabel 11. Rata-rata KcBK (%) Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger* pada Lama Fermentasi 0, 2, 4 dan 6 Minggu

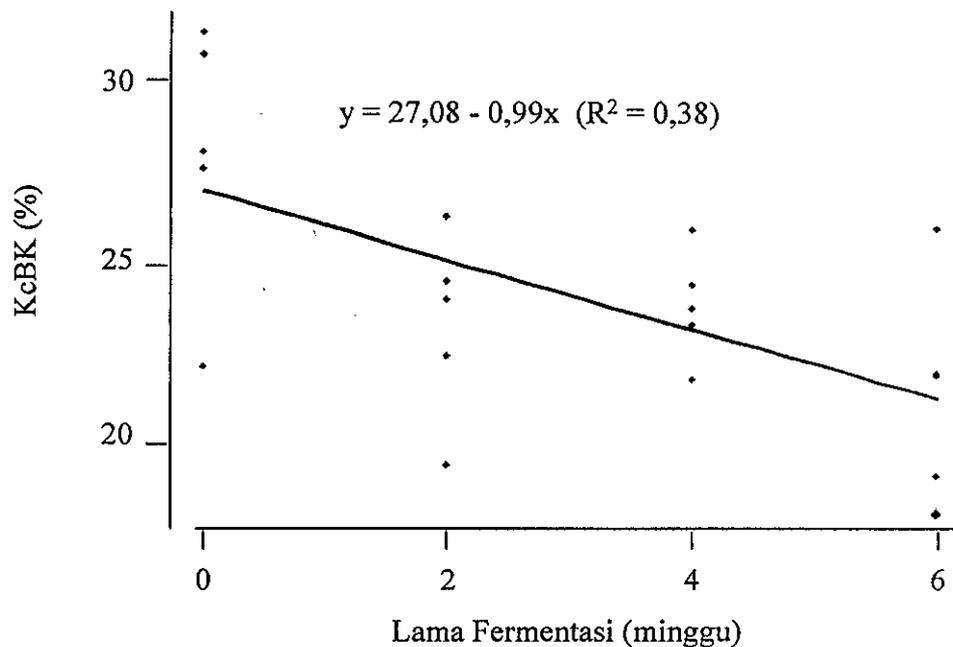
Lama Fermentasi (Minggu)	Kc BK (%)
0	28,06 <sup>A</sup>
2	23,29 <sup>B</sup>
4	23,81 <sup>B</sup>
6	21,27 <sup>B</sup>

\* Superskrip berbeda menunjukkan perbedaan nyata ( $p < 0,05$ )

Aktivitas *A. niger* diduga lebih banyak memanfaatkan fraksi mudah larut substrat, namun lambat dalam merombak substrat karena dibatasi adanya senyawa N-ADF yang tidak mudah larut, ditunjukkan pada Tabel 7 dan 8 terjadi peningkatan kandungan NDF dan ADF. Perombakan substrat yang berlangsung lambat dan fraksi mudah larut ampas teh yang sebagian besar sudah dimanfaatkan *A. niger*, menyisakan N-ADF yang sulit didegradasi di dalam rumen, sehingga KcBK menurun. Penurunan pencernaan disebabkan adanya senyawa N-ADF sejalan dengan pernyataan Van Soest (1994) bahwa N-ADF berkorelasi negatif dengan pencernaan.

Penurunan KcBK disebabkan senyawa N-ADF membatasi aktivitas enzim mikrobia rumen dalam memanfaatkan N hasil fermentasi ampas teh, didukung kondisi konsentrasi amonia rumen. Konsentrasi amonia rumen dari ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* pada 0, 2, 4 dan 6 minggu masing-masing adalah 2,21; 2,68; 2,71 dan 2,73 mM. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa mikrobia

rumen dapat memanfaatkan N ampas teh yang difermentasi selama 2 minggu, namun lambat dalam memanfaatkan N ampas teh yang difermentasi selama 4 dan 6 minggu, ditunjukkan konsentrasi amonia rumen tidak mengalami peningkatan, namun stabil. Ranjhan (1980) menyatakan, konsentrasi amonia rumen untuk mendukung pertumbuhan mikrobial rumen secara optimal berkisar antara 3,57-7,14 mM. Hasil pengukuran menunjukkan, konsentrasi amonia rumen dari ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* di bawah kisaran optimal. Rendahnya konsentrasi amonia rumen dari ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* menyebabkan suplai sumber nitrogen untuk mendukung kelangsungan fermentasi optimal di dalam rumen tidak terpenuhi, sehingga KcBK menurun.



Ilustrasi 7. Hubungan Lama Fermentasi dengan KcBK

Hubungan antara lama fermentasi dengan KcBK membentuk persamaan  $y = 27,08 - 0,99x$  ( $R^2 = 0,38$ ) (Ilustrasi7). Persamaan tersebut menunjukkan bahwa KcBK menurun seiring perpanjangan lama fermentasi, dengan intersep 27,08 menunjukkan besarnya KcBK pada fermentasi 0 minggu. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) 0,38 menunjukkan bahwa 38% variasi KcBK diterangkan dengan persamaan  $y = 27,08 - 0,99x$ .

#### 4.2.8. Kecernaan Bahan Organik (KcBO) Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger*

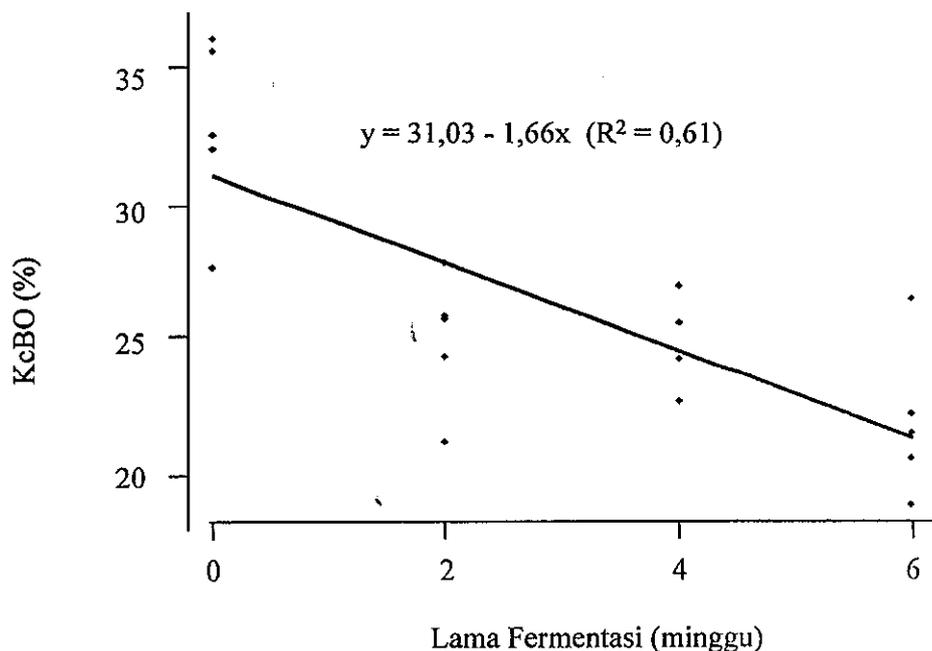
Rata-rata KcBO ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* pada lama fermentasi 0, 2, 4 dan 6 minggu disajikan pada Tabel 12. Sidik ragam pada Lampiran 15 menunjukkan bahwa perlakuan fermentasi menurunkan ( $p < 0,01$ ) KcBO ampas teh. Uji wilayah ganda Duncan menunjukkan, KcBO ampas teh perlakuan fermentasi 2 minggu lebih rendah ( $p < 0,01$ ) dari fermentasi 0 minggu, sedangkan KcBO ampas teh perlakuan fermentasi 2, 4 dan 6 minggu tidak menunjukkan adanya perbedaan.

Tabel 12. Rata-rata KcBO (%) Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger* pada Lama Fermentasi 0, 2, 4 dan 6 Minggu

Lama Fermentasi (Minggu)	Kc BO (%)
0	32,80 <sup>A</sup>
2	24,82 <sup>B</sup>
4	24,86 <sup>B</sup>
6	21,72 <sup>B</sup>

\* Superskrip berbeda menunjukkan perbedaan sangat nyata ( $p < 0,01$ )

Hasil penelitian menunjukkan, fermentasi *A. niger* menurunkan KcBO pada minggu ke-2, selanjutnya KcBO stabil sampai dengan minggu ke-6. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa mikrobia rumen tidak dapat mendegradasi hasil fermentasi ampas teh. Tabel 7 dan 8 menunjukkan bahwa fermentasi *A. niger* meningkatkan kandungan NDF dan ADF karena perombakan substrat berlangsung lambat, sementara sebagian besar fraksi mudah larut ampas teh digunakan untuk mendukung pertumbuhannya. Kondisi tersebut menyisakan fraksi tidak mudah larut pada hasil fermentasinya, sehingga sulit didegradasi di dalam rumen. N-ADF merupakan fraksi yang tersisa pada hasil fermentasi ampas teh dan sulit didegradasi mikrobia rumen, sehingga KcBO menurun. Hal ini sejalan dengan pernyataan Sutardi (1980); Van Soest (1994) bahwa senyawa N-ADF tidak dapat dicerna enzim mikrobia rumen dan berkorelasi negatif dengan pencernaan.



Ilustrasi 8. Hubungan Lama Fermentasi dengan KcBO

Hubungan antara lama fermentasi dengan KcBO membentuk persamaan  $y = 31,03 - 1,66x$  ( $R^2 = 0,61$ ) (Ilustrasi 8). Persamaan tersebut menunjukkan bahwa KcBO menurun seiring perpanjangan lama fermentasi, dengan intersep 31,03 menunjukkan besarnya KcBO pada fermentasi 0 minggu. Koefisien determinasi ( $R^2$ ) 0,61 menunjukkan bahwa 61% variasi KcBO diterangkan dengan persamaan  $y = 31,03 - 1,66x$ .

### 4.3. Pengukuran Degradasi secara *in sacco*

#### 4.3.1. Degradasi Bahan Kering Ampas Teh dan Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger* secara *in sacco*

Rata-rata tingkat degradasi BK T0 dan TF pada inkubasi 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48 dan 72 jam disajikan pada Tabel 13 dan data secara lengkap disajikan pada Lampiran 16. Tabel 13 menunjukkan, tingkat degradasi TF pada inkubasi 0-8 jam lebih tinggi dari T0, namun pada perpanjangan waktu inkubasi selanjutnya (16-72 jam) tingkat degradasi TF menjadi lebih rendah dari T0.

Tabel 13. Rata-rata Tingkat Degradasi (%) Bahan Kering T0 dan TF

Perlakuan	Waktu Inkubasi (jam)							
	0	2	4	8	16	24	48	72
T0	8,91	13,75	17,87	25,24	46,62	60,14	68,30	71,26
TF	28,02	37,26	39,52	41,93	45,58	46,39	49,17	51,05

Tingkat degradasi BK TF pada 0-8 jam tinggi, menunjukkan bahwa BK TF pada 8 jam pertama di dalam rumen memiliki tingkat kelarutan yang tinggi. Tingkat kelarutan BK TF pada 0-8 jam tinggi karena fermentasi *A. niger*

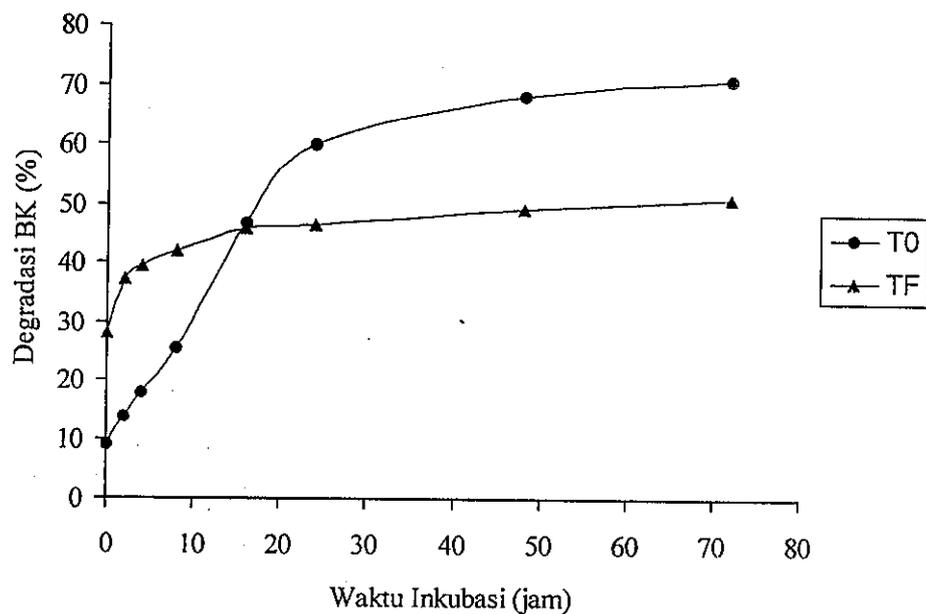
menyebabkan pemisahan ikatan struktural dinding sel. Hardjo *et al.* (1989) menyatakan, pada proses fermentasi enzim mikrobial menerobos struktur lignoselulosa dan mendegradasi selulosa menjadi senyawa sederhana seperti monosakarida dan disakarida yang mudah larut. Pemisahan ikatan struktural dinding sel meningkatkan proporsi fraksi mudah larut di dalam rumen, sehingga memudahkan aktivitas enzim selulase dalam mendegradasinya.

Tingkat degradasi BK TF menjadi lebih rendah dari T0 pada 16-72 jam, menunjukkan bahwa pada periode tersebut proporsi fraksi yang sulit didegradasi TF lebih tinggi dari T0. Fermentasi *A. niger* menyisakan fraksi tidak mudah larut lebih tinggi dari T0 karena perombakan substrat berlangsung lambat dan fraksi mudah larut substrat digunakan *A. niger*. Fraksi mudah larut BK TF sebagian besar sudah dimanfaatkan mikrobial rumen pada 8 jam pertama di dalam rumen, sehingga menyisakan fraksi yang tidak mudah larut pada waktu inkubasi selanjutnya. Kondisi tersebut menyebabkan pada inkubasi 16-72 jam BK TF sulit didegradasi mikrobial rumen, sementara pada waktu yang sama mikrobial rumen masih dapat mendegradasi T0.

Kinetika degradasi BK T0 dan TF disajikan pada Ilustrasi 9. Ilustrasi 9 menunjukkan bahwa kinetika degradasi BK T0 dan TF semakin besar seiring lama waktu inkubasi, namun laju degradasinya semakin menurun. Kondisi tersebut terjadi karena penurunan substrat yang mudah didegradasi.

Laju degradasi BK T0 pada inkubasi 2-4, 4-8, 8-16, 16-24, 24-48 dan 48-72 jam masing-masing adalah 2,06; 1,84; 2,67; 1,70; 0,34 dan 0,12%/jam, sedangkan laju degradasi BK TF 1,13; 0,60; 0,46; 0,10; 0,12; 0,08%/jam.

Laju degradasi BK T0 tertinggi dicapai pada 8-16 jam (2,67%/jam) dan terendah pada 48-72 jam (0,12%/jam), sedangkan laju degradasi BK TF tertinggi dicapai pada 2-4 jam (1,13%/jam) dan terendah pada 48-72 jam (0,08%/jam).



Ilustrasi 9. Kinetika Degradasi Bahan Kering T0 dan TF

Laju degradasi BK T0 lebih tinggi dari TF. Hal ini disebabkan pada BK T0 masih terdapat fraksi yang dapat digunakan secara optimal di dalam rumen, sehingga ketersediaan energi untuk kelangsungan fermentasi di dalam rumen terpenuhi, sementara sebagian besar fraksi mudah larut BK TF sudah digunakan *A. niger* dan menyisakan fraksi tidak mudah larut yang sulit didegradasi di dalam rumen.

Rata-rata nilai a (fraksi mudah larut), b (fraksi lambat terdegradasi), c (laju degradasi fraksi b), DT (degradasi teori), DM (degradasi maksimum) serta TD (fraksi tidak terdegradasi) BK T0 dan TF disajikan pada Tabel 14 dan data secara lengkap disajikan pada Lampiran 17. Tabel 14 menunjukkan nilai a TF lebih tinggi

( $p < 0,01$ ) dari T0, nilai b T0 lebih tinggi ( $p < 0,05$ ) dari TF, nilai c T0 lebih tinggi ( $p < 0,01$ ) dari TF, DT TF lebih tinggi ( $p < 0,05$ ) dari T0, DM T0 lebih tinggi ( $p < 0,01$ ) dari TF dan TD TF lebih tinggi ( $p < 0,01$ ) dari T0.

Degradasi teori BK TF lebih tinggi dari T0 karena fraksi mudah larut (a) TF lebih tinggi dari T0 (37,92 vs 1,90%). Tingginya nilai a menunjukkan tingkat kelarutan yang tinggi, menyebabkan tingkat degradasi di dalam rumen menjadi tinggi. Fermentasi *A. niger* menyebabkan pemisahan ikatan struktural dinding sel, sehingga meningkatkan fraksi mudah larut untuk didegradasi di dalam rumen.

Tabel 14. Rata-rata Nilai Degradasi Fraksi a, b, c, DT serta DM dan TD Bahan Kering Ampas Teh dan Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger*

Perlakuan	a (%)	b (%)	c (%/jam)	DT (%)	DM (%)	TD (%)
T0	1,90 <sup>B</sup>	59,36 <sup>a</sup>	6,81 <sup>A</sup>	38,72 <sup>b</sup>	71,26 <sup>A</sup>	28,74 <sup>B</sup>
TF	37,92 <sup>A</sup>	13,14 <sup>b</sup>	4,26 <sup>B</sup>	43,35 <sup>a</sup>	51,05 <sup>B</sup>	48,95 <sup>A</sup>

\* Superskrip huruf besar pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan sangat nyata ( $p < 0,01$ )

\* Superskrip huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ( $p < 0,05$ )

Bahan Kering T0 memiliki fraksi lambat terdegradasi (b) lebih tinggi dari TF (59,36 vs 13,14%) dan menghasilkan DT cukup tinggi (38,72%). Hal ini menunjukkan bahwa fraksi lambat terdegradasi (b) T0 lebih baik dari TF, sehingga mendukung DT. T0 tidak mengalami pengolahan, sehingga terdapat fraksi yang potensial dan lambat didegradasi di dalam rumen, sementara fermentasi *A. niger* menyisakan fraksi tidak mudah larut yang sulit didegradasi di dalam rumen, ditunjukkan besarnya laju degradasi fraksi lambat terdegradasi (c) TF lebih rendah dari T0 (4,26 vs 6,81%). Kondisi tersebut dapat menjelaskan bahwa fraksi lambat

terdegradasi (b) T0 lebih baik dari TF karena laju degradasi fraksi lambat terdegradasi (c) T0 lebih tinggi dari TF.

Fraksi a dan b merupakan total pakan yang terdegradasi di dalam rumen (degradasi maksimum). Degradasi maksimum BK T0 lebih tinggi dari TF (71,26 vs 51,05%), menunjukkan bahwa mikrobia rumen lebih mudah memanfaatkan BK T0 dibanding TF, sehingga dapat didegradasi lebih baik. Fraksi yang tidak dapat didegradasi (TD) BK TF lebih tinggi dari T0 (48,95 vs 28,74%). Tingginya TD BK TF disebabkan fermentasi *A. niger* menyisakan fraksi yang sulit didegradasi mikrobia rumen. Kondisi tersebut menyebabkan laju degradasi di dalam rumen rendah, sehingga hanya 51,05% yang dapat dimanfaatkan.

#### **4.3.2. Degradasi Bahan Organik Ampas Teh dan Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger* secara *in sacco***

Rata-rata tingkat degradasi BO T0 dan TF pada inkubasi 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48 dan 72 disajikan pada Tabel 15 dan data secara lengkap disajikan pada Lampiran 18. Tabel 15 menunjukkan, tingkat degradasi TF pada inkubasi 0-8 jam lebih tinggi dari T0, namun pada inkubasi 16-72 jam tingkat degradasi TF menjadi lebih rendah dari T0.

Tingkat degradasi BO TF pada 0-8 jam lebih tinggi dari T0, menunjukkan bahwa BO TF memiliki tingkat kelarutan lebih tinggi dari T0 pada 8 jam pertama di dalam rumen. Tingkat kelarutan BO TF pada 0-8 jam tinggi karena fermentasi *A. niger* menyebabkan perengangan sebagian ikatan dinding sel, sehingga mudah didegradasi di dalam rumen.

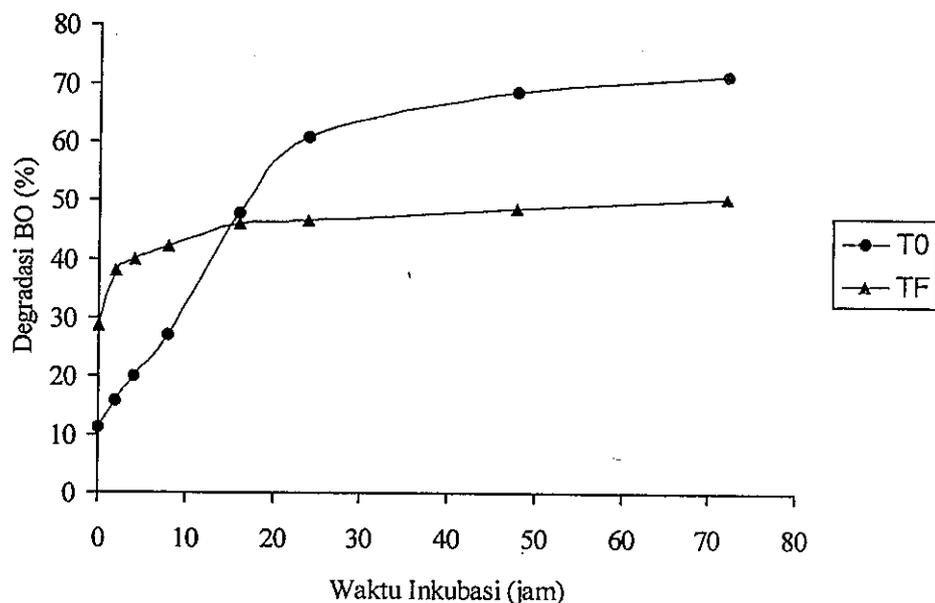
Tabel 15. Rata-rata Tingkat Degradasi (%) Bahan Organik T0 dan TF

Perlakuan	Waktu Inkubasi (jam)							
	0	2	4	8	16	24	48	72
T0	11,33	15,89	20,03	27,08	47,79	60,92	68,99	71,92
TF	28,65	37,80	39,87	42,15	45,78	46,50	48,80	50,89

Tingkat degradasi BO TF menjadi lebih rendah dari T0 pada inkubasi 16-72 jam. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pada inkubasi 16-72 jam, proporsi fraksi yang sulit didegradasi TF lebih tinggi dari T0 karena sebagian besar fraksi mudah larut TF sudah dimanfaatkan mikrobia rumen pada 8 jam pertama di dalam rumen dan menyisakan fraksi tidak mudah larut. Fraksi tidak mudah larut TF menyulitkan kerja enzim mikrobia rumen, sehingga menurunkan tingkat degradasinya, sementara pada waktu yang sama mikrobia rumen masih dapat mendegradasi BO T0.

Kinetika degradasi BO T0 dan TF disajikan pada Ilustrasi 10. Ilustrasi 10 menunjukkan bahwa kinetika degradasi BO T0 dan TF semakin besar seiring lama waktu inkubasi, namun laju degradasinya semakin menurun.

Laju degradasi BO T0 pada inkubasi 2-4, 4-8, 8-16, 16-24, 24-48 dan 48-72 jam masing-masing adalah 2,07; 1,76; 2,58; 1,64; 0,34 dan 0,12%/jam, sedangkan laju degradasi BK TF 1,03; 0,57; 0,45; 0,09; 0,09; 0,08%/jam. Laju degradasi BO T0 tertinggi dicapai pada 8-16 jam (2,68%/jam) dan terendah pada 48-72 jam (0,12%/jam), sedangkan untuk TF laju degradasi tertinggi dicapai pada 2-4 jam (1,03%/jam) dan terendah pada 48-72 jam (0,08%/jam).



Ilustrasi 10. Kinetika Degradasi Bahan Organik T0 dan TF

Laju degradasi BO T0 lebih tinggi dari TF, kondisi tersebut menunjukkan bahwa BO T0 masih dapat mensuplai energi untuk mendukung aktivitas fermentasi di dalam rumen dibanding TF. Suplai energi dari BO TF rendah karena fraksi mudah larutnya sebagian besar sudah dimanfaatkan *A. niger* dan menyisakan fraksi yang sulit didegradasi di dalam rumen, sehingga menurunkan laju degradasinya.

Rata-rata nilai a, b, c, DT, DM serta TD BO T0 dan TF disajikan pada Tabel 16 dan data secara lengkap disajikan pada Lampiran 19. Tabel 16 menunjukkan nilai a TF lebih tinggi ( $p < 0,01$ ) dari T0, nilai b T0 lebih tinggi ( $p < 0,01$ ) dari TF, nilai c T0 lebih tinggi ( $p < 0,05$ ) dari TF, DT T0 dan TF tidak berbeda ( $p > 0,05$ ), DM T0 lebih tinggi ( $p < 0,01$ ) dari TF dan TD TF lebih tinggi ( $p < 0,01$ ) dari T0.

Tabel 16. Rata-rata Nilai Degradasi Fraksi a, b, c, DT serta DM dan TD Bahan Organik Ampas Teh dan Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger*

Perlakuan	a (%)	b (%)	c (%/jam)	DT (%)	DM (%)	TD (%)
T0	4,32 <sup>B</sup>	67,60 <sup>A</sup>	6,79 <sup>a</sup>	40,14	71,92 <sup>A</sup>	28,08 <sup>B</sup>
TF	38,76 <sup>A</sup>	12,13 <sup>B</sup>	3,99 <sup>b</sup>	43,55	50,89 <sup>B</sup>	49,11 <sup>A</sup>

\* Superskrip huruf besar pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan sangat nyata ( $p < 0,01$ )

\* Superskrip huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ( $p < 0,05$ )

Tabel 16 menunjukkan, degradasi teori BO T0 tidak berbeda dengan TF. Tingginya fraksi mudah larut (a) TF tanpa dukungan tingginya fraksi lambat terdegradasi (b) menghasilkan DT tidak berbeda dengan T0 yang memiliki fraksi mudah larut (a) rendah namun memiliki fraksi lambat terdegradasi (b) lebih tinggi dari TF. Kondisi tersebut dapat terjadi karena kecepatan mendegradasi fraksi lambat terdegradasi (c) BO T0 lebih baik dari TF. Tingginya fraksi lambat terdegradasi (b) T0 diikuti dengan laju degradasi fraksi lambat terdegradasi (c) yang tinggi, menunjukkan bahwa mikrobial rumen dapat memanfaatkan fraksi lambat terdegradasi (b) T0 dengan baik, sehingga ketersediaan energi bagi kelangsungan fermentasi di dalam rumen terpenuhi. TF dengan fraksi mudah larut tinggi memiliki fraksi lambat terdegradasi (b) serta laju degradasi fraksi lambat terdegradasi (c) lebih rendah dari T0, menunjukkan bahwa meskipun terdapat fraksi mudah larut yang mudah didegradasi di dalam rumen, mikrobial rumen masih menemui hambatan dalam mendegradasi fraksi lambat terdegradasi (b) TF. Kondisi tersebut menyebabkan DT BO T0 tidak berbeda dengan TF, meskipun TF memiliki fraksi mudah larut (a) lebih tinggi dari T0.

Degradasi maksimum BO T0 lebih tinggi dari TF (71,92 vs 50,89%), menunjukkan bahwa BO T0 lebih mudah dimanfaatkan mikrobia rumen, sehingga dapat didegradasi lebih baik dari TF. Fraksi yang tidak dapat didegradasi (TD) TF lebih tinggi dari T0 (49,11 vs 28,08%). Kondisi tersebut terjadi karena fermentasi *A. niger* menyisakan fraksi yang sulit didegradasi mikrobia rumen lebih tinggi dari T0, sehingga membatasi aktivitas mikrobia rumen. Keterbatasan mikrobia rumen dalam memanfaatkan BO TF menyebabkan laju degradasi rendah, sehingga hanya 50,89% yang dapat dimanfaatkan.

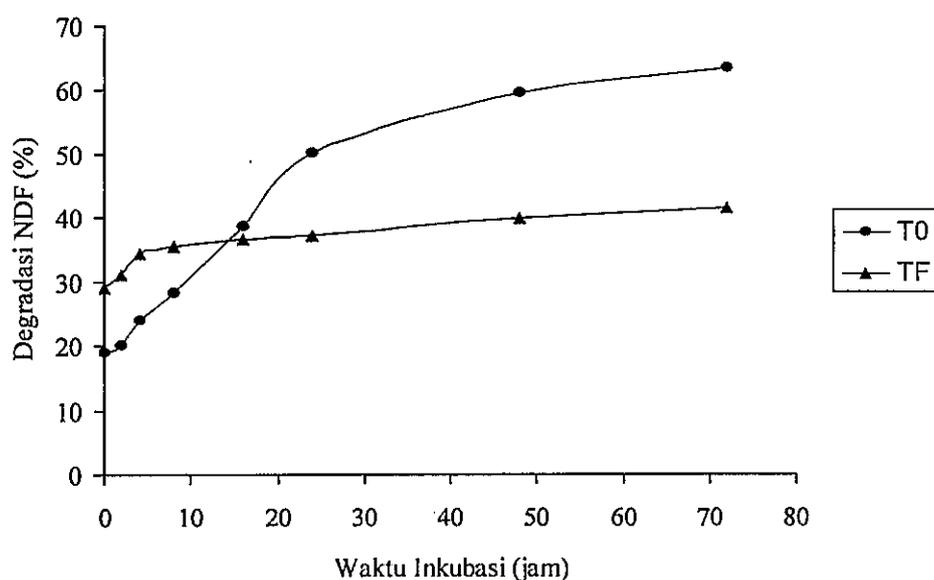
#### 4.3.3. Degradasi “Neutral Detergent Fiber” Ampas Teh dan Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger* secara *in sacco*

Rata-rata tingkat degradasi NDF T0 dan TF pada inkubasi 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48 dan 72 disajikan pada Tabel 17 dan data secara lengkap disajikan pada Lampiran 20. Tingkat degradasi TF pada inkubasi 0-8 jam lebih tinggi dari T0, namun pada perpanjangan lama inkubasi selanjutnya (16-72 jam) tingkat degradasi TF menjadi lebih rendah dari T0.

Tabel 17. Rata-rata Tingkat Degradasi (%) “Neutral Detergent Fiber” T0 dan TF

Perlakuan	Waktu Inkubasi (jam)							
	0	2	4	8	16	24	48	72
T0	18,80	20,10	22,87	28,30	38,78	50,27	59,97	63,73
TF	29,09	31,18	34,33	35,68	36,76	37,14	40,09	41,82

Kinetika degradasi NDF T0 dan TF disajikan pada Ilustrasi 11. Ilustrasi 11 menunjukkan bahwa kinetika degradasi NDF T0 dan TF semakin besar seiring lama waktu inkubasi, namun laju degradasinya semakin menurun.



Ilustrasi 11. Kinetika Degradasi “Neutral Detergent Fiber” T0 dan TF

Laju degradasi NDF T0 pada inkubasi 2-4, 4-8, 8-16, 16-24, 24-48 dan 48-72 jam masing-masing adalah 1,38; 1,36; 1,31; 1,43; 0,40 dan 0,16%/jam, sedangkan laju degradasi NDF TF 1,57; 0,34; 0,13; 0,05; 0,12; 0,07%/jam. Laju degradasi NDF T0 tertinggi dicapai pada 16-24 jam (1,43%/jam) dan terendah pada 48-72 jam (0,16%/jam), sedangkan untuk TF laju degradasi tertinggi dicapai pada 2-4 jam (1,57%/jam) dan terendah pada 16-24 jam (0,05%/jam).

Laju degradasi NDF T0 tertinggi dicapai pada inkubasi 16-24 jam. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa mikrobia rumen membutuhkan waktu relatif lama untuk mendegradasi NDF secara optimal. Lamanya waktu yang dibutuhkan untuk

mendegradasi NDF T0 secara optimal disebabkan senyawa N-NDF yang tidak mudah larut menyulitkan aktivitas enzim selulase di dalam rumen.

Laju degradasi NDF TF lebih rendah dari T0, hal ini disebabkan proporsi fraksi yang sulit didegradasi TF lebih tinggi dari T0. Tabel 7 menunjukkan, kandungan NDF meningkat seiring perpanjangan lama fermentasi. Sebagian besar isi sel TF sudah dimanfaatkan *A. niger* dan menyisakan dinding sel dengan N-NDF tidak mudah larut, sehingga sulit didegradasi di dalam rumen. N-NDF TF menghambat aktivitas enzim mikrobial rumen, selanjutnya menurunkan kecernaannya, sehingga laju degradasi rendah.

Rata-rata nilai a, b, c, DT, DM dan TD NDF T0 dan TF disajikan pada Tabel 18 dan data secara lengkap disajikan pada Lampiran 21. Tabel 18 menunjukkan nilai a TF lebih tinggi ( $p < 0,01$ ) dari T0, nilai b T0 lebih tinggi ( $p < 0,01$ ) dari TF, nilai c serta DT T0 dan TF tidak berbeda ( $P > 0,05$ ), DM T0 lebih tinggi ( $p < 0,01$ ) dari TF dan TD TF lebih tinggi ( $p < 0,01$ ) dari T0.

Tabel 18. Rata-rata Nilai Degradasi Fraksi a, b, c, DT serta DM dan TD "Neutral Detergent Fiber" Ampas Teh dan Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger*

Perlakuan	a (%)	b (%)	c (%/jam)	DT (%)	DM (%)	TD (%)
T0	11,37 <sup>B</sup>	52,28 <sup>A</sup>	8,58	36,32	63,66 <sup>A</sup>	36,34 <sup>B</sup>
TF	30,61 <sup>A</sup>	11,21 <sup>B</sup>	5,75	35,73	41,82 <sup>B</sup>	58,18 <sup>A</sup>

\* Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan sangat nyata ( $p < 0,01$ )

Fraksi mudah larut (a) NDF TF lebih tinggi dari T0 karena fermentasi *A. niger* menyebabkan perenggangan ikatan struktural dinding sel, sehingga meningkatkan proporsi fraksi mudah larut untuk didegradasi di dalam rumen. Fraksi

lambat terdegradasi (b) T0 lebih tinggi dari TF karena T0 tidak mengalami pengolahan, sehingga terdapat fraksi potensial terdegradasi yang lambat didegradasi di dalam rumen. Degradasi teori (DT) NDF TF tidak berbeda dengan T0 meskipun memiliki fraksi mudah larut (a) lebih tinggi dan fraksi lambat terdegradasi (b) lebih rendah dari T0. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa fraksi lambat terdegradasi (b) NDF T0 lebih baik dari TF karena fraksi lambat terdegradasi (b) T0 dapat menyediakan energi bagi kelangsungan fermentasi di dalam rumen meskipun fraksi mudah larutnya (a) rendah.

Degradasi maksimum NDF T0 lebih tinggi dari TF (63,66 vs 41,82%), dengan demikian fraksi yang tidak dapat didegradasi (TD) TF lebih tinggi dari T0 (58,18 vs 36,34%). Isi sel TF sebagian besar sudah dimanfaatkan *A. niger* dan menyisakan NDF tidak mudah larut. NDF tidak mudah larut membatasi aktivitas enzim mikrobial rumen, sehingga 58,18% NDF TF tidak dapat didegradasi di dalam rumen.

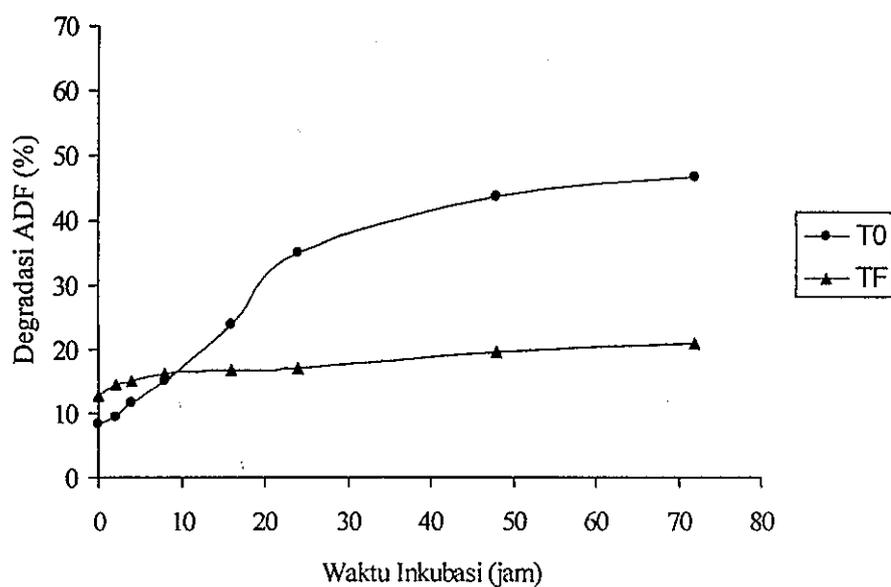
#### **4.3.4. Degradasi “Acid Detergent Fiber” Ampas Teh dan Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger* secara *in sacco***

Rata-rata tingkat degradasi ADF T0 dan TF pada inkubasi 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48 dan 72 disajikan pada Tabel 19 dan data secara lengkap disajikan pada Lampiran 22. Tingkat degradasi TF pada inkubasi 0-8 jam lebih tinggi dibanding T0, namun pada perpanjangan lama inkubasi selanjutnya (16-72 jam) tingkat degradasi TF menjadi lebih rendah dari T0.

Tabel 19. Rata-rata Tingkat Degradasi (%) "Acid Detergent Fiber"  
T0 dan TF

Perlakuan	Waktu Inkubasi (jam)							
	0	2	4	8	16	24	48	72
T0	8,39	9,41	11,82	15,15	23,91	35,00	44,09	47,27
TF	12,96	14,43	15,25	16,41	16,89	17,14	19,74	21,27

Kinetika degradasi ADF T0 dan TF disajikan pada Ilustrasi 12. Ilustrasi 12 menunjukkan bahwa kinetika degradasi ADF T0 dan TF semakin besar seiring lama waktu inkubasi, namun laju degradasinya semakin menurun.



Ilustrasi 12. Kinetika Degradasi "Acid Detergent Fiber" T0 dan TF

Laju degradasi ADF T0 pada inkubasi 2-4, 4-8, 8-16, 16-24, 24-48 dan 48-72 jam masing-masing adalah 1,20; 0,83; 1,09; 1,38; 0,38 dan 0,13%/jam, sedangkan laju degradasi ADF TF 0,40; 0,30; 0,06; 0,03; 0,11; 0,06%/jam. Laju degradasi ADF T0 tertinggi dicapai pada 16-24 jam (1,38%/jam) dan terendah pada

48-72 jam (0,13%/jam), sedangkan untuk TF laju degradasi tertinggi dicapai pada 2-4 jam (0,40%/jam) dan terendah pada 16-24 jam (0,03%/jam).

Mikrobia rumen membutuhkan waktu relatif lama untuk mendegradasi ADF T0 secara optimal, ditunjukkan laju degradasi tertinggi dicapai pada 16-24 jam. Kondisi tersebut terjadi karena senyawa N-ADF membatasi aktivitas enzim selulase mikrobia rumen, sehingga membutuhkan waktu relatif lama untuk mendegradasi ADF. Sutardi (1980); Van Soest (1994) menyatakan bahwa senyawa N-ADF tidak dapat dicerna enzim mikrobia rumen dan berkorelasi negatif dengan pencernaan. Senyawa N-ADF menyebabkan laju degradasi di dalam rumen rendah, sehingga ADF T0 optimal didegradasi di dalam rumen pada 16-24 jam.

Laju degradasi ADF TF lebih rendah dari T0. Hal ini disebabkan proporsi fraksi yang sulit dicerna TF lebih tinggi dari T0 karena sebagian besar fraksi mudah larut TF sudah dimanfaatkan *A. niger*. Kesulitan enzim selulase mikrobia rumen dalam memanfaatkan ADF TF menyebabkan pencernaan rendah, selanjutnya menurunkan laju degradasinya.

Rata-rata nilai a, b, c, DT, DM serta TD ADF T0 dan TF disajikan pada Tabel 20 dan data secara lengkap disajikan pada Lampiran 23. Tabel 20 menunjukkan nilai a TF lebih tinggi ( $p < 0,01$ ) dari T0, nilai b T0 lebih tinggi ( $p < 0,01$ ) dari TF, nilai c T0 dan TF tidak berbeda ( $p > 0,05$ ), DT T0 lebih tinggi ( $p < 0,01$ ) dari TF, DM T0 lebih tinggi ( $p < 0,01$ ) dari TF dan TD TF lebih tinggi ( $p < 0,01$ ) dari T0.

Tabel 20. Rata-rata Nilai Degradasi Fraksi a, b, c, DT serta DM dan TD "Acid Detergent Fiber" Ampas Teh dan Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger*

Perlakuan	a (%)	b (%)	c (%/jam)	DT (%)	DM (%)	TD (%)
T0	0,33 <sup>B</sup>	46,94 <sup>A</sup>	5,51	22,80 <sup>A</sup>	47,27 <sup>A</sup>	52,73 <sup>B</sup>
TF	12,95 <sup>A</sup>	8,31 <sup>B</sup>	5,36	16,51 <sup>B</sup>	21,27 <sup>B</sup>	78,73 <sup>A</sup>

\* Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan sangat nyata ( $p < 0,01$ )

Degradasi teori ADF T0 lebih tinggi dari TF (22,80 vs 16,51%) meskipun fraksi mudah larutnya (a) sangat rendah dibanding TF (0,33 vs 12,95%) dan fraksi lambat terdegradasinya (b) lebih tinggi dari TF (46,94 vs 8,31%). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa fraksi lambat terdegradasi ADF T0 lebih baik dari TF, sehingga mendukung DT. Tingginya fraksi mudah larut (a) ADF TF tidak diikuti dengan tingginya DT, menunjukkan bahwa fraksi lambat terdegradasi (b) ADF TF meskipun lebih rendah dari T0 diduga sulit didegradasi di dalam rumen, sehingga tidak mendukung DT ADF TF. Kondisi tersebut didukung dengan tingginya fraksi yang tidak dapat didegradasi (TD) ADF TF sebesar 78,73%.

Degradasi maksimum ADF T0 lebih tinggi dari TF dan sejalan dengan DT. Fraksi mudah larut (a) ADF TF tinggi dan fraksi lambat terdegradasinya (b) rendah, namun tidak menghasilkan degradasi teori (DT) tinggi, bahkan memiliki TD tinggi (78,73%). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa ADF TF tidak mudah larut karena sebagian besar fraksi mudah larutnya sudah dimanfaatkan *A. niger*, sehingga banyak menyisakan fraksi yang sulit didegradasi mikrobia rumen.

#### 4.3.5. Degradasi Protein Kasar Ampas Teh dan Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger* secara *in sacco*

Rata-rata tingkat degradasi PK T0 dan TF pada inkubasi 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48 dan 72 disajikan pada Tabel 21 dan data secara lengkap disajikan pada Lampiran 24.

Tingkat degradasi TF pada inkubasi 0-16 jam lebih tinggi dari T0, namun pada perpanjangan waktu inkubasi selanjutnya (24-72 jam) tingkat degradasi TF menjadi lebih rendah dari T0. Tingginya tingkat degradasi PK TF dibanding T0 pada 0-16 jam menunjukkan pada waktu inkubasi tersebut fraksi PK mudah larut TF lebih tinggi dari T0, namun pada perpanjangan waktu inkubasi selanjutnya (24-72 jam) fraksi yang sulit didegradasi TF lebih tinggi dari T0 karena sebagian besar fraksi mudah larut TF sudah dimanfaatkan *A. niger*.

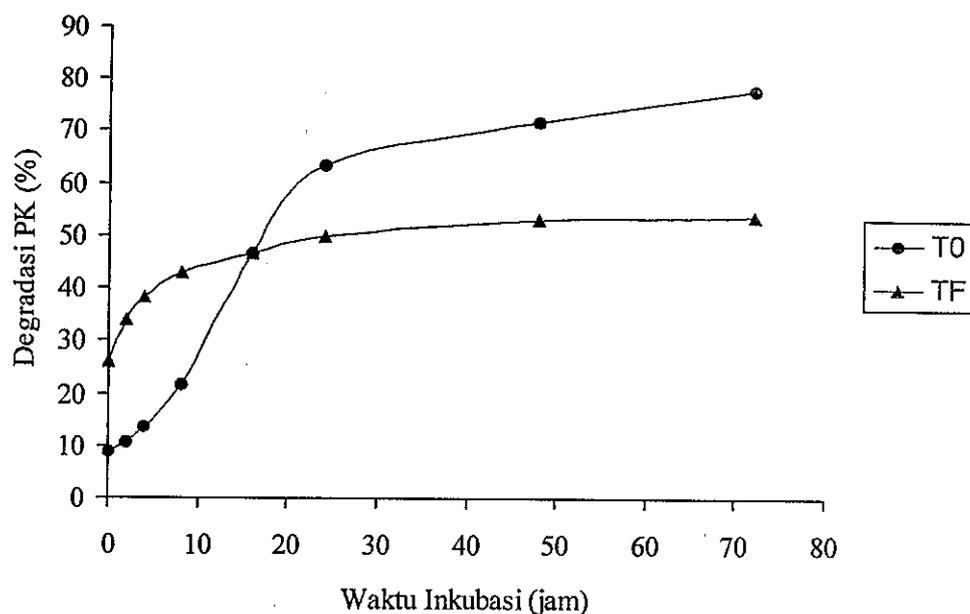
Tabel 21. Rata-rata Tingkat Degradasi (%) Protein Kasar T0 dan TF

Perlakuan	Waktu Inkubasi (jam)							
	0	2	4	8	16	24	48	72
T0	8,71	10,58	13,69	21,78	46,58	63,68	72,12	78,15
TF	26,03	33,91	38,36	42,84	46,60	49,81	53,18	53,99

Kinetika degradasi PK T0 dan TF disajikan pada Ilustrasi 13. Ilustrasi 13 menunjukkan bahwa kinetika degradasi PK T0 dan TF semakin besar seiring lama waktu inkubasi, namun laju degradasinya semakin menurun.

Laju degradasi PK T0 pada inkubasi 2-4, 4-8, 8-16, 16-24, 24-48 dan 48-72 jam masing-masing adalah 1,56; 2,02; 3,10; 2,14; 0,35 dan 0,25%/jam, sedangkan laju degradasi PK TF 2,22; 1,12; 0,47; 0,40; 0,14; 0,03%/jam. Laju degradasi PK T0 tertinggi dicapai pada 8-16 jam (3,10%/jam) dan terendah

pada 48-72 jam (0,25%/jam), sedangkan untuk TF laju degradasi tertinggi dicapai pada 2-4 jam (2,22%/jam) dan terendah pada 48-72 jam (0,03%/jam).



Ilustrasi 13. Kinetika Degradasi Protein Kasar T0 dan TF

Rata-rata nilai a, b, c, DT, DM dan TD PK T0 dan TF disajikan pada Tabel 22 dan data secara lengkap disajikan pada Lampiran 25. Tabel 23 menunjukkan, nilai a TF lebih tinggi ( $p < 0,01$ ) dari T0, nilai b T0 lebih tinggi ( $p < 0,01$ ) dari TF, nilai c T0 dan TF tidak berbeda ( $p > 0,05$ ), DT TF lebih tinggi ( $p < 0,05$ ) dari T0, DM T0 lebih tinggi ( $p < 0,01$ ) dari TF dan TD TF lebih tinggi ( $p < 0,01$ ) dari T0.

Tabel 22 menunjukkan bahwa degradasi teori (DT) PK TF lebih tinggi dari T0, hal ini disebabkan fraksi mudah larut (a) PK TF lebih tinggi dari T0. Tingginya nilai a menunjukkan tingkat kelarutan PK TF lebih tinggi dari T0. PK TF mampu menyediakan prekursor N untuk didegradasi di dalam rumen lebih cepat dari T0, menyebabkan degradasi protein tinggi. Degradasi teori PK T0 lebih rendah dari TF

disebabkan tingginya fraksi lambat terdegradasi (b) tidak didukung dengan tingginya fraksi mudah larut (a) serta laju degradasi fraksi lambat terdegradasi (c).

Tabel 22. Rata-rata Nilai Degradasi Fraksi a, b, c, DT serta DM dan TD Protein Kasar Ampas Teh dan Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger*

Perlakuan	a (%)	b (%)	c (%/jam)	DT (%)	DM (%)	TD (%)
T0	1,83 <sup>B</sup>	76,31 <sup>A</sup>	5,57	38,57 <sup>b</sup>	78,15 <sup>A</sup>	21,85 <sup>B</sup>
TF	28,01 <sup>A</sup>	25,98 <sup>B</sup>	8,87	43,52 <sup>a</sup>	54,00 <sup>B</sup>	46,00 <sup>A</sup>

\* Superskrip huruf besar pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan sangat nyata ( $p < 0,01$ )

\* Superskrip huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ( $p < 0,05$ )

Degradasi maksimum PK T0 lebih tinggi dibanding TF (78,15 vs 54,00%), dengan demikian fraksi yang tidak dapat didegradasi (TD) PK TF lebih tinggi dari T0 (46,00 vs 21,85%), meskipun DT PK TF lebih tinggi dari T0. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa fraksi lambat terdegradasi TF walaupun lebih rendah dari T0 ternyata lebih sulit terdegradasi di dalam rumen karena sebagian besar sudah dimanfaatkan *A. niger*.

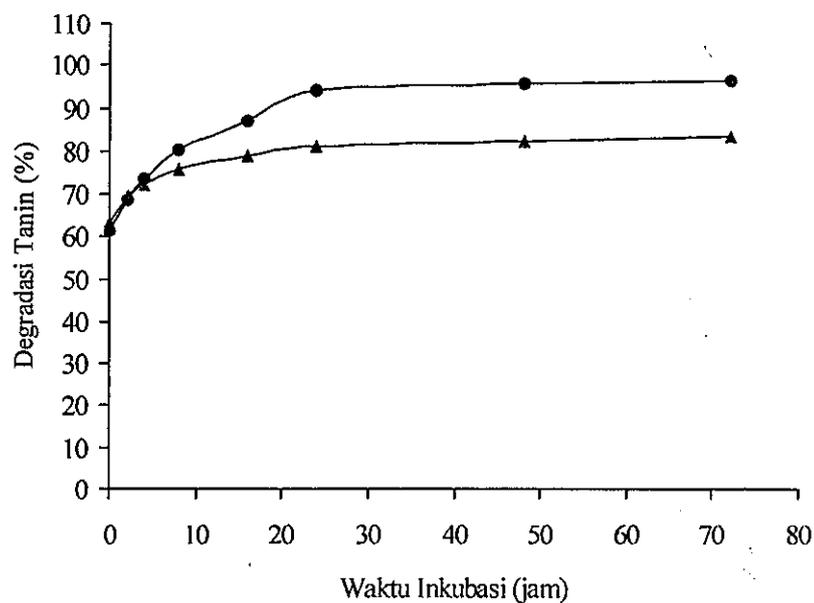
#### 4.3.6. Degradasi Tanin Ampas Teh dan Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger* secara *in sacco*

Rata-rata tingkat degradasi tanin T0 dan TF pada inkubasi 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48 dan 72 disajikan pada Tabel 23 dan data secara lengkap disajikan pada Lampiran 26.

Tabel 23. Rata-rata Tingkat Degradasi (%) Tanin T0 dan TF

Perlakuan	Waktu Inkubasi (jam)							
	0	2	4	8	16	24	48	72
T0	61,63	68,76	73,73	80,53	87,24	94,22	96,03	97,05
TF	63,46	69,46	72,13	75,99	78,92	81,38	82,60	83,86

Kinetika degradasi tanin T0 dan TF disajikan pada Ilustrasi 14. Ilustrasi 14 menunjukkan bahwa kinetika degradasi tanin T0 dan TF semakin besar seiring lama waktu inkubasi, namun laju degradasinya semakin menurun.



Ilustrasi 14. Kinetika Degradasi Tanin T0 dan TF

Laju degradasi tanin T0 pada inkubasi 2-4, 4-8, 8-16, 16-24, 24-48 dan 48-72 jam masing-masing adalah 2,49; 1,70; 0,84; 0,87; 0,07 dan 0,04%/jam, sedangkan laju degradasi tanin TF 1,33; 0,97; 0,36; 0,31; 0,05; 0,053%/jam. Laju degradasi tanin T0 tertinggi dicapai pada 2-4 jam (2,49%/jam) dan terendah

pada 48-72 jam (0,04%/jam), sedangkan untuk TF laju degradasi tertinggi dicapai pada 2-4 jam (1,33%/jam) dan terendah pada 48-72 jam (0,05%/jam).

Laju degradasi tanin baik T0 maupun TF tinggi, ditunjukkan sampai dengan 72 jam di dalam rumen tingkat degradasi tanin T0 dan TF masing-masing 97,05 dan 83,86%. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa tingkat kelarutan tanin ampas teh tinggi, diduga sebagian besar tanin ampas teh termasuk golongan "hydrolysable tannin" (tanin terhidrolisis). Menurut Kumar dan D'Mello (1996), tanin terhidrolisis dapat dihidrolisis oleh enzim di dalam saluran pencernaan. Laju degradasi tanin TF lebih rendah dari T0. Hal ini disebabkan sebagian tanin TF sudah dimanfaatkan *A. niger*, ditunjukkan terjadi penurunan kandungan tanin (Tabel 10).

Rata-rata nilai a, b, c, DT, DM dan TD tanin T0 dan TF disajikan pada Tabel 24 dan data secara lengkap disajikan pada Lampiran 27. Tabel 24 menunjukkan nilai a T0 dan TF tidak berbeda ( $p>0,05$ ), nilai b T0 lebih tinggi ( $p<0,01$ ) dari TF, nilai c T0 lebih tinggi ( $p<0,01$ ) dari TF, DT T0 dan TF tidak berbeda ( $p>0,05$ ), DM T0 lebih tinggi ( $p<0,01$ ) dari TF dan TD TF lebih tinggi ( $p<0,01$ ) dari T0.

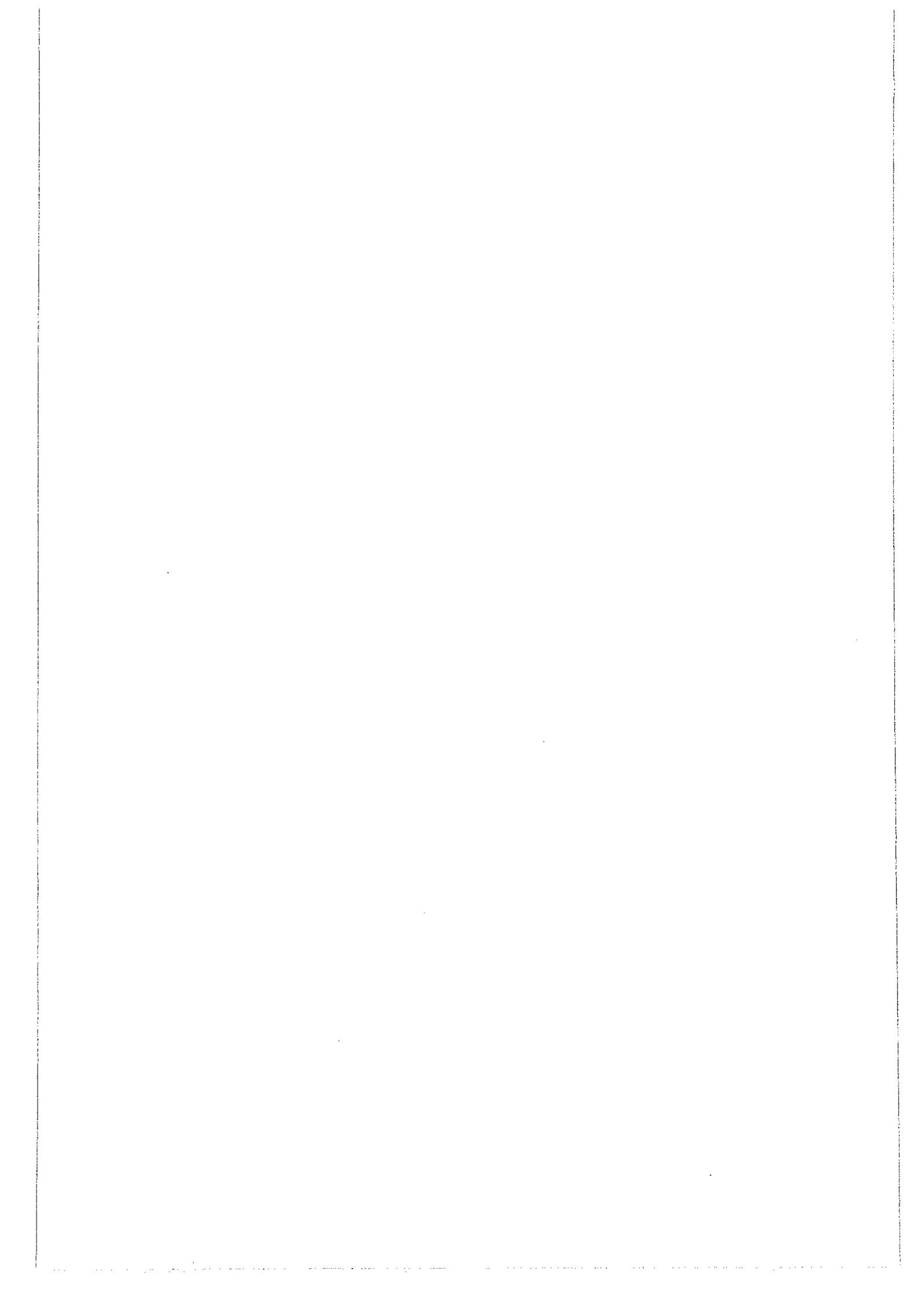
Tabel 24. Rata-rata Nilai Degradasi Fraksi a, b, c, DT serta DM dan TD Tanin Ampas Teh dan Ampas Teh yang Difermentasi dengan *A. niger*

Perlakuan	a (%)	b (%)	c (%/jam)	DT (%)	DM (%)	TD (%)
T0	67,92	29,13 <sup>A</sup>	7,46 <sup>A</sup>	84,06	97,05 <sup>A</sup>	2,95 <sup>B</sup>
TF	71,02	12,84 <sup>B</sup>	4,26 <sup>B</sup>	77,08	83,66 <sup>B</sup>	16,14 <sup>A</sup>

\* Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan sangat nyata ( $p<0,01$ )

Tabel 24 menunjukkan bahwa tanin T0 memiliki fraksi lambat terdegradasi (b) dan laju degradasi fraksi lambat terdegradasi (c) lebih tinggi dari TF, namun menghasilkan DT tidak berbeda dengan TF. Kondisi tersebut dapat terjadi karena tingginya fraksi b dan c tanin T0 tidak didukung dengan tingginya fraksi mudah larut (a).

Degradasi maksimum tanin T0 lebih tinggi dari TF, disebabkan dukungan fraksi lambat terdegradasi (b) dan laju degradasinya (c). Fraksi lambat terdegradasi (b) tanin T0 cepat terdegradasi di dalam rumen, sehingga total tanin yang terdegradasi tinggi (97,05%). Fraksi tanin TF yang tidak terdegradasi lebih tinggi dari T0 karena sebagian tanin sudah dimanfaatkan *A. niger*.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

1. Fermentasi *A. niger* belum dapat meningkatkan kualitas serta utilitas ampas teh sebagai pakan ruminansia. Hasil penelitian menunjukkan, fermentasi *A. niger* meningkatkan kandungan PK, NDF serta ADF dan menurunkan kandungan BK, BO, tanin, KcBK serta KcBO.
2. Pengukuran degradasi BK, BO, NDF, ADF, PK dan tanin secara *in sacco* menunjukkan bahwa ampas teh yang difermentasi dengan *A. niger* memberikan laju degradasi dan degradasi maksimum lebih rendah dibanding ampas teh tanpa fermentasi.

#### 5.2. Saran

Fermentasi *A. niger* belum dapat meningkatkan kualitas serta utilitas ampas teh sebagai pakan ruminansia. Hal ini membuka peluang dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengatasi hambatan penggunaan ampas teh sebagai pakan ruminansia dengan amoniasi dilanjutkan fermentasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adjisoetopo, G. 1999. Proses pencoklatan (browning) pada hasil produksi tanaman teh, kakao dan buah-buahan. *Jurnal Studi Pertanian* 1 (1): 12-21.
- AOAC. 1984. *Officials Methods of Analysis of the Association of the Official Agricultural Chemist*. 9<sup>th</sup> Ed. Washington D.C.
- Arpah, M. 1993. *Pengawasan Mutu Pangan*. Penerbit Transito, Bandung.
- Bae, H. D., T. A. McAllister, Jay Yanke, K.-J. Cheng dan A. D. Muir. 1993. Effects of condensed tannins on endoglucanase activity and filter paper digestion by *Fibrobacter succinogenes* S85. *App. Env. Microbiol.* 59 (7): 2132-2138.
- Banerjee, C. G. 1978. *Animal Nutrition*. Oxford and IBH Pub. Co., Calcuta.
- Cheeke, P. R. dan L. R. Shull. 1985. *Natural Toxicants in Feeds and Poisonous Plants*. Avi Publ Co., Wesport.
- Concon, J. M. 1988. *Food Toxicology*. Marcel Dekker Inc., New York.
- Cullison, A. E. 1979. *Feeds and Feeding*. 2<sup>nd</sup> Ed. Reston Publishing Company, Inc. A Prentice-Hall Company, Reston.
- Darwis, A. A., E. Sukara., T. Tedja dan R. Purnawati. 1989. Biokonversi Limbah Lignoselulosa oleh *Trichoderma viride* dan *Aspergillus niger*. Pusat Antar Universitas Bioteknologi Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Fardiaz, S. 1989. *Analisis Mikrobiologi Pangan*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Frazier, W. C dan D. C. Westhoff. 1981. *Food Microbiology*. McGraw Hill. Co. Ltd, New York.
- Goering, H. K. dan P. J. Van Soest. 1970. *Forage Fiber Analysis : Apparatus, Reagents, Procedure and some Aplication*. Agricultural Hand Book No. 379. Agriculture Research Service United State Department of Agriculture, Washington DC.
- Hagerman, A. E., Y. Zhao dan S. Johnson. 1997. Methods for determination of condensed and hydrolysable tannins. Dalam : Shahidi, F. (Ed). *Antinutrients and Phytochemicals in Food*. ACS Symposium Series. American Chemical Society, Washington, DC. Hal. 209-222.

- Hardjo, S., N. S. Indrasti dan T. Bantacut. 1989. Biokonversi : Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Haryati, T. dan A. I. Sutikno. 1994. Peningkatan nilai nutrisi kulit biji coklat melalui bioproses menggunakan beberapa jenis kapang. Ilmu dan Peternakan 8 (1): 34-37.
- Iyayi, E. A. 2004. Changes in the cellulose, sugar and crude protein contents of agro-industrial by-product fermented with *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* and *Penicillium sp.* African Journal of Biotechnology 3 (3): 186-188.
- Jones, G. A., T. A. McAllister, A. D. Muir dan K.-J. Cheng. 1994. Effects of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop) condensed tannins on growth and proteolysis by four strains of ruminal bacteria. App. Env. Microbiol. 60 (4): 1374-1378.
- Judoamijojo, R. M., E. G. Said dan L. Hartoto. 1989. Biokonversi. Pusat Antar Universitas Bioteknologi Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kumar, R. dan J. P. F. D'Mello. 1996. Anti-nutritional factors in forage legum. Dalam : J. P. F. D'Mello dan C. Devendra. (Ed). Tropical Legumes in Animal Nutrition. CAB International. Hal. 95-133.
- Lidya, B. dan N. S. Djenar. 2000. Dasar Bioproses. Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan Nasional.
- Liener, I. E. 1980. Miscellaneous toxic factors. Dalam : Liener, I. E. (Ed). Toxic Constituents of Plant Foodstuffs. 2<sup>th</sup> ed. Academic Press, New York. Hal. 453-455.
- McDonald, P., R. A. Edward dan J. F. D. Greenhalg. 1988. Animal Nutrition. Fourth Edition. Longman, New York.
- Mehrez, A. Z. dan E. R. Ørskov. 1977. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feed in the rumen. Agric. Sci. Camb. 88: 645-650.
- Naczk, M dan F. Shahidi. 1997. Nutritional implications of canola condensed tannins. Dalam : Shahidi, F. (Ed). Antinutrients and Phytochemicals in Food. ACS Symposium Series. American Chemical Society, Washington, DC. Hal. 186-208.

- Nazarudin dan F. B. Paimin. 1993. Teh, Pembudayaan dan Pengolahan. PT Penebar Swadaya, Jakarta.
- Ørskov, E. R. dan McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurement weight according to rate of passage. *Agric. Sci.* **92**: 499-503.
- Ørskov, E. R. 1982. Protein Nutrition in Ruminant. Academic Press, London.
- Ørskov, E. R., F. D. Dep. Hovell dan F. Mould. 1982. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuff. Paper first Presented at the Third Annual Conference on Tropical Animal Production Merica. *Merica Trop. Anim. Prod.* **5**: 195-200.
- Pinto, G. A. S., S. G. F. Leite, S. C. Terzi dan S. Couri. 2001. Selection of tannase-producing *Aspergillus niger* strain. *Brazilian Journal of Microbiology* **32**: 24-26.
- Pitt, J. I. dan A. D. Hocking. 1997. Fungi and Food Spoilage. Blackie Academic and Professional, London.
- Preston, T. R. dan R. A. Leng. 1987. Matching Ruminant Production System with Available Resouces in the Tropics and Sub-tropics. Penambul Books Armidale, Australia.
- Purwadaria, T., T. Haryati, J. Darma dan O. I. Munazat. 1995. *In vitro* digestibility evaluation of fermented coconut meal using *Aspergillus niger* NRRL 337. *Bulletin of Animal Science, Special Edition.* Hal : 375-381.
- Ranjhan, S. K. 1980. Animal Nutrition in Tropic. Vikas Publ, New Delhi.
- Raper, B. K. dan Fennel. 1977. The Genus *Aspergillus*. Robert E. Krieger Publ. Co., New York.
- Rohayati, R. T. 1994. Evaluasi Nutrisi Ampas Daun Teh (*Camellia sinensis*) sebagai Pakan Tunggal dan Substitusinya terhadap Lamtoro dalam Ransum secara *in vitro*. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Bogor. (Skripsi Sarjana Peternakan).
- Setala, J. 1983. The nylon bag technique in the determination of ruminal feed protein degradation. *J. of The Sci. Soc. of Finland.* **55**: 1-78.
- Setyamidjaja, D. 2000. Teh, Budi Daya dan Pengolahan Pascapanen. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

- Slamet, D. S., M. K. Mahmud, Muhilal, D. Fardiaz dan J. P. Simarmata. 1996. Pedomannya Analisis Zat Gizi. Departemen Kesehatan RI, Jakarta.
- Smith, J. E. dan K. E. Aidoo. 1988. Growth of fungi on solid substrates. Dalam : Berry, D. R. (Ed.). Physiology of Industrial Fungi. Blackwell Scientific Publications, Oxford London Edinburgh. Hal. 249-269.
- Soejono, M. 1983. Penanganan Limbah Pertanian sebagai Makanan Ternak. Fodder Seed and Forage Development. Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. (Tidak diterbitkan).
- Stanbury, P. F. dan A. Whitaker. 1984. Principles of Fermentation Technology. Pergamon Press, Oxford.
- Statistik Indonesia. 2002. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Steel, R. G. D. dan J. H. Torrie. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistika. Suatu Pendekatan Biometrik. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. (Diterjemahkan oleh B. Sumantri).
- Sudarmadji, S., R. Kasmidjo, Sardjono, D. Wibowo, S. Margino dan E. S. Rahayu. 1989. Mikrobiologi Pangan. Pusat Antar Universitas-Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sudjana. 1994. Desain dan Analisis Eksperimen. Penerbit Transito, Bandung.
- Sunarso. 2003. Pakan Ruminansia dalam Sistem Integrasi Ternak-Pertanian. Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang. (Pidato Pengukuhan Guru Besar).
- Sutardi, T. 1978. Ikhtisar Ruminologi. Departemen Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Bogor. (Tidak diterbitkan).
- Sutardi, T. 1980. Landasan Ilmu Nutrisi. Departemen Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Bogor. (Tidak diterbitkan).
- Tilley, J. M. A. dan Terry. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. Br. Grassl. Soc. 18: 104.
- Uden, P. dan P. J. Van Soest. 1984. Investigation of the *in situ* bag technique and comparison of the fermentation in the heifers, sheep, ponics and rabbits. Anim. Sci. 58: 213-221.

- Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of The Ruminant. 2<sup>nd</sup> Ed. Cornell University Press, London.
- Ward, O. P. 1989. Fermentation Biotechnology. Principles, Processes and Products. Open University Press, Milton Keynes.
- Widyobroto, B. P., S. Padmowijoto dan R. Utomo. 1995. Degradasi bahan organik dan protein secara *in sacco* lima rumput tropik. Buletin Peternakan 19: 45-55.
- Widyobroto, B. P., M. Soejono, R. Utomo, Kustantinah dan A. Agus. 1998. Pengukuran degradasi *in sacco* : Review Metodologi. Lokakarya Standarisasi Pengukuran Degradasi *in sacco* di Indonesia. Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Winarno, F. G., S. Fardiaz dan D. Fardiaz. 1980. Pengantar Teknologi Pangan. Penerbit PT Gramedia, Jakarta.
- Wiryawan, K. G., Suryahadi, B. Tangendjaja, S. Syahrir dan J. D. Brooker. 1998. The effect of tannin degrading bacterial inoculation on the performance of calliandra (*Calliandra calothyrsus*) fed goats. Bulletin of Animal Science, Supplement Edition. Hal : 126-130. Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.