

Biofarmasi

Journal of Natural Products Biochemistry

**VOLUME 6
NOMOR 1
FEBRUARI 2008
ISSN: 1693-2242**

PENERBIT:

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta

ALAMAT PENERBIT/REDAKSI:

Laboratorium Pusat MIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta
Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126
Tel. & Fax. +62-271-663375
E-mail: unsjournals@yahoo.com
Online: www.unsjournals.com

TERBIT PERTAMA TAHUN:

2003

ISSN:

1693-2242

PEMIMPIN REDAKSI/PENANGGUNGJAWAB:

S u t a r n o

SEKRETARIS REDAKSI:

Ahmad Dwi Setyawan

PENYUNTING PELAKSANA:

Djoko Santoso
Ratna Setyaningsih
Solichatun
Suratman
Tetri Widiyani

PENYUNTING AHLI:

Prof. Dr. Dayar Arbain – Universitas Andalas Padang
Prof. Dr. dr. Santosa, M.S. – Universitas Sebelas Maret Surakarta
Prof. Dr. Syamsul Arifin Achmad – Institut Teknologi Bandung
Prof. Drs. Suranto, M.Sc., Ph.D. – Universitas Sebelas Maret Surakarta
Dr. Chaerul, Apt. – Pusat Penelitian Biologi LIPI Bogor
Dr. C.J. Sugiharjo, Apt. – Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
Dr. Ir. Supriyadi, M.Sc. – Balai Penelitian Tanaman Obat dan Rempah Bogor

Biofarmasi, Journal of Natural Products Biochemistry

mempublikasikan tulisan ilmiah, baik hasil penelitian asli maupun telaah pustaka (*review*) dalam lingkup ilmu-ilmu farmasi dan biologi, dengan tema khusus biokimia bahan alam (*natural product biochemistry*). Setiap naskah yang dikirimkan akan ditelaah oleh redaktur pelaksana, redaktur ahli, dan redaktur tamu yang diundang secara khusus sesuai bidangnya. Dalam rangka menyongsong pasar bebas, penulis sangat dianjurkan menuliskan karyanya dalam Bahasa Inggris, meskipun tulisan dalam Bahasa Indonesia yang baik dan benar tetap sangat dihargai. Hingga nomor ini, jurnal dikirimkan kepada institusi-institusi yang meminta tanpa biaya pengganti, sebagai bentuk pertukaran pustaka demi mendorong penelitian, pengembangan, dan pemanfaatan bahan alam. Jurnal ini terbit dua kali setahun, setiap bulan Pebruari dan Agustus.

Pembuatan kecap keong mas (*Pomacea canaliculata*) secara fermentasi koji dan penambahan ekstrak nanas (*Ananas comosus*)

Processing soy sauce from golden apple snail (*Pomacea canaliculata*) by koji fermentation and addition of pineapple extract (*Ananas comosus*)

ELA LAILATUL BADRIAH, SURANTO, TJAHJADI PURWOKO

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret. Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126, Jawa Tengah

Manuskrip diterima: 11 November 2007. Revisi disetujui: 6 Februari 2008.

Abstract. Badriah EL, Suranto, Purwoko T. 2008. Processing soy sauce from golden apple snail (*Pomacea canaliculata*) by koji fermentation and addition of pineapple extract (*Ananas comosus*). Biofarmasi 6: 1-7. *Pomacea canaliculata* had high protein content. *Pomacea canaliculata* could be used as a raw material in the production of soy sauce. Soy sauce is a liquid product made by fermentation or enzymatic. The addition of enzyme in the production of soy sauce can shorten the moromi fermentation process and increase nutrition improve. Bromelain was one of enzyme used in the production of soy sauce. This enzyme can be found in pineapple. The aims of the research were to determine the nutrition value of *Pomacea* soy sauce including carbohydrate, proteins and lipids contents and to determine the optimal pineapple extract rate in the production of *Pomacea* soy sauce by koji fermentation. The research was conducted through two phases, which were koji fermentation and continued hydrolysis by using the pineapple extract concentration variation [3:1, 3:2 and 3:3 (koji: pineapple extract)]. *Pomacea canaliculata* was fermented with *Aspergillus oryzae* for 7 days until producing koji. Koji was soaked in a salt solution of 20% (1:4, b/v) and added pineapple extract with concentration variation of (3:1, 3:2 and 3:3) for 3 days until it produced moromi. Moromi filtrate with extract pineapple variation (3:1, 3:2 and 3:3) was analyzed for the value of carbohydrate (sugar and starch), protein and lipids. Moromi filtrate was added by the spices and would produce *Pomacea* sauce. Finally, *Pomacea* sauce was tested preferably including the flavor, aroma, and color. Preferable test was analyzed by non-parametric statistic with Friedman Test and followed with Wilcoxon Ranking Method. The results of research showed that the value of sugar reduction on *Pomacea canaliculata* sauce with pineapple extract variation of 3:1, 3:2 and 3:3 were 94.0849 mg/g, 132.5846 mg/g and 172.7485 mg/g, respectively. The starch value of *Pomacea* sauce with pineapple extract variation of 3:1, 3:2 and 3:3 were 35.8643 mg/g, 48.7123 mg/g and 52.5068 mg/g, respectively. The value of proteins content which dissolved on *Pomacea* sauce with pineapple extract variation of 3:1, 3:2 and 3:3 were 1230.196 mg/g, 1365.891 mg/g and 1475.016 mg/g, respectively. The value of lipids on *Pomacea* sauce with pineapple extract variation of 3:1, 3:2 and 3:3 were 4.1333 mg/g, 6.9333 mg/g and 7.1333 mg/g, respectively. The data preferable test, aroma and color on *Pomacea* sauce with pineapple extract variation of 3:3 were preferred than pineapple extract variation of 3:1 and 3:2. If the comparison with commercial sauce, *Pomacea* sauce was still less be taken a fancy to taste, flavor, and color.

Keywords: Koji fermentation, pineapple extract, *Pomacea canaliculata*, soy sauce

PENDAHULUAN

Populasi keong mas yang cukup tinggi saat mulai panen, merupakan masalah bagi dunia pertanian, ditambah lagi pemberantasannya yang cukup sulit, sehingga menimbulkan persoalan baru yaitu produksi keong mas yang meningkat tajam namun pengelolaannya belum optimal. Di samping merugikan, populasi keong mas yang tinggi sebenarnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku makanan ternak maupun manusia. Salah satu caranya daging keong mas dapat dijadikan sebagai bahan baku dalam pembuatan kecap hewani.

Saat ini, keong mas memiliki nilai ekonomi yang cukup rendah, hal ini disebabkan pengolahan yang dilakukan masih sangat sederhana. Hal ini dapat ditingkatkan dengan cara mengenalkan pengolahan keong mas yang mudah dibuat dan digemari sebagian masyarakat, seperti kecap (Indrawati et al. 1992). Pada umumnya, makanan hewani mengandung lebih banyak protein dibandingkan dengan

makanan nabati meskipun beberapa sayuran seperti kedelai mempunyai kandungan protein yang tinggi (Gaman dan Sherington 1992). Namun pada kenyataannya, konsumsi protein hewani yang tergolong bermutu tinggi dan lebih disukai konsumen mempunyai harga yang mahal dan produksinya belum mencukupi. Dari kenyataan tersebut maka perlu adanya usaha untuk menyediakan sumber protein hewani dalam jumlah yang cukup banyak, harganya relatif murah, dan mengandung protein tinggi.

Secara tradisional, kecap dibuat dengan cara fermentasi yaitu dengan menggunakan mikroorganisme untuk memfermentasikannya. Namun, sekarang sudah mulai dicoba pembuatan kecap dengan cara non-fermentasi, yaitu dengan bantuan enzim (Rustiyah 1988). Adapun penggunaan enzim yang biasa digunakan dalam pembuatan kecap adalah bromelin, karena kandungan proteolitiknya yang cukup kuat, bromelin mampu memecah protein kompleks menjadi asam amino. Enzim bromelin dapat ditemukan pada jaringan tanaman dari Famili

Bromeliaceae, misalnya pada nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) (Arniningih 1992), sehingga dengan menggunakan enzim tersebut, proses pembuatan kecap dapat berlangsung lebih cepat (Indrawati et al. 1992). Dalam kehidupan sehari-hari, enzim protease dalam buah nanas biasa digunakan untuk membantu melunakkan daging yang akan diolah (Muljohardjo 1984).

Waktu proses yang lama merupakan kelemahan proses pembuatan kecap secara fermentasi, sehingga perlu dicari jalan keluar untuk mempercepat proses tersebut. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah menggunakan enzim sebagai unsur pembantu untuk mempercepat proses hidrolisis (Subroto et al. dalam Manullang et al. 1995).

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) Mengetahui nilai nutrisi dari kecap *Pomacea* yang meliputi kandungan karbohidrat, protein, dan lemak; serta 2) Mengetahui kadar ekstrak nanas yang optimal dalam produksi kecap *Pomacea* melalui fermentasi koji.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Maret 2007 di Laboratorium Pusat Sublaboratorium Biologi, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Alat dan bahan

Alat penelitian yang digunakan dalam penelitian ini antara lain tempat untuk mencuci keong mas, panci, kompor, autoklaf, inkubator, krus porselin, tabung reaksi, cawan petri, timbangan analitik, Erlenmeyer, blender, spektrofotometer, kertas saring, dan *vortex*.

Sementara itu, bahan yang digunakan adalah daging keong mas (1 kg) yang diperoleh dari kawasan persawahan di sekitar Sukoharjo, buah nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) varietas Bogor (umur antara 3-4 minggu) dengan ciri kulit berwarna hijau yang diperoleh dari Pasar Gede, Surakarta, bumbu-bumbu yang terdiri dari gula merah, garam, salam, laos, sereh, kunyit, pekak, keluwak, ketumbar, dan bawang putih, beras (15 g), akuades, media PDA, biakan murni kapang *Aspergillus oryzae* yang diperoleh dari Laboratorium Biologi Tanah, Fakultas Pertanian UNS, garam dapur, larutan garam 20%, Nelson A, Nelson B, Arsenomolybdat, enzim amilase (Westmont Pharmaceuticals, Ltd. PT. Medifarma Laboratories, Inc. Bogor), Lowry A, Lowry B, Lowry C, Lowry D, Lowry E, Standart Bovin Serum Albumin, khloroform, dan metanol.

Rancangan percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan, yaitu konsentrasi ekstrak nanas dengan variasi 3:1, 3:2, dan 3:3 yang diberikan pada media daging keong mas secara hidrolisis enzimatis selama 3 hari. Tiap-tiap perlakuan terdiri dari tiga ulangan.

Cara kerja

Pelaksanaan penelitian dibagi dalam tiga tahapan yang meliputi: (i) tahap persiapan, (ii) tahap pembuatan kecap,

dan (iii) tahap analisis nutrisi (protein, karbohidrat, dan lemak).

Tahap persiapan pembuatan inokulum

Beras (15 g) dan akuades (15 ml) dicampur dan dimasukkan ke dalam cawan petri. Substrat beras dalam cawan petri disterilisasi dengan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Suspensi spora *Aspergillus oryzae* (10^4 cfu/g keong mas) diinokulasikan pada substrat beras, kemudian diinkubasi selama 3-5 hari. Substrat dengan inokulum dikeringkan pada suhu 40°C selama 3 hari, kemudian dihaluskan dengan blender sehingga dihasilkan inokulum bubuk.

Persiapan daging keong mas

Untuk memperoleh daging keong mas siap olah, langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut. Keong mas dipilih dengan ukuran cukup besar. Berat daging keong mas yang dapat dimakan yaitu berkisar antara 5-8 gram (Indrawati et al. 1992). Keong mas hidup dipuasakan selama 48 jam lalu dicuci hingga bersih. Keong mas yang sudah dibersihkan kemudian direndam dalam larutan garam 2% (b/v) sebanyak dua kali, masing-masing selama 15 menit. Kemudian keong mas direbus dalam larutan kapur sirih 0,1% (b/v) dan garam 2% selama 15 menit. Daging keong mas dipisahkan dari cangkangnya dengan cara dicukil dan dipisahkan dari saluran pencernaan untuk menghindari keracunan. Daging keong mas kemudian dicuci dan ditiriskan kembali hingga diperoleh 1 kg daging keong mas yang siap olah (Novijana et al. 1993; Tjiptowiyono 1995).

Persiapan ekstrak nanas

Untuk memperoleh ekstrak nanas yang digunakan dalam proses hidrolisis enzimatis, langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut. Nanas dipilih yang masih muda dengan ciri kulit buah berwarna hijau. Nanas dikupas dan dicuci hingga bersih, kemudian dipotong kecil-kecil dan diambil bagian dagingnya. Daging nanas diblender hingga hancur kemudian disaring dan diambil filtratnya. Filtrat nanas disentrifugasi dengan kecepatan 16000 rpm selama 30 menit hingga diperoleh ekstrak nanas.

Tahap pembuatan kecap dengan fermentasi kapang

Daging keong mas dipotong kecil-kecil hingga berbentuk daging cincang kasar, kemudian direbus dalam air dengan suhu 100°C selama 30 menit untuk membantu dalam hidrolisis protein. Setelah itu, daging keong mas disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 2 atmosfer selama 15 menit, kemudian setelah dingin diinokulasikan dengan jamur *Aspergillus oryzae* (10^4 cfu/g keong mas) dan diinkubasi pada suhu kamar selama 3 hari.

Hidrolisis enzimatis

Daging keong mas yang telah difermentasikan (koji) ditambah dengan ekstrak nanas dengan konsentrasi 3:1, 3:2, dan 3:3 (koji:ekstrak nanas) berdasarkan berat/berat kering bahan dan ditambahkan garam 20% (b/v). Campuran dibiarkan dengan perendaman selama 3 hari pada suhu 50°C. Setelah dilakukan perendaman, campuran

disaring dengan kain kering dan filtrat yang diperoleh diencerkan dengan air dengan perbandingan 2:1.

Pemasakan kecap

Filtrat yang dihasilkan selanjutnya direbus dengan menambah bumbu-bumbu. Lama perebusan lebih kurang satu jam (sampai tidak berbuih lagi). Kecap yang dihasilkan kemudian disaring kembali hingga diperoleh kecap keong yang bersih dari ampas.

Tahap analisis nutrisi

Kecap dianalisis secara kimia dan organoleptik untuk melihat tingkat kesukaan konsumen. Analisis yang dilakukan meliputi analisis karbohidrat (gula reduksi dan pati) dengan metode Nelson-Somogyi secara Spektrofotometri (Sudarmadji et al. 1984), protein terlarut dianalisis dengan metode Lowry-Folin, lemak dianalisis dengan metode Folch et al. (Sudarmadji et al. 1997). Uji organoleptik dianalisis berdasarkan analisis statistik non-parametrik.

Analisis karbohidrat

Karbohidrat dalam bentuk gula reduksi dan pati dianalisis dengan metode Nelson-Somogyi secara spektrofotometri (Sudarmadji et al. 1984). Sampel sebanyak 5 ml ditambah dengan 143,75 mg enzim amilase kemudian digojog dan didiamkan selama 6 jam. Sampel sebanyak 1 ml yang ditambah dengan amilase dan sampel (1 ml) tanpa amilase masing-masing ditambah dengan akuades sampai volume akhir 10 ml, kemudian diambil 1 ml dan ditambah dengan 9 ml akuades lalu divorteks. Larutan sampel sebanyak 1 ml ditambahkan 1 ml larutan Nelson C (campuran larutan Nelson A dan Nelson B dengan perbandingan 25:1, v/v), kemudian dipanaskan pada *waterbath* selama 20 menit. Larutan sampel didinginkan hingga mencapai suhu kamar, kemudian ditambahkan 1 ml larutan Arsenomolybdat. Larutan sampel digojog, kemudian ditambahkan akuades 7 ml dan digojog lagi. Larutan sampel diukur penyerapan (absorbansi) cahaya tampak (*visible*) pada panjang gelombang 540 nm. Nilai absorbansi sampel-nilai absorbansi blanko, kemudian dikonversi ke dalam mg/ml gula reduksi berdasarkan persamaan regresi senyawa standar (glukosa monohidrat). Kadar gula reduksi adalah kadar gula reduksi tanpa enzim amilase. Kadar pati = (kadar gula reduksi setelah diberi enzim amilase – kadar gula reduksi tanpa enzim amilase) × 0,9.

Analisis protein

Protein terlarut dianalisis berdasarkan metode Lowry-Folin dengan spektrofotometri. Tahapan-tahapan penyiapan sampel sebagai berikut. Sebanyak 5 ml kecap ditambah dengan akuades sampai volume 100 ml, larutan kemudian disaring menggunakan kertas saring. Larutan tersebut diambil 1 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambah dengan Lowry D (2 ml), segera digojog dengan vorteks dan diinkubasi pada suhu kamar selama 15 menit. Lowry E sebanyak 3,0 ml ditambahkan ke dalam cuplikan dan segera digojog, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 45 menit dan segera

diukur absorbansinya pada panjang gelombang 590 nm. Kemudian dibuat kurva standar Bovin Serum Albumin (BSA) dengan konsentrasi 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; dan 1 /ml H₂O sehingga diperoleh garis regresi hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi protein. Berdasarkan garis tersebut, kadar protein cuplikan dapat diketahui.

Analisis lemak

Kadar lemak dianalisis berdasarkan metode Folch et al. (Sudarmadji et al. 1997). Sampel kecap sebanyak 5 ml dicampurkan ke dalam 20 ml larutan kloroform-metanol (2:1, v/v), kemudian diletakkan pada *shaker* dengan kecepatan 150 mot/menit selama 2 jam. Setelah 2 jam, sampel didiamkan selama 5 menit kemudian disaring menggunakan kertas saring. Filtrat kecap dicuci dengan akuades steril sebanyak 20% dari volume filtrate dan digojog hingga terbentuk 2 lapisan, selanjutnya lapisan atas dibuang dengan menggunakan pipet tetes secara hati-hati. Pencucian diulangi sebanyak tiga kali dengan akuades steril. Lapisan bawah yang mengandung lemak diambil dan diletakkan pada cawan petri kosong yang telah diketahui beratnya, kemudian disimpan pada oven suhu 40°C selama 24 jam. Setelah 24 jam cawan petri dikeluarkan dari oven dan ditimbang (berat total). Berat lemak diperoleh dari selisih berat total dikurangi dengan berat cawan petri kosong.

Uji organoleptik

Dua puluh panelis diminta untuk mengurutkan intensitas rasa, aroma, dan warna sampel berdasarkan tingkat kesukaan terhadap kecap keong mas dengan variasi konsentrasi ekstrak nanas 3:1, 3:2, dan 3:3 dengan kecap komersial merek ABC. Nilai diberikan dalam bentuk pemeringkatan (*ranking*) dari sangat disukai (diberi skor 4) sampai yang kurang disukai (diberi skor 1) (Kartika et al. 1988).

Analisis data

Rata-rata kadar nutrisi (karbohidrat, protein, dan lemak) yang dihasilkan dengan penambahan variasi ekstrak nanas dibandingkan dengan kualitas kecap komersial. Untuk mengetahui perlakuan terhadap semua variabel pengamatan, data dianalisis dengan metode Anava kemudian dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi 5% untuk mengetahui perlakuan yang menunjukkan beda nyata.

Uji organoleptik berdasarkan tingkat kesukaan rasa, aroma, dan warna dianalisis dengan metode *Ranking Friedman Test*. Jika terdapat perbedaan nyata dilanjutkan dengan uji *Wilcoxon Sign Rank*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis karbohidrat

Dalam penelitian ini, kandungan karbohidrat yang diukur adalah karbohidrat dalam bentuk gula reduksi dan pati. Gula reduksi merupakan karbohidrat yang mampu mereduksi semua senyawa penerima elektron, karena adanya gugus hemiketal dalam strukturnya. Termasuk

dalam gula reduksi adalah monosakarida dan disakarida, kecuali sukrosa. Pati merupakan cadangan karbohidrat berbentuk granula tidak larut yang disusun oleh amilosa dan amilopektin, merupakan polisakarida yang linier, sedangkan amilopektin merupakan polisakarida bercabang. Untuk menentukan kadar pati dalam suatu bahan dapat dilakukan dengan menghidrolisis pati dengan asam atau enzim sehingga diperoleh gula reduksi.

Pati dapat dihidrolisis secara enzimatik. Salah satu enzim yang dapat menghidrolisis pati adalah α -amilase (Whistler et al. 1984). *Aspergillus oryzae* kaya akan enzim α -amilase, enzim ini mampu menghidrolisis pati menjadi gula reduksi. Kadar gula reduksi pada kecap keong mas dengan konsentrasi 3:3 lebih tinggi dibandingkan pada kecap dengan konsentrasi 3:2 dan 3:1 (Tabel 1). Hal ini disebabkan oleh perlakuan fermentasi koji sama, sehingga perbedaan kadar gula reduksi menunjukkan adanya aktivitas hidrolisis pati oleh enzim α -amilase *A. oryzae* yang masih berlangsung selama fermentasi moromi, serta adanya kadar gula reduksi dalam ekstrak nanas diduga membantu meningkatkan gula reduksi pada kecap keong mas.

Berdasarkan hasil analisis varian, pemberian variasi konsentrasi ekstrak nanas (3:1, 3:2, 3:3 (b/b)) ke dalam koji selama fermentasi 3 hari memberikan perbedaan terhadap kadar gula reduksi dalam kecap keong mas. Hasil ini ditunjukkan dengan tingkat signifikansi yang kurang dari 0,05. Berdasarkan uji DMRT 5%, variasi konsentrasi ekstrak nanas (3:1, 3:2, 3:3 (b/b)) menghasilkan kadar gula reduksi kecap keong mas yang berbeda nyata. Perlakuan penambahan ekstrak nanas pada bahan dasar daging keong mas berpengaruh terhadap kadar gula reduksi kecap keong mas.

Menurut Whistler et al. (1984), pemecahan amilosa akan menghasilkan glukosa dan maltose, sedangkan pemecahan amilopektin akan menghasilkan glukosa, maltosa, dan limit dekstrin. Kadar pati pada kecap dengan konsentrasi 3:3 menunjukkan nilai yang paling tinggi, begitu juga dengan kadar gula reduksinya. Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa semakin banyak ekstrak nanas yang ditambahkan ke dalam media daging maka semakin tinggi pula kadar pati dan gula reduksi yang dihasilkan.

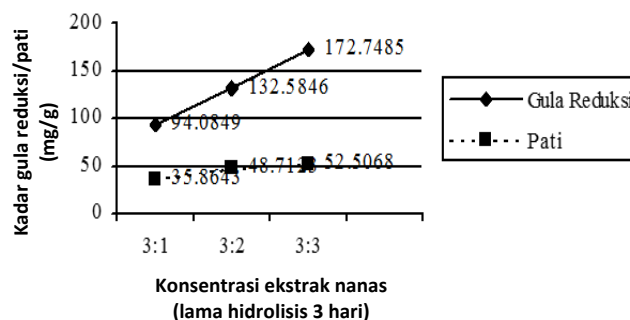
Meningkatnya kadar pati yang diikuti dengan meningkatnya kadar gula reduksi disebabkan adanya pengaruh pemberian ekstrak nanas ke dalam media. Menurut Muljohardjo (1984), kadar pati dalam buah nanas cenderung tetap saat mencapai awal ketuaan. Oleh karena itu, kadar pati dalam ekstrak nanas diduga turut meningkatkan kadar pati saat fermentasi moromi berlangsung, sehingga semakin banyak ekstrak nanas yang ditambahkan maka semakin besar kadar pati dalam media sekaligus turut meningkatkan kadar gula reduksi dalam kecap keong mas.

Analisis protein

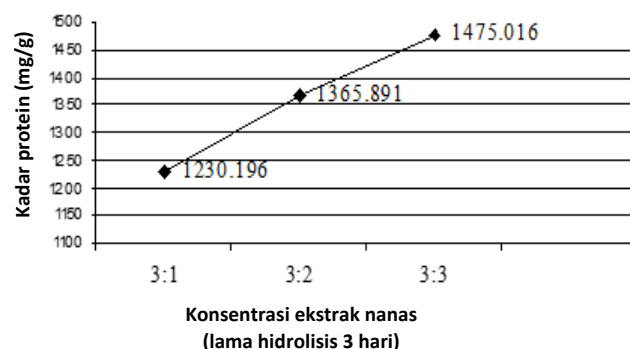
Protein merupakan suatu polimer heterogen dari molekul-molekul asam amino (Winarno 1986). Enzim protease yang dihasilkan dari *Aspergillus oryzae* termasuk protease asam, sedangkan enzim bromelin termasuk dalam protease sulfhidril yang juga ditemukan pada jaringan

hewan, namun jenis ini hanya satu dan berasal dari hewan yaitu katepsin, letaknya berada dalam jaringan sebagai enzim intraseluler. Enzim terpenting dalam kelompok ini salah satunya adalah bromelin (de Man dalam Patra 2004).

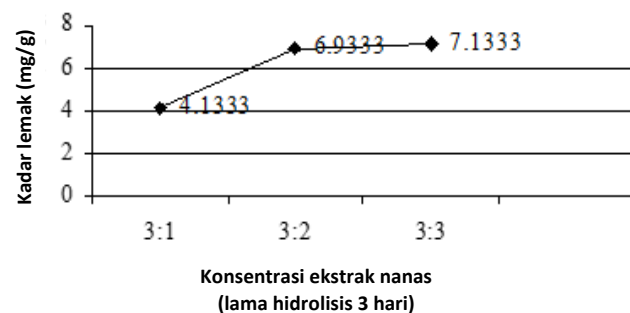
Enzim bromelin dapat diperoleh dari daging buah, kulit buah, bonggol, tangkai buah, dan daun tanaman nanas (Chairunissa 1985). Berdasarkan penelitian Patra (2004), enzim bromelin pada buah nanas muda mempunyai aktivitas lebih tinggi daripada buah yang masak. Enzim bromelin yang tidak diisolasi ternyata mempunyai keaktifan yang baik serta tidak memberi rasa pahit pada hidrolisatnya (Indrawati 1980).



Gambar 1. Kadar gula reduksi dan pati pada kecap dengan variasi konsentrasi ekstrak nanas 3:1, 3:2, dan 3:3 (lama hidrolisis 3 hari)



Gambar 2. Kadar protein pada kecap keong mas dengan variasi konsentrasi ekstrak nanas 3:1, 3:2, dan 3:3 (lama hidrolisis 3 hari)



Gambar 3. Kadar lemak pada kecap keong mas dengan variasi konsentrasi ekstrak nanas 3:1, 3:2, dan 3:3 (lama hidrolisis 3 hari)

Kadar protein terlarut dalam kecap keong mas dengan variasi konsentrasi ekstrak nanas dapat dilihat pada Tabel 1. Pada penelitian ini, kadar protein dalam kecap keong mas yang paling tinggi terdapat pada variasi ekstrak nanas 3:3, kemudian secara berturut-turut 3:2 dan 3:1. Hal ini disebabkan karena ekstrak nanas yang mengandung enzim bromelin mempunyai peranan dalam mendegradasi protein daging, terutama terhadap protein daging yang tidak larut dalam air maupun larutan garam, seperti kolagen dan jaringan pengikat. Enzim bromelin juga aktif dalam mendegradasi protein daging yang larut dalam air, yaitu protein sarkoplasma. Namun demikian, enzim bromelin juga mampu mendegradasi protein miofibrilar yang larut dalam larutan garam meskipun dalam jumlah yang relatif kecil. Berdasarkan penelitian Hadiyanti (1991), enzim bromelin lebih aktif dalam mengkatalisis reaksi pemecahan protein daging yang tidak larut dalam air maupun larutan garam dibandingkan enzim papain dan fisin.

Dengan perlakuan penambahan enzim pada koji maka kadar protein yang larut dalam larutan garam akan meningkat. Hal ini terbukti kadar protein dalam daging keong mas sekitar 120 mg/g (Sihombing 2002) meningkat dengan adanya penambahan ekstrak nanas dalam media daging menjadi 1230,196 mg/g untuk perlakuan 3:1, 1365,891 mg/g untuk perlakuan 3:2, dan 1475,016 mg/g untuk perlakuan 3:3 (Gambar 2). Peningkatan ini diduga disebabkan oleh semakin banyaknya protein miofibrilar yang terekstraksi, karena jaringan pengikat yang membungkus dan menghubungkan secara intermolekuler masing-masing serabut otot telah terdegradasi. Dengan demikian diduga semakin besar konsentrasi ekstrak nanas yang ditambahkan akan semakin besar pula kadar protein yang larut dalam larutan garam sampai konsentrasi optimalnya.

Berdasarkan hasil penelitian Rustiyah (1988), pengaruh lama hidrolisis dengan menggunakan enzim bromelin selama 4 hari menunjukkan hasil yang sudah tidak efektif lagi. Berdasarkan hasil tersebut maka perlakuan lama hidrolisis pada penelitian ini dilakukan selama 3 hari.

Selama proses fermentasi, *A. oryzae* mengeluarkan enzim ekstraseluler ke dalam substrat, salah satu enzim yang dikeluarkan adalah protease. Enzim ini mampu merombak protein menjadi peptida dan asam-asam amino yang lebih sederhana dan larut dalam air, sehingga enzim yang dihasilkan oleh *A. oryzae* ikut berperan dalam meningkatkan kadar protein terlarut.

Dari hasil yang diperoleh terlihat juga bahwa semakin banyak ekstrak nanas yang ditambahkan ke dalam daging keong mas maka semakin tinggi pula kadar protein terlarut. Hal ini disebabkan enzim bromelin yang terdapat dalam

ekstrak nanas mampu memecah ikatan asam amino pada ikatan arginin-alanin dan alanin-glutamin, tetapi tidak memutuskan ikatan arginin-arginin dan lisin-tirosin (Reed dalam Rustiyah 1988).

Fungsi lain dari penambahan ekstrak nanas karena kandungan enzim bromelinnya mampu mendenaturasikan kolagen yang merupakan struktur dasar tubuh hewan. Dengan memanaskan kolagen dalam suhu tinggi akan mengubah struktur kolagen dari bahan yang tidak larut dalam air menjadi larut dalam air. Enzim bromelin termasuk dalam enzim proteolitik yang mampu mengurai kolagen dan dapat mendenaturasi gelatin yang menyebabkan pemecahan lebih lanjut dari protein. Sebagai protease, enzim bromelin spesifik dalam memecah kolagen. Enzim-enzim tersebut memecah kolagen menjadi struktur kimia yang lebih sederhana dan tidak memiliki fungsi maupun struktur yang sama dengan kolagen (Rusar 1998).

Analisis lemak

Lemak merupakan salah satu kelompok yang termasuk golongan lipida. Salah satu sifat khas dan mencirikan golongan lipida adalah daya larutnya dalam pelarut organik seperti kloroform. Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh nilai rata-rata lemak pada kecap keong mas dengan variasi konsentrasi ekstrak nanas yang ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 3.

Selama fermentasi moromi berlangsung, enzim lipase berperan dalam memecah jaringan lemak yang terdapat dalam daging keong mas menjadi asam lemak. Trigliserida merupakan bagian terbesar dari kelompok lipida dan paling banyak dijumpai dalam jaringan hewan (Sudarmadji et al. 1989). Trigliserida ini merupakan senyawa hasil kondensasi satu molekul gliserol dengan 3 molekul asam lemak.

Hasil yang diperoleh menunjukkan kadar lemak semakin meningkat dengan penambahan kadar ekstrak nanas yang diberikan ke dalam media (Tabel 1). Menurut Chamidah dan Kartikaningsih (2000), hal ini disebabkan selama fermentasi banyak diproduksi asam-asam organik, sehingga adanya asam yang cukup tinggi akan mengkoagulasikan protein. Protein yang mengalami denaturasi/koagulasi, yaitu rusaknya ikatan yang membentuk konfigurasi molekul tersebut, sehingga lemak yang terikat dengan protein yang disebut lipoprotein terlepas dan keluar dari jaringan. Dalam teknologi pangan, lemak memegang peranan penting, karena lemak memiliki titik didih yang tinggi (sekitar 200°C) serta memberikan rasa gurih dan aroma yang spesifik.

Tabel 1. Kadar gula reduksi, pati, protein dan lemak pada kecap keong mas dengan variasi konsentrasi ekstrak nanas (3:1, 3:2, dan 3:3)

Konsentrasi ekstrak nanas	Gula reduksi (mg/g)	Pati (mg/g)	Kadar protein (mg/g)	Kadar lemak (mg/g)
3:1	94,0849 ^a	35,8643 ^a	1230,196 ^a	4,1333 ^a
3:2	132,5846 ^b	48,7123 ^b	1365,891 ^b	6,9333 ^b
3:3	172,7485 ^c	52,5068 ^c	1475,016 ^c	7,1333 ^c

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf signifikansi 5%.

Tabel 4. Skor uji organoleptik kecap keong mas dengan variasi konsentrasi koji:ekstrak nanas (3:1, 3:2, dan 3:3)

Kode kecap	Rata-rata <i>Ranking</i> uji organoleptik		
	Rasa	Aroma	Warna
A	3,67 ^c	3,92 ^c	3,80 ^c
B	1,65 ^a	1,67 ^a	2,03 ^{ab}
C	2,35 ^{ab}	2,05 ^{ab}	1,85 ^a
D	2,33 ^{ab}	2,35 ^{ab}	2,33 ^{ab}

Keterangan: A = Kecap komersial merek ABC, B = 3:1 (koi:ekstrak nanas), C = 3:2 (koi:ekstrak nanas), dan D = 3:3 (koi:ekstrak nanas). Angka yang diikuti dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($\alpha = 0,05$). Skor 4 (sangat disukai) sampai skor 1 (kurang disukai)

Kadar lemak pada kecap dengan variasi ekstrak nanas 3:3 menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan konsentrasi 3:2 dan 3:1. Namun, kadar lemak dengan konsentrasi 3:3 dan 3:2 menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata, hal ini dapat dilihat berdasarkan hasil uji *Duncan Multiple Rank Test* (DMRT) pada taraf signifikansi 5%, bahwa ekstrak nanas yang ditambahkan pada daging keong mas antara konsentrasi 3:3 dan 3:2 tidak berbeda jauh jumlahnya, sehingga kadar lemak yang dihasilkan tidak berbeda secara nyata.

Kadar lemak pada kecap dengan konsentrasi 3:1 menunjukkan nilai yang paling rendah, hal ini dikarenakan kandungan lemak dalam ekstrak nanas hanya sekitar 0,2 g/100 g.

Uji organoleptik

Pengujian organoleptik dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui penerimaan panelis terhadap produk kecap yang dihasilkan dengan kecap komersial (merek ABC). Pengolahan data hasil uji organoleptik dilakukan dengan menggunakan metode analisis statistik nonparametrik, yaitu uji Friedman dan WSRT (*Wilcoxon Sign Range Test*). Kisaran nilai 1 (kurang suka) hingga 4 (sangat suka) dapat diberikan panelis untuk kriteria rasa, warna, dan aroma. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 2.

Uji organoleptik rasa

Pengolahan kecap dengan variasi konsentrasi ekstrak nanas (3:1, 3:2, dan 3:3) dilakukan dengan pemasakan dan penambahan bumbu, karena kecap komersial merupakan kecap berbumbu. Berdasarkan hasil analisis statistik nonparametrik, kecap komersial ABC memiliki rasa yang lebih disukai, sedangkan kecap keong mas dengan konsentrasi 3:1 kurang disukai. Kecap keong mas konsentrasi 3:2 dan 3:3 tidak berbeda nyata.

Rasa manis yang ditimbulkan dari karbohidrat disebabkan oleh adanya ikatan hidrogen antara molekul-molekul yang menimbulkan rasa manis. Secara empiris telah dibuktikan bahwa rasa manis dari gula akan timbul apabila jarak atom O dan H yang dihubungkan oleh ikatan hidrogen berkisar antara 3-5 Å. Hal ini terlihat bahwa semakin besar jarak antara atom O dan H maka semakin manis senyawa tersebut (Fardiaz 1992).

Terdapat dua macam enzim yang berperan untuk menghasilkan *flavor* kecap pada fermentasi kapang, yaitu

enzim protease yang memberikan *meaty flavor* (gurih) dan enzim karbohidrase seperti α -amilase, amiloglukosidase, dan maltase yang berperan memberikan rasa manis (Husain 1996). Faktor yang berpengaruh terhadap kualitas rasa kecap adalah proses fermentasi oleh kapang, karena pada proses ini kapang mengeluarkan enzim yang berperan untuk memecah substrat menjadi senyawa terlarut. Kadar senyawa terlarut tersebut menentukan rasa kecap. Penambahan garam dalam proses fermentasi moromi berfungsi untuk menarik senyawa nitrogen terlarut yang ada dalam koji ke dalam larutan garam supaya kecap yang dihasilkan memiliki rasa yang enak. Rasa spesifik kecap juga ditentukan oleh jenis bumbu yang digunakan dan penambahan gula kelapa, sehingga dengan komposisi bumbu yang berbeda dapat memberikan rasa yang berbeda.

Menurut Husain (1996), selama fermentasi koji, prekursor sebagian *flavor* kecap telah terbentuk, yaitu asam amino dan gula reduksi. Rasa juga terbentuk saat proses fermentasi moromi dalam larutan garam 20% (Koswara 1997). Bakteri asam laktat akan tumbuh pada awal fermentasi, memproduksi asam laktat dan menurunkan pH moromi (Rahayu et al. 1993). Salah satu faktor yang menguntungkan dari pertumbuhan bakteri tersebut adalah terbentuknya rasa pada kecap. Penurunan pH fermentasi juga dapat menstimulasi pertumbuhan khamir yang penting dalam pembentukan rasa kecap. Penambahan ekstrak nanas saat fermentasi moromi turut memberikan cita rasa pada kecap. Menurut Arbianto (1985), penggunaan buah nanas sebagai sumber enzim bromelin akan memberikan rasa yang tidak pahit. Pada Tabel 2 menunjukkan kecap keong mas C dan D memiliki rasa yang tidak jauh berbeda meskipun peringkatnya di bawah kecap A.

Proses pemasakan bertujuan untuk mematikan mikroorganisme, menginaktivkan enzim, dan meningkatkan kualitas kecap (Husain 1996).

Uji organoleptik aroma

Berdasarkan hasil analisis statistik nonparametrik aroma, kecap A memiliki aroma yang paling disukai, sedangkan kecap keong mas dengan konsentrasi 3:1 (B) kurang disukai. Hal ini disebabkan karena proses fermentasi moromi yang berlangsung hanya 3 hari dan penambahan ekstrak nanas yang lebih sedikit dibandingkan dua perlakuan lainnya, yaitu ekstrak nanas dengan konsentrasi 3:2 (C) dan 3:3 (D), sehingga aroma yang dihasilkan kurang optimal. Selain itu, keong mas memiliki aroma anyir yang disebabkan adanya senyawa-senyawa seperti asam lemak volatil dan asam amino.

Aroma yang dihasilkan kecap dengan konsentrasi 3:1 (B) kurang disukai oleh panelis. Hal ini diduga disebabkan karena ekstrak nanas yang ditambahkan lebih sedikit dibandingkan kecap dengan konsentrasi 3:2 (C) dan 3:3 (D) (Tabel 2), sehingga aroma anyir dari daging keong mas lebih kuat.

Uji organoleptik warna

Proses karamelisasi terjadi melalui reaksi-reaksi sebagai berikut. Mula-mula setiap molekul sukrosa dipecah menjadi satu molekul glukosa dan satu molekul fruktosa (fruktosa yang kekurangan H₂O). Suhu yang tinggi mampu

mengeluarkan sebuah molekul air dari setiap molekul gula sehingga terbentuklah glukosan, suatu molekul yang analog dengan fruktosan. Proses pemecahan dan dehidrasi diikuti dengan terjadinya polimerisasi dan beberapa jenis asam akan terbentuk (Fardiaz 1992).

Adanya karamel di suatu produk umumnya dapat diindikasikan dengan adanya komponen *5-hydroxymethyl-2-furaldehyde* (HMF) yang merupakan komponen yang banyak terbentuk selama karamelisasi. Komponen ini diperoleh sebagai hasil dari proses dehidrasi pada ketoheksosa (Fardiaz 1992).

Berdasarkan analisis statistik nonparametrik, warna kecap A dan C tidak berbeda nyata karena warnanya hampir sama yaitu berwarna cokelat agak kehitaman. Peningkatan intensitas warna pada kecap amat ditentukan oleh proses *browning* pada saat pemasakan (pasteurisasi). Penambahan gula kelapa menyebabkan warna cokelat karamel dan peningkatan viskositas yang merupakan sifat spesifik kecap tradisional dan kriteria warna yang paling disukai pada kecap yaitu berwarna gelap mendekati kehitaman (Rahayu 2004).

KESIMPULAN

Kadar karbohidrat meliputi gula reduksi dan pati cenderung meningkat. Gula reduksi kecap keong mas dengan konsentrasi ekstrak nanas 3:1, 3:2, dan 3:3 masing-masing sebesar 94,0849 mg/g, 132,5846 mg/g, dan 172,7485 mg/g. Kadar pati kecap keong mas dengan konsentrasi ekstrak nanas 3:1, 3:2, dan 3:3 masing-masing sebesar 35,8643 mg/g, 48,7123 mg/g, dan 52,5068 mg/g. Kadar protein kecap keong mas dengan konsentrasi ekstrak nanas 3:1, 3:2, dan 3:3 masing-masing sebesar 1230,1960 mg/g, 1365,8907 mg/g, dan 1475,0157 mg/g. Sementara itu, kadar lemak kecap keong mas dengan konsentrasi ekstrak nanas 3:1, 3:2, dan 3:3 masing-masing sebesar 4,1333 mg/g, 6,9333 mg/g, dan 7,1333 mg/g.

Penambahan ekstrak nanas 3:3 menunjukkan hasil yang optimal dalam meningkatkan nutrisi pada pembuatan kecap keong mas melalui fermentasi koji. Semakin tinggi ekstrak nanas yang ditambahkan ke dalam daging keong mas maka kadar nutrisi yang dihasilkan juga semakin tinggi. Kecap keong mas dengan konsentrasi ekstrak nanas 3:3 mempunyai rasa, aroma, dan warna yang lebih disukai dibandingkan kecap dengan konsentrasi ekstrak nanas 3:1 dan 3:2. Jika dibandingkan kecap komersial, kecap keong mas masih kurang disukai, baik rasa, aroma, dan warna.

DAFTAR PUSTAKA

- Arbianto P, Sastramiharja I, Suriawiria U. 1985. A study towards the rationale of the soy fermentation process. In: Wijaya S (1987). Mempelajari Penggunaan Starter Murni Kapang *Aspergillus* sp. dalam Pembuatan Kecap. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Aminingsih. 1992. Potensi Bonggol Nanas sebagai Bahan Baku Industri Enzim Bromelin. [Skripsi]. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Chairunnisa H. 1985. Hidrolisis Kasein oleh Enzim Bromelin Kasar dari Bonggol Nanas. [Tesis]. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Chamidah AY, Kartikaningsih H. 2000. Pengembangan Makanan Fermentasi Tradisional Indonesia “Bekasam Ikan Mujair (*Tilapia* spp.)” Tinjauan Aspek Mikrobiologi dan Kimia. Universitas Brawijaya, Malang.
- Fardiaz D. 1992. Teknik analisis sifat kimia dan fungsional komponen pangan. Petunjuk Laboratorium. Pangan dan Gizi, Institut Pertanian, Bogor.
- Gaman PM, Sherrington KB. 1992. Ilmu Pangan: Pengantar ilmu pangan, nutrisi dan mikrobiologi. Edisi kedua. Diterjemahkan oleh: Gardjito M, Naruki S, Murdiati A et al. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hadiyanti DD. 1991. Pengaruh penggunaan enzim bromelin kasar terhadap stabilitas emulsi sosis bekicot-daging sapi. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Husain H. 1996. Mempelajari Pengaruh Lama Proses Moromi Terhadap Pembentukan Prekursor dan Flavor Kecap Manis. [Tesis]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Indrawati T. 1980. Pembuatan kecap keong sawah dengan menggunakan enzim bromelin. PN. Balai Pustaka, Jakarta.
- Indrawati T, Bambang WSP, Hilman SD et al. 1992. Pembuatan kecap keong sawah dengan menggunakan enzim bromelin. Balai Pustaka, Semarang.
- Kartika B, Hastuti P, Supartono W. 1988. Pedoman uji inderawi bahan pangan. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Koswara S. 1997. Mengenal makanan tradisional. Buletin Teknologi dan Industri Pangan. Volume 8, No. 2. IPB Press, Bogor.
- Manullang M, Tjahjo MMCS, Hermanianto J. 1995. Pengolahan kecap ikan kembung *Rastrelliger* sp. secara hidrolisis enzimatik dan fermentasi. Buletin Teknologi dan Industri Pangan, Volume VI, No. 2.
- Muljohardjo M. 1984. Nanas dan Teknologi Pengolahannya (*Ananas comosus* (L.) Merr.). Liberty, Yogyakarta.
- Novijana J, Karmila M, Afrianti Y et al. 1993. Pemanfaatan hama tanaman padi keong mas (*Pomacea* sp.) sebagai bahan baku pembuatan keripik. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Patra MWE. 2004. Pengaruh waktu penambahan ekstrak nanas terhadap kadar protein terlarut dan daya cerna protein ikan mas (*Cyprinus caprio* L.) secara in vitro. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Rahayu A. 2004. Analisis Karbohidrat, Protein dan Lemak pada Pembuatan Kecap Lamtoro Gung (*Leucaena leucocephala*) Terfermentasi *Aspergillus oryzae*. [Skripsi]. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Rahayu ES, Indrati R, Utami T et al. 1993. Bahan pangan hasil fermentasi. UGM Press, Yogyakarta.
- Rusar RJ. 1998. Gelatin and protein digestion. www. Proteinbrom.htm. [25 Maret 2004].
- Rustiyah. 1988. Pembuatan Kecap Keong Sawah (*Pila scutala*) Menggunakan Enzim Kasar Bromelin dan Papain. [Skripsi]. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sihombing DTH. 2002. Satwa harapan I pengantar ilmu dan teknologi budidaya. Pustaka Wirausaha Muda, Bogor.
- Sudarmadji S, Haryono B, Suhardi. 1984. Prosedur analisis untuk makanan dan pertanian. Edisi ketiga. Liberty, Yogyakarta.
- Sudarmadji S, Haryono B, Suhardi. 1989. Analisis bahan makanan dan pertanian. Liberty, Yogyakarta.
- Sudarmadji S, Haryono B, Suhardi. 1997. Prosedur analisis untuk makanan dan pertanian. Edisi keempat. Liberty, Yogyakarta.
- Tjiptowiyono A. 1995. Pengaruh Penggunaan Bahan Pengempuk Daging Alami terhadap Mutu Organoleptik, Kimia dan Fisik Keong Mas (*Pomacea* sp.). [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Whistler RL, Miller JNB, Paschall EF. 1984. Starch: Chemistry and technology. Academic Press, Inc., Toronto.
- Winarno FG. 1986. Enzim pangan. PT. Gramedia, Jakarta.

Produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 menggunakan substrat ekstrak ubi jalar dan ubi kayu dalam fermentor tipe *air-lift* skala 18 liter

Production of biomass of yeast cell R1 and R2 using sweet potato and cassava extract substrates in fermentor type air-lift scale 18 liters

WIWIN UNDARI¹, ARI SUSILOWATI¹, IRAWAN SUGORO²

¹Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126, Jawa Tengah

²Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi-Badan Tenaga Nuklir Nasional (PATIR-BATAN), Jakarta Selatan 12630, Jakarta

Manuskrip diterima: 16 Desember 2007. Revisi disetujui: 28 Februari 2008.

Abstract. Undari W, Susilowati A, Sugoro I. 2008. Production of biomass of yeast cell R1 and R2 using sweet potato and cassava extract substrates in fermentor type air-lift scale 18 liters. *Biofarmasi* 6: 8-15. Increasing production and quality of meat and milk can be done by attention to nutrition, reproduction and health and livestock management. This research was conducted with the following objectives: (i) to determine the difference of production of biomass of yeast cell R1 by using sweet potato and cassava extract substrates in fermentor type air-lift scales 18 liters with R2; (ii) to determine the difference of difference of production rate of biomass of yeast cell R1 by using sweet potato and cassava extract in fermentor type air-lift scales 18 liters and the consumption of glucose with R2; (iii) to determine the difference of yield x/s of yeast cell R1 by using sweet potato and cassava extract substrates in fermentor type air-lift scales 18 liters with R2; and (iv) to determine the difference of production efficiency of biomass of yeast cell R1 by using sweet potato and cassava extract substances in fermentor type air-lift scales 18 liters with R2. The research was conducted in July-September 2006 at the Nutrition, Reproduction and Wellness Laboratory of the Center for Applications of Isotope and Radiation Technology - National Nuclear Energy Agency (PATIR-BATAN), South Jakarta. Based on the results of research, it can be determined that the production of biomass of yeast cell R1 and R2 on sweet potato and cassava extract substrate were 0.65 g/L, 0.83g/L, 0.63 g/L and 0.88 g/L, respectively. In the production of biomass between yeast R1 and R2, there was no significant difference, either sweet potato or cassava extract. The production rate of biomass of yeast cell R1 and R2 and the consumption of glucose on sweet potato and cassava extract substrates were 0.04 g/L/day and 0.86 g/L/day, respectively; 0.06 g/L/day and 0.51 g/L/day, respectively; 0.05 g/L/day and 0.19 g/L/day, respectively; 0.08 g/L/day and 0.28 g/L/day, respectively. The rate of biomass production and the consumption of glucose between yeast R1 and R2 showed that there was no significant difference, both on sweet potato and cassava extract substrates. The yield x/s of yeast R1 and R2 on sweet potato and cassava extract substrates were 0.43 g/g, 0.61 g/g, 0.29 g/g and 0.31 g/g, respectively. The yield x/s between yeast R1 and R2 showed that there was no significant difference, both on sweet potato and cassava extract substrates. The production efficiency of biomass of yeast cell R1 and R2 on sweet potato and cassava extract substrates were 86.23%, 122.34%, 57.46% and 61.18%, respectively. The production efficiency of biomass between yeast R1 and R2 showed there was no significant difference, both on sweet potato and cassava extract substrates.

Keywords: Biomass, cassava, fermentor, sweet potato, yeast

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk Indonesia terus meningkat. Kebutuhan daging dan susu yang berasal dari ternak ruminansia, seperti sapi dan kambing, juga terus meningkat sebanding dengan meningkatnya populasi manusia. Peningkatan produksi dan kualitas daging dan susu dapat dilakukan diantaranya dengan memperhatikan nutrisi, reproduksi, dan kesehatan serta manajemen ternak (Saragih 2000). Salah satu cara peningkatan produksi dan kualitas daging dan susu yaitu dengan menggunakan suplemen atau pakan tambahan. Pemberian suplemen dapat berupa pakan tambahan dalam bentuk nutrisi atau pemberian probiotik (Sugoro dan Pikoli 2004).

Probiotik merupakan kultur tunggal atau campuran dari mikroorganisme hidup yang dikonsumsi oleh manusia atau

hewan, bermanfaat bagi inang (manusia dan hewan) dengan cara menjaga keseimbangan mikroflora usus (Fuller 1992; Havenaar dan Joss 1992). Mikroorganisme yang umum digunakan sebagai bahan probiotik untuk ternak ruminansia adalah khamir. Khamir digunakan untuk mengurangi pengaruh negatif mikroorganisme lain yang berbahaya dan menstimulasi pertumbuhan mikroorganisme yang menguntungkan (Deacon 1997).

Khamir sebagai bahan probiotik berperan untuk meningkatkan metabolisme di dalam rumen (Sugoro et al. 2005). Suplementasi khamir di dalam rumen berfungsi meningkatkan populasi bakteri selulolitik yang berperan untuk mencerna bahan makanan yang mengandung serat. Degradasi serat oleh bakteri selulolitik akan meningkatkan kandungan *Volatile Fatty Acid* (VFA) di dalam rumen. Khamir menghasilkan asam malat yang berperan sebagai

faktor pertumbuhan bagi bakteri pengguna laktat sehingga akan mengubah keasaman dalam cairan rumen serta menstimulasi penggunaan hidrogen oleh bakteri aseto-genik.

Khamir pada umumnya sangat mudah diisolasi dari habitatnya (Spencer dan Spencer 1997). Khamir R1 dan R2 sebagai bahan probiotik untuk ternak ruminansia diisolasi dari cairan rumen kerbau. Isolat tersebut merupakan isolat yang paling dominan di dalam cairan rumen kerbau. Isolasi khamir dari cairan rumen bertujuan untuk memudahkan dalam pengaplikasiannya karena khamir telah beradaptasi dalam cairan rumen sebelumnya. Seleksi isolat khamir yang memiliki kemampuan sebagai bahan probiotik untuk ternak ruminansia antara lain dapat dilihat dari pertumbuhan khamir dalam cairan rumen steril, produksi gas, penurunan pH, dan peningkatan produksi VFA (Sugoro dan Pikoli 2004).

Dalam pengembangan penelitian khamir R1 dan R2 sebagai bahan probiotik untuk ternak ruminansia, diperlukan peningkatan skala menuju produksi dalam skala yang lebih besar. Produksi biomassa khamir dalam skala besar tidak dapat dilakukan secara langsung dari volume kecil ke volume besar karena dapat mempengaruhi kemampuan metabolisme dan pertumbuhan sel khamir.

Produksi dalam skala besar bertujuan untuk mendapatkan biomassa sel khamir R1 dan R2 sebanyak-banyaknya dengan bahan semurah mungkin dan memiliki efisiensi yang tinggi. Tujuan penelitian produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 dalam skala fermentor adalah diperolehnya metode produksi di lapangan yang tepat dan efisien dengan biaya yang murah, sehingga peternak ruminansia dapat memproduksi biomassa sel khamir sebagai bahan probiotik untuk ternak mereka.

Produksi dalam skala besar memerlukan bahan-bahan yang semurah mungkin untuk menghasilkan produk yang diinginkan sebanyak-banyaknya (Pelczar dan Chan 1988). Penggunaan bahan yang semurah mungkin dilakukan dengan menggunakan bahan untuk substrat pertumbuhan khamir R1 dan R2 dengan harga murah tetapi mengandung karbohidrat tinggi. Bahan berkarbohidrat tinggi yang sering digunakan sebagai bahan untuk substrat pertumbuhan khamir R1 dan R2 adalah ekstrak kentang, tetapi karena harganya yang cukup mahal maka diperlukan alternatif bahan yang lain. Alternatif bahan untuk substrat pertumbuhan khamir R1 dan R2 adalah ekstrak ubi jalar dan ubi kayu. Selain harganya yang cukup murah dan mudah didapat, ubi jalar dan ubi kayu mengandung banyak karbohidrat (Rubatzky dan Mas 1998) yang diperlukan untuk pertumbuhan khamir R1 dan R2.

Proses produksi biomassa sel khamir dalam skala besar dapat dilakukan dengan menggunakan fermentor. Fermentor merupakan tempat transformasi bahan baku menjadi produk yang diinginkan (Mc Neil dan Harvey 1990). Fermentor yang digunakan dalam produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 adalah fermentor tipe *air-lift*. Fermentor *air-lift* tidak menggunakan sistem agitasi mekanik. Pengadukan pada fermentor ini terjadi karena adanya sirkulasi udara (McNeil dan Harvey 1990). Fermentor tipe *air-lift* sesuai untuk memproduksi biomassa mikroorganisme uniseluler (Nedovic et al. 1999) dan dapat

menekan biaya produksi karena tidak adanya sistem agitasi secara mekanik.

Berdasarkan uraian tersebut maka diperlukan penelitian untuk mengetahui produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 dengan menggunakan substrat ekstrak ubi kayu dan ubi jalar, serta untuk mengetahui efisiensi proses produksi biomassa sel khamir dalam fermentor tipe *air-lift* skala 18 liter.

Penelitian ini bertujuan untuk: (i) Mengetahui adanya perbedaan produksi biomassa sel khamir R1 menggunakan substrat ekstrak ubi jalar dan ubi kayu dalam fermentor tipe *air-lift* skala 18 liter dengan R2; (ii) Mengetahui adanya perbedaan laju produksi biomassa sel khamir R1 menggunakan ekstrak ubi jalar dan ubi kayu dalam fermentor tipe *air-lift* skala 18 liter dan konsumsi glukosa dengan R2; (iii) Mengetahui adanya perbedaan perolehan *yield x/s* sel khamir R1 menggunakan substrat ekstrak ubi jalar dan ubi kayu dalam fermentor tipe *air-lift* skala 18 liter dengan R2; serta (iv) Mengetahui adanya perbedaan efisiensi produksi biomassa sel khamir R1 menggunakan substrat ekstrak ubi jalar dan ubi kayu dalam fermentor tipe *air-lift* skala 18 liter dengan R2.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Juli-September 2006 di Laboratorium Nutrisi, Reproduksi dan Kesehatan Ternak, Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi-Badan Tenaga Nuklir Nasional (PATIR-BATAN), Jakarta Selatan.

Alat dan bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut. Isolat khamir R1 dan R2 diperoleh dari koleksi Laboratorium Nutrisi, Reproduksi dan Kesehatan Ternak, PATIR-BATAN sebagai kultur stok. Bahan baku pertumbuhan isolat khamir yaitu ubi kayu dan ubi jalar putih. Bahan untuk pembuatan PDA (*Potatoes Dextrose Agar*) yaitu kentang, dekstrosa, dan agar. Bahan untuk pembuatan PDB (*Potatoes Dextrose Broth*) yaitu kentang, dekstrosa, dan asam laktat 10%. Inokulum bertahap terdiri dari: 1) inokulum I yaitu dibuat dari sebanyak 3 ose isolat khamir R1 atau R2 dalam 30 ml PDB, 2) inokulum II yaitu 10^6 sel/ml isolat khamir R1 atau R2 dalam 30 ml ekstrak ubi jalar atau ubi kayu, 3) inokulum III yaitu 10^6 sel/ml isolat khamir R1 atau R2 dalam 300 ml ekstrak ubi jalar atau ubi kayu, dan 4) inokulum IV yaitu 10^6 sel/ml isolat khamir R1 atau R2 dalam 1 L ekstrak ubi jalar atau ubi kayu. Bahan kimia untuk pengukuran kadar glukosa yaitu larutan glukosa, natrium karbonat anhidrat, natrium kalium tartrat, natrium bikarbonat, natrium sulfat anhidrat, asam sulfat pekat, dan amonium molibdat. Bahan untuk sterilisasi antara lain alkohol 70%. Bahan-bahan lain yang diperlukan yaitu air panas, asam cuka 25% (DIXI), asam laktat 10%, akuades, kapas, dan *aluminium foil*.

Sementara itu, peralatan yang digunakan sebagai berikut. Alat untuk peremajaan kultur stok meliputi jarum ose, tabung reaksi, *laminar air flow* (LAF), dan *bunsen burner*. Alat untuk pembuatan PDA dan PDB meliputi

pisau, timbangan analitik (Sartorius AG Gotingen BP 2215), gelas beker, *magnetic stirrer*, *hotplate*, gelas ukur, dan kasa saring. Alat untuk pembuatan ekstrak ubi jalar dan ubi kayu meliputi pisau, timbangan, gelas ukur, gelas beker, *hotplate*, dan mikropipet. Alat untuk sterilisasi bahan dan peralatan meliputi autoklaf (Haiclave Hirayama) dan *sprayer*. Alat untuk pembuatan inokulum yaitu: 1) Inokulum I, meliputi erlenmeyer 100 ml, jarum ose, mikropipet, LAF, dan *incubator shaker*; 2) Inokulum II, meliputi erlenmeyer 100 ml, mikropipet 1000 ml, LAF, dan *incubator shaker*; 3) Inokulum III, meliputi erlenmeyer 500 ml, mikropipet 5000 ml, LAF, dan *incubator shaker*; 4) Inokulum IV, meliputi erlenmeyer 2000 ml, gelas ukur, LAF, dan *incubator shaker*. Alat untuk produksi bahan probiotik (fermentor tipe *air-lift* skala 18 L) meliputi dandang aluminium, kompor gas, gayung plastik, corong plastik, galon air 19 L, aerator, alat pelengkap fermentor (satu set leher angsa). Alat untuk menghitung jumlah sel meliputi mikroskop (Olympus CX 41), kamar hitung Neubauer, pipet pasteur, dan *counter*. Alat untuk pengambilan sampel meliputi pipet gondok, *dragball*, tabung sentrifus, rak tabung reaksi, *bunsen burner*, dan kertas label. Alat untuk mengukur pH yaitu pH-meter (Knick 765 Calimatic). Alat untuk mengukur bobot biomassa meliputi sentrifus (IEC Clinical), tabung sentrifus, oven (Fisher Model 350G), desikator, timbangan analitik (Sartorius AG Gotingen BP 2215), dan rak tabung reaksi. Alat untuk mengukur konsentrasi glukosa meliputi spektrofotometer (UV-Vis Hitachi model 100-50), kuvet, minivorteks, tabung reaksi, gelas beker, *hotplate*, kelereng, mikropipet, rak tabung reaksi, dan tisu.

Cara kerja

Pembuatan substrat pertumbuhan isolat khamir R1 dan R2

Pembuatan media PDA miring, Sebanyak 150 gram kentang yang telah dicuci dan dipotong-potong berbentuk dadu, direbus dalam 250 ml akuades selama 1 jam, kemudian disaring dengan kain kasa 4 lapis. Filtrat yang diperoleh ditambah dengan akuades hingga mencapai volume 500 ml, kemudian ditambah dengan 10 gram dekstrosa dan 7,5 gram agar sambil dididihkan dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* hingga semua bahan larut. Selanjutnya, larutan disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi hingga mencapai sepertiga volume tabung reaksi. Tabung reaksi segera diposisikan miring pada suhu kamar dan dibiarkan selama 1 hari hingga media memadat (Bridson 1998).

Pembuatan substrat untuk inokulum I, Sebanyak 150 gram kentang yang telah dicuci dan dipotong-potong berbentuk dadu, direbus dalam 250 ml akuades selama 1 jam, kemudian disaring dengan kain kasa 4 lapis. Ekstrak yang diperoleh ditambah dengan akuades hingga mencapai volume 500 ml, kemudian ditambah dengan 10 gram dekstrosa sambil dididihkan dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* hingga semua bahan larut. Selanjutnya, larutan disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit, lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer masing-masing sebanyak 30 ml. Setelah larutan dingin, ke dalam

masing-masing erlenmeyer ditambahkan 0,33 ml asam laktat 10% steril secara aseptis (Bridson 1998).

Pembuatan substrat untuk inokulum II-IV, Substrat inokulum II-IV merupakan substrat pertumbuhan isolat khamir R1 dan R2 yang terbuat dari ekstrak ubi kayu atau ubi jalar berturut-turut dengan volume 30 ml, 300 ml, dan 1 L. Cara pembuatannya adalah sebagai berikut. Ubi jalar dicuci kemudian dipotong-dipotong berbentuk dadu, lalu ditimbang sebanyak 300 g ubi jalar atau ubi kayu untuk tiap 1 L substrat, kemudian ditambahkan akuades hingga mencapai setengah volume yang diinginkan, lalu direbus selama 1 jam. Rebusan ubi jalar disaring menggunakan kain kasa 4 lapis, lalu ditambahkan akuades hingga mencapai volume yang diinginkan. Ekstrak ubi jalar dimasukkan ke dalam erlenmeyer sesuai volume yang dibutuhkan. Ekstrak disterilasi dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 15 menit (Sugoro dan Mellawati 2004). Prosedur yang sama juga dilakukan pada ubi kayu tanpa kulit.

Pembuatan substrat untuk produksi biomassa sel khamir R1 dan R2, Ubi jalar dicuci, kemudian dipotong-dipotong berbentuk dadu, lalu dimasukkan ke dalam dandang berisi 10 L air mendidih dan dipanaskan selama 20 menit. Rebusan ubi jalar dimasukkan ke dalam galon dengan cara disaring menggunakan kain kasa 4 lapis, lalu ditambahkan air mendidih hingga mencapai volume 18 liter. Prosedur yang sama juga dilakukan pada ubi kayu tanpa kulit.

Peremajaan isolat khamir R1 dan R2

Isolat khamir R1 dan R2 diperoleh dari koleksi Laboratorium Nutrisi, Reproduksi dan Kesehatan Ternak, PATIR, BATAN sebagai kultur stok. Peremajaan dilakukan dengan cara sebanyak 1 ose isolat khamir R1 dan R2 dari kultur stok diinokulasikan ke PDA miring, kemudian diinkubasi pada suhu kamar selama 1 hari.

Pembuatan inokulum

Inokulum I, Inokulum I dibuat dengan cara menginokulasikan sebanyak 3 ose isolat khamir R1 dari media PDA miring berumur 1 hari ke dalam 30 ml PDB. Kultur diinkubasi pada *inkubator shaker* pada suhu kamar dengan agitasi 120 rpm selama 1 hari. Selanjutnya, jumlah sel dihitung dengan metode penghitungan mikroskopis langsung. Hasil penghitungan jumlah sel digunakan untuk mengetahui volume inokulum yang akan diinokulasikan ke dalam tahapan inokulum selanjutnya. Prosedur yang sama juga dilakukan untuk isolat khamir R2.

Cara penghitungan volume yang akan diinokulasikan sebagai berikut:

$$(V_n) (X_n) = (10\% V_n) \cdot (10^6 \text{ sel/ml})$$

Keterangan:

V_n = volume inokulum yang akan diinokulasikan

X_n = jumlah sel inokulum

V_n = volume kultur yang akan diinokulasi

Inokulum II-IV, Inokulum II-IV dibuat dengan cara menginokulasikan isolat khamir sebanyak volume yang telah dihitung dari tahapan inokulum sebelumnya, kemudian diinkubasi pada suhu kamar dengan agitasi 120 rpm. Inokulum II diinkubasi selama satu hari, inokulum III

diinkubasi selama 2 hari, dan inokulum IV diinkubasi selama 4 hari.

Produksi biomassa pada fermentor tipe air-lift skala 18 liter

Sebanyak volume yang telah dihitung dari inokulum IV diinokulasikan ke dalam 18 L ekstrak ubi jalar atau ubi kayu di dalam fermentor tipe *air-lift* skala 18 liter kemudian diinkubasi dengan menggunakan aliran udara sebagai pengaduk. Aerator yang digunakan memiliki kecepatan 0,5 L/menit, sehingga pada fermentor tersebut memiliki kecepatan aerasi $0,03 \text{ vv}^{-1} \text{ m}^{-1}$.

Pengambilan data

Pengambilan sampel dilakukan setiap 24 jam sekali. Sampel diambil sebanyak $\pm 13 \text{ ml}$ untuk menentukan nilai pH, bobot biomassa, dan konsentrasi glukosa dalam substrat. Nilai pH diukur menggunakan pH-meter. Bobot biomassa dihitung dengan cara mensentrifus 10 ml sampel, kemudian padatan dikeringkan dalam oven selama 12 jam, lalu dimasukkan ke dalam desikator selama 1 jam, selanjutnya ditimbang bobot biomasanya.

Supernatan hasil sentrifugasi digunakan sebagai sampel untuk pengukuran konsentrasi glukosa yang dianalisis dengan metode Somogyi-Nelson. Laju produksi biomassa dinyatakan dalam perubahan produksi biomassa tiap hari.

$$P_n = \frac{(B_n) - (B_{n-1})}{t}$$

Keterangan:

P_n = laju produksi biomassa pada hari ke- n (g/L/hari)

B_n = produksi biomassa pada hari ke- n (g/L)

t = waktu (hari)

Laju konsumsi glukosa dinyatakan dalam perubahan konsentrasi glukosa tiap harinya.

$$K_n = \frac{(G_{n-1}) - (G_n)}{t}$$

Keterangan:

K_n = laju konsumsi glukosa pada hari ke- n (g/L/hari)

G_n = konsentrasi glukosa pada hari ke- n (g/L)

t = waktu (hari)

Perolehan *yield* x/s dihitung dengan membandingkan jumlah biomassa yang terbentuk dengan jumlah glukosa yang dikonsumsi.

$$Y_{x/s} = \frac{dX}{dS}$$

Keterangan:

$Y_{x/s}$ = *yield* x/s

dX = jumlah biomassa yang terbentuk (g)

dS = jumlah glukosa yang dikonsumsi (g)

Efisiensi produksi biomassa dihitung dengan membandingkan perolehan *yield* x/s hasil penelitian dengan nilai konversi teoritisnya yaitu *yield Saccharomyces cerevisiae* dalam substrat glukosa sebesar 0,5 g/g dalam satuan persen.

$$E = \frac{Y_{x/s}}{0,5} \times 100\%$$

Keterangan:

E = efisiensi (%)

$Y_{x/s}$ = *Yield* x/s hasil penelitian (g/g).

Analisis data

Data produksi biomassa, laju produksi biomassa dan konsumsi glukosa, perolehan *yield* x/s, dan efisiensi produksi diuji menggunakan uji T untuk dua sampel bebas (*independent sample T Test*) untuk mengetahui adanya perbedaan pada parameter produk biomassa, laju produksi biomassa dan konsumsi glukosa, perolehan *yield* x/s, dan efisiensi produksi biomassa antara khamir R1 dan R2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan produksi biomassa sel khamir R1 dan R2. Khamir R1 dan R2 merupakan isolat khamir yang paling dominan hasil isolasi dari cairan rumen kerbau (Sugoro et al. 2005). Bahan baku yang digunakan untuk produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 adalah ubi jalar dan ubi kayu. Bahan tersebut digunakan sebagai substrat pertumbuhan sel khamir R1 dan R2 karena adanya kandungan gula di dalam umbi. Ubi jalar atau ubi kayu yang digunakan masing-masing sebanyak 300 g untuk tiap 1 L substrat. Takaran tersebut sesuai dengan penelitian Sugoro dan Mellawati (2004). Hal ini sesuai pada pembuatan PDA untuk pembuatan substrat dalam Bridson (1998) dengan menggunakan bahan kentang.

Pembuatan substrat dilakukan dengan merebus ubi kayu atau ubi jalar menggunakan air. Tahapan ini bertujuan untuk memperoleh gula dari ubi kayu atau ubi jalar. Tahapan pemisahan larutan ekstrak dari rafinat dilakukan dengan cara filtrasi menggunakan kain kasa 4 lapis. Larutan ekstrak inilah yang digunakan sebagai substrat untuk pertumbuhan khamir R1 dan R2.

Produksi biomassa khamir dalam skala besar tidak dapat dilakukan secara langsung dari volume kecil ke volume besar. Pada penelitian ini, inokulum dibuat dalam 4 tahapan yaitu inokulum I, II, II, dan IV. Peningkatan volume pada keempat tahapan inokulum tersebut berturut-turut 30 ml PDB, 30 ml, 300 ml, dan 1 L ekstrak ubi jalar atau ubi kayu.

Sesuai dengan penelitian Sugoro dan Mellawati (2004), inokulum yang diinokulasikan ke dalam substrat sebesar 10% (v/v). Rajoka et al. (2006) dalam penelitiannya menggunakan *Candida utilis* dengan memindahkan 10% (v/v) inokulum substrat produksi. Pada penelitian ini, volume inokulum yang digunakan adalah 10% (v/v) untuk 10⁶ sel/ml inokulum. Produksi dilakukan dengan menggunakan fermentor tipe *air-lift* skala 18 liter. Dari fermentor tersebut dianalisis produksi biomassa, laju rata-rata produksi biomassa dan konsumsi glukosa, perolehan *yield* x/s, serta efisiensi produksi biomassa.

Produksi biomassa sel khamir R1 dan R2

Produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 dalam substrat ekstrak ubi jalar dan ekstrak ubi kayu dalam fermentor tipe *air-lift* skala 18 liter diukur dalam bobot kering biomassa sel per satuan volume. Hasil produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 dapat dilihat pada Tabel 1.

Produksi biomassa sel khamir R1 dalam substrat ekstrak ubi jalar sebesar 0,68 g/L, dicapai pada inkubasi hari ke-2. Pada inkubasi hari ke-6, isolat khamir R2 baru

menghasilkan biomassa tertinggi, yaitu sebesar 0,83 g/L. Produksi biomassa sel khamir pada substrat ekstrak ubi kayu sebesar 0,63 g/L untuk R1 dan 0,88 g/L untuk R2 yang dicapai setelah inkubasi selama 9 hari. Produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 pada tiap hari inkubasi dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2. Dari gambar tersebut terlihat bahwa kisaran produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 dalam ekstrak ubi jalar berturut-turut 0,24-0,65 g/L dan 0,17-0,83 g/L. Rata-rata produksi biomassa tiap hari mencapai 0,56 g/L untuk khamir R1 dan 0,57 g/L untuk khamir R2.

Pada produksi menggunakan substrat ekstrak ubi kayu, kisaran produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 berturut-turut 0,16-0,63 g/L dan 0,18-0,88 g/L. Rata-rata produksi biomassa tiap hari mencapai 0,46 g/L untuk khamir R1 dan 0,58 g/L untuk khamir R2. Produksi biomassa khamir R1 lebih kecil daripada R2, baik pada substrat ekstrak ubi jalar maupun ekstrak ubi kayu.

Berdasarkan hasil uji T, rata-rata produksi biomassa sel antara khamir R1 dan R2 tidak berbeda nyata, baik pada substrat ekstrak ubi jalar maupun ubi kayu. Namun demikian, khamir R1 dan R2 menghasilkan biomassa yang lebih tinggi dalam substrat ekstrak ubi jalar dalam waktu yang lebih singkat daripada dalam substrat ekstrak ubi kayu.

Pengukuran biomassa, selain untuk mengetahui produksi biomassa sel khamir R1 dan R2, juga dapat digunakan untuk mengetahui pertumbuhan khamir. Susanto et al. (1992) mengatakan bahwa pertumbuhan dapat dinyatakan sebagai peningkatan massa sel. Pencapaian biomassa tertinggi yang lebih cepat dari khamir R1 dibandingkan R2 pada substrat ekstrak ubi jalar menunjukkan khamir R1 lebih cepat memanfaatkan substrat untuk pertumbuhannya.

Parameter yang paling mudah untuk mengetahui aktivitas pertumbuhan mikroorganisme adalah perubahan pH (Sugoro dan Pikoli 2004). Pada awal inkubasi, pH isolat khamir R1 dan R2 mengalami penurunan dengan sangat cepat dibandingkan waktu-waktu berikutnya. Penurunan pH disebabkan oleh adanya produksi asam-asam seperti asam laktat dan asam piruvat hasil fermentasi gula oleh khamir dalam kondisi aerob. Kenaikan pH substrat terjadi karena adanya pemanfaatan protein oleh khamir sebagai bahan nutrisi dengan hasil samping berupa amonia (Walker 1997). Hasil pengukuran pH menunjukkan bahwa kisaran pH khamir R1, baik pada substrat ekstrak ubi jalar maupun ekstrak ubi kayu, lebih rendah (4,05-4,65 dan 3,65-4,36) daripada khamir R2 (4,29-4,90 dan 4,13-4,95). Hal ini menunjukkan bahwa khamir R1 lebih banyak menghasilkan asam hasil metabolisme glukosa dalam substrat.

Kisaran pH dalam proses produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 setelah hari ke-1 adalah 4,90-4,05 dalam substrat ekstrak ubi jalar dan 4,95-3,65 dalam substrat ekstrak ubi kayu. Nilai pH optimum untuk pertumbuhan khamir berkisar antara 4,0-6,5. Dengan demikian, proses produksi biomassa tersebut berlangsung dalam kisaran pH optimum untuk pertumbuhan khamir. Pada pH optimumnya, khamir dapat tumbuh secara optimum.

Nilai pH lingkungan mempengaruhi kinerja dinding sel dalam mentranspor bahan-bahan dalam substrat untuk dimanfaatkan di dalam sel khamir. Nilai pH kultur bahan probiotik ini sangat penting untuk diamati karena berperan dalam proses metabolisme selanjutnya di dalam rumen. Salah satu pengaruh probiotik khamir dalam rumen adalah menstabilkan pH rumen (Sugoro et al. 2005).

Laju produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 serta laju konsumsi glukosa

Laju produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 merupakan peningkatan produk berupa biomassa seiring dengan meningkatnya waktu. Laju konsumsi glukosa merupakan perubahan konsentrasi glukosa substrat seiring dengan meningkatnya waktu. Laju rata-rata produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 serta laju konsumsi glukosa dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa laju rata-rata produksi biomassa dan konsumsi glukosa substrat ekstrak ubi jalar berturut-turut sebesar 0,04 g/L/hari dan 0,86 g/L/hari untuk khamir R1, serta 0,06 g/L/hari dan 0,51 g/L/hari untuk khamir R2. Laju rata-rata produksi biomassa sel khamir R1 lebih rendah daripada R2, namun laju konsumsi glukosa lebih tinggi. Hal ini menunjukkan ketidakefisienan penggunaan glukosa dalam substrat ekstrak ubi jalar untuk produksi biomassa terutama oleh khamir R1. Susanto et al. (1992) menyatakan bahwa selain untuk pertumbuhan sel, substrat juga digunakan untuk pemeliharaan sel dan pembentukan produk metabolit.

Pada produksi menggunakan substrat ekstrak ubi kayu, laju rata-rata produksi biomassa dan konsumsi glukosa berturut-turut sebesar 0,05 g/L/hari dan 0,19 g/L/hari untuk khamir R1, serta 0,08 g/L/hari dan 0,28 g/L/hari untuk khamir R2. Rendahnya laju rata-rata produksi biomassa R1 dibandingkan R2 seiring dengan rendahnya laju konsumsi glukosa.

Berdasarkan hasil uji T untuk dua sampel bebas, laju rata-rata produksi biomassa dan konsumsi glukosa antara khamir R1 dan R2 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Pada penelitian ini, perubahan konsentrasi glukosa dalam substrat tidak stabil. Gambar 3 menunjukkan produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 dengan ketidakstabilan konsentrasi glukosa. Hal ini terjadi karena substrat yang digunakan memiliki kandungan gula yang beragam, namun pada penelitian ini, analisis gula hanya dilakukan pada gula pereduksi yaitu glukosa. Duke (1983) mengatakan bahwa umbi ubi jalar mengandung sukrosa dan gula-gula pereduksi. Khamir mampu memecah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa (Bekatorou et al. 2006). Oleh karena itu, konsentrasi glukosa pada titik tertentu tinggi karena terjadi penambahan hasil pemecahan sukrosa oleh khamir.

Perolehan *Yield* x/s sel khamir R1 dan R2

Perolehan *yield* sel khamir R1 dan R2 dinyatakan sebagai biomassa yang terbentuk per satuan substrat yang dikonsumsi. Perolehan *yield* x/s sel khamir R1 dalam produksi biomassa menggunakan substrat ekstrak ubi jalar dan ubi kayu dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. Produksi biomassa sel khamir R1 dan R2.

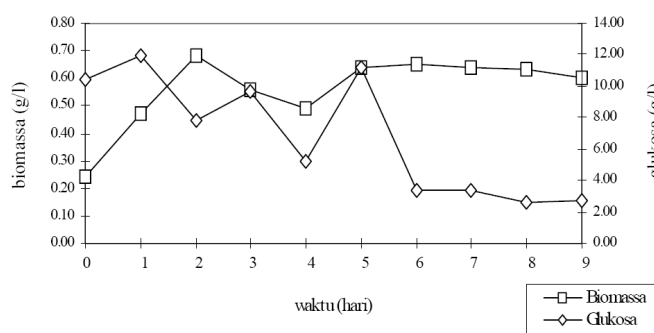
Substrat	Isolat khamir	Biomassa tertinggi		Biomassa rata-rata (g/L)
		Biomassa (g/L)	Waktu (hari)	
Ekstrak ubi jalar	R1	0,68	2	$0,56 \pm 0,13$
	R2	0,83	6	$0,57 \pm 0,21$
Ekstrak ubi kayu	R1	0,63	9	$0,48 \pm 0,13$
	R2	0,88	9	$0,58 \pm 0,21$

Tabel 2. Laju produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 serta laju konsumsi glukosa dalam substrat ekstrak ubi jalar dan ekstrak ubi kayu.

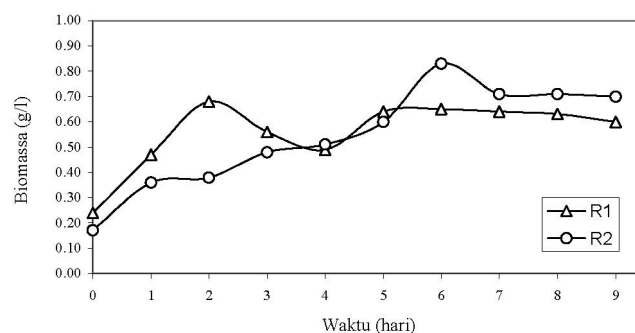
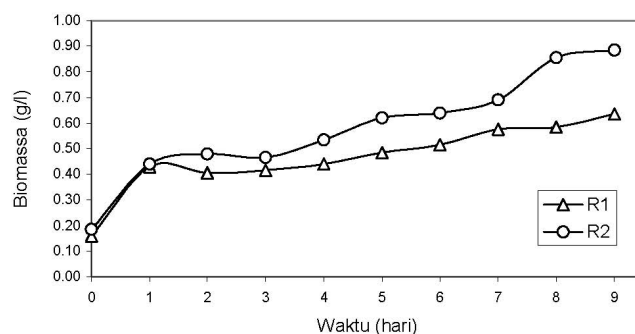
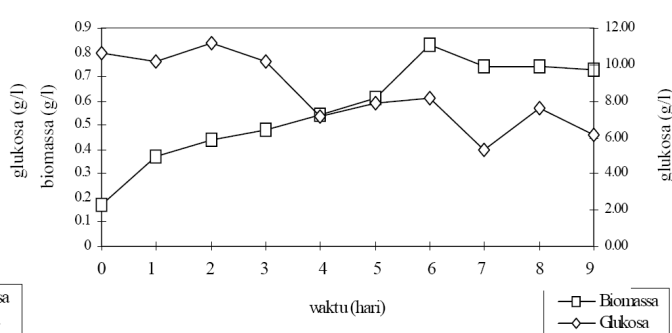
Substrat	Isolat khamir	Laju rata-rata produksi biomassa (g/L/hari)	Laju rata-rata konsumsi glukosa (g/L/hari)
Ekstrak ubi jalar	R1	$0,04 \pm 0,13$	$0,86 \pm 4,09$
	R2	$0,06 \pm 0,09$	$0,51 \pm 1,77$
Ekstrak ubi kayu	R1	$0,05 \pm 0,09$	$0,19 \pm 0,66$
	R2	$0,08 \pm 0,08$	$0,28 \pm 0,93$

Tabel 3. Perolehan *yield* x/s sel khamir R1 dan R2 *yield* x/s tertinggi

Substrat	Isolat khamir	Yield x/s (g/L)	Waktu (hari)
Ekstrak ubi jalar	R1	0,43	3
	R2	0,61	3
Ekstrak ubi kayu	R1	0,29	7
	R2	0,31	7

Tabel 4. Efisiensi produksi biomassa sel khamir R1 dan R2

Substrat	Isolat khamir	Efisiensi (%)
Ekstrak ubi jalar	R1	86,23
	R2	122,34
Ekstrak ubi kayu	R1	57,46
	R2	61,18

**Gambar 1.** Produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 dalam substrat ekstrak ubi jalar dalam fermentor tipe *air-lift* skala 18 liter**Gambar 2.** Produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 dalam substrat ekstrak ubi kayu dalam fermentor tipe *air-lift* skala 18 liter**Gambar 3.** Bobot biomassa dan konsentrasi glukosa substrat. A) Khamir R1, B) khamir R2 pada substrat ekstrak ubi jalar

Perolehan *yield* x/s merupakan koefisien perolehan biomassa yang menggambarkan perbandingan antara

jumlah biomassa yang terbentuk dengan jumlah substrat yang dikonsumsi (Susanto et al. 1992). Perolehan *yield* x/s

tertinggi untuk isolat khamir R1 dan R2 dalam substrat ekstrak ubi jalar berturut-turut sebesar 0,43 g/g dan 0,61 g/g. Hasil ini dicapai setelah 3 hari inkubasi. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan *yield x/s* isolat khamir R1 dan R2 menggunakan substrat ubi kayu yaitu 0,29 g/g untuk isolat khamir R1 dan 0,31 g/g untuk khamir R2. Hasil tersebut dicapai pada inkubasi hari ke-7. Khamir R1 dan R2 dalam substrat ekstrak ubi jalar menghasilkan *yield x/s* lebih tinggi dan lebih cepat daripada dalam substrat ekstrak ubi kayu karena kandungan glukosa pada substrat ekstrak ubi jalar lebih tinggi (11,17 g/L) dibandingkan substrat ekstrak ubi kayu (3,94 g/L). Khamir menggunakan gula sederhana terlebih dahulu untuk pertumbuhannya.

Berdasarkan hasil uji T, rata-rata *yield x/s* khamir R1 dan R2 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Hal ini berarti tidak terdapat perbedaan hasil yang diperoleh antara khamir R1 dan R2 dalam produksi biomassa menggunakan substrat ekstrak ubi jalar dan ubi kayu.

Secara umum, perolehan *yield x/s* khamir R1 dan R2 lebih rendah dibandingkan hasil penelitian Van Hoek et al. (1998) dan Rajoka et al. (2006). Van Hoek et al. (1998) dalam penelitiannya menggunakan substrat glukosa menghasilkan *yield* sebesar 0,49 g/g. Sementara itu, Rajoka et al. (2006) dengan menumbuhkan *Candida utilis* menghasilkan *yield* sebesar 0,65 g/g.

Secara teori, perolehan *yield x/s Saccharomyces cerevisiae* dalam substrat glukosa adalah sebesar 0,5 g/g (Susanto et al. 1992). Jika perolehan *yield x/s* tersebut 0,5 g/g maka terdapat sejumlah substrat yang tidak terukur. Jika perolehan *yield x/s* di bawah 0,5 g/g maka penggunaan substrat untuk membentuk biomassa lebih sedikit dibandingkan penggunaan untuk kebutuhan sel yang lain seperti pemeliharaan sel dan pembentukan produk metabolit.

Efisiensi produksi biomassa sel khamir R1 dan R2

Efisiensi produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 merupakan perbandingan nilai *yield x/s* dari hasil percobaan dengan nilai konversi secara teoritisnya, yaitu produksi biomassa *Saccharomyces cerevisiae* dalam substrat glukosa 0,5 g/g. Efisiensi produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 dapat dilihat pada Tabel 4, berturut-turut 86,23% dan 122,34%. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan produksi biomassa menggunakan substrat ekstrak ubi kayu. Efisiensi produksi untuk isolat khamir R1 adalah 57,46% dan 61,18% untuk isolat khamir R2. Hasil tersebut menunjukkan bahwa produksi biomassa sel khamir R2 dengan menggunakan substrat ekstrak ubi jalar merupakan proses produksi yang paling efisien (122,34%). Nilai tersebut merupakan nilai konversi *yield x/s* hasil penelitian ini berdasarkan nilai secara teoritis dengan menggunakan substrat glukosa murni. Sementara itu pada penelitian ini, substrat yang digunakan memiliki komposisi yang kompleks.

Nilai efisiensi yang lebih besar dari 100% menunjukkan adanya penambahan kandungan glukosa yang digunakan oleh khamir selama proses produksi biomassa. Penambahan kandungan glukosa dalam substrat terjadi karena kandungan substrat yang kompleks. Adanya penurunan pH yang menjadikan kondisi substrat menjadi

asam menyebabkan terjadinya pemecahan pati di dalam substrat. Pemecahan pati dalam kondisi asam menghasilkan gula sederhana yang dapat digunakan oleh khamir.

Berdasarkan hasil uji T, tidak terdapat perbedaan efisiensi produksi antara khamir R1 dan R2. Hal ini berarti efisiensi produksi biomassa sel khamir R1 menggunakan substrat ekstrak ubi jalar dan ubi kayu dalam fermentor *air-lift* sama dengan efisiensi produksi biomassa sel khamir R2.

Efisiensi proses dapat digunakan untuk menilai kinerja fermentor yang digunakan (Susanto et al. 1992). Fermentor yang digunakan dalam proses produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 pada penelitian ini adalah fermentor tipe *air-lift*. Fermentor tipe *air-lift* sesuai untuk memproduksi biomassa mikroorganisme uniseluler (Nedovic et al. 1999) dan dapat menekan biaya produksi karena ketidakhadiran sistem agitasi secara mekanik.

Fermentor tipe *air-lift* dititikberatkan pada sistem pengadukan dan aerasi tanpa menggunakan pengaduk mekanik. Pengadukan pada fermentor tersebut menggunakan aliran udara melalui pipa yang dimasukkan ke dalam fermentor. Pengadukan terjadi karena adanya sirkulasi udara di dalam fermentor (McNeil dan Harvey 1990).

Berdasarkan hasil percobaan, aerator yang digunakan pada produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 memiliki kecepatan 0,5 liter per menit. Aerator tersebut mampu mengaduk fermentor dengan kecepatan aerasi $0,03 \text{ vv}^{-1}\text{m}^{-1}$. Penelitian yang dilakukan oleh Oterstedt et al. (2004) menggunakan aliran udara rata-rata 0,75 liter per menit. Kecepatan aerasi pada penelitian ini sangat kecil dibandingkan penelitian Assa dan Bar (2004) yang menggunakan aerasi $0,1-1,45 \text{ vv}^{-1}\text{m}^{-1}$ dalam memproduksi biomassa khamir menggunakan fermentor *air-lift*. Aerasi yang sangat kecil mengakibatkan suplai oksigen bagi aktivitas metabolik khamir sangat sedikit. Hal ini dapat mempengaruhi pertumbuhan isolat khamir dalam fermentor.

Nilai efisiensi proses dapat digunakan sebagai bahan kajian ekonomi yang menyatakan hubungan antara jumlah bahan baku dan harganya dengan jumlah produk yang diperoleh (Susanto et al. 1992). Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi biomassa khamir R1 dan R2 menggunakan substrat ekstrak ubi jalar memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan ubi kayu. Secara ekonomi, ubi kayu lebih murah daripada ubi jalar, namun ubi kayu lebih susah dalam penanganannya karena memiliki kandungan pati yang tinggi, sehingga proses produksi biomassa khamir menggunakan ubi kayu lebih lama dibandingkan dengan ubi jalar. Oleh karena itu, berdasarkan hasil penelitian ini, produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 menggunakan substrat ekstrak ubi jalar lebih efisien dibandingkan dengan menggunakan ubi kayu.

Pada substrat ekstrak ubi jalar, efisiensi produksi biomassa khamir R2 lebih tinggi dibandingkan R1. Dengan demikian, pada penelitian ini, produksi biomassa yang paling efisien adalah produksi biomassa khamir R2 menggunakan substrat ekstrak ubi jalar. Kesimpulan ini juga didukung oleh hasil penelitian Sugoro et al. (2005)

yang menyimpulkan bahwa khamir yang memiliki potensi paling baik sebagai bahan probiotik adalah khamir R2.

Produksi biomassa khamir R1 dan R2 dalam skala besar menggunakan fermentor tipe *air-lift* bertujuan untuk memperoleh bahan pembuatan probiotik untuk ternak ruminansia. Probiotik khamir R1 dan R2 dibuat dengan cara mencampur keseluruhan kultur dengan dedak. Tidak dilakukan pemanenan atau pemurnian biomassa sel khamir dalam pembuatan bahan probiotik tersebut, oleh karenanya proses produksi biomassa khamir R1 dan R2 dilakukan dalam sistem kultur *batch*. Dedak dan kandungan substrat yang tersisa tersebut dapat digunakan oleh khamir untuk tetap bertahan hidup sebagai probiotik untuk ternak ruminansia.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 pada substrat ekstrak ubi jalar dan ubi kayu berturut-turut 0,65 g/L; 0,83g/L; 0,63 g/L; dan 0,88 g/L. Produksi biomassa antara khamir R1 dan R2 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, baik pada ekstrak ubi jalar maupun ubi kayu. Laju produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 serta konsumsi glukosa pada substrat ekstrak ubi jalar dan ubi kayu berturut-turut sebesar 0,04 g/L/hari dan 0,86 g/L/hari; 0,06 g/L/hari, dan 0,51 g/L/hari; 0,05 g/L/hari dan 0,19 g/L/hari; 0,08 g/L/hari dan 0,28 g/L/hari. Laju produksi biomassa dan konsumsi glukosa antara khamir R1 dan R2 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, baik pada substrat ekstrak ubi jalar maupun ubi kayu. Perolehan *yield* x/s khamir R1 dan R2 pada substrat ekstrak ubi jalar dan ubi kayu berturut-turut sebesar 0,43 g/g; 0,61 g/g; 0,29 g/g; dan 0,31 g/g. Perolehan "*yield*" x/s antara khamir R1 dan R2 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, baik pada substrat ekstrak ubi jalar maupun ubi kayu. Efisiensi produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 pada substrat substrat ubi jalar dan ubi kayu berturut-turut sebesar 86,23%; 122,34%; 57,46%; dan 61,18%. Efisiensi produksi biomassa antara khamir R1 dan R2 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, baik pada substrat ekstrak ubi jalar maupun ubi kayu.

DAFTAR PUSTAKA

- Assa A, Bar R. 2004. Biomass axial distribution in air-lift bioreactor with yeast and plant cell. *Biotechnol Bioeng* 38 (11): 1325-1330.
- Bekatorou A, Psarianos C, Koutinas AA. 2006. Production of food grade yeasts. *Food Technol Biotechnol* 44 (3): 407-415.
- Bridson EY. 1998. The oxford manual. 8th edition. Oxford Limited, London.
- Deacon J. 1997. The microbial word: Yeast and like yeast fungi. Institute of Cell and Molecular Biology, The University of Edinburgh, Edinburgh.
- Duke JA. 1983. Handbook of energy crops: *Ipomoea batatas* (L.) Lam. www.hort.purdue.edu. [21 Mei 2006].
- Fuller J. 1992. Probiotics, The scientific basics. Chapman dan Hill, London.
- Havenaar R, Jos HJ. 1992. Probiotic: A general view. In: Wood BJB (ed). The Lactic Acid Bacteria in Health and Disease. Chapman and Hill, London.
- McNeil B, Harvey LM. 1990. Fermentation: A practical approach. IRL Press, New York.
- Nedovic VA, Cukalovic IL, Vunjak-Novakovic. 1999. Immobilized Cell Technology (ICT) in beer fermentation-A possibility for environmentally sustainable and cost-effective process. www.icub.bg.ac.yu. [12 Mei 2006].
- Otterstedt K, Larson C, Bill RM et al. 2004. Switching the mode of metabolism in the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *EMBO Reports* 5 (5): 532-537.
- Pelczar MJ Jr, Chan ECS. 1988. Dasar-dasar Mikrobiologi 2. UI Press, Jakarta.
- Rajoka MI, Khan SH, Jabbar MA et al. 2006. Kinetics of batch single cell protein production from rice polishings with *Candida utilis* in continuously aerated tank reactors. *Bioresour Technol* 97 (15): 1934-1941.
- Rubatzky EV, Mas Y. 1998. Sayuran dunia I. Edisi kedua. ITB Press, Bandung.
- Saragih B. 2000. Tropical animal production. Prosiding Pertemuan Ilmiah Internasional Tropical Animal Production Ketiga. UGM Press, Yogyakarta.
- Spencer JFT, Spencer DM. 1997. Yeast: In natural and artificial habitat. Springer Verlag Berlin Heidelberg, New York.
- Sugoro I, Gobel I, Lelaningtyas N. 2005. Probiotik khamir terhadap fermentasi dalam cairan rumen secara in vitro. Prosiding Apisora P3TIR-BATAN. P3TIR-BATAN, Jakarta.
- Sugoro I, Mellawati J. 2004. Pengaruh penambahan molases pada media ubi jalar terhadap pertumbuhan isolat khamir R1 dan R110 untuk bahan probiotik ternak ruminansia. *Jurnal Saintika* 35-60.
- Sugoro I, Pikoli M. 2004. Isolasi dan seleksi khamir mutan dari cairan rumen kerbau sebagai bahan probiotik. Laporan Penelitian. P3TIR-BATAN, Jakarta.
- Susanto H, Adhi TP, Suryo W. 1992. Buku dan monograf rekayasa bioproses. PAU Bioteknologi ITB, Bandung.
- Van Hoek P, Van Dijken JP, Pronk JT. 1998. Effect of specific growth rate on fermentative capacity of Baker's yeast. *Appl Environ Microbiol* 64 (11): 4226-4233.
- Walker GM. 1997. Yeast physiology and biotechnology. John Wiley and Sons, Chister.

Pengaruh suplementasi getah pepaya (*Carica papaya*) dalam ransum terhadap performa kelinci *New Zealand White* jantan

The effect of papaya (*Carica papaya*) sap supplementation in ration on performance of male *New Zealand White* rabbit

PRAMUWIDHI PEKIK WICAKSONO, Y.B.P. SUBAGYO, LUTOJO

Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126, Jawa Tengah

Manuskrip diterima: 4 Februari 2008. Revisi disetujui: 25 Februari 2008.

Abstract. Wicaksono PP, Subagyo YBP, Lotojo. 2008. The effect of papaya (*Carica papaya*) sap supplementation in ration on performance of male *New Zealand White* rabbit. *Biofarmasi* 6: 16-21. This research aimed to determine the effect of papaya (*Carica papaya*) sap supplementation on male *New Zealand White* rabbit performance. The research was conducted at Balai Pembibitan dan Budidaya Ternak Non Ruminansia (BPBTNR), located in Balekambang, Surakarta from 23 April to 18 June 2007. This research used 16 male *New Zealand White* rabbits divided into four treatments and four replicates, each repetition used a single rabbit. The design used was a Completely Randomized Design (CRD) with unbalanced data. The treatment given was 60% forage, 40% concentrate with papaya (*Carica papaya*) sap supplementation in feed, consisted of without papaya sap (P_0), feed with papaya sap 0.2 g/rabbit (P_1), feed with papaya sap 0.4 g/rabbit (P_2), and feed with papaya sap 0.6 g/rabbit (P_3). The research variables observed were feed consumption, daily weight gain, feed conversion, and feed efficiency. The results of research showed that papaya sap supplementation up to 0.6 g/rabbit did not increase feed consumption, daily weight gain, feed efficiency and did not decrease feed conversion.

Keywords: *Carica papaya*, *New Zealand White*, papaya sap, performance, rabbit

PENDAHULUAN

Daging merupakan salah satu sumber protein hewani dengan kandungan asam amino esensial yang lengkap. Ternak kelinci merupakan salah satu komoditas peternakan yang dapat menghasilkan daging dengan kadar protein yang tinggi. Kadar protein dalam daging kelinci lebih tinggi dibandingkan daging sapi dan domba. Kandungan protein daging kelinci sebesar 20,7%, sedangkan daging sapi 19,3% dan domba 18,7%. Kadar lemak daging kelinci lebih rendah yaitu hanya 6,2%, sedangkan kadar lemak daging sapi mencapai 18,3% dan domba 17,5%.

Kandungan protein pada pakan memegang peranan penting dalam usaha peternakan, terutama usaha peternakan yang bergerak di bidang penggemukan. Protein diperlukan sebagai material untuk pembentukan jaringan, antara lain jaringan tubuh yang tersusun atas protein, dimana protein tersebut berasal dari protein dalam pakan yang dikonsumsi. Selama proses pencernaan, protein yang dikonsumsi akan dipecah menjadi asam amino dan diserap tubuh, kemudian disusun kembali menjadi protein jaringan dengan proporsi kandungan asam amino yang berbeda dengan kandungan protein pakan yang dikonsumsi (Suprijatna et al. 2005).

Salah satu upaya untuk menunjang keberhasilan ternak kelinci adalah dengan pemberian pakan yang dapat memenuhi kebutuhan kelinci. Usaha untuk meningkatkan kualitas pakan yaitu dengan memperhatikan kandungan protein pada pakan. Ada berbagai cara untuk meningkatkan

penyerapan protein pada pakan, salah satunya dengan menambahkan getah pepaya. Tanaman pepaya (*Carica papaya*) tersebar hampir di seluruh dunia (Kalie 2003). Di beberapa tempat, pepaya dimanfaatkan dengan menyadap getahnya.

Getah pepaya mengandung enzim proteolitik yang disebut papain. Menurut Widodo (2005), getah pepaya memiliki aktivitas proteolitik. Namun, pepaya sebagai sumber enzim papain belum banyak dikembangkan untuk meningkatkan performa ternak kelinci. Berdasarkan hal tersebut, peneliti tertarik untuk meneliti pengaruh suplementasi getah pepaya terhadap performa kelinci *New Zealand White* jantan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suplementasi getah pepaya dalam ransum terhadap performa kelinci *New Zealand White* jantan, serta untuk mengetahui level suplementasi getah pepaya yang optimal meningkatkan performa kelinci *New Zealand White* jantan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Sub Dinas Peternakan, Balekambang, Surakarta selama 2 (dua) bulan yaitu pada tanggal 23 April hingga 18 Juni 2007. Analisis bahan pakan dilaksanakan di Laboratorium Makanan Ternak,

Program Studi Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Diponegoro, Semarang.

Alat dan Bahan

Kelinci yang digunakan adalah kelinci *New Zealand White* (NZW) jantan berjumlah 16 ekor dan berumur 2 bulan dengan kisaran bobot badan awal 713 ± 93 gram yang berasal dari Sub Dinas Peternakan, Balekambang, Surakarta.

Pakan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari hijauan dan konsentrat dengan perbandingan hijauan dan konsentrat 60:40. Hijauan terdiri dari jerami kacang tanah (rendeng) dan konsentrat komersial BR2 produksi PT. Japfa Comfeed, serta getah pepaya. Getah pepaya diperoleh dengan menyadap dari buah pepaya, yaitu dengan menggores buah dan menampung getah yang keluar dengan penampung. Getah yang diperoleh dari buah pepaya dicampur secara homogen dan dikeringkan dengan panas lampu pijar. Setelah kering, getah pepaya dihaluskan dan dicampurkan dalam konsentrat.

Kebutuhan nutrisi kelinci NZW jantan dapat dilihat pada Tabel 1, kandungan nutrisi bahan penyusun pakan dapat dilihat pada Tabel 2, dan susunan pakan beserta kandungan nutrisi pakan dapat dilihat pada Tabel 3.

Bahan lain yang digunakan adalah kandang *battery* berjumlah 16 buah dengan ukuran $0,5 \times 0,5 \times 0,5$ m³, dan setiap kandang berisi satu ekor kelinci. Selain itu juga disediakan satu buah kandang karantina untuk ternak yang sakit. Bahan yang digunakan untuk membuat kandang adalah bambu.

Sementara itu, peralatan kandang yang digunakan meliputi tempat pakan dan air minum yang terbuat dari plastik sebanyak 16 buah dan ditempatkan pada tiap kandang, termometer ruang untuk mengukur suhu dalam ruangan, timbangan *Kitchen Scale* dengan kapasitas 5 kg dengan kepekaan 20 gram untuk menimbang kelinci, pakan, dan sisa pakan, serta timbangan digital *Electronic Scale* kapasitas 3 kg dengan kepekaan 1 gram untuk menimbang getah pepaya dan konsentrat. Perlengkapan lain yang digunakan diantaranya meliputi sapu untuk membersihkan kandang, ember untuk menyiapkan minum kelinci, dan sabit untuk mencacah rendeng.

Metode penelitian

Macam penelitian

Penelitian tentang pengaruh suplementasi getah pepaya terhadap performa kelinci NZW jantan ini merupakan penelitian eksperimental.

Rancangan percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat macam perlakuan, setiap perlakuan terdiri dari empat ulangan, dan setiap ulangan terdiri dari satu ekor kelinci. Adapun perlakuan yang diberikan sebagai berikut:

P_0 = pakan basal

P_1 = pakan basal + getah pepaya 0,2 g/ekor

P_2 = pakan basal + getah pepaya 0,4 g/ekor

P_3 = pakan basal + getah pepaya 0,6 g/ekor

Tabel 1. Kebutuhan nutrisi kelinci pada masa pertumbuhan

Nutrisi	Kebutuhan
Digestible energi (MJ/kg)	8-10
Protein (%)	12-16
Lemak (%)	2-4
Serat kasar (%)	12-20

Sumber: Whendrato dan Madyana (1983)

Tabel 2. Kandungan nutrisi ransum untuk percobaan

Bahan pakan	Protein kasar	Serat kasar	Lemak kasar	DE* (MJ/kg)
Jerami kacang tanah	13,11	28,21	1,5	10,17
Konsentrat BR2	13,35	11,95	2,87	14,16

Sumber: Hasil Analisis Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Fapet UNDIP (2007)

*) Dihitung berdasarkan rumus hasil perhitungan berdasarkan Hartadi et al. (2005)

TDN = $77,07 \times (0,75 \times \%PK) \times (0,07 \times \%SK)$ (Tambunan et al. 1997)

DE legume (Mj) = $(4340 - 68 (\%SK)) \times (4,2/1000)$

DE (Mj) = $TDN \times 44 \times (4,2/1000)$ (NRC 1981)

Tabel 3. Susunan ransum perlakuan untuk kelinci

Bahan Pakan	P_0	P_1	P_2	P_3
Jerami kacang tanah (%)	60	60	60	60
Konsentrat (%)	40	40	40	40
Getah pepaya (g/ekor)	0	0,2	0,4	0,6
Kandungan nutrisi				
DE (MJ/kg)	11,76	11,76	11,76	11,76
PK (%)	13,20	13,20	13,20	13,20
LK (%)	2,05	2,05	2,05	2,05
SK (%)	21,70	21,70	21,70	21,70

Sumber: Hasil perhitungan berdasarkan Tabel 2

Cara kerja

Persiapan kandang

Kandang dan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terlebih dahulu dibersihkan, setelah itu dilakukan pengapuran pada dinding dan alas kandang. Kandang disemprot dengan menggunakan antiseptik L100 dengan dosis 12,5 ml dalam 1 liter air. Tempat pakan dan minum dicuci hingga bersih kemudian direndam dalam antiseptik L100 dengan dosis 12,5 ml dalam 1 liter air, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari, setelah kering dimasukkan ke dalam kandang.

Persiapan kelinci

Kelinci NZW jantan yang akan digunakan terlebih dahulu ditimbang untuk mengetahui berat badan awal kemudian dilakukan masa adaptasi selama 2 minggu agar terbiasa dengan kondisi lingkungan dan pakan perlakuan serta diberi obat cacing Albendasol dengan dosis 2,5 g/kg

bobot badan untuk menghilangkan cacing-cacing yang mungkin hidup di saluran pencernaan kelinci.

Penyediaan getah pepaya

Getah pepaya diperoleh dengan menyadap buah pepaya yang berasal dari wilayah Surakarta dan sekitarnya yang masih tergantung pada pohon. Buah pepaya yang dipilih tidak tergantung varietas, masih muda, dan berwarna hijau dengan diameter kurang lebih 10 cm. Penyadapan dilakukan pada pukul 06.00-08.00 WIB atau pada sore hari menjelang malam. Alat yang digunakan adalah pisau silet tahan karat (*stainless steel*) dan mangkok dari plastik atau kaca untuk menampung getah hasil penyadapan.

Penyadapan dilakukan dengan menyayat buah pepaya dari pangkal turun ke ujung buah sedalam 1-2 mm dengan satu buah disadap sebanyak enam sayatan. Getah yang terkumpul pada hari itu segera dikeringkan dengan menggunakan panas lampu pijar. Setelah kering, getah pepaya dihaluskan sehingga menjadi berbentuk serbuk.

Persiapan pakan perlakuan

Pakan yang diberikan berupa jerami kacang tanah (rendeng) dan konsentrat. Getah pepaya yang telah dijadikan serbuk dicampur sampai homogen dengan konsentrat sesuai dengan bagian masing-masing sesuai dengan tingkat perlakuan.

Pengambilan data

Pelaksanaan penelitian ini dibagi menjadi dua tahap yaitu tahap adaptasi dan tahap pengambilan data. Tahap pengambilan data meliputi penimbangan bobot badan awal, penimbangan pakan dan sisa pakan, serta penghitungan bobot badan akhir yang dilakukan selama enam minggu.

Pengambilan data

Konsumsi pakan, Dihitung dengan cara menimbang jumlah pakan yang diberikan, dikurangi dengan sisa pakan selama pemeliharaan dan dinyatakan dalam g/ekor/hari.

Konsumsi pakan = pakan yang diberikan – pakan yang tersisa

Pertambahan Bobot Badan Harian (PBBH), Merupakan selisih antara bobot badan awal dengan bobot badan akhir pemeliharaan kemudian dibagi dengan waktu penelitian, dinyatakan dalam g/ekor/hari.

$$PBBH = \frac{\text{bobot akhir} - \text{bobot awal}}{\text{Waktu Penelitian}}$$

Konversi pakan, Merupakan perbandingan antara jumlah konsumsi pakan dengan pertambahan berat badan harian selama penelitian.

$$\text{Konversi pakan} = \frac{\text{Konsumsi pakan}}{PBBH}$$

Efisiensi pakan, Efisiensi pakan diperoleh dengan cara membagi pertambahan bobot badan dengan konsumsi selama penelitian.

$$\text{Efisiensi Pakan} = \frac{\text{Pertambahan Berat Badan Harian}}{\text{Konsumsi Pakan}}$$

Analisis data

Data dianalisis dengan menggunakan analisis variansi berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan data tidak berimbang untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap peubah yang diukur. Model Matematika yang digunakan yaitu:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij} \text{ (Sastrosupadi 2007)}$$

Y_{ij} = nilai pengamatan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

μ = nilai tengah umum

T_i = pengaruh perlakuan ke-i

ϵ_{ij} = pengaruh galat percobaan dari perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsumsi pakan

Hasil pada Tabel 4 menunjukkan rata-rata konsumsi pakan pada perlakuan P_0 , P_1 , P_2 , dan P_3 berturut-turut yaitu 52,54; 50,71; 49,73; dan 50,10 g/ekor/hari. Tingkat rata-rata konsumsi pakan kelinci NZW jantan (dalam bahan kering) pada penelitian ini dapat dilihat dalam Gambar 1.

Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan terhadap konsumsi pakan kelinci berbeda tidak nyata ($P > 0,05$). Dengan demikian, hasil tersebut menunjukkan bahwa sampai taraf suplementasi getah pepaya 0,6 g/ekor dalam pakan tidak berpengaruh terhadap konsumsi pakan pada kelinci NZW jantan.

Konsumsi pakan yang berbeda tidak nyata diduga disebabkan suplementasi getah pepaya tidak mempengaruhi palatabilitas pakan. Menurut Kartadisastra (2001), palatabilitas merupakan sifat performansi bahan-bahan pakan yang dicerminkan sebagai akibat dari kondisi fisik dan kimiawi yang dimiliki oleh bahan-bahan yang dicerminkan oleh organoleptik seperti kenampakan, rasa, tekstur, dan warna. Hal inilah yang merangsang ternak untuk mengonsumsi pakan. Lebih lanjut Parakasi (1999) menjelaskan bahwa palatabilitas dapat digunakan untuk menggambarkan tingkat kesukaan ternak untuk memilih dan mengonsumsi pakan. Dalam penelitian ini, getah pepaya yang digunakan mempunyai sedikit aroma pepaya serta memiliki rasa relatif hambar dengan tekstur berbentuk serbuk berwarna putih krem. Pada penelitian ini, pemberian getah pepaya dilakukan dengan cara mencampur getah pepaya dengan konsentrat hingga homogen. Konsumsi pakan yang relatif sama diduga karena akibat suplementasi getah pepaya dalam konsentrat tidak merubah rasa, aroma, dan kenampakan, sehingga tidak berpengaruh terhadap palatabilitas pakan.

Pertambahan Berat Badan Harian

Hasil pada Tabel 5 menunjukkan rata-rata pertambahan berat badan harian pada perlakuan P_0 , P_1 , P_2 , dan P_3 berturut-turut yaitu 15,49; 13,77; 15,14; dan 14,38

g/ekor/hari. Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan terhadap pertambahan bobot badan harian pakan pada kelinci berbeda tidak nyata ($P>0,05$). Dengan demikian, hasil ini berarti sampai taraf suplementasi getah pepaya 0,6 g/ekor dalam pakan tidak berpengaruh pada pertambahan bobot badan harian kelinci NZW jantan. Hal ini diduga karena konsumsi pakan berbeda tidak nyata. Menurut Mugiyono dan Karmada (1989), konsumsi pakan yang relatif sama pada tiap perlakuan akan menyebabkan kandungan protein yang masuk sama, sehingga pertumbuhan yang dihasilkan pada tiap perlakuan relatif sama dan akhirnya mempengaruhi kandungan protein yang masuk ke dalam tubuh. Protein dalam tubuh digunakan untuk pertumbuhan dan berperan untuk kenaikan bobot badan ternak (Anggorodi 1990).

Gambar 2 menunjukkan bahwa pertambahan berat badan harian ternak kelinci NZW jantan pada setiap perlakuan relatif sama. Dalam pakan dengan perlakuan getah pepaya mengandung enzim papain yang berfungsi untuk memecah protein menjadi asam amino yang nantinya dapat dimanfaatkan secara optimal oleh ternak. Akan tetapi, sifat enzim papain antara lain dapat bekerja secara optimum pada suhu antara 50-60°C dan pH antara 5-7. Enzim papain bersifat stabil terhadap suhu tinggi dan pH mendekati netral, tetapi pada pH sangat asam (kurang dari 2), inaktivasi enzim berlangsung sangat cepat meskipun pada suhu 25°C (Muchtadi et al. 1992). Arrington dan Kelley (1976) menyebutkan bahwa pH pada lambung kelinci sekitar 1,9 dan memiliki suhu tubuh sekitar 38°C. Akibatnya, papain yang terkandung dalam getah pepaya pada pakan perlakuan yang dikonsumsi oleh ternak percobaan ketika sampai di lambung menjadi tidak optimal dalam memecah protein karena pH lambung yang terlalu asam.

Pertambahan berat badan harian (PBBH) pada kelinci NZW jantan selama penelitian sesuai dengan pendapat Cheeke et al. (1987), yaitu bahwa PBBH kelinci di daerah tropis berkisar antara 10-20 g/ekor/hari.

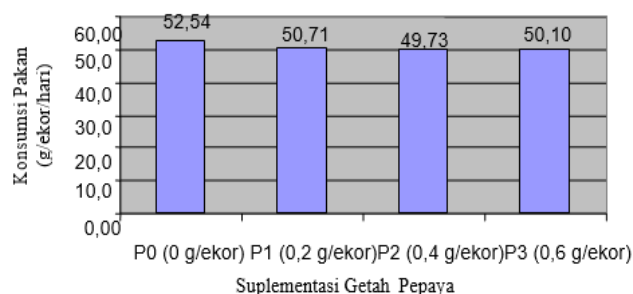
Konversi pakan

Rata-rata yang diperoleh selama penelitian untuk masing-masing perlakuan P_0 , P_1 , P_2 , dan P_3 berturut-turut yaitu 3,40; 3,53; 3,34; dan 3,51. Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa suplementasi getah pepaya sampai taraf 0,6 g/ekor dalam pakan menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata ($P>0,05$) terhadap konversi pakan kelinci NZW jantan. Dengan demikian, hasil tersebut berarti sampai taraf suplementasi getah pepaya 0,6 g/ekor dalam ransum tidak berpengaruh terhadap konversi pakan. Hal ini diduga suplementasi getah pepaya sampai taraf 0,6 g/ekor dalam pakan belum mampu mempengaruhi kualitas nutrisi pakan dibandingkan dengan kontrol (P_0), terbukti perlakuan getah pepaya yang diberikan tidak mempengaruhi pertambahan bobot badan harian (PBBH) dan konsumsi pakan kelinci NZW jantan. Hal ini diduga karena inaktivasi yang terjadi pada enzim papain menyebabkan enzim tersebut tidak mampu memecah protein yang selanjutnya menyebabkan kandungan protein yang masuk ke dalam tubuh relatif sama. Menurut Fianti (2004), protein merupakan nutrisi pakan yang paling penting untuk pembentukan sel-sel baru

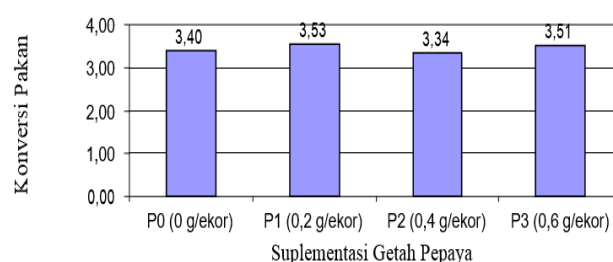
dan pembesaran ukuran sel sebagai akibat dari pertumbuhan bobot badan. Konsumsi pakan dan pertambahan bobot badan harian yang berbeda tidak nyata dalam penelitian ini menyebabkan nilai konversi yang berbeda tidak nyata. Menurut de Blas dan Wiseman (1998), dikatakan bahwa faktor yang mempengaruhi pakan kelinci adalah pertambahan bobot badan dan kandungan nutrisi pakan.

Efisiensi pakan

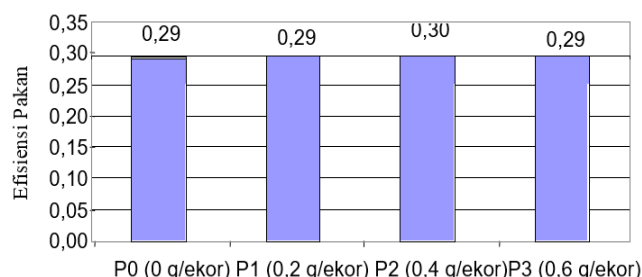
Rata-rata efisiensi pakan yang diperoleh selama penelitian untuk masing-masing perlakuan P_0 , P_1 , P_2 , dan P_3 berturut-turut yaitu 0,29; 0,29; 0,30; dan 0,29. Tingkat rata-rata efisiensi pakan selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 1. Rata-rata konsumsi pakan kelinci NZW jantan dengan suplementasi getah pepaya



Gambar 2. Rata-rata konversi pakan kelinci NZW jantan dengan suplementasi getah pepaya



Gambar 3. Rata-rata efisiensi pakan kelinci NZW jantan selama penelitian

Tabel 4. Rata-rata konsumsi kelinci NZW jantan dengan suplementasi getah pepaya (g/ekor/hari)

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata (g)
	1	2	3	
P ₀	52,35	55,82	48,29	53,71
P ₁	47,55	53,10	51,48	+
P ₂	45,38	49,02	54,77	++
P ₃	48,01	48,18	48,43	55,76

Keterangan: + = Ternak mati pada tanggal 5 Juni 2007 akibat kembung, ++ = Ternak mati pada tanggal 15 Mei 2007 akibat kembung

Tabel 5. Rata-rata pertambahan bobot badan harian kelinci NZW jantan dengan suplementasi getah pepaya (g/ekor/hari)

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata (g)
	1	2	3	
P ₀	15,49	15,71	13,89	16,86
P ₁	10,57	13,03	17,71	+
P ₂	11,83	16,63	16,97	++
P ₃	13,31	12,23	15,81	16,10

Keterangan: + = Ternak mati pada tanggal 5 Juni 2007 akibat kembung, ++ = Ternak mati pada tanggal 15 Mei 2007 akibat kembung

Tabel 6. Rata-rata konversi pakan kelinci NZW jantan dengan suplementasi getah pepaya

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata (g)
	1	2	3	
P ₀	3,38	3,55	3,48	3,19
P ₁	3,65	4,02	2,91	+
P ₂	3,84	2,95	3,23	++
P ₃	3,61	3,94	3,06	3,45

Keterangan: + = Ternak mati pada tanggal 5 Juni 2007 akibat kembung, ++ = Ternak mati pada tanggal 15 Mei 2007 akibat kembung

Tabel 7. Rata-rata efisiensi pakan kelinci NZW jantan dengan suplementasi getah pepaya

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata (g)
	1	2	3	
P ₀	0,30	0,28	0,29	0,31
P ₁	0,27	0,25	0,34	+
P ₂	0,26	0,34	0,31	++
P ₃	0,28	0,25	0,33	0,29

Keterangan: + = Ternak mati pada tanggal 5 Juni 2007 akibat kembung, ++ = Ternak mati pada tanggal 15 Mei 2007 akibat kembung

Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa suplementasi getah pepaya sampai taraf 0,6 g/ekor dalam pakan menunjukkan hasil berbeda tidak nyata terhadap efisiensi pakan kelinci ($P > 0,05$). Hal ini berarti bahwa penggunaan getah pepaya sampai 0,6 g/ekor tidak

berpengaruh nyata terhadap efisiensi pakan kelinci NZW jantan. Hal ini diduga karena suplementasi getah pepaya dalam pakan menunjukkan hasil yang tidak berpengaruh terhadap konversi pakan. Menurut Rasyaf (1992), efisiensi pakan berguna untuk mengevaluasi pemberian pakan yang merupakan kebalikan dari konversi pakan. Hal ini diduga karena inaktivasi enzim papain yang terjadi pada lambung mengakibatkan protein pada pakan perlakuan tidak mampu dicerna, selanjutnya nutrisi yang tercerna sama dengan pakan kontrol. Hal ini sesuai dengan pendapat Martawidjaya et al. (1998) bahwa konversi pakan ternak dipengaruhi oleh kualitas pakan, besarnya pertambahan berat badan, dan nilai kecernaan. Efisiensi pakan dapat digunakan untuk menilai sejauh mana manfaat pakan yang diberikan terhadap pertambahan berat badan. Siregar (2006) menyatakan bahwa tinggi rendahnya konversi pakan menggambarkan efisiensi pakan, dimana semakin rendah konversi pakan berarti efisiensi pakan semakin tinggi.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah suplementasi getah pepaya (*Carica papaya*) sampai taraf 0,6 g/ekor dalam pakan belum mampu meningkatkan performa kelinci *New Zealand White* jantan yang ditunjukkan dari data konsumsi pakan, pertambahan bobot badan, konversi pakan, dan efisiensi pakan. Tidak diperlukan suplementasi getah pepaya dalam ransum karena tidak mampu memberikan peningkatan performa kelinci *New Zealand White* jantan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggorodi R. 1990. Ilmu makanan ternak. PT Gramedia, Jakarta.
- Arrington LR, Kelley KC. 1976. Domestic rabbit biology and production. The University Press of Florida, Gainesville.
- Cheeke PR, Patton NM, Lukefahr SD et al. 1987. Rabbit production. 6th Edition. The Interstate Printers and Publisher, Inc., Danville, Illinois.
- De Blas C, Wiseman J. 1998. The nutrition of the rabbit. CABI Publishing, New York.
- Fianti N. 2004. Pengaruh Frekuensi Pemberian Pakan terhadap Kinerja Produksi Kelinci Jantan Lokal Lepas Sapih. [Skripsi]. Fakultas Peternakan UGM, Yogyakarta.
- Hartadi H, Reksohadiprodjo S, Tillman AD. 2005. Tabel komposisi pakan untuk Indonesia. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Kalie MB. 2003. Bercocok pepaya. Penebar Swadaya, Bogor.
- Kartadisastra HR. 2001. Bercocok kelinci unggul. Kanisius, Yogyakarta.
- Martawidjaya M. 1998. Pengaruh taraf pemberian konsentrat terhadap keragaman kambing kacang betina sapihan. Prosiding Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, Bogor.
- Muchtadi D, Palupi NS, Astawan M. 1992. Enzim dalam industri pangan. IPB, Bogor.
- Mugiyono Y, Karmada G. 1989. Potensi dan kemungkinan pakan ternak di NTB. In: Yasin S, Dilaga (eds). Peternakan Sapi Bali dan Permasalahannya. Bumi Aksara, Jakarta.
- Parakasi A. 1999. Ilmu nutrisi dan makanan ternak ruminansia. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Rasyaf M. 1992. Pengelolaan peternakan unggas pedaging. Kanisius, Yogyakarta.
- Sastrosupadi A. 2007. Rancangan percobaan praktis bidang pertanian. Kanisius, Yogyakarta.
- Siregar SB. 2006. Penggemukan sapi. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Supriatna E, Umiyati A, Ruhay K. 2005. Ilmu dasar ternak unggas. Penebar Swadaya, Jakarta.

- Tambunan RD, Harris I, Muhtarudin. 1997. Pengaruh penggunaan ransum dengan berbagai tingkat tepung daun lamtoro (*Leucaena leucocephala*) terhadap komponen karkas kelinci jantan lokal. Jurnal Penelitian Universitas Lampung, UNILA, Lampung 6: 56-63.
- Whendrato I, Madyana IM. 1983. Beternak kelinci secara populer. Eka Offset, Semarang.
- Widodo W. 2005. Tanaman beracun dalam kehidupan ternak. UMM Press, Malang.

Pengaruh penambahan tepung lempuyang (*Zingiber aromaticum*) dalam ransum terhadap produksi karkas kelinci *New Zealand White* jantan

Effect of adding lempuyang (*Zingiber aromaticum*) flour in ration to carcass production on New Zealand White male rabbit

GUNARSO TRI ATMOKO, PUDJOMARTATMO, GINDA SIHOMBING

Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret. Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126, Jawa Tengah

Manuskrip diterima: 3 Februari 2008. Revisi disetujui: 28 Februari 2008.

Abstract. *Atmoko GT, Pudjomartatmo, Sihombing G. 2008. Effect of adding lempuyang (Zingiber aromaticum) flour in ration to carcass production on New Zealand white male rabbit. Biofarmasi 6: 22-29.* This research aimed to determine the effect of adding lempuyang (*Zingiber aromaticum* Val.) flour to carcass production of New Zealand White male rabbit. The study was conducted from July 17, 2007 to September 10, 2007 at Balai Pembibitan dan Budidaya Ternak Non Ruminansia (BPBTNR), Surakarta Agriculture Office located in Balekambang, Surakarta. The research used 24 New Zealand white male rabbits aged about 2 months with average body weight of 1181.4 ± 74.8 grams divided into four treatments and three repetitions, every repetition consisted of two rabbits. The data were analyzed using Completely Random Design (RAL). Feed was given in the form of peanut straw (rendeng), concentrate of BR2 and lempuyang flour. The feed treated consisted of 60% peanut straw and 40% BR2 concentrate as control ration (P_0), control + 0.1% lempuyang flour (P_1), control + 0.15% lempuyang flour (P_2), and control + 0.2% lempuyang flour (P_3). The variables observed during the research were slaughtering weight, carcass weight, percentage of carcass, non-carcass weight, non-carcass percentage, meat weight, and meat-bone ratio. The results showed that the average treatment (P_0 , P_1 , P_2 , P_3) for slaughtering weight were 1771.67 g, 1746.6 g, 1858.34 g, and 1720 g, respectively, for carcass weight were 834.67 g, 838.35 g, 901 g, and 781.35 g, respectively, for carcass percentage were 47.11 g, 47.92 g, 48.45 g, and 45.43% g, respectively, for non-carcass weight were 937 g, 908.34 g, 957.34 g, and 938.67 g, respectively, for non-carcass percentage were 52.88%, 52.10%, 51.53%, and 54.56%, respectively, for meat weight were 594.34 g, 605 g, 658.67 g, and 562 g, respectively, for bone-meat ratio were 2.46%, 2.57%, 2.66%, and 2.56%. The result of variance analysis showed that the addition of lempuyang flour in the ration had no significantly different effect ($P > 0.05$) on slaughtering weight, carcass weight, carcass percentage, non-carcass weight, non-carcass percentage, meat weight, and bone-meat ratio. The conclusion of this research was the addition of lempuyang flour to the level of 0.2% of the total ration had not been able to increase the production of carcass of New Zealand White male rabbit.

Keywords: Carcass production, Lempuyang, *New Zealand White* male rabbit, *Zingiber aromaticum*

PENDAHULUAN

Ternak kelinci merupakan komoditas peternakan yang dapat menghasilkan daging berkualitas dengan kandungan protein yang tinggi. Menurut Kartadisastra (1997), manfaat utama yang dapat diambil dari kelinci adalah daging dan bulu, disamping hasil samping lainnya seperti kotoran untuk pupuk dan kulit untuk bahan kerajinan. Menurut Whendarto dan Madyana (1983), kelinci *New Zealand White* merupakan salah satu tipe kelinci pedaging, cepat dewasa, dan anak cepat disapih.

Daging kelinci memiliki kualitas lebih baik daripada daging sapi, domba, dan kambing. Kandungan protein daging kelinci 21%, sapi 20%, kambing 18%, babi 17%, dan ayam 19,5%. Struktur serat daging kelinci lebih halus dengan warna dan bentuk menyerupai daging ayam. Kandungan nutrisi daging kelinci menurut Lebas (1986) dalam Kartadisastra (1997) yaitu kalori 160 kkal, protein 21%, lemak 8%, dan Ca 0,02%.

Pakan merupakan salah satu faktor penting bagi kelangsungan kehidupan ternak, dan biaya pakan

merupakan komponen terbesar yang dikeluarkan oleh usaha peternakan. Pada pola pemeliharaan secara intensif, biaya produksi ternak terbesar berupa pakan yaitu antara 60-70% (Murtisari 2005). Agar produktivitas kelinci meningkat diperlukan pakan berkualitas dan mempunyai kandungan nutrisi yang cukup, sehingga pertumbuhan kelinci dapat maksimal. Selain hijauan dan konsentrat perlu juga ditambahkan pakan tambahan dalam ransum agar pertumbuhan kelinci tidak terganggu.

Pemanfaatan lempuyang (*Zingiber aromaticum* Val.) sebagai pakan tambahan diharapkan dapat meningkatkan produktivitas ternak kelinci. Lempuyang merupakan tanaman obat yang dapat memacu pencernaan dan meningkatkan efisiensi penggunaan pakan oleh ternak. Lempuyang dapat dimanfaatkan sebagai pakan tambahan, sebagai penambah nafsu makan, mencegah disentri, serta pengobatan kulit (Darwis dan Hasiyah 1991). Senyawa yang terkandung dalam lempuyang antara lain berupa flavonoid yang bersifat antivirus dan antibakteri (Ramprasada dan Sirsi 1975). Minyak atsiri dalam lempuyang mengandung *zerumben* yang berguna sebagai

penambah nafsu makan, *limonen* yang berguna sebagai antioksidan, serta saponin sebagai zat antinutrisi (Hariyanto 1983). Berdasar hasil analisis Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret (2007), lempuyang mengandung Bahan Kering (BK) 91,69%, Protein Kasar (PK) 9,79%, dan Serat Kasar (SK) 1,68%.

Menurut Nastiti dan Nataamijaya (2001), penambahan tepung lempuyang pada pakan ayam pedaging yang berumur 2-5 minggu hingga 0,16% dalam ransum dapat menghasilkan bobot potong 1-1,3 kg/ekor. Produksi karkas merupakan salah satu indikasi untuk mengetahui produksi daging. Karkas ternak kelinci merupakan bagian tubuh yang sudah dipisahkan dari kepala, kaki depan dan belakang, kulit, ekor, dan jeroan. Bobot karkas pada ternak kelinci bergantung pada ukuran tubuh, penanganan ternak sebelum dan setelah dipotong, ras kelinci, kualitas pakan, kesehatan ternak, dan metode pemotongan. Sebagai pedoman, berat karkas ternak kelinci *New Zealand White* jantan berkisar antara 40-52% dari berat potong (Kartadisastra 1997).

Untuk mendukung perkembangan ternak kelinci dan mengatasi masalah pakan, perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh penambahan tepung lempuyang dalam ransum terhadap produksi karkas kelinci *New Zealand White* jantan.

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) Mengetahui pengaruh penambahan tepung lempuyang terhadap produksi karkas kelinci *New Zealand White* jantan, serta 2) Mengetahui tingkat penambahan tepung lempuyang sebagai pakan tambahan pada kelinci *New Zealand White* jantan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di kandang Balai Pembibitan dan Budidaya Ternak Non Ruminansia, Dinas Pertanian Surakarta yang berlokasi di Balekambang, Kotamadya Surakarta mulai Juli sampai September 2007. Analisis pakan dilakukan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Alat dan bahan

Kelinci yang digunakan dalam penelitian ini adalah kelinci *New Zealand White* jantan (umur ± 2 bulan) dengan bobot badan rata-rata $1181,4 \pm 74,8$ gram sebanyak 24 ekor yang diperoleh dari Balai Pembibitan dan Budidaya Ternak Non Ruminansia, Dinas Pertanian Surakarta di Balekambang, Kotamadya Surakarta.

Ransum yang digunakan dalam penelitian ini berupa hijauan jerami kacang tanah (rendeng), konsentrat BR2 yang diproduksi oleh PT Charoen Pokphand, dan tepung lempuyang (*Zingiber aromaticum* Val.). Pakan diberikan dua kali sehari, yaitu pada pagi hari (pukul 07.00-08.00 WIB) dan sore hari (pukul 16.00-17.00 WIB). Perbandingan pakan pada pagi hari dan sore hari adalah 40:60. Kebutuhan nutrisi kelinci pada masa pertumbuhan dapat dilihat pada Tabel 1, kandungan nutrisi bahan pakan

penyusun ransum dapat dilihat pada Tabel 2, dan susunan ransum perlakuan dapat dilihat pada Tabel 3.

Penelitian ini menggunakan 24 petak kandang dengan ukuran $0,50 \times 0,50 \times 0,50$ m³ untuk satu petak kandang, dengan bahan kandang terbuat dari bambu. Peralatan kandang meliputi tempat pakan dan tempat minum. Setiap perlakuan diulang tiga kali dan setiap ulangan terdiri dari dua ekor kelinci.

Peralatan yang digunakan meliputi lampu bohlam, tempat pakan, tempat minum, pisau, ember, timbangan digital (merek Idealife) dengan kapasitas 5 kg dan tingkat kepekaan 1 gram, mesin giling, dan termometer untuk mengukur suhu ruang serta alat tulis untuk mencatat data.

Rancangan penelitian

Macam penelitian

Penelitian tentang pengaruh penambahan tepung lempuyang terhadap penampilan produksi kelinci *New Zealand White* jantan ini dilakukan secara eksperimental.

Rancangan percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola searah dengan empat macam perlakuan (P_0 , P_1 , P_2 , P_3), masing-masing perlakuan terdiri dari 3 ulangan, dan tiap ulangan menggunakan dua ekor kelinci.

Macam perlakuan

Pakan kontrol berupa campuran hijauan jerami kacang (rendeng) sebesar 60% dari total ransum dan konsentrat 40%. Perlakuan yang diberikan adalah penambahan tepung lempuyang dalam ransum konsentrat. Untuk mendapatkan karkas, jumlah kelinci yang dipotong sebanyak 12 ekor, diperoleh dengan mengambil 3 ekor kelinci dari tiap perlakuan.

Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

P_0 = rendeng 60% + konsentrat 40% (kontrol)

P_1 = ransum kontrol + 0,10% tepung lempuyang

P_2 = ransum kontrol + 0,15% tepung lempuyang

P_3 = ransum kontrol + 0,20% tepung lempuyang

Cara kerja

Persiapan kandang

Kandang dan semua peralatan sebelum digunakan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian dilakukan pengapuran pada dinding dan lantai kandang. Selanjutnya, kandang disucikan dari hama dengan menggunakan desinfektan *Lysol* dosis 15 ml/1 liter air. Tempat pakan dan minum yang sudah bersih direndam dalam antiseptik dosis 15 ml/1 liter air selama 30 menit.

Persiapan kelinci

Kelinci ditimbang bobot awalnya kemudian dimasukkan ke dalam petak kandang. Pengelompokan kelinci sebanyak 24 ekor dibagi dalam 4 perlakuan. Setiap perlakuan diulang tiga kali dan setiap ulangan terdiri dari dua ekor kelinci.

Penentuan petak kandang

Penentuan petak kandang dilakukan dengan cara

mengelompokkan kelinci secara acak, kemudian dimasukkan satu per satu ke dalam tiap petak kandang secara undian.

Pembuatan tepung lempuyang

Pembersihan, Dilakukan untuk memisahkan bahan tanaman/simplisia dari kotoran-kotoran atau bahan-bahan asing lainnya, misalnya kotoran atau bahan asing pada akar berupa tanah, kerikil, rumput, akar yang rusak, atau bagian tanaman lain selain akar.

Pencucian, Bertujuan untuk menghilangkan kotoran dan mikroba yang melekat pada simplisia. Pencucian dilakukan dengan menggunakan air bersih dan diulangi sekali atau dua kali. Pencucian harus dilakukan dalam waktu yang sesingkat mungkin untuk menghindari larut dan terbuangnya zat-zat yang terkandung dalam simplisia.

Perajangan, Ukuran perajangan sangat berpengaruh pada kualitas bahan simplisia. Jika perajangan terlalu tipis maka dapat mengakibatkan berkurangnya zat yang terkandung dalam simplisia. Jika perajangan terlalu tebal maka kandungan air dalam simplisia akan sulit dihilangkan. Akibatnya, simplisia akan sulit kering sehingga mudah rusak dan busuk.

Pengeringan, Dilakukan untuk mendapatkan simplisia yang tidak mudah rusak sehingga dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama. Faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan adalah aliran udara, luas permukaan bahan, dan jenis alas yang digunakan. Pengeringan dilakukan dengan menjemur simplisia lempuyang (hasil perajangan) di bawah sinar matahari selama 4-5 hari tergantung kondisi cuaca. Hasil yang baik dari proses pengeringan adalah bahan simplisia memiliki kadar air 5-10%.

Penggilingan, Setelah proses pengeringan bahan simplisia, dilakukan penggilingan dengan menggunakan mesin giling. Kemudian hasil penggilingan diayak dengan saringan sehingga diperoleh tepung lempuyang.

Pencampuran bahan pakan untuk ransum, Sebelum pemeliharaan dimulai, dilakukan pencampuran bahan baku untuk ransum kelinci berupa campuran BR2 dan tepung lempuyang yang dilakukan setiap hari, kemudian jerami kacang tanah baru ditambahkan.

Pelaksanaan penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dibagi menjadi dua tahap yaitu tahap persiapan dan tahap pemeliharaan. Tahap persiapan dilaksanakan selama 14 hari yang meliputi penimbangan bobot badan awal serta adaptasi terhadap lingkungan kandang dan pakan. Sementara itu, tahap pemeliharaan dilaksanakan selama 42 hari dengan pemberian pakan sesuai dengan perlakuan. Pemberian air minum dilakukan secara *ad libitum*.

Pemuasaan

Sebelum dipotong, kelinci terlebih dahulu dipuaskan selama 12 jam. Perlakuan ini bertujuan untuk mengosongkan bagian perut (usus), sehingga kulit dan otot-ototnya menjadi lemas karena peningkatan kandungan glikogen. Disamping itu, perlakuan ini akan meningkatkan proporsi daging terhadap bobot hidup (persentase karkas).

Penyembelihan

Penyembelihan dilakukan dengan memotong leher tepat pada bagian *trachea*, *vena jugularis*, *arteri carotis*, dan *oesophagus*. Setelah penyembelihan selesai, kelinci digantung dengan kaki belakang di atas agar pengeluaran darah lancar dan untuk mempermudah pengulitan.

Pengulitan

Pengulitan segera dilakukan dengan cara kering atau tanpa air. Tahap pertama dengan memisahkan bagian kepala, kedua kaki depan dan sendi korpus, dan ekor pada bagian pangkal. Kemudian kulit pada kedua kaki belakang disayat secara melingkar pada bagian pergelangannya hingga melalui bagian paha dan anus. Kulit dikupas dan perlahan-lahan ditarik ke bawah hingga seluruh kulit terlepas dari tubuh kelinci.

Pengeluaran jeroan

pengeluaran jeroan dilakukan dengan cara menyayat terlebih dahulu bagian perut secara membujur mulai dari titik pusar ke arah dada, kemudian ke arah ekor. Setelah itu, seluruh jeroan dikeluarkan dengan menggunakan tangan dan kaki belakang dipotong pada sendi tarsus.

Pemisahan daging dari tulang (Deboning)

Pemisahan daging dari tulang dilakukan setelah karkas kelinci diperoleh kemudian seluruh daging dipisahkan dari seluruh bagian tulang (Kartadisastra 1997).

Pengumpulan data

Bobot potong, Bobot potong diketahui dengan cara menimbang kelinci yang telah dipuaskan sebelum dipotong. Bobot potong dinyatakan dalam gram/ekor (Kartadisastra 1997).

Bobot karkas, Bobot karkas diperoleh dengan cara menimbang kelinci yang telah disembelih dikurangi bagian darah, kepala, kulit, keempat kaki, dan jeroan. Bobot karkas dinyatakan dalam gram/ekor (Kartadisastra 1997).

Persentase karkas, Persentase karkas dihitung dengan cara membagi bobot karkas dengan bobot potong kelinci kemudian dikalikan dengan 100 (Bakar dan Nataamijaya 1999).

Bobot nonkarkas, Bobot nonkarkas dihitung dengan cara menimbang berat masing-masing bagian nonkarkas. Bobot nonkarkas dinyatakan dalam gram/ekor. (Kartadisastra 1997).

Persentase nonkarkas, Persentase nonkarkas dihitung dengan cara membagi bobot seluruh bagian nonkarkas dengan bobot potong kelinci kemudian dikalikan dengan 100 (Kartadisastra 1997).

Bobot daging, Bobot daging diperoleh dengan cara menimbang daging yang sudah dilepaskan dari tulangnya. Bobot daging dinyatakan dalam gram/ekor (Soeparno 1994).

Rasio daging dan tulang (meat-bone ratio)

Rasio daging dan tulang diperoleh dengan cara membagi bobot daging dengan bobot tulang (de Blass dan Wiseman 1998).

Tabel 1. Kebutuhan nutrisi kelinci pada masa pertumbuhan

Nutrisi	Kebutuhan
Digestible energi (kkal/kg) ¹	2151-2500
Protein (%) ²	12-16
Lemak (%) ²	2-4
Serat kasar (%) ²	12-20
Sumber: ¹ NRC (1994)	

Tabel 2. Kandungan nutrisi ransum untuk percobaan

Bahan pakan	DE (kkal/kg)	PK (%)	SK (%)	LK (%)
Rendeng	3046,2 ¹	8,74 ²	18,48 ²	0,26 ²
Konsentrat BR ₂	2821,72 ¹	18,48 ²	4,00 ²	4,13 ²
Lempuyang	3062,84 ¹	9,79 ²	1,68 ²	2,52 ²

Keterangan: ¹ NRC (1994), DE = %TDN x 44; Tambunan (1997), TDN = 77,07 -0,75 (PK) -0,07 (SK); ²Hasil analisis Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak FP UNS (2007)

Tabel 3. Susunan ransum perlakuan untuk kelinci

Bahan pakan	P ₀ (%)	P ₁ (%)	P ₂ (%)	P ₃ (%)
Rendeng	60	60	60	60
Konsentrat BR ₂	40	40	40	40
Jumlah	100	100	100	100
Tepung lempuyang	0	0,10	0,15	0,20
Kandungan nutrisi (%)				
DE	2956,1	2959,2	2959,26	2959,31
PK	11,99	11,98	11,98	11,99
SK	12,68	12,68	12,67	12,66
LK	1,81	1,81	1,81	1,82

Keterangan: Perhitungan berdasarkan Tabel 2

Analisis data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola searah untuk mengetahui adanya pengaruh perlakuan terhadap peubah yang diamati (Hanafiah 2004).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ditunjukkan pada Tabel 4 dan Gambar 1-6.

Bobot potong

Rata-rata bobot potong yang diperoleh selama penelitian pada perlakuan P₀, P₁, P₂, dan P₃ berturut-turut yaitu 1771,67 g, 1746,67 g, 1858,33 g, dan 1720 g. Hasil analisis variansi yang diperoleh menunjukkan bahwa pengaruh penambahan tepung lempuyang dalam ransum kelinci *New Zealand White* menghasilkan bobot potong yang berbeda tidak nyata (P>0,05). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung lempuyang dalam ransum sampai taraf 0,2% dari total ransum tidak memberikan pengaruh terhadap peningkatan bobot potong kelinci *New Zealand White* jantan. Diagram batang rata-rata bobot karkas selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 4. Rata-rata bobot potong, karkas, persentase karkas, bobot nonkarkas, persentase nonkarkas, bobot daging, dan rasio daging-tulang kelinci *New Zealand White* jantan.

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata (g/ekor)
	1	2	3	
Bobot potong				
P ₀	1750	1615	1950	1771,67
P ₁	1990	1650	1600	1746,67
P ₂	1950	2050	1575	1858,33
P ₃	1735	1750	1675	1720,00
Karkas				
P ₀	752	800	952	834,67
P ₁	970	797	748	838,33
P ₂	938	1005	760	901,00
P ₃	786	790	768	781,33
Persentase karkas				
P ₀	42,97	49,53	48,82	47,12
P ₁	48,73	48,30	46,75	47,93
P ₂	48,10	49,02	48,25	48,46
P ₃	45,30	45,14	45,85	45,43
Bobot nonkarkas				
P ₀	998	815	998	937,00
P ₁	1020	853	852	908,33
P ₂	1012	1045	815	957,33
P ₃	949	960	907	938,67
Persentase nonkarkas				
P ₀	57,02	50,46	51,17	52,88
P ₁	51,25	51,69	53,25	52,06
P ₂	51,89	50,97	51,74	51,53
P ₃	54,69	54,85	54,15	54,56
Bobot daging				
P ₀	529	561	693	594,33
P ₁	714	570	531	605,00
P ₂	684	742	550	658,66
P ₃	567	565	554	562,00
Rasio daging-tulang				
P ₀	2,37	2,34	2,67	2,46
P ₁	2,78	2,51	2,44	2,57
P ₂	2,60	2,80	2,60	2,66
P ₃	2,60	2,51	2,58	2,56

Hasil yang berbeda tidak nyata ini diduga akibat pengaruh konsumsi ransum yang berbeda tidak nyata, adapun konsumsi ransum sebesar 81,51 g, 81,88 g, 82,35 g, dan 82,40 g/ekor/hari. Sebagaimana diketahui bahwa bobot potong erat kaitannya dengan konsumsi ransum. Semakin tinggi konsumsi ransum maka zat makanan yang masuk ke dalam tubuh juga semakin tinggi, sehingga pertumbuhan ternak akan semakin baik yang pada akhirnya akan meningkatkan bobot potong yang dihasilkan. Begitu pula sebaliknya, jika ransum yang konsumsi sedikit maka zat makanan yang masuk ke dalam tubuh juga semakin rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Bakar dan Nataamijaya

(1999) bahwa bobot potong dipengaruhi oleh konsumsi pakan. Konsumsi pakan yang sama antar perlakuan akan mengakibatkan nutrisi yang dikonsumsi sama. Pertumbuhan ternak dipengaruhi oleh ransum yang dikonsumsi, nutrisi yang terdapat dalam ransum digunakan untuk mencukupi kebutuhan hidup pokok dan pertumbuhan organ serta jaringan tubuh (Tillman et al. 1991).

Anggorodi (1996) juga menyatakan bahwa zat perangsang ditambahkan ke dalam ransum ternak dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan ransum. Namun, hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan lempuyang hingga taraf 0,20% dalam ransum belum berpengaruh nyata terhadap bobot potong, hal ini diduga penambahan lempuyang hingga taraf 0,20% belum mampu meningkatkan *feed intake* pada kelinci karena zerumben diduga belum mampu memacu pencernaan, sehingga efisiensi pakan tidak dapat tercapai. Akibatnya, bobot potong yang diperoleh dari tiap perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dalam meningkatkan pertumbuhan dari kelinci *New Zealand White* jantan.

Bobot karkas

Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa penambahan tepung lempuyang dalam ransum kelinci *New Zealand White* menghasilkan bobot karkas yang berbeda tidak nyata ($P>0,05$). Hal ini berarti penambahan tepung lempuyang sampai taraf 0,2% dari total ransum tidak memberikan pengaruh terhadap peningkatan bobot karkas kelinci *New Zealand White*. Diagram batang rata-rata bobot karkas selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

Rata-rata bobot karkas yang diperoleh selama penelitian pada perlakuan P_0 , P_1 , P_2 , dan P_3 berturut-turut sebesar 834,67 g, 838,33 g, 901 g, dan 781,33 g. Hasil rata-rata ini lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian Janatun (2007) yang menyatakan rata-rata bobot karkas kelinci dengan pemberian ransum rasio hijauan dan konsentrat yang berbeda sampai perbandingan 60:40 pada umur 2 bulan berkisar antara 584,20-737,80 gram.

Penambahan tepung lempuyang dalam ransum tidak berpengaruh terhadap bobot karkas kelinci *New Zealand White*, hal ini disebabkan karena bobot potong juga berbeda tidak nyata. Konsumsi ransum dan adanya nutrisi yang sama pada tiap perlakuan juga menyebabkan pertumbuhan bobot badan kelinci *New Zealand White* berbeda tidak nyata yang mengakibatkan bobot potong yang sama, sehingga tidak terjadi perbedaan yang nyata pada bobot karkas. Hal ini sesuai dengan Mujilah (2007) yang menyatakan bahwa adanya kecenderungan proporsi bagian-bagian tubuh yang menghasilkan daging (kaki belakang, pinggang, dada, leher) akan bertambah besar sesuai dengan bertambahnya bobot badan, sehingga bobot karkas yang dihasilkan dipengaruhi oleh bobot potong dari ternak yang bersangkutan. Soeparno (1994) menyatakan bahwa bobot potong sangat berpengaruh terhadap berat karkas dan bagian-bagian karkas.

Pengaruh perlakuan yang tidak nyata juga diduga berhubungan dengan kandungan zat antinutrisi yang terdapat dalam lempuyang yaitu saponin. Menurut Widodo (2005), saponin dapat memberikan pengaruh biologis tubuh dan metabolisme zat nutrisi dengan cara menghambat

produktivitas kerja enzim kimotripsin sehingga dapat menyebabkan pertumbuhan dan produktivitas ternak terhambat, akibatnya bobot karkas yang diperoleh tidak optimal.

Persentase karkas

Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa pengaruh penambahan tepung lempuyang dalam ransum berbeda tidak nyata ($P>0,05$) terhadap persentase karkas kelinci *New Zealand White* jantan. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung lempuyang sampai taraf 0,2% dari total ransum belum memberikan pengaruh terhadap peningkatan persentase karkas kelinci *New Zealand White* jantan. Diagram batang rata-rata persentase karkas selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.

Rata-rata persentase karkas yang diperoleh selama penelitian pada perlakuan P_0 , P_1 , P_2 , dan P_3 berturut-turut yaitu 47,12%, 47,93%, 48,46%, dan 45,43%. Hasil ini lebih rendah dibandingkan hasil penelitian Janatun (2007) yang menyatakan bahwa rata-rata persentase karkas kelinci pada umur 2 bulan berkisar antara 46,93-49,81%, sedangkan menurut Tambunan et al. (1997) dikatakan bahwa persentase kelinci berkisar antara 42,17-51,61%.

Hasil yang berbeda tidak nyata disebabkan karena bobot potong dan bobot karkas yang dihasilkan juga berbeda tidak nyata, hal ini mempengaruhi persentase yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pendapat Soeparno (1994) yang menyatakan bahwa persentase karkas dapat dipengaruhi oleh tingkat bobot potong dan lebih kecil pengaruhnya oleh nutrisi, hal ini menyebabkan selisih bobot potong dan bobot karkas antar perlakuan yang relatif sama, sehingga tidak cukup membuat persentase karkas berbeda tidak nyata dalam satuan yang sama (%).

Meskipun secara statistik penambahan tepung lempuyang sampai taraf 0,2% tidak mempengaruhi persentase karkas, P_2 menghasilkan persentase karkas tertinggi walaupun masih dalam taraf yang tidak nyata. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung lempuyang sampai taraf 0,15% dalam ransum yang diduga mampu meningkatkan pencernaan dalam lambung kelinci. Dengan demikian, mikroba dalam sekum meningkat, sehingga kelinci memperoleh asam amino yang diperlukan untuk pembentukan otot karena otot menentukan daging.

Bobot nonkarkas

Hasil dari analisis variansi menunjukkan bahwa pengaruh penambahan tepung lempuyang sampai taraf 0,2% dari total ransum berbeda tidak nyata ($P>0,05$) terhadap bobot nonkarkas. Bagian tubuh kelinci yang termasuk nonkarkas meliputi kepala, leher, kedua kaki, ekor, dan organ dalam. Diagram batang rata-rata bobot nonkarkas selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.

Rata-rata bobot nonkarkas yang diperoleh selama penelitian pada perlakuan P_0 , P_1 , P_2 , dan P_3 berturut-turut yaitu 937 g, 908,33 g, 957,33 g, dan 938,67 g. Hasil ini lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian Janatun (2007) yang menyatakan bahwa rata-rata bobot nonkarkas kelinci berkisar antara 655,8-742,2 gram, perbedaan ini terjadi karena bangsa kelinci yang digunakan berbeda.

Pada penelitian ini, semua perlakuan belum mampu

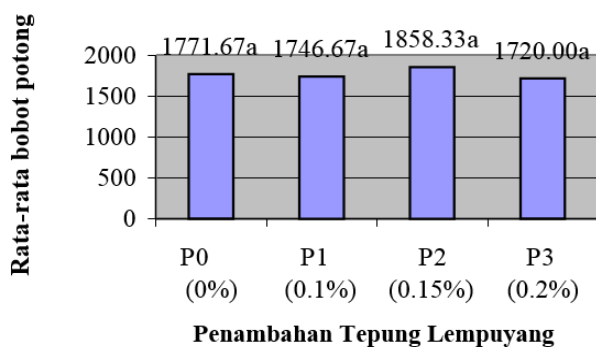
mempengaruhi bobot nonkarkas, sehingga bobot nonkarkas secara keseluruhan juga berbeda tidak nyata. Janatun (2007) menyatakan bahwa pertumbuhan kepala, kulit, organ dalam, dan kaki sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh umur, jenis kelamin, dan lingkungan. Diduga hal ini terjadi akibat penambahan tepung lempuyang sampai taraf 0,2% yang diberikan belum mampu meningkatkan kandungan nutrisi dalam ransum, sehingga belum dapat merangsang pertumbuhan bobot nonkarkas kelinci *New Zealand White* jantan.

Persentase nonkarkas

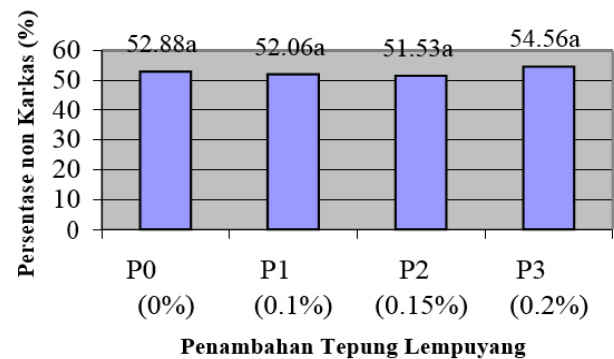
Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan terhadap persentase nonkarkas berbeda tidak

nyata ($P>0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung lempuyang sampai taraf 0,2% dari total ransum tidak memberikan pengaruh terhadap peningkatan persentase nonkarkas. Diagram batang rata-rata persentase nonkarkas selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 5.

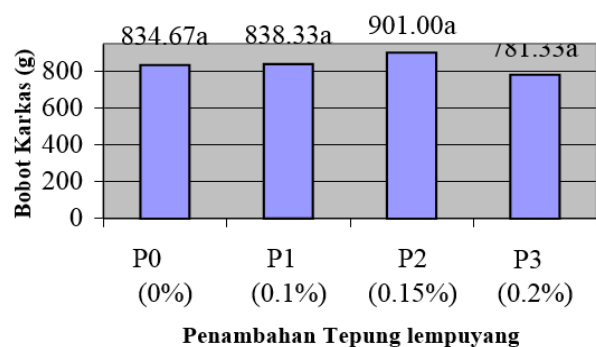
Rata-rata persentase nonkarkas yang diperoleh selama penelitian pada perlakuan P_0 , P_1 , P_2 , dan P_3 berturut-turut yaitu 52,88%, 52,06%, 51,53%, dan 54,56%. Hasil ini lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian Janatun (2007) yang menyatakan bahwa rata-rata persentase nonkarkas kelinci pada umur 2 bulan berkisar antara 50,20-53,06%, sedangkan menurut Mujilah (2007), persentase nonkarkas kelinci berkisar antara 50,40-54,48 %.



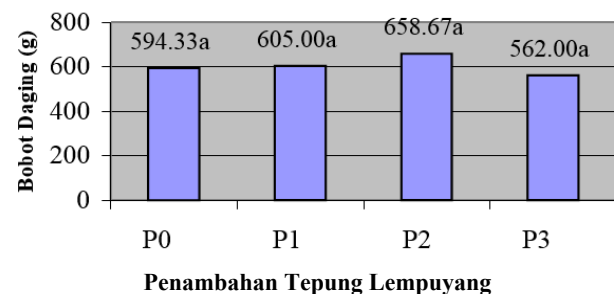
Gambar 1. Pengaruh penambahan tepung lempuyang terhadap rata-rata bobot potong pada kelinci *New Zealand White* jantan.



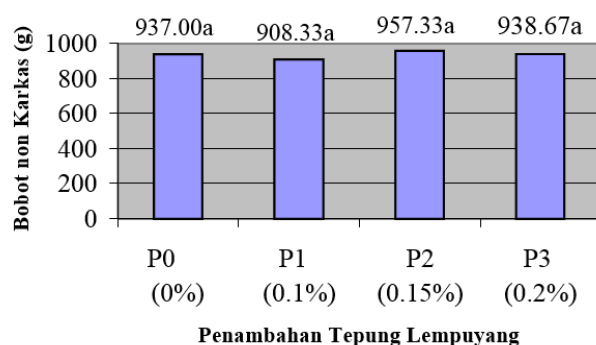
Gambar 4. Pengaruh penambahan tepung lempuyang terhadap persentase nonkarkas pada kelinci *New Zealand White* jantan.



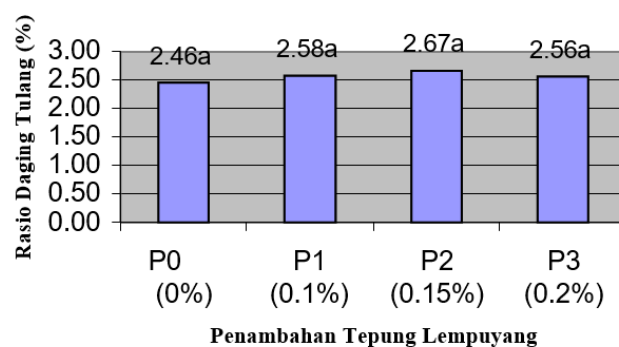
Gambar 2. Pengaruh penambahan tepung lempuyang terhadap rata-rata bobot karkas pada kelinci *New Zealand White* jantan



Gambar 5. Pengaruh penambahan tepung lempuyang terhadap bobot daging pada kelinci *New Zealand White* jantan.



Gambar 3. Pengaruh penambahan tepung lempuyang terhadap rata-rata bobot nonkarkas pada kelinci *New Zealand White* jantan.



Gambar 6. Pengaruh penambahan tepung lempuyang terhadap rasio daging-tulang pada kelinci *New Zealand White* jantan

Hasil yang berbeda tidak nyata pada persentase nonkarkas selama penelitian diduga terjadi karena hasil analisis variansi bobot potong dan bobot nonkarkas yang juga menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata. Hal ini terjadi karena peningkatan bobot potong diikuti oleh peningkatan bobot karkas, persentase karkas, dan penurunan persentase karkas. Soeparno (1994) menyatakan bahwa persentase nonkarkas berbanding terbalik dengan persentase karkas. Semakin tinggi persentase nonkarkas maka semakin rendah persentase karkas. Hal ini terjadi karena persentase nonkarkas diperoleh dari perbandingan bobot nonkarkas dengan bobot potong dikalikan 100%. Murray dan Slezacek (1979) serta Edey et al. (1981) dalam Pamungkas et al. (1992), dikatakan bahwa laju pertumbuhan nonkarkas hampir sama dengan laju pertumbuhan bobot badan.

Bobot daging

Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa pengaruh penambahan tepung lempuyang dalam ransum berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap bobot daging kelinci *New Zealand White* jantan. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung lempuyang sampai taraf 0,2% dari total ransum tidak mempengaruhi bobot daging kelinci *New Zealand White* jantan. Diagram batang rata-rata bobot daging selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 6.

Rata-rata bobot daging yang diperoleh selama penelitian pada perlakuan P_0 , P_1 , P_2 , dan P_3 berturut-turut yaitu 594,33 g, 605 g, 658,66 g, dan 562 g. Hasil yang berbeda tidak nyata dari bobot daging diduga disebabkan oleh persentase karkas kelinci yang relatif sama. Menurut Soeparno (1994), jumlah daging yang dihasilkan proposional terhadap bobot karkas. Semakin tinggi bobot karkas maka semakin tinggi daging yang diperoleh. Menurut Lawrie (1995), semakin tinggi bobot daging maka semakin baik kualitas karkas tersebut, karena bagian yang dapat dikonsumsi semakin banyak. Laju pertumbuhan yang relatif sama antar perlakuan menyebabkan bobot potong yang juga relatif sama. Hal ini sesuai dengan pendapat Soeparno (1994) yang menyatakan bahwa bobot badan akhir dipengaruhi oleh laju pertumbuhan. Pertumbuhan yang cepat akan diikuti dengan deposisi daging kelinci *New Zealand White* jantan yang cepat.

Rasio daging-tulang

Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa pengaruh penambahan tepung lempuyang dalam ransum berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap rasio daging dan tulang kelinci *New Zealand White* jantan. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung lempuyang sampai taraf 0,2% dari total ransum tidak memberikan pengaruh terhadap rasio daging dan tulang kelinci *New Zealand White* jantan. Diagram batang rata-rata rasio daging-tulang selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 7.

Rata-rata rasio daging tulang yang diperoleh selama penelitian pada perlakuan P_0 , P_1 , P_2 , dan P_3 berturut-turut yaitu 2,46%, 2,57%, 2,66%, dan 2,56%. Hasil ini lebih rendah dibandingkan hasil dari NRC (1994), yang

menyatakan bahwa rasio daging dan tulang untuk karkas kelinci berkisar antara 2,8-3,7%.

Hal tersebut terjadi karena selisih antara bobot daging dan bobot potong pada setiap perlakuan relatif sama. Rasio daging tulang menunjukkan proporsi daging yang dihasilkan dari satu unit karkas. Semakin tinggi rasio daging-tulang maka semakin baik proporsi daging yang dihasilkan. Pada penelitian ini, penambahan tepung lempuyang sampai taraf 0,2% dari ransum total belum mampu meningkatkan rasio daging-tulang karena bobot potong dan bobot daging yang dihasilkan berbeda tidak nyata. Menurut de Blass dan Wiseman (1998), dikatakan bahwa rasio daging-tulang kelinci dipengaruhi oleh bobot badan dan laju pertumbuhan dari kelinci, semakin tinggi bobot badan kelinci maka semakin tinggi rasio-daging tulang yang didapatkan.

KESIMPULAN

Berdasar hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa penambahan tepung lempuyang sebagai pakan tambahan sampai 0,2% dari total ransum kelinci *New Zealand White* jantan, tidak meningkatkan bobot potong, bobot karkas, persentase karkas, bobot nonkarkas, persentase nonkarkas, bobot daging, dan rasio daging-tulang (*meat bone ratio*).

Perlu penelitian lebih lanjut mengenai penambahan tepung lempuyang lebih dari 0,2% dari total ransum dengan kandungan nutrisi ransum di bawah kebutuhan nutrisi kelinci *New Zealand White* jantan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggorodi R. 1996. Ilmu makanan ternak umum. PT. Gramedia, Jakarta.
- Bakar A, Nataamijaya AG. 1999. Persentase karkas dan bagiannya dua galur ayam broiler dengan penambahan tepung kunyit (*Curcuma domestica* Val.) dalam ransum. Buletin Peternakan. Edisi tambahan. Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Darwis MI, Hasyiah S. 1991. Tumbuhan obat Famili Zingiberaceae. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Badan LITBANG Pertanian, Bogor.
- De Blass C, Wiseman J. 1998. The nutrition of the rabbit. CABI Publishing, New York.
- Hanafiah KA. 2004. Rancangan percobaan. Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Hariyanto. 1983. Petunjuk bertanam dan kegunaan lempuyang. Karya Anda, Surabaya.
- Janatun. 2007. Pengaruh pemberian ransum hijauan dan konsentrat yang berbeda terhadap bobot potong, persentase karkas dan nonkarkas kelinci lokal jantan. Laporan Penelitian. Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Kartadisastra HR. 1997. Ternak kelinci teknologi pascapanen. Kanisius, Yogyakarta.
- Lawrie RA. 1995. Ilmu daging. Diterjemahkan oleh: Parakkasi A, Rydha. Edisi kelima. UI Press, Jakarta.
- Mujilah SA. 2007. Pengaruh Penggunaan Onggok Fermentasi dalam Ransum Terhadap Persentase Karkas dan Bukan Karkas Kelinci Lokal Jantan. Fakultas Pertanian UNS. Surakarta.
- Murtisari T. 2005. Pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan untuk menunjang agribisnis kelinci. Lokakarya Nasional Potensi dan Peluang Pengembangan Usaha Kelinci. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bandung, 30 September 2005. www.balitnak.litbang.deptan.go.id. [5 April 2007].

- Nastiti SJ, Nataamijaya AG. 2001. Penampilan ayam ras pedaging dengan menambahkan tepung lempuyang (*Zingiber aromaticum* Val.) di dalam ransum dan kemungkinan pengembangannya. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor, 17-18 September 2001.
- Pamungkas D, Uum U, Yusran MA. 1992. Analisis berat dan persentase karkas domba ekor gemuk berdasarkan berat hidup dan berat bagian tubuh nonkarkas pada dua tingkatan umur. Jurnal Ilmiah Penelitian Ternak Grati 3(1).
- Ramprasad C, Sirsi SM. 1975. Effect of curcumin and the essential oil of *Curcuma longa* on bile secretion. J Sci Ind Res 15C: 262-265.
- Soeparno. 1994. Ilmu dan teknologi daging. Edisi II. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Tambunan, Harris RDI, Tarudin M. 1997. Pengaruh penggunaan ransum dengan berbagai tingkat tepung daun lamtoro (*Leucanea cocephala*) terhadap komponen karkas kelinci jantan lokal. Jurnal Penelitian Universitas Lampung-UNILA 6: 56-63.
- Tillman AD, Hartadi H, Reksohadiprodjo S et al. 1991. Ilmu makanan ternak dasar. Cetakan ke-5. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Widodo W. 2005. Tanaman beracun dalam kehidupan ternak. UMM Press, Malang.
- Whendarto I, Madyana IM. 1983. Beternak kelinci secara populer. Eka Offset, Semarang.

PEDOMAN UNTUK PENULIS

Format penulisan pada nomor ini merupakan acuan utama bagi para penulis, adapun pedoman ini hanya merupakan ringkasannya. Setiap naskah harus disertai surat pengantar yang menyatakan bahwa tulisan merupakan hasil karya penulis atau para penulis dan belum pernah dipublikasikan. Penulis diminta mengirimkan dua kopi naskah dan satu disket ukuran 3½", kecuali naskah yang dikirim melalui e-mail. Pada koreksi terakhir kembali diminta satu disket untuk pencetakan.

Tulisan diketik pada satu sisi kertas putih, ukuran A4 (210x297 mm²), dalam satu kolom, menggunakan spasi ganda, jenis huruf *Times New Roman*, ukuran 12 point, dengan jarak tepi 2 cm di semua sisi. Program pengolah kata atau jenis huruf tambahan dapat digunakan, namun harus *PC compatible* dan berbasis *Microsoft Word*. **Nama ilmiah** (genus, spesies, author), dan kultivar atau strain disebutkan secara lengkap pada penyebutan pertama kali. Nama genus dapat disingkat setelahnya penyebutan yang pertama, kecuali menimbulkan kerancuan. Nama author dapat dihilangkan setelah penyebutan pertama. Misalnya pertama kali ditulis *Rhizopus oryzae* L. UICC 524, selanjutnya ditulis *R. oryzae* UICC 524. Nama daerah dapat dicantumkan apabila tidak menimbulkan makna ganda. Penyebutan nama ilmiah secara lengkap dapat diulang pada bagian Bahan dan Metode. **Tata nama kimia dan biokimia** mengikuti aturan IUPAC-IUB. Simbol-simbol kimia standar dan penyingkatan untuk nama kimia dapat dilakukan apabila jelas dan umum digunakan, misalnya pertama kali ditulis lengkap butirat hidrositoluen (BHT) selanjutnya ditulis BHT. **Ukuran metrik** menggunakan satuan SI, penggunaan satuan lain harus diikuti nilai ekuivalen dengan satuan SI pada penyebutan pertama. Penyingkatan satuan, seperti g, mg, ml, dan sebagainya tidak diikuti titik. Indeks minus (m⁻², l⁻¹, h⁻¹) disarankan untuk digunakan, kecuali dalam hal-hal seperti "pertanaman" atau "per-plot". **Persamaan matematika** tidak selalu dapat dituliskan dalam satu kolom dengan teks, untuk itu dapat ditulis secara terpisah. **Angka** satu hingga sepuluh dinyatakan dengan kata-kata, kecuali apabila berhubungan dengan pengukuran, sedangkan nilai di atasnya dituliskan dalam angka, kecuali di awal kalimat. Pecahan sebaiknya dinyatakan dalam desimal. Dalam teks digunakan "%" bukannya "persen". Pengungkapan ide dengan kalimat yang rumit dan bertele-tele perlu dihindari, sebaiknya digunakan kalimat yang efektif dan efisien. Naskah hasil penelitian diharapkan tidak lebih dari 25 halaman (termasuk gambar dan tabel), naskah telaah pustaka menyesuaikan, masing-masing halaman berisi 700-800 kata, atau sebanding dengan naskah dalam nomor penerbitan ini.

Judul ditulis secara padat, jelas, dan informatif, maksimum 20 kata. Judul ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris untuk naskah dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris saja untuk naskah dalam bahasa Inggris. Naskah yang terlalu panjang dapat dibuat berseri, tetapi naskah demikian jarang diterbitkan jurnal ini. **Judul pelari** (*running title*) sekitar 5 kata. **Nama penulis** atau para penulis pada naskah kelompok ditulis secara lengkap dan tidak disingkat. **Nama dan alamat institusi** ditulis lengkap dengan nama dan nomor jalan (lokasi), kode pos, nomor telepon, nomor faksimili, alamat e-mail dan website. Pada naskah kelompok perlu ditunjukkan penulis untuk korespondensi beserta alamat dengan urutan seperti di atas. **Abstract** sebaiknya tidak lebih dari 200 kata, ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris untuk naskah dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris saja untuk naskah dalam bahasa Inggris. **Kata kunci** (*Keywords*) sekitar 5 kata, meliputi nama ilmiah dan daerah (apabila ada), topik penelitian, dan metode-metode khusus yang digunakan.

Pendahuluan (*Introduction*) sekitar 400-600 kata, meliputi latar belakang, tinjauan pustaka, dan tujuan penelitian. **Bahan dan Metode** (*Materials and Methods*) sebaiknya ditekankan pada cara kerja dan cara analisis data. **Hasil dan Pembahasan** (*Results and Discussion*) ditulis sebagai satu rangkaian, pada tulisan yang cukup panjang sebaiknya dibuat beberapa sub judul. Pembahasan merupakan jawaban pertanyaan *mengapa* dan *bagaimana* hasil penelitian dapat terjadi, bukan sekedar mengungkapkan kembali hasil penelitian dalam bentuk kalimat. Pembahasan yang lengkap dan menyeluruh lebih disukai dari pada pembahasan yang tidak tuntas. Naskah telaah pustaka tanpa sub judul Bahan dan Metode, serta Hasil dan Pembahasan. **Kesimpulan** (*Conclusion*) sebaiknya tetap diberikan, meskipun biasanya sudah terungkap pada Hasil dan Pembahasan. **Ucapan terima kasih** (*Acknowledgments*) apabila diperlukan ditulis secara singkat. **Gambar dan Tabel** maksimum 3 halaman, dapat dibuat dengan tinta cina atau printer laser. Judul gambar ditulis di bawah gambar, sedangkan judul tabel ditulis di atas tabel. Foto dicetak pada kertas *glossy* dan diberi keterangan. Gambar berwarna dapat diterima apabila informasi ilmiah dalam naskah dapat hilang tanpa gambar tersebut. Setiap gambar dan foto

sebaiknya menyertakan file digital. Penulis dianjurkan menyertakan foto atau gambar untuk sampel depan meskipun tidak dimuat dalam naskah sendiri. **Tidak ada lampiran**, semua data atau analisis data dimasukkan dalam Hasil dan Pembahasan.

Pustaka dalam naskah ditulis dalam bentuk nama belakang penulis dan tahun. Pada kalimat yang diacu dari beberapa penulis, nama penulis diurutkan berdasarkan kebaruan pustaka. Pada naskah yang ditulis oleh dua penulis, nama keduanya disebutkan, sedangkan pada naskah yang ditulis oleh tiga penulis atau lebih, hanya nama penulis pertama yang ditulis diikuti et al. atau dkk., misalnya: Sprent dan Sprent (1990) atau (Suranto et al. 1998; Baker and Manwell 1991; Smith 1982a, b). Pada sitasi bertingkat digunakan kata *cit* atau dalam, misalnya (Gyorgy 1991 *cit* Coward 1999) atau Gyorgy (1991, dalam Coward 1999).

Daftar Pustaka diketik dengan spasi ganda. Sitasi mengikuti CBE-ELSE-Vancouver style dengan modifikasi sebagai berikut:

Jurnal:

Suranto S, Gough KH, Shukla DD et al. 1998. Coat protein sequence of Krish-infecting strain of Johnson-grass mosaic potyvirus. Arch Virol 143: 1015-1020.

Buku:

Sprent JI, Sprent P. 1990. Nitrogen fixing organisms: Pure and applied aspects. Chapman and Hall, London.

Bab dalam buku:

Baker CMA, Manwell C. 1991. Population genetics, molecular markers and gene conservation of bovine breeds. In: Hickman CG (ed). Cattle Genetic Resources. Elsevier, Amsterdam.

Abstrak:

Liu Q, Salih S, Ingersoll J et al. 2000. Response of transgenic 'Royal Gala' apple (*Malus x domestica* Borkh.) shoots, containing the modified cecropin MB39 gene to *Erwinia amylovora* [084]. Abstracts of 97th Annual International Conference of the American Society for Horticultural Science. Lake Buena Vista, FL, 23-26 July 2000.

Prosiding:

Alikodra HS. 2000. Keanekaragaman hayati bagi pembangunan daerah otonom. In: Setyawan AD, Sutarno (eds). Menuju Taman Nasional Gunung Lawu, Prosiding Semiloka Nasional Konservasi Biodiversitas untuk Perlindungan dan Penyelamatan Plasma Nutfah di Pulau Jawa. Surakarta, 17-20 Juli 2000.

Skripsi, Tesis, Disertasi:

Purwoko T. 2001. Biotransformasi Isoflavon oleh *Rhizopus oryzae* UICC 524 dan Aktivitas Antioksidan Isoflavon Aglikon dari Tempe terhadap Oksidasi Minyak Kedelai. [Tesis]. Universitas Indonesia, Jakarta.

Informasi dari Internet:

Rosauer D. 1998. Forest disturbance and succession. <http://www.anu.edu.au/Forestry/silviculture/daniel/chapter1/1.1.html>

Naskah publikasi "*in press*" dapat disitasi dan dicantumkan dalam daftar pustaka. "Komunikasi pribadi" dapat disitasi, tetapi tidak dapat dicantumkan dalam daftar pustaka. Penelitian yang tidak dipublikasikan atau sedang dalam tahap pengajuan publikasi tidak dapat disitasi.

Beberapa catatan tambahan. Naskah diketik tanpa tanda hubung (-), kecuali kata ulang. Penggunaan huruf "l" (el) untuk "1" (satu) atau "O" (oh) untuk "0" (nol) perlu dihindari. Simbol α , β , γ , dan lain-lain dimasukkan melalui fasilitas insert, bukan mengubah jenis huruf. Kata-kata dan tanda baca sesudahnya tidak diberi spasi.

Kemajuan Naskah. Pemberitahuan naskah dapat diterima atau ditolak akan diberitahukan sekitar satu bulan setelah pengiriman. Naskah dapat ditolak apabila materi yang dikemukakan tidak sesuai dengan misi jurnal, kualitas materi rendah, format tidak sesuai, gaya bahasa terlalu rumit, terjadi ketidakjujuran keaslian penelitian, dan korespondensi tidak ditanggapi. Penulis atau penulis pertama pada naskah kelompok akan mendapatkan satu eksemplar jurnal yang memuat tulisannya selambat-lambatnya sebulan setelah naskah diterbitkan. Penulis akan kembali mendapatkan satu eksemplar jurnal nomor penerbitan berikutnya.

PENTING: Penulis atau para penulis dalam naskah kelompok masih memegang hak cipta (*copyright*) dan mempertahankan hak penerbitan tanpa pembatasan atas naskah yang diterbitkan **Biofarmasi**. Penulis atau pihak lain diperkenankan memperbanyak naskah dalam jurnal ini selama tidak untuk tujuan komersial. Untuk penemuan baru, penulis disarankan mengurus hak patennya sebelum mempublikasikan dalam jurnal ini.

- | | |
|---|--------------|
| Pembuatan kecap keong mas (<i>Pomacea canaliculata</i>) secara fermentasi koji dan penambahan ekstrak nanas (<i>Ananas comosus</i>) | 1-7 |
| • ELA LAILATUL BADRIAH, SURANTO, TIAHJADI PURWOKO | |
| Produksi biomassa sel khamir R1 dan R2 menggunakan substrat ekstrak ubi jalar dan ubi kayu dalam fermentor tipe air-lift skala 18 liter | 8-15 |
| • WIWIN UNDARI, ARI SUSILOWATI, IRAWAN SUGORO | |
| Pengaruh suplementasi getah pepaya (<i>Carica papaya</i>) dalam ransum terhadap performa kelinci New Zealand White jantan | 16-21 |
| • PRAMUWIDHI PEKIK WICAKSONO, Y.B.P. SUBAGYO, LUTOJO | |
| Pengaruh penambahan tepung lempuyang (<i>Zingiber aromaticum</i>) dalam ransum terhadap produksi karkas kelinci New Zealand White jantan | 22-29 |
| • GUNARSO TRI ATMOKO, PUDJOMARTATMO, GINDA SIHOMBING | |

