

FERMENTASI SUBSTRAT PADAT KULIT SINGKONG SEBAGAI BAHAN PAKAN TERNAK UNGGAS

Stephanie¹ dan Purwadaria T²

¹Fakultas Teknobiologi, Prodi Master Bioteknologi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya
Jl. Jenderal Sudirman No. 51, Jakarta 12930

²Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Bogor 16002
tpurwadaria@yahoo.co.uk

(Makalah masuk 24 Oktober 2012 – Diterima 14 Januari 2013)

ABSTRAK

Kulit singkong yang tidak digunakan pada waktu ekstraksi pati umbi singkong, merupakan salah satu sumber daya alam yang potensial sebagai bahan pakan. Kendala dalam pemanfaatan kulit singkong adalah rendahnya kadar protein, tingginya kadar serat kasar, dan tingginya kadar senyawa toksik sianogenik. Fermentasi substrat padat menggunakan kapang dapat diaplikasikan untuk meningkatkan nilai nutrisi dan menghilangkan senyawa toksik kulit singkong. Pada makalah ini hal yang berhubungan dengan proses fermentasi kulit singkong diuraikan secara berurutan, yaitu: (i) permasalahan kulit singkong; (ii) biodegradasi dan detoksifikasi pada saat proses fermentasi; (iii) metode fermentasi substrat padat pada kulit singkong; (iv) peningkatan nilai nutrisi produk fermentasi; dan (v) penerapan hasil fermentasi kulit singkong sebagai pakan unggas. Pada akhir rangka tulisan hasil fermentasi kulit singkong dibandingkan dengan hasil fermentasi onggok dan umbi singkong. Pertumbuhan kapang pada proses fermentasi meningkatkan kadar protein bila ditambahkan nitrogen, sedangkan aktivitas degradasi serat dan glukosianida menurunkan kadar serat dan sianida. Proses fermentasi substrat padat yang telah dilaporkan dapat menggunakan hanya kulit singkong atau dicampurkan dengan gandum, sedangkan inokulum yang digunakan dapat berupa mikroba *indigenous* atau diinokulasi dengan *Aspergillus niger* atau fungi lapuk putih *Panus tigrinus*. Seperti pada umbi dan ampas singkong, kulit singkong terfermentasi dapat digunakan hingga 10% sebagai bahan pakan unggas pengganti jagung.

Kata kunci: Kulit singkong, fermentasi, nilai nutrisi, unggas

ABSTRACT

SOLID SUBSTRATE FERMENTATION OF CASSAVA PEEL FOR POULTRY FEED INGREDIENT

Cassava peel which is not used during cassava starch extraction is one of potential resources for animal feed. However, cassava peel has low level protein content, high level crude fiber, and high level of toxic cyanogenic compound. These problems limit the utilization of cassava peel as feed. Solid substrate fermentation using mold may be a solution process to increase its nutritional value and decrease toxic level of cassava peel. In this paper, matters that related with cassava peel fermentation process are subsequently described, namely: (i) problems of cassava peel; (ii) biodegradation and detoxification process; (iii) solid state fermentation methods on cassava peel; (iv) nutritional quality of fermented cassava peel; and (v) application of fermented cassava peel in poultry feed. The fermented cassava peel application is compared with those of cassava root and waste (*onggok*). Addition of nitrogen inorganic in the fermentation process increases the mold growth and protein content of the product, while fiber and cyanogenic contents are decreased due to mold degradation activity. The fermentation process may be carried out using only the cassava peel as the substrate or mixed with wheat flour, using indigenous microbes, *Aspergillus niger* or a white rot fungus, *Panus tigrinus* as inoculum. As well as fermented cassava root and waste, fermented cassava peel can be used to substitute maize as poultry feed, although it is reported that the optimum substitution in broiler ration is only 10%.

Key words: Cassava peel, fermentation, nutritional value, poultry

PENDAHULUAN

Peningkatan industri peternakan mengakibatkan peningkatan kebutuhan pakan, terutama pakan hasil pertanian, seperti jagung dan kedelai. Seiring dengan peningkatan populasi manusia dan keterbatasan hasil pertanian, maka timbul permasalahan mengenai penggunaan hasil pertanian tersebut, menjadi pakan

atau pangan. Oleh karena itu, diperlukan sumber alam lain yang dapat memenuhi kebutuhan pakan ternak, tidak memiliki dampak terhadap kebutuhan pangan manusia, dan harus bersifat dapat berkelanjutan. Bahan pakan konvensional dari limbah pertanian, seperti bungkil inti sawit, bungkil kelapa, lumpur sawit, dan kulit singkong telah banyak diteliti. Umumnya bahan pakan tersebut mempunyai nilai gizi rendah, sehingga

membutuhkan teknologi pengolahan. Teknologi pengolahan yang dilakukan sebaiknya membutuhkan biaya yang rendah. Telah dilakukan berbagai riset tentang hal ini, salah satunya ialah pengolahan kulit singkong.

Singkong merupakan tanaman tropis yang termasuk dalam family *Euphorbiaceae*. Umbi singkong telah digunakan oleh masyarakat umum untuk produksi tepung tapioka dan sebagai substitusi makanan pokok, karena kandungan karbohidratnya yang tinggi. Daun singkong dikonsumsi sebagai sayuran. Kulit singkong yang merupakan bagian kulit luar umbi singkong tidak digunakan pada waktu penggunaan umbi, akan menjadi kandidat yang sangat baik untuk bahan pakan. Di Indonesia, kulit singkong tersedia dalam jumlah yang sangat banyak. Dengan produksi singkong sebanyak 18,9 juta ton per tahun, limbah kulit dalam yang berwarna putih, dapat mencapai 1,5-2,8 juta ton sedangkan limbah kulit luar yang berwarna coklat mencapai 0,04-0,09 juta ton (Hikmiyati 2009). Kulit singkong pada awalnya tidak dapat dikonsumsi, karena secara alami, kulit singkong mengandung kadar serat kasar tinggi, protein rendah, dan kadar senyawa toksik, glukosida sianida tinggi (Tijani et al. 2012). Akan tetapi, pengolahan lebih lanjut terhadap kulit singkong, yaitu dengan fermentasi, dapat menghilangkan senyawa sianida dan meningkatkan nilai gizi kulit singkong.

Fermentasi ialah proses perubahan suatu senyawa menjadi senyawa lain menggunakan mikroorganisme dalam kondisi aerobik atau anaerobik. Berdasarkan kadar substrat dan air, fermentasi dibagi menjadi dua tipe, yaitu fermentasi kultur terendam (kadar air sekitar 90%) dan fermentasi substrat padat (kadar air 40-75%). Proses fermentasi hasil samping tanaman perkebunan (bungkil inti sawit dan kelapa), tanaman pangan (dedak padi dan polard gandum), serta industri pertanian (kulit singkong, ongkok dari pabrik tapioka) untuk bahan pakan umumnya dilakukan dengan fermentasi substrat padat. Fermentasi substrat padat dinilai lebih baik, karena volume proses fermentasi lebih rendah dibandingkan kultur terendam yang mengandung kadar air lebih tinggi. Pemanenan pada fermentasi substrat padat lebih sederhana, karena tak perlu memisahkan sel mikroorganisme dengan sisa substrat, sedangkan pada kultur terendam dibutuhkan pemisahan sel dengan sentrifugasi atau filtrasi. Pemisahan sel tentunya akan meningkatkan biaya produksi. Sisa substrat pada proses fermentasi substrat padat tetap mempunyai nilai gizi sebagai bahan pakan, karena mengandung molekul polimer substrat yang lebih sederhana atau lebih mudah tercerna dan mengandung enzim hidrolisis yang juga berguna pada pencernaan unggas (Purwadaria et al. 1997; 1998). Fermentasi substrat padat dapat dengan mudah dilaksanakan di pedesaan seperti yang sudah dikenal pada pangan olahan tradisional, contoh di

Indonesia pembuatan tempe dan tape singkong masing-masing merupakan fermentasi kacang kedelai dan umbi singkong, di Afrika fermentasi singkong dikenal dengan nama gari. Peningkatan skala produksi dilakukan dengan memperluas area tempat fermentasi ke samping atau dapat dibuat dengan inkubasi rak bertingkat. Fermentasi akan memperlunak substrat dan meningkatkan nilai gizi substrat. Fermentasi substrat padat juga dapat dilaksanakan pada skala industri menggunakan tangki reaktor.

Pada makalah ini selain dibahas pengaruh fermentasi substrat padat terhadap kadar nutrisi dan anti nutrisi kulit singkong, juga akan digali lebih dalam mengenai metabolisme proses fermentasi dan perbandingan kenaikan nilai gizi produk fermentasi kulit singkong dengan fermentasi ampas pati umbi singkong (ongkok) dan fermentasi umbi singkong, serta contoh aplikasinya pada unggas.

BIODEGRADASI DAN DETOKSIFIKASI PADA SAAT PROSES FERMENTASI

Pada fermentasi substrat padat terjadi peristiwa biodegradasi senyawa polimer karena aktivitas metabolisme mikroorganisme. Mikroorganisme yang digunakan dapat berupa bakteri maupun fungi (kapang). Fungi lebih disarankan untuk substrat seperti kulit singkong karena miselia fungi dapat meliputi substrat selama pertumbuhannya sambil mengekskresikan enzim hidrolisis yang dapat mengurai lignin, selulosa, dan hemiselulosa yang terdapat pada kulit singkong. *Panus tigrinus* diketahui dapat menghasilkan peroksidase, lakase, selobiase, endoglukanase, dan xilanase (Tijani et al. 2012). *Aspergillus flavus*, *A. niger*, dan *Penicillium* sp. diketahui dapat menghasilkan selulase, amilase, hemiselulase, katalase, pektinase, dan xilanase (Purwadaria et al. 1997; Iyayi 2004). Enzim amilase dan selulase dapat mengurai rantai panjang polisakarida menjadi rantai pendek atau monomer glukosa dengan memutuskan ikatan alpha- dan beta-1,4-glikosida, sehingga akan terjadi penurunan kadar polisakarida setelah fermentasi. Gula ini kemudian akan digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber karbonnya dan menghasilkan biomassa. Protein miselia dari biomassa ini juga berperan dalam peningkatan nilai protein setelah fermentasi (Iyayi 2004), terutama bila fermentasi kulit singkong dilakukan dengan penambahan mineral N-anorganik (Kompang et al. 1995a). Selain N-anorganik, penambahan mineral makro lain seperti $MgSO_4$ (450 ppm) meningkatkan kadar protein (Tijani et al. 2012).

Permasalahan lain penyebab kulit singkong tidak dapat langsung dikonsumsi ialah tingginya kandungan sianogenik. Senyawa sianogenik dapat menyebabkan keracunan pada hewan dengan tanda-tanda peningkatan

laju pernapasan, tremor pada otot, kejang, kelenjar mukosa memerah dan bahkan kematian. Kadar maksimal sianogenik yang dapat ditoleransi tubuh ialah 2mg/kg berat badan untuk sapi dan domba pada pemberian tunggal (Bahri dan Tarmudji 1984). Singkong memproduksi dua jenis senyawa glukosianida, yaitu linamarin (2-β-D-glukopiranosiloxil) dan lotaustralin (metilbutironitril) yang sebagian besar terdapat pada bagian kulit (Adamafo et al. 2010).

Kedua senyawa sianogenik di atas dapat didegradasi dengan linamarase, sianida hidratase, dan hidrosinitril lyase (Adamafo et al. 2010). Enzim ini mengkatalis degradasi linamarin menjadi aseton sianohidrin, yang secara spontan, terdekomposisi menjadi HCN. HCN bersifat larut dalam air dan dapat dilepaskan ke udara (Gambar 1). Secara alami, singkong sendiri memiliki linamarase, namun tidak dapat menghilangkan sianida secara total. Pendekatan yang umum dilakukan untuk mereduksi kandungan senyawa sianida ialah metode fisik dan biologis.

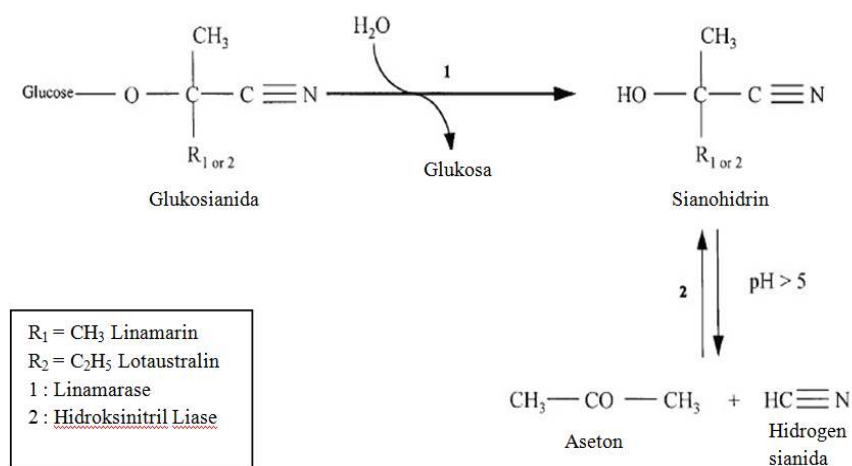
Metode fisik yang paling umum digunakan untuk mereduksi kandungan sianida, ialah pencucian, pengeringan dengan sinar matahari dan pemanasan. Paparan terhadap sinar matahari dapat mengaktifkan enzim linamarase (Perera 2010). Sedangkan metode biologis, umumnya melalui fermentasi, menggunakan mikroorganisme yang dapat menghasilkan linamarase ekstraseluler. Beberapa penelitian melaporkan bahwa mikroorganisme berupa bakteri, khamir ataupun kapang dapat menghasilkan linamarase. Mikroorganisme yang dapat menurunkan kadar

senyawa sianogenik di dalam kulit singkong diantaranya, *Mucor strictus*, *Rhizomucor miehei*, *Saccharomyces cerevisiae* (Iyayi dan Losel 2000), *Lactobacillus delbruckii*, *L. coryneformis* (Obboh 2006), *Bacillus subtilis* (Murugan et al. 2012), *Aspergillus flavus*, dan *A. niger* (Adamafo et al. 2010).

Metode fisik dengan pengeringan dan pemanasan terutama dengan sinar matahari sangat mudah dan murah untuk dilakukan, tetapi reduksi kandungan sianogenik tidak tinggi. Metode biologis membutuhkan biaya lebih besar dan petani yang melakukan juga harus memiliki pengetahuan mengenai proses fermentasi, namun reduksi senyawa sianida lebih efektif.

METODE FERMENTASI KULIT SINGKONG

Metode yang dilakukan oleh Tijani et al. (2012) ialah menggunakan campuran kulit singkong, tepung gandum, dan campuran mineral (NH₄)₂SO₄, MnSO₄, KH₂PO₄ dan MgSO₄ serta diinokulasi dengan fungi lapuk putih *Panus tigrinus* M609RQY. Fermentasi dilakukan pada labu erlenmeyer 250 mL. Adamafo et al. (2010) meneliti perubahan kadar nutrisi pada kulit singkong dengan menggunakan empat perlakuan, yaitu kontrol (substrat kulit singkong), substrat+buffer fosfat, substrat+inokulum yang telah disterilisasi, dan substrat+inokulum tanpa sterilisasi. Inokulum yang digunakan sebagai *starter* merupakan mikroba *indigenous*. Mikroba *starter* didapatkan dari perasan sari singkong yang telah diparut terlebih dahulu dan



Gambar 1. Skema degradasi senyawa glukosianida

Sumber: Murugan et al. (2012)

diinkubasi selama tiga hari. Suspensi mikroba *starter* kemudian diinokulasikan pada kulit singkong yang telah dicacah lalu diinkubasi pada suhu 32°C selama 7 hari. Inkubasi disimpan pada botol plastik tertutup tanpa aerasi dan penggoyangan. Kedua proses fermentasi ini dilakukan dengan skala laboratorium. Walaupun demikian peningkatan skala pada fermentasi dengan *P. tigrinus* dapat dengan mudah dilakukan seperti pada proses pembuatan jamur tiram dengan kantung plastik pada rak bertingkat. Kedua fungi ini tergolong fungi *Basidiomycetes*. Pada proses yang kedua peningkatan skala lebih kurang sama, karena tidak memerlukan aerasi dan penggoyangan dapat dengan memperbanyak botol plastik pada rak bertingkat.

Proses fermentasi kulit singkong yang dipersiapkan untuk evaluasi pada ayam pedaging (Supriyadi 1995) dilakukan mengikuti proses fermentasi yang biasa dilakukan pada pembuatan cassapro di Balai Penelitian Ternak dengan penambahan campuran mineral (Kompang et al. 1995a; 1995b; Supriyadi dan Kompang 2002). Sebelum proses fermentasi kulit singkong dikeringkan pada suhu 60°C selama 24 jam, dan digiling menjadi butiran kecil. Inokulum yang digunakan merupakan spora kapang *A. niger*. Inkubasi dilakukan pada baki plastik. Peningkatan skala dilakukan dengan menyimpan pada baki plastik pada rak bertingkat yang disimpan pada ruang fermentor yang diatur suhu, kelembaban dan aliran aerasinya (Sinurat et al. 1998).

PENINGKATAN NILAI NUTRISI

Penelitian Adamafio et al. (2010) menunjukkan penurunan kadar polisakarida dan peningkatan kadar protein pada perlakuan substrat+inokulum *indigenous* tanpa sterilisasi. Peningkatan kadar protein paling tinggi terjadi pada hari ketujuh, yaitu 10,8 kali lebih besar dari kontrol. Pada saat fermentasi dapat juga dilakukan penambahan N-anorganik seperti urea atau amonium sulfat untuk peningkatan kadar protein. Pada penelitian yang dilakukan Sidarta et al. (2010) pada umbi singkong dan penelitian Supriyadi (2003) pada onggok dilakukan penambahan amonium sulfat dan urea pada fermentasinya. Umbi singkong yang disuplementasikan dengan mineral anorganik tersebut mengalami kenaikan nilai protein sejati (selisih kadar protein kasar dan N terlarut x 6,25) sebesar 82% sedangkan umbi tanpa suplementasi mineral anorganik hanya mengalami kenaikan nilai protein sejati sebesar 39%. Kadar N terlarut ditentukan untuk menggambarkan sisa N-anorganik yang tidak digunakan dalam pembentukan protein sel, sehingga tidak menimbulkan bias sebagai kadar protein kasar. Onggok yang difermentasikan dengan penambahan mineral anorganik mengalami kenaikan nilai protein sejati dari

2,2 menjadi 18,4%. Kenaikan protein sejati pada proses fermentasi umbi singkong tanpa penambahan N-anorganik terjadi karena terjadi proses pemekatan kadar protein, akibat hilangnya senyawa karbohidrat pada waktu proses respirasi.

Peningkatan kadar protein kasar 77,8% pada proses fermentasi kulit singkong yang ditambahkan 1500 ppm amonium sulfat dilaporkan oleh Tijani et al. (2012). Kompang et al. (1995a) melaporkan kenaikan kadar protein berbanding lurus dengan jumlah nitrogen organik yang ditambahkan. Dilaporkan pula bahwa bila dibandingkan dengan fermentasi pada umbi singkong yang mengandung kadar pati lebih tinggi, fermentasi pada kulit singkong dengan kadar serat lebih rendah mempercepat pembentukan spora. Pembentukan spora pada pakan menurunkan nilai gizi produk fermentasi, karena kecernaannya lebih rendah daripada sel miselia.

Kenaikan kadar protein seiring dengan kenaikan asam amino. Sebagai contoh kadar asam amino produk fermentasi kulit singkong menggunakan *Rhizopus* sp.: lisin, threonin, prolin, campuran sistein dan glisin, campuran metionin dan triptophan masing-masing meningkat 71, 141, 157, 90, dan 77%. Kadar total asam amino meningkat 147%. Produk fermentasi juga mengandung komponen lengkap asam amino esensial, sedangkan kulit singkong tanpa fermentasi tidak mengandung phenilalanin, alanin, tirosin, dan leusin (Ofuya dan Obilor 1993). Keseluruhan asam amino esensial akan berpengaruh pada kenaikan bobot unggas, bila digunakan sebagai pakan unggas.

Penurunan kadar polisakarida terlarut berlangsung terus menerus pada hari ketujuh dapat diamati penurunan dari 2,6 mg/g bobot badan kering menjadi 1,5 mg/g bobot badan kering (Adamafio et al. 2010). Pada penelitian ini tidak terjadi penurunan kadar serat kasar. Akan tetapi, pada penelitian Aderemi dan Nworgu (2007) proses fermentasi dengan menggunakan inokulum *A. niger* menurunkan kadar *acid detergent fibre* (ADF) dari 9,8±1,2% menjadi 4,9±1,0%. Purwadaria et al. (1997) melaporkan proses fermentasi kulit singkong dengan *A. niger* menurunkan kadar pati pada awal fermentasi sampai dengan masa inkubasi hari ketiga, sedangkan kadar serat kasar pada saat itu mengalami kenaikan. Penurunan kadar pati berkorelasi dengan produksi amilase, sedangkan kadar serat berkorelasi dengan kadar kitin pada dinding sel miselia. Serat kasar mengalami penurunan setelah kadar pati relatif rendah dan produksi enzim selulase terinduksi pada hari ke-4 berlanjut sampai dengan hari ke-5 fermentasi. Dapat disimpulkan induksi selulase terjadi untuk memecah selulosa menjadi gula sederhana yang digunakan kapang untuk mempertahankan pertumbuhannya. Produksi selulase pada kulit singkong yang difermentasi dengan *Rhizopus* sp. dilaporkan pula oleh Ofuya dan Nwajiuba (1990). Produksi enzim selulase yang tidak diproduksi unggas ini akan sangat

berguna bila tetap dapat dipertahankan setelah proses pengeringan produk fermentasi. Purwadaria et al. (1998) melaporkan bahwa aktivitas selulase dan mananase (enzim pengurai hemiselulosa, manan) tetap terdeteksi cukup tinggi setelah produk fermentasi lumpur sawit dengan *A. niger* dikeringkan pada 60°C.

Fermentasi kulit singkong dengan kapang lapuk putih *Panus tigrinus*, penghasil enzim ligninolitik (Leontievsky et al. 1994) menurunkan kadar lignin sampai 52,6% (Tijani et al. 2012). Dapat disimpulkan bahwa penurunan atau peningkatan kadar suatu senyawa akibat fermentasi juga dipengaruhi oleh jenis mikroorganisme yang digunakan dalam memproduksi enzim hidrolisis untuk mendegradasi komponen karbohidrat tersedia (pati) atau struktural (serat) dalam substrat menjadi molekul yang lebih sederhana. Molekul dari karbohidrat hasil hidrolisis berupa oligosakarida pendek dan monomer digunakan sebagai sumber energi kapang atau ditransformasi menjadi protein sel kapang.

Melalui fermentasi, terjadi pula penurunan kadar senyawa sianogenik pada kulit singkong. Pada penelitian Oboh (2006) terjadi penurunan kadar sianogenik sebesar 86,1% setelah fermentasi. Hal ini didukung pula dengan penelitian Adamafio et al. (2010) yang penurunannya mencapai 86,2%. Persentase penurunan kadar senyawa sianogenik melalui proses fermentasi jauh lebih besar dibandingkan dengan proses pemanasan atau pengeringan yang penurunannya hanya berkisar 47%. Hal ini disebabkan oleh mikroorganisme yang digunakan untuk fermentasi juga dapat mengekskresikan enzim linamarase ekstraseluler sehingga senyawa sianogenik yang didegradasi pun menjadi lebih banyak.

Protein yang berasal dari miselia fungi berupa protein sel tunggal sehingga mengandung banyak *ribonucleic acid* (RNA). Kenaikan kadar protein selama proses fermentasi akan diikuti dengan kenaikan RNA. RNA dalam pakan ternak juga dapat menjadi faktor pembatas karena dapat menyebabkan gangguan metabolisme pada ternak (Hidayat 2009). Kadar nitrogen dinding sel fungi selain glikoprotein dibangun pula oleh senyawa kitin yang mengandung kadar nitrogen cukup tinggi, tetapi tergolong dalam serat dan tidak dapat dicerna unggas.

PERBANDINGAN PEMANFAATAN PRODUK FERMENTASI KULIT SINGKONG, ONGGOK DAN UMBI SINGKONG SEBAGAI PAKAN UNGGAS

Penggunaan kulit singkong untuk pakan ternak non-ruminansia masih sangat terbatas karena kadar seratnya yang cukup tinggi dapat menghambat

pertumbuhan ternak monogastrik, terutama unggas. Sebaliknya pada ternak ruminansia proses fermentasi pada rumen mencerna serat dengan bantuan enzim pengurai serat yang dihasilkan mikroba rumen. Oladunjoye et al. (2010) meneliti pengaruh substitusi bungkil jagung dengan tepung kulit singkong kering matahari dan yang direndam dengan air abu kayu pada ayam petelur. Pada penelitian tersebut terlihat rasio substitusi 50-80% kedua perlakuan tidak menghasilkan perbedaan nyata pada pertumbuhan bobot ayam dan konsumsi pakan, tetapi produksi telur dan konversi pakan yang paling optimum terlihat pada substitusi 50% untuk perlakuan tepung kering dan 50-70% untuk perlakuan air abu. Rendahnya harga tepung kulit singkong dibandingkan bungkil jagung mengakibatkan penurunan biaya pakan tertinggi pada perlakuan substitusi yang paling tinggi, walaupun demikian nilai biaya terhadap produksi telur (biaya/kg telur) setara dengan FCR (*feed conversion rate*) yaitu substitusi untuk 50% perlakuan tepung kering dan 50 - 70% untuk perlakuan air abu. Pada profil kualitas telur hampir tidak terdapat perbedaan antara pakan jagung dengan pakan yang dicampur dengan kulit singkong, kecuali index dan warna kuning telur, serta kadar kolesterol lebih rendah pada perlakuan substitusi.

Terdapat perbedaan antara hasil penelitian Oladunjoye et al. (2010) yang memberi pakan kulit singkong tak terfermentasi dengan hasil penelitian Ofuya dan Obilor (1993) yang memberi pakan kulit singkong terfermentasi selama 20 hari. Proses fermentasi mengakibatkan pencernaan karbohidrat dan protein secara *in vivo* berturut-turut meningkat sebesar 46,8 dan 24,1 unit (Tabel 1). Pertambahan bobot ayam pun terjadi secara signifikan yaitu dari 40 gram menjadi 134,8±18.0 gram pada ayam yang diberi pakan mengandung kulit singkong terfermentasi, bila dibandingkan dengan ayam yang diberi pakan mengandung kulit singkong tidak terfermentasi hanya meningkatkan bobot dari 40 gram menjadi 47,8±4,0 gram. Pertumbuhan terbatas pada unggas yang diberikan kulit singkong tanpa fermentasi terkait dengan keracunan glukosianida yang ditunjukkan dengan nekrosis dan pembesaran sekum pada uji autopsi.

Bagian singkong yang difermentasi dan diberikan sebagai bahan pakan saat ini ialah onggok, umbi, dan kulit. Kenaikan tingkat pencernaan protein onggok terfermentasi masih lebih tinggi bila dibandingkan dengan kulit terfermentasi dan kenaikan nilai pencernaan tertinggi didapat pada onggok yang difermentasi dengan *Trichoderma* AA1 sebesar 34,8% (Mursyid et al. 2009). Perbedaan hasil kenaikan nilai pencernaan protein juga dapat disebabkan oleh jenis mikroba yang digunakan untuk fermentasi. Beberapa jenis mikroba dapat mensintesis asam amino dari sumber nitrogen anorganik, seperti amonium, melalui

jalur aminasi reduktif α -ketoglutarat menjadi asam glutamat (Mursyid et al. 2009). Akibatnya, nilai protein produk fermentasi semakin meningkat.

Kenaikan kelarutan bahan organik akibat aktivitas enzim hidrolitik meningkatkan energi metabolis (Tabel 1). Bersama kenaikan protein, kenaikan energi metabolis menunjukkan bahwa proses fermentasi dapat meningkatkan pencernaan bahan organik kulit singkong atau onggok sebagai bahan pakan. Molekul serat kasar kulit singkong tidak dapat dicerna unggas menjadi energi, sedangkan oligosakarida hasil hidrolisis pada proses fermentasi dapat diserap sebagai energi.

Pemberian kulit singkong terfermentasi dengan *A. niger*, yang mengandung 28% protein kasar, untuk mensubstitusi jagung dalam pakan ayam pedaging selama empat minggu hingga 15% tidak menurunkan jumlah asupan pakan terhadap kontrol tanpa kulit

singkong terfermentasi. Namun, komposisi ini mengakibatkan penurunan bobot tubuh ayam dan nilai efisiensi konversi pakan. Sebaliknya, pemberian sampai 10% kulit singkong fermentasi tidak berbeda dengan pakan kontrol tanpa kulit singkong, baik pada pertambahan bobot badan dan konversi pakan (Supriyadi 1995).

Perbandingan aplikasi kulit singkong, onggok, dan umbi singkong terfermentasi (Tabel 2) menunjukkan ketiganya dapat diberikan pada hewan unggas hingga kadar 10% tetapi nilai konversi pakannya berbeda, yaitu 2,03; 1,90; dan 1,80. Nilai efisiensi konversi terbaik dicapai pada umbi singkong. Nilai efisiensi ini terkait dengan lebih tingginya kadar serat pada kulit singkong terfermentasi (Supriyadi 1995; Kompiang et al. 1997; Supriyati 2003).

Tabel 1. Nilai pencernaan *in vivo* dan energi metabolisme kulit singkong dan onggok fermentasi sebagai pakan ayam pedaging

Jenis substrat	Inokulum	Kecernaan (%)			Energi metabolis (kkal/kg)	Sumber pustaka
		BK	KH	PR		
Kulit singkong	Kontrol* <i>Rhizopus</i> sp.	tad	21,3	34,1	tad	Ofuya dan Obilor (1993)
		tad	67,1	58,2	tad	
	Kontrol <i>A. niger</i>	tad	tad	66,9	2253	Supriyadi dan Kompiang (2002)
		tad	tad	72,0	2700	
Onggok	Kontrol <i>A. oryzae</i>	73,7	tad	41,7**	2895	Mursyid dan Zuprizal (2005)
		72,3	tad	72,2	2952	
	Kontrol <i>Trichoderma</i> AA1	66,3	90,1	29,4**	2583	Mursyid et al. (2009)
		69,9	89,0	64,2	2896	

BK = bahan kering; KH = karbohidrat; PR = protein; tad = tidak ada data

*kontrol tanpa inokulum; **kecernaan protein terlarut

Tabel 2. Berbagai perlakuan komponen singkong terhadap konversi pakan unggas

Bahan	Perlakuan	Kadar produk pada pakan (%)*	Konversi pakan	Jenis ayam	Sumber pustaka
Kulit singkong	Tanpa fermentasi	21,2	2,7	Petelur	Oladunjoye et al. (2010)
	Rendam air abu	29,7	2,8	Petelur	
	Fermentasi (<i>A. niger</i>)	10,0	2,1	Pedaging	Supriyadi (1995)
		5,0	2,0		
Onggok	Fermentasi (<i>A. niger</i>)	10,0	1,9	Pedaging	Supriyadi (2003)
Umbi singkong	Fermentasi (<i>A. niger</i>)	10,0	1,8	Pedaging	Kompiang et al. (1997)

*, kadar produk merupakan kadar optimum yang menunjukkan nilai FCR berbeda tidak nyata dengan pakan kontrol tanpa substitusi

KESIMPULAN

Fermentasi substrat padat menggunakan fungi merupakan salah satu metode pengolahan kulit singkong yang baik, karena dapat meningkatkan kandungan protein atau asam amino esensial, menurunkan kandungan serat kasar dan senyawa sianogenik yang berbahaya. Selain itu, nilai pencernaan karbohidrat maupun protein pada kulit singkong terfermentasi juga lebih tinggi dibandingkan tanpa fermentasi, proses fermentasi meningkatkan energi metabolisme. Nilai efisiensi konversi pakan kulit singkong sedikit lebih rendah bila dibandingkan dengan pakan onggok atau umbi terfermentasi. Kulit singkong terfermentasi berpotensi mensubstitusi jagung pada pakan unggas sampai 10%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamafio NA, Sakyiamah M, Tettey J. 2010. Fermentation in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) pulp juice improves nutritive value of cassava peel. *Afr J Biochem Res.* 4(3):51-56.
- Aderemi FA, Nworgu FC. 2007. Nutritional status of cassava peels and root sieviate biodegraded with *Aspergillus niger*. *J Agri Environ Sci.* 2:308-311.
- Bahri S, Tarmudji. 1984. Keracunan sianida pada ternak dan cara mengatasinya. *Wartazoa* 1:61-64.
- Hidayat C. 2009. Peluang penggunaan kulit singkong sebagai pakan unggas. Dalam: Sani Y, Natalia L, Brahantiyo B, Puastuti W, Sartika T, Nurhayati, Anggraeni A, Matondang RH, Martindah E, Estuningsih SE, penyunting. *Teknologi Peternakan dan Veteriner Mendukung Industrialisasi Sistem Pertanian untuk Meningkatkan Ketahanan pangan dan Kesejahteraan Peternak*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 4-5 Agustus 2009. Bogor (Indonesia): Puslitbang Peternakan. hlm. 655-664.
- Hikmiyati N. 2009. Pembuatan bioetanol dari kulit singkong melalui hidrolisa asam dan enzimatis [skripsi]. [Semarang (Indonesia)]: Universitas Diponegoro. hlm. 1-5.
- Iyayi EA. 2004. Changes in the cellulose, sugar, and crude protein contents of agro-industrial by-products fermented with *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* and *Penicillium* sp. *Afr J Biotechnol.* 3:186-188.
- Iyayi EA, Losel DM. 2000. Cyanide detoxification in cassava by-products by fungal solid state fermentation. *J Food Technol Afr.* 5:48-51.
- Kompiang IP, Purwadaria T, Darma J, Supriyati, Haryati T. 1995a. Pengaruh kadar mineral terhadap sintesis protein dan laju pertumbuhan *Aspergillus niger*. Dalam: Soetisna U, Tappa B, Sukara E, Sukiman HI, Widyastuti Y, Ermayanti TM, Imelda M, Prayitno NR, Loedin IHS, penyunting. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Pengembangan. Bioteknologi II*. Cibinong, 6-7 September 1994. Jakarta (Indonesia): Puslitbang Bioteknologi, LIPI. hlm. 468-473.
- Kompiang S, Purwadaria T, Darma J, Haryati T, Kompiang IP. 1995b. Komposisi kimia dari cassapro: *protein enriched cassava*. Dalam: Soetisna U, Tappa B, Sukara E, Sukiman HI, Widyastuti Y, Ermayanti TM, Imelda M, Prayitno NR, Loedin IHS, penyunting. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Pengembangan. Bioteknologi II*. Cibinong, 6-7 September 1994. Jakarta (Indonesia): Puslitbang Bioteknologi, LIPI. hlm. 434-438.
- Kompiang, IP, Sinurat AP, Purwadaria T, Darma J, Supriyati. 1997. Cassapro in broiler ration: effect of halquinol supplementation. *JITV* 2:181-183.
- Leontievsky AA, Myasoedova NM, Golovleva LA. 1994. Production of ligninolytic enzymes of the white rot fungus *Panus tigrinus*. *J Biotechnol.* 32:299-307.
- Mursyid AWM, Zuprizal. 2005. Fermentasi substrat padat pada onggok dengan *Aspergillus oryzae*: evaluasi kandungan protein dan asam amino, pencernaan dan ketersediaan energi pada ayam broiler. *Bull Peternakan* 29:71-78.
- Mursyid AWM, Bachruddin Z, Zuprizal, Cahyanto MN. 2009. Nilai nutrisi onggok terfermentasi *Trichoderma* AA1 pada ayam broiler. *Media Kedokteran Hewan* 24(3):165-170.
- Murugan K, Yasotha, Sekar K, Al-Sohaibani S. 2012. Detoxification of cyanides in cassava flour by linamarase of *Bacillus subtilis* KM05 isolated from cassava peel. *Afr J Biotechnol.* 11:7232-7237.
- Oboh G. 2006. Nutrient enrichment of cassava peels using a mixed culture of *Saccharomyces cerevisiae* and *Lactobacillus* spp. solid media fermentation techniques. *J Biotechnol.* 9:46-49.
- Ofuya CO, Nwajiuba CJ. 1990. Fermentation of cassava peels for the production of cellulolytic enzymes. *J Appl Microbiol.* 68:101-198.
- Ofuya CO, Obilor SN. 1993. The suitability of fermented cassava peel as a poultry feedstuff. *Biores Technol.* 44:101-104.
- Olamdujoye IO, Ojebiyi O, Amao OA. 2010. Effect of feeding processed cassava (*Manihot esculenta* Crantz) peel meal based diet on the performance characteristic, egg quality and blood profile of laying chicken. *Agri Trop Subtrop.* 43:119-126.

- Perera CO. 2010. Removal of cyanogenic glycoside from cassava during controlled drying. *Drying Technol.* 28:68-72.
- Purwadaria T, Sinurat AP, Haryati T, Sutikno I, Supriyati, Darma J. 1998. Korelasi antara aktivitas enzim mananase dan selulase terhadap kadar serat lumpur sawit hasil fermentasi dengan *Aspergillus niger*. *JITV* 3:230-236.
- Purwadaria T, Haryati T, Sinurat AP, Kompiang IP, Supriyati, Darma J. 1997. The correlation between amylase and cellulase activities with starch and fiber contents on the fermentation of cassava with *Aspergillus niger*. In: Jenie UA, Noer AS, Sofro Asm, Darussamin A, Sudarmonowati E, Yuwono T, Artama WT, Wisjnuprpto, editors. *Proceedings of the International Biotechnology Conference*. Jakarta, June 17-19, 1997. Jakarta (Indonesia): Indonesian Biotechnology Consortium. p. 379-390.
- Sidarta E, Syaputra DA, Djafar F. 2010. Nilai kadar protein dan aktivitas amilase selama proses fermentasi umbi kayu dengan *Aspergillus niger*. PKMI. Jakarta (Indonesia): Universitas Katolik Atma Jaya. 10 hlm.
- Sinurat AP, Purwadaria T, Rosida J, Surachman H, Hamid H. 1998. Pengaruh suhu ruang fermentasi dan kadar air substrat terhadap nilai gizi produk fermentasi lumpur sawit. *JITV* 3:225-229.
- Supriyadi. 1995. Pengaruh tingkat penggunaan hasil fermentasi kulit ubi kayu oleh jamur *Aspergillus niger* dalam ransum terhadap performa ayam pedaging periode starter [skripsi]. [Bandung (Indonesia)]: Universitas Padjajaran.
- Supriyati. 2003. Onggok terfermentasi dan pemanfaatannya dalam ransum ayam ras pedaging. *JITV* 8:146-150.
- Supriyati, Kompiang IP. 2002. Perubahan komposisi nutrisi dari kulit ubi kayu terfermentasi dan pemanfaatannya sebagai bahan baku pakan ayam pedaging. *JITV* 7:150-154.
- Tijani IDR, Jamal P, Alam MZ, Mirghani MES. 2012. Optimization of cassava peel medium to an enriched animal feed by the white rot fungi *Panus tigrinus* M609RQY. *Int Food Res.* 19:427-432.