

**PENINGKATAN KUALITAS NUTRISI SILASE BERBAHAN BAKU
SINGKONG VARIETAS PAHIT DENGAN ENZIM CAIRAN
RUMEN DAN BAKTERI *Leuconostoc mesenteroides*
SEBAGAI PAKAN TERNAK UNGGAS**

SOFIA SANDI



**SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2010**

PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi Peningkatan Kualitas Nutrisi Silase Berbahan Baku Singkong Varietas Pahit dengan Enzim Cairan Rumen dan Bakteri *Leuconostoc mesenteroides* sebagai Pakan Ternak Unggas adalah karya saya sendiri dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau kutipan dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka dibagian akhir disertasi ini.

Bogor, Agustus 2010

Sofia Sandi
NRP. D061040071

ABSTRACT

SOFIA SANDI. Nutrient Quality Improvement of Bitter Variety Cassava Silage with Rumen Fluid Enzyme and *Leuconostoc mesenteroides* as Poultry Feed. Advisor : ERIKA BUDIARTI LACONI, ASEP SUDARMAN, DJUMALI MANGUNWIJAJA and KOMANG G. WIRYAWAN

The objective of this research was to improve nutrient quality of silage with cassava as main ingredient by rumen fluid enzyme and *Leuconostoc mesenteroides* as additive in ensilage process for male duck feed. The first experiment was *Leuconostoc mesenteroides* bacterial isolation and identification from cassava tuber. There were 4 selected isolates of *Leuconostoc mesenteroides* (A, B, C, and D) that have ability to reduce cyanide in cassava tuber. C isolate resulted the lowest value of cyanide and then was used for further trials. The second experiment was the application of rumen fluid crude enzyme on cassava substrates. The experiment used Completely Randomized Design with 15 cassava combination and 3 replicates i.e. tuber (U), Leaf (D), Peel (K), Onggok (O), tuber+onggok (UO), peel+tuber (KU), leaf+tuber (DU), leaf+onggok (DO), leaf+peel (DK), peel+onggok (KO), peel+leaf+onggok (KDO), leaf+tuber+peel (DUK), peel+tuber+onggok (KUO) leaf+tuber+onggok (DUO) and Peel+leaf+tuber+onggok (KDUO). Result of the second experiment showed that the crude enzyme of rumen fluid did not significantly affect dry matter losses (0.96-2.08%), but it had significant effect on crude fiber decrease (8.61-17.83%) and total sugar increase (15.19-29.52%). The third experiment used the same treatment as second experiment for nutrient analyses before and after ensilage processing. Result of the third experiment showed that the temperature in ensilage process ranged between 26-30°C, acid and fermented smelling, colour changing (cream, brown and yellow green), Ensilage process had significant ($P < 0.05$) effect on dry matter (30.14-43.28%), pH (3.73-4.86), crude protein (-1.92-2.39%), cyanide (86.90-96.50%) and crude fiber (0.50-4.90%), but not significant on dry matter loss (1.20-2.66%). From the second and thirh experiments indicated that combination of four ingredients pre hydrolyzed cassava (D, DK, DUK, KDUO) was the best ingredient for mixed silage cassava (BBS) and it was used for forth experiments. The forth experiment was Metabolic energy and nitrogen retention of duck feed with BBS silage. The experiment used 25 male ducks of 10 weeks old with metabolic cages. The ducks had 7 days adaptation, 1 day fasting before treatment. Treatments were S₀ (100% control), S₂₅ (25% BBS silage), S₅₀ (50% BBS silage), S₇₅ (75% BBS silage) and S₁₀₀ (100% BBS silage) and 4 replicates. Control feed was composed of corn, rice brand, coconut cake, soybean cake, coconut oil, fish meal and premix. Experiment was feeding trial using 140 male ducks 7 days old with litter cages (120x100x100 cm). This experiment used the same treatments as the forth experiment. The results of the forth experiments showed that increasing BBS silage in feed significantly decreased nitrogen retention, metabolizable energy, performance and increased organs weight. BBS silage could be used up to 75% in feed as recommendation from this research.

Keyword: cassava silage, duck, nutrient quality, *Leuconostoc mesenteroides* and rumen fluid enzyme

RINGKASAN

SOFIA SANDI. Peningkatan Kualitas Nutrisi Silase Berbahan Baku Singkong Varietas Pahit dengan Enzim Cairan Rumen dan Bakteri *Leuconostoc mesenteroides* sebagai Pakan Ternak Unggas. Dibimbing oleh: ERIKA BUDIARTI LACONI, ASEP SUDARMAN, DJUMALI MANGUNWIJAJA dan KOMANG G WIRYAWAN

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas nutrisi bahan baku pakan berbasis singkong melalui proses ensilase dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* sebagai bahan baku ransum ternak itik jantan. Tahap pertama isolasi dan identifikasi bakteri *Leuconostoc mesenteroides* dengan tujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri *Leuconostoc mesenteroides* dari umbi singkong fermentasi yang berfungsi sebagai pendegradasi sianida. Menggunakan umbi singkong yang sudah diparut dan diinkubasi dalam kondisi anaerob selama tujuh hari pada suhu kamar. Identifikasi dilakukan terhadap ciri-ciri morfologis, fisiologis dan sifat-sifat biokimiawi isolat, selanjutnya isolat diuji aktivitas β -glukosidase dan konsentrasi sianida Hasil pengamatan terdapat 4 isolat sebagai bakteri *Leuconostoc mesenteroides* yang mampu menurunkan sianida dibandingkan dengan kontrol. Konsentrasi sianida terendah teridentifikasi pada isolat C, sehingga isolat ini dipilih untuk penelitian tahap selanjutnya. Tahap kedua prehidrolisis bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen dengan tujuan untuk mengkaji pengaruh kualitas nutrisi berbagai kombinasi bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen melalui hidrolisis. Cairan rumen disentrifugasi dengan kecepatan 10 000 rpm selama 15 menit pada suhu 4°C. Supernatan yang diperoleh direaksikan dengan ammonium sulfat (60%) dan diinkubasikan di freezer pada suhu 4°C selama 24 jam. Bahan baku singkong yang sudah dihaluskan ditambahkan enzim cairan rumen dengan dosis 1% (b/v). Masing-masing bahan tersebut disimpan selama 24 jam pada suhu kamar. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan perlakuan tanpa dan dengan penambahan enzim cairan rumen pada 15 jenis bahan singkong yang terdiri dari: umbi (U), daun (D), kulit (K), onggok (O), umbi+daun (UD), kulit+umbi (KU), umbi+onggok (UO), daun+kulit (DK), onggok+daun (OD), kulit+onggok (KO), daun+umbi+kulit(DUK), daun+umbi+onggok (DUO), kulit+daun+onggok (KDO), kulit+umbi+onggok (KUO), kulit +daun+umbi+onggok (KDUO), masing-masing 3 ulangan. Penambahan enzim cairan rumen pada bahan baku singkong tidak berpengaruh terhadap penurunan kandungan bahan kering (0.96-2.08%), sebaliknya berpengaruh terhadap penurunan serat kasar (8.61-17.83%) dan peningkatan gula total (15.19-29.52%). Tahap ketiga pembuatan silase bahan baku singkong yang telah mengalami proses prehidrolisis dengan penambahan bakteri *Leuconostoc mesenteroides*. Tujuan pada tahap ini adalah untuk mengkaji pengaruh kualitas nutrisi kombinasi bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen dan *Leuconostoc mesenteroides* melalui teknologi fermentasi anaerob (silase). Setelah masing-masing bahan baku singkong mengalami hidrolisis dengan enzim cairan rumen. Bahan kemudian dimasukkan ke dalam plastik dan ditambahkan inokulum *Leuconostoc mesenteroides* dengan dosis 1% (b/v) yang mengandung 10^6 sel/ml. Selanjutnya dilakukan pemadatan untuk

mencapai kondisi anaerob sebelum ditutup rapat dan disimpan selama 30 hari. Rancangan yang digunakan sama pada tahap kedua. Hasil menunjukkan bahwa silase mempunyai kisaran suhu antara 26⁰C-30⁰C, beraroma asam dan wangi fermentasi dan mengalami perubahan warna mulai dari krem, coklat dan hijau kekuningan. Penambahan enzim rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* pada perlakuan silase berbahan baku singkong berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap bahan kering (30.14-43.28%), pH (3.73-4.86), berfluktuasi terhadap perubahan protein kasar (-1.92-2.39%), penurunan sianida (86,90-96,50%) dan serat kasar (0.50-4.90%) serta tidak berpengaruh terhadap kehilangan bahan kering (1.20-2.66%). Tahap keempat pengukuran energi metabolis dan retensi nitrogen serta uji performa itik jantan pada ransum silase bahan baku singkong. Sebanyak 25 ekor itik jantan umur 10 minggu dipelihara dalam kandang metabolik. Itik diadaptasikan selama tujuh hari. Setelah puasa 24 jam, kemudian diberi ransum perlakuan. Energi metabolis dan retensi nitrogen diukur dengan metode Sibbald (1984). Uji performa pada 140 ekor itik jantan lokal umur tujuh hari yang dipelihara di kandang litter. Bahan baku ransum kontrol terdiri dari jagung, dedak halus, bungkil kelapa, bungkil kedelai, minyak sayur, tepung ikan dan premix. Sedangkan perlakuan silase bahan baku singkong terdiri dari daun, kulit, umbi dan onggok, serta campuran bahan lainnya yaitu tepung ikan, minyak sayur, premix, DL-metionin dan L-lisin. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dan setiap perlakuan terdiri atas 2 ulangan, yaitu S₀ (100% ransum kontrol), S₂₅ (25% ransum silase BBS), S₅₀ (50% ransum silase BBS), S₇₅ (75% ransum silase BBS) dan S₁₀₀ (100% ransum silase BBS). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terjadi penurunan retensi nitrogen, energi metabolis, performa ternak dan peningkatan organ dalam itik jantan seiring dengan peningkatan taraf penggunaan silase berbahan baku singkong dalam ransum ternak itik. Kesimpulan dari penelitian ini adalah penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* dapat memperbaiki kualitas nutrisi dan penggunaan sampai 75% silase berbahan baku singkong menghasilkan pertumbuhan itik jantan yang sama dengan ransum kontrol.

Kata kunci: enzim rumen, itik, *Leuconostoc mesenteroides*, nutrisi, silase, singkong

@ Hak Cipta milik IPB, tahun 2010

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

1. *Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebut sumber*
 - a. *Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, peneliti, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah*
 - b. *Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB*
2. *Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.*

**PENINGKATAN KUALITAS NUTRISI SILASE BERBAHAN BAKU
SINGKONG VARIETAS PAHIT DENGAN ENZIM CAIRAN
RUMEN DAN BAKTERI *Leuconostoc mesenteroides*
SEBAGAI PAKAN TERNAK UNGGAS**

SOFIA SANDI

Disertasi

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Doktor
pada Program Studi Ilmu Ternak**

**PROGRAM STUDI ILMU TERNAK
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2010**

Penguji pada Ujian Tertutup : 1. Dr.Ir. Sumiati, M.Sc
(Staf Pengajar Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi
Pakan Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor)

2. Dr. Ir. Ahmad Darobis Lubis, M.Sc
(Staf Pengajar Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi
Pakan Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor)

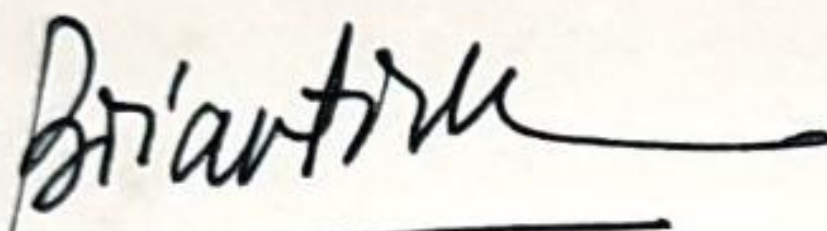
Penguji pada Ujian Terbuka : 1. Prof. Dr. Ir. Arnold P Sinurat, M.S.
(Staf Peneliti Balai Peneliti Ternak Ciawi Bogor)


2. Dr. Ir. Rita Mutia, M.Agr.
(Staf Pengajar Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi
Pakan Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor)


Judul Disertasi : Peningkatan Kualitas Nutrisi Silase Berbahan Baku Singkong Varietas Pahit dengan Enzim Cairan Rumen dan Bakteri *Leuconostoc mesenteroides* sebagai Pakan Ternak Unggas
Nama : Sofia Sandi
NRP : D061040071
Program Studi : Ilmu Ternak (PTK)


Disetujui

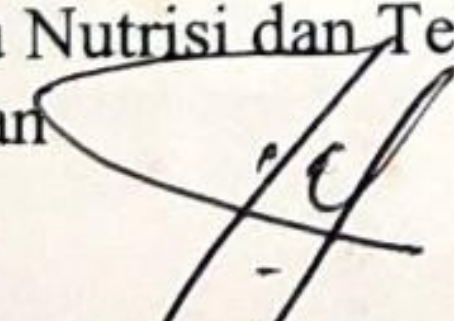
Komisi Pembimbing


Dr.Ir. Erika B Laconi, M.S.
Ketua


Dr.Ir. Asep Sudarman, M.Rur.Sc.
Anggota

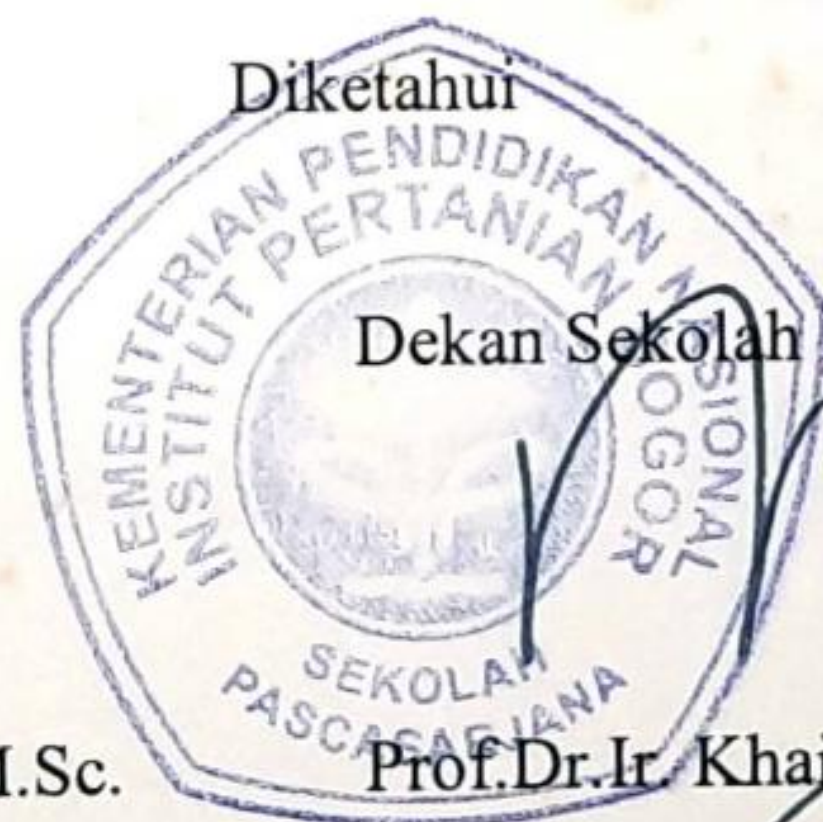

Prof. Dr.Ir. Djumali Mangunwidjaja
Anggota


Prof.Dr.Ir. Komang G Wiryawan
Anggota


Ketua Departemen
Ilmu Nutrisi dan Teknologi
Pakan

Dr.Ir. Idat Galih Permana, M.Sc.

Tanggal Ujian: 20 Juli 2010



Dekan Sekolah Pascasarjana

Prof.Dr.Ir. Khairil A Notodiputro, M.S.

Tanggal Lulus:

24 AUG 2010

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala kurnia-Nya, sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Juni 2007 ini adalah dengan judul Peningkatan Kualitas Nutrisi Silase Berbahan Baku Singkong Varietas Pahit dengan Enzim Cairan Rumen dan Bakteri *Leuconostoc mesenteroides* sebagai Pakan Ternak Unggas.

Penelitian dan disertasi ini dapat diselesaikan tentu atas bantuan bimbingan dari komisi pembimbing. Penulis mengucapkan terima kasih baik sebagai pembimbing maupun atas nama pribadi kepada Ibu Dr. Ir. Erika B Laconi, M.S. Bapak Dr. Ir. Asep Sudarman, M.Rur.Sc, Bapak Prof. Dr. Ir. Djumali Mangunwijaja dan Bapak Prof. Dr. Ir. Komang G Wiryawan atas semua bimbingan, saran, koreksi, motivasi dan kebijaksanaan yang telah diberikan kepada penulis.

Ungkapan terimakasih kepada Departemen Pendidikan Nasional Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi (DIKTI) dan Rektor Universitas Sriwijaya yang telah memberikan Beasiswa Program Pascasarjana. Kepada kedua orang tua tercinta ayahanda Azra'i (alm) dan ibunda Syamsimar, kepada kakak tersayang Dr.Ir.M. Syarif, MS, Ir. M. Daud, Ir. Asmak, Ir. Masitoh dan M.Ayub, AMd atas dorongan dan bantuan yang telah diberikan.

Kepada Suamiku M Nasir Rofiq, M.Si yang setia mendampingi penulis dalam cinta, kerja dan doa. Semoga Allah SWT memberikan balasan amal dan kebaikan mereka yang tak terhingga. Disertasi ini penulis persembahkan kepada kedua orang tua tercinta sebagai buah pengorbanan yang telah diberikan semasa hidupnya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Bogor, Agustus 2010

Sofia Sandi

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jambi 23 November 1971 dari Bapak Azra'i (alm) dan ibu Syamsimar. Penulis merupakan putri keenam dari enam bersaudara. Pendidikan sarjana ditempuh di Fakultas Peternakan Universitas Jambi, lulus tahun 1995. Kesempatan untuk melanjutkan ke program Magister Sains pada Program Studi Ilmu Ternak pada Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor diperoleh pada tahun 2000. Beasiswa Pendidikan diperoleh dari beasiswa Departemen Pendidikan Nasional Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi (DIKTI)

Tahun 2004 penulis diterima sebagai mahasiswa program doktor di Program Studi Ilmu Ternak Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Konsentrasi pendidikan pada Ilmu Makanan Ternak, dengan bantuan beasiswa Departemen Pendidikan Nasional Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi (DIKTI)

Penulis bekerja sebagai staf pengajar di Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Palembang sejak tahun 1998.

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang.....	1
Tujuan Penelitian.....	3
Manfaat Penelitian.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	5
Karakteristik dan Potensi Singkong sebagai Pakan Ternak.....	5
Faktor Pembatas Singkong sebagai Pakan dan Pengaruh terhadap Ternak.....	7
Peranan Enzim Cairan Rumen.....	11
Peranan Bakteri <i>Leuconostoc mesenteroides</i>	11
Proses dan Kualitas Silase.....	12
Itik Jantan.....	15
ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI <i>Leuconostoc mesenteroides</i> PENDEGRADASI SIANIDA	17
Abstrak	17
Abstract	17
Pendahuluan.....	17
Bahan dan Metode	18
Hasil dan Pembahasan	25
Simpulan	31
Daftar Pustaka.....	31
KUALITAS NUTRISI BAHAN BAKU SINGKONG DENGAN PENAMBAHAN ENZIM CAIRAN RUMEN	35
Abstrak	35
Abstract	35
Pendahuluan	36
Bahan dan Metode	37
Hasil dan Pembahasan	41
Simpulan	47
Daftar Pustaka	47

KUALITAS NUTRISI SILASE BERBAHAN BAKU SINGKONG DENGAN PENAMBAHAN ENZIM CAIRAN RUMEN DAN BAKTERI <i>Leuconostoc mesenteroides</i>	50
Abstrak	50
Abstract	50
Pendahuluan	51
Bahan dan Metode	52
Hasil dan Pembahasan	55
Simpulan	70
Daftar Pustaka	70
EVALUASI PENGGUNAAN RANSUM KOMPLIT SILASE BERBAHAN BAKU SINGKONG PADA ITIK JANTAN	75
Abstrak	75
Abstract	75
Pendahuluan	76
Bahan dan Metode	77
Hasil dan Pembahasan	84
Simpulan	101
Daftar Pustaka	101
PEMBAHASAN UMUM	107
SIMPULAN DAN SARAN.....	113
DAFTAR PUSTAKA	114
LAMPIRAN.....	132

DAFTAR TABEL

	Halaman
1 Perkembangan produksi singkong di Indonesia	6
2 Komposisi nutrien singkong	7
3 Kriteria kualitas produk silase	15
4 Karakteristik morfologis, fisiologis dan biokimiawi isolat pada umbi singkong fermentasi	26
5 Rataan aktivitas enzim β -glukosidase dan konsentrasi sianida tanpa dan dengan penambahan isolat yang diinkubasi selama 24 jam	30
6 Rataan kandungan bahan kering (%) bahan baku singkong tanpa dan dengan penambahan enzim cairan rumen serta perubahannya	41
7 Rataan kandungan serat kasar (%) bahan baku singkong tanpa dan dengan penambahan enzim cairan rumen serta perubahannya	43
8 Rataan kandungan gula total terlarut (ppm) bahan baku singkong tanpa dan dengan penambahan enzim cairan rumen serta perubahannya	45
9 Karakteristik fisik silase bahan baku singkong.....	56
10 Rataan derajat keasaman (pH), bahan kering dan kehilangan bahan kering silase bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri <i>Leuconostoc mesenteroides</i>	58
11 Rataan kandungan sianida bahan baku singkong sebelum dan sesudah ensilase serta perubahannya dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri <i>Leuconostoc mesenteroides</i>	63
12 Rataan kandungan protein kasar bahan baku singkong sebelum dan sesudah ensilase serta perubahannya dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri <i>Leuconostoc mesenteroides</i>	65

13	Rataan kandungan serat kasar bahan baku singkong sebelum dan sesudah ensilase serta perubahannya dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri <i>Leuconostoc mesenteroides</i>	68
14	Susunan ransum percobaan itik jantan	78
15	Kandungan nutrien ransum percobaan	78
16	Rataan retensi nitrogen ransum silase bahan baku singkong itik jantan.....	85
17	Rataan energi Metabolis (EMS, EMM, EMSn dan EMMn) ransum silase bahan baku singkong itik jantan	87
18	Rataan penambahan bobot badan (PBB), konsumsi ransum dan konversi ransum itik jantan selama 10 minggu penelitian	89
19	Rataan organ dalam dan tiosinat dalam serum itik jantan.....	93
20	Taraf maksimum penggunaan singkong dalam ransum broiler	111

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1 Bagian-bagian tanaman singkong.....	5
2 Bentuk morfologis isolat umbi singkong fermentasi	25
3 Hidrolisis linamarin	31

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1 Hasil analisis sidik ragam perubahan kandungan bahan kering bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen	132
2 Hasil analisis sidik ragam perubahan kandungan total gula terlarut bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen	132
3 Hasil analisis sidik ragam perubahan kandungan serat kasar bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen.....	133
4 Hasil analisis sidik ragam derajat keasaman (pH) silase bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri <i>Leuconostoc mesenteroides</i>	133
5 Hasil analisis sidik ragam kehilangan bahan kering silase bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri <i>Leuconostoc mesenteroides</i>	134
6 Hasil analisis sidik ragam kandungan bahan kering silase bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri <i>Leuconostoc mesenteroides</i>	134
7 Hasil analisis sidik ragam perubahan kandungan sianida silase bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri <i>Leuconostoc mesenteroides</i>	135
8 Hasil analisis sidik ragam perubahan kandungan protein kasar silase bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri <i>Leuconostoc mesenteroides</i>	136
9 Hasil analisis sidik ragam perubahan kandungan serat kasar silase bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri <i>Leuconostoc mesenteroides</i>	137
10 Hasil analisis sidik ragam retensi nitrogen ransum silase bahan baku singkong itik jantan	137
11 Hasil analisis sidik ragam energi metabolis ransum silase bahan baku singkong itik jantan.....	138
12 Hasil analisis sidik ragam konsumsi ransum itik jantan.....	140

13	Hasil analisis sidik ragam penambahan bobot badan itik jantan.....	141
14	Hasil analisis sidik ragam konversi ransum itik jantan	141
15	Hasil analisis sidik ragam persentase lemak abdominal itik jantan	141
16	Hasil analisis sidik ragam persentase limpa itik jantan	142
17	Hasil analisis sidik ragam persentase hati itik jantan.....	142
18	Hasil analisis sidik ragam persentase ginjal itik jantan	143
19	Hasil analisis sidik ragam persentase jantung itik jantan.....	143
20	Hasil analisis sidik ragam persentase rempela itik jantan.....	143
21	Hasil analisis sidik ragam persentase pankreas itik jantan.....	144
22	Hasil analisis sidik ragam persentase tiroid itik jantan.....	144
23	Hasil analisis sidik ragam kadar tiosianat serum itik jantan.....	145

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Singkong merupakan tanaman tropis yang potensial untuk dimanfaatkan sebagai pakan ternak karena menghasilkan biomassa sumber energi (umbi) dan protein (daun) dalam jumlah besar. Produksi singkong di Indonesia semakin meningkat seiring dengan banyak kebutuhan dan permintaan. Luas lahan tanaman singkong pada tahun 2005 sekitar 1 213 460 hektar meningkat menjadi 1 255 805 hektar dengan produksi singkong sebesar 21 786 691 ton pada tahun 2009. Produksi utama dan ikutan tanaman singkong terdiri dari umbi, daun dan kulit serta onggok. Dalam sekali panen pada umur 12 bulan dengan luas lahan 1 hektar dapat menghasilkan umbi segar sebanyak 17.5 ton, kulit 2.79 ton dan daun 2.30 ton, sedangkan dari pengolahan industri tapioka menghasilkan onggok 1.7 ton.

Itik jantan lokal merupakan hasil samping dari penetasan yang kurang memiliki nilai ekonomis namun potensinya cukup besar. Pemanfaatan itik jantan sebagai itik pedaging dengan pakan silase berbasis singkong mempunyai prospek yang cukup baik. Namun penggunaan bahan baku ini dalam campuran pakan masih terbatas (10-15%), mengingat kandungan serat kasar yang relatif tinggi terutama pada daun. Serat kasar merupakan salah satu komponen polisakarida non pati. Di dalam pakan unggas, polisakarida non pati terutama selulosa tidak boleh terlalu tinggi karena di dalam saluran pencernaannya tidak mempunyai mikroorganisme penghasil enzim selulase yang dapat memecah ikatan glikosidik β 1.4 pada selulosa (Aziz *et al.* 2002). Hal ini dapat mempengaruhi viscositas cairan usus yang berakibat terhadap penurunan kecepatan difusi substrat dan enzim pencernaan, sehingga menurunkan efisiensi penyerapan nutrisi secara keseluruhan pada dinding usus, yang pada gilirannya akan berdampak langsung terhadap efisiensi pakan dan performa ternak (Leeson & Zubair 2000).

Penggunaan bahan baku berbasis singkong sebagai pakan unggas juga menjadi terbatas karena adanya zat antinutisi, yaitu sianida. Sianida merupakan senyawa yang bersifat racun dan dapat menyebabkan kematian, apabila dikonsumsi dalam jumlah besar oleh ternak unggas. Kandungan sianida dalam ransum unggas dapat menghalangi proses penyerapan asam amino, terutama asam

amino yang mengandung gugus sulfur dan vitamin B₁₂ serta mineral dalam saluran pencernaan. Kondisi ini akan menyebabkan sulfur tubuh terkuras, sehingga pola asam amino atau jumlah masukan protein menjadi berkurang, yang pada akhirnya mengganggu penampilan ternak. Oleh karena itu perlu upaya perbaikan kualitas nutrisi bahan baku singkong dengan cara mengurangi faktor pembatas, sehingga pemakaian bahan baku singkong sebagai bahan penyusun ransum unggas bisa lebih optimal. Salah satu upaya yang perlu dilakukan adalah teknologi pengolahan melalui teknologi fermentasi (silase) dengan penambahan enzim cairan rumen dan pemberian bakteri *Leuconostoc mesenteroides* pada bahan baku singkong tersebut.

Silase adalah pakan produk fermentasi yang diproses dari bahan baku yang berupa tanaman hijau, limbah industri pertanian, serta bahan pakan alami lainnya, dengan kadar air pada tingkat tertentu kemudian dimasukkan dalam sebuah tempat yang tertutup rapat kedap udara. Silase dengan mutu baik diperoleh dengan menekan berbagai aktivitas enzim yang tidak dikehendaki, serta mendorong berkembangnya bakteri asam laktat yang sudah ada pada bahan (Schroeder 2004).

Penambahan cairan rumen difokuskan pada aktivitas enzim pendegradasi serat yang terdapat dalam cairan rumen. Di dalam cairan rumen terdapat enzim fibrozim yang merupakan kompleks multienzim selulosa, antara lain endoglukonase, eksoglukanase, β -glukosidase, xilanase, xilosidase, esterase dan asetil esterase (Kamra 2005). Enzim cairan rumen akan merombak komponen bahan yang sulit dicerna menjadi mudah dicerna. Selulosa dipecah menjadi komponen glukosa yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi ternak unggas. Hasil penelitian Fuad *et al.* (2003) menunjukkan bahwa penggunaan enzim selulase, xilanase, pektinase dan hemiselulase dalam ransum berbasis kedelai dapat memperbaiki pencernaan dan nilai nutrisi ransum serta pertumbuhan broiler.

Leuconostoc mesenteroides termasuk dalam kelompok bakteri heterofermentatif. Bakteri ini akan menghasilkan asam laktat, etanol, dan CO₂ masing-masing satu mol untuk setiap satu mol glukosa yang digunakan (Bourel *et al.* 2003). Bakteri *Leuconostoc mesenteroides* terdapat pada tanaman singkong,

meskipun jumlahnya sedikit, yaitu 13.3% lebih rendah dari saingannya berupa bakteri asam laktat yang lain, namun bakteri ini juga dapat mendegradasi sianida lebih baik dibandingkan bakteri asam laktat lain karena mempunyai aktivitas β -glukosidase yang tinggi yaitu 0.025 U/ml (Kobawila *et al.* 2005), disisi lain penambahan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* sebagai penghasil asam laktat diharapkan dapat mempercepat proses penurunan pH silase, karena semakin cepat pH turun maka enzim proteolisis yang bekerja pada protein juga dapat ditekan (Slotner & Bertilsson 2006).

Kombinasi penggunaan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* diharapkan mampu meningkatkan kualitas silase pakan itik berbasis singkong yaitu dengan adanya penurunan kandungan serat kasar dan sianida serta terjadi peningkatan nilai nutrisi lain. Produk silase berbahan baku singkong disamping memperbaiki komponen nutrisi pakan, juga diharapkan mampu memberikan sumbangan beberapa jenis enzim selama proses fermentasi berlangsung. Dengan demikian diharapkan kombinasi penggunaan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* dapat meningkatkan pencernaan pakan yang pada akhirnya akan menunjang pertumbuhan ternak itik yang optimum.

Tujuan Penelitian

1. Mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri *Leuconostoc mesenteroides* dari umbi singkong sebagai pendegradasi sianida.
2. Menguji aktivitas enzim selulase yang berasal dari cairan rumen sapi dalam mendegradasi kandungan serat kasar bahan baku singkong.
3. Mengevaluasi kualitas nutrisi bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* melalui proses ensilase
4. Mengevaluasi pengaruh ransum komplet silase berbahan baku singkong terhadap retensi nitrogen, energi metabolis dan performa serta organ dalam ternak itik jantan

Manfaat Penelitian

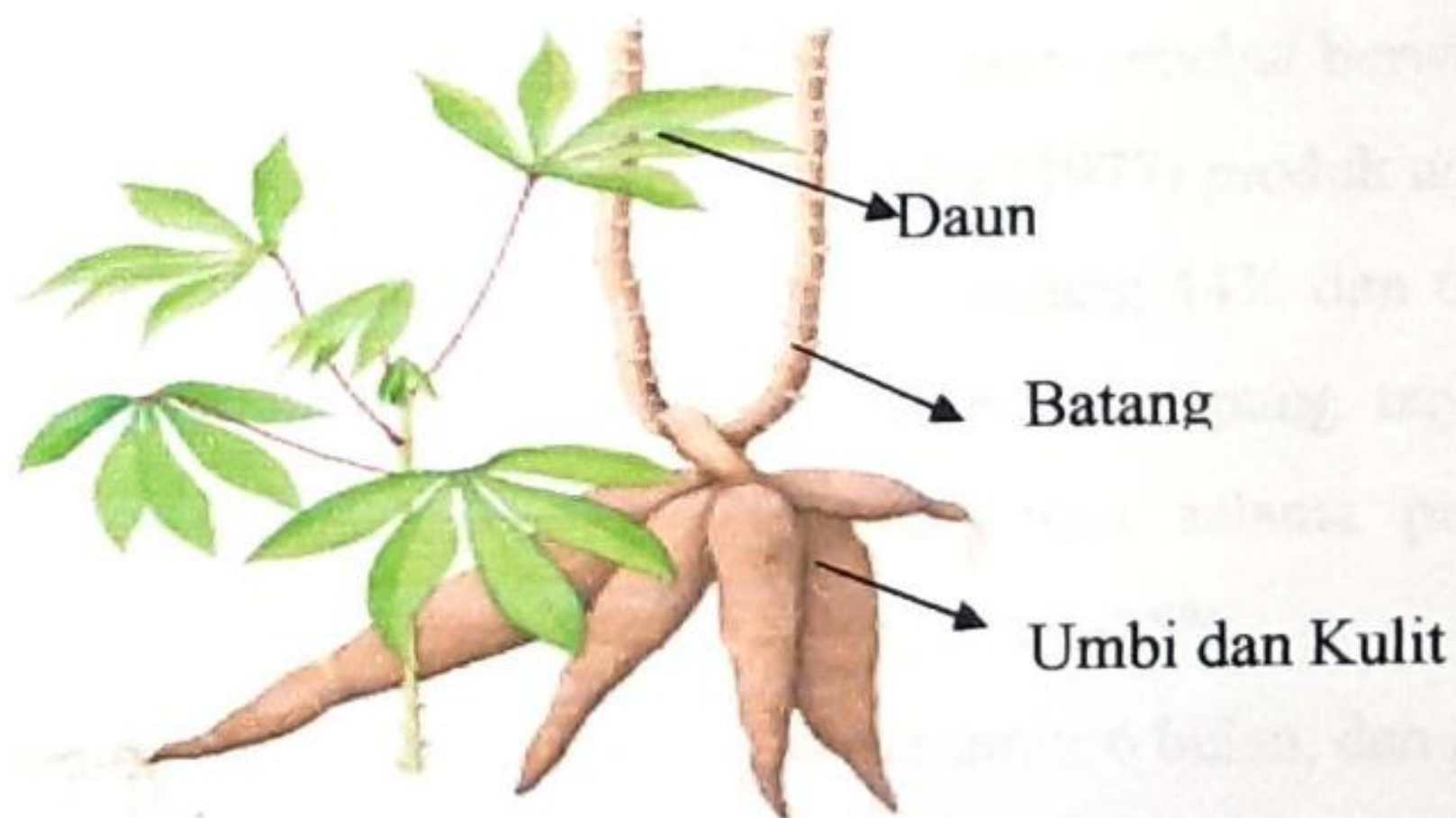
Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah mendapatkan informasi mengenai rekomendasi ransum komplet silase berbahan baku singkong sebagai pakan alternatif pada ternak itik jantan khususnya dan ternak unggas umumnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Karakteristik dan Potensi Singkong sebagai Pakan Ternak

Singkong/ubi kayu (*Manihot utilissima* Pohl atau *Manihot esculenta* Crantz) merupakan tanaman tahunan dengan nama lain ketela pohon atau kasape. Singkong berasal dari benua Amerika, tepatnya dari negara Brazil. Penyebarannya hampir ke seluruh dunia, antara lain : Afrika, Madagaskar, India, Tiongkok. Singkong berkembang di negara-negara yang terkenal wilayah pertaniannya dan masuk ke Indonesia pada tahun 1825 (Prihatman 2000). Secara taksonomi tanaman singkong diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Euphorbiales
Famili	: Euphorbiaceae
Genus	: Manihot
Species	: <i>Manihot utilissima</i> Pohl; <i>Manihot esculenta</i> Crantz



Gambar 1 Bagian-bagian tanaman singkong

FSANZ (2004) melaporkan bahwa singkong merupakan tanaman semak berkayu tahunan yang tingginya 1-3 m. Tumbuh dengan baik antara 30⁰C lintang utara dan 30⁰C lintang selatan khatulistiwa, serta ketinggian 2000 m dari permukaan laut. Suhu yang ideal sekitar 20⁰C. Singkong yang disebarkan oleh stek berkayu dengan panjang 20-30 cm dan dapat tumbuh pada tanah yang berpasir. Produksi singkong di Indonesia semakin meningkat seiring dengan

banyak kebutuhan dan permintaan. Luas lahan tanaman singkong pada tahun 2005 sekitar 1 213 460 hektar meningkat menjadi 1 255 805 hektar dengan produksi singkong sebesar 21 786 691 ton pada tahun 2009 (Tabel 1).

Tabel 1 Perkembangan produksi singkong di Indonesia

Tahun	Produksi (Ton)	Luas lahan (Ha)
2005	19 321 183	1 213 460
2006	19 986 640	1 227 459
2007	19 988 058	1 201 481
2008	21 593 053	1 224 206
2009	21 786 691	1 255 805

Sumber : Deptan (2009)

Tanaman atau umbi singkong berbentuk seperti silinder yang ujungnya mengecil dengan diameter rata-rata sekitar 2-5 cm dan panjang 20-30 cm. Umbinya mempunyai kulit yang terdiri dari dua lapis yaitu kulit luar dan kulit dalam. Daging umbinya berwarna putih atau kuning. Dibagian tengah daging umbi terdapat suatu jaringan yang tersusun dari serat. Antara kulit dalam dan daging umbi terdapat lapisan kambium (Hillocks *et al.* 2002). Daun singkong memiliki tangkai panjang dan helaian daunnya menyerupai telapak tangan, dan tiap tangkai mempunyai daun sekitar 3-8 lembar. Tangkai daun tersebut berwarna kuning, hijau atau merah (Charles 2009). Menurut Devendra (1977) produk utama tanaman ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu daun 6%, batang 44% dan umbi 50%. Haroen (1993) merinci lebih lengkap bahwa persentase tepung tapioka berkisar antara 20-24%, dan hasil samping yang dihasilkan selama proses pengolahan adalah kulit luar 2%, kulit dalam 15% dan onggok 5-15%.

Tanaman singkong menghasilkan umbi setelah berumur 6 bulan, dan pada umur 12 bulan dapat menghasilkan umbi basah sampai 30 ton per ha (Prihatman 2000). Turmudi *et al.* (2005) menyatakan bahwa tanaman ini sebagai sumber pangan karena mengandung karbohidrat yang tinggi juga mengandung zat nutrien lain. Umbi dari hasil tanaman singkong banyak digunakan sebagai bahan baku produk olahan seperti tapioka dan produk makanan lainnya (Damarti 2000). Daun muda berguna untuk berbagai macam sayur. Batangnya dapat digunakan untuk kayu bakar dan kadang-kadang untuk pagar hidup (Prihatman 2000). Selain itu

juga singkong merupakan tanaman yang potensial digunakan sebagai pakan ternak, dan dapat menghasilkan biomassa sumber energi pada bagian umbi dan protein pada daun dalam jumlah besar (Wanapat 2005; Kustantinah *et al.* 2005).

Telah banyak peneliti melaporkan tentang kandungan nutrisi singkong sebagai bahan pakan ternak. Bagian umbi, kulit dan onggok memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi, sehingga dapat dijadikan sebagai sumber energi bagi babi dan unggas (Ukachukwu 2005; Dimuth *et al.* 2004; Maria *et al.* 2002; Aro 2008). Umbi, kulit dan onggok bukan merupakan sumber lemak dan protein karena kandungan protein dan lemak yang sangat rendah (Chauynarong *et al.* 2009). Daun singkong merupakan sumber protein, vitamin, mineral dan asam amino esensial (Madruga & Camara 2000; Wobeto *et al.* 2007; Chauynarong *et al.* 2009) yang berguna untuk pertumbuhan ternak. Kandungan pro vitamin A sebesar 53 mg/100g dan xantofil 92 mg/100g (Ping & Tang 2002). Komposisi nutrisi singkong tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi nutrisi singkong

Komponen	Jumlah (% BK)			
	Umbi singkong ¹	Daun singkong ²	Onggok tapioka ³	Kulit singkong ⁴
Karbohidrat	87.84			64.60
Protein kasar	0.96	20.24	1.12	4.51
Lemak kasar	0.65	10.27	2.03	3.10
Serat kasar	1.50	20.60	10.20	12.50
Abu	1.70	2.28	2.74	6.70
Kalsium		0.25		0.03

Sumber: ¹ Garlina (2003), ² Murugeswari *et al.* (2006), ³ Aro (2008), ⁴ Oboh & Akihdahumsi (2003)

Faktor Pembatas Singkong sebagai Pakan dan Pengaruh terhadap Ternak

Serat Kasar

Walaupun singkong (umbi) mempunyai kandungan energi tinggi, tetapi kandungan serat kasarnya juga cukup tinggi (10.94-20.60%) terutama pada daun sehingga penggunaan dalam pakan unggas menjadi terbatas (Ly *et al.* 2002). Singkong secara umum karbohidratnya berbentuk pati, tetapi juga merupakan sumber polisakarida non pati. Polisakarida non pati merupakan salah satu penyusun serat kasar. Hemiselulosa dan selulosa merupakan bagian terbesar dari komponen polisakarida non pati (Alemawor *et al.* 2009).

Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel (Kogel-Kabner 2002) dan hampir tidak pernah ditemui dalam keadaan murni di alam, melainkan berikatan dengan bahan lain, yaitu hemiselulosa dan lignin (Lynd *et al.* 2002). Kandungan selulosa pada dinding sel tanaman sekitar 35% (Lynd *et al.* 2002) sampai 45% bahan kering (Perez *et al.* 2002). Selulosa tersusun atas polimer glukosa dengan ikatan glikosidik β -1.4 dalam rantai lurus dengan bangun dasar berupa suatu selobiosa yaitu dimer dari glukosa (Kogel-Kabner 2002). Ikatan hidrogen yang terjadi antara molekul selulosa menghasilkan formasi bagian kristal yang sulit ditembus air (Foyle *et al.* 2007). Selulosa mengandung sekitar 50-90% bagian kristal dan sisanya bagian amorf (Jacobsen & Wyman 2000).

Hemiselulosa merupakan karbohidrat berstruktur kompleks yang tersusun atas beberapa polimer seperti pentosa (xilosa, arabinosa), heksosa (manosa, glukosa, galaktosa) dan asam gula (Dashtban *et al.* 2009). Hemiselulosa mempunyai berat molekul lebih kecil dibandingkan selulosa dengan cabang rantai pendek terdiri dari gula yang berbeda (Perez *et al.* 2002) sehingga menjadi lebih mudah dihidrolisis (Hendriks & Zeeman 2009). Jumlah hemiselulosa berkisar 25% sampai 30% dari berat kering bahan lignoselulosa (Perez *et al.* 2002). hemiselulosa membentuk ikatan hidrogen dan mikrofibril selulosa yang meningkatkan stabilitas matriks selulosa-hemiselulosa-lignin (Foyle *et al.* 2007).

Pengaruh serat kasar pada unggas bermacam-macam antara lain mempengaruhi viskositas dalam saluran pencernaan, panjang dan berat saluran pencernaan dan ekskreta menjadi lebih basah (Berwal *et al.* 2008). Serat kasar ini (selulosa dan hemiselulosa) dapat dimanfaatkan tubuh melalui proses fermentasi gastrointestinal. Proses tersebut pada unggas sangat terbatas sehingga bahan pakan yang mengandung serat kasar tinggi pada umumnya sukar dimanfaatkan (Purwadaria *et al.* 2003). Walaupun demikian itik relatif mempunyai kemampuan mencerna serat kasar ransum yang relatif tinggi dibandingkan dengan ayam, oleh karena itu nilai energi metabolis ransum yang diperoleh itik bisa lebih tinggi 5-6% dibandingkan dengan nilai energi metabolis ransum yang diperoleh ayam (Leeson & Zubair 2000). Hal ini merupakan suatu keuntungan, sehingga itik bisa diberi ransum dengan kandungan energi rendah sampai sedang.

Hasil penelitian terdahulu tentang batasan serat kasar dalam ransum anak itik memberikan informasi yang berbeda sesuai dengan bahan makanan yang dijadikan sumber serat kasarnya. Hasil penelitian Warmadewi *et al.* (2008) menunjukkan bahwa penggunaan 30% pod kakao dengan kandungan serat kasar dalam ransum sebesar 11.95%, menurunkan berat badan akhir, penambahan berat badan dan efisiensi penggunaan ransum pada itik Bali jantan umur 2–8 minggu. Anitha *et al.* (2009) menyebutkan bahwa produksi telur itik meningkat dengan kandungan serat kasar dalam ransum 8% dibandingkan 12%. Mangisah *et al.* (2007) melaporkan bahwa pemberian aras serat kasar sampai 15% dalam ransum yang mengandung serbuk gergaji tidak mempengaruhi konsumsi ransum, kadar kolesterol darah, dan penambahan bobot badan itik tegal jantan. Selanjutnya El Beeli *et al.* (2002) menyatakan bahwa daya cerna itik menurun dengan semakin meningkatnya kandungan serat kasar sampai 26.8% dari berbagai bahan baku pakan berserat.

Sianida

Senyawa glukosida sianogenik yang mengandung sianida menyebabkan pemakaian singkong secara luas untuk ternak juga menjadi terbatas (Oluremi & Nwosu 2002). Glukosida sianogenik yang terdapat pada tanaman singkong berupa linamarin dan lotaustralin dengan perbandingan 95:5 (Siritunga *et al.* 2003). Tinggi rendahnya kadar sianida yang dihasilkan pada proses hidrolisis glukosida tersebut tergantung pada varietas tanaman tersebut (Cardoso *et al.* 2005). Chauynarong *et al.* (2009) melaporkan bahwa singkong dibedakan atas dua tipe, yaitu varietas pahit dan varietas manis. Singkong manis mengandung sianida kurang dari 50 mg/kg, sedangkan yang pahit mengandung sianida lebih dari 50 mg/kg. Faktor lain yang mempengaruhi kandungan sianida dari singkong adalah genetik tanaman, umur tanaman, tingkat kematangan dan kesuburan tanah (Wobeto *et al.* 2007).

Kandungan glukosida sianogenik tersebar diseluruh bagian tanaman dengan konsentrasi yang berbeda-beda. Glukosida ini disintesis di daun dan kemudian ditranslokasi ke umbi dan bagian lain dari tanaman tersebut (Siritunga *et al.* 2003). Kandungan glukosida tertinggi pada daun, sedangkan yang terendah terdapat pada umbi (Cardoso *et al.* 2005). Kandungan glukosida sianogenik pada

daun berkisar 200–1 300 ppm HCN per kg berat segar, sedangkan pada umbi berkisar 10-500 ppm HCN per kg berat segar (Siritunga *et al.* 2003). Menurut Shreve (2002) sianida akan bersifat racun pada level 300-500 ppm bila dimakan ternak.

Toksisitas pada tanaman singkong terjadi akibat sianida yang terbebaskan ketika glukosida sianogenik terhidralisis oleh enzim linamarase. Menurut Stuempf *et al.* (1999) toksisitas sianida bagi ternak tergantung pada kondisi fisiologis ternak tersebut. Selanjutnya Chandra *et al.* (2008) menyatakan sianida menghabiskan persediaan iodium tubuh dan menekan fungsi normal akibatnya terjadi pembesaran kelenjar gondok pada anak manusia, sedangkan Rockwood *et al.* (2002) menyatakan sianida akan bereaksi dengan haemoglobin membentuk sianohaemoglobin, akibatnya haemoglobin tidak mampu mengikat oksigen. Onabolu *et al.* (2000) menyebutkan sianida dalam tubuh akan membentuk senyawa tiosianat bersama sulfur yang berasal dari asam amino metionin dan sistein sehingga dapat mengganggu ketersediaan asam amino ini, selain itu tiosianat yang terbentuk akan menghambat penyerapan iodium pada kelenjar tiroid.

Hasil penelitian terdahulu memberi informasi yang berbeda tentang pengaruh sianida dari singkong pada ternak. Okafor *et al.* (2008) menyatakan bahwa adanya sianida menyebabkan penurunan bobot badan dan peningkatan berat organ dalam pada tikus. Menurut Carew *et al.* (1998), kandungan sianida pada *Mucuna utilis* mempengaruhi performa ternak. Hal yang sama juga dilaporkan Faraya (2003) bahwa konsumsi ransum, penambahan bobot badan dan bobot badan akhir itik mandalung menurun dengan semakin meningkatnya pemberian daun singkong yang mengandung sianida. Arius (2003) menganjurkan bahwa daun singkong dapat digunakan sampai taraf 10% dalam ransum itik mandalung dari umur 0-10 minggu. Namun ada juga peneliti melaporkan bahwa tidak ada perbedaan performa broiler dengan pemberian umbi singkong pada level 10% dan 30% dalam ransum (Chou *et al.* 1974; Stevenson & Jackson 1983). Eruvbetine *et al.* (2003) menyatakan bahwa pencampuran umbi dan daun singkong yang digiling dengan perbandingan 50:50 memberi tekstur yang baik,

meningkatkan protein kasar dan menurunkan sianida. Pemberian 10% campuran tersebut memberi efek pada performa dan konversi yang baik dan tidak merusak hematologi dan persentase karkas.

Peranan Enzim Cairan Rumen

Rumen merupakan suatu ekosistem yang kompleks dan dihuni oleh beraneka ragam mikroba anaerob yang keberadaannya sangat tergantung pada jenis pakan (Colombatta *et al.* 2003). Menurut Colombatta *et al.* (2000), cairan rumen berfungsi sebagai buffer yang membantu mempertahankan pH pada kisaran 6.2-6.8. pH tersebut dipertahankan oleh adanya saliva yang masuk kedalam rumen, dimana kondisi tersebut memungkinkan mikroorganisme hidup dalam rumen.

Mikroba-mikroba rumen mensekresikan enzim-enzim pencernaan kedalam cairan rumen untuk membantu mendegradasi partikel makanan. Enzim-enzim tersebut antara lain adalah enzim pendegradasi substrat selulosa yaitu selulase, hemiselulosa/xilosa adalah hemiselulase/xilanase, pemecah pati adalah amilase, pemecah pektin adalah pektinase, pemecah lipid/lemak adalah lipase, pemecah protein adalah protease dan lain-lain (Kamra 2005). Aktivitas enzim cairan rumen juga tergantung dari komposisi atau perlakuan pakan (Moharrery & Das 2001). Pan *et al.* (2003) melaporkan bahwa aktivitas enzim-enzim pencernaan dalam cairan rumen disebabkan oleh posisi rumen, dimana pada bagian bawah perut rumen aktivitas enzim fibrolitik lebih tinggi dibandingkan bagian atas perut rumen. Enzim selulase adalah suatu kompleks enzim yang terdiri dari beberapa enzim yang bekerja secara bertahap atau bersama-sama mengurai selulosa menjadi glukosa, yakni endoglukanase atau karboksimetilselulase (CMC-ase), eksoglukanase, dan β -glukosidase (Beauchemin *et al.* 2003).

Peranan Bakteri *Leuconostoc mesenteroides*

Leuconostoc mesenteroides merupakan salah satu marga dari bakteri asam laktat. Bakteri ini bereaksi positif terhadap pewarnaan, bentuk sel kokus, tidak membentuk spora, tidak bergerak, katalase negatif, tumbuh lebih baik pada kondisi anaerob atau mikroaerofilik dan hidup pada kondisi pH 6.5. Berdasarkan

tipe fermentatif *Leuconostoc mesenteroides* digolongkan ke dalam heterofermentatif, dimana glukosa dikonversikan menjadi asam laktat, etanol dan gas CO₂ (Hemme *et al.* 2004).

Bakteri asam laktat ini dapat memproduksi β -glukosidase yang berperan dalam proses hidrolisis glukosida sianogenik. Hasil penelitian Lei *et al.* (1999) menunjukkan bahwa bakteri *Leuconostoc mesenteroides* mampu memecah linamarin dari singkong sebagai akibat adanya aktivitas β -glukosidase yang menghidrolisis glukosida sianogenik. Kobawila *et al.* (2005) menyebutkan bahwa produk singkong fermentasi mempunyai aktivitas enzim β -glukosidase pada *Lactococcus lactis* sebesar 0.006 U/ml, *Leuconostoc mesenteroides* sebesar 0.025 U/ml, *Lactobacillus plantarum* sebesar 0.003 U/ml dan *Lactobacillus sp* sebesar 0.001 U/ml. Selanjutnya Gueguen *et al.* (1997) melakukan purifikasi dan karakterisasi aktivitas β -glukosidase dari bakteri *Leuconostoc mesenteroides* yang berasal dari singkong. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa β -glukosidase dari bakteri *Leuconostoc mesenteroides* mampu menghidrolisis glukosida sianogenik dan berpotensi dalam proses detoksifikasi sianida pada singkong.

Proses dan Kualitas Silase

Silase adalah pakan produk fermentasi hijauan, hasil samping pertanian dan agroindustri dengan kadar air tinggi yang diawetkan dengan menggunakan asam, baik yang disengaja ditambahkan maupun secara alami dihasilkan bahan selama penyimpanan dalam kondisi anaerob (Moran 2005; Johnson & Harrison 2001). Proses kimiawi atau fermentasi yang terjadi selama penyimpanan silase disebut ensilase, sedangkan tempatnya disebut silo (McDonald *et al.* 1991). Tujuan utama pembuatan silase adalah untuk mengawetkan dan mengurangi kehilangan nutrisi suatu hijauan untuk dimanfaatkan pada masa mendatang (Schroeder 2004; Jones *et al.* 2004) serta menurunkan sianida (Murugeswari *et al.* 2006; Kizilsimsek *et al.* 2006). Silase dapat dibuat dari berbagai macam tanaman, seperti rumput sereal, kacang-kacangan dan tanaman lain. Ciri tanaman yang ideal untuk diawetkan sebagai silase adalah : (1) mengandung cukup substrat untuk proses fermentasi dalam bentuk karbohidrat terlarut dalam air, (2) mampu mempertahankan perubahan pH yang rendah, (3) mengandung 20% bahan kering didalam bahan segar, (4) mempunyai struktur fisik yang baik sehingga

memudahkan pemadatan dalam silo dan cukup mengandung zat-zat makanan yang lain. Banyak tanaman tidak memenuhi persyaratan tersebut sehingga diperlukan perlakuan tambahan seperti pencacahan, pelayuan dan penambahan aditif. Penambahan aditif mempercepat terjadinya asam pada silase (Pedroso *et al.* 2006). Proses fermentasi silase secara garis besar terdiri dari 4 fase : (1) fase aerob, (2) fase fermentasi, (3) fase stabil dan (4) fase pengeluaran untuk diberikan pada ternak (Moran 2005; Schroeder 2004; Jones *et al.* 2004).

Fase aerob atau fase respirasi dimulai sejak bahan dimasukkan ke dalam silo. Lama terjadinya proses dalam tahap ini tergantung pada kekedapan udara dalam silo, dalam kekedapan udara yang baik maka fase ini hanya akan berjalan beberapa jam saja. Untuk menghindari dampak negatif dari fase aerob ini, maka pengisian dan penutupan silo harus dilakukan dalam waktu singkat dan cepat. (Bolsen & Sapienza 1993).

Fase fermentasi terjadi saat keadaan anaerob dicapai dan mikroba anaerob mulai berkembang. Bakteri asam laktat merupakan mikroorganisme yang memegang peranan penting pada ensilase. Mikroorganisme yang lain seperti *Enterobacteria*, *Clostridia*, ragi dan kapang memiliki pengaruh yang negatif pada kualitas silase. Mikroorganisme ini akan berkompetisi dengan bakteri asam laktat untuk menfermentasi karbohidrat yang mudah larut dalam air (WSC) dan memproduksi senyawa yang mengganggu proses pengawetan pakan ternak (Bolsen *et al.* 2000). Schroeder (2004) menyatakan bahwa fase fermentasi diawali dengan pertumbuhan bakteri yang menghasilkan asam asetat. Bakteri ini menfermentasi karbohidrat terlarut dan memproduksi asam asetat sebagai hasil akhirnya. Produksi asam asetat akan menurunkan pH, hingga pertumbuhannya akan terhambat pada pH dibawah 5. Penurunan pH terus berlangsung seiring dengan meningkatnya jumlah kelompok bakteri penghasil asam laktat. Bakteri ini akan terus berkembang sampai pH sekitar 4. Fase ini adalah fase terpanjang pada proses ensilase.

Masa aktif pertumbuhan bakteri asam laktat berakhir karena berkurangnya komponen WSC (*Water Soluble Carbohydrates*), maka ensilase memasuki fase stabil. Bakteri asam laktat menfermentasi gula yang dirombak dari hemiselulosa, sehingga menyebabkan lambatnya penurunan pH. Faktor lain yang

mempengaruhi adalah kondisi silo dalam mempertahankan suasana anaerob (Bolsen *et al.* 2000). Pada fase stabil proses pertumbuhan dan kematian bakteri asam laktat seimbang. Hal ini disebabkan pada kondisi ini hanya beberapa mikroorganisme saja yang mampu bertahan, sehingga tidak terjadi lagi peningkatan produksi asam (Schroeder 2004).

Fase pengeluaran untuk pakan ternak dilakukan setelah silase melewati masa simpan yang cukup. Menurut Schroeder (2004) hampir 50% bahan kering dirusak oleh mikroba aerob yang menyebabkan kebusukan terjadi pada fase ini. Oksigen secara bebas akan mengkontaminasi permukaan silase, kehilangan bahan kering terjadi karena mikroorganisme aerob akan mengkonsumsi gula, hasil akhir fermentasi dan nutrisi lainnya yang terlarut dalam silase.

Secara umum kualitas silase dipengaruhi oleh tingkat kematangan tanaman, kadar air, ukuran partikel bahan, penyimpanan pada saat ensilase dan pemakaian aditif (Moran 2005). Lebih lanjut dijelaskan faktor lain yang mempengaruhi kualitas silase yaitu : 1) karakteristik bahan meliputi; kandungan bahan kering, kapasitas penyangga, struktur fisik dan varietas, 2) tata laksana pembuatan silase yaitu ukuran partikel, kecepatan pengisian silo, kepadatan pengepakan dan penyegelan silo, 3) keadaan iklim yaitu suhu dan kelembaban (Bolsen & Sapienza 1993).

Keberhasilan pembuatan silase berarti memaksimalkan nutrisi yang dapat diawetkan pada hijauan. Pengamatan fisik produk silase seperti warna, bau dan penampakan lainnya hanya menggambarkan nilai nutrisi secara umum, sedangkan untuk mendapatkan hasil yang akurat maka perlu dilakukan analisis kimia (Macaulay 2004). Pengukuran bahan kering, pH, kandungan protein, serat kasar, amonia dan asam organik, kadar gula serat jumlah mikrobial merupakan parameter yang dijadikan untuk menggambarkan kualitas silase (Kung & Shaver 2001; Saun & Heinrichs 2008). Tabel 3 memperlihatkan karakteristik kualitas produk silase.

Tabel 3 Kriteria kualitas produk silase

Kriteria	baik sekali	Baik	Sedang	Buruk
Warna	hijau tua	hijau kecoklatan	hijau kecoklatan	Tidak hijau
cendawan dan lendir	Tidak ada	Sedikit	Banyak	Lebih banyak
Kebersihan	Bersih	Bersih	Kurang	Kotor
Bau	Asam	Asam	Kurang asam	Busuk
Rasa	Asam	Asam	Asam	Tidak asam
pH	3.2-4.2	4.2-4,5	4.5-4.8	>4.8
N-NH ₃	<10%total N	10-15%total N	>20% total N	>20% total N
Asam butirat	Tidak ada	Sedikit	Banyak	Banyak

Sumber: Wilkins 1988

Itik Jantan

Itik merupakan salah satu unggas air (*waterfowls*) yang termasuk dalam kelas *Aves*, ordo *Anseriformes*, famili *Anatidae*, subfamili *Antinae*, tribus *Anatini*, genus *Anas* dan species *Anas platyrhynchos* (Srigandono 1998). Itik merupakan salah satu jenis unggas yang banyak dipelihara oleh masyarakat pedesaan. Keberadaan itik tersebar di seluruh Indonesia dengan berbagai nama sesuai dengan lokasi tempat berkembangnya (Rohaeni & Rina 2006). Ternak itik di Indonesia banyak dibudidayakan di beberapa kabupaten di Kalimantan Selatan, Jawa Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta, Jawa Timur dan Bali. Itik tegal, itik Alabio dan itik Bali merupakan itik lokal Indonesia yang termasuk ke dalam itik *Indian Runner*. Ketiga itik tersebut diberi nama berdasarkan daerah asal perkembangan (Direktorat Jendral Peternakan 2008).

Budidaya ternak itik di Indonesia terutama ditujukan untuk produksi telur. Hal ini cukup beralasan karena selain kemampuan produksi yang cukup tinggi, harga telur juga relatif tinggi. Di lain pihak sebagai penghasil daging, itik kurang populer dan kurang disukai masyarakat. Hanya sebagian masyarakat saja yang telah biasa mengkonsumsinya, yaitu masyarakat pedesaan, masyarakat cina dan masyarakat Kalimantan Selatan (Rohaeni & Rina 2006). Menurut Randa (2007), salah satu faktor yang turut mempengaruhi rendahnya minat atau selera masyarakat dalam mengkonsumsi daging itik karena adanya bau amis pada daging itik tersebut.

Proporsi itik jantan dan betina yang dihasilkan pada penetasan dalam keadaan seimbang, sedangkan harga anak itik jantan biasanya sangat rendah dan belum banyak dimanfaatkan. Harga DOD (Day Old Duck) itik jantan yang rendah disebabkan secara umum itik di Indonesia dimanfaatkan untuk menghasilkan telur, sehingga yang diseleksi hanya itik betina (Direktorat Jendral Peternakan 2008). Itik jantan yang tidak dipakai sebagai bibit, berpotensi untuk dijadikan sumber daging. Hasil penelitian Sukada *et al.* (2007) menunjukkan bahwa itik jantan yang diberi pakan pollard, kulit kacang kedelai dan pod kakao yang difermentasi dengan ragi umur 8 minggu, menghasilkan bobot badan akhir antara 1220.00-1340.63 g, dengan persentase karkas antara 56.25-57.90%. Ginting & Umar (2005) menyatakan bahwa itik pedaging sebaiknya dipotong pada umur 9-12 minggu, dengan bobot badan berkisar 2-2.7 kg.

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI *Leuconostoc mesenteroides* PENDEGRADASI SIANIDA

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri *Leuconostoc mesenteroides* dari umbi singkong fermentasi yang berfungsi sebagai pendegradasi sianida. Menggunakan umbi singkong yang sudah diparut dan diinkubasi dalam kondisi anaerob selama tujuh hari pada suhu kamar. Identifikasi dilakukan terhadap ciri-ciri morfologis, fisiologis dan sifat-sifat biokimiawi isolat, selanjutnya isolat diuji aktivitas β -glukosidase dan konsentrasi sianida. Hasil pengamatan terdapat 4 isolat (A, B, C dan D) sebagai bakteri *Leuconostoc mesenteroides* yang mampu menurunkan sianida dibandingkan dengan kontrol. Kesimpulan dari penelitian ini adalah isolat C mempunyai kemiripan terbesar dengan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* dengan aktivitas enzim β -glukosidase yang tinggi dan konsentrasi sianida yang rendah.

Kata kunci: isolat, identifikasi, β -glukosidase, *Leuconostoc mesenteroides*, sianida

Abstract

The research was conducted to isolate and identify *Leuconostoc mesenteroides* bacteria from fermented cassava tuber, which can degrade cyanide. The ground cassava tubers were incubated in anaerob condition for seven days in room temperature. Identification was done based on morphology, physiology and biochemistry characteristics of isolates, and then the isolates were examined their β -glukosidase activity and cyanide degradation. The results showed that there were 4 isolates (A, B, C and D) as *Leuconostoc mesenteroides* bacteria that had ability to reduce cyanide in cassava tuber. The conclusion of this research was that C isolate had the biggest similarity with *Leuconostoc mesenteroides* bacteria and had the highest enzyme β -glukosidase activity as well as the lowest cyanide concentration.

Keywords: isolate, identification, β -glukosidase, *Leuconostoc mesenteroides*, cyanide

Pendahuluan

Pemecahan glukosida sianogenik terjadi apabila jaringan tanaman rusak, sehingga enzim β -glukosidase atau linamarase yang terdapat pada jaringan tersebut dibebaskan dan bekerja menghidrolisis senyawa glukosida tersebut dan pada akhirnya dihasilkan sianida bebas.

Sianida bebas yang dihasilkan dari glukosida sianogenik ini dikenal sebagai racun yang amat kuat. Pada dosis yang besar menyebabkan keracunan akut yang mematikan. Pada dosis yang rendah sekali kemungkinan dijumpai

gejala keracunan yang kronik. Keadaan ini menjadikan faktor pembatas dari singkong untuk dipakai secara langsung baik untuk ternak maupun manusia.

Bakteri yang diisolasi dari fermentasi umbi singkong akan lebih efektif untuk menurunkan kadar sianida, karena bakteri tersebut mudah beradaptasi dibandingkan bakteri yang diisolasi dari produk lain. *Leuconostoc mesenteroides* merupakan salah satu dari kelompok bakteri asam laktat dan dapat diisolasi dari fermentasi umbi singkong (Amoa-Awua *et al.* 1996). Presentase bakteri ini sebesar 14.5% dari bakteri asam laktat dan menghasilkan enzim β -glukosidase, yang berperan dalam menghidrolisis glukosida sianogenik (Obilie *et al.* (2004). Hasil penelitian Gueguen *et al.* (1997) menunjukkan bahwa aktivitas enzim β -glukosidase dari bakteri *Leuconostoc mesenteroides* yang diisolasi dari singkong mampu menghidrolisis glukosida sianogenik. Glukosida sianogenik yang terdapat pada singkong dihidrolisis dengan bantuan enzim β -glukosidase menjadi sianohidrin dan glukosa. Enzim hidrosinitril liase akan mengubah sianohidrin menjadi aseton dan sianida. Semakin tinggi aktivitas β -glukosidase yang dihasilkan oleh bakteri *Leuconostoc mesenteroides* maka semakin sedikit sianida yang dihasilkan untuk proses detoksifikasi. Berdasarkan hal diatas dilakukan penelitian isolasi dan identifikasi bakteri *Leuconostoc mesenteroides* dari umbi singkong fermentasi pendegradasi sianida.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan isolat bakteri *Leuconostoc mesenteroides* dari umbi singkong fermentasi. Manfaat penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan galur bakteri *Leuconostoc mesenteroides* yang mampu mendegradasi sianida.

Bahan dan metode

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan dari bulan Juni sampai Oktober 2007 di Laboratorium Mikrobiologi Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi Institut Pertanian Bogor dan Laboratorium Nutrisi Ternak Perah Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah umbi singkong varietas pahit diperoleh dari industri tapioka Kedung Halang Bogor. Medium yang digunakan antara lain MRSB (*de man rogosa shape broth*), MRSA (*de man rogosa shape agar*), bakto agar, pewarnaan gram, gibson semi solid, ekstrak khamir, trypton, pepton, L-arginin monoklorida, dan beberapa medium penunjang seperti sukrosa, galaktosa, rafinosa, fruktosa, arabinosa, laktosa, xilosa, maltosa, mannitol, dan selulosa. Untuk pengujian konsentrasi sianida digunakan media MRSB, KCN, buffer CN, kloramin t, asam barbiturik dan piridin.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi inkubator, autoklaf, bunsen, spektrofotometer, mikroskop, cawan petri, ose, pH meter, tabung reaksi, labu erlenmeyer, gelas ukur, gelas piala, vorteks, mikropipet, koloni counter, jangka sorong, timbangan dan batang pengaduk.

Metode Penelitian

Persiapan Sampel

Umbi singkong yang sudah diparut, dimasukkan ke dalam plastik sampai padat. Kemudian ditutup rapat dan diinkubasi dalam kondisi anaerob selama tujuh hari pada suhu kamar.

Isolasi Bakteri (Aryanyata 1991)

Isolasi bakteri dilakukan dengan mensuspensikan sebanyak 10 g sampel kedalam 90 ml larutan 0.85% NaCl (pengenceran 10^{-1}). Kemudian dibuat pengenceran berseri sampai 10^{-6} kedalam larutan garam fisiologis, tiga seri dari pengenceran terakhir diplating sebanyak 1 ml kedalam cawan petri steril. Tambahkan 15-20 ml media MRS agar untuk melihat pertumbuhan koloni. Lakukan penggoyangan secara mendatar dan setelah agar membeku, diinkubasi pada suhu 37°C selama 24-48 jam.

Koloni yang diamati dengan penampakan rata dan berwarna kuning disekitar koloni. Koloni dengan warna dan ukuran yang berbeda digoreskan kembali ke medium yang sama dengan goresan kuadran (pemurnian). Inkubasi dilakukan pada kondisi yang sama dengan diatas. Penggoresan dilakukan sampai didapat koloni yang seragam, sebanyak empat koloni yang murni dipilih dan

dilakukan pewarnaan gram dan uji katalase. Sebagai pembanding untuk mendapat koloni yang sama, dilihat juga koloni yang didapat dari isolat murni *Leuconostoc mesenteroides* yang diperoleh dari UGM. Keempat isolat murni dibuatkan stok kultur dalam media MRSA yang ditambah CaCO_3 dan disimpan suhu pada $5-7^\circ\text{C}$ selama dua bulan.

Identifikasi Bakteri (Fardiaz 1989)

Keempat isolat diidentifikasi sampai tingkat species, langkah pertama yang dilakukan adalah mempersiapkan kultur kerja dari stok kultur. Caranya adalah dengan menginokulasikan sebanyak 3-4 ose stok kultur kedalam MRS broth dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Identifikasi dilakukan terhadap ciri-ciri morfologis, fisiologis dan sifat-sifat biokimiawi bakteri.

Ciri- Ciri Morfologis

Ciri morfologis yang diamati adalah pewarnaan gram, katalase, motilitas dan spora. Metode pengamatan sebagai berikut:

Pewarnaan Gram (Hadioetomo 1993)

Sebanyak 1 lup penuh air steril diletakkan pada kaca objek, kemudian dengan jarum ose steril pindahkan sedikit isolat keatasnya, campurkan dan sebarkan hingga rata dan dibiarkan olesan kering udara. Kaca objek dilalukan diatas api bunsen, dimana kaca objek harus terasa agak panas bila ditempelkan pada punggung tangan, atau sekali-kali kering anginkan di udara hingga terbentuk lapisan kultur yang tipis dan merata.

Pewarnaan gram dimulai dengan meneteskan pewarna primer (kristal violet) secara merata diatas kultur pada kaca objek, dan dibiarkan selama 1 menit. Miringkan kaca objek untuk membuang kelebihan kristal violet, lalu dibilas dengan air dari botol pijit dan sisa air diserap dengan menggunakan kertas serap. Olesan ditetesi dengan lugol selama 2 menit, miringkan kaca objek seperti diatas dan kemudian bilas dengan air, sisa warna yang masih ada dihilangkan dengan pemucat warna etanol 95%, tetes demi tetes selama 10-20 detik sampai zat warna kristal tidak terlihat lagi mengalir dari kaca objek. Cuci kembali dengan air dari botol pijit, lalu tiriskan dan selanjutnya ditetesi dengan larutan safranin selama 10-

20 detik. Miringkan kaca objek dan kembali dibilas dengan air dari botol pijit, tiriskan dan sisa air yang masih ada diserap dengan kertas serap. Preparat siap untuk diperiksa dengan mikroskop.

Pemeriksaan dengan mikroskop dilakukan dengan menggunakan lensa objektif minyak imersi, dimulai dari pembesaran yang terendah dan berangsur-angsur diganti dengan yang tertinggi. Pengamatan dilakukan terhadap bentuk, cara pengelompokan (tunggal, berpasangan, berantai, bergerombolan). Reaksi gram positif ditandai dengan warna sel ungu atau biru dan gram negatif bewarna merah muda.

Uji Katalase (Hadioetomo 1993)

Sebanyak 2 tetes H_2O_2 3% diletakkan diatas kaca objek yang bersih, kemudian dipindahkan dengan lup inokulasi satu ose kultur isolat keatasnya dan campurkan hingga merata. Timbulnya gelembung-gelembung gas CO_2 menunjukkan uji katalase positif.

Uji Motilitas (Fardiaz 1989)

Secara aseptis dengan jarum ose yang diluruskan bagian ujungnya. Sebanyak satu ose kultur ditusuk dalam media motiliti medium (MM) 0.5%. Media tersebut diinkubasi pada suhu optimum $30^\circ C$ selama 24 jam. Bila pertumbuhan koloni penyebar maka uji motilitas bersifat positif dan bila pertumbuhan hanya berupa garis saja maka uji motilitas bersifat negatif.

Uji Spora (Fardiaz 1989)

Air steril sebanyak 1-2 lup penuh diletakan kedalam kaca objek. Jarum inokulasi mengambil sedikit biakan dan diletakan diatas tetesan air steril pada kaca objek. Kultur yang diletakan diatas tetesan air steril, dicampurkan dan disebarakan hingga rata. Olesan dibiarkan kering oleh udara, kaca objek yang telah berisi biakan tersebut dilalukan diatas api bunsen hingga terasa panas. Olesan kultur ditetesi *malacite green* dan dipanaskan diatas api selama 10 detik. Olesan dibilas dengan air dari botol akuades, setelah kelebihan air pada kaca objek diserap menggunakan kertas serap. Olesan bakteri ditetesi dengan sapronin, kaca

objek dimiringkan untuk membuang kelebihan safronin, lalu olesan dibilas dengan air dari botol akuades, setelah itu kelebihan air pada kaca objek diserap menggunakan kertas serap. Isolat diamati dengan menggunakan mikroskop.

Ciri-Ciri Fisiologis

Ciri fisiologis yang diamati adalah pertumbuhan pada berbagai suhu, pH dan penambahan etanol 10%. Metode pengamatan sebagai berikut:

Pertumbuhan pada Suhu Berbeda (Hayakawa 1993)

Satu lup kultur isolat diinokulasikan kedalam tabung yang berisi medium MRSB (masing-masing duplo). Diinkubasikan selama 7-14 hari dengan mengatur suhu satu seri tabung pada suhu 15°C, 30°C, 37°C dan 45°C. Adanya pertumbuhan terlihat dengan adanya kekeruhan pada tabung.

Pertumbuhan pada pH Berbeda (Hayakawa 1993)

Satu lup kultur isolat diinokulasikan kedalam tabung yang berisi medium MRSB (masing-masing duplo). Diinkubasikan selama 7-14 hari pada suhu 30°C dengan mengatur pH satu seri tabung pada pH 6.5 dan 4.8. Adanya pertumbuhan terlihat dengan adanya kekeruhan pada tabung.

Pertumbuhan pada Etanol (Hayakawa 1993)

Satu seri tabung yang berisi MRSB ditambahkan etanol dengan konsentrasi 10%, satu seri tabung MRSB dibuat sebagai kontrol. Selanjutnya diinokulasikan 1 lup penuh kultur isolat dan inkubasi dilakukan pada suhu 30°C selama 7-14 hari. Pertumbuhan dilihat dengan membandingkan antara kontrol dan perlakuan, bila terjadi kekeruhan maka dinyatakan adanya pertumbuhan.

Ciri-Ciri Biokimiawi

Ciri biokimia yang diamati adalah produksi CO₂ dari glukosa, produksi amonia dari arginin, produksi dekstran dari sukrosa, fermentasi karbohidrat (selulosa, sukrosa, laktosa, rafinosa, arabinosa, fruktosa, manitol, maltosa, xilosa, galaktosa). Metode pengamatan sebagai berikut:

Produksi CO₂ dari Glukosa (Nuraida 1988)

Media agar semi padat gibson dicairkan dan diturunkan suhunya sampai 45°C, tambahkan kira-kira 0.5 ml isolat kultur yang telah ditumbuhkan dalam MRSB, selanjutnya tuangkan agar cair di atasnya kira-kira 2-3 cm untuk

menciptakan kondisi anaerobik. Inkubasi dilakukan pada suhu 30°C selama 2-5 hari. Reaksi positif ditandai dengan terbentuk gas yang ditandai dengan pecahnya agar.

Produksi Amonia dari Arginin (Nuraida 1988)

MRSB arginin (MRSB+0.3% arginin) diinokulasikan dengan 1 ose kultur. Kultur kemudian diinkubasikan suhu 30°C selama 2-5 hari. Kultur isolat sebanyak 0.5-1 ml dimasukkan kedalam tabung reaksi kosong dan ditambahkan reagen nessler dengan volume yang sama. Reaksi positif ditandai warna orange kecoklatan setelah penambahan reagen nessler.

Produksi Dekstran dari Sukrosa (Harrigan & McCance 1976)

Sebanyak 0.1 ml kultur isolat berumur 24 jam diinokulasikan kedalam cawan petri steril, pada bagian atasnya dituangkan medium sukrosa agar digoyang hingga merata. Kemudian diinkubasikan pada suhu 30°C selama 5 hari. Reaksi positif ditandai dengan pertumbuhan pada cawan.

Fermentasi Karbohidrat (selulosa, sukrosa, laktosa, rafinosa, arabinosa, fruktosa, manitol, maltosa, xilosa, galaktosa) (Harrigan & McCance 1976).

Medium cair yang digunakan adalah MRSB tanpa gula dan meat ekstrak, tambahkan 0.004% BCP (*Brom Cresol Purple*) sebagai indikator, kemudian sterilisasi 121°C 15 menit. Siapkan larutan 10% gula-gula yang digunakan untuk fermentasi karbohidrat dan sterilisasi dengan cara filtrasi dan tambahkan secara aseptik hingga konsentrasi akhir 2%. Selanjutnya inokulasikan kultur yang telah disegarkan dan inkubasi pada suhu 30°C selama 1-2 hari. Amati pertumbuhan dengan terjadinya perubahan warna medium dari ungu menjadi kuning (reaksi positif) dan jika didalam tabung terbentuk gas menunjukkan isolat membentuk gas.

Uji Aktivitas β -glukosidase dan Konsentrasi Sianida

Keempat Isolat hasil identifikasi selanjutnya diuji untuk mengetahui kemampuan aktivitas β -glukosidase dan konsentrasi sianida. Metode pengujian adalah sebagai berikut:

Pengujian Aktivitas β -glukosidase

Substrat yang digunakan adalah p-NPG 0.1% (b/v). Ekstrak enzim, larutan buffer sitrat pH 5.0 dan substrat diprainkubasi selama 10 menit pada suhu 50°C. Setelah itu ekstrak enzim dengan pengenceran yang tepat sebanyak 0.5 ml dicampurkan dengan 0.5 ml buffer sitrat dan 0.5 ml substrat. Larutan kemudian diinkubasi pada suhu 50°C selama 60 menit. Setelah waktu inkubasi selesai, ditambahkan larutan Na_2CO_3 1M sebanyak 1.0 ml lalu divorteks dan diukur spektrofotometer pada panjang gelombang 400 nm. Kontrol dibuat dengan komposisi yang sama namun enzim dicampur setelah penambahan larutan Na_2CO_3 1M sebanyak 1.0 ml. Sebagai blanko digunakan 1 ml akuades, larutan bufer 0.5 ml dan 1 ml Na_2CO_3 . Larutan standar dibuat dengan menggunakan larutan p-nitrofenol. Kisaran konsentrasi standar adalah 0-30 $\mu\text{g/ml}$.

Satu unit (U) aktivitas enzim β -glukosidase adalah banyaknya enzim yang dapat menghasilkan 1 μmol nitrofenol dalam 1 menit pada kondisi percobaan, dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Aktivitas } \beta\text{-glukosidase (U/ml)} = \frac{(\text{nitrofenol sampel} - \text{kontrol}) \times \text{faktor pengencer}}{\text{waktu inkubasi} \times \text{BM nitrofenol}}$$

Pengujian Sianida

Isolat ditumbuhkan di tabung reaksi yang berisi 5 ml media MSB cair yang telah ditambahkan larutan KCN dengan konsentrasi 50 ppm sebanyak 0.5 ml dan inkubasi selama 24 jam pada suhu 30°C dengan kondisi anaerob untuk dianalisis kandungan sianida. Koloni yang sudah ditumbuhkan disentrifugasi dengan kecepatan 4 500 rpm selama 15 menit, sehingga terpisah supernatan dan endapan. Sebanyak 0.1 ml supernatan diambil dengan menggunakan spuit dari tabung perlakuan, lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan akuades sebanyak 1.9 ml. Selanjutnya dimasukkan ke dalamnya 2 ml buffer CN dan 0.5 ml kloramin t 1%, divorteks dan didiamkan selama 2 menit. Setelah itu ditambahkan 0.5 ml larutan asam barbiturik-piridin dan divorteks kembali serta siap dibaca pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 578 nm. Perhitungan dilakukan dengan membuat persamaan regresi dari larutan standar KCN berdasarkan nilai absorbansi terhadap konsentrasi KCN.

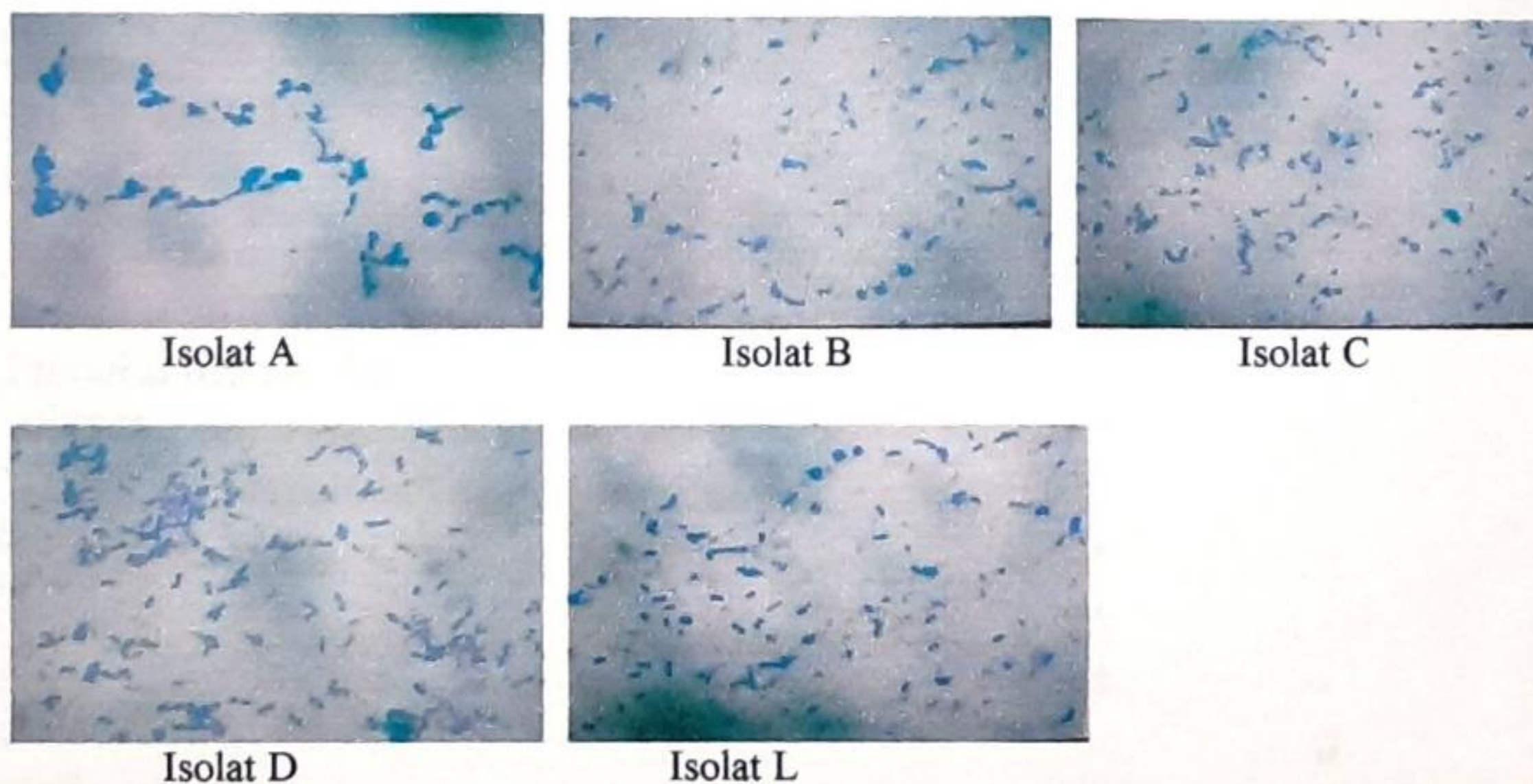
Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengamatan morfologis, fisiologis, sifat biokimiawi, aktivitas enzim β -glukosidase dan konsentrasi sianida dianalisis secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Isolasi dan Identifikasi Bakteri *Leuconostoc mesenteroides*

Leuconostoc mesenteroides merupakan kelompok bakteri asam laktat yang pertumbuhannya memerlukan nutrisi yang lengkap dan ditemukan pada tanaman, produk susu, daging dan berbagai produk fermentasi (Holzapfel & Schilinger 1992). Dalam penelitian ini telah berhasil diisolasi empat isolat bakteri yang diduga *Leuconostoc mesenteroides* dari umbi singkong fermentasi dan satu isolat bakteri *Leuconostoc mesenteroides* dari UGM. Identifikasi dilakukan terhadap lima isolat berdasarkan pengamatan ciri morfologis, fisiologis dan sifat biokimiawi bakteri. Data hasil identifikasi ini (Tabel 4) kemudian dicocokkan dengan kunci identifikasi bakteri *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (Holt *et al.* 1996).



Gambar 2 Bentuk morfologis isolat umbi singkong fermentasi (pembesaran 40x)

Secara morfologis kelima isolat (A,B,C,D dan L) termasuk kelompok bakteri *Leuconostoc*, hal ini terlihat dari bentuknya oval berantai (Gambar 2) dan pewarnaan gram positif yang ditandai warna ungu. Ciri-ciri genus *Leuconostoc* adalah reaksi gram positif dan bentuk selnya oval berpasangan dan kadang-kadang terlihat oval berantai (Holt *et al.* 1996; Lore *et al.* 2005; Santos *et al.*

2005). Bibiana (1988) menyatakan bahwa pewarnaan gram positif ditandai dengan sel warna biru atau ungu dan gram negatif warna merah. Dinding sel bakteri gram positif mengandung lipida yang rendah sehingga sewaktu penambahan alkohol terjadi dehidrasi dan pengecilan lubang pori-pori, keadaan ini menyebabkan zat warna tetap terikat dan tetap warna biru.

Tabel 4 Karakteristik morfologis, fisiologis dan biokimiawi isolat pada umbi singkong fermentasi

Karakteristik	Isolat				
	A	B	C	D	L
Bentuk	oval berantai	oval berantai	oval berantai	oval berantai	oval berantai
Pewarnaan gram	+	+	+	+	+
Katalase	-	-	-	-	-
Motilitas	-	-	-	-	-
Spora	-	-	-	-	-
Pertumbuhan pada suhu					
15 ⁰ C	+	+	+	+	-
30 ⁰ C	+	+	+	+	+
37 ⁰ C	D	d	d	d	d
45 ⁰ C	+	-	-	+	-
Pertumbuhan pada pH 4.8 dan 6.5	+/+	+/+	-/+	-/+	-/+
etanol 10%	-	-	-	-	-
Produksi CO ₂ dari glukosa	+	+	+	+	+
Produksi NH ₃ dari arginin	-	-	-	-	-
Produksi dektran dari sukrosa	+	+	+	+	+
Fermentasi karbohidrat					
Sukrosa	+	+	+	+	+
Selulosa	+	d	+	-	d
Xilosa	+	+	d	-	+
Laktosa	+	-	-	d	d
Rafinosa	+	-	d	+	d
Maltosa	+	+	+	d	+
Fruktosa	+	+	+	+	+
Mannitol	-	-	+	d	-
Arabinosa	+	+	+	+	+
Galaktosa	+	+	+	+	+

(+) = >90% atau lebih strain positif (keruh); (-) = 90% atau lebih negatif (jernih); (d) = 10-90% strain positif (samar)

Katalase adalah enzim yang mengkatalisasikan penguraian hidrogen peroksida (H_2O_2) menjadi air dan oksigen. Hidrogen peroksida bersifat toksik terhadap sel karena bahan ini menginaktivasikan enzim dalam sel. Enzim ini terdapat pada sel-sel yang mempunyai metabolisme aerobik. Bakteri anaerob tidak mempunyai enzim katalase. Hasil pengamatan kelima isolat (A, B, C, D dan L) menunjukkan katalase negatif (-) karena tidak terbentuknya gelembung udara setelah isolat tersebut ditetesi H_2O_2 3%. Marlina (2008) melaporkan katalase positif ditandai terbentuknya gelembung udara pada kaca objek sedangkan katalase negatif tidak terbentuknya gelembung udara. Hemme *et al.* (2004) menyatakan *Leuconostoc* merupakan bakteri fakultatif anaerob dengan ciri-ciri adalah katalase negatif, yang ditandai tidak ada aktivitas enzim katalase dalam mengubah hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen (Jay 1996).

Motilitas dari kelima isolat menunjukkan non motil. Menurut Hemme *et al.* (2004), genus *Leuconostoc* bersifat non motil. Isolat non motil menunjukkan bahwa bakteri tersebut tidak mempunyai flagella sebagai organ untuk bergerak. Flagella adalah salah satu struktur utama diluar sel bakteri yang menyebabkan terjadinya pergerakan (motilitas) pada sel bakteri. Flagella terbuat dari sub unit-sub unit protein yang disebut *flagelin*. *Bacillus* dan *Spirillum* merupakan sebagian besar spesies bakteri yang memiliki flagella sebagai alat gerakanya, tetapi jarang ditemukan pada bakteri yang berbentuk kokus (Pelczar & Chan 2005).

Kelima isolat dengan penambahan etanol 10% menunjukkan bahwa isolat tersebut tidak mampu tumbuh yang ditandai reaksi negatif (-), selain itu juga kelima isolat tidak berspora yang ditandai reaksi negatif (-). Menurut Holt *et al.* (1996), *Leuconostoc* tidak mampu tumbuh dengan penambahan etanol 10% dan tidak berspora (Hemme *et al.* 2004). Bibiana (1988) menyatakan bahwa spora bersifat tahan terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim dan adanya bahan kimia beracun. Spora dibentuk oleh spesies bakteri yang mampu mengatasi lingkungan yang tidak menguntungkan bakteri. Biasanya spesies bakteri yang termasuk dalam genus *Clostridium* dan *Bacillus* memiliki spora. Spora yang terdapat didalam sel disebut endospora. Pada sel bakteri ini hanya terdapat satu spora. Jika sel semakin tua, maka sel vegetatif akan pecah sehingga endospora akan melepaskan dari sel dan membentuk spora bebas. Spora bersifat tahan terhadap pewarnaan, akan tetapi

sulit untuk melepaskan zat warna yang terserap kedalamnya, sehingga tidak dapat mengikat zat warna lain yang diberikan berikutnya. Zat warna yang sering digunakan untuk warna spora adalah *malachite green* yang akan tetap terikat oleh spora setelah pencucian dengan air.

Kelima isolat mampu tumbuh pada suhu 30°C yang ditandai reaksi positif (+) dan kelihatan samar (d) pada suhu 37°C. Menurut Batt (1999) genus *Leuconostoc* dapat tumbuh pada suhu 30°C dan terlihat masih samar pada suhu 37°C (Holt *et al.* 1996). *Leuconostoc* merupakan kelompok bakteri *mesofil* yang tumbuh pada kisaran suhu 20-45°C, dimana suhu optimum untuk pertumbuhannya berkisar 20-30°C (Kusmiati & Malik 2002). Namun ada juga genus *Leuconostoc* yang tidak tumbuh pada suhu 45°C (Elida 2002).

Suhu berpengaruh terhadap kehidupan bakteri dalam hal reaksi dan metabolisme sel (Pirt 1975). Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan denaturasi protein yang mengakibatkan kematian sel. Suhu yang terlalu rendah akan mengurangi aktivasi enzim, sehingga pertumbuhan bakteri terganggu (Cortezi *et al.* 2005). Suhu ekstrim diluar suhu optimum untuk pertumbuhan organisme akan berakibat inaktifnya enzim atau fungsi struktur sel seperti membran sel (Moat & Foster 2002). Peningkatan suhu 5-10°C diatas suhu optimum dapat menyebabkan lisis dan kematian sel mikroorganisme (Lay 1994).

Kelima isolat mampu tumbuh pada pH 6.5 yang ditandai reaksi positif (+), sedangkan pada pH 4.8 isolat A dan B dapat tumbuh yang ditandai reaksi positif (+) dan isolat C, D dan L tidak tumbuh yang ditandai reaksi negatif (-). *Leuconostoc* mampu tumbuh pada pH 6.5 (Drosinos *et al.* 2006), serta dapat dan tidak tumbuh pada pH 4.8 tergantung spesies *Leuconostoc* (Holt *et al.* 1996). Derajat keasaman (pH) minimum dan maksimum bagi kebanyakan bakteri berkisar antara pH 4 dan 9 (Schlegel 1994). Besarnya pH media pertumbuhan memberikan pengaruh langsung pada permeabilitas sel dan aktivitas fisiologis lainnya. Bila terjadi penyimpangan pH, pertumbuhan dan metabolisme bakteri dapat terhenti. Pada umumnya bakteri asam laktat dapat bertahan pada pH 3.2, beberapa diantaranya hanya mampu tumbuh pada kisaran pH 4.0-4.5 (Jay 1996).

Pengujian produksi CO₂ dari glukosa yang bertujuan untuk membedakan antara bakteri asam laktat homofermentatif dan heterofermentatif. Kelima isolat

tersebut menunjukkan reaksi positif (+) yang ditandai terbentuknya gas dengan pecahnya agar. Menurut Jay (1996) bakteri heterofermentatif dapat menghasilkan asam laktat, etanol dan CO₂, sedang bakteri homofermentatif mengubah 95 % glukosa atau heksosa lain menjadi asam laktat dan sejumlah kecil CO₂ serta asam-asam volatil, hal inilah yang menyebabkan golongan homofermentatif mampu menghasilkan asam laktat dalam jumlah yang lebih besar dibandingkan dengan golongan heterofermentatif. *Leuconostoc mesenteroides* termasuk dalam kelompok bakteri heterofermentatif yang dapat memproduksi gas dari glukosa (Ogier *et al.* 2008; Kihal *et al.* 2007).

Pengujian produksi amonia dari arginin bertujuan untuk membedakan *Lactobacilus* dan *Leuconostoc*. Hasil pengamatan kelima isolat tersebut tidak mampu menghasilkan NH₃ dari arginin yang ditandai reaksi negatif (-). Keluarga *Leuconostoc mesenteroides* tidak menghasilkan amonia dari arginin dan hanya menghasilkan D isomer dari asam laktat (Tamang *et al.* 2008; Sengeun *et al.* 2009). Sedangkan pengujian produksi dekstran dari sukrosa bertujuan untuk membedakan species dari genus *Leuconostoc*. Kelima isolat mampu menghasilkan dekstran dari sukrosa yang terlihat adanya pertumbuhan pada cawan yang ditandai reaksi positif (+). Menurut Sarwat *et al.* (2008) bakteri *Leuconostoc mesenteroides* dapat memproduksi dekstran.

Berdasarkan kunci identifikasi bakteri *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (Holt 1996), menunjukkan bahwa persentase pengujian fermentasi karbohidrat yang secara berturut-turut isolat L (80%), Isolat isolat C (70%), isolat B dan isolat D (60%) serta isolat A (50%) mendekati kategori kelompok bakteri *Leuconostoc mesenteroides*. Menurut Zavaglia *et al.* (1998) terdapat sedikit kesulitan dalam mengidentifikasi spesies bakteri asam laktat berdasarkan fermentasi gula-gula, dimana terdapat hasil-hasil yang meragukan karena diamati dengan kasat mata.

Aktivitas Enzim β -glukosidase dan Konsentrasi Sianida

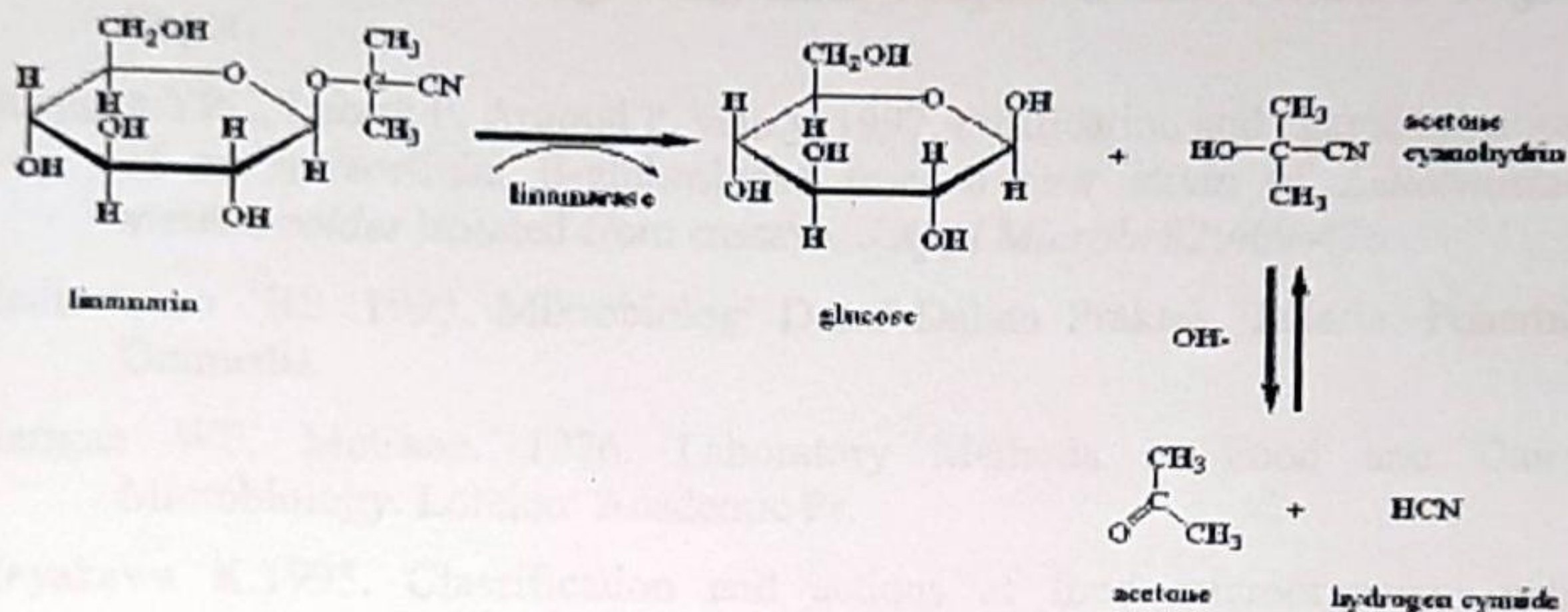
Bakteri asam laktat seperti *Leuconostoc mesenteroides* dapat memproduksi β -glukosidase yang berperan dalam proses hidrolisis glukosida sianogenik. Hasil pengukuran aktivitas enzim β -glukosidase dan kemampuan isolat dalam menurunkan sianida tertera pada Tabel 5.

Tabel 5 Rataan aktivitas enzim β -glukosidase dan konsentrasi sianida tanpa dan dengan penambahan isolat yang diinkubasi selama 24 jam

No	Isolat	β -glukosidase (Unit/ml)	Konsentrasi Sianida (ppm)
1	Kontrol	0.00	37.99
2	A	0.19	15.63
3	B	0.21	13.63
4	C	0.23	13.29
5	D	0.20	13.40
6	L	0.21	13.57

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi sianida dari kelima isolat (A, B, C, D, dan L) lebih rendah dibandingkan dengan kontrol (tanpa isolat) setelah diinkubasi selama 24 jam. Konsentrasi sianida yang rendah tersebut terjadi karena adanya aktivitas enzim β -glukosidase yang dihasilkan oleh kelima isolat. Pada penelitian ini aktivitas enzim β -glukosidase secara berturut-turut yaitu isolat A (0.19 unit/ml), isolat B (0.21 unit/ml), isolat C (0.23 unit/ml), isolat D (0.20 unit/ml) dan isolat L (0.21 unit/ml), dan ada kecenderungan semakin tinggi aktivitas enzim β -glukosidase pada penelitian ini maka semakin rendah konsentrasi sianida yang dihasilkan oleh kelima isolat terutama pada isolat C, dimana secara morfologis, fisiologis dan biokimiawi (Tabel 4) isolat tersebut mempunyai kemiripan terbesar dengan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* setelah dicocokkan dengan kunci identifikasi bakteri *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Kobawila *et al.* (2005) menyebutkan bahwa bakteri asam laktat seperti *Leuconostoc mesenteroides* dan *Lactobacillus* dapat memproduksi β -glukosidase yang berperan dalam proses hidrolisis glukosida sianogenik. Lei *et al.* (1999) melaporkan bahwa strains *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Candida tropicalis* dan *Penicillium sclerotiorum* mampu mendegradasi glukosida sianogenik. Dimuth *et al.* (2004) menjelaskan bahwa enzim β -glukosidase berperan dalam proses hidrolisis glukosida sianogenik dalam bentuk linamarin akan dihidrolisis oleh enzim β -glukosidase membentuk B-D glukopironase dan aseton sinohidrin. Kemudian sianohidrin dengan bantuan enzim hidrosinitril liase akan diubah menjadi aseton dan sianida (Yusuf *et al.* 2006; Santana *et al.* 2002). Selanjutnya sianida dengan bantuan beberapa enzim yaitu sianase, sianida hidrotase dan sianida dihidrotase akan diubah menjadi CO₂, amonia dan asam format yang berperan dalam aktivitas metabolisme untuk

pertumbuhan bakteri (Gufta *et al.* 2009). Semakin tinggi aktivitas β -glukosidase yang dihasilkan oleh bakteri *Leuconostoc mesenteroides* maka semakin sedikit sianida yang dihasilkan untuk proses detoksifikasi (Gueguen *et al.* 1997).



Gambar 3 Hidrolisis linamarin (Yusuf *et al.* 2006)

Simpulan

Isolat C mempunyai kemiripan terbesar dengan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* dengan aktivitas enzim β -glukosidase yang tinggi dan konsentrasi sianida yang rendah.

Daftar Pustaka

- Amoa-Awua WKA, Appoh F, Jakobsen M. 1996. Lactic acid fermentation of cassava into agbelima. *Int. J. Food Microbiol.* 31, 87–98.
- Aryanyata RW, Fleet GH, Buckle KA. 1991. The occurrence and growth of microorganism during the fermentation of fish sausage. *J food Microbiol.* 13.45-50.
- Batt CA. 1999. *Lactococcus*. Dalam Robinson RK, Batt CA, Patel PD. Editor. *Encyclopedia of Food Microbiology II*. London. Academic Pr.
- Bibiana. WL, Sugyo H. 1988. *Mikrobiologi*. Pusat Antar Universitas Bioteknologi Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Cortezi M, Monti R, Cortiero J. 2005. Temperature effect on dextransucrase production by *Leuconostoc mesenteroides* FT 045 B isolated from Alcohol and Sugar Mill Plant. *Afr J of Biotechnol.* 4(3): 279-285.
- Dimuth S, Garzaon DA, White W, Sayre RT. 2004. Over-expression of hydroxynitrile lyase in transgenic cassava roots accelerates cyanogenesis and food detoxification. *J. Plants Biotech.* 2:37-43.
- Drosinos EH, Mataragas M, Metaxopoulos J. 2006. Modeling of growth and bacteriocin production by *Leuconostoc mesenteroides* E131. *Meat Sci.* 74: 690–696.

- Elida M. 2002. Propil Bakteri asam laktat dari dadih yang difermentasi dalam berbagai jenis bambu dan potensinya sebagai probiotik. [Tesis]. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Fardiaz S. 1989. Mikrobiologi Pengolahan Pangan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Gueguen YPC, Labrot P, Arnoud P, Galzy. 1997. Purification and characterization of an intracellular β -glukosidase from a new strain of *Leuconostoc mesenteroides* isolated from cassava. *J Appl Microb.* 82:469-476.
- Hadioetomo RS .1993. Mikrobiologi Dasar Dalam Praktek. Jakarta. Penerbit Gramedia.
- Harigan WF, McCane. 1976. Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology. London: Academic Pr.
- Hayakawa K.1993. Classification and actions af food microorganism with particular reference to fermented foods and lactic acid bacteria. Di dalam : Nakazawa Y, Hosono A, editor. Functions of Fermented Milk Challenges for the Health Science. London.: Elsevier Science.
- Hemme D, Catherine, Scheunemann F. 2004. Leuconostoc, characteristics, use in dairy technology and prospects in functional foods. *Int Dairy J.*14: 467–494.
- Holt JG, Krieg NR, Sneath PHA, Staley JT, Williams ST. 1996. *Bergey's Manual of Determiantive Bacteriology*. Edisi ke-9 Baltimore, Maryland: William and Wilkins Campany.
- Holzapfel WH, Schillinger U. 1992. The genus *Leuconostoc*. In: Barlows, A., Truper HG, Dworkin M, Harder W, Schleifer KH (Eds.). *The Prokaryotes* Vol. 2. Springer. Berlin.1509–1534.
- Gupta N, Balomajumder C, Agarwal CK. 2009. Enzymatic mechanism and biochemistry for cyanide degradation: A review. *Journal of Hazardous Materials.* xxx xxx–xxx
- Jay JM.1996. *Modern Food Microbial*. Chapman and Hill. New York. USA.
- Kihal M, Prevost H, Henni DE, Benmechernene Z, Diviès C. 2007. Carbon Dioxide Production by *Leuconostoc mesenteroides* Grown in Single and Mixed Culture with *Lactococcus lactis* in Skimmed Milk. *World J of Dairy & Food Sci.* 2(2): 62-68.
- Kobawila SC, Louembe D, Keleke S, Hounhouigan J, Gamba G. 2005, Reduction of the cyanide during fermentation of cassava roots and leaves to produce bikedi and ntoba, Two Food Products From Kongo. *Afr J Biotech.* 4(7):689-696.
- Kusmiati, Malik A. 2002. Aktivitas bakteriosin dari bakteri *Leuconostoc mesenteroides* pbacl pada berbagai media. *Makara Kesehatan.* 6(1):1-7.
- Lay BW. 1994. *Analisis mikroba di laboratorium*. Rajawali Grafindo Persada. Jakarta.

- Lei V, Amoa-Awua WKA, Brimer L. 1999. Degradation of cyanogenic glycosides by *Lactobacillus plantarum* strains from spontaneous cassava fermentation and other microorganisms. *Int J of Food Microbiol.* 53:169–184.
- Lore TA, Samuel K. Mbugua, Wangoh J. 2005. Enumeration and identification of microflora in suusac, a Kenya traditional fermented camel milk product. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 38: 125–130.
- Marlina 2008. Identifikasi bakteri *Vibrio parahaemolyticus* dengan Metode biologi dan deteksi gen *ToxR* secara PCR. *J Sains dan Teknol Farm.* 13(1): 1-7.
- Moat A, Foster GJW. 2002. *Microbiology Physiology*. John Willey and Sons Inc.
- Nuraida L. 1988. Studies on microorganism isolated from pozol, a Mexican fermented maize dough. University of Reading : Fakultas of Agriculture and Food Departement of Food science and Technology.
- Obilie EM, Tano-Debraha K, Amoa-Awuab WK. 2004. Souring and breakdown of cyanogenic glucosides during the processing of cassava into akyeke. *Int J of Food Microbiol.* 93 : 115– 121.
- Ogier JC, Casalta E, Farrokh, Saihi A. 2008. Safety assessment of dairy microorganisms: The *Leuconostoc* genus. *International Journal of Food Microbiology.* 126: 286–290.
- Pelczar MJ dan Chan ECS. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. R.S. Hadioetomo, T. Imas, SS Tjitrosomo dan SL Angka (pen.). UI Press. Jakarta.
- Pirt SJ. 1975. *Principles of microbe and cell cultivation*. Black well Scientist Publication.
- Sarwat F, Qader SAU, Aman A, Ahmed N. 2008. Production & Characterization of a Unique Dextran from an Indigenous *Leuconostoc mesenteroides* CMG713. *Int J Bio Scs.* 4(6):379-386.
- Santos EM, Jaimeb I, Rovirab J, Lyhsc U, Korkealac H, Bjorkrothc J. 2005. Characterization and identification of lactic acid bacteria in morcilla de Burgos". *Int J Food Microbiol.* 97: 285–296.
- Santana MA, Valeria V, Juan M, Rafael RA. 2002. Linamarase Expression in Cassava Cultivars with Roots of Low- and High-Cyanide Content. *Plant Physiol.* 129(4): 1686–1694.
- Schlegel HG. 1994. *Mikrobiologi Umum*. Terjemahan Gama University Press. Yogyakarta.
- Sengun IY, Nielsen DS, Karapinar M, Jakobsen M. 2009. Identification of lactic acid bacteria isolated from Tarhana, a traditional Turkish fermented food *Int J Food Microbiol* 135:105–111.
- Tamang B *et al.* 2008. Phenotypic and genotypic identification of lactic acid bacteria isolated from ethnic fermented bamboo tender shoots of North East India *Int J Food Microbiol.* 121: 35–40.

- Yusuf UF *et al.* 2006. An *in vitro* inhibition of human malignant cell growth of crude water extract of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and commercial linamarin. *Jl Sci Technol.*28 (Suppl.1): 146-155.
- Zavaglia AG, Kociubinski G, Perez P, De-Antoni G. 1998. Isolation dan Characterization of Bifidobacterium strain for probiotic formulation. *Jl Food Protect.* 61(7):865-873.

KUALITAS NUTRISI BAHAN BAKU SINGKONG DENGAN PENAMBAHAN ENZIM CAIRAN RUMEN

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh kualitas nutrisi berbagai kombinasi bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen melalui hidrolisis. Cairan rumen disentrifugasi dengan kecepatan 10 000 rpm selama 15 menit pada suhu 4°C. Supernatan yang diperoleh direaksikan dengan ammonium sulfat (60%) dan diinkubasikan di freezer pada suhu 4°C selama 24 jam. Bahan baku singkong yang sudah dihaluskan ditambahkan enzim cairan rumen dengan dosis 1% (b/v). Masing-masing bahan tersebut disimpan selama 24 jam pada suhu kamar. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan perlakuan tanpa dan dengan penambahan enzim cairan rumen pada 15 jenis bahan singkong yang terdiri dari: umbi (U), daun (D), kulit (K), onggok (O), umbi+daun (UD), kulit+umbi (KU), umbi+onggok (UO), daun+kulit (DK), onggok+daun (OD), kulit+onggok (KO), daun+umbi+kulit (DUK), daun+umbi+onggok (DUO), kulit+daun+onggok (KDO), kulit+daun+umbi+onggok (KDUO) masing-masing 3 ulangan. Penambahan enzim cairan rumen pada bahan baku singkong tidak berpengaruh terhadap penurunan kandungan bahan kering (0.96-2.08%), sebaliknya berpengaruh terhadap penurunan serat kasar (8.61-17.83%) dan peningkatan gula total (15.19-29.52%). Kesimpulan dari penelitian ini adalah penambahan enzim cairan rumen pada bahan baku singkong mampu menurunkan kandungan serat kasar (17.83%) dan meningkatkan total gula terlarut (29.91%) yang terbaik pada umbi, namun kandungan bahan kering relatif sama dengan kontrol antara 0.96-2.08%.

Kata kunci: enzim, cairan rumen, kualitas nutrisi, singkong

Abstract

The research was conducted to study the effect of rumen fluid crude enzyme on nutrients quality of cassava substrates through hydrolysis method. Rumen fluid was centrifuged at 10.000 rpm for 15 minutes in 4°C. Supernatant was reacted with ammonium sulphate (60%) and incubated in the freezer at 4°C for 24 hours. The ground cassava was added rumen fluid crude enzymes at 1% dosage (b/v). The cassava substrates were kept for 24 hours in the room temperature. This research used completely randomized design consisted of two treatments i.e., with and without addition of rumen fluid enzymes on 15 different cassava combinations and 3 replications i.e. tuber (U), leaf (D), peel (K), onggok (O), tuber+leaf (UD), peel+tuber (KU), tuber+onggok (UO), leaf+peel (DK), peel+onggok (KO), onggok+leaf (OD), leaf+tuber+peel (DUK), leaf+tuber+onggok (DUO), peel+leaf+onggok (KDO), peel+leaf+tuber+onggok (KDUO). The addition of rumen fluid enzymes on cassava did not significantly affect dry matter losses (0.96-2.08%), but it significantly decreased crude fiber (8.61-17.83%) and increased total sugar ((15.19-29.52%). The conclusion of this research was that the addition of rumen fluid enzymes on cassava substrates had the ability to

decrease crude fiber (8.61-17.83%) and increase total sugar (15.19-29.52%) with the best treatment was in tuber, but for dry matter was similar to control in the range of 0.96-2.08%.

keywords: cassava, rumen fluid enzyme, nutrient quality

Pendahuluan

Bahan baku singkong berupa umbi, kulit, daun dan onggok merupakan bahan pakan alternatif yang potensial sebagai pakan ternak unggas karena ketersediaannya dalam jumlah dan kualitas yang memadai serta harga yang relatif murah. Selama ini pemanfaatan bahan baku singkong sebagai pakan ternak unggas masih belum optimal, hal ini disebabkan bahan pakan tersebut mengandung serat kasar yang tinggi terutama pada daun. Penggunaan serat kasar yang tinggi dapat menekan tingkat pencernaan dan efisiensi penggunaan nutrisi dalam bahan pakan sehingga menekan laju hidrolisis dan serapan nutrisi dalam tubuh ternak (Ginting & Krisnan 2006). Oleh karena itu penambahan enzim pendegradasi serat seperti enzim selulase yang berasal dari cairan rumen ke dalam pakan berbahan baku singkong diharapkan dapat mengatasi masalah nutrisi tersebut.

Rumen merupakan sumber enzim pendegradasi serat kasar (Kamra 2005). Hal ini dipengaruhi adanya interaksi bakteri selulolitik dan fungi rumen yang dapat meningkatkan degradasi serat kasar (Ha *et al.* 2001) serta pengaruh sinergis dan interaksi dari kompleks mikroorganisme (Chen *et al.* 2008). Isi rumen yang merupakan limbah rumah potong hewan apabila tidak ditangani dengan baik dapat mencemari lingkungan. Sebaliknya, isi rumen berpotensi sebagai *feed additive*. Sedangkan cairan rumen mengandung multienzim seperti endoglukonase, eksoglukonase, β -glukosidase (Purnomohadi 2006), xilanase, xilosidase, esterase dan asetil esterase (Lamid *et al.* 2006).

Penambahan enzim cairan rumen dapat merombak komponen bahan yang sulit dicerna menjadi mudah dicerna, dimana selulosa dipecah menjadi komponen glukosa yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi bagi ternak unggas. Twomey *et al.* (2003) melaporkan bahwa penambahan enzim serat mampu memecah komponen serat menjadi monomer sederhana. Hasil penelitian Iyayi

dan Davies (2005) menunjukkan bahwa penambahan enzim dalam ransum berbasis bungkil inti sawit dan biji-bijian kering pada ayam broiler fase starter dapat memperbaiki pencernaan dan nilai nutrisi ransum. Berdasarkan hal di atas dilakukan penelitian pengaruh penambahan enzim cairan rumen sapi terhadap kualitas nutrisi bahan baku singkong.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh kualitas nutrisi berbagai kombinasi bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen melalui hidrolisis. Manfaat penelitian ini adalah mengoptimalkan pemanfaatan cairan rumen dari Rumah Potong Hewan (RPH) sebagai sumber enzim dan bahan baku singkong sebagai bahan pakan ternak.

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan dari bulan Nopember 2007 sampai Januari 2008 di Laboratorium Terpadu dan Laboratorium Nutrisi Ternak Perah Fakultas Peternakan serta Laboratorium Terpadu Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah bahan baku singkong varietas pahit (umbi, daun, kulit, onggok dan kombinasinya) yang diperoleh industri tapioka di Kedung Halang Bogor, sedangkan cairan rumen sapi diperoleh dari Rumah Potong Hewan (RPH) di Tanah Sereal Bogor. Bahan kimia untuk analisis serat kasar adalah asam sulfat, NaOH, air panas, aseton dan kertas saring whatman No 41. Sedangkan bahan kimia untuk analisis total gula adalah asam sulfat, penol dan akuades.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi oven, penyaring, pompa vakum, tabung reaksi, pemanas air, sentrifugasi, tabung reaksi, labu erlenmeyer, gelas ukur, vorteks, timbangan, batang pengaduk, spektrofotometer, oven dan pompa vakum.

Metode Penelitian

Produksi Enzim Cairan Rumen (Pantaya 2003)

Ternak sapi yang sudah dipotong dari RPH, isi rumennya dikeluarkan dan diperas dengan menggunakan kain kasa untuk mendapatkan cairan rumen. Cairan rumen dibawa ke Laboratorium dengan menggunakan termos yang sudah berisi batu es. Sebanyak 500 ml cairan rumen sapi disentrifugasi dengan kecepatan 10 000 rpm selama 15 menit pada suhu 4°C. Supernatan yang diperoleh direaksikan dengan ammonium sulfat (60%) dan diinkubasikan di *freezer* pada suhu 4°C selama 24 jam. Setelah itu supernatan disentrifugasi kembali pada kecepatan 10 000 rpm selama 15 menit. Endapan yang terbentuk adalah enzim kasar. Enzim kasar yang diperoleh sebesar 8 g. Selanjutnya enzim dilarutkan dalam buffer sitrat fosfat pH 6.8 dan 0.05 M dengan perbandingan 1:10. Sentrifugasi dilakukan di Laboratorium Terpadu Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor. Selanjutnya dilakukan pengukuran aktivitas enzim selulase pada enzim kasar tersebut.

Aktivitas Enzim Selulase (Miller 1956)

Penentuan nilai aktivitas enzim selulase (FP-ase) dilakukan dengan pencampuran enzim sebanyak 0.5 ml dengan kertas saring 50 mg, buffer sitrat fosfat 1 ml pada pH 4.8 dan 0.05 M. Selanjutnya dilakukan inkubasi pada suhu 50°C selama 1 jam. DNS sebanyak 1.5 ml ditambahkan untuk menghentikan aktivitas enzim, lalu dipanaskan dalam penangas air 100°C selama 15 menit dan divorteks. Kontrol dibuat dengan mencampurkan terlebih dahulu DNS dengan buffer sitrat dan substrat kemudian enzim ditambahkan. Blanko dibuat dengan mencampurkan 0.5 ml akuades dengan 1.0 ml bufer dan 1.5 ml DNS. Kontrol dan blanko tidak diinkubasi terlebih dahulu namun langsung dipanaskan dalam penangas air 100° C selama 15 menit. Kemudian diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 575 nm. Kurva standar glukosa dibuat dengan cara glukosa sebanyak 0.5 ml, ditambah dengan buffer 0.5 ml, 0.5 substrat dan 1.5 ml DNS dipanaskan dalam penangas air 100 °C selama 15 menit.

Perhitungan dilakukan dengan cara satu unit aktivitas enzim adalah banyaknya enzim yang dapat memproduksi 1 μ mol glukosa per menit pada kondisi percobaan. Rumusnya adalah sebagai berikut:

Aktivitas enzim FP-ase (U/ml) = $\frac{(\text{gula sampel} - \text{gula kontrol}) \times \text{faktor pengencer}}{\text{waktu inkubasi} \times \text{BM glukosa}}$

Hidrolisis Bahan Baku Singkong dengan Penambahan Enzim Cairan Rumen

Sebanyak 10 g bahan baku singkong umbi, kulit, onggok, daun dan kombinasinya (1:1) yang sudah dihaluskan dimasukkan kedalam nampan plastik, kemudian ditambahkan enzim cairan rumen dengan dosis 1% (b/v). Karena enzim yang diperoleh mengental, sebelum enzim cairan rumen dicampurkan dilakukan penambahan akuades (0.1 ml cairan rumen + 0.4 ml akuades). Kemudian masing-masing bahan tersebut disimpan selama 24 jam pada suhu kamar. Bahan baku singkong dianalisis sebelum dan sesudah hidrolisis.

Metode Analisis

Peubah yang diukur pada percobaan ini adalah kandungan bahan kering, serat kasar dan total gula terlarut. Metodenya adalah sebagai berikut:

Bahan Kering (AOAC 1990)

Cawan porselin ditimbang dan dikeringkan kira-kira 1 jam dalam oven pada suhu 105°C, sesudah itu didinginkan dalam eksikator. Kemudian dilakukan penimbangan (x). Sejumlah sampel ditimbang dengan teliti kira-kira 3-5 g (y), lalu dimasukkan ke dalam cawan porselin. Setelah itu dipanaskan didalam oven suhu 105°C selama 6 jam, didinginkan dalam eksikator, lalu ditimbang lagi. Pekerjaan ini diulang sampai 3 kali, sampai berat konstan (z). Penentuan kadar air dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar Air} = \frac{(x + y - z)}{y} \times 100\%$$

Dengan demikian kadar bahan kering bahan juga dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Bahan Kering (BK)} = (100 - \text{kadar air}) \%$$

Serat Kasar (AOAC 1990)

Sampel ditimbang kira-kira 1 g (x) dan dimasukkan ke dalam gelas piala 500 ml, ditambahkan 50 ml H₂SO₄ 0.3 N dan dimasak hingga mendidih selama 30 menit. Setelah itu 25 ml NaOH 1.5 N ditambahkan dan terus dididihkan selama 30 menit kedua. Waktu pendidihan harus diperhatikan agar api tidak terlalu besar dan

cairan tidak meluap dan tumpah. Lalu kertas saring ditimbang (a). Cairan tersebut disaring dengan menggunakan kertas saring yang sudah ditimbang sebelumnya. Penyaringan dengan menggunakan corong bichner. Proses penyaringan berturut – turut dicuci dengan : 50 ml air panas, 50 ml H₂SO₄ 0.3 N, 50 ml air panas dan 25 ml aseton. Kertas saring dan isinya dimasukkan ke dalam cawan porselen dan dikeringkan di dalam oven dengan suhu 105⁰C, kemudian didinginkan dalam eksikator selama 1 jam dan ditimbang (y). Setelah itu dipijarkan di dalam tanur sampai menjadi putih dan didinginkan kembali serta ditimbang (z). Penentuan kadar serat kasar menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar Serat Kasar} = \frac{(y - z - a)}{x} \times 100\%$$

Gula Total terlarut (Dubois et al. 1956)

Sebanyak 1 g sampel direbus dalam 100 ml akuades selama 30 menit. Selanjutnya dilakukan penyaringan dengan menggunakan kertas saring kasar sambil dibilas dengan air panas sampai semua bahan larut. Hasil saringan tersebut dimasukkan kedalam labu takar 500 ml, tambahkan akuades hingga volumenya menjadi 100 ml. setelah itu 1 ml sampel ditambahkan dengan 1 ml fenol 5% dan dikocok sebelum penambahan 5 ml larutan asam sulfat pekat. Sementara itu pembuatan larutan standar dilakukan dengan cara yang sama, tetapi tanpa sampel. Langkah selanjutnya adalah pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 490 nm. Perhitungan dilakukan dengan membuat persamaan regresi dari larutan standar glukosa berdasarkan nilai absorbansi terhadap konsentrasi glukosa.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan tanpa dan dengan penambahan enzim cairan rumen pada jenis bahan baku singkong dengan 3 ulangan. Jenis bahan baku singkong terdiri atas: umbi (U), daun (D), kulit (K), onggok (O), umbi+daun (UD), kulit+umbi (KU), umbi+onggok (UO), daun+kulit (DK), onggok+daun (OD), kulit+onggok (KO), daun+umbi+kulit (DUK), daun+umbi+onggok (DUO), kulit+daun+onggok (KDO), kulit+umbi+onggok (KUO), kulit+daun+umbi

+onggok (KDUO). Data dianalisis dengan ANOVA menggunakan SAS 6.12, apabila ANOVA menunjukkan perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan.

Hasil dan Pembahasan

Perubahan Kandungan Bahan Kering Bahan Baku Singkong (BBS)

Kandungan bahan kering BBS tanpa dan dengan penambahan enzim cairan rumen serta perubahannya tertera pada Tabel 6. Perlakuan BBS dengan penambahan enzim cairan rumen tidak berpengaruh nyata terhadap penurunan kandungan bahan kering.

Tabel 6 Rataan kandungan bahan kering (%) bahan baku singkong tanpa dan dengan penambahan enzim cairan rumen serta perubahannya

Jenis bahan baku	Perlakuan enzim		Perubahan (%)
	Tanpa enzim	Dengan enzim	
Satu bahan			
U	90.90	89.01	-2.08±0.32
O	90.87	89.04	-2.02±0.18
K	89.60	87.86	-1.94±0.48
D	88.69	87.53	-1.31±0.83
Dua bahan			
KU	89.05	87.63	-1.59±0.49
UO	90.46	89.10	-1.51±0.17
OD	87.56	86.71	-0.96±0.55
UD	87.62	86.68	-1.06±0.19
DK	87.18	85.59	-1.83±0.71
KO	87.56	85.93	-1.86±0.63
Tiga bahan			
DUK	87.66	86.45	-1.38±0.52
KUO	87.57	86.59	-1.12±0.14
DUO	87.99	86.49	-1.72±0.33
KDO	87.79	86.18	-2.03±0.57
Empat bahan			
KDUO	88.02	86.31	-1.94±0.41

U (umbi), O (onggok), K (kulit), D (daun), UO (umbi+onggok), KU (kulit + umbi), UD (umbi+daun), KO (kulit+onggok), OD (onggok+daun), DK (daun+kulit), DUK (daun +umbi+kulit), DUO (daun,+umbi+onggok), KDO (kulit+daun+onggok), KUO (kulit+umbi+onggok), dan KDUO (kulit+daun+umbi+onggok).

Penurunan bahan kering yang tidak berbeda nyata antar perlakuan BBS disebabkan dosis enzim yang diberikan sama, sehingga dalam reaksi hidrolisis pada bahan tersebut menghasilkan perubahan kandungan bahan kering yang relatif sama. Hidrolisis umumnya dipengaruhi oleh konsentrasi substrat, konsentrasi enzim, suhu, pH dan waktu (Muchtadi 1992; Ikhsan *et al.* 2007).

Beauchemin *et al.* (2000) melaporkan bahwa terdapatnya perbedaan dalam komposisi kimiawi hijauan dengan perlakuan enzim. Hasil penelitian Murray *et al.* (2007) menunjukkan bahwa penambahan enzim fibrolitik dengan level yang berbeda-beda pada rumput memberi hasil yang berfluktuatif terhadap perubahan kandungan bahan kering. Penambahan enzim selulase pada pakan kuda tidak menunjukkan perbedaan dalam penurunan bahan kering (Robison *et al.* 2007). Sementara Christensen *et al.* (2007) menyatakan bahwa penambahan enzim pendegradasi serat pada makanan cair dan padat yang berasal dari butiran dan kedelai mengalami penurunan bahan kering.

Penurunan kandungan bahan kering BBS pada penelitian ini berkisar antara 0.96-2.08%. Penurunan ini erat kaitannya dengan keberadaan air yang ada pada bahan. Pada tingkat kadar air yang lebih tinggi akan memberikan bahan kering yang semakin rendah yang akan memperbesar terjadinya hidrolisis. Suroso *et al.* (2003) menyatakan reaksi hidrolisis akan meningkat dengan semakin meningkatnya kadar ion hidrogen. Efek air terhadap kinetika reaksi sangat penting karena air dapat menyebabkan proses hidrolisis dan akan mempengaruhi mutu produk yang dihasilkan (Kurashige *et al.* 1983). Selain itu juga penurunan kandungan bahan kering BBS ini dipengaruhi oleh enzim yang digunakan, dimana filtrat enzim cairan rumen pada penelitian ini merupakan enzim kasar, yang masih tercampur dengan substrat lain sehingga apabila ditambahkan kedalam perlakuan BBS akan mempengaruhi kandungan bahan kering bahan tersebut.

Perubahan Kandungan Serat Kasar Bahan Baku Singkong (BBS)

Kandungan serat kasar BBS tanpa dan dengan penambahan enzim cairan rumen serta perubahannya tertera pada Tabel 7. Perlakuan BBS dengan penambahan enzim cairan rumen berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap

penurunan kandungan serat kasar. Alemawor *et al.* (2009) melaporkan suplementasi enzim fibrolitik pada kulit coklat dapat menurunkan kandungan serat kasar sebesar 8.60-16.41%.

Tabel 7 Rataan kandungan serat kasar (%) bahan baku singkong tanpa dan dengan penambahan enzim cairan rumen serta perubahannya

Jenis bahan baku	Perlakuan enzim		Perubahan (%)
	Tanpa enzim	Dengan enzim	
Satu bahan			
U	1.12	0.89	-17.83 ^a ±5.08
O	6.95	5.94	-14.02 ^{abc} ±2.03
K	7.26	6.23	-13.54 ^{abc} ±1.43
D	13.82	12.42	-8.61 ^c ±1.94
Dua bahan			
KU	3.33	2.73	-17.35 ^{ab} ±3.61
UO	3.70	2.99	-17.42 ^{ab} ±1.84
OD	9.82	8.77	-9.64 ^c ±0.91
UD	6.13	5.28	-11.25 ^c ±2.78
DK	10.83	9.68	-9.45 ^c ±2.01
KO	6.37	5.62	-10.05 ^c ±2.01
Tiga bahan			
DUK	6.64	5.72	-13.47 ^{abc} ±1.58
KUO	3.74	3.18	-12.09 ^{bc} ±3.42
DUO	6.61	5.75	-10.14 ^c ±2.18
KDO	7.66	6.65	-11.62 ^c ±1.99
Empat bahan			
KDUO	6.10	5.34	-12.22 ^{bc} ±0.33

U (umbi), O (onggok), K (kulit), D (daun), UO (umbi+onggok), KU (kulit + umbi), UD (umbi+daun), KO (kulit+onggok), OD (onggok+daun), DK (daun+kulit), DUK (daun +umbi+kulit), DUO (daun,+umbi+onggok), KDO (kulit+daun+onggok), KUO (kulit+umbi+onggok), dan KDUO (kulit+daun+umbi+onggok). Tanda huruf (superkrip) yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan nilai yang berbeda nyata tarap uji $P < 0.05$.

Penurunan kandungan serat kasar yang tertinggi terdapat pada perlakuan satu bahan yaitu umbi (U) sebesar 17.83%, sedangkan yang terendah terdapat pada perlakuan daun (D) sebesar 8.61%. Penambahan enzim cairan rumen pada dua bahan menyebabkan penurunan yang tertinggi pada perlakuan umbi+onggok (UO) sebesar 17.42% dan yang terendah pada perlakuan daun+kulit (DK) sebesar 9.45%, sedangkan pada tiga dan empat bahan mengalami penurunan serat kasar yang relatif sama. Perbedaan penurunan kandungan serat kasar ini erat kaitannya dengan komposisi bahan berlignoselulosa terutama kandungan lignin. Bahan-bahan lignoselulosa umumnya terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Selulosa secara alami diikat oleh hemiselulosa dan dilindungi oleh lignin. Adanya senyawa pengikat lignin inilah yang menyebabkan bahan-bahan lignoselulosa

sulit untuk dihidrolisis (Iranmahboob *et al.* 2002). Kamara *et al.* (2006) menyatakan kandungan lignin yang cukup tinggi akan mempengaruhi proses hidrolisis enzimatik dan dapat memperlambat penetrasi oleh enzim. Lignin yang tinggi akan mengakibatkan sulitnya substrat dihidrolisis sehingga penurunan serat kasar menjadi rendah, seperti pada perlakuan daun yang penurunan kandungan serat kasarnya lebih rendah dibandingkan pada perlakuan umbi. Hasil yang sama juga ditemukan bahwa adanya komponen daun dalam kombinasi bahan baku singkong menyebabkan penurunan serat kasar juga relatif rendah. Oni *et al.* (2010) melaporkan bahwa berdasarkan bahan kering daun mengandung 25.40% lignin, 22.60% selulosa dan 13.30% hemiselulosa. Onggok mengandung 23.10% hemiselulosa dan 4.20% lignin (Rokhmani 2005). Kulit mengandung 7.20% lignin, 13.80% selulosa dan 11% hemiselulosa (Aregheore 2000), sedangkan umbi mengandung 10% selulosa dan 11% hemiselulosa (Oso *et al.* 2010) dan tidak mengandung lignin (Kozloski *et al.* 2006).

Penambahan enzim cairan rumen dalam BBS mampu menurunkan serat kasar. Penurunan serat kasar perlakuan BBS disebabkan adanya aktivitas enzim selulase yang dihasilkan cairan rumen, pada penelitian ini aktivitas enzim selulase sebesar 0.02 U/ml. Cairan rumen mengandung tiga jenis enzim selulase yaitu endoglukanase atau karboksimetilselulase (CMC-ase), eksoglukanase, dan β -glukosidase (Cai *et al.* 1999; Beauchemin *et al.* 2003; Zuhair 2008). Ketiga enzim tersebut akan menghidrolisis polimer selulosa menjadi komponen yang lebih sederhana. Mikroba selulolitik rumen memproduksi dua kelompok selulase yaitu selulase ekstraseluler dapat menghidrolisis selulosa amorf dan kompleks selulase hanya dapat menghidrolisis selulosa kristal (Balwin 1995). Jika cairan rumen yang digunakan sebagai sumber enzim hanya sedikit mengandung kompleks selulase, maka sedikit pula selulosa kristal dari bahan baku singkong yang berhasil dihidrolisis, diduga bahan baku singkong seperti daun dan kulit lebih banyak mengandung selulosa kristal sehingga menghasilkan persentase tingkat degradasi yang lebih rendah dibanding umbi dan onggok. Aziz *et al.* (2002) menyatakan bahwa selulosa amorf dapat dihidrolisis dengan cepat namun kecepatan hidrolisis semakin menurun ketika selulosa kristal yang diserang oleh enzim. Selanjutnya

Chesworth *et al.* (1998) menyebutkan bahwa reaksi hidrolisis hanya dapat terjadi pada permukaan kristal, karena molekul enzim yang besar tidak dapat masuk ke dalam inti kristal selulosa. Rusaknya struktur kristal selulosa akan mempermudah terurainya selulosa menjadi glukosa (Sun & Cheng 2002; Mosier *et al.* 2005).

Perubahan Kandungan Gula Total Terlarut Bahan Baku Singkong (BBS)

Kandungan gula total terlarut BBS tanpa dan dengan penambahan enzim cairan rumen serta perubahannya tertera pada Tabel 8. Perlakuan BBS dengan penambahan enzim cairan rumen nyata ($P < 0.05$) menyebabkan peningkatan gula total terlarut. Alemawor *et al.* (2009) melaporkan suplementasi enzim fibrolitik pada kulit coklat dapat meningkatkan gula total terlarut sebesar 42.72-53.63%.

Tabel 8 Rataan kandungan gula total terlarut (ppm) bahan baku singkong tanpa dan dengan penambahan enzim cairan rumen serta perubahannya

Jenis bahan baku	Perlakuan enzim		Perubahan (%)
	Tanpa enzim	Dengan enzim	
Satu bahan			
U	9087.50	11805.40	29.91 ^a ±0.91
O	5365.97	6384.67	19.01 ^d ±0.63
K	6383.31	8018.18	25.61 ^b ±0.22
D	4935.92	5862.34	18.78 ^d ±0.76
Dua bahan			
DO ✓	4928.02	5828.13	18.26 ^d ±1.95
KU ✓	6581.28	8311.96	26.31 ^b ±1.63
UO ✓	6303.35	7876.44	24.94 ^b ±0.28
UD ✓	6054.13	7386.02	21.99 ^c ±0.78
DK ✓	5173.76	6149.03	18.89 ^d ±2.06
KO ✓	5016.48	5957.73	18.74 ^d ±1.64
Tiga bahan			
DUK ✓	4284.44	4955.88	15.67 ^e ±1.15
KUO	4356.96	5037.79	15.65 ^e ±1.90
DUO	4174.19	4807.84	15.19 ^e ±1.88
KDO	4097.16	4724.61	15.30 ^e ±1.35
Empat bahan			
KDUO	4064.55	4708.11	15.83 ^e ±0.74

U (umbi), O (onggok), K (kulit), D (daun), UO (umbi+onggok), KU (kulit + umbi), UD (umbi+daun), KO (kulit+onggok), OD (onggok+daun), DK (daun+kulit), DUK (daun +umbi+kulit), DUO (daun,+umbi+onggok), KDO (kulit+daun+onggok), KUO (kulit+umbi+onggok), dan KDUO (kulit+daun+umbi+onggok). Tanda huruf (superkrip) yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan nilai yang berbeda nyata tarap uji $P < 0.05$

Peningkatan gula total terlarut yang tertinggi pada perlakuan satu bahan yaitu umbi (U) sebesar 29.91%, sedangkan yang terendah pada perlakuan daun (D) sebesar 18.78%. Pada dua bahan peningkatan total gula terlarut yang tertinggi

terdapat pada perlakuan KU (kulit+umbi) sebesar 26.31% dan yang terendah pada perlakuan DO (daun+onggok) sebesar 18.26%. Penambahan enzim cairan rumen pada tiga dan empat bahan mengalami peningkatan gula total yang relatif sama. Perbedaan peningkatan gula total terlarut antar perlakuan BBS dipengaruhi oleh kandungan karbohidrat dalam bahan baku singkong terutama kandungan pati. Semakin tinggi kandungan pati dalam bahan baku singkong maka semakin tinggi pula produk hidrolisis enzim yaitu gula total terlarut. Pada perlakuan umbi kandungan pati yang mudah larut lebih tinggi sehingga peluang pati kontak dengan enzim juga semakin besar dibandingkan pada kulit, onggok, daun dan kombinasinya. Karena enzim dari cairan rumen pada penelitian ini adalah enzim kasar, maka selain enzim selulase kemungkinan ada enzim amilase yang bekerja pada pati dalam bahan baku singkong tersebut. Kamra (2005) menyatakan bahwa dalam cairan rumen terdapat enzim amilase yang mampu mendegradasi pati. Umbi mengandung pati sebesar 87.84% (Garlina 2003), kulit sebesar 64.60% (Obloh & Akihdahumsi 2003), onggok dan daun masing-masing sebesar 50% dan 43.40% ((Chauynarong *et al.* 2009).

Peningkatan gula total perlakuan BBS ini dipengaruhi oleh adanya hidrolisis enzim yang berasal dari cairan rumen terhadap komponen polisakarida pada perlakuan bahan baku singkong membentuk komponen-komponen yang lebih sederhana seperti oligosakarida dan monosakarida. Hasil penelitian Pantaya (2003) menunjukkan bahwa dengan penambahan enzim cairan rumen pada *wheat pollard* terjadi peningkatan oligosakarida dan monosakarida 5.5% sebagai akibat dari hidrolisis enzim terhadap komponen polisakarida pada bahan tersebut. Demikian pula yang terjadi pada penelitian ini yang menunjukkan bahwa bahan baku singkong yang mengandung polisakarida dengan bantuan enzim pemecah serat yang berasal dari cairan rumen akan dapat memecah ikatan-ikatan yang ada pada bahan baku tersebut, sehingga menjadi monomer-monomer yang lebih sederhana. Meningkatnya monomer sederhana dalam bahan baku singkong tersebut akan meningkatkan pula ketersediaan sumber energi apabila diberikan pada ternak.

Simpulan

Kualitas nutrisi bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen mampu menurunkan kandungan serat kasar sebesar 17.83% dan meningkatkan gula total terlarut sebesar 29.91% yang terbaik pada umbi, namun kandungan bahan kering relatif sama dengan kontrol antara 0.96-2.08%.

Daftar Pustaka

- Alemawor F, Dzogbefia VP, Oddoye EOK, Oldham JH. 2009. Enzyme cocktail for enhancing poultry utilisation of cocoa pod husk. *Sci Res and Essay*. 4(6): 555-559.
- Aregheore EM. 2000. Chemical composition and nutritive value of some tropical by-product feedstuffs for small ruminants in vivo and in vitro digestibility. *Anim Feed Sci and Technol*. 85: 99-109.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Washington DC : Association Official Analytic Chemists.
- Aziz AA, Husin M, Mokhtar A. 2002. Preparation of cellulose from oil palm empty fruit bunches via ethanol digestion. Effect of acid and alkali catalysts. *J of Oil Palm Research*. 14 (1): 9-14.
- Balwin RL. 1995. *Modeling Ruminants Digestion and metabolism*. Chapman and Hall London.
- Beauchemin KA, Colombatto D, Morgavi DP, Yang WZ. 2003. Use of exogenous fibrolytic enzymes to improve feed utilization by ruminants. *J Anim Sci*. 81 (E. Suppl. 2): E37-E47.
- Cai YJ, Chapman SJ, Buswell JA, Chang ST. 1999. Production and distribution of endoglucanase, cellobiohydrolase, and β -glucosidase components of the cellulolytic system of *Volvariella volvacea*. The edible straw mushroom. *Appl. Env. Microb*. 65: 553-559.
- Chauynarong N, Elangovan AV, Iji PA. 2009. The potential of cassava products in diets for poultry. *World's Poult Sci J*. 65. 23-35.
- Chen XL, Wang JK, Wu YM, Liu JX. 2008. Effects of chemical treatments of rice straw on rumen fermentation characteristics, fibrolytic enzyme activities and populations of liquid- and solid-associated ruminal microbes in vitro. *Anim. Feed Sci and Technol*. 141 : 1-14.
- Christensen P, Glitsø V, Pettersson D, Wischmann B. 2007. Fibre degrading enzymes and *Lactobacillus plantarum* influence liquid feed characteristics and the solubility of fibre components and dry matter in vitro. *Lives Sci* 109 : 100-103.
- Chesworth JM, Stuchbury T, Scaife JR. 1998. *An introduction to agricultural biochemistry*. London. Chapman and hall.

- Dubois, Gilles M, Hamilton KA, Robers JK, Smith RA. 1956. Colorimetric Method for Determination of Sugar and Related Substance. *Anal Chem.* 28:350-353.
- Garlina ER. 2003. Pengembangan dan uji coba produk keripik ubi kayu di Kotamadya Bogor. [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Ginting SP, Krisnan R. 2006. Pengaruh fermentasi menggunakan beberapa Strain *Trichoderma* dan masa inkubasi berbeda terhadap komposisi kimiawi bungkil inti sawit. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.* 939-344.
- Ha JSS *et al.* 2001. Degradation of Rice Straw by Rumen Fungi and Cellulolytic Bacteria through Mono, Co or Sequential Cultures. School of Agric. Biotech. Seoul National Univ. Korea.
- Ikhsan D, Yulianto ME, Hartati I . 2007. Pengembangan bioreactor hidrolisis enzimatik untuk produksi bioetanol dari biomassa jerami padi <http://www.scribd.com/doc/21270719/bioetanol-jerami> [Januari 2010].
- Iranmahboob J, Nadim F, Monemi. S. 2002. Optimizing acid-hydrlysis: a critical step for production of ethanol from mixed wood chips. *Biomass and Bioenergy.* 22: 401-404.
- Iyayi EA, Davies BI. 2005. Effect of enzyme supplementation of palm kernel meal and brewer's dried grain on the performance of broilers. *Int J Poult Sci.* 4 (2): 76-80.
- Kamra DN. 2005. *Rumen microbial ecosystem.* Centre of advanced studies in Animal Nutrition. Indian Veterninary Research Institute, India.
- Kamara DS, Rachman SD, Gaffar S. 2006. Degradasi enzimatik selulosa dari batang pohon pisang untuk produksi glukosa dengan bantuan aktivitas selulolitik *Trichoderma viride*. Laporan penelitian dasar (LITSAR) Universitas Padjadjaran. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Padjadjaran Bandung. Bandung.
- Kurashige J. Matsuzaki N dan Takahashi H. 1983. Enzymatic modification of canola/palm oil mixture effects on the fluidity of the mixture. *JAOCs.* 70(90): 849-852.
- Kozloski GV *et al.* 2006. Nutritional value of diets based on a low-quality grass hay supplemented or not with urea and levels of cassava meal. *Afr Jl of Agricult Res .* 1(3): 033-046.
- Lamid M, Chuzaemi S, Puspaningsih NNT, Kusmartono. 2006. Inokulasi bakteri xilanolitik asal rumen sebagai upaya peningkatan nilai nutrisi jerami padi. *J Protein.* 14(2):122-128.
- Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic reagent for determination of reducing sugar assay. *Anal Chem* 31:426-428.
- Mosier N *et al.* 2005. Features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass. *Biores Technol.* 96:673-686.

- Muchtadi D, Palupi NS, Astawan M. 1992. *Enzim dalam industri pangan*. PAU.Pangan Dan Gizi. Institut Pertanian Bogor.Bogor.
- Murray JM *et al.* 2007. The effect of enzyme treatment on the nutritive value of lucerne for equids. *Lives Sc.* 112: 52-62.
- Oboh G, Akindahunsi AA. 2003. Chemical changes in cassava peels fermented with mixed culture of *Aspergillus niger* and two species of *Lactobacillus* integrated bio-system. *Appl. Trop. Agric.* 8: 63-68.
- Oni AO, Arigbede OM, Oni OO, Onwuka, Anele UY, Oduguwa BO, Yusuf KO. 2010. Effects of feeding different levels of dried cassava leaves (*Manihot esculenta*, Crantz) based concentrates with *Panicum maximum* basal on the performance of growing West African dwarf goats. *Lives Sci.* xxx: xxx-xxx.
- Oso AO, Bamgbose OOAM, Eruvbetine D. 2010. Utilization of unpeeled cassava (*Manihot esculenta*) root meal in diets of weaner rabbits. *Lives Sci.* 127: 192-196.
- Pantaya D. 2003. Kualitas ransum hasil pengolahan steam peleting berbasis wheat pollard yang mendapat perlakuan enzim cairan rumen pada broiler. [Tesis]. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Purnomohadi M. 2006. Peranan Bakteri Selulolitik Cairan Rumen pada Fermentasi Jerami Padi Terhadap Mutu Pakan. *J Protein.* 3(2):108-114.
- Robison CIO, Nielsen BD, Morris R. 2007. Cellulase Supplementation Does Not Improve the Digestibility of a High-Forage Diet in Horses. *J Equine Vet Sci.* 27(12): 535-539.
- Rokhmani SIW. 2005. Peningkatan nilai gizi bahan pakan dari limbah pertanian melalui fermentasi. *lokakarya nasional potensi dan peluang pengembangan usaha agribisnis kelinci.* 66-74.
- Sun Y, Cheng J. 2002. Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review. *Biores Technol.* 83: 1-11.
- Suroso, Adi Riswant, Aris Sujatmoko 2003. Pengaruh Kadar Air Bahan Baku dan Jumlah Bibit Terhadap Gula Semut yang Dihasilkan.Seminar Nasional dan (PATPI) Peranan Industri Dalam Pengembangan Produk Pangan Indonesia. Yogyakarta 22-23 juli 2003.
- Twomey LN *et al.* 2003. The effects of increasing levels of soluble non-starch polysaccharides and inclusion of feed enzymes in dog diets on faecal quality and digestibility *Anim Feed Sci and Technol.* 108:71-82.
- Zuhair SA. 2008. The effect of crystallinity of cellulose on the rate of reducing sugars production by heterogeneous enzymatic hydrolysis. *Biores Technol.* 99: 4078-4085.

**KUALITAS NUTRISI SILASE BERBAHAN BAKU
SINGKONG DENGAN PENAMBAHAN ENZIM
CAIRAN RUMEN DAN BAKTERI
*Leuconostoc mesenteroides***

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh kualitas nutrisi kombinasi bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen dan *Leuconostoc mesenteroides* melalui teknologi fermentasi anaerob (silase). Setelah bahan baku singkong mengalami hidrolisis, bahan tersebut dimasukkan ke dalam plastik dan ditambahkan inokulum *Leuconostoc mesenteroides* dengan dosis 1% serta dilakukan pemadatan untuk mencapai kondisi anaerob dan disimpan selama 30 hari. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan perlakuan sebelum dan sesudah ensilase dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* pada 15 jenis bahan singkong: umbi (U), daun (D), kulit (K), onggok (O), umbi+daun (UD), kulit+umbi (KU), umbi+onggok (UO), daun+kulit (DK), onggok+daun (OD), kulit+onggok (KO), daun+umbi+kulit(DUK), daun+umbi+onggok (DUO), kulit+daun+onggok (KDO), kulit+umbi+onggok (KUO), kulit +daun+umbi+onggok (KDUO), masing-masing 3 ulangan. Hasil menunjukkan bahwa silase mempunyai kisaran suhu antara 26⁰C-30⁰C, beraroma asam dan wangi fermentasi dan mengalami perubahan warna mulai dari krem, coklat dan hijau kekuningan. Penambahan enzim rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* pada perlakuan silase berbahan baku singkong berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap bahan kering (30.14-43.28%), pH (3.73-4.86), berfluktuasi terhadap perubahan protein kasar (-1.92-2.39%), penurunan sianida (86.90-96,50%) dan serat kasar (0.50-4.90%) serta tidak berpengaruh terhadap kehilangan bahan kering (1.20-2.66%). Kesimpulan percobaan ini adalah penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* mampu menurunkan kandungan serat kasar (4.90%) dan sianida (96.50%) yang terbaik pada umbi, dan meningkatkan protein (2.39%) pada KDUO (kulit+daun+umbi +onggok).

Kata kunci: enzim cairan rumen, *Leuconostoc mesenteroides*, kualitas nutrisi singkong

Abstract

The objective of this research was to improve nutrient quality of silage with cassava as main ingredient added rumen fluid enzymes and *Leuconostoc mesenteroides* in the anaerob (silage) fermentation technology. After the cassava was hydrolyzed, it was put into plastic bag and added *Leuconostoc mesenteroides* inoculant at 1% dosage in anaerob condition and kept for 30 days. This research used completely randomized design with two treatments namely without and with ensilage processing with the addition of rumen fluid enzymes and *Leuconostoc mesenteroides* on 15 different cassava substrates: Tuber (U), Leaf (D), Peel (K), Onggok (O), tuber+leaf (UD), peel+tuber (KU), tuber+onggok (UO), leaf+peel

(DK), onggok+leaf (OD), peel+onggok (KO), leaf+tuber+peel (DUK), leaf+tuber+onggok (DUO), peel+leaf+onggok (KDO), peel+tuber+onggok (KUO), peel+leaf+tuber+onggok (KDUO) with 3 replications respectively. The results showed that the temperature in the silage ranged between 26⁰C-30⁰C, acid and fermented smelling, colour changing (cream, brown and yellowish green). The addition of rumen fluid enzymes and *Leuconostoc mesenteroides* bacteria in the ensilage processing of cassava had significant ($P < 0.05$) effect on dry matter (30.14-43.28%), pH (3.73-4.86), crude protein (-1.92-2.39%), cyanide (86.90-96.50%) and crude fiber (0.50-4.90%) but not significant on dry matter losses (1.20-2.66%). The conclusion of this research was the addition of rumen fluid enzymes and *Leuconostoc mesenteroides* bacteria had the ability to decrease crude fiber (4.90%) and cyanide (96.50%) on the tuber, and increase crude protein (2.39) on KDUO (peel+leaf+tuber+onggok).

Keywords: cassava, rumen fluid enzymes, *Leuconostoc mesenteroides*, nutrient quality

Pendahuluan

Harga bahan pakan konvensional, seperti jagung dan bungkil kedelai berfluktuasi dan masih harus diimpor untuk memenuhi kebutuhan industri peternakan dalam negeri. Hal ini mendorong upaya pencarian bahan baku alternatif yang lebih tersedia secara lokal. Hasil samping pertanian dan industri pengolahan singkong merupakan salah satu alternatif bahan baku pakan yang dapat dipergunakan karena produksi yang besar. Namun penggunaannya dalam campuran pakan unggas masih terbatas karena kandungan serat kasar dan sianida yang tinggi. Salah satu cara untuk menghilangkan batasan penggunaan bahan baku tersebut yaitu dengan fermentasi anaerob (silase) yang dikombinasikan dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides*.

Silase adalah bahan pakan hasil fermentasi yang telah disimpan dalam keadaan anaerob dengan tujuan mempertahankan nilai nutrisi yang terkandung didalamnya dan menurunkan antinutrisi yang terdapat pada pakan (serat kasar dan sianida). Salah satu prinsip dalam pembuatan silase menurut Gilbery *et al.* (2010), adalah usaha untuk mencapai dan mempercepat keadaan hampa udara serta suasana asam di tempat penyimpanan, dimana selama proses fermentasi asam laktat yang dihasilkan berperan sebagai zat pengawet sehingga pertumbuhan mikroorganisme pembusuk dapat dihindarkan.

Penambahan cairan rumen bertujuan untuk mendegradasi serat kasar bahan baku singkong karena didalam cairan rumen terdapat enzim pendegradasi

serat seperti endoglukonase, eksoglukonase, β -glukosidase dan xilanase (Santra *et al.* 2007). Sedangkan penambahan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* bertujuan untuk mendegradasi sianida pada bahan baku singkong, karena bakteri tersebut mempunyai enzim β -glukosidase yang tinggi dalam menurunkan sianida dan dapat mempercepat proses penurunan pH pada awal ensilase. Melalui teknologi fermentasi anaerob (silase) dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* pada bahan baku singkong, diharapkan bahan tersebut dapat dijadikan sebagai bahan baku pakan alternatif yang berkualitas dan murah. Berdasarkan hal di atas dilakukan penelitian pengaruh penambahan enzim cairan rumen dan *Leuconostoc mesenteroides* terhadap kualitas nutrisi silase berbahan baku singkong.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh kualitas nutrisi kombinasi bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen dan *Leuconostoc mesenteroides* melalui teknologi fermentasi anaerob (silase). Manfaat penelitian ini adalah memberi informasi baru penggunaan bahan baku singkong sebagai bahan baku alternatif untuk ternak unggas.

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan selama 3 bulan mulai dari April–Juni 2008 di Laboratorium Terpadu, Laboratorium Nutrisi Ternak Perah dan Laboratorium Teknologi Pakan Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah bahan baku singkong varietas pahit (umbi, daun, kulit onggok dan kombinasinya) yang diperoleh dari Kedung Halang Bogor, cairan rumen sapi yang diperoleh dari RPH Tanah Sereal Bogor dan isolasi bakteri *Leuconostoc mesenteroides* (isolat C pada percobaan tahap 1) diperoleh dari umbi singkong fermentasi.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi plastik, pisau, solotif, baskom, tabung reaksi, pemanas air, sentrifugasi, tabung reaksi, labu erlenmeyer, gelas ukur, vorteks, timbangan, batang pengaduk, dan spektrofotometer, oven, dan pompa vakum.

Metode Penelitian

Hidrolisis bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen.

Bahan baku singkong berupa daun terlebih dahulu dilayukan didalam ruangan selama dua hari, umbi dan kulit dilayukan selama satu hari dibawah sinar matahari, sedangkan onggok langsung digunakan sebagai bahan baku. Kombinasi baik pada dua, tiga dan empat bahan baku singkong dilakukan setelah proses diatas dengan perbandingan 1:1. Bahan baku singkong (umbi, kulit, onggok, daun dan kombinasinya) sebanyak 1 kg dipotong dengan ukuran 1-2 cm dan diletakkan diatas nampan plastik. Kemudian enzim cairan rumen dengan dosis 1% (b/v) ditambahkan kedalam masing-masing bahan tersebut, setelah itu nampan ditutup dengan plastik, selanjutnya disimpan selama 24 jam pada suhu kamar.

*Pembuatan Silase dengan Penambahan *Leuconostoc mesenteroides**

Setelah masing-masing bahan baku singkong mengalami hidrolisis dengan enzim cairan rumen (kadar air 60-70%). Bahan kemudian dimasukkan ke dalam plastik dan ditambahkan inokulum *Leuconostoc mesenteroides* dengan dosis 1% (b/v) yang mengandung 10^{-6} sel/ml. Selanjutnya dilakukan pemadatan untuk mencapai kondisi anaerob sebelum ditutup rapat dan disimpan selama 30 hari.

Metode Analisis

Peubah yang diukur pada percobaan ini adalah pengamatan fisik (suhu, aroma dan warna), bahan kering dan serat kasar (halaman 39), kehilangan bahan kering, derajat keasaman (pH), protein kasar dan kandungan sianida. Metodenya adalah sebagai berikut:

Pengamatan Fisik

Pengukuran suhu dilakukan dengan cara memasukkan thermometer ke dalam plastik silase sampai suhunya stabil pada saat pembongkaran silase. Aroma dan warna silase ditentukan dengan uji organoleptik menggunakan 10 responden tidak terlatih dan kemudian hasilnya dianalisis secara deskriptif (Yusmadi 2008).

Kehilangan bahan kering

Penentuan kehilangan bahan kering melalui analisa proksimat (AOAC 1990). Bahan kering diukur sebelum dan setelah ensilase. Sebanyak 3-5 g sampel kering dimasukkan kedalam cawan yang telah diketahui bobotnya. Setelah itu

dipanaskan didalam oven suhu 105°C selama 6 jam. Selanjutnya didinginkan di dalam eksikator selama 15 menit. Penghitungan kehilangan bahan kering merupakan bobot bahan dikalikan bahan kering sebelum ensilase dikurangi dengan bobot bahan dikalikan dengan bahan kering setelah ensilase dibagi berat awal bahan dikalikan bahan kering sebelum ensilase.

Derajat keasaman (pH) (Apriyantono *et al.* 1989)

Sebanyak 1 g sampel silase ditambahkan dengan 2 ml akuades (1:2), kemudian didiamkan selama 4 jam sambil diaduk setiap satu jam. Selanjutnya pH diukur dengan menggunakan pH meter.

Protein kasar (AOAC 1990)

Kira-kira 0.3-0.5 g sampel (x) ditimbang dengan teliti, dimasukkan kedalam labu destruksi. Tambahkan kira-kira 3 sendok kecil katalis campuran selen serta ml H_2SO_4 pekat teknis secara homogen. Campuran tersebut dipanaskan dengan alat destruksi mula-mula pada posisi "low" kira-kira 10 menit, kemudian pada posisi "mad" selama 5 menit dan pada posisi "hight" sampai larutan menjadi jernih dan berwarna hijau kekuningan, proses ini berlangsung didalam ruang asam (Tahap Destruksi)

Setelah itu labu destruksi didinginkan dan larutan tersebut dimasukkan ke dalam labu penyuling dan diencerkan dengan 300 ml air yang tidak mengandung N. Tambahkan beberapa butir batu didih dan larutan dijadikan basa dengan penambahan kira-kira 100 ml NaOH 33%. Kemudian labu penyuling dipasang dengan cepat diatas alat penyuling. Proses penyulingan ini diteruskan hingga semua N telah tertangkap oleh H_2SO_4 yang ada di dalam erlemeyer atau bila 2/3 dari cairan dalam labu penyuling telah menguap. (Tahap Destilasi)

Labu erlenmeyer yang berisi hasil sulingan tadi diambil dan kelebihan H_2SO_4 dititar kembali dengan menggunakan larutan NaOH 0.3 N. Proses titrasi berhenti setelah terjadi perubahan warna dari biru kehijauan yang menandakan titik akhir titrasi. Volume NaOH dicatat sebagai z ml. Kemudian dibandingkan dengan titar blanko y ml. (Tahap Titrasi).

Penentuan Kadar Protein kadar adalah sebagai berikut :

$$\text{Protein Kasar} = \frac{(y - z) \times \text{titar NaOH} \times 14 \times 6.25}{x} \times 100\%$$

Sianida (APHA 1992)

Sebanyak 5 g sampel dimasukkan kedalam tabung erlenmeyer dan ditambahkan aquades sebanyak 100 ml, ditutup rapat dan dibiarkan selama 24 jam. Sampel disentrifugasi dengan kecepatan 4 500 rpm selama 15 menit, sehingga terpisah supernatan dan endapan. Sebanyak 0.1 ml supernatan diambil dengan menggunakan spuit dari tabung perlakuan, lalu dimasukkan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan akuades sebanyak 1.9 ml. Selanjutnya dimasukkan kedalamnya 2 ml buffer CN dan 0.5 ml kloramin t 1%, divorteks dan didiamkan selama 2 menit. Setelah itu ditambahkan 0.5 ml larutan asam barbiturik-piridin dan divorteks kembali serta siap dibaca pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 578 nm. Perhitungan dilakukan dengan membuat persamaan regresi dari larutan standar KCN berdasarkan nilai absorbansi terhadap konsentrasi KCN.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan sebelum dan sesudah ensilase dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* pada jenis bahan baku singkong dengan 3 ulangan. Jenis bahan baku singkong terdiri atas: umbi (U), daun (D), kulit (K), onggok (O), umbi+daun (UD), kulit+umbi (KU), umbi+onggok (UO), daun+kulit (DK), onggok+daun (OD), kulit+onggok (KO), daun+umbi+kulit (DUK), daun+umbi+onggok (DUO), kulit+daun+onggok (KDO), kulit+umbi+onggok (KUO), kulit +daun+umbi+onggok (KDUO). Data dianalisis dengan ANOVA menggunakan SAS 6.12, apabila ANOVA menunjukkan perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan.

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Fisik Silase Berbahan Baku Singkong (BBS)

Suhu BBS selama proses ensilase adalah berkisar 26-30⁰C (Tabel 9), kisaran suhu ini masih kriteria baik. Levitel *et al.* (2009) menyatakan bahwa silase yang baik dapat dihasilkan pada suhu 30⁰C, sementara itu Okine *et al.* (2005), melaporkan bahwa kualitas silase yang baik dihasilkan pada suhu antara 25⁰C sampai 37⁰C. Suhu tertinggi pada perlakuan O (onggok) dan UO (umbi+onggok)

sebesar 30°C, sedangkan terendah perlakuan K (kulit) dan KO (kulit+onggok) sebesar 26°C. Perbedaan suhu ini disebabkan adanya aktivitas mikroorganisme yang menghasilkan karbon dan produksi panas. Suhu yang terlalu tinggi selama proses ensilase dapat disebabkan oleh terdapatnya udara di dalam silo sebagai akibat pemadatan atau penutupan silo yang kurang padat. Respirasi sel terus berlangsung selama oksigen dalam silo tersedia dan menghasilkan CO₂, H₂O dan panas (Schroeder 2004).

Tabel 9 Karakteristik fisik silase bahan baku singkong

Jenis bahan baku	Suhu	Aroma	Warna
Satu bahan			
U	28	Wangi	Krem
O	30	Wangi	Krem
K	26	Asam	Coklat
D	29	Wangi	Hijau Kekuningan
Dua Bahan			
KU	27	Asam	Coklat, krem
UO	30	Wangi	Krem
OD	29	Wangi	Krem, hijau
UD	29	Wangi	Krem, hijau kekuningan
DK	27	Asam	Hijau kekuningan, coklat
KO	26	Asam	Coklat, krem
Tiga Bahan			
DUK	27	Asam	Hijau kekuningan, krem coklat
KUO	27	Asam	Coklat, krem
DUO	29	Wangi	Hijau kekuningan, krem
KDO	27	Asam	Coklat, hijau kekuningan, krem
Empat Bahan			
KDUO	27	Asam	Coklat, hijau kekuningan krem

U (umbi), O (onggok), K (kulit), D (daun), UO (umbi+onggok), KU (kulit + umbi), UD (umbi+daun), KO (kulit+onggok), OD (onggok+daun), DK (daun+kulit), DUK (daun +umbi+kulit), DUO (daun,+umbi+onggok), KDO (kulit+daun+onggok), KUO (kulit+umbi+onggok), dan KDUO (kulit+daun+umbi+onggok).

Hasil pengamatan silase BBS menunjukkan aroma asam cuka dan wangi fermentasi (Tabel 9). Silase perlakuan U, O, D, UO, OD, UD, DUO beraroma wangi fermentasi, sedangkan perlakuan K, KU, DK, KO, DUK, KUO, KDO, KDUO beraroma asam cuka. Perbedaan aroma ini dipengaruhi oleh pH silase, dimana pada penelitian ini pH 4 beraroma wangi fermentasi dan pH 3 beraroma asam cuka. Harris (2003) menyatakan bahwa aroma silase yang asam mengindikasikan pH dibawah 4.5. Asngad (2005) melaporkan perbedaan tingkat ketajaman bau/aroma bahan onggok disebabkan karena adanya perbedaan pH yang terjadi selama proses fermentasi. Diduga fermentasi yang terjadi pada

perlakuan BBS bersifat heterofermentatif, sehingga tidak hanya asam laktat sebagai produk akhir fermentasi, tetapi juga menghasilkan asam asetat dan propionat. Saun & Heinrichs (2008) menyatakan bahwa silase yang baik mempunyai aroma seperti susu fermentasi karena mengandung asam laktat, bukan bau yang menyengat. Aroma busuk dihasilkan oleh adanya *Clostridia* waktu fermentasi (Jones *et al.* 2004). Penambahan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* pada penelitian ini dapat memperbaiki aroma pada bahan pakan. Hemme *et al.* (2004) menyatakan bahwa *Leuconostoc mesenteroides* mempunyai peranan penting dapat memperbaiki aroma dan tekstur suatu produk. Aroma silase perlakuan termasuk dalam kriteria kualitas silase yang baik. Menurut Abdelhadi *et al.* (2005), silase yang baik memiliki aroma asam dan wangi. Ada empat kriteria penilaian aroma silase yaitu sangat wangi, wangi, asam, dan bau tidak sedap (Salim *et al.* 2002; Wilkins 1988).

Pengamatan perlakuan BBS dengan berbagai kombinasi setelah 30 hari ensilase menunjukkan perubahan warna dari sebelum ensilase yaitu krem, coklat dan hijau kekuningan. Campuran ketiga warna ini merupakan pengaruh keanekaragaman bahan yang digunakan pada pembuatan silase seperti umbi, onggok, kulit dan daun. Namun perubahan warna penelitian tidak menunjukkan tanda-tanda kerusakan selama ensilase, seperti terjadi reaksi pencoklatan akibat bahan kering yang tinggi atau pembusukan oleh bakteri *Clostridia* karena kelebihan air. Saun & Heinrichs (2008) menyatakan warna silase mengindikasikan permasalahan yang mungkin terjadi selama fermentasi. Silase yang terlalu banyak mengandung asam asetat akan berwarna kekuningan, sedangkan kalau kelebihan asam butirat akan berlendir dan berwarna hijau kebiruan dan silase yang baik menunjukkan warna hampir sama dengan warna asalnya dan memiliki pH rendah (Abdelhadi *et al.* 2005), bertekstur lembut, tidak ditumbuhi jamur dan tidak berlendir (Ridla *et al.* 2007).

Derajat keasaman (pH), Kandungan Bahan Kering dan Kehilangan Bahan Kering Silase Berbahan Baku Singkong (BBS)

Rataan derajat keasaman (pH), kandungan bahan kering dan kehilangan bahan kering perlakuan silase bahan baku singkong tersaji pada Tabel 10. Perlakuan silase BBS dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri

Leuconostoc mesenteroides berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap derajat keasaman (pH), bahan kering, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap kehilangan bahan kering.

Tabel 10 Rataan derajat keasaman (pH), bahan kering dan kehilangan bahan kering silase bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides*

Jenis bahan baku	pH silase	BK silase (%)	Kehilangan BK (%)	Jumlah BAL (log cfu/ml)
Satu bahan				
U	4.22 ^d ±0.01	43.28 ^a ±0.51	1.37±0.88	7.82
O	4.47 ^b ±0.08	38.08 ^e ±0.55	2.30±0.14	5.41
K	3.66 ^h ±0.03	31.94 ^g ±0.38	1.20±1.12	6.64
D	4.44 ^b ±0.08	30.14 ^h ±0.67	2.45±0.07	7.43
Dua bahan				
KU	3.83 ^g ±0.01	39.86 ^{cd} ±0.67	1.72±0.53	6.61
UO	4.86 ^a ±0.11	41.66 ^b ±0.98	2.66±0.13	5.56
OD	4.44 ^{cd} ±0.04	39.41 ^d ±0.42	1.53±2.08	7.60
UD	4.35 ^c ±0.02	35.71 ^f ±1.99	1.56±1.13	7.31
DK	3.85 ^g ±0.01	34.86 ^f ±0.42	1.72±0.76	6.60
KO	3.73 ^h ±1.65	35.88 ^f ±0.38	1.53±0.65	6.73
Tiga bahan				
DUK	3.92 ^{fg} ±0.04	35.24 ^f ±0.17	1.50±1.08	6.61
KUO	3.97 ^{ef} ±0.01	40.85 ^{bc} ±0.58	1.90±0.04	6.69
DUO	4.41 ^{cd} ±0.14	39.86 ^{cd} ±0.20	1.42±0.93	7.51
KDO	3.89 ^{fg} ±0.04	35.61 ^f ±0.66	1.34±0.62	6.67
Empat bahan				
KDUO	4.07 ^e ±0.01	38.76 ^e ±0.79	1.54±0.52	6.36

U (umbi), O (onggok), K (kulit), D (daun), UO (umbi+onggok), KU (kulit + umbi), UD (umbi+daun), KO (kulit+onggok), OD (onggok+daun), DK (daun+kulit), DUK (daun +umbi+kulit), DUO (daun,+umbi+onggok), KDO (kulit+daun+onggok), KUO (kulit+umbi+onggok), dan KDUO (kulit+daun+umbi+onggok). Tanda huruf (superkrip) yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan nilai yang berbeda nyata tarap uji $P < 0.05$

Nilai pH silase merupakan salah satu indikator kualitas dari silase, terutama dalam kaitannya dengan daya simpan silase yang dihasilkan. Berdasarkan derajat keasaman (pH), kualitas silase penelitian ini bervariasi, mulai dari kriteria baik sekali sampai buruk. Kriteria baik sekali terdapat pada perlakuan K, KU, DK, KO, DUK, KUO, KDO, KDUO berkisar antara 3.66-4.07, kriteria baik terdapat pada perlakuan U, O, D, OD, UD, DUO berkisar antara 4.22-4.47 dan kriteria buruk terdapat pada perlakuan UO sebesar 4.86. Macaulay (2004) dan Wilkins (1988) menyatakan bahwa kualitas silase dapat digolongkan menjadi empat kategori, yaitu baik sekali (pH 3.2-4.2), baik (pH 4.2-4.5), sedang (pH 4.5-

4.8) dan buruk ($\text{pH} > 4.8$). pH normal untuk mendapatkan kualitas silase yang baik adalah pH 4 (Zahiroddinia *et al.* 2004), pH 3.8-5.0 (Gilbery *et al.* 2010)) dan pH 3.6 (Okine *et al.* 2005).

Derajat keasaman (pH) pada satu bahan yang tertinggi terdapat pada perlakuan onggok (O) sebesar 4.47, hasil yang relatif sama dengan perlakuan daun (D), sedangkan pH yang terendah terdapat pada perlakuan kulit (K) sebesar 3.66. Pada dua bahan derajat keasaman (pH) yang tertinggi terdapat pada perlakuan umbi+onggok (UO) sebesar 4.86 dan yang terendah perlakuan kulit+onggok (KO) sebesar 3.73. Pada tiga dan empat bahan, pH yang tertinggi terdapat pada perlakuan daun+umbi+onggok (DUO) sebesar 4.41 dan yang terendah pada perlakuan daun+umbi+kulit (DUK) sebesar 3.93, dan hasil yang sama pada perlakuan kulit+umbi+onggok (KUO) dan kulit+daun+onggok (KDO). Ragam pH antar perlakuan disebabkan perbedaan aktivitas mikroorganisme (terutama bakteri asam laktat) bahan baku dalam mengkonversikan zat nutrisi menjadi asam laktat selama proses fermentasi. Kung & Shaver (2001) menyatakan semakin tinggi produksi asam organik maka semakin rendah pH silase yang dihasilkan. Sementara Kizilsimsek *et al.* (2005) menyatakan bahwa bahan baku dan tipe silo akan mempengaruhi kualitas silase secara fisik dan kimia. Hasil penelitian Pinho *et al.* (2004) menunjukkan bahwa kandungan asam organik silase umbi singkong yang disimpan selama 30 hari adalah asam laktat sebesar 5.51%, asam asetat 0.33%, asam butirat 0.49% dan asam propionat 0.11%, sedangkan silase daun singkong asam laktat sebesar 5.19%, asam asetat sebesar 2.35%, propionat 1.25% dan butirat sebesar 0.08% (Murugeswari *et al.* 2006). Derajat keasaman (pH) pada perlakuan silase kulit (K) lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan daun (D), umbi (U) dan onggok(O), hal ini dipengaruhi oleh derajat keasaman (pH) awal sebelum ensilase, dimana dalam penelitian ini derajat keasaman (pH) pada perlakuan kulit (K), daun (D), umbi(U) dan onggok (O) berturut-turut adalah 4.52, 5.33, 6.30 dan 6.34. Hasil yang sama juga ditemukan pada kombinasi bahan baku singkong, bahwa adanya komponen kulit dalam kombinasi bahan baku singkong menghasilkan pH yang relatif rendah.

Penambahan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* pada perlakuan BBS mempercepat proses penurunan pH, sebab bakteri tersebut menghasilkan asam laktat yang berperan pada awal fermentasi. Adesogan *et al.* (2003) melaporkan bahwa penggunaan bakteri *Lactobacillus fermentum*, *Leuconostoc mesenteroides* dan *Lactobacillus buchneri* pada silase bijian menghasilkan asam laktat berturut-turut sebesar 0.51%, 0.51% dan 0.45% pada pH 4.10. Proses ensilase diawali dengan adanya pertumbuhan bakteri yang menghasilkan asam asetat. Bakteri ini menfermentasi karbohidrat larut yang terkandung dalam bahan baku singkong dan memproduksi asam asetat sebagai hasil akhir. Produksi asam asetat akan menurunkan pH menjadi 5. Pertumbuhan akan terhambat pada saat pH dibawah 5 dan ini merupakan pertanda fase awal fermentasi berakhir dan akan dilanjutkan dengan fermentasi berikutnya. Penurunan pH terus berlangsung sehingga meningkatkan pertumbuhan kelompok bakteri *anaerob* lain yang menghasilkan asam laktat. Bakteri ini akan terus berkembang sampai mencapai pH sekitar 4. Dengan banyaknya bakteri asam laktat (Tabel 10) yang terkandung dalam silase bahan baku singkong akan lebih efektif untuk memudahkan terjadinya proses ensilase dan akan terus berlangsung sampai pH yang cukup rendah untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme terutama bersifat merugikan. Hasil penelitian Kobawila *et al.* (2005) menunjukkan bahwa terjadi penurunan pH dari fermentasi umbi dan daun singkong sebagai akibat masih banyaknya bakteri asam laktat *Lactobacillus* (73.30%) dan *Leuconostoc* (20%). Rezaei *et al.* (2009) menyatakan bahwa bakteri menggunakan karbohidrat mudah larut untuk menghasilkan asam laktat. Bakteri asam laktat akan berkembang dengan baik selama proses ensilase sehingga keadaan ini akan menghambat proses respirasi, proteolisis dan mencegah aktifnya bakteri *Clostridia*. Semakin banyak asam laktat yang diproduksi, maka semakin cepat laju penurunan pH (Lopez 2000).

Kandungan bahan kering pada satu bahan yang tertinggi terdapat pada perlakuan umbi (U) sebesar 43.28% dan yang terendah pada daun (D) sebesar 30.14%. Pada dua bahan kandungan bahan kering yang tertinggi terdapat pada perlakuan umbi+onggok (UO) sebesar 41.66% dan yang terendah pada perlakuan daun+kulit (DK)) sebesar 34.86%, dan relatif sama dengan perlakuan umbi+daun (UD) dan kulit+onggok (KO). Pada tiga dan empat bahan kandungan bahan

kering yang tertinggi terdapat pada perlakuan kulit+umbi+onggok (KDO) sebesar 40.85% dan relatif sama dengan perlakuan daun+umbi+onggok (DUO), sedangkan yang terendah terdapat pada perlakuan daun+umbi+kulit (DUK) sebesar 35.24% dan relatif sama dengan perlakuan kulit+daun+onggok (KDO). Hu *et al.* (2009) menyatakan bahwa silase jagung berkualitas baik mengandung 33% bahan kering dan dalam kondisi ini pertumbuhan *Clostridia* sudah dapat ditekan. Ragam kandungan bahan kering bahan disebabkan aktivitas mikroorganisme selama ensilase. Menurut Fardiaz (1987) Proses fermentasi terjadi melalui serangkaian reaksi biokimiawi yang merubah bahan kering bahan menjadi energi (panas), molekul air (H_2O) dan CO_2 . Perubahan bahan kering dapat terjadi karena pertumbuhan mikroorganisme (bakteri asam laktat), proses dekomposisi substrat dan perubahan kadar air. Perubahan kadar air terjadi akibat evaporasi, hidrolisis substrat atau produksi air metabolik (Gervais 2008). Kadar air mempengaruhi pertumbuhan bakteri dan dinamika yang terjadi selama proses ensilase karena air dibutuhkan untuk sintesis protoplasma mikroorganisme dan melarutkan senyawa organik. Semakin tinggi kadar air silase, maka mikroorganisme semakin leluasa menyerap nutrien (Kunkle *et al.* 2008). Mikroorganisme khususnya bakteri akan hidup pada kadar air bahan di atas 20% (Syarif & Halid 1993).

Semakin basah hijauan pada saat pembuatan silase, maka semakin banyak panas yang dikeluarkan dan semakin cepat kehilangan bahan kering. Pada penelitian ini kehilangan bahan kering berkisar 1.20–2.66%. Hasil penelitian Yahaya *et al.* (2002) menyebutkan bahwa kehilangan bahan kering pada silase yang mendapatkan penambahan bakteri atau inokulan berkisar 2-3%. McDonald *et al.* (1991) menyebutkan bahwa persentase kehilangan bahan kering pada silase yang dikelola dengan baik dalam skala besar berkisar antara 7-20%. Kehilangan bahan kering tersebut terjadi saat pengisian (5%), menjadi cairan silase (3%), selama proses fermentasi (5%) dan kerusakan udara (10%) dan kehilangan dilapangan (4%) (Davies 2007). Kehilangan bahan kering menandakan bahwa bakteri asam laktat memanfaatkan sejumlah bahan organik untuk produksi asam. Bahan organik yang banyak dimanfaatkan oleh mikroorganisme selama fermentasi adalah karbohidrat yang mudah difermentasi yaitu komponen-

komponen gula nonstruktural seperti glukosa, fruktosa, galaktosa, mannos, silosa dan arabinosa. Selain itu sejumlah protein yang terdapat pada bahan juga mengalami degradasi menjadi komponen asam amino, amina dan amonia sebagai akibat reaksi proteolisis oleh enzim tanaman pada fase ensilase. Menurut Mirwandhono & Siregar (2004) kehilangan bahan kering terjadi karena selama proses fermentasi adanya perombakan terhadap bahan kering media fermentasi oleh aktifitas mikroba untuk pertumbuhannya. Bahan kering yang dirombak oleh bakteri diubah menjadi energi dan hasil lainnya, berupa CO₂ dan H₂O.

Perubahan Kandungan Sianida Silase Berbahan Baku Singkong (BBS)

Kandungan sianida perlakuan BBS sebelum dan sesudah ensilase serta perubahannya tersaji pada Tabel 11. Perlakuan silase BBS dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap penurunan kandungan sianida. Man & Hans (2002) melaporkan bahwa terjadi penurunan sianida sampai 68% pada perlakuan silase daun singkong yang dilayukan terlebih dahulu dan dilakukan penyimpanan selama 56 hari, sementara itu hasil penelitian Achi & Akomas (2006) menunjukkan bahwa umbi singkong fermentasi yang sebelumnya direndam air terlebih dahulu dapat menurunkan kandungan sianida 85.50% lebih tinggi dibandingkan umbi singkong yang difermentasi secara tradisional yang hanya menurunkan sianida 79.70%. Oboh (2006) melaporkan bahwa penurunan sianida pada perlakuan kulit singkong yang difermentasi dengan penambahan *Saccharomyces cerevisiae* dan *Lactobacillus spp* sebesar 86.10%. Pada umbi singkong yang difermentasi dengan *Rhizopus oryzae* dan *Saccharomyces cerevisiae* sebesar 65.30 dan 61.36% (Oboh & Elusiyon 2007). Hal ini menunjukkan bahwa adanya aktivitas mikroorganisme selama proses fermentasi dapat mendegradasi glukosida sianogenik (Tweyongyere & Katongola 2002).

Persentase penurunan kandungan sianida pada penelitian ini yang tertinggi terdapat pada perlakuan satu bahan yaitu perlakuan umbi (U) sebesar 96.50%, sedangkan yang terendah pada perlakuan daun (D) sebesar 86.90%. Pada dua, tiga dan empat bahan menunjukkan penurunan kandungan sianida yang relatif sama.

Tabel 11 Rataan kandungan sianida (ppm) bahan baku singkong sebelum dan sesudah ensilase serta perubahannya dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides*

Jenis bahan baku	Perlakuan		
	Sebelum ensilase	Sesudah ensilase	Perubahan (%)
Satu bahan			
U	348.78		
O	130.68	12.23	-96.50 ^a ±2.01
K	756.15	17.11	-86.43 ^c ±2.14
D	889.66	72.63	-90.43 ^{bc} ±2.32
Dua bahan		116.16	-86.89 ^c ±1.48
KU	539.61		
UO	219.69	58.24	-89.18 ^{bc} ±0.88
OD	555.72	28.72	-86.93 ^c ±0.99
UD	640.93	67.30	-87.72 ^{bc} ±2.65
DK	820.35	70.66	-88.89 ^{bc} ±1.62
KO	539.93	100.64	-87.73 ^{bc} ±1.31
Tiga bahan		59.69	-88.97 ^{bc} ±1.79
DUK	501.65		
KUO	531.40	53.15	-89.28 ^{bc} ±3.40
DUO	426.64	54.86	-89.68 ^{bc} ±2.82
KDO	432.51	39.12	-90.83 ^b ±0.63
Empat bahan		50.93	-88.24 ^{bc} ±3.40
KDUO	361.96	43.64	-87.91 ^{bc} ±1.40

U (umbi), O (onggok), K (kulit), D (daun), UO (umbi+onggok), KU (kulit + umbi), UD (umbi+daun), KO (kulit+onggok), OD (onggok+daun), DK (daun+kulit), DUK (daun +umbi+kulit), DUO (daun,+umbi+onggok), KDO (kulit+daun+onggok), KUO (kulit+umbi+onggok), dan KDUO (kulit+daun+umbi+onggok). Tanda huruf (superkrip) yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan nilai yang berbeda nyata tarap uji P <0.05

Tinggi rendahnya kandungan sianida pada bahan baku singkong sangat terkait dengan jenis dan aktivitas enzim β -glukosidase yang dihasilkan bakteri asam laktat. Obadina *et al.* (2006) melaporkan jenis bakteri asam laktat kulit singkong fermentasi adalah *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus delbruecki* dan *Lactobacillus sake*. Kobawila *et al.* (2005) menyebutkan bahwa jenis bakteri asam laktat pada fermentasi daun singkong adalah *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus spp*, *Lactobacillus lactis* dan *Pediococcus cerevisiae*, sedangkan fermentasi umbi singkong adalah *Lactobacillus lactis*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus sp*, yang mempunyai aktivitas enzim β -glukosidase berturut-turut 0.006, 0.025, 0.003 dan 0.001 unit/ml. Perlakuan umbi (umbi) paling tinggi penurunan sianida, tetapi pada perlakuan onggok (O), daun (D),

umbi+onggok (UO) paling rendah penurunan sianida. Tinggi rendahnya penurunan kandungan sianida sangat terkait dengan kandungan karbohidrat mudah larut dari suatu bahan. Semakin banyak karbohidrat mudah larut, maka semakin banyak bakteri memanfaatkan nutrisi tersebut, sehingga jumlah dan jenis bakteri yang dihasilkan juga relatif banyak, namun sebaliknya pada perlakuan onggok (O), daun (D) dan umbi+onggok (UO) kandungan karbohidrat yang mudah larut lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan umbi (U).

Penambahan cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* dalam silase bahan baku singkong mampu menurunkan kandungan sianida. Penurunan sianida pada silase BBS dipengaruhi adanya aktivitas enzim β -glukosidase yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aktivitas enzim β -glukosidase bakteri *Leuconostoc mesenteroides* yang berasal dari isolat C sebesar 0.23 unit/ml (Percobaan I). Hasil penelitian Achi & Akomas (2006) menunjukkan bahwa bakteri asam laktat berperan dalam proses penurunan sianida. Selama proses ensilase kandungan linamarin akan dihidrolisis oleh enzim β -glukosidase dan hidrosinitril liase yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat, sehingga dapat melepaskan sianida. Sianida tersebut diduga akan berikatan dengan gugus karbonil dari heksosa yang dihasilkan dalam pemecahan pati dan membentuk sianohidrin. Kadar sianida akan turun karena adanya aktivitas bakteri yang memecah heksosa menjadi asam. Okafor (2003) menjelaskan bahwa glukosida sianogenik dalam bentuk linamarin akan dihidrolisis oleh enzim β -glukosidase dan membentuk B-D glukopironase dan aseton sianohidrin. Sianohidrin dengan bantuan enzim hidrosinitril liase akan diubah menjadi aseton dan sianida (Bokanga *et al.* 2007; Conn 2008). Selanjutnya sianida dengan bantuan enzim β -sianoalanin, β -sianoalanin hidrotase dan asparaginase diubah menjadi asam aspartat (Elias *et al.* 1997).

Kandungan sianida setelah ensilase tertinggi terdapat pada perlakuan daun (D) dan daun+kulit (DK) sebesar 116.16 ppm dan 100.64 ppm, sedangkan terendah terdapat pada perlakuan umbi (U) dan onggok (O) sebesar 12.23 ppm dan 17.11 ppm. Perbedaan ini lebih disebabkan kandungan sianida awal sebelum silase. Menurut de Bruijn (1973) kandungan sianida pada daun dan kulit selalu lebih tinggi dibandingkan umbi, berkisar antara 100 ppm sampai 900 ppm dalam

keadaan segar (Chew 1971). Kandungan sianida pada dua bahan dengan perlakuan kulit+umbi (KU), onggok+daun (OD), umbi+daun (UD), daun+kulit (DK), dan kulit+onggok (KO) lebih tinggi berkisar antara 58.24 ppm sampai 100.64 ppm dibandingkan dengan perlakuan umbi+onggok (UO) sebesar 28.72 ppm. Hal ini dipengaruhi oleh kandungan sianida pada daun dan kulit yang masih tinggi, sehingga apabila dikombinasikan dengan bahan baku umbi dan onggok akan menghasilkan kandungan sianida yang tinggi pula. Sedangkan kandungan sianida pada kombinasi tiga dan empat bahan menunjukkan hasil yang relatif sama.

Perubahan Kandungan Protein Kasar Silase Berbahan Baku Singkong (BBS)

Kandungan protein kasar perlakuan BBS sebelum dan sesudah ensilase serta perubahannya tersaji pada Tabel 12. Perlakuan silase BBS dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap perubahan kandungan protein kasar.

Tabel 12 Rataan kandungan protein kasar (%) bahan baku singkong sebelum dan sesudah ensilase serta perubahannya dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides*

Jenis bahan baku	Perlakuan		Perubahan (%)
	Sebelum silase	Sesudah ensilase	
Satu bahan			
U	2.08	2.12	1.35 ^{de} ±1.19
O	0.52	0.51	-1.92 ^f ±0.70
K	6.53	6.67	1.99 ^{abcde} ±0.26
D	34.70	35.11	1.18 ^e ±0.14
Dua bahan			
KU	3.86	3.92	1.50 ^{bcd} ±0.45
UO	0.73	0.71	-2.68 ^g ±0.19
OD	12.32	12.51	1.46 ^{bcd} ±0.27
UD	11.44	11.59	1.23 ^{de} ±0.58
DK	18.23	18.53	1.61 ^{abcde} ±0.16
KO	3.23	3.30	2.05 ^{abcd} ±0.24
Tiga bahan			
DUK	12.57	12.86	2.22 ^{abc} ±0.13
KUO	1.49	1.52	1.67 ^{abcde} ±0.40
DUO	6.76	6.84	1.22 ^{de} ±0.41
KDO	12.04	12.34	2.32 ^{ab} ±0.24
Empat bahan			
KDUO	6.69	6.86	2.39 ^a ±0.18

U (umbi), O (onggok), K (kulit), D (daun), UO (umbi+onggok), KU (kulit + umbi), UD (umbi+daun), KO (kulit+onggok), OD (onggok+daun), DK (daun+kulit), DUK (daun +umbi+kulit), DUO (daun,+umbi+onggok), KDO (kulit+daun+onggok), KUO (kulit+umbi+onggok), dan KDUO (kulit+daun+umbi+onggok). Tanda huruf (superkrip) yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan nilai yang berbeda nyata tarap uji $P < 0.05$

Perubahan kandungan protein kasar yang tertinggi terjadi pada satu bahan yaitu perlakuan kulit (K) sebesar 1.99%, sedangkan pada perlakuan onggok (O) terjadi penurunan sebesar 1.92%. Pada dua bahan perubahan yang tertinggi terdapat pada perlakuan kulit+onggok (KO) sebesar 2.05% dan terjadi penurunan pada perlakuan umbi+onggok (UO) sebesar 2.68%, tiga dan empat bahan kandungan protein kasar yang tertinggi terdapat pada perlakuan kulit+daun+umbi+onggok (KDUO) sebesar 2.39% dan yang terendah daun+umbi+onggok (DUO) sebesar 1.22%. Perbedaan perubahan kandungan protein bahan baku ini erat kaitannya dengan aktivitas mikroorganisme selama proses ensilase.

Kandungan protein kasar perlakuan onggok (O) dan umbi+onggok (UO) mengalami penurunan sebesar 1.9% dan 2.68%, Hasil penelitian Murray *et al.* (2007) menunjukkan bahwa penambahan enzim fibrolitik dengan level yang berbeda pada rumput dan diikuti dengan proses ensilase dapat menurunkan kandungan protein bahan tersebut berkisar 1.38-4.15%. Loe *et al.* (2000) melaporkan bahwa proses ensilase daun singkong dengan level penambahan molases dan dedak padi dapat menurunkan kandungan protein sebesar 5.42-18.98%. Penurunan protein kasar ini dipengaruhi oleh degradasi protein oleh enzim protease dari bahan baku tersebut pada awal ensilase. Givens & Rulquin (2004) menyatakan bahwa kandungan protein kasar hijauan mengalami penurunan dari 0.6% sampai 0.8% pada awal proses ensilase. Lebih lanjut dijelaskan bahwa pada awal proses ensilase terjadi hidrolisis protein oleh enzim protease. Protein hijauan menjadi asam amino, kemudian menjadi amonia dan amina. Laju kecepatan penguraian protein ini (proteolisis), sangat bergantung pada laju penurunan pH. pH yang turun pada awal ensilase sangat bermanfaat untuk mencegah perombakan protein hijauan. Aktivitas protease optimal pada pH 4-7 tergantung materi yang digunakan (Slottner & Bertilsson 2006). Pada penelitian ini pH perlakuan O (onggok) dan UO (umbi+onggok) masih tinggi yaitu 4.47 dan 4.86, sehingga proses proteolisis masih terjadi selama proses ensilase dan tingkat keasaman belum tercapai. Selain itu juga penurunan kandungan protein kasar ini dipengaruhi pematangan yang kurang sempurna sehingga diduga bakteri *Clostridia* proteolitik berkembang dan melakukan perombakan protein menjadi NH_3 , H_2O

dan CO₂ (Santoso *et al.* 2008). Dalam proses ensilase 60% protein terpecah, dan 16% menjadi senyawa sederhana terutama asam amino (Reksohadiprodo 1988). Protein dipecah menjadi amonia, asam amino, amida, asam asetat, asam butirat, dan air. Nitrogen yang terkandung dalam silase sebagian besar akan menguap dan terlarut, sehingga kandungan protein kasarnya setelah ensilase lebih rendah dibanding sebelum ensilase.

Pada penelitian ini peningkatan protein kasar perlakuan bahan baku singkong yang lain berkisar antara 1.18%-2.39%, hasil ini berbeda dengan yang dilaporkan Zahiroddinia *et al.* (2004) bahwa dengan penambahan inokulan LAB dan enzim selulase serta campuran inokulan dan enzim mampu meningkatkan kandungan protein kasar silase barley sebesar 4.46-12.5%. Peningkatan kandungan protein kasar perlakuan silase BBS lainnya disebabkan adanya peningkatan mikroba pembusuk yang mati karena tidak tahan hidup dalam suasana asam. Fathul (1997) menyatakan bahwa protein bentukan baru pada pengawetan hijauan pakan ternak secara fermentasi tersusun dari penggabungan antara N bebas dari bangkai bakteri dan senyawa sisa asam lemak volatil (campuran asam asetat, propionat dan butirat) yang telah kehilangan ion O, N dan H. Selain itu juga peningkatan kandungan protein kasar pada perlakuan silase BBS lainnya dipengaruhi oleh adanya sumbangan protein kasar dari cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* pada proses fermentasi. Dari hasil penelitian ini kandungan protein dari cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* adalah sebesar 31.02% dan 31.51%.

Kandungan protein kasar BBS setelah ensilase tertinggi pada perlakuan daun (D) dan daun+kulit (DK) sebesar 35.11% dan 18.53%, sedangkan terendah perlakuan onggok (O) sebesar 0.51%. Perbedaan ini lebih disebabkan kandungan protein kasar awal sebelum ensilase. Kandungan protein kasar pada kombinasi dua bahan dengan perlakuan onggok+daun (OD), umbi+daun (UD) dan daun+kulit (DK) lebih tinggi berkisar antara 11.58% sampai 18.53% dibandingkan dengan perlakuan kulit+umbi (KU), onggok+umbi (OU) dan kulit+onggok (KO) berkisar antara 0.71% sampai 3.92%. Perbedaan ini lebih disebabkan adanya

sumbangan protein kasar dari bahan baku daun, sehingga apabila dikombinasikan dengan bahan baku kulit, onggok dan umbi kandungan protein kasarnya tetap tinggi pula. Hal yang sama juga terjadi pada tiga dan empat bahan.

Perubahan Kandungan serat Kasar Silase Berbahan baku Singkong (BBS)

Kandungan serat kasar perlakuan BBS sebelum dan sesudah ensilase serta perubahannya tersaji pada Tabel 13. Perlakuan silase BBS dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap penurunan kandungan serat kasar. Penurunan kandungan serat kasar perlakuan silase BBS ini berkisar antara 0.51-4.90%. Hasil penelitian Sumarsih *et al.* (2009) menunjukkan bahwa penurunan serat kasar pada silase kulit pisang yang ditambahkan dengan molases berkisar antara 0.72-2.8%. Oboh (2006) menyebutkan bahwa penurunan serat kasar pada perlakuan kulit singkong yang difermentasi dengan penambahan *Saccharomyces cerevisiae* and *Lactobacillus spp* sebesar 6.4%.

Tabel 13 Rataan kandungan serat kasar (%) bahan baku singkong sebelum dan sesudah ensilase serta perubahannya dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides*

Jenis bahan baku	Perlakuan		Perubahan (%)
	Sebelum ensilase	Sesudah ensilase	
Satu bahan			
U	0.89	0.84	-4.90 ^a ±0.27
O	5.94	5.84	-3.86 ^{ab} ±0.22
K	6.23	6.02	-2.31 ^{bcde} ±0.53
D	12.42	12.35	-0.51 ^d ±0.05
Dua bahan			
KU	2.79	3.02	-3.07 ^{bcd} ±0.34
UO	2.99	2.89	-3.38 ^{bc} ±0.87
OD	8.77	8.58	-2.25 ^{bcde} ±0.37
UD	5.28	5.12	-3.10 ^{bcd} ±0.69
DK	9.68	9.47	-2.21 ^{cde} ±1.22
KO	5.62	5.59	-0.53 ^f ±1.59
Tiga bahan			
DUK	5.72	5.60	-2.11 ^{cde} ±0.62
KUO	3.18	3.13	-1.62 ^{def} ±1.62
DUO	5.75	5.67	-1.33 ^{ef} ±0.02
KDO	6.65	6.56	-1.41 ^{ef} ±0.76
Empat bahan			
KDUO	5.34	5.24	-1.90 ^{cdef} ±0.21

U (umbi), O (onggok), K (kulit), D (daun), UO (umbi+onggok), KU (kulit + umbi), UD (umbi+daun), KO (kulit+onggok), OD (onggok+daun), DK (daun+kulit), DUK (daun +umbi+kulit), DUO (daun,+umbi+onggok), KDO (kulit+daun+onggok), KUO (kulit+umbi+onggok), dan KDUO (kulit+daun+umbi+onggok). Tanda huruf (superkrip) yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan nilai yang berbeda nyata tarap uji $P < 0.05$

Penurunan kandungan serat kasar yang tertinggi terdapat pada perlakuan satu bahan yaitu perlakuan umbi (U) sebesar 4.90%, sedangkan yang terendah pada perlakuan D (daun) sebesar 0.51%. Pada dua bahan penurunan serat kasar yang tertinggi terdapat pada perlakuan umbi+onggok (UO) sebesar 3.38% dan yang terendah terdapat pada perlakuan kulit+onggok (KO) sebesar 0.53%, sedangkan pada kombinasi tiga dan empat bahan mengalami perubahan penurunan serat kasar yang relatif sama. Perbedaan penurunan kandungan serat kasar ini erat kaitannya dengan komponen penyusun serat kasar terutama kandungan lignin. Lignin yang tinggi akan mengakibatkan sulitnya mikroorganisme mendegradasi bahan, sehingga penurunan serat kasar menjadi rendah, seperti pada perlakuan daun yang penurunan kandungan serat kasarnya lebih rendah dibandingkan pada perlakuan umbi. Oni *et al.* (2010) melaporkan bahwa daun mengandung 25.40% lignin, 22.6% selulosa dan 13.3% hemiselulosa. Onggok mengandung 23.1% hemiselulosa dan 4.2% lignin (Rokhmani 2005). Kulit mengandung 7.2% lignin, 13.8% selulosa dan 11% hemiselulosa (Aregheore 2000), sedangkan umbi mengandung 10% selulosa dan 11% hemiselulosa (Oso *et al.* 2010) dan tidak mengandung lignin (Kozloski *et al.* 2006).

Penurunan kandungan serat kasar perlakuan silase BBS ini dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme selama proses ensilase. Pemecahan serat kasar (selulosa, hemiselulosa dan lignin) selama ensilase dengan bantuan mikroorganisme disebabkan oleh kemampuan mikroorganisme tersebut dalam menghasilkan enzim yang berfungsi memecah makromolekul yang terdapat disekeliling sel menjadi polimer-polimer sebagai makanan untuk kehidupan mikroorganisme tersebut. Oboh & Elusiyani (2007) menyatakan bakteri mampu memecah serat menjadi gula sederhana yang akan dimanfaatkan sebagai sumber karbon untuk pertumbuhannya. Selain itu, penambahan inokulum menyebabkan pertumbuhan bakteri pada substrat semakin banyak sehingga aktivitas enzim juga meningkat dalam memecah serat kasar menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana. Menurut Ratnakomala *et al.* (2006) penambahan inokulum akan semakin mempercepat proses fermentasi dan semakin banyak substrat yang didegradasi.

Kandungan serat kasar tertinggi setelah ensilase terdapat pada perlakuan daun (D) dan daun+kulit (DK) sebesar 12.35% dan 9.47%, sedangkan terendah perlakuan umbi (U) sebesar 0.84%. Perbedaan ini lebih disebabkan kandungan serat kasar awal sebelum ensilase. Kandungan serat kasar pada kombinasi dua bahan dengan perlakuan umbi+daun (UD), onggok+daun (OD) dan daun+kulit (DK) lebih tinggi berkisar antara 5.12% sampai 9.47% dibandingkan dengan perlakuan kulit+umbi (KU) dan umbi+onggok (UO) sebesar 2.65% dan 2.89%. Perbedaan ini disebabkan adanya sumbangan serat kasar dari daun, sehingga apabila dikombinasikan dengan kulit, onggok dan umbi kandungan serat kasar tetap tinggi. Hal yang sama juga terjadi pada kombinasi tiga dan empat bahan.

Simpulan

Kualitas nutrisi silase bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* mampu menurunkan kandungan serat kasar (4.90%) dan sianida (96.50%) yang terbaik pada umbi, dan meningkatkan protein (2.39%) pada KDUO (kulit+daun+umbi +onggok). Daun mengandung protein kasar, serat kasar dan sianida yang tinggi.

Daftar Pustaka

- Abdelhadi LO, Santini FJ, Gagliostro GA. 2005. Corn silage of high moisture corn supplements for beef heifers grazing temperate pasture; effects on performance ruminal fermentation and in situ pasture digestion. *Anim. Feed Sci. Technol.* 118: 63-78.
- Achi OK, Akomas NS. 2006. Comparative assessment of fermentation techniques in the processing of fufu, a traditional fermented cassava product. *Pak. J. Nutr.* 5(3):224-229.
- Adesogan AT, Salawu MB, Ross AB, Davies DR, Brooks AE. 2003. Effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus fermentum*, *Leuconostoc mesenteroides* inoculants, or a Chemical Additive on the Fermentation, Aerobic Stability, and Nutritive Value of Crimped Wheat Grains. *J. Dairy Sci.* 86:1789-1796.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Washington DC : Association Official Analytic Chemists.
- APHA. 1992. *Cyanide extraction procedure for solid and oils*. The method for evaluating solid waste physical/chemical methods. 3rd ed. Washington, DC. US Environmental Protection Agency.

- Apriyantono A, Fardiaz D, Puspitasari NL, Sedarnawati, Budiyanto S. 1989. *Analisa Pangan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Aregheore EM. 2000. Chemical composition and nutritive value of some tropical by-product feedstuffs for small ruminants in vivo and in vitro digestibility. *Anim Feed Sci and Technol*. 85: 99-109.
- Asngad A. 2005. Perubahan kadar protein pada fermentasi Jerami padi dengan penambahan onggok untuk makanan ternak. *J Penl Sains & Teknh*. 6(1): 65-74.
- Bokanga M, Essers S, Pooler N, Rosling H, Tewe O, Asidu R, Blader L. 2007. Preface. *International Workshop on cassava safety*. <http://www.actohort.org/>. [Juli 2008]
- Chew MY. 1971. Cyanide content of tapioca leaf. *Mal Agric J*. 48:354-356.
- Conn EE. 2008. Our work with cyanogenic plants. *Annu Rev Plant Biol*. 59:1-19.
- Davies D. 2007. Improving silage quality and reducing CO₂ emissions. [http://improving silage quality and reducing CO₂ emission](http://improving silage quality and reducing CO2 emission). [Juli 2008].
- de Bruijn A. 1973. The cyanogenic character of cassava. Di dalam: Nestel B and R. McIntyre [Eds]. *Chronic Cassava Toxicity*. IDRC. 43-48.
- Elias M, Nambison M, Shdhakaran PR. 1997. Catabolism of linamarin in cassava (*Manihot esculenta crant*). *Plant Sci*. 126:155-162.
- Fardiaz S. 1987. *Fisiologi Fermentasi*. PAU IPB dengan LSI IPB, Bogor.
- Fathul . 1997. Kualitas Gizi Silase Hijauan Jagung (*Zea mays*) Dengan Berbagai Bahan Media Dan Masa Fermentasi Yang Berbeda, *SainTeks* 4(3). Universitas Semarang.
- Gervais P. 2008. *Water relations in solid state fermentation*. Di dalam: Pandey A, Soccol CR, Larroche C. [Eds] *Current Developments in Solid-state Fermentation*. New Delhi: Asiatech Publisher Inc.
- Gilbery TC, Lardy GP, Bauer ML. 2010. Characterizing the ensiling properties of sugarbeets with dry feedstuffs. *Anim Feed Sci and Technol* 155: 140-146.
- Givens DI, Rulguin H. 2004. Utilization by ruminants of nitrogen compounds in silage based diet. *Anim. Feed Sci. Technol*. 114:1-18.
- Harris B. 2003. Harvesting storing and feeding silage to dairy cattle. *US Departement of Agriculture Cooperative extention serve*. University Florida. IFAS. Florida.
- Hu W, Schmidt RJ, McDonell EE, Klingerman CM, Kung Jr L. 2009. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 or *Lactobacillus plantarum* MTD-1 on the fermentation and aerobic stability of corn silages ensiled at two dry matter contents. *J Dairy Sci*. 92(8):3907-3914.

- Hemme D, Catherine, Scheunemann F. 2004. Leuconostoc, characteristics, use in dairy technology and prospects in functional foods. *Int Dairy J.*14: 467-494.
- Jones CM, Heinrichs AJ, Roth GW, Issler VA. 2004. *From Harvest to Feed: Understanding silage management*. Pennsylvania : Pennsylvania State University.
- Kizilsimsek M, Erol A, Calislar S.2005. Effect of row material and silo size on silage quality. *Livest. Res. Rural Dev.* 17(3).
- Kobawila SC, Louembe D, Keleke S, Hounhouigan J, Gamba G. 2005, Reduction of the cyanide during fermentation of cassava roots and leaves to produce bikedi and ntoba, Two Food Products From Kongo. *Afr J Biotech.* 4(7):689-696.
- Kozloski GV *et al.* 2006. Nutritional value of diets based on a low-quality grass hay supplemented or not with urea and levels of cassava meal. *Afr J of Agricult Res.* 1(3): 033-046.
- Kung L, Shaver R. 2001. Interpretation and use of silage fermentation analysis report. *J Focus on Forage.* 13(3).
- Kunkle WE, Chambliss CG, Adesogen AT. 2008. Silage harvesting, storing and feeding. *US Department of Agriculture Cooperative extension serve.* University Florida. *IFAS.* Florida
- Levital T, Mustafaa AF, Seguin P, Lefebvre G . 2009. Effects of a propionic acid-based additive on short-term ensiling characteristics of whole plant maize and on dairy cow performance. *Anim. Feed Sci. Technol.* 152: 21-32.
- Loe NT, Ly NTH, Thanh VTK, Duyet HN. 2000. Ensiling techniques and evaluation of cassava leaf silage for mong cai in Central Vietnam. Workshop seminar Making better use of lokal feed resources. *SAREC-UAF.*1-6
- Lopez J. 2000. Probiotic in animal nutrition. *AJAS.* 13:12-26.
- Macaulay A. 2004. Evaluatingsilage quality. [Http/www.agri.gov. ab. Ca/\\$department Deptdocs nsf/all/for4909.html](http://www.agri.gov.ab.ca/$department/Deptdocs/nsf/all/for4909.html). [Juni 2008]
- McDonald P, Henderson A, Heron SJE. 1991. *The Biochemistry of silage.* ed ke-2. Marlow:Chalcombe.
- Man, Hans W . 2002. Effect of molasses on nutrition quality of cassava and *gliricidia* top silage. *AJAS.* 15(9): 1294-1299.
- Mirwandhono E, Siregar Z. 2004. Pemanfaatan hidrolisat tepung kepala udang dan limbah kelapa sawit yang difermentasi dengan *Aspergillus niger*, *rizhopus oligosporus* dan *thricoderma viridae* dalam ransum ayam pedaging. Digitized by USU digital library.
- Murray JM *et al.* 2007. The effect of enzyme treatment on the nutritive value of lucerne for equids. *Lives Sc.*112: 52-62.

- Murugeswari R, Balakrishnan V, Vijayakumar R. 2006. Studies to assess the suitable conservation method for tapioca leaves for effective utilization by ruminants. *CIPAV. Livest. Res. Rural Dev.* 18(3).
- Obadina A, Oyewole OBB, Sani LO, Abiola SS. 2006. Fungal enrichment of cassava peels protein. *Afr J Biotech.* 5(3):302-204.
- Oboh G. 2006. Nutrient enrichment of cassava peels using a mixed culture of *Saccharomyces cerevisiae* and *Lactobacillus spp* solid media fermentation techniques. *J of Biotechnol.* 9 (1): 46-49.
- Oboh G, Elusiyan CA. 2007. Changes in the nutrient and anti-nutrient content of micro-fungi fermented cassava flour produced from low- and medium-cyanide variety of cassava tubers. *Afr J of Biotechnol.* 6(18): 2150-2157.
- Okafor PN. 2003. Determination of the hydrolytic activity of *Achatina achatina* β -glucosidase toward some cyanogenic glycosides of some tropical plants. *J Microbial Biotechnol.* 327 -338.
- Okine A, Hanada M, Aibibula Y, Okamoto M. 2005. Ensiling of potato pulp with or without bacterial inoculants and its effect on fermentation quality, nutrient composition and nutritive value. *Anim. Feed Sci. Technol.* 121: 329-343.
- Oni AO, Arigbede OM, Oni OO, Onwuka, Anele UY, Oduguwa BO, Yusuf KO. 2010. Effects of feeding different levels of dried cassava leaves (*Manihot esculenta*, Crantz) based concentrates with *Panicum maximum* basal on the performance of growing West African dwarf goats. *Lives Sci.* xxx: xxx-xxx.
- Oso AO, Bamgbose OOAM, Eruvbetine D. 2010. Utilization of unpeeled cassava (*Manihot esculenta*) root meal in diets of weaner rabbits. *Lives Sci.* 127: 192-196.
- Pinho EZ, Costa C, Arrigoni MDB, Silveira AC, Padovani CR, Pinho SZ. 2004. Fermentation and nutritive value of silage and hay made from the aerial part of cassava (*manihot esculenta* crantz). *Sci. Agric.* (61)4: 364-370.
- Ratnakomala.S, Ridwan R. Kartina G, Widyatuti Y. 2006. Pengaruh inokulum *Lactobacillus plantarum* !A-2 dan 1BL-2 terhadap kualitas silase rumput gajah (*pennisetum purpureum*). *Biodivertas.* 7(2):131-134.
- Rezaei J, Rouzbehan Y, Fazaeli H. 2009. Nutritive value of fresh and ensiled amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) treated with different levels of molasses *Anim. Feed Sci. and Technol.* 151: 153-160.
- Ridla M, Ramli N, Abdullah L, Toharmat T. 2007. Milk yield quality and safety of dairy cattle fed silage composed of organic components of garbage. *J. Ferment. Bioeng.* 77(5):572-574.
- Rokhmani SIW. 2005. Peningkatan nilai gizi bahan pakan dari limbah pertanian melalui fermentasi. *lokakarya nasional potensi dan peluang pengembangan usaha agribisnis kelinci.* 66-74.

- Salim R, Irawan R, Aminudin, Hendrawan H, Nakatani. 2002. *Silase Rumput Lapang. Teknologi Sapi Perah di Indonesia*. Penerbit Dairy Technology Improvement Project in Indonesia. Jawa Barat.
- Santoso B, Hariadi B. 2008. Komposisi kimia, degradasi nutrisi dan produksi gas metana in vitro rumput tropik yang diawetkan dengan metode silase dan hay. *Med Pet*. 31(2):128-137.
- Santra A, Karim SA, Chaturvedi OH. 2007. Rumen enzyme profile and fermentation characteristics in sheep as affected by treatment with sodium lauryl sulfate as defaunating agent and presence of ciliate protozoa. *Small Ruminant Res*. 67: 126-137.
- Saun RJV, Heinrichs AJ. 2008. Troubleshooting silage problem: How to identify potential problem. *Proceedings of the Mid-Atlantic Conference Pennsylvania*. 26 May 2008. Penn State's College. 2-10.
- Schroeder JW. 2004. Silage Fermentation and Preservation. Extension Dairy Specialist.AS-1254. www.ext.nodak.edu/extpubs/ansci/dairy/as1254.htm. [Agustus 2008]
- Slottner D, Bertilsson J. 2006. Effect of ensiling technology on protein degradation during ensilage. *Anim. Feed Sci. Technol*. 127(1-2): 101-111.
- Sumarsih S, Sutrisno CI, Sulistiyanto B. 2009. Kajian penambahan tetes sebagai aditif terhadap kualitas organoleptik dan nutrisi silase kulit pisang *Seminar Nasional Kebangkitan Peternakan – Semarang*. 20 Mei 2009. 208-211.
- Syarif R, Halid H. 1993. *Teknologi Penyimpanan Pangan*. Bogor. Arcan.
- Reksohadiprodjo, S. 1988. *Pakan Ternak Gembala*. BPFE, Yogyakarta.
- Tweyongyere R, Katongole I. 2002. Cyanogenic potential of cassava peels and their detoxification for utilization as livestock feed. *Vet and Human Toxicol*. 44(6): 366-369.
- Wilkins RJ. 1988. *The Preservation of Forage* In: Feed science. Edited by Orskov. Elsevier Science Publisher BV. Amsterdam.
- Yahaya MS, Kawai M, Takahashi J, Matsuoka S. 2002. The effect of different moisture contents at ensiling on silo degradation and digestibility of structural carbohydrates of orchard grass *Anim. Feed Sci. Technol*. 101: 127-133.
- Yusmadi. 2008. Kajian mutu dan palatabilitas silase dan hay ransum komplet berbasis sampah organik primer pada kambing peranakan etawah. [Tesis]. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Zahiroddinia H, Baah J, Absalomb W, McAllister TA. 2004. Effect of an inoculant and hydrolytic enzymes on fermentation and nutritive value of whole crop barley silage. *Anim Feed Sci and Technol*. 117:317-330.

EVALUASI PENGGUNAAN RANSUM KOMPLIT SILASE BERBAHAN BAKU SINGKONG PADA ITIK JANTAN

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan ransum komplit silase berbahan baku singkong terhadap retensi nitrogen, energi metabolis, performa dan organ dalam itik jantan. Sebanyak 25 ekor itik jantan umur 10 minggu dipelihara dalam kandang metabolik. Itik diadaptasikan selama tujuh hari. Setelah puasa 24 jam, kemudian diberi ransum perlakuan. Energi metabolis dan retensi nitrogen diukur dengan metode Sibbald (1984). Uji performa pada 140 ekor itik jantan lokal umur tujuh hari yang dipelihara di kandang litter. Ransum kontrol terdiri dari jagung, dedak halus, bungkil kelapa, bungkil kedelai, minyak sayur, tepung ikan dan premix. Sedangkan ransum perlakuan silase bahan baku singkong terdiri dari daun, umbi dan onggok, serta campuran bahan lainnya yaitu tepung ikan, minyak sayur, premix, DL-metionin dan L-lisin. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dan setiap perlakuan terdiri dari 2 ulangan, yaitu S_0 (100% ransum kontrol), S_{25} (25% ransum silase BBS), S_{50} (50% ransum silase BBS), S_{75} (75% ransum silase BBS) dan S_{100} (100% ransum silase BBS). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa terjadi penurunan retensi nitrogen, energi metabolis, performa ternak dan peningkatan organ dalam itik jantan seiring dengan peningkatan taraf penggunaan silase berbahan baku singkong dalam ransum ternak itik. Kesimpulan dari penelitian ini adalah penggunaan sampai 75% silase berbahan baku singkong menghasilkan pertumbuhan itik jantan yang sama dengan ransum kontrol.

Kata kunci: itik jantan, ransum komplit, silase singkong

Abstract

The objective of this research was to evaluate the influence of complete ration silage with cassava as main ingredient on nitrogen retention, metabolic energy, performance and internal organ of male ducks. The experiment used 25 male ducks of 10 weeks old kept in the metabolic cages. The ducks had 7 days adaptation, 1 day fasting before treatment. Metabolic energy and nitrogen retention were measured by sibbald method (1984). The performance evaluation used 140 male ducks of 7 days old in the litter cages. Control feed was composed of corn, rice bran, coconut cake, soybean cake, coconut oil, fish meal and premix. Cassava silage contained leaf, peel, tuber, onggok, and other ingredients such as fish meal, coconut oil, premix, DL-metionin and L-lisin. This experiment used completely randomized design with five treatments and two replications, i.e. S_0 (100% control ration), S_{25} (25% BBS silage), S_{50} (50% BBS silage), S_{75} (75% BBS silage) dan S_{100} (100% BBS silage). The results showed that increasing BBS silage in the rations significantly decreased nitrogen retention, metabolic energy, performance and increased internal organ weight of male ducks. The conclusion of this research was the use of 75% BBS silage in the ration gave the same performance of male ducks as control ration.

Keywords: duck, complete ration, silage cassava

Pendahuluan

Itik lokal merupakan salah satu jenis ternak penghasil telur dan daging unggas yang potensial di Indonesia. Populasi itik di Indonesia mencapai 65 000 000 ekor, dengan produksi daging sebesar 14 300 000 kg dan telur 193 000 000 kg (Direktorat Jenderal Peternakan 2008). Untuk meningkatkan daya dukung itik terhadap kebutuhan daging maka perlu dipertimbangkan beberapa faktor yang berpengaruh terhadap produktivitas ternak itik. Salah satu faktor yang sangat berperan adalah pakan. Sampai saat ini, sebagian besar bahan baku pakan unggas (itik) seperti bungkil kedelai, jagung dan tepung ikan masih diimpor, akibatnya biaya produksi menjadi lebih besar. Untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan baku tersebut penggunaan bahan pakan lokal perlu dioptimalkan. Salah satu bahan baku pakan alternatif yang potensial untuk dimanfaatkan adalah bahan pakan non-konvensional dari limbah pertanian yang sudah banyak dikenal dan dicobakan pada ternak seperti singkong (umbi, daun dan kulit) dan limbah pengolahan tapioka (onggok).

Bagian umbi, kulit dan onggok memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi, sehingga dapat dijadikan sebagai sumber energi bagi ternak babi dan unggas (Ukachukwu 2005; Dimuth *et al.* 2004; Maria *et al.* 2002; Aro 2008). Sedangkan daun merupakan sumber protein, vitamin, mineral dan asam amino esensial (Madruga & Camara 2000; Wobeto *et al.* 2007), yang dapat dimanfaatkan ternak unggas untuk kebutuhan hidupnya. Menurut Fasuyi (2005) kandungan protein daun singkong berkisar antara 33.2-36.3%. Kandungan pro vitamin A sebesar 53 mg/100g dan *xanthophyl* 92 mg/100g (Ping & Tang 2002), Sedangkan kandungan kalsium dan fosfor sebesar 0.37% dan 0.58%. (Khajareem & Khajareem 2007).

Pemanfaatan bahan baku singkong khususnya daun dan kulit masih dibatasi oleh adanya sianida dan serat kasar tinggi. Salah satu metode untuk menurunkan kandungan sianida adalah teknologi pengolahan melalui pembuatan silase berbahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides*. Sinergisme antara pemanfaatan singkong dan limbahnya melalui pengolahan silase dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* merupakan salah satu strategi optimalisasi

penggunaan bahan baku berbasis singkong guna mencapai produktivitas ternak itik yang optimal. Berdasarkan hal diatas dilakukan penelitian tentang evaluasi penggunaan ransum komplit silase berbahan baku singkong terhadap retensi nitrogen, energi metabolis, performa dan organ dalam itik jantan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan ransum komplit silase berbahan baku singkong terhadap retensi nitrogen, energi metabolis, performa dan organ dalam itik jantan. Manfaat penelitian ini adalah mendapatkan informasi mengenai rekomendasi ransum silase berbasis singkong sebagai pakan alternatif untuk itik jantan.

Bahan dan Metode

Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan dari bulan Nopember 2008 sampai Februari 2009 di Kandang Percobaan Ternak Unggas Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor.

Bahan dan Alat

Kandang

Kandang untuk pengukuran energi metabolis dan retensi nitrogen digunakan kandang metabolik (individual) sebanyak 24 unit, sedangkan kandang untuk pemeliharaan digunakan kandang litter dengan ukuran 120 x 100 x 100 cm. Jumlah kandang pemeliharaan yang digunakan sebanyak 20 petak. Setiap petak diisi 7 ekor itik jantan.

Penerangan dan pemanasan kandang menggunakan lampu pijar 40 watt. Pada setiap kandang dilengkapi pula dengan tempat makan dan minum. Peralatan lainnya yang digunakan adalah timbangan untuk menimbang itik, menimbang pakan dan sisa pakan.

Ransum

Ransum kontrol yang digunakan dalam penelitian ini merupakan campuran bahan ransum yang terdiri atas jagung, dedak padi, bungkil kedelai, bungkil kelapa, tepung ikan, minyak sayur dan premix. Sedangkan ransum perlakuan (silase BBS) merupakan campuran silase bahan baku singkong yang sudah ditambahkan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* yang terdiri dari daun, kulit, umbi, onggok, tepung ikan, minyak sayur, DL-

metionin, L-lisin dan premix. Ransum disusun dengan kandungan protein (16%) dan energi metabolis (2 900 kkal/kg) sesuai dengan rekomendasi NRC (1994). Susunan dan kandungan nutrisi ransum percobaan tersaji pada Tabel 14 dan Tabel 15.

Tabel 14 Susunan ransum percobaan itik jantan

Bahan baku	Ransum kontrol (%)	Ransum silase BBS (%)
Jagung	50.60	-
Dedak halus	21.75	-
Bungkil kelapa	3.65	-
Bungkil kedelai	10.00	-
Daun	-	35.00
Kulit	-	23.00
Umbi	-	17.10
Onggok	-	10.20
Tepung ikan	10.00	10.00
Minyak sayur	3.31	3.31
Premix	0.69	0.69
DL-metionin	-	0.35
L-lisin	-	0.30

Tabel 15. Kandungan nutrisi ransum percobaan

Nutrien	Perlakuan				
	S ₀	S ₂₅	S ₅₀	S ₇₅	S ₁₀₀
Bahan kering(%) ¹	88.34	88.50	88.09	88.21	87.53
Protein kasar (%) ¹	19.91	17.24	17.30	18.50	18.25
Lemak Kasar(%) ¹	8.68	7.83	7.62	4.91	4.35
Serat Kasar(%) ¹	7.73	7.06	7.21	7.58	7.91
Ca(%) ²	1.22	1.07	0.82	0.77	0.68
P(%) ²	0.48	0.40	0.41	0.41	0.40
GE (Kkal/kg) ³	4 091.55	4 085.92	4 054.93	4 008.45	4 019.72
HCN(ppm) ²	0.00	15.69	21.77	25.07	27.80
Metionin (%) ⁴	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37
Lisin (%) ⁴	0.99	0.89	0.92	0.94	0.85

S₀ (100% Ransum Kontrol), S₂₅ (25% ransum silase BBS), S₅₀ (50% ransum silase BBS), S₇₅ (75% ransum silase BBS) dan S₁₀₀ (100% ransum silase BBS). BBS). ¹Hasil analisis Laboratorium PAU IPB (2008), ² Hasil analisis Laboratorium Nutrisi Ternak Perah Fakultas Peternakan IPB (2008), ³Hasil Analisis Laboratorium Teknologi dan Industri Pakan Fakultas Peternakan IPB(2008). ⁴Hasil perhitungan

Ternak

Pengukuran energi metabolis dan retensi nitrogen digunakan sebanyak 24 ekor itik jantan umur 10 minggu. Sedangkan untuk pemeliharaan adalah DOD lokal sebanyak 140 ekor itik jantan yang diperoleh dari Gunung Sindur. Ternak dibagi menjadi 5 perlakuan dengan 4 ulangan. Setiap ulangan terdiri dari 7 ekor itik yang dipelihara selama 10 minggu.

Metode Penelitian*Persiapan Kandang*

Kandang metabolik yang digunakan untuk mengukur energi metabolis dan retensi nitrogen dibersihkan dan disucihamakan dengan desinfektan dengan cara disemprot untuk membunuh bibit penyakit dan bakteri patogen yang ada dalam kandang. Hal yang sama juga dilakukan pada kandang pemeliharaan, sebelum DOD datang terlebih dahulu kandang dibersihkan dan dikapur secara merata. Pengapuran bertujuan untuk mengurangi kelembaban dan mencegah tumbuhnya jamur. Selanjutnya kandang disucihamakan dengan desinfektan dengan cara disemprot untuk membunuh bibit penyakit dan bakteri patogen yang ada dalam kandang. Kandang yang sudah disucihamakan dibiarkan selama satu sampai dua minggu. Alas kandang yang digunakan adalah sekam padi.

Peralatan kandang yang dipersiapkan sebelum DOD datang dan pengukuran energi metabolis dan retensi nitrogen adalah tempat makan dan tempat minum. Sebagai pemanas digunakan lampu pijar 40 watt yang dipasang pada setiap petak kandang. Penentuan letak kandang dilakukan secara acak dan untuk memudahkan pencatatan masing-masing kandang diberi tanda sesuai dengan perlakuan yang diberikan.

Pembuatan Silase dan Ransum

Pembuatan silase BBS diawali dengan masing-masing bahan baku daun, kulit, umbi dan onggok dipotong dengan ukuran 1-2 cm yang diletakkan didalam plastik. Kemudian enzim cairan rumen dengan dosis 1% (b/v) ditambahkan ke dalam masing-masing bahan, diaduk sampai homogen dan dilakukan inkubasi selama 24 jam pada suhu kamar. Setelah masing-masing BBS (kadar air 60-70%) mengalami hidrolisis dengan enzim cairan rumen, bahan kemudian dimasukkan ke dalam silo dan masing-masing produk selanjutnya ditambahkan inokulum

Leuconostoc mesenteroides dosis 1% (10^{-6} sel/ml) dengan cara disemprot secara berlapis sedikit demi sedikit. Kemudian dilakukan pemadatan dan ditutup rapat serta diinkubasi selama 30 hari.

Setelah 30 hari dilakukan pembukaan silase, kemudian dikeringkan dengan oven selama tiga hari. Bahan baku singkong yang sudah kering digiling dengan mesin giling, untuk selanjutnya digunakan sebagai campuran pakan ternak itik. Pembuatan ransum diawali dengan menganalisis kandungan nutrisi bahan baku ransum dengan menggunakan analisis proksimat. Selanjutnya dilakukan perhitungan susunan ransum dengan menggunakan program software *feed mania*. Proses pembuatan ransum dilakukan secara manual.

Uji Energi Metabolis dan Retensi Nitrogen

Metode pemberian pakan menerapkan metode Sibbald dan Wolynets (1985). Itik jantan ditempatkan dalam kandang individu untuk setiap ulangan. Sebelum pengambilan ekskreta, itik diadaptasikan selama satu minggu dengan diberi pakan sesuai perlakuan. Setelah adaptasi semua itik dipuaskan dari makan selama 24 jam. Kemudian duapuluh ekor itik diberi ransum perlakuan secara paksa sebanyak 50 g dengan bantuan corong (dicekok) dan empat ekor itik lainnya tetap dipuaskan (tidak diberi minum dan pakan perlakuan sama sekali) untuk mendapatkan energi dan nitrogen endogenus. Setelah 24 jam pemberian ransum, dilakukan pengumpulan ekskreta. Selama pengumpulan ekskreta, setiap dua jam ekskreta disemprot dengan larutan H_2SO_4 encer (0.01N). Selanjutnya ekskreta yang terkumpul dimasukkan ke dalam plastik tertutup dan disimpan di *freezer*. Ekskreta yang disimpan dalam *freezer* dikeluarkan, dilumerkan dan dikeringkan dalam oven $60^{\circ}C$ selama 24 jam. Kemudian ekskreta yang telah kering, dihaluskan dan dilakukan pengukuran energi bruto dengan menggunakan *bomb* kalorimeter dan nitrogen dengan metode kjeldahl.

Uji Performa dan Organ Dalam Itik Jantan

DOD yang baru datang diberi minum air gula pasir dengan konsentrasi 1-2% selama empat jam pertama sebagai sumber energi untuk memulihkan kondisi DOD akibat stress pengangkutan, kemudian dilakukan pemasangan *wing band* pada salah satu sisi sayap itik. Selanjutnya DOD ditimbang dan dilakukan pengacakan berdasarkan bobot badan awal. Setelah itu air gula segera diganti

dengan air minum. Beberapa jam kemudian, DOD diberi ransum perlakuan yang ditabur diatas koran selama lima hari agar DOD mulai mengenal ransum perlakuan. Selama pemeliharaan, ransum dan air minum diberikan dua kali yaitu pagi hari dan sore hari. Pengamatan pada penelitian ini dilakukan selama 10 minggu, dimana setiap minggu dilakukan penimbangan bobot badan itik dan ransum perlakuan, sedangkan pemotongan ternak itik sebanyak 2 ekor setiap perlakuan yang dilakukan pada akhir penelitian.

Metode Analisis

Energi Metabolis dan Retensi nitrogen

Peubah yang diamati adalah konsumsi nitrogen, ekskresi nitrogen, retensi nitrogen, energi metabolis murni, energi metabolis semu, energi metabolis murni dan energi metabolis semu terkoreksi nitrogen yang dihitung menggunakan rumus-rumus menurut Wolyntez & Sibbald (1984). Metodenya adalah sebagai berikut:

Konsumsi nitrogen

Konsumsi nitrogen diperoleh dengan mengalikan jumlah konsumsi pakan dengan persentase protein yang terkandung dalam pakan .

$$\text{Konsumsi nitrogen (g)} = \text{konsumsi pakan (g)} \times \text{kandungan nitrogen pakan (\%)}$$

Ekskresi nitrogen

Ekskresi nitrogen diperoleh dengan mengalikan berat ekskreta setelah dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C dengan kandungan nitrogen ekskreta.

$$\text{Ekskresi nitrogen (g)} = \text{berat ekskreta (g)} \times \text{kandungan nitrogen ekskreta (\%)}$$

Retensi nitrogen (g)

Retensi nitrogen adalah selisih antara konsumsi nitrogen dan ekskresi nitrogen yang dikoreksi dengan nitrogen endogenous

$$\text{Retensi nitrogen (g)} = \text{konsumsi N} - (\text{ekskresi N} - \text{ekskresi N endogenous})$$

Retensi nitrogen (%)

Retensi nitrogen adalah selisih antara konsumsi nitrogen dan ekskresi nitrogen yang dikoreksi dengan nitrogen endogenous dikali seratus persen

$$\text{Retensi nitrogen (\%)} = \frac{\text{konsumsi N} - (\text{ekskresi N} - \text{ekskresi N endogenous})}{\text{konsumsi N}} \times 100$$

Energi metabolis (kkal/kg)

Energi metabolis adalah selisih antara kandungan energi bruto pakan perlakuan dengan energi bruto yang hilang melalui ekskreta.

$$\text{Energi metabolis semu (EMS) (kkal/kg)} = \frac{(\text{Eb} \times \text{X}) - (\text{Ebe} \times \text{Y})}{\text{X}} \times 1000$$

$$\text{Energi metabolis semu terkoreksi nitrogen (EMSn) (kkal/kg)} = \frac{(\text{Eb} \times \text{X}) - [(\text{Ebe} \times \text{Y}) + (8.22 \times \text{RN})]}{\text{X}} \times 1000$$

$$\text{Energi metabolis murni (EMM) (kkal/kg)} = \frac{(\text{Eb} \times \text{X}) - [(\text{Ebe} \times \text{Y}) - (\text{Ebk} \times \text{Z})]}{\text{X}} \times 1000$$

$$\text{Energi metabolis murni terkoreksi nitrogen (EMMn) (kkal/kg)} = \frac{(\text{Eb} \times \text{X}) - [(\text{Ebe} \times \text{Y}) - (\text{Ebk} \times \text{Z}) + (8.22 \times \text{RN})]}{\text{X}} \times 1000$$

Keterangan :

- Eb : Energi bruto ransum (kkal)
- Ebe : Energi bruto ekskreta (kkal)
- Ebk : Energi bruto endogenous (kkal)
- X : Konsumsi ransum (g)
- Y : Berat ekskreta yang diberi ransum perlakuan (g)
- Z : Berat ekskreta yang dipuaskan (g)
- 8.22 : nilai yang terkoreksi sebagai asam urat (g)
- RN : retensi nitrogen (g)

Performa dan Organ Dalam Itik Jantan

Peubah yang diukur dalam penelitian ini adalah pertambahan bobot badan, konsumsi ransum, konversi ransum, persentase lemak abdominal, persentase limpa, persentase hati, persentase ginjal, persentase jantung, persentase rempela, persentase pankreas, persentase tiroid, kadar tiosianat dalam serum dan mortalitas. pengukurannya adalah sebagai berikut:

Pertambahan bobot badan (g/ekor)

Pertambahan bobot badan diukur dengan cara mengurangi bobot badan akhir dengan bobot badan awal pada setiap periode penelitian.

Konsumsi Ransum (g/ekor)

Konsumsi ransum dihitung dengan cara mengurangi jumlah ransum yang diberikan dengan sisa ransum setiap periode penelitian.

Konversi Ransum

Konversi ransum dihitung dengan cara membagi jumlah ransum yang dikonsumsi dengan penambahan bobot badan

Persentase Bobot Lemak abdominal

Persentase lemak abdominal diketahui dengan membandingkan bobot lemak abdominal dengan berat hidup itik dikali seratus persen.

Persentase Bobot limpa

Persentase bobot limpa diketahui dengan membandingkan bobot limpa dengan berat hidup itik dikali seratus persen.

Persentase bobot ginjal

Persentase bobot ginjal diketahui dengan membandingkan bobot ginjal dengan berat hidup itik dikali seratus persen.

Persentase bobot jantung

Persentase bobot jantung diketahui dengan membandingkan bobot jantung dengan berat hidup itik dikali seratus persen.

Persentase bobot rempela

Persentase bobot rempela diketahui dengan membandingkan bobot rempela dengan berat hidup itik dikali seratus persen.

Persentase bobot pankreas

Persentase bobot pankreas diketahui dengan membandingkan bobot pankreas dengan berat hidup itik dikali seratus persen.

Persentase bobot tiroid

Persentase bobot tiroid diketahui dengan membandingkan bobot tiroid dengan berat hidup itik dikali seratus persen.

Tiosianat dalam serum (Pettigrew & Fell 1972)

Sebanyak 1 ml plasma darah ditambahkan 9 ml TCA (*tri chloro acetic acid*) 10%, kemudian dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Supernatan dipergunakan untuk analisis tiosinanat. Sebanyak 1 ml supernatan dicampurkan dengan 0.5 ml HCl 1 N dan 2 tetes larutan air bromin jenuh serta dihomogenkan. Kemudian ditambahkan 3 tetes larutan arsenous

trioksida, 1.8 ml pereaksi piridin-p-penilendiamin dan dihomogenkan. Warna merah muda yang terbentuk dibaca pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 520 nm. Absorbansi yang diperoleh disesuaikan dengan perhitungan yang telah dibuat dari larutan tiosianat standar. Konsentrasi tiosianat plasma sampel diperoleh dengan memasukkan angka absorbansi kedalam persamaan dan selanjutnya dikali dengan faktor pengencer.

Rancangan Penelitian

Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan terdiri atas:

1. S₀ (100% ransum kontrol)
2. S₂₅ (25% ransum silase BBS)
3. S₅₀ (50% ransum silase BBS)
4. S₇₅ (75% ransum silase BBS)
5. S₁₀₀ (100% ransum silase BBS)

Data dianalisis dengan ANOVA menggunakan SAS 6.12, dan apabila menunjukkan perbedaan yang nyata dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan .

Hasil dan Pembahasan

Retensi Nitrogen

Perhitungan nilai retensi nitrogen adalah untuk mengetahui nilai pencernaan protein suatu bahan makanan. Retensi nitrogen adalah selisih antara nilai konsumsi nitrogen dengan nilai nitrogen yang diekskresikan setelah dikoreksi dengan ekskresi nitrogen endogenus. Hasil perhitungan konsumsi nitrogen, ekskresi nitrogen dan retensi dari ransum perlakuan silase BBS yang diberikan pada itik jantan disajikan pada Tabel 16.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai ekskresi nitrogen untuk semua perlakuan lebih rendah dibandingkan dengan nilai konsumsi nitrogen, hal ini menunjukkan adanya nitrogen yang tertinggal ditubuh itik sehingga dapat dikatakan bahwa retensi nitrogennya bernilai positif. Nilai retensi nitrogen yang positif menandakan bahwa jumlah konsumsi nitrogen telah melebihi kebutuhan minimum ternak. Nitrogen yang tertinggal ini nantinya akan dimanfaatkan dan

digunakan oleh tubuh temak (Maynard & Loosly 1962). Jumlah nitrogen yang yang tertinggal untuk masing-masing perlakuan baik S_0 , S_{25} , S_{50} , S_{75} dan S_{100} berturut-turut adalah 0.88 g (39.01%), 0.71 g (31.97%), 0.71 g (31.15%), 0.71 g (29.77%) dan 0.53 g (15,62%). Menurut Jaya (1995) besarnya nilai retensi bisa positif, negatif atau nol.

Tabel 16 Rataan retensi nitrogen ransum silase bahan baku singkong pada itik jantan

Peubah	Perlakuan				
	S_0	S_{25}	S_{50}	S_{75}	S_{100}
Konsumsi N (g)	1.41	1.22	1.22	1.31	1.28
Ekskresi N (g)	0.86	0.83	0.84	0.92	1.08
Retensi N (g)	0.88	0.71	0.71	0.71	0.53
Retensi N (%)	62.58 ± 6.81^a	58.53 ± 4.74^a	58.41 ± 6.58^a	54.41 ± 2.92^a	41.83 ± 3.26^b

S_0 (100% Ransum Kontrol), S_{25} (25% ransum silase BBS), S_{50} (50% ransum silase BBS), S_{75} (75% ransum silase BBS) dan S_{100} (100% ransum silase BBS). Nitrogen endogenus = 0.33 g. Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P < 0.05$).

Nilai rataan ekskresi nitrogen ransum S_0 , S_{25} , S_{50} , S_{75} dan S_{100} adalah 0.86, 0.83, 0.84, 0.92 dan 1.08 g, hasil penelitian ini lebih tinggi dari nilai yang dilaporkan Setiowati (2001) yang menunjukkan bahwa besarnya ekskresi nitrogen pada itik lokal adalah 0.46 g, perbedaan ini berhubungan dengan cara pengumpulan ekskreta. Sibbbald (1976) melaporkan penelitian dengan menggunakan waktu pengumpulan ekskreta selama 0-24 jam dan 24-48 jam dapat menghasilkan ekskresi nitrogen berbeda nyata untuk setiap pengumpulan ekskreta, demikian pula dengan besarnya ekskresi nitrogen per bobot badan berbeda nyata lebih rendah setiap harinya sedangkan metode pengumpulan ekskreta tidak berbeda nyata terhadap besarnya ekskresi nitrogen.

Ekskresi nitrogen dengan retensi nitrogen lebih kecil daripada jumlah nitrogen yang dikonsumsi (Tabel 16). Hal ini menunjukkan bahwa sebagian nitrogen yang dikonsumsi ada yang diretensi oleh tubuh itik. Sutardi (1980) menyatakan bahwa tidak semua nitrogen yang dikonsumsi dapat diretensi tetapi sebagian terbuang melalui feses dan urin sedangkan nitrogen yang diekskresikan tidak semua berasal dari nitrogen bahan makanan yang tidak diserap tetapi sebagian berasal dari sel mukosa usus, empedu maupun saluran pencernaan. Semakin tinggi nilai retensi nitrogen berarti semakin banyak nitrogen yang dapat diserap untuk dimanfaatkan oleh unggas (NRC 1994).

Retensi nitrogen adalah sejumlah nitrogen dalam pakan yang mampu ditahan dan digunakan oleh tubuh ternak. Nilai retensi nitrogen suatu bahan pakan diperoleh dari konsumsi nitrogen ternak. Nilai retensi nitrogen suatu bahan pakan dengan nitrogen endogenus. Pemberian silase BBS dalam ransum berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap retensi nitrogen. Retensi nitrogen tertinggi dicapai pada perlakuan kontrol atau 0% silase BBS (S_0) sebesar 62.38% atau 0.88 g dan terendah pada perlakuan pemberian 100% silase BBS (S_{100}) sebesar 41.83% atau 0.53 g. Hubungan antara pemberian silase BBS dalam ransum (X) dengan retensi nitrogen (Y) menunjukkan pemberian silase BBS dalam ransum menyebabkan penurunan secara linier retensi nitrogen yang membentuk persamaan $Y = -4.56x + 68.83$, dengan koefisien determinasi $R^2 = 0.82$. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan pemberian silase BBS ternyata menurunkan retensi nitrogen dari 62.58% pemberian 0% silase BBS (S_0) menurun terus pada setiap level silase BBS berikutnya hingga pada tingkat pemberian 100% silase BBS (S_{100}) mencapai 41.83%. Hasil penelitian Khempaka *et al.* (2009) menunjukkan bahwa retensi nitrogen menurun secara linier dengan semakin meningkatnya pemberian tepung singkong pada ransum broiler. Loe *et al.* (2000) melaporkan retensi nitrogen pada babi menurun dengan semakin meningkatnya level pemberian silase daun singkong. Pada penelitian ini retensi nitrogen sampai pemberian 75% silase BBS dalam ransum masih lebih tinggi bila dibandingkan dengan pemberian 100% silase BBS dalam ransum, ini mengindikasikan bahwa sampai pemberian 75% silase BBS masih dapat dimanfaatkan itik jantan dengan baik dibandingkan dengan pemberian 100% silase BBS. Menurut Hermentis (1998) penggunaan kulit ubi kayu fermentasi sampai 30% dalam ransum ayam broiler berbeda tidak nyata terhadap nilai retensi nitrogen ransum tetapi penggunaan 40% kulit ubi kayu fermentasi sudah menurunkan retensi nitrogen secara nyata.

Penurunan retensi nitrogen pada penelitian ini berkaitan erat dengan meningkatnya kandungan sianida dalam ransum, seiring dengan meningkatnya level penggunaan ransum BBS. Penggunaan protein ransum yang tidak maksimal disebabkan adanya gangguan pada keseimbangan asam amino ransum. Asam amino yang seimbang dalam ransum menjadi tidak seimbang karena asam amino yang mengandung belerang digunakan itik untuk menetralkan asam sianida yang

terkandung dalam ransum BBS. Okafor *et al.* (2008) dan Monzona *et al.* (2007) menyebutkan bahwa asam amino yang mengandung sulfur berperan dalam proses detoksifikasi sianida. Protein tubuh dibentuk dari sejumlah asam-asam amino. Ketidakseimbangan asam amino akan membatasi pembentukan protein tubuh. Menurut Aletor (1993) dan Emiola *et al.* (2007), adanya zat antinutrisi akan mempengaruhi proses penyerapan dan pencernaan. Cheeke (1978) mengemukakan bahwa sianida akan menurunkan absorpsi asam amino melewati dinding sel usus halus, sehingga nitrogen yang diretensi menjadi berkurang. Stuepf *et al.* (1999) melaporkan proses detoksifikasi sianida akan berpengaruh negatif terhadap energi dan keseimbangan nitrogen.

Energi Metabolis

Pengukuran energi metabolis dari bahan-bahan pakan adalah penggunaan yang paling banyak dan aplikasi yang praktis dalam ilmu nutrisi ternak unggas, karena pengukuran energi ini tersedia untuk semua tujuan, termasuk hidup pokok, pertumbuhan, penggemukan dan produksi telur. Energi metabolis adalah hasil pengurangan konsumsi energi bruto dengan ekskresi energi bruto melalui ekskreta. Dari hasil analisis dan perhitungan energi metabolis dihasilkan nilai Energi Metabolis Semu (EMS), Energi Metabolis Murni (EMM), Energi Metabolis Semu terkoreksi Nitrogen (EMS_n) dan Energi Metabolis Murni terkoreksi Nitrogen (EMM_n). Hasil perhitungan energi metabolis (EMS, EMM, EMS_n dan EMM_n) pada itik jantan tersaji pada Tabel 17.

Tabel 17 Rataan energi Metabolis (EMS, EMS_n, EMM dan EMM_n) ransum silase bahan baku singkong pada itik jantan

Peubah	Perlakuan				
	S ₀	S ₂₅	S ₅₀	S ₇₅	S ₁₀₀
EMS (kkal/kg)	2465.69±149.58 ^a	2458.93±129.82 ^a	2400.39±138.89 ^a	2276.99±87.05 ^a	1970.71±92.23 ^b
EMS _n (kkal/kg)	2301.81±133.52 ^a	2326.22±121.83 ^a	2267.49±129.66 ^a	2144.59±90.37 ^a	1870.31±88.78 ^b
EMM (kkal/kg)	2965.12±149.58 ^a	2957.46±129.82 ^a	2901.25±138.89 ^a	2777.16±87.05 ^a	2474.76±92.23 ^b
EMM _n (kkal/kg)	2801.24±133.52 ^a	2824.75±121.83 ^a	2768.35±129.66 ^a	2644.76±90.37 ^a	2374.37±88.78 ^b

S₀ (100% Ransum Kontrol), S₂₅ (25% ransum silase BBS), S₅₀ (50% ransum silase BBS), S₇₅ (75% ransum silase BBS) dan S₁₀₀ (100% ransum silase BBS). Energi endogenus = 22.06 kkal. Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0.05).

Tingginya nilai EMM dibandingkan nilai EMS disebabkan karena nilai EMM memperhitungkan jumlah energi endogenus yang diekskresikan oleh itik yang dipuaskan air minum selama 48 jam, dalam penelitian ini dihasilkan energi

endogenus sebesar 22.06 kkal. Energi endogenus adalah energi-energi yang berasal dari alat pencernaan yang aus, cairan empedu dan enzim-enzim sisa metabolisme yang dikeluarkan melalui ekskreta (Sibbald 1989). Nilai EMS tidak memperhitungkan energi metabolis dan urine endogenus.

Peningkatan pemberian silase BBS ternyata menurunkan energi metabolis (EMS, EMSn, EMM dan EMMn), pemberian 0% silase BBS (S_0) menurun terus pada setiap level silase BBS berikutnya hingga pada tingkat pemberian 100% silase BBS (S_{100}). Namun energi metabolis (EMS, EMSn, EMM dan EMMn) sampai pemberian 75% silase BBS masih lebih tinggi bila dibandingkan dengan pemberian 100% silase BBS. Penurunan energi metabolis (EMS, EMSn, EMM dan EMMn) penelitian ini disebabkan oleh peningkatan kandungan sianida. Amrullah *et al.* (1981) menyebutkan bahwa adanya toksik pada bahan makanan akan menurunkan energi metabolis bahan tersebut. Hasil penelitian Ukachukwu (2005) menunjukkan nilai energi metabolis ransum broiler menurun dengan meningkatnya pemberian pellet singkong. Menurut CCDN (2006), sianida sangat beracun karena mengikat sitokrom oksidase dan menghentikan tindakan dalam respirasi, yang merupakan proses konversi energi utama dalam tubuh. Selain itu adanya gangguan pada keseimbangan asam amino ransum terutama metionin dengan zat-zat makanan lain dalam ransum juga mempengaruhi kehilangan energi dari tubuh ternak. Apabila konsumsi zat-zat makanan dalam tubuh jumlahnya seimbang, maka tubuh akan sedikit kehilangan energi. Sebaliknya kehilangan energi akan lebih besar pada bahan pakan dengan zat-zat makanan tidak seimbang terutama bila pakan defisien asam amino. Menurut Pilliang dan Djojosoebagio (2006) keseimbangan asam amino dapat mempengaruhi daya cerna dan penyerapan energi. Rendahnya daya cerna terhadap suatu bahan pakan mengakibatkan banyaknya energi yang hilang dalam bentuk ekskreta sehingga nilai energi metabolis menjadi rendah (McDonald *et al.* 2002).

Pertambahan Bobot Badan (PBB), Konsumsi dan Konversi Ransum

Kemampuan ternak untuk mengubah nutrisi yang terdapat dalam ransum menjadi daging ditunjukkan dengan pertambahan bobot badan. Pertambahan bobot badan merupakan salah satu kriteria yang digunakan untuk mengukur

pertumbuhan. Pada Tabel 18 disajikan hasil percobaan pengaruh perlakuan silase BBS terhadap pertambahan bobot badan (PBB), konsumsi ransum dan konversi ransum itik jantan.

Tabel 18 Rataan pertambahan bobot badan (PBB), konsumsi ransum dan konversi ransum itik jantan selama 10 minggu penelitian

Perlakuan	PBB (g/ekor)	Peubah	
		Konsumsi (g/ekor)	Konversi
S ₀	1132.76±161.38 ^{ab}	7789.33±65.44 ^a	6.98±0.98
S ₂₅	1201.88±34.90 ^a	7709.51±70.21 ^a	6.42±0.22
S ₅₀	1080.58±84.38 ^{abc}	7686.86±80.12 ^a	7.15±0.59
S ₇₅	1030.25±37.93 ^{bc}	7472.45±161.68 ^b	7.26±0.38
S ₁₀₀	977.52±30.36 ^c	7227.18±201.12 ^c	7.40±0.42

S₀ (100% Ransum Kontrol), S₂₅ (25% ransum silase BBS), S₅₀ (50% ransum silase BBS), S₇₅ (75% ransum silase BBS) dan S₁₀₀ (100% ransum silase BBS). superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0.05)

Pertambahan Bobot Badan

Pemberian silase BBS dalam ransum berpengaruh nyata (P<0.05) terhadap pertambahan bobot badan itik. Hubungan antara pemberian silase BBS (X) dengan pertambahan bobot badan (Y) adalah bentuk regresi model kuadratik dengan persamaan $Y = -0.02x^2 + 0.04x + 1156$ dan koefisien determinasi $R^2 = 0.83$. Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian silase BBS dalam ransum mencapai pertambahan bobot badan yang maksimal pada pemberian 25% silase BBS (S₂₅). Pada tingkat pemberian itu pertambahan bobot badan itik selama penelitian sebesar 1201.88 g/ekor, lebih tinggi dibandingkan pemberian 75% dan 100% silase BBS, termasuk perlakuan kontrol (S₀) dengan 0% pemberian silase BBS sebesar 1132.76 g/ekor. Pertumbuhan itik dengan pemberian sampai dengan 75% silase BBS (S₇₅) memperlihatkan pertambahan bobot badan yang masih tinggi. Namun setelah pemberian 100% silase BBS (S₁₀₀) pertambahan bobot badan yang dicapai semakin menurun. Hasil ini menunjukkan itik dapat diberi ransum dengan silase BBS dengan tingkat pemberian 75% silase BBS (S₇₅) tanpa berakibat terhadap penurunan pertambahan bobot badan.

Phuc *et al.* (2005) melaporkan bahwa pertambahan bobot badan babi menurun seiring dengan meningkatnya level pemberian daun singkong dalam ransum. Hal yang sama juga dilaporkan Huyen *et al.* (2007) dan Eruvbetine *et al.* (2003) bahwa suplementasi onggok, pemberian daun dan umbi singkong kedalam

ransum broiler dapat menurunkan pertambahan bobot badan. Namun berbeda dengan yang dilaporkan Oso *et al.* (2010) bahwa pertambahan bobot kelinci tidak berpengaruh nyata dengan semakin meningkatnya level pemberian umbi singkong, bahkan ada kecenderungan terjadi peningkatan pertambahan bobot badan dibandingkan dengan kontrol.

Pertumbuhan nampak terganggu pada pemberian 100% silase BBS (S_{100}), yaitu yang mengandung sianida sebesar 27.80 ppm dalam ransum atau konsumsi sianida sebesar 2.87 mg/kg/hari. Penurunan pertumbuhan ini dapat diakibatkan oleh gangguan pada kelenjar tiroid dan peningkatan tiosianat serum. Hal ini diperlihatkan dengan adanya peningkatan berat kelenjar tiroid dan kadar tiosianat seiring dengan meningkatnya level penggunaan silase BBS. Detoksifikasi sianida dalam tubuh menghasilkan tiosianat, peningkatan tiosianat menyebabkan asam amino sulfur terkuras (Elsaid *et al.* 2006). Fungsi hormon tiroksin memegang peranan terpenting pada pertumbuhan. Hormon tiroksin dalam menjalankan peranan pada pertumbuhan bekerjasama dengan "growth hormon". Kelenjar tiroid dalam memproduksi hormon tiroksin menggunakan bahan dasar iodium. Iodium pada hormon tiroksin terikat pada cincin penol tirosin yang merupakan komponen yang aktif. Sianida yang dikandung BBS merupakan saingan kelenjar tiroid dalam mentransfer iodium. bila sianida yang dikonsumsi itik terlalu banyak atau melampaui batas toleransinya, maka kerja kelenjar tiroid dalam menghasilkan hormon tiroksin akan terganggu (de Sousa *et al.* 2007; Monzona *et al.* 2007). Hal ini akan langsung mempengaruhi pertumbuhan. Selain itu peningkatan tiosianat juga menghambat *uptake intra-thyroidal* terhadap iodium yang menyebabkan peningkatan sekresi TSH dan penurunan konsentrasi tiroksin yang dibutuhkan untuk pertumbuhan (Tewe 1992).

Konsumsi Ransum

Pemberian silase (BBS) dalam ransum berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap konsumsi ransum ternak itik. Hubungan antara pemberian silase BBS (X) dengan konsumsi ransum (Y) adalah linier dengan persamaan $Y = -5.45x + 7849$ dan koefisien determinasi $R^2 = 0.89$. Rataan konsumsi ransum selama penelitian terendah pada perlakuan pemberian 100% silase BBS (S_{100}) sebesar 7227.18 g/ekor dan tertinggi dicapai oleh itik yang mendapat perlakuan 0% BBS

(S₀) sebesar 7789.30 g/ekor. Hasil ini memperlihatkan bahwa semakin tinggi level pemberian silase BBS dalam ransum menyebabkan konsumsi ransum itik menurun secara linier. Phuc *et al.* (2005) melaporkan hasil yang sama yakni konsumsi ransum babi menurun dengan semakin tingginya level pemberian daun singkong. Sementara itu dilaporkan oleh Elanchenzhian *et al.* (1999) bahwa Pemberian tepung kulit singkong lebih dari 75 g/kg ransum menurunkan konsumsi ransum. Hasil penelitian Eruvbetine *et al.* (2003) menunjukkan bahwa daun dan umbi singkong (50:50).

Penurunan konsumsi ransum disebabkan ransum silase BBS lebih berdebu dan bila basah berubah menjadi pasta. Pada penelitian ini daun penyumbang terbesar dalam ransum silase BBS dan merupakan bahan makanan bersifat *bulky* (Aro 2008; Eruvbetine *et al.* 2003). Itik akan berhenti makan karena kapasitas saluran pencernaan sudah terpenuhi meskipun sesungguhnya masih membutuhkan tambahan energi. Kondisi ini menyebabkan itik mengalami kekurangan pasokan energi dan kekurangan zat makanan essensial lain yang akhirnya mempengaruhi pertumbuhan. Selain itu, konsumsi ransum yang menurun diduga karena adanya sianida yang terdapat pada ransum BBS. Pada umumnya, walaupun tidak mutlak, kandungan sianida berkolerasi dengan rasa pahit (Chiwona-Karltun *et al.* 2000). Rasa pahit pada bahan baku singkong menyebabkan ransum kurang palatable, sehingga itik mengurangi jumlah ransum yang dikonsumsi. Faraya (2003) menyebutkan bahwa konsumsi ransum itik mandalung menurun karena adanya zat anti nutrisi seperti sianida, sehingga pemakaian singkong sebagai pakan ternak menjadi terbatas (Oluremi & Nwosu 2002). Hal yang sama di laporkan oleh Phuc *et al.* (2005) bahwa konsumsi ransum menurun dengan semakin tingginya level pemberian daun singkong pada ternak babi yang disebabkan meningkatnya kandungan sianida dalam ransum.

Kandungan sianida yang terdapat dalam ransum sangat bervariasi berkisar 0-27.80 ppm. Semakin tinggi level penggunaan silase BBS dalam ransum maka semakin banyak sianida yang dikonsumsi oleh itik. Sianida yang di konsumsi itik setiap hari pada perlakuan S₂₅ (25% silase BBS) sebesar 1.73 mg/kg/hari, S₅₀ (50% silase BBS) sebesar 2.39 mg/kg/hari, S₇₅ (75% silase BBS) sebesar 2.67

mg/kg/hari dan S_{100} (100% silase BBS) sebesar 2.87 mg/kg/hari. Sianida yang dikonsumsi itik setiap hari selama penelitian tidak melebihi batas toleransi sehingga pemberian silase BBS sampai taraf 100% tidak menyebabkan kematian. Amrullah (1987) menyebutkan bahwa batas toleransi ayam broiler terhadap pemberian KCN adalah 6.2 mg/ekor. Bila ayam diberi 9.3 mg/ekor, maka 50% populasi dari ayam tersebut akan mati. Hang *et al.* (2009) merekomendasikan konsumsi sianida pada ternak sebesar 2.8-4.0 mg/kg bobot badan.

Konversi Ransum

Konversi ransum merupakan perbandingan antara jumlah ransum yang dikonsumsi dengan pertambahan bobot badan yang dihasilkan dan ini dapat menggambarkan tingkat efisiensi pemanfaatan ransum. Semakin rendah konversi ransum semakin efisien penggunaan ransum tersebut, karena semakin sedikit jumlah ransum yang dibutuhkan untuk menghasilkan pertambahan bobot badan dalam jangka waktu tertentu (Eviyati 1993). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian silase BBS dalam ransum tidak berpengaruh nyata terhadap konversi. Huyen (2007) melaporkan bahwa tidak ada perbedaan konversi ransum dengan semakin meningkatnya level pemberian umbi singkong sampai 20% dalam ransum pada broiler. Hal yang sama juga dilaporkan Ojebiyi *et al.* (2006) bahwa tidak ada perbedaan konversi ransum pemberian kulit singkong sampai 20% pada ternak kelinci dibandingkan dengan ransum kontrol. Rataan konversi ransum penelitian ini berkisar 6.42-7.40. Nilai konversi ini lebih tinggi dengan hasil-hasil penelitian sebelumnya. Assa (1995) melaporkan bahwa rata-rata konversi ransum itik yang diberi singkong fermentasi adalah 4.06. Sedangkan penelitian Zulfatan (2004) menunjukkan bahwa rata-rata konversi ransum itik lokal berkisar 5.80-6.00. Selanjutnya Allaily (2006) menyatakan konversi ransum pada silase ransum komplit berbahan baku lokal berkisar 4.65-6.21. Konversi ransum yang tinggi ini menunjukkan ternak itik tidak ekonomis dan tidak efisien dalam mengkonsumsi ransum sehingga efisiensi penggunaan ransum menjadi rendah.

Konversi ransum yang terendah dicapai pada perlakuan S_{25} dengan pemberian 25% silase BBS sebesar 6.42, kemudian diikuti oleh perlakuan S_0 (0% silase BBS) sebesar 6.98, S_{50} (50% silase BBS) sebesar 7.15, S_{75} (75% silase BBS) sebesar 7.26 dan yang terburuk adalah perlakuan S_{100} (100% silase BBS)

sebesar 7.40. Semakin tinggi penggunaan silase berbahan baku singkong maka semakin tinggi pula konversi ransum, hal ini karena konsumsi ransum yang rendah tidak diikuti pertambahan bobot badan yang sesuai. Rendahnya konsumsi ransum menyebabkan nutrisi yang masuk ke dalam tubuh berkurang sehingga mempengaruhi pertumbuhan.

Organ Dalam dan Kadar Tiosianat Itik Jantan

Rataan bobot organ dalam dipengaruhi oleh besarnya bobot badan akhir, karena semakin besar bobot badan akhir maka semakin besar pula berat organ dalam. Penyerapan nutrisi dalam tubuh dipengaruhi oleh bahan baku pakan yang diberikan, sehingga akan mempengaruhi morfologi organ dalam. Pada Tabel 19 disajikan hasil percobaan pengaruh perlakuan silase BBS terhadap rataan organ dalam dan tiosinat dalam serum itik jantan.

Tabel 19 Rataan organ dalam dan tiosinat dalam serum itik jantan

Peubah	Perlakuan				
	S ₀	S ₂₅	S ₅₀	S ₇₅	S ₁₀₀
Lemak Abdominal (%)	1.23±0.17 ^a	1.10±0.06 ^a	1.12±0.08 ^a	0.81±0.04 ^b	0.76±0.02 ^b
limpa (%)	0.05±0.02 ^b	0.06±0.02 ^b	0.08±0.02 ^{ab}	0.08±0.01 ^{ab}	0.09±0.01 ^a
Hati (%)	2.80±0.39 ^b	2.91±0.69 ^b	3.06±0.34 ^b	3.30±0.37 ^{ab}	3.81±0.20 ^a
Ginjal (%)	0.69±0.22	0.71±0.24	0.76±0.11	0.90±0.16	1.01±0.12
Jantung (%)	0.74±0.11	0.70±0.04	0.77±0.34	0.77±0.09	0.84±0.12
Rempela (%)	5.37±0.94	5.46±1.06	5.50±0.53	5.83±0.40	6.17±1.21
Pankreas (%)	0.31±0.87 ^b	0.34±0.03 ^b	0.34±0.03 ^b	0.37±0.05 ^{ab}	0.43±0.03 ^a
Tiroid (%)	0.005±0.00 ^c	0.02±0.01 ^b	0.02±0.00 ^b	0.03±0.00 ^a	0.03±0.00 ^a
Tiosianat (µmol/l)	0.00±0.00 ^d	23.57±3.97 ^c	36.41±4.94 ^b	42.92±1.08 ^a	45.03±1.57 ^a
Mortalitas (ekor)	0	2	0	1	0

S₀ (100% Ransum Kontrol), S₂₅ (25% ransum silase BBS), S₅₀ (50% ransum silase BBS), S₇₅ (75% ransum silase BBS) dan S₁₀₀ (100% ransum silase BBS). superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0.05)

Lemak Abdominal

Pemberian silase BBS dalam ransum berpengaruh nyata (P<0.05) terhadap persentase lemak abdominal. Persentase lemak abdominal tertinggi terdapat pada itik yang diberi 0% silase BBS (S₀) yaitu 1.23% dan terendah pada perlakuan pemberian 100% silase BBS (S₁₀₀) sebesar 0.76%. Hubungan antara perlakuan pemberian silase BBS ransum (X) dengan persentase lemak abdominal (Y) membentuk hubungan yang linear dengan persamaan $Y = -0.004x + 1.25$ dan koefisien determinasi $R^2 = 0.88$. Hasil ini menunjukkan persentase lemak

abdominal terus menurun secara linier seiring dengan meningkatnya pemberian silase BBS dalam ransum dari 25% silase BBS (S_{25}) hingga 100% silase BBS (S_{100}).

Hasil penelitian Huyen *et al.* (2007) dan Khempaka *et al.* (2009) menunjukkan bahwa semakin meningkatnya level pemberian umbi singkong dalam ransum, persentase lemak abdominal pada broiler semakin turun. Hal yang sama juga dilaporkan Eruvbetine *et al.* (2003) bahwa pemberian umbi dan daun singkong dengan perbandingan 50:50 dalam ransum broiler menunjukkan persentase lemak abdominal yang menurun. Penurunan lemak abdominal pada ketiga penelitian ini disebabkan kandungan serat kasar ransum yang semakin tinggi dengan meningkatnya level pemberian singkong. Namun dalam penelitian ini penurunan persentase lemak abdominal disebabkan karena kandungan lemak ransum 0% silase BBS (S_0) sebesar 8.68%, 25% silase BBS (S_{25}) sebesar 7.83%, 50% silase BBS (S_{50}) sebesar 7.62%, 75% silase BBS (S_{75}) sebesar 4.91% dan 100% silase BBS (S_{100}) sebesar 4.35%, sedangkan kandungan energi ransum relatif sama (Tabel 15). Kadar lemak ransum yang rendah akan menghasilkan persentase lemak abdominal yang rendah, sebaliknya kadar lemak ransum yang tinggi akan menghasilkan persentase lemak abdominal yang tinggi. Fontana *et al.* (1993) menyatakan bahwa perlemakan dalam karkas dipengaruhi oleh kandungan lemak dalam ransum. Selain itu adanya sianida dalam ransum yang semakin meningkat seiring dengan meningkatnya pemberian silase BBS dalam ransum menyebabkan persentase lemak abdominal menurun. Bressani (1993) menyatakan bahwa adanya antinutrisi dalam ransum akan menghambat pencernaan protein, lemak dan karbohidrat, hal ini yang menyebabkan perubahan patologis dalam usus dan jaringan hati, sehingga mempengaruhi metabolisme, menghambat beberapa enzim, dan mengikat nutrisi, menjadi tidak tersedia. Khempaka *et al.* (2009) menyebutkan bahwa hilangnya lemak tubuh dipengaruhi oleh terhambatnya sintesis lipid dalam hati dan jaringan perut.

Bobot Limpa

Pemberian silase BBS dalam ransum berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap peningkatan persentase bobot limpa. Persentase bobot limpa terendah pada pemberian 0% silase BBS (S_0) sebesar 0.05% dan tertinggi pada perlakuan

pemberian 100% silase BBS (S_{100}) sebesar 0.09%. Zainal (2007) melaporkan bahwa persentase bobot limpa itik mojosari alabio jantan berkisar antara 0.07-0.20% dari berat hidup. Hubungan antara perlakuan pemberian silase BBS ransum (X) dengan persentase limpa (Y) membentuk hubungan yang linier dengan persamaan $Y = 0.00x + 0.05$ dan koefisien determinasi $R^2 = 0.94$. Hasil ini menunjukkan persentase limpa terus meningkat secara linier seiring dengan meningkatnya pemberian silase BBS dalam ransum.

Meningkatnya persentase bobot limpa ini dipengaruhi adanya zat toksik berupa sianida yang semakin tinggi seiring dengan meningkatnya pemberian silase BBS dalam ransum. Ressay (1986) menyatakan bahwa salah satu fungsi limpa adalah membentuk zat limposit yang berhubungan dengan antibodi. Pada ransum yang mengandung toksik seperti sianida, maka limpa akan melakukan pembentukan sel limposit untuk membentuk zat antibodi. Aktivitas limpa yang tinggi akan mengakibatkan ukuran limpa menjadi semakin membesar. Selanjutnya Frandson (1992) menyatakan bahwa mekanisme pertahanan melawan zat-zat bersifat racun pada limpa adalah dengan cara menyaring keluar jaringan dan sebagai makrofag yang memakan bakteri, sehingga berperan dalam mengontrol kemungkinan-kemungkinan timbulnya infeksi. Tizard (1998) melaporkan bahwa limpa responsif terhadap stimulasi antigen dan berfungsi mengumpulkan sel peka antigen sehingga dapat meningkatkan kekebalan pada ternak.

Bobot Hati

Hati merupakan salah satu organ pelengkap sistem pencernaan selain pankreas dan kelenjar empedu (North & Bell 2002). Pengamatan pengaruh perlakuan terhadap bobot hati dilakukan karena berkaitan dengan fungsi hati yang mempengaruhi produk akhir pencernaan. Pemberian silase BBS dalam ransum berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap persentase bobot hati. Persentase bobot hati penelitian ini berkisar antara 2.80–3.81%. Kisaran ini lebih tinggi dibandingkan dengan dilaporkan oleh Tegua *et al.* (2008) bahwa persentase bobot hati itik sebesar 2.5% dari berat hidup. Peningkatan nilai rata-rata bobot hati dapat dipengaruhi oleh bangsa, umur dan jenis kandungan nutrisinya (Nickel *et al.* 1977). Hubungan antara pemberian silase BBS dalam ransum (X) dengan persentase bobot hati (Y) membentuk hubungan yang linier dengan persamaan Y

= $0.005x + 2.79$ dan koefisien determinasi $R^2 = 0.95$. Hasil ini menunjukkan persentase bobot hati terus meningkat secara linier seiring dengan meningkatnya pemberian silase BBS dalam ransum.

Peningkatan persentase bobot hati dalam penelitian ini disebabkan peningkatan kandungan sianida sejalan dengan semakin banyaknya level pemberian bahan baku singkong ke dalam ransum. Okafor *et al.* (2008) menyebutkan bahwa terjadi peningkatan organ hati pada tikus yang diberi ransum yang mengandung sianida. Menurut Sturkie (1976), hati memiliki fungsi yang sangat kompleks diantaranya dalam sekresi empedu, proses metabolisme seperti metabolisme protein, metabolisme lemak, metabolisme karbohidrat dan juga untuk menetralkan racun yang masuk ke dalam tubuh. Detoksifikasi sianida menjadikan sel-sel hati lebih aktif sebagai akibat respon konsentrasi tiosianat yang tinggi. Kerja hati yang aktif ini diduga memungkinkan terjadinya adaptasi fleksibilitas hati sehingga akan meningkatkan ukuran hati. Agboola *et al.* (2006) menyatakan bahwa proses detoksifikasi racun sianida dalam hati dikatalisis oleh enzim rodanase yang merubah kompleks tiosulfat-sianida menjadi tiosianat yang kemudian dikeluarkan dari dalam tubuh.

Bobot Ginjal

Kisaran persentase bobot ginjal hasil penelitian ini sebesar 0.69%-1.01% dari berat hidup. Rataan persentase bobot ginjal tersebut lebih rendah seperti yang dikatakan oleh Zainal (2007) bahwa persentase bobot ginjal itik mojosari alabio berkisar 1.05-1.46% bobot hidup. Pemberian silase BBS yang semakin meningkat dalam ransum menyebabkan rata-rata persentase bobot ginjal juga semakin meningkat, walaupun secara statistik tidak berpengaruh nyata. Adanya zat toksik yang masuk ke dalam tubuh, maka ginjal akan bekerja semakin berat untuk menteralisasi zat toksik tersebut. Menurut Ressay (1986) salah satu fungsi ginjal adalah untuk mempertahankan keseimbangan susunan darah dengan mengeluarkan zat-zat seperti air yang berlebihan, sisa metabolisme, garam-garam organik dan benda-benda asing yang terlarut didalam darah. Ginjal mempertahankan integritas dari volume cairan ekstraseluler, proses tersebut adalah konservasi air dan zat-zat lainnya, bahan yang dibutuhkan oleh tubuh akan dikembalikan ke dalam cairan tubuh, sementara kelebihan akan dikeluarkan

melalui urin. Selain itu, ginjal juga mengeliminasi nitrogen dari produk metabolis protein, ion dan senyawa organik kompleks, baik endogenus dan eksogenus (Swenson 1977).

Bobot Jantung

Menurut Frandson (1992) Jantung berfungsi sebagai pompa dan motor penggerak dalam peredaran darah yang kerjanya otonom, yaitu dikendalikan oleh pusat syaraf diluar kemauan dan kesadaran. Unggas yang ukuran tubuh kecil memiliki laju sirkulasi darah lebih tinggi dibandingkan dengan unggas yang mempunyai ukuran tubuh yang lebih besar. Rataan persentase bobot jantung yang diperoleh dari penelitian ini berkisar antara 0.70-0.84%. Persentase tersebut lebih rendah dari yang dilaporkan Teguaia *et al.* (2008) yaitu persentase bobot jantung itik berkisar 1.1% dari berat hidup. Hasil penelitian Zainal (2007) menunjukkan bahwa persentase bobot jantung itik mojosari alabio jantan berkisar antara 1.20-1.34% dari berat hidup. Pemberian silase BBS yang semakin meningkat dalam ransum menyebabkan rata-rata persentase bobot jantung juga semakin meningkat, walaupun secara statistik tidak berpengaruh nyata. Hal ini menunjukkan bahwa itik yang diberi ransum silase BBS sampai 100% menghasilkan persentase bobot jantung yang sama dengan kontrol.

Ressang (1986) menyatakan bahwa jantung merupakan organ vital yang berperan dalam sirkulasi darah. Organ ini sangat rentan terhadap racun dan antinutrisi yang terdapat didalam ransum. Pada jantung yang terinfeksi oleh penyakit maupun racun biasanya akan terjadi perubahan ukuran jantung. Ransum dengan kandungan sianida tinggi menyebabkan penyumbatan pada pembuluh darah sehingga kerja otot jantung meningkat mengakibatkan terjadinya pembesaran ukuran jantung dari normal. Menurut Subronto (1985) jantung adalah organ otot yang memegang peranan penting di dalam peredaran darah. Lebih lanjut Ressang (1986) menyatakan bahwa pembesaran ukuran jantung biasanya ditandai dengan adanya penambahan otot jantung. Hal ini disebabkan otot menyesuaikan diri terhadap kontraksi jantung yang berlebih.

Bobot Rempela

Rempela pada unggas berbentuk oval yang terletak antara proventrikulus dan batas usus halus atau disebut juga lambung otot, yang berfungsi dalam proses pencernaan untuk menggiling makanan hingga makanan tersebut menjadi lunak (Sturkie 1976). Rataan persentase bobot rempela yang diperoleh dari penelitian ini berkisar antara 5.37-6.17%, rata-rata persentase bobot rempela ini lebih tinggi yang dilaporkan oleh Suparyanto (2006) dan Tegua *et al.* (2008) masing-masing berkisar 4-5% dan 3.4% dari berat hidup. Sedangkan hasil penelitian Zainal (2007) menunjukkan bahwa persentase bobot rempela itik mojosari alabio jantan berkisar 5.94-8.08% dari berat hidup. Pemberian silase BBS yang semakin meningkat dalam ransum menyebabkan rata-rata persentase bobot rempela juga semakin meningkat, walaupun secara statistik tidak berpengaruh nyata. Hal ini menunjukkan bahwa itik yang diberi ransum silase BBS sampai 100% (S_{100}) menghasilkan persentase bobot rempela yang sama dengan kontrol. Selain benda asing (sianida), serat kasar juga mempengaruhi kerja organ dalam. Amrullah (2004) menyatakan bahwa bobot rempela dipengaruhi oleh modifikasi ukuran, pengaturan jenis ransum dan fase pemberian pakan. Apabila ransum yang diberikan memiliki kandungan serat kasar yang tinggi, maka kerja rempela akan semakin berat dan dapat memperbesar ukuran dan bobot rempela. Dalam hal ini, pemberian silase BBS sampai 100% (S_{100}) tersebut tidak memiliki kandungan serat kasar yang tinggi (7.06-7.91%). Ulupi (1990) menyatakan bahwa peningkatan persentase serat kasar dalam ransum itik secara nyata meningkatkan persentase bobot rempela terhadap bobot hidup. Peningkatan bobot rempela disebabkan oleh fungsinya yang cukup berat untuk mencerna pakan yang mengandung serat kasar tinggi (Syamsuhaidin 1997). Kismono (1986) menyebutkan bahwa dengan meningkatnya aktivitas rempela dalam menggiling makanan yang masuk dapat mengakibatkan urat daging rempela menjadi lebih tebal karena terjadi kontraksi otot rempela sehingga ukuran rempelapun ikut bertambah besar. Mangisah *et al.* (2007) kadar serat kasar yang dapat ditolerir oleh itik adalah 15% di dalam ransumnya.

Bobot Pankreas

Salah satu fungsi pankreas adalah sebagai penghasil enzim-enzim lipolitik, amilolitik dan proteolitik (Sturkie 1976). Pemberian silase BBS nyata ($P < 0.05$) berpengaruh nyata terhadap peningkatan persentase bobot pankreas. Persentase bobot pankreas terendah perlakuan pemberian 0% silase BBS (S_0) sebesar 0.31% dan tertinggi perlakuan 100% silase BBS (S_{100}) sebesar 0.43%. Hasil penelitian Zainal (2007) menunjukkan bahwa persentase bobot pankreas itik mojosari alabio jantan berkisar 0.41-0.52% dari berat hidup. Hubungan antara pemberian silase BBS dalam ransum (X) dengan persentase pankreas (Y) membentuk hubungan yang linier dengan persamaan $Y = 0.001x + 0.30$ dan koefisien determinasi $R^2 = 0.83$. Hasil ini menunjukkan persentase pankreas terus meningkat secara linier seiring dengan meningkatnya pemberian silase BBS dalam ransum. Borin *et al.* (2006) melaporkan peningkatan bobot pankreas itik peking sejalan dengan peningkatan level pemberian daun singkong sampai 20%.

Peningkatan persentase bobot pankreas ini merupakan salah satu bentuk adaptasi organ tersebut untuk tetap dapat menghasilkan enzim-enzim pencernaan sehingga proses pencernaan dapat berjalan dengan normal. Adanya peningkatan kandungan sianida yang sejalan dengan semakin banyaknya level pemberian bahan baku singkong ke dalam ransum menyebabkan terganggu fungsi pankreas dalam mensekresikan enzim pencernaan. Okafor *et al.* (2008) melaporkan bahwa terjadi peningkatan organ pankreas pada tikus yang diberi ransum yang mengandung sianida. Menurut Frandson (1992), Pankreas adalah sebuah kelenjar yang mensekresikan sari cairan yang kemudian masuk ke dalam duodenum melewati saluran pankreas dimana enzimnya-enzimnya membantu pencernaan pati, lemak dan protein.

Bobot Tiroid dan Tiosianat dalam serum

Pemberian silase BBS dalam ransum berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap persentase bobot kelenjar tiroid dan konsentrasi tiosianat dalam serum. Persentase bobot kelenjar tiroid terendah pada perlakuan pemberian 0% silase BBS (S_0) sebesar 0.00% dan tertinggi perlakuan pemberian 100% silase BBS (S_{100}) sebesar 0.03%. Hubungan antara pemberian silase BBS (X) dengan bobot kelenjar tiroid (Y) membentuk regresi linier dengan persamaan $Y = 0.00x + 0.007$ dengan koefisien determinasi $R^2 = 0.85$. Sedangkan konsentrasi tiosianat dalam serum

terendah dicapai perlakuan pemberian silase BBS 0% (S_0) sebesar $0.00 \mu\text{mol/L}$ dan tertinggi perlakuan pemberian 100% silase BBS (S_{100}) sebesar $45.03 \mu\text{mol/L}$. Hubungan antara pemberian silase BBS dalam ransum (X) dengan konsentrasi tiosianat (Y) adalah membentuk regresi model linier dengan persamaan $Y = 0.44x + 7.70$ dengan koefisien determinasi $R^2 = 0.85$. Hal ini berarti peningkatan pemberian silase BBS dalam ransum akan meningkatkan secara linier bobot kelenjar tiroid dan konsentrasi tiosianat dalam serum.

Peningkatan bobot kelenjar tiroid dan konsentrasi tiosianat dalam serum disebabkan kandungan sianida dalam ransum. Semakin tinggi pemberian silase BBS, semakin tinggi pula kandungan sianida dalam ransum. Hal ini menunjukkan bahwa adanya perubahan sianida menjadi tiosianat dan peningkatan bobot kelenjar tiroid. Sitompul (1977) mengemukakan bahwa hubungan antara kandungan sianida dalam ransum dan konsentrasi tiosianat dalam serum menggambarkan fungsi dari sistem detoksifikasi sianida dalam tubuh dan peningkatan bobot kelenjar tiroid. Kadar tiosianat dalam serum meningkat sebagai akibat pemberian ransum yang mengandung sianida yang terakumulasi secara terus menerus dalam ransum singkong (Agoola *et al.* 2006; Onyesom & Okoh 2006)). Menurut Onabalu *et al.* (2000) sianida dalam tubuh akan diubah menjadi tiosianat dengan bantuan enzim *rhodanese*. Kemampuan tubuh mengkonversi sianida menjadi tiosianat tergantung sulfur yang diperoleh dari asam amino sulfur dari makanan. Sementara itu Monzona *et al.* (2007) menyatakan adanya peningkatan kelenjar tiroid dengan semakin meningkatnya pemberian KCN pada ternak babi. Peningkatan bobot kelenjar tiroid tersebut menandakan adanya aktivitas yang meningkat dari sel-sel epitelnya agar dapat mempertahankan produksi hormon tiroid yang dibutuhkan itik untuk pertumbuhan.

Mortalitas

Berhasil tidaknya pemeliharaan yang telah dilakukan tidak dapat diketahui sebelum dilakukan evaluasi. Evaluasi ini untuk melihat apa yang telah dilakukan dengan mempergunakan alat ukur dan hasil evaluasi digunakan untuk tindakan

berikutnya. Untuk mengelola masa awal ini digunakan tolak ukur yang paling penting yaitu mortalitas. Rincian tingkat mortalitas dari penelitian ini disajikan pada Tabel 19.

Secara umum itik yang mati tersebut tidak memperlihatkan gejala-gejala sakit sebelumnya, kematiannya terjadi karena kesalahan manajemen (terjepit diantara kandang), dan tidak ada pengaruh negatif dari ransum perlakuan terhadap mortalitas. Jumlah itik yang mati selama penelitian ini 3 ekor atau 2.14% dari total populasi (140 ekor). Nilai tersebut masih dibawah hasil penelitian Sinurat *et al.* (1996) yaitu sebesar 4.5%.

Simpulan

Pemberian sampai 75% silase BBS masih dapat digunakan itik jantan untuk pertumbuhan. Pemberian silase BBS yang semakin meningkat dalam ransum menyebabkan menurunkan retensi nitrogen, energi metabolis, penambahan bobot badan, dan konsumsi ransum, tidak mempengaruhi konversi ransum. dan meningkatkan bobot organ dalam itik jantan.

Daftar Pustaka

- Agboola FK, Bamidele SF, Gbenga AA. 2006. Activities of thiosulfate and 3-mercaptoopyruvate cyanide-sulphurtransferases in poultry birds and the fruit bat. *J Bio Sci.* 6(5):833-839.
- Aletor VA. 1993. Allelochemicals in plant food and feedingstuffs: Nutritional, biochemical and physiopathological aspects in animal production. *Vet. Hum. Toxicol.* 35(1): 57-67.
- Allaily. 2006. Kajian silase ransum komplit berbahan baku lokal pada itik mojosari alabio jantan. [Tesis] Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Amrullah IK. 2004. Nutrisi Ayam Peterlur. Cetakan III. Lembaga Satu Gunung Budi. KPP. IPB. Bogor.
- Amrullah IK. 1987. Detoksikasi sianida dalam ubi kayu varietas pahit dengan fero sulfat dan pengaruhnya terhadap performans ayam broiler [Disertasi] Fakultas Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Amrullah IK, Wahyu J, Sutardi T. 1981. Penentuan kandungan energi metabolis murni dari beberapa bahan makanan unggas. Laporan Penelitian. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.
- Aro SO. 2008. Improvement in the nutritive quality of cassava and its by products through microbial fermentation. *Afr J Biotech.* 7(25): 4789-4797.

- Assa GJV. 1995. Pengaruh pemberian ubi kayu yang difermentasi dalam ransum terhadap performan itik tegal [Tesis] Program pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Borin K, Linberg JE, Ogle RB. 2006 Digestibility and digestive organ development in indigenous and improved chickens and ducks fed diets with increasing inclusion levels of cassava leaf meal. *J Anim Physiol and Anim Nutr.* 90: 230-237.
- Bressani R. 1993. Grain quality of common beans. *Food Rev.Int.* 9:217-297.
- CCDN. 2006. Cassava Cyanide Diseases Network (CCDN): <http://www.anu.edu.au/BoZo/CCDN/two.htm>. [Februari 2010]
- Cheeke PR. 1978. *Toxicants of plant origin*. Volume II glycosides. CDR Press. Inc Florida.
- Chiwona-Karltun L, Tylleskar T, Mkumbira J, Gebre-medhin M, Rosling H. 2000. Low dietary cyanogens exposure from frequent consumption of potentially toxic cassava in Malawi. *Int J of Food Sci and Nutri.* 51(1): 33-43.
- de Sousa AB *et al.* 2007. Evaluation of effects of prenatal exposure to the cyanide and thiocyanate in wistar rats. *Reprod Toxicol.* 23 : 568-577.
- Dimuth S, Garzaon DA, White W, Sayre RT. 2004. Over-expression of hydroxynitrile lyase in transgenic cassava roots accelerates cyanogenesis and food detoxification. *J. Plants Biotech.* 2:37-43.
- Direktorat Jenderal Peternakan. 2008. Road map pembibitan ternak. [http://www.ditjennak.go.id/regulasi/roadmad bab3/pdf](http://www.ditjennak.go.id/regulasi/roadmad%20bab3/pdf). [Mei 2010]
- Elanchenzhian N, Ravi R, Purushothaman MR. 1999. Utilization of cassava peel meal as a feed ingredient in broiler ration. *Ind J of Poult Sci.* 34:255-258.
- Elsaid FG, Magedah M, Elkomy. 2006. Aqueous garlic extract and sodium thiosulphate as antidotes for cyanide intoxication in albino rats. *Res J Med and Med Sci.* 1(2): 50-56.
- Emiola IA, Ologhobo AD, Gous RM. 2007. Performance and histological responses of internal organs of broiler chickens fed raw, dehulled, and aqueous and dry-heated kidney bean meals. *Poult Sci.* 86:1234-1240.
- Eruvbetine D, Tajudeen ID, Adeosun AT, Olojede AA. 2003. Cassava (*Manihot esculenta*) leaf and tuber concentrate in diets for broiler chickens. *Biores-Technol.* 86(3): 277-281.
- Eviyati. 1993. Pemberian Tepung Daun Singkong dalam Ransum dan Pengaruhnya terhadap Performans Ayam Broiler. [Tesis]. Fakultas Pascasarjana . Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Faraya R. 2003. Performance itik mandalung yang diberi tepung daun singkong dalam Ransum. [Skripsi]. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fasuyi AO. 2005. Nutrient composition and processing effects on cassava leaf (*Manihot esculenta* Crant) antinutrients. *J Pakis of Nutr.* 4(1): 37-42.

- Fontana EA, Weaver WD, Denbow PM, Walkins WA. 1993. Early feed restriction of broiler: effect of abdominal fat, liver and gizzard weight, fat deposition and carcass composition. *Poult Sci.* 72:243-250.
- Frandsen RD. 1992. *Anatomy and physiology of farm Animals*. Edisi ke-4. Terjemahan D. Srigando dan K. Praseno. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hang DT, Linh NQ, Preston TR, Evert H, Beynen AC. 2009. Effect of supplementary DL-methionine in pig diets with cassava leaves as a major protein source. *Livest. Res. Rural Dev.* 21 (1).
- Hermentis. 1998. Retensi nitrogen ransum yang mengandung kulit ubi kayu fermentasi dan hubungan dengan penambahan bobot badan broiler. *J Pet dan Lingk.* 4(1):54-59.
- Huyen LV, Len NT, Phung NT. 2007. Effect of supplementation of cassava residue meal in diets on the growth performance of Luong phuong broilers MEKARN Regional Conference.
- Jaya B. 1995. Pengujian kualitas sorgum produk fermentasi berdasarkan metode Sibbald. [Skripsi]. Fakultas Peternakan. Insitut Pertania Bogor.
- Kismono MMSS. 1986. Toleransi ayam broiler terhadap kandungan serat kasar, serat detergen asam, lignin dan silica dalam ransum yang mengandung tepung daun alang-alang. [Disertasi]. Fakultas Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Khajareem S, Khajareem JM. 2007. Use of cassava products in poultry feeding. FAO corporate document repository. <http://www.fao.org/DOCREP/> [Mei 2010]
- Khempaka S, Molee W, Guillaume M. 2009. Dried cassava pulp as an alternative feedstuff for broilers: Effect on growth performance, carcass traits, digestive organs, and nutrient digestibility. *J Appl Poult Res.* 18:487-493.
- Loe NT, Ly NTH, Thanh VTK, Duyet HN. 2000. Ensiling techniques and evaluation of cassava leaf silage for mong cai in Central Vietnam. Workshop seminar Making better use of lokal feed resources. *SAREC-UAF.1-6*
- Madruaga MS, Câmara FS. 2000. The chemical composition of "Multimistura" as food supplement. *Food Chem.* 68, 41-44.
- Mangisah I, Nasoetion MH, Murningsih W, Arifah. 2007. Pengaruh serat kasar ransum terhadap pertumbuhan, Produksi, dan penyerapan "volatile fatty acids" pada itik Tegal. <http://ejournal.unud.ac.id>. [Januari 2010]
- Maria SA, Vasquez V, Matehus J, Rangel R. 2002. Linamarase expression in cassava cultivars with root af low and high cyanide content. *J. Plant Physiol.* 129:1686-1694.
- Maynard, LA, Loosly JK. 1962. *Animal Nutrition*. 5th Ed. McGrow Hill Book Campany. Inc. New York.

- McDonald P, Edwards RA, greenhalgh JFD, Morgan CA. 2002. *Animal Nutrition*. 6th ed. Ashford colour press. Gosport.
- Monzana H *et al.* 2007. Effect og long-term cyanide ingertion by pigs. *Vet Res Comm.* 31:93-104.
- National Research Council. 1994. *Nutrient requirement of poultry*. 9th revited edition. National Academy of Science. Washington DC. USA.
- Nickel RA, Schummer E, Seiferie WG, Silver, Wight PHL. 1977. *Anatomy of Domestic Bird*. Verlag. Paul Parey. Berlin.
- North MO, Bell DD. 2002. *Commercial Chicken Production Manual* 4th Edition. Chapman dan Hall. New York.
- Ojebiyi.OO. Farinu GO, Babatunde GM, Morohunfolu OO. 2006. Effect of varying level of sun dried cassava peel bloodmeal mixture on growth performance and organ characteristics of weaner rabbiths. *J Anim Vet Adv.* 5(11):886-890.
- Okafor PN, Anoruo K, Bonire AO, Maduagwu EN. 2008.The Role of Low-Protein and Cassava-Cyanide Intake in the Aetiology of Tropical Pancreatitis. *Global J. Pharmacol.* 2 (1) : 06-10.
- Oluremi IOA, Nwosu A. 2002. The effect of soaked cassava peel on weanling rabbits. *J Food Technol Afr.* 7(1). 12-15.
- Onabalu A, Bakanga M, Tylleskar T, Rosling H. 2000. High cassava production and low dietary cyanide exposure in mid-west Nigeria. *Public Health Nutr.* 4(1): 3-9.
- Onyesom I, Okoh PN. 2006. Quantitative analisis of nitrate dan nitrite contents in vegetables commonly consumed in Delta State Nigeria. *British J. Nutr.* 96: 902-905.
- Oso AO, Bamgbose OOAM, Eruvbetine D. 2010. Utilization of unpeeled cassava (*Manihot esculenta*) root meal in diets of weaner rabbits. *Lives Sci.* 127: 192-196.
- Pettigrew AR, GS Fell. 1972. Simplified colorimetric determination of thiocyanate in biological fluids and its application to investigation of toxic amblyopias. *Clim Chem.* 19 (5): 466-472.
- Phuc BHN, Ogle B, Lindberg JE. 2005. Nutritive value of cassava leaves for monogastric animal. In. International Workshop Current Research and Development on Use of Cassava as Animal Feed. <http://www.forum.org.kh/-mekam/proc-cass/chinh.htm>. [des 2005].
- Pilliang GW, Djojosoebagio S.2006. *Fisiologi Nutrisi*. Volume I. Institut Pertanian Bogor.
- Ping LJ, Tang ZZ. 2002. The use of dry cassava roots and silage from leaves for pig feeding in Yunnan provice of cina. http://webpg.liat.cgiar.org/asia_cassava/proceeding_workshop. [Mei 2010].
- Ressang AA. 1986. *Patologi Khusus Veteriner*. Edisi II. NV. Percetakan Bali. Denpasar.

- Setiowati AN.2001. Pengukuran retensi nitrogen dan energy metabolis kambang (*Salvinia molesta*) pada itik lokal.[Skripsi]. Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan.IPB. Bogor.
- Sibbald ID. 1976. A Bioassay for true metabolizable energy in feedstuffs. *Poult Sci.* 55: 303-308.
- Sibbald IR, Wolynetz MS. 1985. Estimates of retained nitrogen used to correct estimates of bioavailable energy. *J. Poult Sci.* 64: 1506-1513.
- Sibbald IR. 1989. Metabolizable energy evaluation of poultry diets. In Cole DJA and W.Haresign (ed). Recent Development in Poultry Nutrition. University of Nottingham School of Agriculture. Butter Worths. London.
- Sinurat AP *et al.* 1996. Penggunaan cassapro (singkong Fermentasi) untuk itik petelur. *Ilmu dan Peternakan.* 8(2):28 – 31.
- Sitompul HH. 1977. Biological Evaluation and Detoxification of Cassava (*Manihot esculenta* Crants). University of Illinois.
- Subronto. 1985. *Ilmu Penyakit Ternak I* . Gadjah Mada Univesity Press. Yogyakarta.
- Suparyanto A 2006. Karakteristik Ukuran Karkas Itik Genotipe Peking X Alabio Dan Peking X Mojosari. *Lokakarya Nasional Inovasi Teknologi Dalam Mendukung Usahaternak Unggas Berdayasaing.* 86-91.
- Sutardi T. 1980. *Landasan Ilmu Nutrisi Ternak.* Jilid I. Departemen Ilmu Makanan Ternak.Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Stuempf HM, Schondure JE, Rio CMD. 1999. The cyanogenic glycoside amygdalin does not deter consumption of ripe fruit by cedar waxwings. *The Auk.*116(3):749-758.
- Sturkie PD. 1976. *Avian Physiology.* 3th Edition. Springer Verlag. New York.
- Swenson MJ. 1977. *Physiological Properties and Cellular and Chemical Constituents of blood.* In: Swenson MJ. (Editor). Dukes Physiology of Domestic Animal. 9th Ed. Cornell University Press. London.
- Syamsuhaidi. 1997. Penggunaan *duckweed* sebagai pakan serat sumber protein dalam ransum ayam pedaging. [Disertasi]. Fakultas Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor
- Téguia A, Mafouo Ngandjou H, Defang H, Tchoumboue J.2008. Study of the live body weight and body characteristics of the African Muscovy duck (*Caraina moschata*). *Trop Anim Health Prod* (40):5–10.
- Tewe OO. 1992. Detoxication of cassava products and effects of residual toxins on consuming animal. In. D. machin and S. Nyvoldd (eds), Root , tuber, plantains and bananas in animal feeding. Animal production and health paper. 81-97.
- Tizard. 1998. *Pengantar Immunology Veteriner.* Edisi ke-2. Airlangga University Press. Surabaya.

- Ukachukwu SN. 2005. Studies on the nutritive value of composite cassava pellets for poultry : chemical composition and metabolizable energy. CIPAV. *Livest. Res. Rural Dev* . 2005; 17(11).
- Ulupi N. 1990. Pengaruh tingkat serat kasar terhadap performa itik tegal dan daya cerna zat-zat makanan. [Tesis]. Program Pasca Sarjana. IPB. Bogor.
- Wobeto C, Corrêa AD, de Abreu CMP, dos Santos CD dan Pereira HV. 2007. Antinutrients in the cassava (*Manihot esculenta* Crantz) leaf powder at three ages of the plant. *Ciênc Tecnol. Aliment.* .27(1):1-10.
- Wolynezt MS, Sibbald IR. 1984. Relationship between apparent and true metabolizable energy and the effect of a nitrogen correction. *Poult Sci.* 63: 1386-1399.
- Zainal Y. 2007. Pengaruh pemberian silase ransum komplit terhadap organ dalam itik mojosari alabio jantan. [Skripsi]. Program Studi Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.
- Zulfatan. 2004. Efektivitas sagu mentah dan sagu seduh air panas yang disuplementasi enzim yang berasal dari kapang *penicillium nalgiovense* S11 sebagai bahan pakan sumber energi dalam produksi itik potong. [Tesis]. Program pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

PEMBAHASAN UMUM

Peningkatan nilai nutrisi bahan baku singkong (BBS) sebagai pakan ternak unggas dapat dilakukan dengan pengolahan baik secara fisik, kimia maupun biologis. Salah satu upaya meningkatkan nilai nutrisi BBS yang aman penggunaannya adalah rekayasa bioproses dengan memanfaatkan enzim cairan rumen dan jasa mikroba khususnya bakteri *Leuconostoc mesenteroides*. Target utama pengolahan BBS sebagai pakan ternak adalah meningkatkan nilai nutrisi dengan menurunkan kandungan serat kasar dan sianida bahan baku tersebut sehingga bisa dimanfaatkan secara maksimal oleh ternak itik jantan.

Pada penelitian ini berhasil diidentifikasi empat isolat yang diduga bakteri *Leuconostoc mesenteroides* yang diisolasi dari umbi singkong yaitu isolat A, B, C dan D (Tabel 4), dengan ciri morfologis, fisiologis dan biokimiawi yang dicocokkan dengan kunci identifikasi bakteri *Bergey'S Manual of Determinative Bacteriology*. Bakteri tersebut tergolong bakteri asam laktat dengan ciri-ciri: gram positif, bentuk sel bulat, katalase negatif, sel tidak bergerak dan tidak membentuk spora, heterofermentatif, bersifat anaerob fakultatif, menghasilkan dekstran dan tidak menghasilkan arginin, menghasilkan gas dari glukosa, suhu optimum untuk pertumbuhannya 30°C dan dapat tumbuh pada pH 6.5 (Holt *et al.* 1996; Hemme *et al.* 2004). Keempat isolat tersebut memiliki aktivitas enzim β -glukosidase dan kemampuan menurunkan sianida (Tabel 5). Isolat C dipilih untuk percobaan selanjutnya, karena mempunyai kemiripan terbesar dengan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* dengan aktivitas enzim β -glukosidase yang tinggi dan konsentrasi sianida yang rendah dibandingkan dengan isolat yang berasal dari Laboratorium Pusat Antar Universitas Gajah Mada.

Beberapa peneliti telah melaporkan purifikasi dan karakterisasi β -glukosidase dan linamarase dari *Leuconostoc mesenteroides* yang berasal dari singkong (Gueguen *et al.* 1997; Okafor & Ejiofor 1985), dimana terdapat hubungan antara bakteri *Leuconostoc mesenteroides* dan β -glukosidase selama hidrolisis glukosida sianogenik pada singkong dalam menurunkan sianida. Lei *et al.* (1999) dan Obilie *et al.* (2004) menyebutkan bahwa *Lactobacillus fermentum* dan *Leuconostoc mesenteroides* mampu menghidrolisis glukosida sianogenik seperti linamarin pada singkong fermentasi. Adanya aktivitas enzim β -glukosidase

yang dihasilkan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* menjadi indikator bahwa bakteri tersebut mampu menghidrolisis linamarin dan mereduksi kandungan sianida. Linamarin akan dihidrolisis menjadi senyawa akhir yaitu sianida. Sianida dengan bantuan beberapa enzim seperti sianase, sianida hidrotase dan sianida dihidrotase akan diubah menjadi asam karboksilat, ammonia dan asam format yang selanjutnya akan dimanfaatkan oleh bakteri sebagai sumber karbon dan nitrogen (Gufta *et al.* 2009).

Elmakeel *et al.* (2007) menyebutkan bahwa penambahan enzim fibrolitik dapat meningkatkan nilai nutrisi bahan pakan berserat. Penambahan enzim cairan rumen pada BBS melalui proses hidrolisis berdampak positif terhadap penurunan serat kasar dan peningkatan gula total terlarut (Tabel 7 dan Tabel 8), sedangkan kandungan bahan kering memberi hasil yang relatif sama dengan kontrol (Tabel 6). Pada penelitian penggunaan enzim cairan rumen dengan dosis 1% (b/v) mampu menurunkan serat kasar (8.61-17.83%) dan meningkatkan gula total terlarut (15.19-29.91%) pada semua perlakuan BBS. Pada kombinasi umbi (U), umbi+onggok (UO) dan kulit+umbi (KU) mengalami penurunan serat kasar dan peningkatan total gula terlarut tertinggi setelah dihidrolisis dengan enzim cairan rumen dibandingkan dengan perlakuan BBS lain. Penurunan serat kasar dan peningkatan gula total terlarut perlakuan BBS akibat hidrolisis enzim cairan rumen membuka peluang bagi bahan baku tersebut untuk dimanfaatkan secara optimal sebagai sumber energi siap pakai dalam ransum ternak itik. Penambahan enzim fibrolitik dalam pakan dapat meningkatkan dayacerna serat kasar dan performa ternak (Beauchemin *et al.* 2003; Fasuyi dan Kehinde 2009), namun beberapa penelitian melaporkan bahwa penambahan enzim fibrolitik tidak berpengaruh terhadap performa ternak (Higginbotham *et al.* 1996; ZoBell *et al.* 2000). Faktor-faktor yang mempengaruhi efek penggunaan enzim fibrolitik adalah preparasi enzim, konsentrasi enzim, pra inkubasi pakan dengan enzim dan interaksi enzim dengan substrat (Beauchemin *et al.* 2003).

Penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* (isolat C pada percobaan I) melalui ensilase pada perlakuan BBS berdampak positif terhadap karakteristik fisik silase (Tabel 9), penurunan sianida (Tabel 11) dan serat kasar (Tabel 13) serta secara umum peningkatan protein kasar (Tabel

12). Karakteristik fisik silase BBS adalah beraroma asam dan wangi fermentasi, kisaran suhu 26-30°C serta mengalami perubahan warna krem, coklat dan hijau kekuningan, dengan derajat keasaman (pH) berkisar antara 3.66-4.86 dan kehilangan bahan kering antara 1.20-2.66% (Tabel 10). Secara umum karakteristik fisik tersebut termasuk dalam kategori kualitas silase yang baik.

Penambahan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* yang diisolasi dari umbi singkong fermentasi dapat menurunkan kandungan sianida silase BBS dengan kisaran antara 86.93-96.50% (Tabel 11). Kostinek *et al.* (2005) menyatakan bahwa dominannya bakteri *Leuconostoc spp* dapat memperbaiki kualitas nutrisi umbi singkong. Kandungan sianida BBS setelah ensilase berkisar antara 12.23-116.16 ppm. Kandungan sianida terendah terdapat pada silase umbi (U) dan yang tertinggi pada silase daun (D). Silase BBS pada perlakuan umbi (U), onggok (O), umbi+onggok (UO), daun+umbi+onggok (DUO) dan kulit+daun+umbi+onggok (KDUO) mengandung sianida dibawah 50 ppm, hal ini menunjukkan bahwa perlakuan tersebut masih dapat dikategorikan tidak beracun sehingga aman dikonsumsi oleh ternak. Chauynarong *et al.* (2009) melaporkan bahwa singkong yang kandungan sianida kurang dari 50 ppm termasuk kategori tidak beracun sehingga aman bagi ternak yang mengkonsumsinya.

Penurunan serat kasar juga terjadi pada silase BBS dengan kisaran antara 0.51-4.90%. Pada perlakuan daun (D) menunjukkan bahwa kandungan serat kasar yang masih tinggi (14.03%) dan ada kombinasi bahan baku dengan daun seperti perlakuan onggok+daun (OD), daun+kulit (DK), daun+umbi+kulit (DUK), kulit+daun+onggok (KDO) dan kulit+daun+umbi+onggok (KDUO) yang mengandung serat kasar dibawah 10%. Kandungan serat kasar pada bahan baku tersebut masih dapat digunakan dalam ransum ternak itik, karena menurut Mangisah *et al.* (2007) bahwa kandungan serat kasar yang dapat ditolerir oleh itik adalah 15% di dalam ransum.

Kandungan protein kasar silase BBS mengalami perubahan bervariasi antara -2.68-2.39%. Pada perlakuan daun (D) menunjukkan bahwa kandungan protein kasar yang masih tinggi (35.11%) dan ada kombinasi bahan baku dengan daun seperti perlakuan onggok+daun (OD), daun+kulit (DK), umbi+daun (UD) dan daun+umbi+kulit (DUK), kulit+daun+onggok (KDO) mengandung protein kasar

diatas 10%, hal ini mengindikasikan bahan baku tersebut masih dapat menggantikan penggunaan bahan konvensional lainnya seperti jagung dan dedak halus dalam ransum ternak itik.

Protein merupakan nutrisi yang penting untuk pertumbuhan ternak itik, pada penelitian ini dipilih empat silase BBS yaitu D (daun), DK (daun+kulit), DUK (daun+umbi+kulit) dan KDUO (kulit+daun+umbi+onggok), dengan persentase dalam formula ransum itik yaitu daun (35.00%), kulit (23.00%), umbi (17.10%) dan onggok (10.20%).Pemilihan ini berdasarkan pada kandungan protein yang tinggi pada silase BBS tersebut. Meskipun BBS tersebut kandungan serat kasar dan sianidanya lebih tinggi dibandingkan perlakuan lain, namun keempat silase BBS ini setelah diformulasikan dalam ransum memiliki kandungan serat kasar dan sianida yang masih aman dikonsumsi oleh ternak itik (Tabel 15). Keempat silase BBS dapat mengurangi penggunaan bahan baku jagung, dedak halus, bungkil kelapa dan kedelai dalam ransum ternak itik, namun belum dapat menggantikan tepung ikan dan minyak, karena belum bisa menutupi kekurangan protein dan energi pada formula ransum silase BBS untuk pertumbuhan ternak itik jantan. Substitusi bahan pakan non-konvensional oleh silase BBS ini merupakan alternatif pengganti bahan pakan konvensional.

Pengujian secara *in vivo* silase BBS dalam ransum itik jantan memperlihatkan penurunan retensi nitrogen (Tabel 16), energi metabolis (Tabel 17), pertumbuhan (PBB), konsumsi ransum (Tabel 18) dan peningkatan organ dalam (Tabel 19). Komposisi nutrisi ransum percobaan (Tabel 15) menunjukkan terdapat perbedaan sianida yang cukup tinggi antar perlakuan ransum sebagai akibat substitusi keempat silase BBS (Tabel 14). Semakin meningkatnya penggunaan silase BBS maka semakin meningkat pula kandungan sianida dalam ransum, hal ini berpengaruh terhadap penurunan retensi nitrogen, energi metabolis, pertumbuhan (pertambahan bobot badan), konsumsi ransum dan konversi serta peningkatan organ dalam itik jantan. Pemberian ransum silase BBS pada itik jantan menyebabkan metabolisme ternak itik tersebut terganggu karena adanya sianida. Okafor *et al.* (2008) menyebutkan bahwa adanya sianida menyebabkan penurunan bobot badan dan peningkatan berat organ dalam pada tikus. Selanjutnya Borin *et al.* (2006) menyatakan bahwa terjadi peningkatan

organ dalam dengan semakin meningkatnya pemberian tepung daun singkong dalam ransum itik. Performa ternak menurun dengan semakin meningkatnya level pemberian singkong dalam ransum, namun ada juga peneliti melaporkan bahwa penggunaan kulit singkong yang dikeringkan sampai 20% tidak mempengaruhi penambahan bobot badan, konsumsi dan organ dalam ternak kelinci (Objebiyi *et al.* 2006), begitu juga dengan pemberian kulit singkong sampai 30% tidak mempengaruhi performa ternak babi (Irekhorre *et al.* 2006). Penggunaan bahan baku singkong sebagai pakan ternak dari hasil penelitian terdahulu masih bersifat satu atau dua bahan baku singkong saja (Tabel 20). Sedangkan uji coba *in vivo* lebih banyak pada ternak ayam, babi dan kelinci, dan hanya sedikit sekali pada ternak itik jantan. Akan tetapi pada penelitian ini dengan mengkombinasikan berbagai bahan baku berbasis singkong pemberian silase BBS 75% (S₇₅) masih dapat dipergunakan ternak itik jantan untuk pertumbuhannya.

Tabel 20 Taraf maksimum penggunaan singkong dalam ransum broiler

Produk singkong	Taraf maksimum (g/kg)	Kriteria peubah	Sumber
Umbi	575	Pertumbuhan	Khajareem <i>et al.</i> 1979
	200	Pertumbuhan	Gomez <i>et al.</i> 1983
	330	Pertumbuhan	Waldroup <i>et al.</i> 1984
	500	Pertumbuhan	Obi 1986
	660	Pertumbuhan	Brum <i>et al.</i> 1990
	500	Pertumbuhan, karkas	Babiker <i>et al.</i> 1991
	50% (40 mg/kg HCN)	Pertumbuhan, toksik	Panigragi <i>et al.</i> 1992
	50% umbi: daun (3:1)	Pertumbuhan, karkas	Ochetim 1992
	80% fermentasi	Pertumbuhan	Onjoro <i>et al.</i> 1998
	400	Pertumbuhan, nilai nutrient, biokimia darah, histopatologi	Sahoo <i>et al.</i> 2008
	10% umbi: daun (1:1)	Pertumbuhan, karkas, hematologi	Eruvbetine <i>et al.</i> 2003
Kulit	50% silase & pengeringan	Pertumbuhan dan ekonomis	Obikaonu & Udedibie 2006
	200	Pertumbuhan, karkas	Ravindran <i>et al.</i> 1986
	100	Pertumbuhan, nutrien	Supriyati & Kompiang 2002
Daun	200	Pertumbuhan, karkas	Oyebimpe <i>et al.</i> 2006
	200	Pertumbuhan, karkas	Tada <i>et al.</i> 2004

Sumber : Chauynarong *et al.* (2009)

Untuk mengoptimalkan penggunaan ransum silase BBS pada ternak itik dapat dilakukan dengan cara pemberian ransum dalam bentuk pellet sehingga ternak itik akan lebih efisien dalam memanfaatkan ransum tersebut. Selain itu juga pemberian silase BBS ini sebaiknya dilakukan pada ternak itik fase grower, dimana pertumbuhan organ tubuh itik sudah sempurna.

Aplikasi penggunaan silase BBS dapat dilakukan secara terintegrasi antara peternak dan industri yang menggunakan bahan baku singkong seperti industri tapioka dan industri etanol pada suatu wilayah yang memiliki ketersediaan singkong yang tinggi, dimana industri tersebut akan memanfaatkan umbi sebagai bahan baku sedangkan limbahnya seperti daun, kulit dan onggok bisa dimanfaatkan peternak untuk bahan baku penyusun ransum ternak.

SIMPULAN UMUM DAN SARAN

Simpulan

1. Isolat A, B, C dan D yang diperoleh dari umbi singkong diduga sebagai bakteri *Leuconostoc mesenteroides* yang mempunyai aktivitas β -glukosidase dan kemampuan dalam menurunkan konsentrasi sianida.
2. Penambahan enzim cairan rumen kedalam bahan baku singkong dapat menurunkan kandungan serat kasar dan peningkatan gula total terlarut.
3. Penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* pada silase bahan baku singkong dapat menurunkan sianida dan serat kasar serta secara umum meningkatkan protein kasar.
4. Pemberian sampai 75% silase berbahan baku singkong masih dapat digunakan itik jantan untuk pertumbuhan.

Saran

Untuk mengoptimalkan penggunaan ransum silase berbahan baku singkong dapat dilakukan dengan cara pemberian ransum dalam bentuk pellet dan diberikan pada fase grower. Selain itu juga untuk menekan biaya produksi penggunaan bahan baku singkong dilakukan di daerah sentra produk singkong.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelhadi LO, Santini FJ, Gagliostro GA. 2005. Corn silage of high moisture corn supplements for beef heifers grazing temperate pasture; effects on performance ruminal fermentation and in situ pasture digestion. *Anim. Feed Sci. Technol.* 118: 63-78.
- Achi OK, Akomas NS. 2006. Comparative assessment of fermentation techniques in the processing of fufu, a traditional fermented cassava product. *Pak. J. Nutr.* 5(3):224-229.
- Adesogan AT, Salawu MB, Ross AB, Davies DR, Brooks AE. 2003. Effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus fermentum*, *Leuconostoc mesenteroides* inoculants, or a Chemical Additive on the Fermentation, Aerobic Stability, and Nutritive Value of Crimped Wheat Grains. *J. Dairy Sci.* 86:1789-1796
- Agboola FK, Bamidele SF, Gbenga AA. 2006. Activities of thiosulfate and 3-mercaptoopyruvate cyanide-sulphurtransferases in poultry birds and the fruit bat. *J Bio Sci.* 6(5):833-839.
- Aletor VA. 1993. Allelochemicals in plant food and feedingstuffs: Nutritional, biochemical and physiopathological aspects in animal production. *Vet. Hum. Toxicol.* 35(1): 57-67.
- Alemawor F, Dzogbefia VP, Oddoye EOK, Oldham JH. 2009. Enzyme cocktail for enhancing poultry utilisation of cocoa pod husk. *Sci Res and Essay.* 4(6): 555-559.
- Allaily. 2006. Kajian silase ransum komplet berbahan baku lokal pada itik mojosari alabio jantan. [Tesis] Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Amoa-Awua WKA, Appoh F, Jakobsen M. 1996. Lactic acid fermentation of cassava into agbelima. *Int. J. Food Microbiol.* 31, 87-98.
- Amrullah IK. 2004. Nutrisi Ayam Peterlur. Cetakan III. Lembaga Satu Gunung Budi. KPP. IPB. Bogor.
- Amrullah IK. 1987. Detoksikasi sianida dalam ubi kayu varietas pahit dengan fero sulfat dan pengaruhnya terhadap performans ayam broiler [Disertasi] Fakultas Pascasarjana . Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Amrullah IK, Wahyu J, Sutardi T. 1981. Penentuan kandungan energi metabolis murni dari beberapa bahan makanan unggas. Laporan Penelitian. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.
- Anitha P, Jalaludeen A, Peethambaran PA, Leo J. 2009. Effect of crude fibre and enzyme supplementation on production performance of layer ducks *Indian J of Poul Sci:* 44(2).
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis.* 15th ed. Washington DC : Association Official Analytic Chemists.

- APHA. 1992. *Cyanide extraction procedure for solid and oils*. The methods for evaluating solid waste physical/chemical methods. 3rd ed. Washington, DC. US Environmental Protection Agency.
- Apriyantono A, Fardiaz D, Puspitasari NL, Sedarnawati, Budiyanto S. 1989. *Analisa Pangan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Aregheore EM. 2000. Chemical composition and nutritive value of some tropical by-product feedstuffs for small ruminants in vivo and in vitro digestibility. *Anim Feed Sci and Technol*. 85: 99-109.
- Arius Y. 2003. Persentase karkas dan non karkas itik mandalung yang diberi tepung daun singkong dalam ransumnya. [Skripsi]. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Aro SO. 2008. Improvement in the nutritive quality of cassava and its by products through microbial fermentation. *Afr J Biotech*. 7(25): 4789-4797.
- Aryanyata RW, Fleet GH, Buckle KA. 1991. The occurrence and growth of microorganism during the fermentation of fish sausage. *J food Microbial*. 13:45-50.
- Asngad A. 2005. Perubahan kadar protein pada fermentasi Jerami padi dengan penambahan onggok untuk makanan ternak. *J Penl Sains & Teknh*. 6(1): 65-74.
- Assa GJV. 1995. Pengaruh pemberian ubi kayu yang difermentasi dalam ransum terhadap performan itik tegal [Tesis] Program pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Aziz AA, Husin M, Mokhtar A. 2002. Preparation of cellulose from oil palm empty fruit bunches via ethanol digestion. Effect of acid and alkali catalysts. *J of Oil Palm Research*. 14 (1): 9-14.
- Balwin RL. 1995. *Modeling Ruminants Digestion and metabolism*. Chapman and Hall London.
- Batt CA. 1999. *Lactococcus*. Didalam Robinson RK, Batt CA, Patel PD. Editor. Encyclopedia of Food Microbiology II. London. Academic Pr.
- Beauchemin KA, Colombatto D, Morgavi DP, Yang WZ. 2003. Use of exogenous fibrolytic enzymes to improve feed utilization by ruminants. *J Anim Sci*. 81 (E. Suppl. 2): E37-E47.
- Beauchemin KA, Rode LM, Maekawa M, Morgavi DP, Kampen R. 2000. Evaluation of a non-starch polysaccharidase feed enzyme in dairy cow diets. *J Dairy Sci*. 83: 543-553.
- Berwal RS, Lohan OP, Shiag ZS. 2008. Effect of dietary crude fibre levels and enzyme supplementation on performance and carcass characteristics of broiler chicks. *Ind J of Poult Sci*. 43(2).
- Bibiana. WL, Sugyo H. 1988. *Mikrobiologi*. Pusat Antar Universitas Bioteknologi Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Bokanga M, Essers S, Pooler N, Rosling H, Tewe O, Asidu R, Blader L. 2007. Preface. *International Workshop on cassava safety*. <http://www.actohort.org/>. [Juli 2008]
- Bolsen KK, Ashbell G, Wilkinson JM. 2000. *Silage Additives*. Dalam: Wallace RJ, Chesson A, Editor. *Biotechnol in Anim Feed and Anim Feeding*. Weinheim. New York; VCH.33-54.
- Bolsen KK, Sapienza. 1993. Silase fermentation and silase additive (Review). *AJAS*. 9(5): 483-493.
- Borin K, Linberg JE, Ogle RB. 2006 Digestibility and digestive organ development in indigenous and improved chickens and ducks fed diets with increasing inclusion levels of cassava leaf meal. *J Anim Physiol and Anim Nutr*. 90: 230-237.
- Bourel G, Henini S, Divies C, Garmyn D. 2003. The respon of *leuconostoc mesenteroides* to low external oxidoreduction potential generated by hydrogen gas. *J of Appl Microbiol.* 94:280-288.
- Bressani R. 1993. Grain quality of common beans. *Food Rev.Int*. 9:217-297.
- Cai YJ, Chapman SJ, Buswell JA, Chang ST. 1999. Production and distribution of endoglucanase, cellobiohydrolase, and β -glucosidase components of the cellulolytic system of *volvariella volvacea*. The edible Straw mushroom. *Appl. Env. Microb*. 65: 553-559.
- Cardoso *et al.* 2005. Processing of cassava roots to remove cyanogens. *J Food Compand Anal*. 18(5):451-460.
- Carew LB, Alster, Gernat AG, 1998. Consumption of raw velvet beans (*Mununa pruriens*) alters organ weights and intestinal lengths in broiler. *Poultry Science*. 77 (suppl.1): 56.
- CCDN. 2006. Cassava Cyanide Diseases Network (CCDN): <http://www.anu.edu.au/BoZo/CCDN/two.htm>. [Februari 2010]
- Chandra AK, Singh LH, Debnath A, Tripathy S, Khanam J. 2008. Dietary supplies of iodine dan thiocyanate in the aetiology of endemic goiter in imphal east distict of Manipur north east india. *Ind J Mes Res*. 128:601-605.
- Charles. 2009. Ubi Kayu. <http://www.indowebster.web.id/showthread.pht>. [Mei 2010].
- Chauynarong N, Elangovan AV, Iji PA. 2009. The potential of cassava products in diets for poultry. *World's Poult Sci J*. 65. 23-35.
- Cheeke PR. 1978. *Toxicants of plant origin*. Volume II glycosides. CDR Press. Inc Florida.
- Chen XL, Wang JK, Wu YM, Liu JX. 2008. Effects of chemical treatments of rice straw on rumen fermentation characteristics, fibrolytic enzyme activities and populations of liquid- and solid-associated ruminal microbes *in vitro*. *Anim. Feed Sci and Technol*. 141 : 1-14.

- Chesworth JM, Stuchbury T, Scaife JR. 1998. *An introduction to agricultural biochemistry*. London. Chapman and hall.
- Chew MY. 1971. Cyanide content of tapioca leaf. *Mal Agric J*. 48:354-356.
- Chiwona-Karltun L, Tylleskar T, Mkumbira J, Gebre-medhin M, Rosling H. 2000. Low dietary cyanogens exposure from frequent consumption of potentially toxic cassava in Malawi. *Int J of Food Sci and Nutri*. 51(1): 33-43.
- Chou KC, Muller Z, Nah KC. 1974. High level of tapioca-meal in poultry ration. *Ind Jl Anim Sci*. 44: 697-702.
- Christensen P, Glitsø V, Pettersson D, Wischmann B. 2007. Fibre degrading enzymes and *Lactobacillus plantarum* influence liquid feed characteristics and the solubility of fibre components and dry matter in vitro. *Lives Sci* 109 : 100–103.
- Colombatto D, Hervas G, Yang WZ, Beauchemin. 2003. Effect of enzyme supplementation of total mixed ration on microbial fermentation in continuous culture maintained at high and low pH. *J Anim Sci*. 81:2617-2627.
- Colombatto D. 2000. Use of enzyme to improve fibre utilization in ruminant. A biochemical an in vitro rumen degradation assessment. 123-130.
- Conn EE. 2008. Our work with cyanogenic plants. *Annu Rev Plant Biol*. 59:1-19.
- Cortezi M, Monti R, Cortiero J. 2005. Temperature effect on dextransucrase production by *Leuconostoc mesenteroides* FT 045 B isolated from Alcohol and Sugar Mill Plant. *Afr J of Biotechnol*.4(3): 279-285.
- Damarti S. 2000. *Budidaya dan analisis usahatani palawija*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Dashtban M, Schraft H, Qin W. 2009. Fungal bioconversion of lignocellulosic residues: Opportunities and perspectives. *Int J Biol Sci*. 5(6):578-595.
- Davies D. 2007. Improving silage quality and reducing CO₂ emissions. [http://improving silage quality and reducing CO₂ emission](http://improving silage quality and reducing CO2 emission). [Juli 2008].
- de Bruijn A. 1973. The cyanogenic character of cassava. Di dalam: Nestel B and R. McIntyre [Eds]. *Chronic Cassava Toxicity*. IDRC. 43-48.
- de Sousa AB *et al*. 2007. Evaluation of effects of prenatal exposure to the cyanide and thiocyanate in wistar rats. *Reprod Toxicol*. 23 : 568–577.
- Departemen Pertanian. 2009. *Statistik Pertanian*. Pusat data dan Informasi Pertanian Departemen Pertanian. Jakarta.
- Devendra C. 1977. *Cassava as a Feed Source for Ruminants*. In. Nestle B and Graham M (eds). *Cassava as Animal Feed*. IDRC. Canada. 1-07-119.
- Dimuth S, Garzaon DA, White W, Sayre RT. 2004. Over-expression of hydroxynitrile lyase in transgenic cassava roots accelerates cyanogenesis and food detoxification. *J. Plants Biotec*.2:37-43.

- Direktorat Jenderal Peternakan. 2008. Road map pembibitan ternak. [http://www.ditjennak.go.id/regulasi/roadmad bab3/pdf](http://www.ditjennak.go.id/regulasi/roadmad%20bab3/pdf). [Mei 2010]
- Drosinos EH, Mataragas M, Metaxopoulos J. 2006. Modeling of growth and bacteriocin production by *Leuconostoc mesenteroides* E131. *Meat Sci.* 74: 690-696.
- Dubois, Gilles M, Hamilton KA, Robers JK, Smith RA. 1956. Colorimetric Method for Determination of Sugar and Related Substance. *Anal Chem.* 28:350-353.
- Elanchenzhian N, Ravi R, Purushothaman MR. 1999. Utilization of cassava peel meal as a feed ingredient in broiler ration. *Ind J of Poult Sci.* 34:255-258.
- El Beeli MY, Musharaf NA, Abdalla HO, Bessei W. 2002. Crude fibre digestibility in scavenger ducks. *Arch. Geflügelk.* 66 (4): 169-172.
- Elias M, Nambison M, Shdhakaran PR. 1997. Catabolism of linamarin in cassava (*Manihot esculenta crant*). *Plant Sci.* 126:155-162.
- Elida M. 2002. Propil Bakteri asam laktat dari dadih yang difermentasi dalam berbagai jenis bambu dan potensinya sebagai probiotik. [Tesis]. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Elsaid FG, Magedah M, Elkomy. 2006. Aqueous garlic extract and sodium thiosulphate as antidotes for cyanide intoxication in albino rats. *Res J Med and Med Sci.* 1(2): 50-56.
- Elwakeel EA, Titgemeyer EC, Johnson BJ, Armendariz CK, Shirley CF. 2007. Fibrolytic Enzymes to Increase the Nutritive Value of Dairy Feedstuffs. *J Dairy Sci.* 90:5226-5236.
- Emiola IA, Ologhobo AD, Gous RM. 2007. Performance and Histological Responses of Internal Organs of Broiler Chickens Fed Raw, Dehulled, and Aqueous and Dry-Heated Kidney Bean Meals. *Poult Sci.* 86:1234-1240.
- Eruvbetine D, Tajudeen ID, Adeosun AT, Olojede AA. 2003. Cassava (*Manihot esculenta*) leaf and tuber concentrate in diets for broiler chickens. *Biores-Technol.* 86(3): 277-281.
- Eviyati. 1993. Pemberian Tepung Daun Singkong dalam Ransum dan Pengaruhnya terhadap Performans Ayam Broiler. [Tesis]. Fakultas Pascasarjana . Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Faraya R. 2003. Performance itik mandalung yang diberi tepung daun singkong dalam Ransum. [Skripsi]. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fardiaz S. 1989. Mikrobiologi Pengolahan Pangan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fardiaz S. 1987. *Fisiologi Fermentasi*. PAU IPB dengan LSI IPB, Bogor.
- Fasuyi AO, Kehinde AO. 2009. Effect of cellulase-glucanase-xylanase combination on the nutritive value of *Telfairia occidentalis* leaf meal in broiler diets. *J Cell and Anim Biol* 3(11): 188-195.

- Fasuyi AO. 2005. Nutrient composition and processing effects on cassava leaf (*Manihot esculenta* Crant) antinutrients. *J Pakis of Nutr.* 4(1): 37-42.
- Fathul . 1997. Kualitas Gizi Silase Hijauan Jagung (*Zea mays*) Dengan Berbagai Bahan Media Dan Masa Fermentasi Yang Berbeda, *SainTeks* 4(3). Universitas Semarang.
- Fontana EA, Weaver WD, Denbow PM, Walkins WA. 1993. Early feed restriction of broiler: effect of abdominal fat, liver and gizzard weight, fat deposition and carcass composition. *Poult Sci.* 72:243-250.
- Foyle T, Jennings L, Mulcahy P. 2007. Compositional analysis of lignocellulosic materials evaluation of methods used for sugar analysis of waste paper and strow. *Bioresour Technol.* 98:3026-3036.
- Frandsen RD. 1992. *Anatomy and physiology of farm Animals*. Edisi ke-4. Terjemahan D. Srigando dan K. Praseno. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- FSANZ. 2004. *Advice on the preparation of cassava and bamboo shoots*. Report Number 2-04. Canberra.
- Fuad S, Akira O, Tsuner T, Kunioki H. 2003. Effect of enzymes of microbial origin on *in vitro* digestibilities of dry matter and crude protein in soybean meal *J Anim Sci* 74(1):23-29.
- Garlina ER. 2003. Pengembangan dan uji coba produk keripik ubi kayu di Kotamadya Bogor. [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Gervais P. 2008. *Water relations in solid state fermentation*. Di dalam: Pandey A, Soccol CR, Larroche C. [Eds] *Current Developments in Solid-state Fermentation*. New Delhi: Asiatech Publisher Inc.
- Gilbery TC, Lardy GP, Bauer ML. 2010. Characterizing the ensiling properties of sugarbeets with dry feedstuffs. *Anim Feed Sci and Technol* 155: 140-146.
- Ginting N, Umar N. 2005. Penggunaan berbagai bahan pengisi pada nugget itik air. *J Agribis Pet.* 1(3):106-110.
- Ginting SP, Krisnan R. 2006. Pengaruh fermentasi menggunakan beberapa Strain *Trichoderma* dan masa inkubasi berbeda terhadap komposisi kimiawi bungkil inti sawit. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.* 939-344.
- Givens DI, Rulguin H. 2004. Utilization by ruminants of nitrogen compounds in silage based diet. *Anim. Feed Sci. Technol.* 114:1-18.
- Gueguen YPC, Labrot P, Arnoud P, Galzy. 1997. Purification and characterization of an intracellular β -glukosidase from a new strain of *Leuconostoc mesenteroides* isolated from cassava. *J Appl Microb.* 82:469-476.
- Gupta N, Balomajumder C, Agarwal CK. 2009. Enzymatic mechanism and biochemistry for cyanide degradation: A review. *Journal of Hazardous Materials.* xxx xxx-xxx.

- Ha JSS *et al.* 2001. Degradation of Rice Straw by Rumen Fungi and Cellulolytic Bacteria through Mono, Co or Sequential Cultures. School of Agric. Biotech. Seoul National Univ. Korea.
- Hadioetomo RS .1993. Mikrobiologi Dasar Dalam Praktek. Jakarta. Penerbit Gramedia.
- Hang DT, Linh NQ, Preston TR, Evert H, Beynen AC. 2009. Effect of supplementary DL-methionine in pig diets with cassava leaves as a major protein source. *Livest. Res. Rural Dev.* 21 (1).
- Harigan WF, McCane. 1976. Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology. London: Academic Pr.
- Haroen U. 1993. Pemanfaatan onggok dalam ransum dan pengaruh terhadap performans ayam broiler [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor. Program Pascasarjana. Program Studi Ilmu Ternak.
- Harris B. 2003. Harvesting storing and feeding silage to dairy cattle. *US Departement of Agriculture Cooperative extention serve.* University Florida. IFAS. Florida.
- Hayakawa K.1993. Classification and actions af food microorganism with particular reference to fermented foods and lactic acid bacteria. Di dalam : Nakazawa Y, Hosono A, editor. Functions of Fermented Milk Challenges for the Health Science. London.: Elsevier Science.
- Hemme D, Catherine, Scheunemann F. 2004. Leuconostoc, characteristics, use in dairy technology and prospects in functional foods. *Int Dairy J.*14: 467-494.
- Hendriks ATWM, Zeeman G. 2009. Pretreatments to enhance the digestibility of lignocellulosic biomass. *Bioresour Technol.* 100: 10-18.
- Hermentis. 1998. Retensi nitrogen ransum yang mengandung kulit ubi kayu fermentasi dan hubungan dengan penambahan bobot badan broiler. *J Pet dan Lingk.* 4(1):54-59.
- Higginbotham GE, dePeters JF, Berry SL, Ahmadi A. 1996. Effect of adding a cell wall degrading enzyme to a total mixed ration for lactating dairy cows. *Prof. Anim Sci.* 21:81-85.
- Hillocks H, Thresh JM, Bellotti AC. 2002. *Cassava ; Biology, Production dan Utilization.* CABI Publishing New York.
- Holt JG, Krieg NR, Sneath PHA, Staley JT, Williams ST. 1996. *Bergey's Manual of Determiantive Bacteriology.* Edisi ke-9 Baltimore, Maryland: William and Wilkins Campany.
- Holzapfel WH, Schillinger U. 1992. The genus *Leuconostoc.* In: Barlows, A., Truper HG, Dworkin M, Harder W, Schleifer KH (Eds.). *The Prokaryotes* Vol. 2. Springer. Berlin.1509-1534.

- Hu W, Schmidt RJ, McDonell EE, Klingerman CM, Kung Jr L. 2009. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 or *Lactobacillus plantarum* MTD-1 on matter contents. *J Dairy Sci.* 92(8):3907-3914.
- Huyen LV, Len NT, Phung NT. 2007. Effect of supplementation of cassava residue meal in diets on the growth performance of Luong phuong broilers MEKARN Regional Conference.
- Ifekhore OT, Bamgbose AM, Olubadewa GA. 2006. Utilization of cassava peel meal as energy source for growing pigs. *Journal of Animal and Veterinary Advances.* 5(10): 849-851.
- Ikhsan D, Yulianto ME, Hartati I. 2007. Pengembangan bioreaktor hidrolisis enzimatis untuk produksi bioetanol dari biomassa jerami padi <http://www.scribd.com/doc/21270719/bioetanol-jerami> [Januari 2010].
- Iranmahboob J, Nadim F, Monemi. S. 2002. Optimizing acid-hydrlysis: a critical step for production of ethanol from mixed wood chips. *Biomass and Bioenergy.* 22: 401-404.
- Iyayi EA, Davies BI. 2005. Effect of enzyme supplementation of palm kernel meal and brewer's dried grain on the performance of broilers. *Int J Poult Sci.* 4 (2): 76-80.
- Jacobsen SE, Wyman CE. 2000. Cellulose and hemicelluloses hydrolysis models for application to current and novel pretreatment processes. *Appl Biochem Biotechnol.* 84: 81-96.
- Jay JM. 1996. *Modern Food Microbial.* Chapman and Hill. New York. USA.
- Jaya B. 1995. Pengujian kualitas sorgum produk fermentasi berdasarkan metode Sibbald. [Skripsi]. Fakultas Peternakan. Insitut Pertanian Bogor.
- Johnson LM, Harrison JH. 2001. Scientific aspects of silage making. Di dalam: *Proceeding, 31st California alfafa and Forage Symposium* : Madesto, 12-13 December 2001. University of California : UC Cooperative Extention.
- Jones CM, Heinrichs AJ, Roth GW, Issler VA. 2004. *From Harvest to Feed: Understanding silage management.* Pensylvania : Pensylvania State University.
- Kamra DN. 2005. *Rumen microbial ecosystem.* Centre of advanced studies in Animal Nutrition. Indian Veternary Research Institute, India.
- Kamara DS, Rachman SD, Gaffar S. 2006. Degradasi enzimatik selulosa dari batang pohon pisang untuk produksi glukosa dengan bantuan aktivitas selulolitik *Trichoderma viride*. Laporan penelitian dasar (LITSAR) Universitas Padjadjaran. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Padjadjaran Bandung. Bandung.
- Khajareern S, Khajareern JM. 2007. Use of cassava products in poultry feeding. FAO corporate document repository. <http://www.fao.org/DOCREP/> [Mei 2010]

- Khempaka S, Molee W, Guillaume M. 2009. Dried cassava pulp as an alternative feedstuff for broilers: Effect on growth performance, carcass traits, digestive organs, and nutrient digestibility. *J Appl Poult Res.* 18:487-493.
- Kihal M, Prevost H, Henni DE, Benmechernene Z, Diviès C. 2007. Carbon Dioxide Production by *Leuconostoc mesenteroides* Grown in Single and Mixed Culture with *Lactococcus lactis* in Skimmed Milk. *World J of Dairy & Food Sci.* 2(2): 62-68.
- Kismono MMSS. 1986. Toleransi ayam broiler terhadap kandungan serat kasar, serat detergen asam, lignin dan silica dalam ransum yang mengandung tepung daun alang-alang. [Disertasi]. Fakultas Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Kizilsimsek M, Erol A, Calislar S. 2005. Effect of row material and silo size on silage quality. *Livest. Res. Rural Dev.* 17(3).
- Kobawila SC, Louembe D, Keleke S, Hounhouigan J, Gamba G. 2005, Reduction of the cyanide during fermentation of cassava roots and leaves to produce bikedi and ntoba, Two Food Products From Kongo. *Afr J Biotech.* 4(7):689-696.
- Kogel-Kabner I. 2002. The macromolecular organic composition of plant and microbial residues as inputs to soil organic matter. *Soil Biol Biochem.* 34:139-162.
- Kostinek M *et al.* 2005. Characterisation and biochemical properties of predominant lactic acid bacteria from fermenting cassava for selection as starter cultures. *Int J of Food Microbiol.* 114: 342-351.
- Kozloski GV *et al.* 2006. Nutritional value of diets based on a low-quality grass hay supplemented or not with urea and levels of cassava meal. *Afr J of Agricult Res.* 1(3): 033-046.
- Kung L, Shaver R. 2001. Interpretation and use of silage fermentation analysis report. *J Focus on Forage.* 13(3).
- Kunkle WE, Chambliss CG, Adesogen AT. 2008. Silage harvesting, storing and feeding. *US Departement of Agriculture Cooperative extention serve.* University Florida. IFAS. Florida.
- Kurashige J, Matsuzaki N dan Takahashi H. 1983. Enzymatic modification of canola/palm oil mixture effects on the fluidity of the mixture. *JAOCS.* 70(90): 849-852.
- Kusmiati, Malik A. 2002. Aktivitas bakteriosin dari bakteri *Leuconostoc mesenteroides* pbac1 pada berbagai media. *Makara Kesehatan.* 6(1):1-7.
- Kustantinah AN, Wibowo, Hartadi H, Suhartanto. 2005. Penggunaan produk ketela pohon (*Manihot Esculanta Crants*) sebagai suplemen pakan kambing bligon. Panduan Seminar Nasional AINI V. Jurusan Nutrisi dan makanan Ternak Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya. Malang.

- Lamid M, Chuzaemi S, Puspaningsih NNT, Kusmartono. 2006. Inokulasi bakteri xilanolitik asal rumen sebagai upaya peningkatan nilai nutrisi jerami padi. *J Protein*. 14(2):122-128.
- Lay BW. 1994. *Analisis mikroba di laboratorium*. Rajawali Grafindo Persada. Jakarta.
- Leeson S, Zubair AK. 2000. *Digestion in Poultry II: Carbohydrates, Vitamins and Mineral*. Department of Animal and Poultry Science, University of Guelph Ontario, Canada.
- Lei V, Amoa-Awua WKA, Brimer L. 1999. Degradation of cyanogenic glycosides by *Lactobacillus plantarum* strains from spontaneous cassava fermentation and other microorganisms. *Int J of Food Microbiol*. 53:169-184.
- Levital T, Mustafaa AF, Seguin P, Lefebvre G. 2009. Effects of a propionic acid-based additive on short-term ensiling characteristics of whole plant maize and on dairy cow performance. *Anim. Feed Sci. Technol*. 152: 21-32.
- Loe NT, Ly NTH, Thanh VTK, Duyet HN. 2000. Ensiling techniques and evaluation of cassava leaf silage for mong cai in Central Vietnam. Workshop seminar Making better use of lokal feed resources. *SAREC-UAF*. 1-6
- Lopez J. 2000. Probiotic in animal nutrition. *AJAS*. 13:12-26.
- Lore TA, Samuel K. Mbugua, Wangoh J. 2005. Enumeration and identification of microflora in suusac, a Kenya traditional fermented camel milk product. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol*. 38: 125-130.
- Ly NT, Loc NT, Hang DT, An LV. 2002. The use of cassava leaf silage for feeding growing pigs and sows in central Vietnam. webapp.ciat.cgiar.org/asia_cassava/pdf/proceedings_workshop.../517.pdf. [Januari 2010].
- Lynd LR, Weimer PJ, Van zyl W, Pretorius IS. 2002. Microbial Cellulose Utilization : Fundamentals and Biotechnology. *Microbiol Mol Biol Rev*. 66:506-577.
- Macaulay A. 2004. Evaluating silage quality. [Http://www.agri.gov.ab.ca/\\$department/Deptdocs/nsf/all/for4909.html](http://www.agri.gov.ab.ca/$department/Deptdocs/nsf/all/for4909.html). [Juni 2008]
- Madruga MS, Câmara FS. 2000. The chemical composition of "Multimistura" as a food supplement. *Food Chem*. 68, 41-44.
- Man, Hans W. 2002. Effect of molasses on nutrition quality of cassava and *gliricidia* top silage. *AJAS*. 15(9): 1294-1299.
- Mangisah I, Nasoetion MH, Murningsih W, Arifah. 2007. Pengaruh serat kasar ransum terhadap pertumbuhan, Produksi, dan penyerapan "volatile fatty acids" pada itik Tegal. <http://ejournal.unud.ac.id>. [Januari 2010]

- Maria SA, Vasquez V, Matehus J, Rangel R. 2002. Linamarase expression in cassava cultivars with root of low and high cyanide content. *J. Plant Physiol.* 129:1686-1694.
- Marlina 2008. Identifikasi bakteri *Vibrio parahaemolyticus* dengan Metode biologi dan deteksi gen *ToxR* secara PCR. *J Sains dan Teknol Farm.* 13(1): 1-7.
- Maynard, LA, Loosly JK. 1962. *Animal Nutrition*. 5th Ed. McGraw Hill Book Company. Inc. New York.
- McDonald P, Edwards RA, greenhalgh JFD, Morgan CA. 2002. *Animal Nutrition*. 6th ed. Ashford colour press. Gosport.
- McDonald P, Henderson A, Heron SJE. 1991. *The Biochemistry of silage*. ed ke-2. Marlow:Chalcombe.
- Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic reagent for determination of reducing sugar assay. *Anal Chem* 31:426-428.
- Mirwandhono E, Siregar Z. 2004. Pemanfaatan hidrolisat tepung kepala udang dan limbah kelapa sawit yang difermentasi dengan *Aspergillus niger*, *rizhopus oligosporus* dan *thricoderma viridae* dalam ransum ayam pedaging. Digitized by USU digital library.
- Moat A, Foster GJW. 2002. *Microbiology Physiology*. John Willey and Sons Inc.
- Moharrery A, Das TK, 2001. Correlation between microbial enzyme activities in the rumen fluid of sheep under different treatments. *Reprod. Nutr. Dev.* 41:513-529.
- Monzana H *et al.* 2007. Effect og long-term cyanide ingestion by pigs. *Vet Res Comm.* 31:93-104.
- Moran J. 2005. *Tropical Dairy Farming : Feeding Management for smallholder dairy farmers in the humid tropics*. Australia: Landlinks Press.
- Mosier N *et al.* 2005. Features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass. *Biores Technol.* 96:673-686.
- Muchtadi D, Palupi NS, Astawan M. 1992. *Enzim dalam industri pangan*. PAU.Pangan Dan Gizi. Institut Pertanian Bogor.Bogor.
- Murray JM *et al.* 2007. The effect of enzyme treatment on the nutritive value of lucerne for equids. *Lives Sc.* 112: 52-62.
- Murugeswari R, Balakrishnan V, Vijayakumar R. 2006. Studies to assess teh suitable conservation method for tapioca leaves for effective ulitization by ruminants. CIPAV. *Livest. Res. Rural Dev.* 18(3).
- National Research Council. 1994. *Nutrient requirement of poultry*. 9th revited edition. National Academy of Science. Washington DC. USA.
- Nickel RA, Schummer E, Seiferie WG, Silver, Wight PHL. 1977. *Anatomy of Domestic Bird*. Verlag. Paul Parey. Berlin

- North MO, Bell DD. 2002. *Commercial Chicken Production Manual* 4th Edition. Chapman dan Hall. New York.
- Nuraida L. 1988. Studies on microorganism isolated from pozol, a Mexican fermented maize dough. University of Reading : Fakulty of Agriculture and Food Departement of Food science and Technology.
- Obadina A, Oyewole OBB, Sani LO, Abiola SS .2006. Fungal enrichment of cassava peels protein. *Afr J Biotech.* 5(3):302-204.
- Obilie EM, Tano-Debraha K, Amoa-Awuab WK. 2004. Souring and breakdown of cyanogenic glucosides during the processing of cassava into akyeke. *Int J of Food Microbiol.* 93 : 115- 121.
- Oboh G . 2006. Nutrient enrichment of cassava peels using a mixed culture of *Saccharomyces cerevisiae* and *Lactobacillus spp* solid media fermentation techniques. *J of Biotechnol.* 9 (1): 46-49.
- Oboh G, Akindahunsi AA. 2003. Chemical changes in cassava peels fermented with mixed culture of *Aspergillus niger* and two species of *Lactobacillus* integrated bio-system. *Appl. Trop. Agric.* 8: 63-68.
- Oboh G, Elusiyan CA. 2007. Changes in the nutrient and anti-nutrient content of micro-fungi fermented cassava flour produced from low- and medium-cyanide variety of cassava tubers. *Afr J of Biotechnol.* 6(18): 2150-2157.
- Ojebiyi.OO. Farinu GO, Babatunde GM, Morohunfolu OO. 2006. Effect of varying level of sun dried cassava peel bloodmeal mixture on growth performance and organ characteristics of weaner rabbits. *J Anim Vet Adv.* 5(11):886-890.
- Ogier JC, Casalta E, Farrokh, Saihi A. 2008. Safety assessment of dairy microorganisms: The *Leuconostoc* genus. *International Journal of Food Microbiology.* 126: 286-290.
- Okafor P, Ejiofor AO. 1985. Linamarase of *Leuconostoc mesenteroides*, production dan isolate and sam properties. *J Sci Food and Agricul.* 36:669-678.
- Okafor PN. 2003. Determination of the hydrolytic activity of *Achatina achatina* β -glucosidease toward some cyanogenic glycosides of some tropical plants. *J Microbial Biotechnol.* 327 -338.
- Okafor PN, Anoruo K, Bonire AO, Maduagwu EN. 2008. The Role of Low-Protein and Cassava-Cyanide Intake in the Aetiology of Tropical Pancreatitis. *Global J. Pharmacol.* 2 (1) : 06-10.
- Okine A, Hanada M, Aibibula Y, Okamoto M. 2005. Ensiling of potato pulp with or without bacterial inoculants and its effect on fermentation quality, nutrient composition and nutritive value. *Anim. Feed Sci. Technol.* 121: 329-343.
- Oluremi IOA, Nwosu A. 2002. The effect of soaked cassava peel on weanling rabbits. *J Food Technol Afr.* 7(1). 12-15.

- Onabalu A, Bakanga M, Tylleskar T, Rosling H. 2000. High cassava production and low dietary cyanide exposure in mid-west Nigeria. *Public Health Nutr.* 4(1): 3-9.
- Oni AO, Arigbede OM, Oni OO, Onwuka, Anele UY, Oduguwa BO, Yusuf KO. 2010. Effects of feeding different levels of dried cassava leaves (*Manihot esculenta*, Crantz) based concentrates with *Panicum maximum* xxx: xxx-xxx. *Lives Sci.*
- Onyesom I, Okoh PN. 2006. Quantitative analysis of nitrate dan nitrite contents in vegetables commonly consumed in Delta State Nigeria. *British J. Nutr.* 96: 902-905.
- Oso AO, Bamgbose OOAM, Eruvbetine D. 2010. Utilization of unpeeled cassava (*Manihot esculenta*) root meal in diets of weaner rabbits. *Lives Sci.* 127: 192-196.
- Pan J *et al.* 2003. Effects of urea infused into the rumen on liquid- and particle-associated fibrolytic enzyme activities in steers fed low quality grass hay. *Anim Feed Sci and Technol.* 4: 13-27.
- Pantaya D. 2003. Kualitas ransum hasil pengolahan steam peleting berbasis wheat pollard yang mendapat perlakuan enzim cairan rumen pada broiler. [Tesis]. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Pedroso A.F. Campos F, Jorge H. 2006. Performance of hoistein heifers fed sugarcane silages teted with urea,sodium benzoate of *Lactobacillus buchneri*. *Pesq Agropec Brasilia.*41(4):649-654.
- Pelczar MJ dan Chan ECS. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. R.S. Hadioetomo, T. Imas, SS Tjitrosomo dan SL Angka (pen.). UI Press. Jakarta.
- Perez J, Munoz-Dorado J, de la Rubia T, Martinez J. 2002. Biodegradation and biological treatments of cellulose, hemicelluloses and lignin : an overview. *Int Microbiol.* 5:53-63.
- Pettigrew AR, Fell GS. 1972. Simplified colorimetric determination of thiocyanate in biological fluids and its application to investigation of toxic amblyopias. *Clim Chem.* 19 (5): 466-472.
- Phuc BHN, Ogle B, Lindberg JE. 2005. Nutritive value of cassava leaves for monogastric animal. In. International Workshop Current Research and Development on Use of Cassava as Animal Feed. <http://www.forum.org.kh/-mekarn/proc-cass/chinh.htm>. [des 2005].
- Ping LJ, Tang ZZ. 2002. The use of dry cassava roots and silage from leaves For pig feeding in Yunnan provice of cina. http://webpg.liat.cgiar.org/asia_cassava/proceeding_workshop. [Mei 2010].
- Pinho EZ, Costa C, Arrigoni MDB, Silveira AC, Padovani CR, Pinho SZ. 2004. Fermentation and nutritive value of silage and hay made from the aerial part of cassava (*manihot esculenta* crantz). *Sci. Agric.* (61)4: 364-370.

- Pilliang GW, Djojosoebagio S. 2006. *Fisiologi Nutrisi*. Volume I. Institut Pertanian Bogor.
- Pirt SJ. 1975. *Principles of microbe and cell cultivation*. Black well Scientist Publication.
- Prihatman K. 2000. Ketela pohon. Budidaya Pertanian. Menristek bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. Jakarta.
- Purdawaria T, Ketaren PP, Sinurat A, Sutikno I. 2003. Identification and Evaluation Enzymes in the extract of termites (*Glyptotermes montanus*) for poultry feed application. *Ind J Agricult Sci*. 4(2) : 40-47.
- Purnomohadi M. 2006. Peranan Bakteri Selulolitik Cairan Rumen pada Fermentasi Jerami Padi Terhadap Mutu Pakan. *J Protein*. 3(2):108-114.
- Randa SY. 2007. Bau daging dan performa itik Akibat pengaruh perbedaan galur dan Jenis lemak serta kombinasi komposisi Antioksidan (vitamin A, C dan E) dalam pakan. [Disertasi] .Sekolah pascasarjana Institut pertanian bogor. Bogor.
- Ratnakomala.S, Ridwan R. Kartina G, Widyatuti Y. 2006. Pengaruh inokulum *Lactobacillus plantarum* !A-2 dan IBL-2 terhadap kualitas silase rumput gajah (*pennisetum purpureum*). *Biodivertas*. 7(2):131-134.
- Reksohadiprodjo, S. 1988. *Pakan Ternak Gembala*. BPFE, Yogyakarta.
- Ressang AA. 1986. *Patologi Khusus Veteriner*. Edisi II. NV. Percetakan Bali. Denpasar.
- Rezaei J , Rouzbehan Y, Fazaeli H . 2009. Nutritive value of fresh and ensiled amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) treated with different levels of molasses *Anim. Feed Sci. and Technol*. 151: 153-160.
- Ridla M, Ramli N, Abdullah L, Toharmat T. 2007. Milk yield quality and satety of dairy cattle fed silage composed of organic components of garbage. *J. Ferment. Bioeng*. 77(5):572-574.
- Robison CIO, Nielsen BD, Morris R. 2007. Cellulase Supplementation Does Not Improve the Digestibility of a High-Forage Diet in Horses. *J Equine Vet Sci*. 27(12): 535-539.
- Rockwood GA, Armstrong KR, Baskin SI. 2002. Species comparison of Methemoglobin reductase species comparison of Methemoglobin reductase. *Society Exp Biol and Med*. 79-82.
- Rohaeni ES, Rina Y. 2006. Peluang dan potensi usaha ternak itik di lahan lebak. <http://semende.files.wordpress.com/2009/09/peluang-ternak-itik.pdf> [Mei 2010].
- Rokhmani SIW. 2005. Peningkatan nilai gizi bahan pakan dari limbah pertanian melalui fermentasi. *lokakarya nasional potensi dan peluang pengembangan usaha agribisnis kelinci*. 66-74.

- Salim R, Irawan R, Aminudin, Hendrawan H, Nakatani. 2002. *Silase Rumput Lapang*. Teknologi Sapi Perah di Indonesia. Penerbit Dairy Technology Improvement Project in Indonesia. Jawa Barat.
- Santana MA, Valeria V, Juan M, Rafael RA. 2002. Linamarase Expression in Cassava Cultivars with Roots of Low- and High-Cyanide Content. *Plant Physiol.* 129(4): 1686-1694.
- Santos EM, Jaimeb I, Rovirab J, Lyhsc U, Korkealac H, Bjorkrothc J. 2005. Characterization and identification of lactic acid bacteria in morcilla de Burgos". *Int J Food Microbiol.* 97: 285-296.
- Santoso B, Hariadi B. 2008. Komposisi kimia, degradasi nutrien dan produksi gas metana in vitro rumput tropik yang diawetkan dengan metode silase dan hay. *Med Pet.* 31(2):128-137.
- Santra A, Karim SA, Chaturvedi OH. 2007. Rumen enzyme profile and fermentation characteristics in sheep as affected by treatment with sodium lauryl sulfate as defaunating agent and presence of ciliate protozoa. *Small Ruminant Res.* 67: 126-137.
- Sarwat F, Qader SAU, Aman A, Ahmed N. 2008. Production & Characterization of a Unique Dextran from an Indigenous *Leuconostoc mesenteroides* CMG713. *Int J Bio Scs.* 4(6):379-386.
- Saun RJV, Heinrichs AJ. 2008. Troubleshooting silage problem: How to identify potential problem. *Proceedings of the Mid-Atlantic Conference Pennsylvania.* 26 May 2008. Penn State's Collage. 2-10.
- Schlegel HG. 1994. *Mikrobiologi Umum*. Terjemahan Gama University Press. Yogyakarta.
- Schroeder JW. 2004. Silage Fermentation and Preservation. Extension Dairy Specialist. AS-1254. www.ext.nodak.edu/extpubs/ansci/dairy/as1254.htm. [Agustus 2008]
- Sengun IY, Nielsen DS, Karapinar M, Jakobsen M. 2009. Identification of lactic acid bacteria isolated from Tarhana, a traditional Turkish fermented food *Int J Food Microbiol* 135:105-111.
- Setiowati AN. 2001. Pengukuran retensi nitrogen dan energy metabolis kambing (*Salvinia molesta*) pada itik lokal. [Skripsi]. Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan. IPB. Bogor.
- Shreve B. 2002. Manajement of Nitrate and Prussic Acid in Forage Crops. In. Proceeding, Western Alfafa and Forage Conference, 11-13 Dec. Sparks.
- Sibbald ID. 1976. A Bioassay for true metabolizable energy in feedstuffs. *Poult Sci.* 55: 303-308.
- Sibbald IR, Wolynetz MS. 1985. Estimates of retained nitrogen used to correct estimates of bioavailable energy. *J. Poult Sci.* 64: 1506-1513.
- Sibbald IR. 1989. Metabolizable energy evaluation of poultry diets. In Cole DJA and W. Haresign (ed). *Recent Development in Poultry Nutrition*. University of Nottingham School of Agriculture. Butter Worths. London.

- Sinurat AP *et al.* 1996. Penggunaan cassapro (singkong Fermentasi) untuk itik petelur. *Ilmu dan Peternakan*. 8(2):28 – 31.
- Siritunga D, Richard T, Sayre. 2003. Generation of cyanogen-free transgenic cassava. *Planta*. 217: 367-373.
- Sitompul HH. 1977. Biological Evaluation and Detoxification of Cassava (*Manihot esculenta* Crants). University of Illinois.
- Slottner D, Bertilsson J. 2006. Effect of ensiling technology on protein degradation during ensilage. *Anim. Feed Sci. Technol.* 127(1-2): 101-111.
- Srigandono B. 1998. Produksi Unggas Air. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Subronto. 1985. *Ilmu Penyakit Ternak I*. Gadjah Mada Univesity Press. Yogyakarta.
- Sukada IK, Bidura IGNG, Warmadewi DA. 2007. Pengaruh penggunaan pollard, kulit kacang kedelai, dan pod Kakao terfermentasi dengan ragi tape terhadap karkas dan Kadar kolesterol daging itik bali jantan. *Journal Unud*. 1-15. <http://ejournal.unud.ac.id/abstrak/sukada%20100202007.pdf>. [Mei 2010].
- Sumarsih S, Sutrisno CI, Sulistiyanto B. 2009. Kajian penambahan tetes sebagai aditif terhadap kualitas organoleptik dan nutrisi silase kulit pisang *Seminar Nasional Kebangkitan Peternakan – Semarang*. 20 Mei 2009. 208-211.
- Sun Y, Cheng J. 2002. Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review. *Biores Technol.* 83: 1-11.
- Suparyanto A 2006. Karakteristik Ukuran Karkas Itik Genotipe Peking X Alabio Dan Peking X Mojosari. *Lokakarya Nasional Inovasi Teknologi Dalam Mendukung Usahaternak Unggas Berdayasaing*. 86-91.
- Suroso, Adi Riswant, Aris Sujatmoko 2003. Pengaruh Kadar Air Bahan Baku dan Jumlah Bibit Terhadap Gula Semut yang Dihasilkan. *Seminar Nasional dan (PATPI) Peranan Industri Dalam Pengembangan Produk Pangan Indonesia*. Yogyakarta 22-23 juli 2003.
- Sutardi T. 1980. *Landasan Ilmu Nutrisi Ternak*. Jilid I. Departemen Ilmu Makanan Ternak. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Stevenson MH, Jackson. 1983. The nutritional value of dried cassava root meat in broiler diets. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 34: 1361-1367.
- Stuempf HM, Schondure JE, Rio CMD. 1999. The cyanogenic glycoside amygdalin does not deter consumption of ripe fruit by cedar waxwings. *The Auk*. 116(3):749-758.
- Sturkie PD. 1976. *Avian Physiology*. 3th Edition. Springer Verlag. New York

- Swenson MJ. 1977. *Physiological Properties and Cellular and Chemical Constituents of blood*. In: Swenson MJ. (Editor). *Dukes Physiology of Domestic Animal*. 9th Ed. Cornell University Press. London.
- Syamsuhaidi. 1997. Penggunaan *duckweed* sebagai pakan serat sumber protein dalam ransum ayam pedaging. [Disertasi]. Fakultas Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor
- Syarif R, Halid H. 1993. *Teknologi Penyimpanan Pangan*. Bogor. Arcan.
- Tamang B *et al.* 2008. Phenotypic and genotypic identification of lactic acid bacteria isolated from ethnic fermented bamboo tender shoots of North East India *Int J Food Microbiol.* 121: 35–40.
- Téguia A, Mafouo Ngandjou H, Defang H, Tchoumboue J. 2008. Study of the live body weight and body characteristics of the African Muscovy duck (*Caraina moschata*). *Trop Anim Health Prod* (40):5–10.
- Tewe OO. 1992. Detoxication of cassava products and effects of residual toxins on consuming animal. In. D. machin and S. Nyvoldd (eds), *Root , tuber, plantains and bananas in animal feeding*. Animal production and health paper. 81-97.
- Tizard. 1998. *Pengantar Immunology Veteriner*. Edisi ke-2. Airlangga University Press. Surabaya.
- Twomey LN *et al.* 2003. The effects of increasing levels of soluble non-starch polysaccharides and inclusion of feed enzymes in dog diets on faecal quality and digestibility *Anim Feed Sci and Technol.* 108:71–82.
- Tweyongyere R. Katongole I. 2002. Cyanogenic potential of cassava peels and their detoxification for utilization as livestock feed. *Vet and Human Toxicol.* 44(6): 366-369.
- Turmudi E, Gonggo B, Suhadi A. 2005. Kemampuan tanaman ubi-ubian yang ditanam pada lahan dengan cara pengolahan yang berbeda dalam menekan pertumbuhan alang-alang. *Jurnal Akta Agrosia.* 8(1):30-35.
- Ukachukwu SN. 2005. Studies on the nutritive value of composite cassava pellets for poultry : chemical composition and metabolizable energy. CIPAV. *Livest. Res. Rural Dev .* 2005; 17(11).
- Ulupi N. 1990. Pengaruh tingkat serat kasar terhadap performa itik tegal dan daya cerna zat-zat makanan. [Tesis]. Program Pasca Sarjana. IPB. Bogor.
- Wanapat M. 2005. Role of Cassava Hay as Animal Feed in the Tropic. In. International Workshop Current Research and Development on Use of Cassava as Animal Feed. <http://www.forum.org.kh/-mekarn/proc-cass/chinh.htm>. [des 2005] .
- Warmadewi DA, Wibawa APP, Bidura ING. 2008. Pengaruh tingkat penggunaan pod kakao dalam ransum Terhadap penampilan itik bali <http://ejournal.unud.ac.id/abstrak/d.a.%20warmadewi100302007.pdf>. [januari 2010]

- Wilkins RJ. 1988. *The Preservation of Forage* In: Feed science. Edited by Orskov. Elsevier Science Publisher BV. Amsterdam.
- Wobeto C, Corrêa AD, de Abreu CMP, dos Santos CD dan Pereira HV. 2007. Antinutrients in the cassava (*Manihot esculenta* Crantz) leaf powder at three ages of the plant. *Ciênc Tecnol. Aliment.* .27(1):1-10.
- Wolynezt MS, Sibbald IR. 1984. Relationship between apparent and true metabolizable energy and the effect of a nitrogen correction. *Poult Sci.* 63: 1386-1399.
- Yahaya MS, Kawai M, Takahashi J, Matsuoka S. 2002. The effect of different moisture contents at ensiling on silo degradation and digestibility of structural carbohydrates of orchard grass *Anim. Feed Sci. Technol.* 101: 127-133.
- Yusmadi. 2008. Kajian mutu dan palatabilitas silase dan hay ransum komplet berbasis sampah organik primer pada kambing peranakan etawah. [Tesis]. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Yusuf UF *et al.* 2006. An *in vitro* inhibition of human malignant cell growth of crude water extract of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and commercial linamarin. *Jl Sci Technol.*28 (Supl.1): 146-155.
- Zainal Y. 2007. Pengaruh pemberian silase ransum komplet terhadap organ dalam itik mojosari alabio jantan. [Skripsi]. Program Studi Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.
- Zahiroddinia H, Baah J, Absalomb W, McAllistera TA. 2004. Effect of an inoculant and hydrolytic enzymes on fermentation and nutritive value of whole crop barley silage. *Anim Feed Sci and Technol.*117:317-330.
- Zavaglia AG, Kociubinski G, Perez P, De-Antoni G. 1998. Isolation dan Characterization of Bifidobacterium strain for probiotic formulation. *Jl Food Protect.* 61(7):865-873.
- ZoBell DR, Wiedmeier RD, Olson KC, Treacher RJ. 2000. The effect of an exogenous enzyme treatment on production and carcass characteristics of growing and finishing steers. *Anim Feed Sci Technol.* 87:279-285.
- Zuhair SA. 2008. The effect of crystallinity of cellulose on the rate of reducing sugars production by heterogeneous enzymatic hydrolysis. *Biores Technol.* 99: 4078-4085.
- Zulfatan. 2004. Efektivitas sagu mentah dan sagu seduh air panas yang disuplementasi enzim yang berasal dari kapang *penicillium nalgiovense* S11 sebagai bahan pakan sumber energi dalam produksi itik potong. [Tesis]. Program pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil analisis sidik ragam perubahan kandungan bahan kering bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
PLK	14	6.039	0.431	1.76	0.095
Error	30	7.354	0.245		
Corrected Total	44	13.394			

R-Square	C.V.	Root MSE	BKPE Mean
0.451	30.509	0.495	1.623

Lampiran 2. Hasil analisis sidik ragam perubahan kandungan gula total terlarut bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
PLK	14	919.457	65.676	33.66	0.0001
Error	30	58.534	1.951		
Corrected Total	44	977.991			

R-Square	C.V.	Root MSE	TGMean
0.940	6.981	1.397	20.009

Duncan's Multiple Range Test for variable: TG
Alpha= 0.05 df= 30 MSE= 1.951

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Critical Range	2.329	2.448	2.525	2.579	2.621	2.653	2.679	2.701	2.718	2.733	2.746	2.756	2.766	2.773

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	PLK
A	29.521	3	U
B	26.313	3	KU
B	25.612	3	K
B	24.949	3	UO
C	21.991	3	UD
D	19.010	3	O
D	18.899	3	DK
D	18.783	3	D
D	18.746	3	KO
D	18.263	3	DO
E	15.833	3	KDUO
E	15.667	3	DUK
E	15.654	3	KUO
E	15.304	3	KDO
E	15.194	3	DUO

Lampiran 3. Hasil analisis sidik ragam perubahan kandungan serat kasar bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	14	383.6707	27.4050	3.30	0.0030
Error	30	249.0331	8.3011		
Corrected Total	44	632.7039			

R-Square	C.V.	Root MSE	SKR Mean
0.606399	22.89303	2.88116373	12.58533333

Duncan's Multiple Range Test for variable: SKR
Alpha= 0.05 df= 30 MSE= 8.301104

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Critical Range	4.80	5.04	5.20	5.32	5.41	5.47	5.52	5.57	5.60	5.64	5.66	5.69	5.70	5.72

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	PLK
A	17.830	3	U
B A	17.423	3	UO
B A	17.353	3	KU
B A C	14.027	3	O
B A C	13.543	3	K
B A C	13.473	3	DUK
B C	12.223	3	KDUO
B C	12.090	3	KUO
C	11.613	3	KDO
C	11.257	3	UD
C	10.143	3	DUO
C	10.050	3	DK
C	9.635	3	OD
C	9.447	3	KO
C	8.610	3	D

Lampiran 4. Hasil analisis sidik ragam derajat keasaman (pH) silase bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides*

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
PLK	14	5.015	0.358	108.25	0.0001
Error	30	0.099	0.003		
Corrected Total	44	5.114			

R-Square	C.V.	Root MSE	PH Mean
0.980	1.388	0.057	4.142

Duncan's Multiple Range Test for variable: pH
Alpha= 0.05 df= 30 MSE= 0.003309

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Critical Range	.0959	.1008	.1040	.1062	.1079	.1093	.1103	.1112	.1119	.1126	.1131	.1135	.1139	.1142

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	PLK
	4.857	3	PLK
	4.467	3	UO
	4.446	3	O
C	4.440	3	OD
C	4.413	3	D
C	4.353	3	DUO
	4.220	3	UD
	4.067	3	U
F	3.973	3	KDUO
F	3.917	3	KUO
F	3.890	3	DUK
	3.847	3	KDO
	3.827	3	DK
	3.730	3	KU
	3.660	3	KO
			K

Lampiran 5. Hasil analisis sidik ragam kehilangan bahan kering silase bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides*

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
PLK	14	7.809	0.557	0.72	0.7397
Error	30	23.290	0.776		
Corrected Total	44	31.100			

R-Square	C.V.	Root MSE	KBK Mean
0.251	51.326	0.881	1.717

Lampiran 6. Hasil analisis sidik ragam kandungan bahan kering silase bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides*

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
PLK	14	555.323	39.665	75.88	0.0001
Error	30	15.682	0.522		
Corrected Total	44	571.006			

R-Square	C.V.	Root MSE	BK Mean
0.972	1.932	0.723	37.408

Duncan's Multiple Range Test for variable: bahan kering silase
Alpha= 0.05 df= 30 MSE= 0.522749

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Critical Range	1.206	1.267	1.307	1.335	1.357	1.373	1.387	1.398	1.407	1.415	1.421	1.427	1.431	1.436

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	PLK
A	43.281	3	U
B	41.661	3	UO
C B	40.845	3	KUO
C D	39.862	3	DUO
C D	39.857	3	KU
D	39.406	3	OD
E D	38.758	3	KDUO
E	38.078	3	O
F	35.880	3	KO
F	35.712	3	UD
F	35.609	3	KDO
F	35.240	3	DUK
F	34.859	3	DK
G	31.936	3	K
H	30.139	3	D

Lampiran 7. Hasil analisis sidik ragam perubahan kandungan sianida silase bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides*

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
PLK	14	240.468	17.176	4.61	0.0002
Error	30	111.782	3.726		
Corrected Total	44	352.250			

R-Square	C.V.	Root MSE	Perubahan HCN Mean
0.682	2.167	1.930	89.076

Duncan's Multiple Range Test for variable: Perubahan HCN
Alpha= 0.05 df= 30 MSE= 3.726077

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Critical Range	3.219	3.383	3.489	3.565	3.622	3.667	3.703	3.732	3.757	3.777	3.794	3.809	3.822	3.833

Means with the same letter are not significantly different.

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	PLK
A	96.501	3	U
B	90.834	3	DUO
C B	90.428	3	K
C B	89.682	3	KUO
C B	89.285	3	DUK

C	B	89.184	3	KU
C	B	88.971	3	KO
C	B	88.895	3	DU
C	B	88.239	3	KDO
C	B	87.911	3	KDUO
C	B	87.730	3	DK
C	B	87.724	3	OD
C		86.935	3	O
C		86.928	3	UO
C		86.896	3	D

Lampiran 8. Hasil analisis sidik ragam perubahan kandungan protein kasar silase bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides*

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
PLK	14	91.272	6.519	32.69	0.0001
Error	30	5.983	0.199		
Corrected Total	44	97.256			

R-Square	C.V.	Root MSE	PerubahanPK Mean
0.938	38.104	0.446	1.172

Duncan's Multiple Range Test for variable: perubahanPK silase
Alpha= 0.05 df= 30 MSE= 0.199452

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Critical Range	.7447	.7826	.8072	.8247	.8380	.8483	.8567	.8635	.8691	.8739	.8779	.8813	.8842	.8867

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping					Mean	N	PLK
			A		2.388	3	KDUO
	B		A		2.319	3	KDO
	B		A	C	2.220	3	DUK
	B	D	A	C	2.046	3	KO
E	B	D	A	C	1.994	3	K
E	B	D	A	C	1.666	3	KUO
E	B	D	A	C	1.613	3	DK
E	B	D		C	1.495	3	KU
E		D		C	1.462	3	OD
E		D			1.354	3	U
E		D			1.231	3	UD
E					1.176	3	D
		F			-1.918	3	O
		G			-2.685	3	UO

Lampiran 9. Hasil analisis sidik ragam perubahan kandungan serat kasar silase bahan baku singkong dengan penambahan enzim cairan rumen dan bakteri *Leuconostoc mesenteroides*

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	14	61.10863920	4.36490280	6.17	0.0001
Error	30	21.21792200	0.70726407		
Corrected Total	44	82.32656120			

R-Square	C.V.	Root MSE	SKS Mean
0.742271	36.55630	0.84098993	2.30053333

Duncan's Multiple Range Test for variable: SKS
Alpha= 0.05 df= 30 MSE= 0.707264

Number of Means	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Critical Range	1.40	1.47	1.52	1.55	1.58	1.59	1.61	1.63	1.64	1.65	1.65	1.66	1.66	1.67

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	PLK
A	4.904	3	U
B A	3.860	3	O
B C	3.379	3	UO
B C D	3.101	3	UD
B C D	3.070	3	KU
B E C D	2.315	3	K
E C D	2.259	3	OD
E C D	2.208	3	DK
E C D	2.113	3	DUK
F E C D	1.903	3	KDUO
F E D	1.618	3	KUO
F E	1.410	3	KDO
F E	1.334	3	DUO
F	0.527	3	KO
F	0.506	3	D

Lampiran 10. Hasil analisis sidik ragam retensi nitrogen ransum silase BBS pada itik jantan

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1021.31370980	255.32842745	9.94	0.0004
Error	15	385.12970275	25.67531352		
Corrected Total	19	1406.44341255			

R-Square	C.V.	Root MSE	RN Mean
0.726168	9.187293	5.06708136	55.15315000

Duncan's Multiple Range Test for variable: Retenti Nitrogen
Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 25.67531

Number of Means	2	3	4	5
Critical Rang	7.637	8.006	8.235	8.391

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	PLK
A	62.584	4	R0
A	58.529	4	R1
A	58.409	4	R2
A	54.417	4	R3
B	41.828	4	R4

Lampiran 11. Hasil analisis sidik ragam energi metabolis ransum silase pada itik jantan

Dependent Variable: EMS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	682789.7673	170697.4418	11.44	0.0002
Error	15	223809.11732	14920.6078		
Corrected Total	19	906598.88464			

R-Square	C.V.	Root MSE	EMS Mean
0.753133	5.277494	2.14993992	2314.54450000

Duncan's Multiple Range Test for variable: EMS
Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 14920.61

Number of Means	2	3	4	5
Critical Range	184.1	193.0	198.5	202.3

Duncan Grouping	Mean	N	PLK
A	2465.69	4	R0
A	2458.93	4	R1
A	2400.40	4	R2
A	2277.00	4	R3
B	1970.71	4	R4

Dependent Variable: EMM

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	669851.7447	167462.9361	11.22	0.0002
Error	15	223812.3826	14920.8255		
Corrected Total	19	893664.1274			

R-Square	C.V.	Root MSE	EMM Mean
0.749	4.3390	122.1508	2815.15300

Duncan's Multiple Range Test for variable: EMM
 Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 14920.83

Number of Means	2	3	4	5
Critical Range	184.1	193.0	198.5	202.3

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	PLK
A	2965.13	4	R0
A	2957.46	4	R1
A	2901.25	4	R2
A	2777.17	4	R3
B	2474.77	4	R4

Dependent Variable: EMSN

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	564050.6513	141012.662	10.76	0.0003
Error	15	196591.4074	13106.0938		
Corrected Total	19	760642.0588			

R-Square	C.V.	Root MSE	EMSN Mean
0.741545	5.246440	114.4818	2182.08650

Duncan's Multiple Range Test for variable: EMSN
 Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 13106.09

Number of Means	2	3	4	5
Critical Range	172.5	180.9	186.0	189.6

Duncan Grouping	Mean	N	PLK
A	2326.22	4	R1
A	2301.81	4	R0
A	2267.50	4	R2
A	2144.59	4	R3
B	1870.31	4	R4

Dependent Variable: EMMN

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	552298.3387	138074.5846	10.54	0.0003
Error	15	196586.8239	13105.7882		
Corrected Total	19	748885.1626			

R-Square	C.V.	Root MSE	EMMN Mean
0.737494	4.267369	114.4805	2682.6955

Duncan's Multiple Range Test for variable: EMMN
Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 13105.79

Number of Means	2	3	4	5
Critical Range	172.5	180.9	186.0	189.6

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	PLK
A	2824.75	4	R1
A	2801.25	4	R0
A	2768.35	4	R2
A	2644.76	4	R3
B	2374.37	4	R4

Lampiran 12. Hasil analisis sidik ragam konsumsi ransum itik jantan

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
PLK	4	832062.209	208015.552	13.15	0.0001
Error	15	237361.553	15824.103		
Corrected Total	19	1069423.762			

R-Square	C.V.	Root MSE	Konsumsi Mean
0.778	1.66	125.793	7577.066

Duncan's Multiple Range Test for variable: Konsumsi ransum
Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 15824.1

Number of Means	2	3	4	5
Critical Range	189.6	198.7	204.4	208.3

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	PLK
A	7789.33	4	R0
A	7709.51	4	R1
A	7686.86	4	R2
B	7472.45	4	R3
C	7227.18	4	R4

Lampiran 13. Hasil analisis sidik ragam pertambahan bobot badan ransum itik jantan

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
PLK	4	122037.148	30509.287	4.15	0.0184
Error	15	110220.430	7348.028		
Corrected Total	19	232257.579			

R-Square	C.V.	Root MSE	PBB Mean
0.525	7.903	85.720	1084.598

Duncan's Multiple Range Test for variable: PBB
Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 7348.029

Number of Means	2	3	4	5
Critical Range	129.2	135.4	139.3	141.9

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	PLK
A	1201.88	4	R1
B A	1132.76	4	R0
B A C	1080.58	4	R2
B C	1030.25	4	R3

Lampiran 14. Hasil analisis sidik ragam konversi ransum itik jantan

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
PLK	4	2.324	0.581	1.67	0.2083
Error	15	5.209	0.347		
Corrected Total	19	7.533			

R-Square	C.V.	Root MSE	Konversi Mean
0.308	8.366	0.589	7.043

Lampiran 15. Hasil analisis sidik ragam persentase lemak abdominal itik jantan

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
PLK	4	0.678	0.169	23.24	0.0001
Error	15	0.109	0.007		
Corrected Total	19	0.788			

R-Square 0.861 C.V. 8.525 Root MSE 0.085 Lemak abdominal Mean 1.002

Duncan's Multiple Range Test for variable: Lemak abdominal
Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 0.007303

Number of Means	2	3	4	5
Critical Range	.1288	.1350	.1389	.1415

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	PLK
A	1.22625	4	R0
A	1.11650	4	R2
A	1.10175	4	R1
B	0.80600	4	R3
B	0.76125	4	R4

Lampiran 16. Hasil analisis sidik ragam persentase limpa itik jantan

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
PLK	4	0.0034	0.0008	3.89	0.0232
Error	15	0.0033	0.0002		
Corrected Total	19	0.0068			

R-Square 0.509 C.V. 21.132 Root MSE 0.0149 Limpa Mean 0.070

Duncan's Multiple Range Test for variable: limpa
Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 0.000223

Number of Means	2	3	4	5
Critical Range	.02250	.02359	.02426	.02472

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	PLK
A	0.09100	4	R4
B A	0.07500	4	R3
B A	0.07450	4	R2
B	0.05875	4	R1
B	0.05400	4	R0

Lampiran 17. Hasil analisis sidik ragam persentase hati itik jantan

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
PLK	4	2.564	0.641	3.51	0.0326
Error	15	2.740	0.182		
Corrected Total	19	5.305			

R-Square	C.V.	Root MSE	Hati Mean
0.483	13.455	0.427	3.176

Duncan's Multiple Range Test for variable: Hati
Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 0.182707

Number of Means	2	3	4	5
Critical Range	.6442	.6753	.6946	.7078

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping		Mean	N	PLK
	A	3.8078	4	R4
B	A	3.3043	4	R3
B		3.0623	4	R2
B		2.9093	4	R1
B		2.7998	4	R0

Lampiran 18. Hasil analisis sidik ragam persentase ginjal itik jantan

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
PLK	4	0.304	0.076	2.42	0.09
Error	15	0.471	0.031		
Corrected Total	19	0.776			

R-Square	C.V.	Root MSE	Ginjal Mean
0.392	21.815	0.177	0.812

Lampiran 19. Hasil analisis sidik ragam persentase jantung itik jantan

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
PLK	4	0.045	0.011	1.18	0.361
Error	15	0.143	0.009		
Corrected Total	19	0.189			

R-Square	C.V.	Root MSE	Jantung Mean
0.238	12.815	0.097	0.764

Lampiran 20. Hasil analisis sidik ragam persentase rempela itik jantan

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
PLK	4	1.768	0.442	0.57	0.690
Error	15	11.679	0.778		
Corrected Total	19	13.447			

R-Square	C.V.	Root MSE	Rempela Mean
0.131	15.574	0.882	5.665

Lampiran 21. Hasil analisis sidik ragam persentase pankreas itik jantan

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
PLK	4	0.034	0.008	3.39	0.0366
Error	15	0.038	0.002		
Corrected Total	19	0.072			

R-Square	C.V.	Root MSE	Pankreas Mean
0.474	14.076	0.050	0.357

Duncan's Multiple Range Test for variable: Pankreas
Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 0.002538

Number of Means	2	3	4	5
Critical Range	.07593	.07959	.08187	.08342

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	PLK
A	0.43350	4	R4
B A	0.36725	4	R3
B	0.33975	4	R1
B	0.33525	4	R2
B	0.31375	4	R0

Lampiran 22. Hasil analisis sidik ragam persentase tiroid itik jantan

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
PLK	4	0.001	0.0004	30.50	0.0001
Error	15	0.0002	0.00001		
Corrected Total	19	0.0020			

R-Square	C.V.	Root MSE	Tiroid Mean
0.890	19.109	0.003	0.020

Duncan's Multiple Range Test for variable: Tiroid
Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 0.000015

Number of Means	2	3	4	5
Critical Range	.005818	.006099	.006273	.006392

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	PLK
A	0.031750	4	R4
A	0.028000	4	R3
B	0.020250	4	R2
B	0.016500	4	R1
C	0.004500	4	R0

Lampiran 23. Hasil analisis sidik ragam kadar tiosianat serum itik jantan

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
PLK	4	5497.448	1374.362	156.34	0.0001
Error	15	131.860	8.790		
Corrected Total	19	5629.308			

R-Square 0.976	C.V. 10.021	Root MSE 2.964	Tiosianat Mean 29.585
-------------------	----------------	-------------------	--------------------------

Duncan's Multiple Range Test for variable: Tiosianat
Alpha= 0.05 df= 15 MSE= 8.790669

Number of Means	2	3	4	5
Critical Range	4.469	4.684	4.818	4.910

Means with the same letter are not significantly different.

Duncan Grouping	Mean	N	PLK
A	45.029	4	R4
A	42.921	4	R3
B	36.407	4	R2
C	23.571	4	R1
D	0.000	4	R0