

**PENGARUH CAMPURAN DAUN SINGKONG ONGGOK FERMENTASI MENGGUNAKAN  
*Aspergillus niger* TERHADAP BAHAN KERING, ABU, BAHAN ORGANIK,  
SERAT KASAR, DAN PROTEIN KASAR**

*The Effect of Fermented Cassava Cassava Leaves Using *Aspergillus niger* on Dry Materials,  
Ash, Organic Materials, Crude Fiber, and Crude Protein*

Mada Jochim Nusantara<sup>1\*</sup>, Rudy Sutrisna<sup>1</sup>, Muhtarudin Muhtarudin<sup>1</sup>, Liman Liman<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, University of Lampung

\*E-mail: madajochim123@gmail.com

**ABSTRACT**

This study aims to determine the effect of a mixture of fermented cassava leaves using *Aspergillus niger* on the quality of dry matter, ash, organic matter, crude fiber, and crude protein. This research was conducted from December 2021-February 2022 at the Nutrition and Animal Feed Laboratory, Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, University of Lampung. The experimental design used was a completely randomized design (CRD) with 5 treatments and 3 replications. The treatments were cassava pile 50% + cassava leaves 50% without fermentation (P0), cassava pile 20% + cassava leaves 80% + *Aspergillus niger* 1% BK (P1), cassava pile 30% + cassava leaves 70% + *Aspergillus niger* 1% BK (P2), cassava pile 40% + cassava leaves 60% + *Aspergillus niger* 1% BK (P3), and cassava pile 50% + cassava leaves 50% + *Aspergillus niger* 1% BK (P4). The data obtained were analyzed using analysis of variance with a significance level of 1% or 5% and continued with Duncan's multiple test. The results showed that fermentation with *Aspergillus niger* 1% BK could reduce the crude fiber content and increase the crude protein content of a mixture of fermented cassava pile and cassava leaves. The best response to a mixture of cassava pile and cassava leaves on the quality of organic matter, crude fiber, and crude protein was found in a mixture of 40% cassava pile + 60% cassava leaves + *Aspergillus niger* 1% BK which produced 40.20% organic matter with low crude fiber of 13.39% and produces crude protein by 24.32%.

**Keywords:** *Aspergillus niger*, Organic Matter, Fermentation, Crude Protein, Crude Fiber

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh campuran daun singkong onggok fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* terhadap kualitas bahan kering, abu, bahan organik, serat kasar, dan protein kasar. Penelitian ini dilaksanakan pada Desember 2021--Februari 2022 di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang diberikan yaitu onggok 50% + daun singkong 50% tanpa fermentasi (P0), onggok 20% + daun singkong 80% + *Aspergillus niger* 1% BK (P1), onggok 30% + daun singkong 70% + *Aspergillus niger* 1% BK (P2), onggok 40% + daun singkong 60% + *Aspergillus niger* 1% BK (P3), dan onggok 50% + daun singkong 50% + *Aspergillus niger* 1% BK (P4). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam dengan taraf nyata 1% atau 5% dan dilanjutkan uji berganda Duncan. Hasil penelitian didapatkan fermentasi dengan *Aspergillus niger* 1% BK dapat menurunkan kandungan serat kasar serta dapat meningkatkan kandungan protein kasar campuran onggok dan daun singkong fermentasi. Respon terbaik pada campuran onggok dan daun singkong terhadap kualitas bahan organik, serat kasar, dan protein kasar didapatkan pada campuran onggok 40% + daun singkong 60% + *Aspergillus niger* 1% BK yang menghasilkan bahan organik sebesar 40,20% dengan rendah serat kasar sebesar 13,39% dan menghasilkan protein kasar sebesar 24,32%.

**Kata Kunci:** *Aspergillus niger*, Bahan Organik, Fermentasi, Protein Kasar, Serat Kasar

**PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan negara penghasil ubi kayu atau singkong terbanyak keempat di dunia setelah Nigeria, Thailand dan Brasil. pada tahun 2015 total luas lahannya mencapai 949.916 ha dengan tingkat produktivitas 229,51 ton/ha total produksi 21.801.415 ton (Badan Pusat Statistik, 2015). Singkong terdiri

atas 45% bagian umbi, 35% bagian batang dan 20% bagian daun. Limbah pascapanen tanaman singkong antara lain daun singkong, kulit singkong, gaplek afkir, singkong afkir yang potensial untuk digunakan sebagai bahan pakan.

Daun singkong dan onggok merupakan limbah hasil pemrosesan tanaman singkong yang memiliki potensi digunakan sebagai bahan pakan alternative untuk ternak. Daun singkong memiliki kandungan protein yang tinggi, yaitu sebesar > 20% dan daun singkong muda (pucuk) mengandung protein sebesar 21-24% (Soekarya dan Preston, 2003). Zat nutrisi yang terkandung pada onggok adalah protein kasar 1,88%, serat kasar 15,62%, abu 1,15%, dan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) 81,10% (Anindyawati dan Sukardi, 2001). Pemanfaatan limbah tanaman singkong masih rendah belum dapat terolah secara optimal karena kandungan serat kasarnya cukup tinggi, kandungan nutrisi yang rendah, dan daun singkong mengandung zat anti nutrisi (HCN) yang tinggi. Oleh karena itu, guna memperbaiki nilai nutrisi dari bahan pakan tersebut, diperlukan teknologi yang dapat meningkatkan kualitas dari limbah tersebut yaitu dengan proses fermentasi.

Fermentasi adalah proses perombakan bahan pakan dari struktur keras secara fisik, kimia, dan biologi, sehingga bahan dari struktur yang kompleks menjadi sederhana dan daya cerna ternak lebih efisien (Kurniawan *et al.*, 2015). Proses fermentasi tentunya terdapat mikroorganisme yang berperan di dalamnya. Mikroorganisme yang dapat digunakan dalam proses fermentasi antara lain: khamir, kapang, dan bakteri. Fermentasi merupakan salah satu teknologi untuk meningkatkan kualitas pakan asal limbah, karena keterlibatan mikroorganisme dalam mendegradasi bahan pakan dan mempunyai prospek untuk meningkatkan mutu gizi dari bahan-bahan yang bermutu rendah. Supriyati *et al.* (1998) mengemukakan bahwa fermentasi oleh *Aspergillus niger*, protein bungkil sawit dapat ditingkatkan dari 1,85% menjadi 14,74 %. Fermentasi pada suatu bahan pakan dapat meningkatkan kandungan protein, memperbaiki saluran pada pencernaan, terbentuknya berbagai asam amino, enzim, dan vitamin (Muljohardjo, 1988).

Pemanfaatan *Aspergillus niger* sebagai inokulum dalam proses fermentasi sesuai dengan tujuan fermentasi yaitu untuk menurunkan kadar serat dan meningkatkan kadar protein kasarnya. Banyak penelitian proses fermentasi yang telah dilakukan menggunakan *Aspergillus niger*, utamanya dalam upaya penurunan kadar serat bahan pakan dan peningkatan kadar proteinnya serta untuk merombak komponen yang ada dalam substrat menjadi komponen yang lebih sederhana. Sejauh ini masih sedikit penelitian mengenai pengaruh fermentasi campuran daun singkong onggok menggunakan *Aspergillus niger* terhadap kandungan bahan kering, bahan organik, serat kasar, dan protein kasar, maka perlu adanya penelitian mengenai hal tersebut.

## MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada Desember 2021-Ferbruari 2022. Pembuatan inokulum *Aspergillus niger*, pembuatan fermentasi daun singkong, dan analisis proksimat dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

### Materi

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun singkong sepanjang 15-20 cm (ujung daun muda sampai batang pohon muda), onggok kering, dan kultur/biakan murni *Aspergillus niger*. Bahan pembuatan inokulum kapang yaitu spora *Aspergillus niger*, beras, dan air. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital, timbangan analitik, karung plastik, alat potong, tali, terpal, fermentasi biologi seperti: baskom plastik, nampan, jarum ose, botol, laminar, dan bunsen, alat analisis proksimat seperti: oven 105°C, tanur listrik 600°C, cawan porselen, dan desikator.

### Metode

#### Rancangan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari 5 perlakuan dan 3 ulangan sehingga terdapat 15 unit satuan percobaan dengan penambahan *Aspergillus niger* masa inkubasi 4 hari. Perlakuan yang diberikan meliputi:

- P0: Onggok 50% + Daun Singkong 50% (Kontrol Tanpa Fermentasi)
- P1: Onggok 20% + Daun Singkong 80% + *Aspergillus niger* 1% BK
- P2: Onggok 30% + Daun Singkong 70% + *Aspergillus niger* 1% BK
- P3: Onggok 40% + Daun Singkong 60% + *Aspergillus niger* 1% BK
- P4: Onggok 50% + Daun Singkong 50% + *Aspergillus niger* 1% BK

## Pelaksanaan Penelitian

### 1. Persiapan perbanyak kapang

Perbanyak kapang *Aspergillus niger* berdasarkan prosedur Palinggi (2009) sebagai berikut: mencuci beras sebanyak 1 kg dan menambahkan air sebanyak 400 cc air. Memasak selama 30 menit hingga setengah matang lalu dikukus selama 30 menit dan didinginkan. Mencampur biakan *Aspergillus niger* sebanyak ± 15 olesan menggunakan jarum ose. Menginkubasi selama 5 hari dan dikeringkan di dalam oven dengan suhu 40°C selama 5 hari. Biakan *Aspergillus niger* yang sudah diinkubasi digiling menjadi halus.

### 2. Fermentasi daun singkong onggok

Mensterilkan campuran daun singkong onggok yang akan difermentasi dalam autoclave pada suhu 121°C tekanan 1 ATM selama 15 menit lalu didinginkan. Memasukkan 1 kg campuran daun singkong onggok kedalam baskom plastik. Selanjutnya menambahkan air steril dengan perbandingan 1 kg campuran daun singkong onggok: 1 L air kemudian dihomogenkan. Menambahkan 10 g kapang *Aspergillus niger* dan diaduk rata sampai homogen. Memasukkan kedalam nampan plastik dengan ketebalan ± 3 cm lalu ditutup dengan plastik yang sudah dilubangi dan diinkubasi selama 4 hari pada suhu ruang (Palinggi, 2009).

### 3. Persiapan sampel analisis

Sampel yang sudah difermentasi selama 4 hari kemudian ditimbang. Mengeringkan sampel dalam oven dengan suhu 60°C selama 48 jam lalu ditimbang. Sampel yang sudah ditimbang dihaluskan kemudian menyaringnya dengan saringan yang memiliki lubang berdiameter 1 mm. Selanjutnya memberi label pada plastik sampel meliputi informasi tanggal pembuatan sampel, nama jenis bahan, dan nama pemilik sampel.

### 4. Analisis proksimat

#### a. Kadar protein

Menimbang kertas saring, mencatat bobotnya dan memasukkan sampel analisis sebanyak 0,1 g. Sampel dimasukkan kedalam labu kjeldahl, menambahkan 15 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat dan 0,2 g campuran garam. Mendestruksi sampel hingga berubah menjadi jernih dan menambahkan 200 ml air suling. Menyiapkan 25 ml H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> pada erlenmeyer dan ditetesi 2 tetes indikator. Selanjutnya mendestilasi dan menambahkan 50ml NaOH 45% kedalam labu kjeldahl hingga mencapai 2/3 bagian dari gelas lalu matikan alat destilasi. Mentitrasi dengan larutan HCl 0,1 N dan menghentikan titrasi apabila larutan berubah warna menjadi hijau serta mencatat angka setelah titrasi. Menghitung kadar N menggunakan rumus berikut:

$$N = \frac{(L_{\text{sampel}} - L_{\text{blanko}}) \times N_{\text{basaxN}}}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan:

- N : jumlah kandungan nitrogen (%)
- L<sub>blanko</sub> : volume titran blanko (ml)
- L<sub>sampel</sub> : volume titran sampel (ml)
- N<sub>basax</sub> : normalitas HCl sebesar 0,1
- N : berat atom N sebesar 14
- A : berat kertas saring (gram)
- B : berat kertas saring berisi sampel (gram)

Selanjutnya menghitung kadar protein kasar menggunakan rumus berikut:

$$KP = N \times fp$$

Keterangan:

- KP : kadar protein kasar (%)
- N : kandungan nitrogen (%)
- Fp : faktor protein untuk pakan nabati 6,25, sedangkan untuk pakan hewani 5,56

#### b. Kadar air

Menimbang cawan porselen yang sudah steril dan menambahkan sampel sebanyak 1 g lalu timbang bobotnya. Cawan berisi sampel di masukkan kedalam oven dengan suhu 105°C minimal selama 6 jam. Mendinginkan sampel dalam desikator dan menghitung menggunakan rumus berikut:

$$KA (\%) = \frac{(B - A) - (C - A)}{(B - A)} \times 100\%$$

Keterangan :

- KA : Kadar air (%)
- A : Bobot cawan porselen (gram)
- B : Bobot cawan porselen ditambah sample sebelum dipanaskan (gram)
- C : Bobot cawan porselen ditambah sample setelah dipanaskan (gram)

Selanjutnya menghitung kadar bahan kering menggunakan rumus berikut:

$$BK = 100\% - KA$$

Keterangan:

- BK : kadar bahan kering (%)
- KA : kadar air

c. Kadar abu

Menimbang cawan porselen dan menambahkan sampel lalu mencatat bobotnya. Memasukkan cawan porselen berisi sampel kedalam tanur dengan suhu 575°C selama 2 jam. Setelah ditanur, sampel didinginkan di dalam desikator. Menimbang sampel dan menghitung kadar abu menggunakan rumus berikut:

$$Kab (\%) = \frac{(C - A)}{(B - A)} \times 100\%$$

Keterangan:

- KAb : Kadar abu (%)
- A : Bobot cawan porselen (gram)
- B : Bobot cawan porselen ditambah sample sebelum dipanaskan (gram)
- C : Bobot cawan porselen ditambah sample setelah dipanaskan (gram)

Selanjutnya menghitung kadar bahan organik menggunakan rumus berikut:

$$\% BO = \frac{(100\% - \text{Kadar abu})}{100} \times BK$$

$$BO = \%BO \times BK$$

Keterangan:

- BO : Bahan organik (%)
- BK : Bahan kering (%)
- Kab : Kadar abu (%)

d. Kadar serat kasar

Menimbang kertas, memasukkan sampel sebanyak 0,1 g dan mencatat bobotnya. Sampel di masukkan kedalam erlenmeyer, lalu menambahkan 200 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,25 dan dihubungkan dengan alat kondensor. Menyaring dengan corong kaca beralas kain linen dan dibilas dengan air suling sampai bebas asam. Lakukan uji kertas lakmus untuk mengetahui bebas asam. Menambahkan 200 ml NaOH 0,313 N, menghubungkan gelas erlenmeyer dengan alat kondensor dan panaskan selama 30 menit. Selanjutnya saring menggunakan corong kaca beralas kertas saring whatman ashles. Membilas dengan air suling agar bebas basa dan uji dengan kertas lakmus. Melipat kertas saring ashles berisi residu, memanaskan di dalam oven 105°C selama 6 jam, dinginkan dan ditimbang. Mengabukan di dalam tanur 600°C selama 2 jam dan menimbang bobot sampel. Menghitung kadar serat kasar menggunakan rumus berikut:

$$KS = \frac{(D - C) - (F - E)}{(B - A)} \times 100\%$$

Keterangan:

- KS : kadar serat kasar (%)
- A : bobot kertas (gram)
- B : bobot kertas berisi sampel analisa (gram)
- C : bobot kertas saring Whatman (gram)
- D : bobot kertas saring Whatman berisi residu (gram)
- E : bobot cawan porselin (gram)
- F : bobot cawan porselin berisi abu (gram)

### Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan sidik ragam pada taraf nyata 5% dan atau 1%. Apabila dari hasil analisis ragam menunjukkan hasil berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji berganda Duncan's.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Campuran Daun Singkong Onggok Fermentasi terhadap Bahan Kering

Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan fermentasi campuran daun singkong onggok menggunakan *Aspergillus niger* tidak berpengaruh nyata ( $P>0,05$ ) terhadap bahan kering. Rata-rata kadar bahan kering campuran daun singkong onggok setelah difermentasi menggunakan *Aspergillus niger* dapat dilihat di Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata kadar bahan kering campuran daun singkong onggok fermentasi menggunakan *Aspergillus niger*

Ulangan	Perlakuan				
	P0	P1	P2	P3	P4
			(%)		
1	45,72	48,32	41,23	43,88	43,18
2	42,14	45,03	40,53	42,42	48,50
3	44,50	42,09	40,81	43,50	40,97
Jumlah	132,36	135,45	122,57	129,80	132,66
Rata-rata	44,12±1,8 <sup>tn</sup>	45,15±3,1 <sup>tn</sup>	40,86±0,4 <sup>tn</sup>	43,27±0,8 <sup>tn</sup>	44,22±3,9 <sup>tn</sup>

Keterangan:

tn: tidak berpengaruh nyata

P0: onggok 50% + daun singkong 50% BK (Kontrol)

P1: onggok 20% + daun singkong 80% + *Aspergillus niger* 1% BK

P2: onggok 30% + daun singkong 70% + *Aspergillus niger* 1% BK

P3: onggok 40% + daun singkong 60% + *Aspergillus niger* 1% BK

P4: onggok 50% + daun singkong 50% + *Aspergillus niger* 1% BK

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kandungan bahan kering campuran daun singkong onggok setelah difermentasi menggunakan *Aspergillus niger* adalah 44,12 ± 1,8 % (P0); 45,15 ± 3,1 % (P1); 40,86 ± 0,4 % (P2); 43,27 ± 0,8 % (P3); dan 44,22 ± 3,9 % (P4). Hasil penelitian P2 menunjukkan kandungan kadar bahan kering cenderung rendah yaitu sebesar 40,86%. Hal ini diduga karena proses fermentasi pada perlakuan P2 menghasilkan H<sub>2</sub>O lebih tinggi daripada perlakuan yang lain. Komposisi bahan fermentasi onggok yang lebih tinggi kadar air juga menyebabkan rendahnya BK yang didapatkan pada perlakuan P2 (30% onggok + 70% daun singkong + *aspergillusniger* 1% BK). Gervais (2008) menyatakan bahwa proses fermentasi bahan oleh *Aspergillus niger* menghasilkan air (H<sub>2</sub>O) dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>), yang jumlahnya tergantung jenis substratnya. Onggok merupakan bahan limbah agroindustri secara penuh memiliki kandungan bahan kering relatif lebih rendah dibandingkan daun singkong. Hasil penelitian Hilakore *et al.* (2008) menyatakan bahwa rendahnya bahan kering disebabkan oleh bahan fermentasi, selain itu kadar air berfungsi untuk proses transport nutrien dan produk-produk metabolit melalui membran sel. Oleh sebab itu, kandungan bahan kering yang rendah dari perlakuan P2 disebabkan oleh tingginya kadar air yang terbentuk oleh proses fermentasi *Aspergillus niger*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada perlakuan P1 cenderung mendapatkan nilai rata-rata bahan kering tertinggi sebesar 45,15% daripada perlakuan P2, P3, dan P4. Hal ini dapat terjadi karena proses fermentasi oleh *Aspergillus niger* terhadap substrat campuran onggok dan daun singkong menyebabkan pertumbuhan *Aspergillus niger*. Selain itu, *Aspergillus niger* menggunakan air untuk proses metabolisme serta proses fermentasi substrat, hal ini disebabkan karena *Aspergillus niger* yang dapat menyerap air untuk proses fermentasi substratnya. Tingginya kandungan BK pada perlakuan campuran daun singkong onggok fermentasi disebabkan oleh aktivitas *Aspergillus niger* yang semakin meningkat dan oleh karena ketersediaan nutrien yang berasal dari daun singkong. Tingginya kandungan bahan kering campuran daun singkong onggok setelah fermentasi juga disebabkan oleh banyak *Aspergillus niger* yang tumbuh. Selain itu, Mairizal (2009) menyatakan bahwa peningkatan bahan kering pada proses fermentasi tepung kulit singkong disebabkan bertambahnya masa sel *Aspergillus niger* yang terbentuk dalam substrat lebih

besar dibandingkan dengan substrat yang tersedia untuk metabolisme *Aspergillus niger* di dalam tepung kulit ubi kayu.

Proses fermentasi dapat menghasilkan air, air ini ada yang tertinggal pada bahan substrat untuk proses fermentasi oleh kapang dan ada yang keluar melalui proses penguapan, diduga pada perlakuan P1 proses penguapan ini lebih besar sehingga BK meningkat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Waluyo (2004) bahwa proses fermentasi memanfaatkan air untuk proses metabolisme dalam tubuh kapang. Winarno *et al.* (1980) menjelaskan bahwa pada saat fermentasi sebagian air akan tertinggal dalam bahan substrat dan sebagian lagi akan keluar dari produk, air yang keluar dari produk akan menyebabkan bahan kering meningkat.

**Pengaruh Campuran Daun Singkong Onggok Fermentasi terhadap Abu**

Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan fermentasi daun singkong onggok menggunakan *Aspergillus niger* berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kadar abu. Rata-rata kadar abu campuran daun singkong onggok setelah difermentasi menggunakan *Aspergillus niger* dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata kadar abu campuran daun singkong onggok fermentasi menggunakan *Aspergillus niger*

Ulangan	Perlakuan				
	P0	P1	P2	P3	P4
	----- (%) -----				
1	2,55	3,79	2,99	3,29	2,49
2	2,28	3,57	3,23	2,92	3,09
3	3,07	3,11	2,83	3,00	2,61
Jumlah	7,89	10,47	9,05	9,20	8,19
Rata-rata	2,63±0,4 <sup>a</sup>	3,49±0,3 <sup>d</sup>	3,02±0,2 <sup>bc</sup>	3,07±0,2 <sup>cd</sup>	2,73±0,3 <sup>b</sup>

Keterangan:

Huruf *superscript* yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan bahwa berbeda nyata ( $P < 0,05$ )

P0: onggok 50% + daun singkong 50% BK (Kontrol)

P1: onggok 20% + daun singkong 80% + *Aspergillus niger* 1% BK

P2: onggok 30% + daun singkong 70% + *Aspergillus niger* 1% BK

P3: onggok 40% + daun singkong 60% + *Aspergillus niger* 1% BK

P4: onggok 50% + daun singkong 50% + *Aspergillus niger* 1% BK

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar abu campuran daun singkong onggok setelah difermentasi menggunakan *Aspergillus niger* adalah 2,63 ± 0,4 % (P0); 3,49 ± 0,3 % (P1); 3,02 ± 0,2 % (P2); 3,07 ± 0,2 % (P3); dan 2,73 ± 0,3 % (P4). Rata-rata kadar abu daun singkong onggok terfermentasi tertinggi diperoleh pada perlakuan P1 (20% onggok + 80% daun singkong + *Aspergillus niger* 1% BK) yaitu sebesar 3,49% dan terendah diperoleh pada perlakuan P0 yaitu 2,63±0,4% untuk yang tidak difermentasi. Selanjutnya hasil uji berganda Duncan yang terdapat pada Tabel 2, menunjukkan perlakuan P0 berbeda nyata dengan P1 namun tidak berbeda nyata dengan P3, Sedangkan P2 tidak berbeda nyata dengan P3, P4, dan P3 tidak berbeda nyata dengan P4. Hasil perlakuan (P4) diduga mampu menaikkan kadar abu sebanyak 0,01 %, dari perlakuan (P0), namun peningkatan terbanyak kadar abu pada perlakuan P1 menaikkan kadar abu sebesar 0,86% dari perlakuan P0.

Hasil penelitian ini kadar abu yang tertinggi dicapai oleh perlakuan P1 dan terendah P0. Hal ini diduga disebabkan nutrien yang tersedia pada bahan telah dirombak dan dimanfaatkan untuk pertumbuhan *Aspergillus niger*. Menurut Surisdiarto (2003), jumlah kapang *Aspergillus niger* yang dirombak juga semakin banyak. Semakin lama waktu inkubasi 4 hari proses fermentasi, maka akan meningkatkan kandungan abu substrat hasil fermentasi.

Kandungan kadar abu masing-masing perlakuan P0, P1, P2, P3, dan P4 berbeda-beda akibat dari penurunan bahan organik selama berlangsung proses fermentasi selama 4 hari. Kandungan abu sangat berhubungan dengan kandungan bahan organik. Oleh karena itu, semakin lama waktu inkubasi dalam fermentasi campuran daun singkong onggok mengakibatkan penurunan bahan organik sebagai akibat perombakan nutrisi seperti karbohidrat, lemak, protein untuk pertumbuhan, dan perkembangan kapang *Aspergillus niger* kandungan abu hasil fermentasi menggunakan kapang *Aspergillus niger* menunjukkan hasil yang sama untuk P1 dengan P2, dan P2 dengan P3, antara P0 dengan P4. Selama waktu inkubasi proses fermentasi akan meningkatkan kandungan abu pada substrat hasil fermentasi. Hasil penelitian ini sejalan dengan keterangan Sjoftan *et al.* (2008) dan Nurhayati *et al.* (2006) yang menyatakan bahwa selama proses fermentasi terjadi peningkatan kadar abu.

**Pengaruh Campuran Daun Singkong Onggok Fermentasi terhadap Bahan Organik**

Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan fermentasi terhadap campuran daun singkong onggok menggunakan *Aspergillus niger* tidak berpengaruh nyata ( $P>0,05$ ) terhadap bahan organik. Rata-rata kadar bahan organik campuran daun singkong onggok setelah difermentasi menggunakan *Aspergillus niger* dapat dilihat di Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata kadar bahan organik campuran daun singkong onggok fermentasi menggunakan *Aspergillus niger*

Ulangan	Perlakuan				
	P0	P1	P2	P3	P4
	----- (%) -----				
1	43,17	44,53	38,24	40,59	40,69
2	39,86	41,47	37,30	39,50	45,41
3	41,43	38,98	37,98	40,50	38,36
Jumlah	124,46	124,98	113,52	120,60	124,46
Rata-rata	41,49±1,7 <sup>tn</sup>	41,66±2,8 <sup>tn</sup>	37,84±0,5 <sup>tn</sup>	40,20±0,6 <sup>tn</sup>	41,49±3,6 <sup>tn</sup>

Keterangan:

tn: tidak berpengaruh nyata

P0: onggok 50% + daun singkong 50% BK (Kontrol)

P1: onggok 20% + daun singkong 80% + *Aspergillus niger* 1% BK

P2: onggok 30% + daun singkong 70% + *Aspergillus niger* 1% BK

P3: onggok 40% + daun singkong 60% + *Aspergillus niger* 1% BK

P4: onggok 50% + daun singkong 50% + *Aspergillus niger* 1% BK

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar bahan organik campuran daun singkong onggok setelah difermentasi menggunakan *Aspergillus niger* adalah 41,49 ± 1,7 % (P0); 41,66 ± 2,8 % (P1); 37,84 ± 0,5 % (P2); 40,20 ± 0,6 % (P3); dan 41,49 ± 3,6 % (P4). Hasil penelitian menunjukkan kandungan bahan organik tertinggi pada P1 yaitu 41,66% dan terendah pada P2 37,84%. Rendahnya kandungan bahan organik P2 diduga karena *Aspergillus niger* sebagai inokulum mulai merombak bahan organik seperti karbohidrat yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi untuk pertumbuhan, perkembangan, dan aktivitasnya. Menurut Hilakore et al (2008) menyatakan bahwa selama proses fermentasi akan terjadi kehilangan bahan organik, hal ini karena adanya perombakan bahan organik oleh enzim mikroorganisme untuk memenuhi kebutuhan energi pada pertumbuhan kapang dan akan menghasilkan panas, air dan karbondioksida yang menyebabkan perubahan komposisi bahan.

Hasil penelitian yang terdapat pada Tabel 3 menunjukkan kandungan kadar bahan organik pada perlakuan P1 lebih besar daripada P2 yaitu sebesar 37,84%. Hal ini disebabkan jumlah kapang *Aspergillus niger* yang banyak akan menyebabkan produksi enzim dari kapang, karena sumbangan nutrient banyak tersedia dari daun singkong sebesar 80% pada perlakuan P1 dimanfaatkan *Aspergillus niger* untuk berkembang biak, sehingga jumlah bahan organik yang di rombak juga akan semakin banyak. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Mulia et al. (2014) yang menyatakan bahwa bahan organik yang mengalami penurunan selama fermentasi adalah pati dan lemak karena digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi pertumbuhan kapang *Aspergillus niger*.

Islamiyati et al. (2010) menyatakan bahwa menurunnya kandungan bahan organik disebabkan adanya aktivitas mikroorganisme yang memanfaatkan bahan organik yang berasal dari substrat yaitu mendegradasi bahan organik seperti gula, protein, pati, hemiselulosa, dan selulosa untuk pertumbuhannya. Selain itu menurut Indaryanti (2013) menyatakan bahwa proses fermentasi *Aspergillus niger* menghasilkan enzim amilolitik, proteolitik, dan lipolitik sehingga kualitas nutrisi limbah lebih baik. Selain itu menghasilkan enzim xylanase dan sellulase yang bisa menurunkan kandungan serat. Enzim-enzim tersebut yang mendegradasi komponen serat pada substrat menjadi senyawa yang lebih sederhana dan dapat digunakan oleh kapang itu sendiri untuk proses metabolisme tubuhnya.

Hasil perlakuan P1 terjadi peningkatan kandungan bahan organik dari P2 37,84% menjadi 41,66%. Pada P1 peningkatan kandungan bahan organik pada campuran daun singkong onggok yang difermentasi dapat disebabkan oleh selama proses fermentasi *Aspergillus niger* yang terlibat dalam proses fermentasi mengalami pertumbuhan dan perkembangan yang signifikan, sehingga biomassa *Aspergillus niger* yang mengandung bahan-bahan organik tersebut menambah kandungan bahan organik pada campuran daun singkong onggok fermentasi.

### Pengaruh Campuran Daun Singkong Onggok Fermentasi terhadap Serat Kasar

Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan fermentasi daun singkong onggok menggunakan *Aspergillus niger* berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap serat kasar. Rata-rata kadar serat kasar campuran daun singkong onggok setelah difermentasi menggunakan *Aspergillus niger* dapat dilihat di Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata kadar serat kasar campuran daun singkong onggok fermentasi menggunakan *Aspergillus niger*

Ulangan	Perlakuan				
	P0	P1	P2	P3	P4
	----- (%) -----				
1	17,97	15,69	14,47	13,33	11,95
2	18,08	15,77	14,24	13,38	10,84
3	17,50	15,51	14,25	13,47	10,98
Jumlah	53,55	46,97	42,96	40,18	33,77
Rata-rata	17,85±0,3 <sup>d</sup>	15,66±0,1 <sup>c</sup>	14,32±0,1 <sup>bc</sup>	13,39±0,1 <sup>b</sup>	11,26±0,6 <sup>a</sup>

Keterangan:

Huruf *superscript* yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan bahwa berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ )

P0: onggok 50% + daun singkong 50% BK (Kontrol)

P1: onggok 20% + daun singkong 80% + *Aspergillus niger* 1% BK

P2: onggok 30% + daun singkong 70% + *Aspergillus niger* 1% BK

P3: onggok 40% + daun singkong 60% + *Aspergillus niger* 1% BK

P4: onggok 50% + daun singkong 50% + *Aspergillus niger* 1% BK

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kandungan serat kasar campuran daun singkong onggok setelah difermentasi menggunakan *Aspergillus niger* adalah 17,85 ± 0,3 % (P0); 15,66 ± 0,1 % (P1); 14,32 ± 0,1 % (P2); 13,39 ± 0,1 % (P3); dan 11,26 ± 0,6 % (P4). Rata-rata kadar serat kasar tertinggi didapatkan pada perlakuan P1 kemudian diikuti oleh P2, P3, P4, dan P0. Hasil uji Duncan menunjukkan perlakuan P0 kontrol berbeda nyata dengan P4 sedangkan pada perlakuan P1 dan P2 menunjukkan bahwa tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ).

Perlakuan P0 lebih tinggi nilai kandungan serat kasarnya dikarenakan tidak adanya proses fermentasi campuran daun singkong onggok oleh *Aspergillus niger*, sedangkan pada perlakuan P4 nilai kandungan serat kasarnya lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan P1, P2, dan P3. Hal ini disebabkan oleh aktifitas *Aspergillus niger* pada perlakuan P4 dapat menghasilkan enzim selulase yang bisa menurunkan kandungan serat, serta dapat mendegradasi komponen serat yang ada pada campuran daun singkong onggok menjadi senyawa yang lebih sederhana. Menurut Indrayanti et al. (2013), proses fermentasi *Aspergillus niger* akan menghasilkan enzim amilolitik, selulase, proteolitik, dan lipolitik sehingga kualitas nutrisi limbah lebih baik. Enzim-enzim tersebut yang mendegradasi komponen serat pada substrat menjadi senyawa yang lebih sederhana dan dapat digunakan oleh kapang itu sendiri untuk proses metabolisme tubuhnya. Menurut pendapat Suhartono dan Maggy (1989), *Aspergillus niger* dapat tumbuh dengan cepat, sehingga sering digunakan secara komersial dalam produksi asam sitrat, asam glukonat, dan pembuatan beberapa enzim seperti amilase, pektinase, amiloglukosidase, dan selulase *Aspergillus niger* dapat tumbuh pada suhu 35-37°C (optimum), 6-8°C (minimum), 45-47°C (maksimum), dan memerlukan oksigen yang cukup (aerobik).

Berbeda dengan P1, lebih rendahnya kadar serat kasar pada P4 (onggok 50% + daun singkong 50% + *Aspergillus niger* 1% BK) disebabkan oleh kandungan serat pada bahan fermentasi (substrat) yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan daun singkong. Serat terutama gula struktural seperti selulosa dan hemiselulosa yang merupakan bahan hidup dari jamur *Aspergillus niger* tidak banyak terdapat dalam pati terutama pada limbah ubi singkong (onggok). Oleh karena itu, pertumbuhan jamur *Aspergillus niger* terganggu. Hal tersebut dipertegas oleh pendapat Jamatun et al. (2000), kapang *Aspergillus niger* dapat melonggarkan ikatan atom hidrogen selulosa dan melonggarkan ikatan lignoselulosa dengan bantuan enzim selulolitik yang dihasilkan kapang sehingga pakan berserat dapat dengan mudah dipecah. Proses Perombakan senyawa lignoselulosa pada fermentasi daun singkong onggok dapat terjadi karena dengan adanya inokulum *Aspergillus niger* maka kemampuan mendegradasi serat menjadi lebih tinggi. Hal ini dapat terjadi karena *Aspergillus niger* dapat menghasilkan enzim selulase yang merombak selulosa menjadi selubiosa hingga akhirnya menjadi glukosa sehingga meningkatkan energi dan mudah untuk dicerna. Razie, et al. (2011) menyatakan bahwa selulosa dapat didegradasi oleh enzim selulase yang dapat dihasilkan oleh



mikroba. Enzim tersebut mendegradasi molekul selulosa yang tidak larut menjadi mono atau disakarida sederhana larut sehingga dapat di gunakan oleh mikroba sebagai sumber energi.

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa hasil uji Duncan menunjukkan perlakuan P0 berbeda nyata dengan perlakuan P4, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan P1, P2, dan P2 tidak berbeda nyata dengan P3. Perlakuan P1 berbeda nyata dengan perlakuan P4 tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2. Hasil uji Duncan menunjukkan kadar serat kasar tertinggi diperoleh pada perlakuan P1 (onggok 20% + daun singkong 80% + *Aspergillus niger* 1% BK) sebesar 15,66±0,1%. Hasil tersebut menunjukkan campuran daun singkong onggok yang difermentasi *Aspergillus niger*, daun singkong memberikan sumbangan persentase kandungan serat kasar tertinggi dibandingkan dengan onggok. Hal tersebut dapat disebabkan oleh bahan yang digunakan dalam fermentasi cenderung lebih tinggi, kandungan serat kasar daun singkong yang lebih tinggi sebesar 18,24% (Herman *et al.*, 2014), dibandingkan dengan onggok yaitu sebesar 15,62% (Wizna *et al.*, 2008).

Perlakuan P1 didapatkan hasil serat kasar yang tinggi, hal ini disebabkan oleh semakin lama waktu inkubasi menyebabkan perkembangan kapang akan semakin meningkat dimana salah satu komponen penyusun dinding sel miselia kapang adalah hemiselulosa. Selanjutnya kandungan kadar serat yang relatif rendah dalam tepung daun singkong menjadikan lebih rendah campuran onggok dan daun singkong yaitu pada perlakuan P2, P3, dan P4. Pendapat ini sesuai dengan hasil penelitian Krisnan dan Ginting *et al.* (2006) bahwa perkembangan bakteri dan kapang turut menyumbang kadar serat kasar melalui dinding selnya dimana selama fermentasi dinding sel kapang mengalami akumulasi (penimbunan) dalam media sehingga menyebabkan pertumbuhan pertumbuhan miselia yang lebat. Menurut Wickes (1983), bagi ternak ruminansia fraksi serat dalam makanannya berfungsi sebagai sumber energi utama, dimana sebagian besar selulosa dan hemiselulosa dari serat dapat dicerna oleh mikroba yang terdapat dalam sistem pencernaannya. Peranan *Aspergillus niger* dalam mendegradasi serat kasar setelah difermentasi dibuktikan oleh lebih rendahnya kandungan serat daun singkong onggok pada perlakuan P4 (onggok 50% + daun singkong 50% + *Aspergillus niger* 1% BK) fermentasi dengan *Aspergillus niger* dan perlakuan P0 (onggok 50% + daun singkong 50% BK) fermentasi tanpa *Aspergillus niger*. Lebih rendahnya kandungan serat akibat fermentasi *Aspergillus niger* campuran onggok dan daun singkong perlakuan P4 disebabkan oleh aktivitas dari *Aspergillus niger* mampu mendegradasi serat pada bahan dengan baik. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Jamatun *et al.* (2000) bahwa teknologi biofermentasi dengan menggunakan kapang merupakan suatu alternatif karena selain dengan melonggarkan ikatan atom hidrogen selulosa dan melonggarkan ikatan lignoselulosa dengan bantuan enzim selulolitik yang dihasilkan kapang.

**Pengaruh Campuran Daun Singkong Onggok Fermentasi terhadap Protein Kasar**

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan campuran daun singkong onggok fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* berpengaruh sangat nyata (P<0,01) terhadap protein kasar. Rata-rata kadar protein kasar campuran daun singkong onggok setelah di fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* dapat dilihat di Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata kadar protein kasar campuran daun singkong onggok fermentasi menggunakan *Aspergillus niger*

Ulangan	Perlakuan				
	P0	P1	P2	P3	P4
	----- (%) -----				
1	19,25	23,78	21,10	23,59	21,67
2	18,23	28,20	24,51	23,15	23,04
3	17,84	27,78	22,53	26,21	22,88
Jumlah	55,32	79,76	68,13	72,96	67,59
Rata-rata	18,44±0,7 <sup>a</sup>	26,59±2,4 <sup>d</sup>	25,12±0,2 <sup>bc</sup>	24,32±1,7 <sup>cd</sup>	22,53±0,7 <sup>b</sup>

Keterangan:

Huruf *superscript* yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan bahwa berbeda sangat nyata (P<0,01)

P0: onggok 50% + daun singkong 50% BK (Kontrol)

P1: onggok 20% + daun singkong 80% + *Aspergillus niger* 1% BK

P2: onggok 30% + daun singkong 70% + *Aspergillus niger* 1% BK

P3: onggok 40% + daun singkong 60% + *Aspergillus niger* 1% BK

P4: onggok 50% + daun singkong 50% + *Aspergillus niger* 1% BK

Hasil penelitian daun singkong onggok setelah difermentasi pada perlakuan yang berbeda dengan lama fermentasi selama 4 hari terhadap kandungan protein kasar menunjukkan bahwa rata-rata kandungan

protein kasar daun singkong ongkok setelah difermentasi yaitu sebesar  $18,44 \pm 0,7\%$  (P0);  $26,59 \pm 2,4\%$  (P1);  $22,71 \pm 1,7\%$  (P2);  $25,12 \pm 0,2\%$  (P3); dan  $22,53 \pm 0,7\%$  (P4). Rata-rata kadar protein kasar tertinggi didapatkan pada perlakuan P1 (ongkok 20% + daun singkong 80% + *Aspergillus niger* 1% BK) kemudian diikuti oleh P2, P3, P4, dan P0.

Hasil uji Duncan menunjukkan perlakuan P0 tanpa fermentasi berturut-turut berbeda dengan perlakuan P1, P2, P3, dan P4 terhadap kadar protein kasarnya. Kadar protein kasar daun singkong ongkok terfermentasi terendah pada perlakuan P0 tanpa proses fermentasi yaitu sebesar  $18,44 \pm 0,7\%$ , sedangkan pada perlakuan P4 ke P3 terjadi peningkatan kandungan protein kasar. Menurut Mulia *et al.* (2014) bahwa peningkatan kandungan protein kasar disebabkan oleh kapang *Aspergillus niger* menghasilkan enzim protease yang akan merombak protein. Protein akan di rombak oleh kapang menjadi asam amino. Asam amino digunakan oleh kapang untuk memperbanyak sel dan pertumbuhannya.

Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa kandungan protein kasar daun singkong ongkok setelah di fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* 1% BK pada perlakuan P4 (50% ongkok+50% daun singkong) fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* terjadi peningkatan kandungan protein kasar sebesar 4% dari perlakuan P0 (50% ongkok+50% daun singkong) tanpa fermentasi *Aspergillus niger*. Selanjutnya, peningkatan teroptimal kandungan protein kasar berada pada perlakuan (P1) mampu menaikkan kandungan protein kasar yaitu sebesar 8,15% dari perlakuan P0 (Kontrol tanpa fermentasi).

Data rata-rata kadar protein kasar penelitian fermentasi campuran daun singkong ongkok menggunakan *Aspergillus niger* tertinggi didapatkan pada perlakuan P1 (ongkok 20% + daun singkong 80% + *Aspergillus niger* 1% BK). Hal tersebut diduga disebabkan oleh bahan fermentasi (substrat), ongkok 20% + daun singkong 80%, maka kombinasi daun singkong terfermentasi lebih dominan untuk meningkatkan kadar protein kasar campuran, dimana didapatkan hasil protein kasar yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lain. Robert dan Endel (1989) menyatakan bahwa proses fermentasi tidak hanya menimbulkan efek pengawetan tetapi juga menyebabkan perubahan tekstur, cita rasa, dan aroma bahan pangan yang membuat produk fermentasi lebih menarik, mudah dicerna, dan bergizi.

Hasil penelitian ini kadar protein kasar mengalami peningkatan diduga disebabkan oleh pertumbuhan *Aspergillus niger* yang optimal pada proses fermentasi dengan aktifitas enzim yang dihasilkan kapang *Aspergillus niger* seperti selulase dapat melepaskan protein yang terikat pada selulosa. *Aspergillus niger* juga merupakan kapang fotosintetik merupakan salah satu penyebab meningkatnya kandungan protein kasar daun singkong ongkok yang di fermentasi. Dugaan lain adanya kemampuan *Aspergillus niger* untuk mengubah nitrogen bukan protein menjadi protein. Selain itu, menurut Garraway dan Evans (1984) bahwa fermentasi bahan pakan dengan *Aspergillus niger* juga dapat meningkatkan kadar protein. Hal tersebut dikarenakan dinding sel jamur mengandung 6,3% protein, sedangkan membran sel pada jamur yang berhifa mengandung protein 25-45% dan karbohidrat 25-30%. Pendapat tersebut selaras dengan hasil penelitian yang didapatkan bahwa terjadi peningkatan kadar protein kasar pada bahan setelah proses fermentasi menggunakan *Aspergillus niger*. Peningkatan nilai kandungan nutrisi pakan hasil fermentasi *Aspergillus niger* dibuktikan dengan penelitian yang didapatkan dimana campuran ongkok daun singkong fermentasi *Aspergillus niger* dengan kandungan protein tertinggi didapatkan pada perlakuan P1 dengan kadar protein kasar sebesar 26,59%.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* 1% BK berpengaruh nyata terhadap kandungan serat kasar campuran daun singkong ongkok dengan hasil terbaik yaitu sebesar 11,26% (P4) serta dapat meningkatkan kandungan protein kasar campuran ongkok dan daun singkong fermentasi;
2. Fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* 1% BK tidak ada yang berpengaruh terhadap kandungan bahan organik dan bahan kering;
3. Kandungan protein kasar yang terbaik didapatkan pada perlakuan P1 (ongkok 20% + daun singkong 80% + *Aspergillus niger* 1% BK) yaitu sebesar 26,59%, dengan kadar serat kasar terendah pada perlakuan (P4) campuran daun singkong ongkok yaitu sebesar 11,26%.

### Saran

Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai dampak pemberian campuran daun singkong ongkok terfermentasi *Aspergillus niger* pada ternak monogastrik agar manfaat yang diperoleh dapat maksimal serta dapat secara mudah diaplikasikan di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anindyawati dan Sukardi. 2001. Study Awal Pemanfaatan Onggok sebagai Sumber Pektin. *Jurnal Teknik Kimia*, 8(1): 32-37.
- Garraway, M. O. and R. C. Evans. 1984. *Fungal Nutrition and Physiology*. John Wiley and Sons. New York.
- Gervais, P. 2008. Water relations in solid state fermentation. In: A.Pandey, C. R. Soccol, & C. Larroche (Eds). *Current Developments in Solid-state Fermentation*. Asiatech Publisher Inc. New Delhi.
- Krisnan, R., Ginting, dan P. Simon. 2006. Pengaruh Fermentasi Menggunakan Beberapa Starin *Trichoderma* dan Masa Inkubasi Berbeda Terhadap Komposisi Kimiawi Bungkil Inti Sawit, Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.
- Herman., R. Restiani, dan D. I. Roslim. 2014. Karakter Morfologi Ubi Kayu (*Manihot esculenta Crantz*) Hijau dari Kabupaten Pelalawan. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 1(2): 619-623.
- Hilakore, M. A., I. G. K. Suryahadi, Wiryawan, dan D. Mangunwijaya. 2008. Pengaruh Level Inokulan dan Lama Inkubasi oleh *Aspergillus niger* terhadap Kandungan Nutrisi Putak. *Buletin Pertanian Terapan*, 15(1): 1-4.
- Indrayanti, N. dan Rakhmawati. 2013. Peningkatan kualitas nutrisi limbah kulit buah kakao dan daun lamtoro melalui fermentasi sebagai basis protein pakan ikan nila. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 13(2): 108-115.
- Islamiyati, R., Jamila, dan A. R. Hidayat. 2010. Nilai Nutrisi Ampas Tahu yang difermentasi dengan Berbagai Level Ragi Tempe. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2010.
- Jamatun, N., Y. S. Nur, dan J. Rahman. 2000. Biokonversi serat sawit dengan *Aspergillus niger* sebagai pakan ternak ruminansia. Laporan Penelitian Hibah Bersaing VIII/1 dan 2. Fakultas Peternakan Universitas Andalas. Padang.
- Kurniawan, D., Erwanto, dan F. Fathul. 2015. Pengaruh penambahan berbagai starter pada pembuatan silase terhadap kualitas fisik dan pH silase ransum berbasis limbah pertanian. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 3(4): 191-195.
- Mairizal. 2009. Pengaruh pemberian kulit biji kedelai hasil fermentasi dengan *Aspergillus niger* sebagai pengganti jagung dan bungkil kedelai dalam ransum terhadap retensi bahan kering, bahan organik, dan serat kasar pada ayam pedaging. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan*, 12(1): 35-40.
- Mulia, D. S., E. Yulyanti, H. Maryanto, dan C. Purbomartono. 2014. Peningkatan Kualitas Ampas Tahu sebagai Bahan Baku Pakan Ikan dengan Fermentasi *Rhizopus Oligosporus*. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian LPPM UMP. Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Purwokerto.
- Muljohardjo, M. 1988. *Nanas dan Teknologi Pengolahannya (Ananas comosus (L) Merr)*. Liberty. Yogyakarta
- Nurhayati., O. Sjoifan, dan Koentjoko. 2006. Kualitas nutrisi campuran bungkil inti sawit dan onggok yang difermentasi menggunakan *Aspergillus niger*. *Jurnal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 31(3): 172-178.
- Palinggi, N. N. 2009. Penambahan *Aspergillus niger* dalam dedak halus sebagai bahan pakan pada pembesaran ikan kerapu bebek. Prosiding Seminar Nasional Perikanan 2009. Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat. Sekolah Tinggi Perikanan. Jakarta.
- Razie, F., A. Iswandi, A. Sutandi, L. Gunarto, dan Sugiyanta. 2011. Aktivitas Enzim Selulase Mikroba yang Diisolasi dari Jerami Padi di Persawahan Pasang Surut di Kalimantan Selatan. *Jurnal Tanah Lingkungan*, 13(2): 43-48.
- Robert, H. S. dan K. Endel. 1989. *Evaluasi Pengolahan Bahan Pangan*. Terjemahan: S. Achmadi. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Sjoifan, O. 2008. Efek penggunaan tepung daun kelor (*Moringa Oleifera*) dalam pakan terhadap penampilan produksi ayam pedaging. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya, Malang.
- Soekarya, S and T. R. Preston. 2003. Effect of grass or cassava foliage on growth and nematode parasite infestation in goats fed low or high protein diets in confinement. *Livesock Research for Rural Development*, 15(8).
- Suhartono dan T. Maggy. 1989. *Enzim dan Bioteknologi*. IUC-Bank Dunia XVII. Bogor.
- Supriyati., T. Pasaribu, H. Hamid, dan A. Sinurat. 1998. Fermentasi bungkil inti sawit secara substrat padat dengan menggunakan *Aspergillus niger*. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 3(3): 165-170.
- Surisdiarto. 2003. *Pakan untuk Ayam Buras*. Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Malang.

- Waluyo L. 2004. Mikrobiologi umum. Universitas Muhamadiyah Press. Malang.
- Wickes, R.B. 1983. Feeding experiment with dairy cattle. In. Dairy Cattle Reaserch Techniques. Edited by Termouth-Queensland of Primary Industries. Australia.
- Winarno, F. G., S. Fardiaz, dan D. Fardiaz. 1980. Pengantar Teknologi Pangan. PT. Gramedia. Jakarta.
- Wizna., H. Abbas, Y. Rizal, A. Dharma, dan I. P. Kompiang. 2008. Improving the quality of tapioca by product (onggok) as poultry feed through fermentation by *Bacillus amyloliquefaciens*. Makalah Seminar Internasional Bioteknologi The4th Indonesian Biotechnology Conference.