

**Peningkatan Kualitas Nutrisi Limbah Kulit Ubi Kayu melalui Fermentasi Menggunakan
*Bacillus amyloliquefaciens***

Improving Nutrient Quality of Cassava Peel Waste by Fermentation Using the *Bacillus amyloliquefaciens*

Mirzah dan H. Muis

Fakultas Peternakan Universitas Andalas
email: mirzah@faterna.unand.ac.id

(Diterima: 17 Februari 2015; Disetujui: 30 April 2015)

ABSTRAK

Satu penelitian telah dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh interaksi antara dosis inokulum dengan lama fermentasi kulit ubi kayu menggunakan bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* terhadap perubahan kandungan zat-zat makanan dan kualitas produk kulit ubi kayu fermentasi (Kukaf). Metode yang digunakan adalah metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 3 x 3 dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah dosis inokulum dari bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* terdiri dari A1=1%, A2=2% dan A3=3% per 100 g substrat. Faktor kedua adalah lama fermentasi terdiri dari B1=4 hari, B2=6 hari dan B3=8 hari. Peubah yang diamati adalah perubahan kandungan bahan kering, protein kasar, serat kasar, dan kualitas nutrisi seperti pencernaan serat kasar, retensi nitrogen dan energi metabolisme. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara dosis inokulum *Bacillus amyloliquefaciens* dengan lamanya fermentasi memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap penurunan bahan kering, peningkatan protein kasar dan retensi nitrogen, dan terdapat pengaruh interaksi yang nyata ($P < 0,05$) antara dosis inokulum dengan lama fermentasi terhadap penurunan serat kasar dan energi metabolisme produk Kukaf, sedangkan pada peubah pencernaan serat kasar interaksinya tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$), namun faktor dosis inokulum berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap pencernaan serat kasarnya. Kesimpulan penelitian ini adalah kualitas gizi Kukaf yang terbaik didapat pada perlakuan A3B1(dosis inokulum 3% dan lama fermentasi 4 hari) yang dapat menurunkan bahan kering sebesar 12,32 %, meningkatkan protein kasar sebesar 45,34 % dan merurunkan serat kasar sebesar 13,48%, dengan nilai retensi nitrogen sebesar 66,64 %, pencernaan serat kasar 44,45% dan energi metabolisme 2.135 kkal/kg.

Kata kunci: *Bacillus amyloliquefaciens*, fermentasi, kualitas zat gizi, kulit ubi kayu

ABSTRACT

*One study has been conducted with the aim to find out the influence of the interaction between the dose of inokulum with the length of fermentation of cassava skin with bacteria *Bacillus amyloliquefaciens* to change the nutrient content of substances and the quality of fermented cassava skin (Kukaf). The experiment was designed in a completely randomized design (CRD) in 3x3 factorial with 3 replicates. The first factor was inokulum doses of bacteria *Bacillus amyloliquefaciens* (A1 = 1%, A2 = 2% and A3 = 3% per 100 g of substrate). The second factor was the length of fermentation (B1 = 4 days, B2 = 6 days and B3 = 8 days). The observed variables were detection of the dry mater content, crude protein, nitrogen retention and energy metabolism. The results showed that the interaction between inokulum dose of *Bacillus amyloliquefaciens* with length of fermentation gives highly significant effect ($P < 0,01$) against a decline in the dry matter, the increase in nitrogen retention and protein, and there is a high interaction influence ($P < 0,05$) between inoculum doses on decreasing crude fiber and energy*

metabolism of Kukaf products, while showing no interaction effect on crude fiber digestability ($P > 0,05$), although dose inoculum had significant effect ($P < 0,05$) on crude fiber digestability. Conclusion of this research is the best quality of Kukaf nutrition obtained at the treatment A3B1 (3% inoculum dose and duration of fermentation 4 days) that can decrease the dry matter of ingredients by 12,32%, increase crude protein by 45,34% and decrease crude fibers of 13,48%, nitrogen retention value of 66,64%, crude fiber digestability 44,45% and energy metabolism of 2.147 kcal/kg.

Keywords: cassava skin, *Bacillus amyloliquefaciens*, fermentation, nutrient quality

PENDAHULUAN

Kulit ubi kayu merupakan limbah agroindustri yang mempunyai potensi untuk dikonversi menjadi pakan ternak baik ternak ruminansia maupun ternak unggas. Potensi limbah ini tersedia secara kontinyu seiring dengan meningkat juga produk ubi kayu di Indonesia secara umum, maupun di Sumatera Barat khususnya. Menurut Badan Pusat Statistika (2014) produksi ubi kayu di Sumatera Barat adalah sebesar 209.790 juta ton/tahun, dan dengan perkiraan potensi kulit ubi kayu yang dihasilkan kurang lebih 16% dari produksi ubi kayu (Darmawan, 2006), maka diperkirakan jumlah kulit ubi kayu yang tersedia adalah 33.566,40 ton/tahun. Jumlah kulit ubi kayu ini cukup besar, apabila diolah dengan baik dan teknologi pengolahan pakan yang tepat akan menghasilkan bahan baku pakan yang berkualitas.

Pemanfaatan kulit ubi kayu sebagai pakan masih terbatas karena kandungan dan kualitas nutrisi masih rendah. Kulit ubi kayu mengandung bahan kering 67,97 % dan berdasarkan bahan keringnya kulit ubi kayu mengandung protein kasar 4,08%, dan serat kasar yang juga tinggi 27,23% (Lab. Non Ruminansia Faterna, 2015). Kandungan makanan lainnya seperti lemak kasar 4,02 %, BETN 56,06 %, abu 2,32 % dan kadar HCN 228,4 ppm (Nuraini dkk, 2007). Di samping itu, juga terdapat HCN sebanyak 225 ppm, mengandung lignin 12,56% dan selulosa 14,00% (Lira, 2012). Kulit ubi kayu hanya dapat dipakai sampai level 10% dalam ransum ayam broiler, karena rendahnya protein kasar, tingginya serat kasar (lignin dan selulosa) dan anti nutrisi HCN sebagai faktor pembatas (Siswanti, 1993).

Untuk meningkatkan kualitas dan menurunkan faktor pembatas dari kulit ubi kayu serta pemanfaatan dalam ransum ternak dapat maksimal, maka diperlukan teknologi pengolahan pakan yang sesuai untuk meningkatkan kualitas nutrisi dan menurunkan kandungan serat kasar terutama lignin dan selulosa. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan teknologi fermentasi dengan bantuan bakteri *Bacillus amyloliquefaciens*. Penggunaan bakteri dalam proses fermentasi mempunyai beberapa keuntungan. Menurut Fardiaz (1989) bakteri sebagai inoculum memerlukan waktu yang lebih sedikit dibandingkan kapang dalam proses fermentasi sekitar 1-2 hari, karena waktu generatifnya lebih cepat (1-2 jam). Beberapa bakteri dapat menghasilkan banyak jenis enzim.

Bacillus merupakan salah satu bakteri sebagai penghasil Protein Sel Tunggal (PST) yang juga dapat menghasilkan berbagai jenis enzim yang terhitung sebagai protein serta mampu merombak zat makanan seperti karbohidrat, lemak dan protein menjadi senyawa yang lebih sederhana (Buckle *et al.*, 1987). Pemakaian inoculum *Bacillus amyloliquefaciens* dengan dosis 2 %, suhu fermentasi 40°C dalam fermentasi onggok selama 6 hari, mampu menurunkan serat kasar 36 % dan meningkatkan protein kasar 48 % (Wizna *et al.*, 2009). *Bacillus amyloliquefaciens* menghasilkan enzim seperti *alfa amylase* yang digunakan untuk menghidrolisis pati dan dapat mensintesis subtilisin yaitu suatu enzim yang mengkatalis protein sebagaimana halnya enzim tripsin.

Bacillus amyloliquefaciens juga bersifat selulolitik dan dapat mendegradasi serat kasar karena menghasilkan enzim ekstraseluler

selulase dan hemiselulase (Wizna *et al.*, 2007). Disamping itu bakteri ini juga menghasilkan beberapa enzim seperti alfa acetolactate decarboxylase, beta glucanase, hemicellulase, maltogenic amylase, urease, protease, xilanase, dan khitinase (Luizmeira, 2005). Ditambahkan, *Bacillus amylo-liquefaciens* juga dapat menghasilkan enzim fitase (Kim *et al.*, 1998). Adanya sel tubuh dan beberapa enzim yang dihasilkan oleh *Bacillus amyloliquefaciens* saat fermentasi onggok dapat meningkatkan protein substrat, karena sel tubuh dan enzim-enzim tersebut merupakan protein.

Fermentasi menggunakan inokulum *Bacillus amyloliquefaciens* telah menunjukkan hasil yang cukup baik pada beberapa substrat. Sebagai perbandingan berdasarkan hasil penelitian bahwa fermentasi campuran dedak padi dan darah dengan *Bacillus amylo-liquefaciens* yang terbaik pada dosis 3 % selama 3 hari dan dapat menurunkan serat kasar dari 11,27% menjadi 7,93 % dengan persentase penurunan serat kasar dari 29,63% dan peningkatan energi metabolisme dari 2956 kkal menjadi 3195 kkal dengan persentase peningkatan sebesar 7,48% (August, 2013).

Dari hasil-hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa fermentasi kulit ubi kayu dengan kapang selulolitik seperti *Trichoderma* sp hanya dapat menurunkan kandungan selulosa tetapi kandungan lignin masih tinggi. Sabrina, dkk (1997) menyatakan bahwa fermentasi kulit ubi kayu dengan *Trichoderma* sp dapat meningkatkan protein kasar dan menurunkan serat kasar (selulosa) tetapi kandungan lignin kulit ubi kayu masih tinggi. Menurut Nuraini dkk. (2007), fermentasi kulit ubi kayu dengan kapang *Neurospora crasa* dapat meningkatkan protein kasar dan beta karotennya serta hanya dapat menurunkan serat kasar sekitar 50 persen dari serat kasar kulit ubi kayu, karena kapang *Neurospora crasa* tersebut sedikit menghasilkan enzim selulase.

Dalam proses fermentasi ada beberapa hal yang harus diperhatikan, diantaranya dosis inokulum dan lama fermentasi. Dosis inokulum yang tepat akan memberikan kesempatan pada mikroba agar tumbuh dan

berkembang dengan cepat, dimana semakin banyak dosis inokulum yang dipakai maka semakin cepat proses fermentasi berlangsung, sehingga semakin banyak pula substrat yang dirombak. Selanjutnya semakin lama waktu fermentasi berlangsung maka zat-zat yang dirombak juga semakin banyak, seperti bahan kering dan bahan organik. Pertumbuhan mikroorganisme ditandai dengan lamanya waktu yang digunakan, sehingga konsentrasi metabolik semakin meningkat sampai akhirnya menjadi terbatas yang kemudian dapat menyebabkan laju pertumbuhan menurun (Fardiaz, 1992). Oleh karena itu, perlu diketahui tingkat dosis dan lama fermentasi yang optimum untuk menghasilkan kandungan nutrisi terbaik.

Keberhasilan suatu fermentasi media padat sangat tergantung pada kondisi optimum yang diberikan. Beberapa faktor yang mempengaruhinya adalah seperti komposisi substrat, ketebalan substrat, dosis inokulum dan lama fermentasi serta suhu dan pH (Nuraini, 2006). Semakin tinggi dosis maka semakin cepat pertumbuhan mikroba dan semakin lama fermentasi dilakukan maka semakin banyak pula zat makanan dirombak (Winarno, 1980).

Berdasarkan latar belakang di atas dan belum diketahuinya pengaruh fermentasi dengan *Bacillus amyloliquefaciens* pada limbah kulit ubi kayu, perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk melihat pengaruh dosis inokulum dan lama fermentasi kulit ubi kayu dengan *Bacillus amyloliquefaciens* terhadap kualitas produk fermentasi Kukaf. Kualitas zat-zat makanan Kukaf ini diuji melalui sejauh mana perubahan kandungan bahan kering, protein kasar, serat kasar dan kualitasnya dengan menguji retensi nitrogen, pencernaan serat kasar dan energi metabolisme. Selanjutnya kulit ubi kayu fermentasi (Kukaf) bisa lebih banyak dimanfaatkan dalam ransum ternak unggas sebagai sumber energi.

METODE

Materi Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen di laboratorium. Bahan baku yang

digunakan adalah kulit ubi kayu (KUK) yang diperoleh dari usaha pembuatan kerupuk Christine Hakim kota Padang. Bakteri yang digunakan adalah *Bacillus amyloliquefaciens* yang diremajakan di Laboratorium Nutrisi Non Ruminansia Fakultas Peternakan Universitas Andalas. Bahan lainnya adalah media Nutrient Agar (NA), dedak halus dan aquades. Ternak percobaan yang digunakan untuk menguji retensi nitrogen, pencernaan serat kasar dan energi metabolisme adalah ayam broiler umur 6 minggu sebanyak 33 ekor dengan rata-rata berat badan 1.500 kg/ekor, dan terdiri dari 27 ekor untuk perlakuan, 3 ekor untuk koreksi N endogenus dan 3 ekor yang diberi bahan pakan kontrol. Peralatan yang digunakan adalah timbangan analitik dengan merek Ohaus kapasitas 2610 gram, autoclave, oven, seperangkat peralatan untuk analisis proksimat dan kandang metabolik dan perlengkapannya.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metoda eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola faktorial 3x3 dan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah dosis inokulum

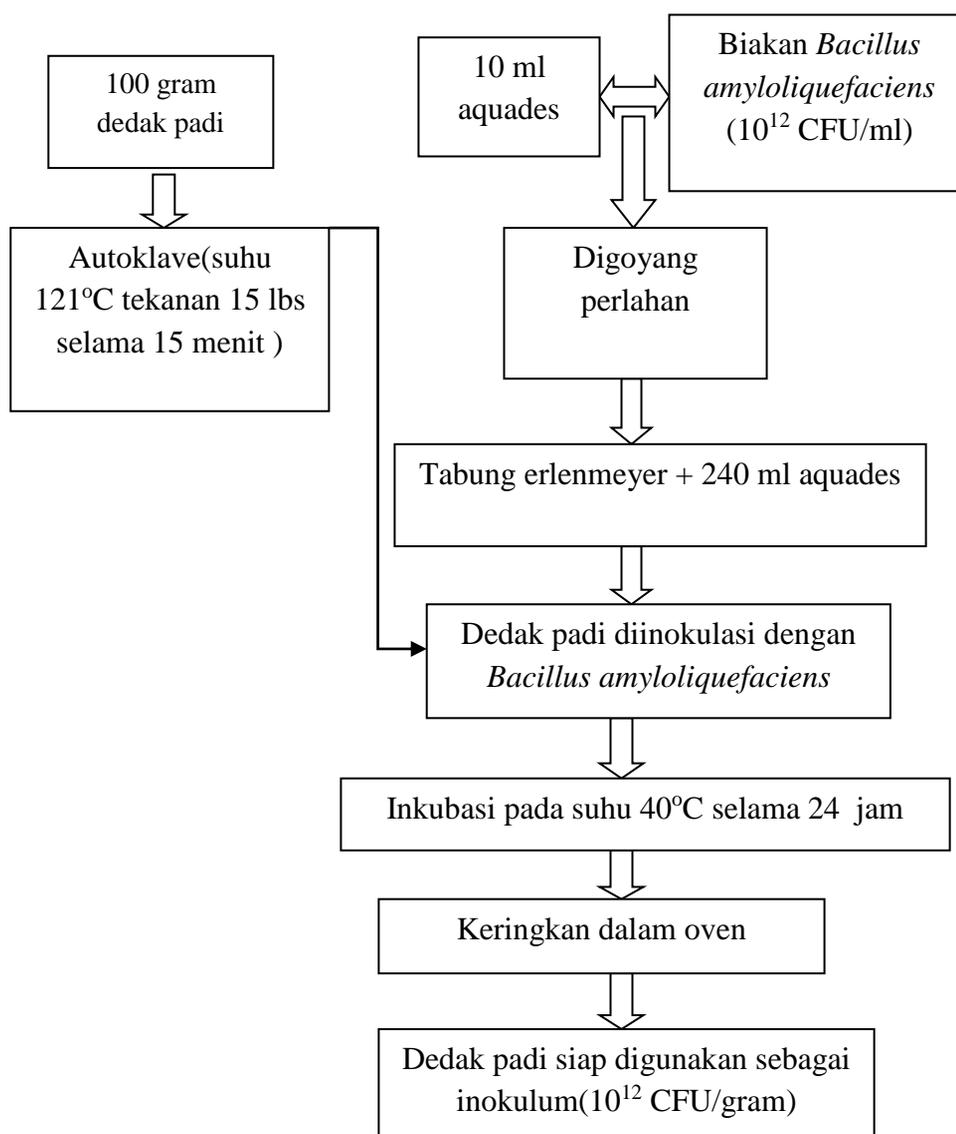
Bacillus amyloliquefaciens terdiri dari 3 level yaitu A1 = 1%, A2 = 2% dan A3 = 3%. Faktor kedua adalah lama fermentasi terdiri dari 3 level yaitu B1 = 4 hari, B2 = 6 hari dan B3 = 8 hari.

Kegiatan dalam penelitian ini meliputi persiapan substrat, peremajaan bakteri, pembuatan inokulum *Bacillus amyloliquefaciens* dan fermentasi kulit ubi kayu dengan *Bacillus amyloliquefaciens*. Preparasi kulit ubi kayu dengan cara dibersihkan, kemudian dilakukan pemotongan dengan ukuran 1 cm. Setelah itu dikeringkan dibawah sinar matahari, dan setelah kering lalu digiling menjadi tepung.

Peremajaan bakteri dilakukan dengan cara bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* ditumbuhkan kembali pada media yaitu Nutrient Agar (NA) selama 24 jam seperti terlihat pada Gambar 1. Pembuatan inokulum *Bacillus amyloliquefaciens* pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan substrat yaitu dedak sebanyak 100 gram disterilisasi dengan autoclave selama 15 menit pada suhu 121°C, tekanan 1 atm, kemudian dinginkan sampai suhu kamar (24°C). Kemudian aquades sebanyak 10 ml dimasukkan kedalam cawan



Gambar 1. Skema peremajaan bakteri *Bacillus amyloliquefaciens*.



Gambar 2. Bagan Pembuatan Inokulum (Wizna, 2006 dimodifikasi).

petri digoyang perlahan sampai mikroba lepas dari media lalu dimasukkan kedalam tabung erlemeyer yang telah berisi aquades sebanyak 240 ml. Dedak yang sudah steril dicampur dengan aquades 200 ml yang sudah ada suspensi *Bacillus amyloliquefaciens*. Inkubasi selama 24 jam kemudian keringkan dengan oven pada suhu 40°C, sehingga berebentuk tepung yang dijadikan sebagai inokulum seperti terlihat pada Gambar 2.

Fermentasi Kulit Ubi Kayu dengan *Bacillus amyloliquefaciens*

Substrat yang digunakan yaitu kulit ubi kayu (KUK) yang telah kering dan digiling. Substrat KUK lalu ditambahkan aquades.

Kemudian kulit ubi kayu disterilisasi selama 15 menit, lalu dibiarkan sampai suhu turun (suhu kamar). Setelah itu (KUK) yang telah steril diinokulasi dengan bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* dengan dosis sesuai perlakuan dari jumlah substrat, diaduk secara merata dan diratakan dengan ketebalan 1 cm, kemudian diinkubasi dengan lama fermentasi sesuai dengan perlakuan. Produk fermentasi kemudian ditimbang dan dikeringkan pada suhu 80°C selama 2 jam untuk mematikan kapang, lalu dilanjutkan pada suhu 60°C selama 6 jam. Setelah itu diaduk merata dan diambil sampelnya lalu dikeringkan dan digiling. Kemudian dilakukan analisa kandungan bahan

kering, protein kasar, serat kasar dan kualitas nutrisi seperti retensi nitrogen, pencernaan serat dan energi metabolis diuji dengan menggunakan metode percekokan (*force feeding*) sampel Kukaf pada ayam broiler dengan jumlah sampel 20 gram per ekor. Penentuan nilai retensi nitrogen, pencernaan serat kasar dan energi metabolis dilakukan secara biologis dengan Sibbald (1975). Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam sesuai dengan rancangan acak lengkap pola faktorial yang digunakan (Steel dan Torrie, 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Perlakuan terhadap Perubahan Bahan Kering Produk Kukaf

Data penurunan bahan kering, protein kasar dan retensi nitrogen dari kulit ubi kayu fermentasi (Kukaf) dengan *Bacillus amyloliquefaciens* untuk masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1. Sementara kandungan bahan kering sebelum proses fermentasi dilakukan untuk masing-masing adalah perlakuan A1= 67,91; A2= 67,83; A3= 67,44 %. Dari tabel tersebut secara umum dapat dilihat bahwa semakin tinggi dosis inokulum maka kandungan bahan kering cenderung semakin meningkat, disamping itu semakin lama waktu fermentasi maka semakin turun kandungan bahan kering produk. Hal ini disebabkan pada proses fermentasi ini tidak ditambahkan sumber energi dan nitrogen untuk pertumbuhan bakteri tersebut, sehingga dalam suatu proses fermentasi akan terjadi perubahan bahan kering produk Kukaf.

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa penurunan bahan kering Kukaf yang tertinggi adalah pada perlakuan A3B2 yaitu 12,94% dan yang terendah pada perlakuan A3B3 yaitu 7,75%. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa terdapat interaksi yang sangat nyata ($P < 0,01$) antara dosis inokulum dan lama fermentasi terhadap penurunan bahan kering, begitu juga faktor dosis inokulum memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$), namun faktor lama fermentasi memberikan

pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap penurunan bahan kering produk Kukaf yang difermentasi dengan bakteri *Bacillus amyloliquefaciens*.

Hasil uji DMRT terlihat bahwa penurunan bahan kering pada perlakuan A3B2 (dosis inokulum 3% dan lama fermentasi 6 hari) dan A3B1 (dosis inokulum 3% dan lama fermentasi 4 hari) menunjukkan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) lebih tinggi dari perlakuan lainnya. Tingginya penurunan bahan kering pada perlakuan tersebut karena banyaknya dosis inokulum yang diberikan sehingga bakteri tumbuh subur dan merata, sesuai dengan pendapat Sulaiman (1998) yang menyatakan bahwa semakin banyak dosis inokulum yang digunakan maka semakin cepat proses fermentasi berlangsung, akibatnya jumlah air yang dikeluarkan sebagai hasil metabolisme akan lebih banyak pula sehingga bahan kering menjadi rendah.

Menurut Haetami *et al.* (2008) penurunan bahan kering terjadi karena *Bacillus* merupakan salah satu mikroba yang dapat menghasilkan berbagai jenis enzim yang dihitung sebagai protein serta mampu merombak zat makanan seperti karbohidrat, lemak dan protein menjadi senyawa yang lebih sederhana. Perkembangbiakan mikroba yang semakin meningkat menyebabkan molekul air yang dihasilkan meningkat dan terjadinya penurunan bahan kering pada produk Kukaf. Perubahan bahan kering dapat terjadi karena pertumbuhan bakteri dan perubahan kadar air. Perubahan kadar air terjadi akibat hidrolisis substrat atau produksi air metabolik (Gervais, 2008). Hal ini sesuai dengan pendapat Ramachandran *et al.* (2008) menyatakan selama fermentasi berlangsung mikroorganisme menggunakan karbohidrat dari substrat sebagai sumber energi dan menghasilkan molekul air dan CO₂.

Rendahnya penurunan bahan kering pada perlakuan A3B3 (dosis inokulum 3% dan lama fermentasi 8 hari) dibandingkan perlakuan lainnya, dikarenakan pada perlakuan tersebut dosis inokulum yang diberikan banyak tetapi lama fermentasi

Tabel 1. Rataan perubahan bahan kering, protein kasar dan retensi nitrogen dari produk Kukaf menggunakan *Bacillus amyloliquefaciens*.

Zat Makanan	Faktor A (Dosis Inokulum)	Faktor B (Lama Fermentasi)			Rataan
		B1 (4 hari)	B2 (6 hari)	B3 (8 hari)	
Bahan Kering	A1 (1 %)	8,90 ^e	9,03 ^e	9,28 ^{de}	9,07 ^b
	A2 (2 %)	10,04 ^{cd}	10,52 ^{bc}	11,30 ^b	10,62 ^a
	A3 (3 %)	12,32 ^a	12,94 ^a	7,75 ^f	11,00 ^a
	Rataan	10,42 ^{ab}	10,83 ^a	9,45 ^b	
Protein Kasar	A1 (1 %)	29,22 ^c	22,78 ^d	29,53 ^c	27,17 ^b
	A2 (2 %)	34,53 ^{bc}	35,67 ^b	36,97 ^b	35,73 ^a
	A3 (3 %)	45,34 ^a	47,61 ^a	21,03 ^d	37,99 ^a
	Rataan	36,36 ^a	35,35 ^a	29,18 ^b	
Retensi Nitrogen	A1 (1 %)	47,46 ^d	43,57 ^e	46,49 ^{de}	45,84 ^b
	A2 (2 %)	54,11 ^c	57,50 ^b	58,70 ^b	56,77 ^a
	A3 (3 %)	66,64 ^a	67,83 ^a	43,48 ^e	59,32 ^a
	Rataan	56,07 ^a	56,30 ^a	49,56 ^b	

Keterangan: Superskrip yang berbeda menunjukkan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

panjang sehingga bakteri sudah mulai mengalami fase kematian. Menurut (Fardiaz, 1989) semakin lama waktu fermentasi yang digunakan akan semakin banyak bahan yang dirombak oleh enzim, tetapi dengan bertambahnya waktu fermentasi maka ketersediaan nutrisi pada media fermentasi habis sehingga bakteri lama kelamaan akan mati.

Rendahnya penurunan bahan kering pada perlakuan A2B1, A2B2 dan A2B3 dibandingkan A3B2 dan A3B1 karena pada perlakuan tersebut bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* tidak berkembang dengan baik (kurang merata) sehingga proses perombakan zat makanan sedikit dan air yang dihasilkan juga sedikit akibatnya bahan kering yang dihasilkan masih banyak dan penurunan bahan kering rendah. Rendahnya penurunan bahan kering pada perlakuan A1B1, A1B2 dan A1B3 dibandingkan pada perlakuan A2B1, A2B2 dan A2B3 karena dosis inokulum yang diberikan sedikit yaitu 1% yang menyebabkan bahan kering yang dihasilkan pada perlakuan tersebut masih banyak.

Pengaruh Perlakuan Terhadap Peningkatan Protein Kasar Produk Kukaf

Data peningkatan protein kasar dari kulit ubi kayu fermentasi (Kukaf) dengan bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* untuk masing-

masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1. Sementara kandungan protein kasar produk Kukaf sebelum proses fermentasi adalah berturut-turut sebesar A1= 5,43; A2= 6,41; A3= 6,91%.

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa peningkatan protein kasar dari Kukaf dengan *Bacillus amyloliquefaciens* tertinggi pada perlakuan A3B2 yaitu 47,61% dan yang terendah pada perlakuan A3B3 sebesar 21,03%. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi yang sangat nyata ($P < 0,01$) antara dosis inokulum dan lama fermentasi terhadap peningkatan protein kasar dari Kukaf, begitu juga faktor dosis inokulum memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$), sedangkan faktor lama fermentasi memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap peningkatan protein kasar Kukaf.

Hasil uji DMRT terlihat bahwa peningkatan protein kasar pada perlakuan A3B2 (dosis inokulum 3% dan lama fermentasi 6 hari) dan A3B1 (dosis inokulum 3% dan lama fermentasi 4 hari) berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) lebih tinggi dari perlakuan lainnya. Peningkatan protein kasar terjadi karena adanya penambahan protein yang disumbangkan oleh sel mikroba akibat pertumbuhannya yang menghasilkan produk protein sel tunggal (PST) atau biomassa sel

yang mengandung sekitar 40-65% protein (Krishna *et al.*, 2005).

Selama proses fermentasi mikroba akan mengeluarkan enzim dimana enzim tersebut adalah protein dan mikroba itu sendiri juga merupakan sumber protein sel tunggal. *Bacillus amyloliquefaciens* dapat menghasilkan beberapa enzim seperti *alfa amylase*, *alfa acetolactate decarboxylase*, *beta glucanase*, *hemicellulase*, *maltogenic amylase*, *urease*, *protease*, *xilanase*, *khitinase* dan enzim fitase serta enzim ekstraseluler *selulase* dan *hemiselulase* (Luizmeira, 2005; Kim *et al.*, 1998; Wizna *et al.*, 2007). Dengan adanya sel tubuh dan enzim protease yang dihasilkan oleh *Bacillus amyloliquefaciens* pada saat fermentasi kulit ubi kayu dapat meningkatkan protein substrat, karena sel tubuh dan enzim-enzim tersebut merupakan protein.

Tingginya peningkatan protein kasar pada perlakuan A3B2 dan A3B1 disebabkan banyaknya dosis inokulum yang diberikan sehingga pertumbuhan bakteri subur dan merata akibatnya bakteri memberikan sumbangan protein yang cukup tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini menyebabkan kandungan protein kasar produk fermentasi meningkat. Semakin banyak dosis inokulum yang dipakai maka semakin banyak pula bahan yang dirombak, sehingga kombinasi dosis inokulum dan substrat fermentasi akan meningkatkan nilai zat makanan produk fermentasi (Sulaiman, 1989 dan Nuraini, 2006).

Rendahnya persentase peningkatan protein kasar pada perlakuan A3B3 dibandingkan perlakuan A3B2 dan A3B1, ini disebabkan oleh lama fermentasi yang terlalu lama, sesuai dengan pendapat Wang *et al.* (1979) apabila pertumbuhan bakteri telah mencapai fase stasioner maka laju pertumbuhan akan menurun akibatnya persediaan nutrisi berkurang dan terjadi akumulasi zat-zat metabolik yang menghambat pertumbuhan dan kemudian laju pertumbuhan akan terus menurun sampai nilainya sama dengan nol (jumlah sel yang tumbuh sama dengan jumlah sel yang mati), selanjutnya total masa sel akan konstan dan

jumlah sel yang hidup akan berkurang karena lisis sehingga massa sel terus berkurang.

Rendahnya peningkatan protein kasar pada perlakuan A2B1, A2B2 dan A2B3 dibandingkan perlakuan A3B2 dan A3B1 karena bakteri tidak berkembang dengan baik. Rendahnya peningkatan protein kasar pada perlakuan A1B1, A1B2 dan A1B3 dibandingkan perlakuan A2B1, A2B2 dan A2B3 karena pada perlakuan tersebut dosis inokulum yang diberikan masih sedikit yaitu 1%. Menurut Sukara dan Atmowidjojo (1980) besarnya dosis inokulum akan mempengaruhi biomassa dan sintesa protein. Makin sedikit dosis inokulum yang dipakai maka semakin sedikit pula bahan yang di rombak, sehingga peningkatan protein kasar produk Kukaf akan rendah pula.

Pada Tabel 1 dapat juga dilihat bahwa peningkatan protein kasar Kukaf pada A3B1 (dosis inokulum 3% dan lama fermentasi 4 hari) menunjukkan peningkatan protein kasar yang terbaik yaitu 45,34%. Hal ini tidak jauh berbeda jika dibandingkan dengan penelitian Wizna *et al.* (2009) bahwa fermentasi substrat onggok dengan *Bacillus amyloliquefaciens* dengan dosis inokulum 2% dan lama fermentasi 6 hari meningkatkan protein kasar sebesar 48% dan fermentasi campuran dedak padi dan darah limbah RPH dengan *Bacillus amyloliquefaciens* dengan dosis 3% selama 3 hari meningkatkan protein kasarnya sebesar 42,73% (Busrizal, 2013).

Pengaruh Perlakuan Terhadap Retensi Nitrogen Produk Kukaf

Data retensi nitrogen dari kulit ubi kayu fermentasi (Kukaf) dengan bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* untuk masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1. Pada tabel dapat dilihat bahwa retensi nitrogen tertinggi terdapat pada perlakuan A3B2 (dosis inokulum 3% dan lama fermentasi 6 hari) yaitu 67,83% dan yang terendah pada perlakuan A1B2 (dosis inokulum 1% dan lama fermentasi 6 hari) yaitu 43,48%. Sedangkan retensi nitrogen kulit ubi kayu tanpa fermentasi sebesar 30,06%.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa faktor A (dosis inokulum), faktor B

(lama fermentasi) memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) dan terdapat interaksi yang sangat nyata ($P < 0,01$) antara dosis inokulum dan lama fermentasi terhadap retensi nitrogen dari kulit ubi kayu yang difermentasi dengan *Bacillus amylo-liquefaciens*. Uji DMRT menunjukkan bahwa retensi nitrogen pada perlakuan A3B1 (dosis inokulum 3% dan lama fermentasi 4 hari) dan A3B2 (dosis inokulum 3% dan lama fermentasi 6 hari) berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) lebih tinggi dari perlakuan lainnya.

Tingginya retensi nitrogen pada perlakuan A3B1 dan A3B2 disebabkan pada proses fermentasi dengan menggunakan *Bacillus amyloliquefaciens* menghasilkan beberapa enzim yang mengakibatkan kualitas protein Kukaf menjadi lebih baik. Tingginya nilai retensi nitrogen pada perlakuan tersebut disebabkan oleh bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* yang memproduksi enzim protease dan juga berfungsi untuk mengurai protein menjadi asam-asam amino bekerja dengan baik (Wizna, 2007).

Meningkatnya retensi nitrogen pada perlakuan A2B1, A2B2 dan A2B3 tidak terlepas dari meningkatnya kualitas protein pada produk Kukaf, karena peningkatan retensi nitrogen berbanding lurus dengan kualitas protein. Wahju (1997) menyatakan bahwa bila kualitas protein rendah karena kekurangan salah satu asam amino maka retensi nitrogen akan rendah pula, dan kualitas protein yang baik adalah tersedia dan seimbangannya asam amino esensial termasuk lisin, methionin dan triptopan. Rendahnya retensi nitrogen pada perlakuan A1B1 dan A1B3 karena kualitas protein pada perlakuan tersebut juga rendah. Sesuai dengan pendapat Corzo *et al.* (2005) bahwa faktor-faktor yang menentukan besar kecilnya retensi nitrogen adalah konsumsi ransum terutama konsumsi protein, daya cerna protein, keseimbangan konsumsi nitrogen dan energi metabolisme ransum.

Rendahnya retensi nitrogen pada perlakuan A1B2 dan A3B3 dibandingkan perlakuan lainnya, karena pada perlakuan tersebut daya cerna protein tidak maksimal, akibatnya proses perombakan zat makanan

juga tidak banyak dan tidak terjadinya keseimbangan dari konsumsi nitrogen. Jika dibandingkan retensi nitrogen kulit ubi kayu tanpa fermentasi dengan Kukaf yang terbaik yaitu pada A3B1, ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan retensi nitrogen yaitu dari 30,06% menjadi 66,64% dengan peningkatan nilai retensi nitrogen sebesar 55 % dibandingkan kulit ubi tanpa fermentasi.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan dosis inokulum dan waktu fermentasi kulit ubi kayu menggunakan bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* menurunkan kandungan bahan kering produk Kukaf, namun juga meningkatkan kandungan protein kasar dan retensi nitrogen. Perlakuan terbaik pada penelitian ini adalah produk Kukaf dengan perlakuan A3B1 (dosis inokulum 3% dan lama fermentasi 4 hari) dengan memperoleh penurunan bahan kering sebesar 12,32%, peningkatan protein kasar sebesar 45,34% dan peningkatan nilai retensi nitrogen sebesar 55 % (dari 30,06 % menjadi 66,64%).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kemendiknas melalui P2MPT Dikti yang telah memberikan dana untuk penelitian ini, dan Ketua Laboratorium Nutrisi Non Ruminasia Fakultas Peternakan Unand Padang untuk penggunaan fasilitasnya serta Saudara Nur Afni Okdalia yang membantu dalam proses penelitian, analisa di labor, koleksi data penelitian dan pembahasan hasil.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. "Agricultural Chemicals; Contaminants; Drugs", Vol. 1., Association of Official Analytical Chemists, Inc., Washington DC, 6 – 90.

- Badan Pusat Statistik. 2014. Statistik Indonesia. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.R. Flead and M. Wooton. 1987. Ilmu Pangan. Terjemahan Adiono dan Purnomo. UI Press, Jakarta.
- Busrizal. 2013. Pengaruh dosis inokulum dan lama fermentasi campuran dedak padi dan darah limbah RPH dengan *Bacillus amyloliquefaciens* terhadap perubahan bahan kering, protein kasar dan retensi nitrogen. Skripsi. Fakultas Peternakan Universitas Andalas. Padang.
- Corzo, A., C.A. Fritts., M.T. Kidd, and B.J. Kerr. 2005. Response of broiler chicks to essential and non-essential amino acid supplementation of low crude protein diet. *Animal Feed Science Technology* 118: 319-327.
- Darmawan. 2006. Pengaruh kulit ubi ketela pohon fermentasi terhadap tampilan kambing kacang jantan. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan, Universitas Jambi*. 9(2) : 115-122.
- Fardiaz, S. 1988. Fisiologi Fermentasi. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Ilmu Pertanian Bogor, Bogor.
- Fardiaz, S. 1989. Fisiologi Fermentasi. PAU Pangan Gizi IPB, Bogor.
- Fardiaz, S. 1992. Mikrobiologi Pangan 1. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Garbutt, J. 1997. Essentials of Food Microbiology. Formerly Senior Lecturer in Microbiology Humberside University UK.
- Gervais P. 2008. Water relations in solid state fermentation. In: Pandey A, C.R. Soccol, C. Larroche, editor. *Current Developments in Solid-State Fermentation*. Asiatech Publisher Inc. New Delhi.
- Habibi, F. 2008. Pengaruh pemberian kulit ubi kayu (*Manihot utilisima*, Pohl) yang difermentasi dengan kapang *Penicillium sp* dalam ransum terhadap performa broiler. Skripsi. Fakultas Peternakan. Universitas Andalas. Padang.
- Haetami, K. Abun., Y. Mulyani. 2008. Studi pembuatan probiotik (*Bacillus Licheniformis*, *Aspergillus Ringer*, dan *Sacharomices Cereviseae*) sebagai feed suplement serta implikasinya terhadap pertumbuhan ikan nila. [Skripsi]. Fakultas perikanan dan ilmu kelautan universitas padjajaran. 53 hlm.
- Hasil Analisa Kulit Ubi Kayu. 2015. Laboratorium Nutrisi Non Ruminansia. Fakultas Peternakan. Universitas Adalas. Padang
- Hidayat, N., C.P. Masdiana, dan S. Suhartini. 2006. Mikrobiologi Industri. Yogyakarta.
- Jamarun, N. dan Y.S. Nur, 1999. Pengaruh jumlah inokulum *Aspergillus Niger* dan lama fermentasi terhadap kadar air, protein kasar dan serat kasar kulit pisang. *J. Akademika* 2 (3): 35 – 37.
- Kim, Y.O., J.K., Yu, J.H. and Oh, T.K. 1998. Cloning of the thermostable phytase gene (phy) from *Bacillus* sp. DS11 and its overexpression in *Escherichia coli*, *FEMS microbiol.* 162 : 185-191.
- Krishna, S.B.N and K.L. Devi. 2005. Optimization of thermostable alkaline protease production from species of *Bacillus* using Groundnutcake. *African J. Biotechnol.* 4 (7), 724726.
- Lloyd. L.E, B.E.MC. Donald and E.W. Crampton. 1978. *Fundamentals of Nutrition* 1st Ed. W. H. Freeman and Company, San Fransisco.
- Lira. Y. M, 2012. Pengaruh komposisi substrat kulit ubi kayu dan ampas tahu fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* terhadap perubahan nutrisi. Skripsi. Fakultas Peternakan. Universitas Andalas. Padang.
- Luizmera.com/enzimas.htm. USD Rekomendar esta Pagina. 2005.

- Marlida dan Nuraini. 2005. Isolasi kapang karotenologik untuk memproduksi pakan kaya β -karoten. Laporan penelitian Semique V . Fakultas peternakan. Universitas Andalas. Padang.
- Musnandar, E. 2003. Reput hayati sabut kelapa sawit oleh jamur marasmius dan implikasinya terhadap performan kambing. Disertasi. Universitas Padjadjaran-Bandung.
- Nuraini, S.A. Latif dan Sabrina. 2007. Peningkatan kualitas limbah Agroindustri dengan kapang *Neurospora crasa* sebagai pakan ternak unggas. Laporan penelitian hibah bersaing, Dikti. Lembaga Penelitian Universitas Andalas, Padang.
- Nuraini. 2006. Potensi kapang karotenogenik untuk memproduksi pakan sumber β -karoten dan pengaruhnya terhadap ransum ayam pedaging dan petelur. Disertasi. Program Pasca Sarjana Universitas Andalas, Padang.
- Nurhaita, W. Rita, N. Definiati dan R. Zurina. 2012. Fermentasi bagase tebu dengan *Neurospora sitophila* dan pengaruhnya terhadap nilai gizi dan pencernaan secara in vitro. Jur. Embrio 5(1): 1-7.
- Nurhayani. H. M., J. Nuryati, dan I.P.A. Nyoman. 2000. Peningkatan kandungan protein kulit umbi ubi kayu melalui proses fermentasi. Departemen biologi. Fakultas MIPA Institut Teknologi Bandung. JMS (06):1-1.
- Parakkasi, A. 1999. Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminansia. Penerbit Universitas Indonesia (UI). Jakarta.
- Pasaribu, T. 2007. Produk fermentasi limbah pertanian sebagai bahan pakan unggas di Indonesia. Wartazoa 17(3) : 109-116.
- Pasaribu, T., A.P. Sinurat, T. Purwadaria, Supriyati dan H. Hamid. 1998. Peningkatan nilai gizi lumpur sawit melalui proses fermentasi: pengaruh jenis kapang, suhu dan lama proses enzimatik. JITV 3(4): 237-242.
- Purwadaria, T., A.P. Sinurat, T. Haryati, I. Sutikno, Supriyatidan J. Darma. 1998. Korelasi antara aktivitas enzim mananase dan selulase terhadap kadar serat lumpur sawit hasil fermentasi dengan *Aspergillus niger*. JITV 3(4): 230 – 236.
- Purwanti. S. 2005. Penekanan kadar asam sianida (HCN) kulit umbi ubi kayu dalam potensinya sebagai pakan ternak.
- Ramachandran, S., P. Fontanille, A. Pandey and C. Larroche. 2008. Fed-batch Production of gluconic acid by terpene-treated *Aspergillus niger* spores. Applied Biochem. Biotech. 151 : 413-423.
- Rahayu, K. 1990. Tehnologi Enzim. Penerbit Pusat Antar Uneversitas Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta.
- Rahman, A. 1989. Pengantar Teknologi Fermentasi. Bogor : PAU Institut Pertanian Bogor.
- Rahman, A.J. 1992. Teknologi Fermentasi. Arcan, Jakarta.
- Ratledge, C. 1994. Biochemistry of Microbial Deradation. Kluwer academic Publisher, London.
- Rukmana, R. H. 2006. Ubi kayu Budidaya dan Pasca panen. Kanisius, Yogyakarta.
- Sabrina, Harnentis dan Mirnawati 1997. Biokonversi Kulit umbi ubi kayu dengan kapang *Rhizopus oligosporus*, *Trichoderma Sp* dan *Neurospora crasa* sebagai pakan unggas. Laporan Penelitian, Hibah Bersaing, Lembaga Penelitian. Universitas Andalas, Padang.
- Sibbald ,I, R. 1976. The effect of level of feed intake on metabolizem energy Value. Adult Roasters. Journal Poultry, sci 54:130-14.
- Siswanti, V. 1993. Pengaruh pemberian kulit umbi ubi kayu terhadap performa ayam

- broiler. Skripsi. Fakultas Peternakan Universitas Andalas. Padang.
- Steel. R.G.D, dan T.H. Torrie. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistik. Suatu Pendekatan Biometric P.T Gramedia Pustaka Utama Jakarta.
- Suhartono. 1989. Enzim dan Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sukara, E dan E.T. Atmowidjoyo, 1980. Pemanfaatan ubi kayu produksi enzim emylase, optimasi nutrisi untuk fermentasi substrat cair dengan menggunakan kapang *Rhizopuz* sp. Prosiding Srminar Nasional UPT-RRP.
- Sulaiman, A.H. 1989. Dasar-Dasar Biokomia Untuk Pertanian. USU-Press.
- Sulaiman, A.H, 1998. Dasar-Dasar Biokomia Untuk Pertanian. USU-Press.
- Supriyati, T. Pasaribu, H. Hamid, dan A.P. Sinurat. 1998. Fermentasi bungkil inti sawit secara substrat padat dengan menggunakan *Aspergillus niger*. Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner 3 (3): 165-170.
- Sutedjo, M. M., A. G. Kartasapoetra, dan RD. S. Sastroatmodjo. 1991. Mikrobiologi Tanah. Cetakan pertama. Rineka Cipta. Jakarta. Hal. 1-105.
- Tilman, H.D., H. Hartadi, S. Reksohardiprojo, S. Prawirokusumo dan S.Lebdoesukojo. 1989. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Cetakan ke empat. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Tillman, A.D., Hartadi., S. Reksohadiprodjo., S. Prawirokusumo dan S. Lebdoesukojo. 1998. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Cet-6. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Wahju, J. 1997. Ilmu Nutrisi Unggas, Cetakan ke-14. Gadjah University Press. Yogyakarta.
- Waluyo, L.2005. Mikrobiologi Umum. Universitas Muhammadiyah Malang Press. Malang.
- Wanasuria, S. 1990. Singkong mengurangi ketergantungan jagung. Poultry Indonesia. No. 125/th XI Mei.
- Wang, D.J.C., C.L. Cooney., A.L. Deman. A. E Numphrey dan M.D, Lilly. 1979. Fermentation and enzyme technology. Jhon Willey and Sons, Inc. New York.
- Wizna. 2006. Potensi *Bacillus amylo-liquefaciens* isolat serasah hutan dalam peningkatan kualitas campuran empelur sagu dan isi rumen dan implikasinya terhadap ternak unggas. Disertasi. Pascasarjana Universitas Andalas, Padang.
- Wizna, H. Abbas, Y. Rizal, A. Dharma & I. P. KOMPIANG. 2006. Potensi *Bacillus amyloliquefaciens* dari serasah hutan sebagai probiotik ayam boiler. Dalam : Prosiding Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Dekan-Dekan Bidang Ilmu Pertanian BKS-PTN Wilayah Barat, Padang.
- Wizna, 2007. Potensi *Bacillus amylo-liquefaciens* isolat serasah hutan dalam peningkatan kualitas pakan campuran empelur sagu dan isi rumen dan implikasinya terhadap produktifitas ternak unggas. Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Andalas, Padang.
- Wizna, H. Abbas, Y. Rizal, A. Dharma & I. P. KOMPIANG. 2007. Selection and identification of cellulase-producing bacteria isolated from the litter of mountain and swampy forest. J. Microbiology Indonesia, 1(3):135-139.
- Wizna, H. Abbas, Y. Rizal, A. Dharma & I. P. KOMPIANG. 2009. Improving the quality of tapioca By-Products (Onggok) as poultry feed throug fermentation by *Bacillus amyloliquefaciens*. Pakistan Journal of Nutrition 8(10): 1636-1640.