



**KADAR NEUTRAL DETERGENT FIBER DAN ACID DETERGENT FIBER
PADA JERAMI PADI DAN JERAMI JAGUNG YANG DIFERMENTASI
ISI RUMEN KERBAU**

**Levels of neutral detergent fiber and acid detergent fiber in rice straw and
corn straw fermented buffalo rumen contents**

N. K. Anam, R. I. Pujaningsih dan B. W. H. E. Prasetyono
Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

ABSTRACT

The objective of research was to evaluate the quality of agricultural residues has been fermented with rumen contents buffalo reviewed of the decrease levels of NDF (Neutral Detergent Fiber) and ADF (Acid Detergent Fiber). The research has conducted in May and June 2012 in the Laboratory of Animal Feed Technology and Feed Science Laboratory, Department of Nutrition and Food Animals, Faculty of Animal Husbandry and Agriculture, Diponegoro University, Semarang. The material used in this study was the buffalo rumen contents, rice straw and corn straw. Research tools included: chopper, trays, plastic, scales, knives, pH meter, thermometer, label paper, tissue and apparatus for fiber analysis. Research used completely randomize design (CRD) 4x3 factorial with 3 replications. A factor is a combination of rice straw and corn are 100% 0% rice straw with corn straw (P), 50% rice straw with 50% corn straw (PJ), 0% to 100% rice straw corn straw (J). Factor B is the addition of buffalo rumen contents, there are 4 levels of 0% (R0), 5% (R5), 10% (R10), 15% (R15) and R0 as the control is 0% waste fermentation. Parameters measured were changes in the levels of fiber components NDF (*Neutral Detergent Fiber*) and ADF (*Acid Detergent Fiber*). The data was statistically processed by analysis of the range and if there is a significant effect of treatment was continued multiple regions Duncan test at 5% level. Results of the study showed a decrease in the levels of NDF and ADF in line with the increase in buffalo rumen contents. Lowest NDF levels obtained in 100% rice straw combined with 0% corn straw and given by buffalo rumen contents of 15%. The lowest ADF levels obtained in combination with rice straw 0% combined with 100% corn straw and given by buffalo rumen contents 15%.

Keywords: NDF, ADF, rumen, fermentation, straw

ABSTRAK

Tujuan penelitian yaitu untuk mengevaluasi kualitas hasil sisa pertanian yang difermentasi menggunakan isi rumen kerbau dengan dilihat dari penurunan kadar NDF (*Neutral Detergent Fiber*) dan ADF (*Acid Detergent Fiber*). Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai Juni 2012 di Laboratorium Teknologi Makanan Ternak dan Laboratorium Ilmu Makanan Ternak, Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro,

Semarang. Materi yang digunakan dalam penelitian adalah isi rumen kerbau, jerami padi dan jerami jagung. Peralatan penelitian meliputi : *chopper*, nampan, plastik, timbangan, pisau, pH meter, termometer, kertas label, tissue dan peralatan untuk analisis serat. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial 4x3 dengan 3 kali ulangan. Faktor A adalah kombinasi jerami padi dan jagung yaitu 100% jerami padi dengan 0% jerami jagung (P), 50% jerami padi dengan 50% jerami jagung (PJ), 0% jerami padi dengan 100% jerami jagung (J). Faktor B adalah penambahan isi rumen kerbau terdapat 4 level yaitu 0% (R0), 5% (R5), 10% (R10), 15% (R15) dan R0 sebagai kontrol adalah limbah fermentasi 0%. Parameter yang diamati adalah perubahan komponen serat yaitu kadar NDF (*Neutral Detergent Fiber*) dan ADF (*Acid Detergent Fiber*). Data diolah secara statistik dengan analisis ragam dan jika terdapat pengaruh perlakuan yang nyata dilanjutkan uji wilayah ganda Duncan pada taraf 5%. Berdasarkan dari hasil penelitian menunjukkan penurunan terhadap kadar NDF dan ADF seiring dengan bertambahnya aras isi rumen kerbau. Kadar NDF terendah diperoleh pada kombinasi jerami padi 100% dengan jerami jagung 0% dan pemberian isi rumen kerbau 15%. Kadar ADF terendah diperoleh pada kombinasi jerami padi 0% dengan jerami jagung 100% dan pemberian isi rumen kerbau 15%.

Kata Kunci : NDF, ADF, rumen, fermentasi, jerami

PENDAHULUAN

Hasil sisa pertanian dapat dimanfaatkan sebagai sumber pakan ruminansia. Hasil sisa pertanian yang pada dasarnya rendah akan nutrisi dan mudah mengalami kerusakan perlu adanya pengolahan sebelum diberikan pada ternak supaya nutrisi yang terkandung di dalamnya dapat dimanfaatkan secara maksimal. Jerami padi dan jerami jagung adalah salah satu contoh hasil sisa pertanian yang dapat dimanfaatkan.

Jerami padi dan jerami jagung merupakan salah satu hasil sisa pertanian yang mempunyai potensi cukup besar di daerah Wonogiri. Hal ini ditandai dengan sebagian penduduk di daerah Wonogiri bermata pencaharian sebagai petani. Jerami pada umumnya mempunyai kandungan nutrisi rendah yang di dalamnya terkandung kadar protein rendah dengan serat kasar yang tinggi. Hal ini perlu mendapatkan pengolahan supaya kualitas jerami lebih baik.

Fermentasi menggunakan isi rumen kerbau merupakan salah satu cara untuk dapat meningkatkan kualitas pakan jerami tersebut. Isi rumen kerbau dalam proses fermentasi bertujuan untuk menurunkan kadar serat kasar pakan menggunakan enzim selulase yang dihasilkan oleh mikrobia rumen, dengan demikian diharapkan dapat meningkatkan kualitas jerami padi dan jerami jagung dengan menurunnya kadar NDF maupun ADF. Mikrobia yang terkandung dalam isi rumen kerbau lebih banyak dibandingkan dengan ternak ruminansia pada umumnya, misal: sapi, kambing, dan domba. Isi rumen kerbau diharapkan mampu mendegradasi serat kasar dan menurunkan kadar NDF dan ADF sehingga pakan jerami lebih mudah untuk dicerna. NDF dan ADF semakin turun, maka tingkat

kecernaan semakin meningkat dan ini menunjukkan bahwa kualitas pakan semakin membaik.

Penurunan kadar NDF dan ADF akan mempengaruhi kadar serat kasar. Kadar NDF dan ADF menurun, kadar serat kasar juga akan menurun dan kadar protein kasar meningkat sehingga akan mempengaruhi kualitas pakan jerami. Posisi seperti ini menunjukkan bahwa kualitas pakan jerami semakin membaik. NDF dan ADF memiliki ikatan lignosesulosa yang sukar dicerna oleh ternak sehingga dengan adanya pengolahan dengan metode fermentasi menggunakan isi rumen kerbau mampu memecah ikatan lignoselulosa tersebut dan pakan jerami akan mudah dicerna oleh ternak.

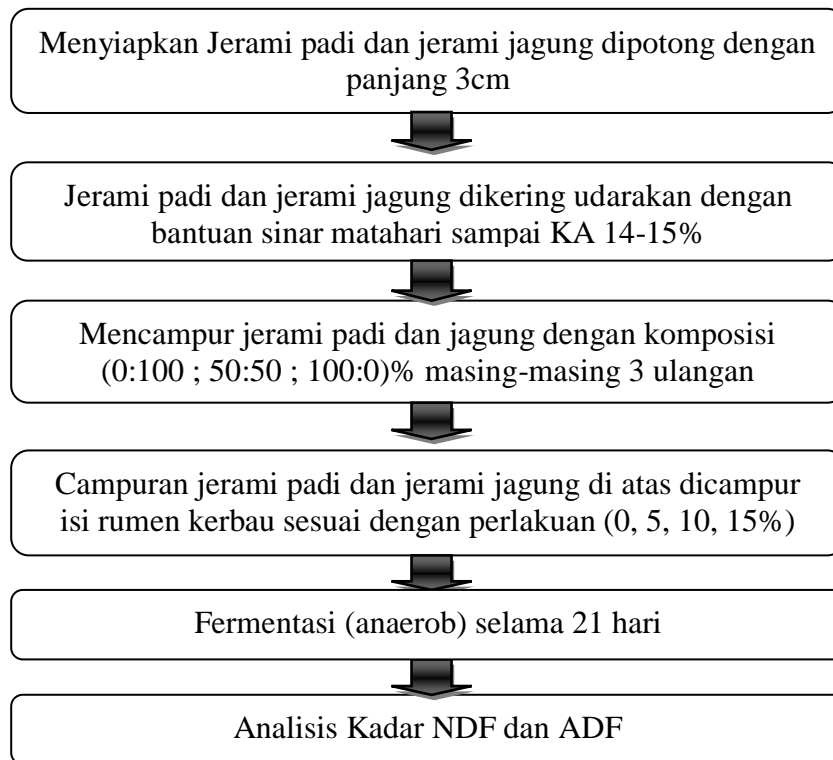
MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai Juni 2012 di Laboratorium Teknologi Makanan Ternak dan Laboratorium Ilmu Makanan Ternak, Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah jerami padi, jerami jagung, isi rumen kerbau. Perlengkapan yang digunakan antara lain *chopper* berfungsi untuk memotong bahan pakan, plastik, thermometer, pH meter. Peralatan yang digunakan selama proses analisis kadar NDF dan ADF adalah gelas beker 600 ml, kompor listrik, pompa hisap, krusibel timbangan analitik kapasitas 100 gram dengan ketelitian 0,0001 gram, eksikator, dan oven. Reagen yang digunakan adalah larutan detergen netral, dekalin, aseton, sodium sulfite (Na_2SO_3), dan larutan deterjen asam.

Pelaksanaan penelitian ini yaitu persiapan sampel limbah, analisis proksimat awal jerami dan isi rumen, pengolahan jerami padi dan jagung yang difermentasi dengan isi rumen kerbau dan analisis. Pada tahap persiapan meliputi persiapan bahan baku, mengeringkan limbah, lalu memotong jerami. Tahap pembuatan jerami fermentasi isi rumen kerbau yakni mencampur ransum yang terdiri dari campuran jerami padi dan jerami jagung dengan komposisi perbandingannya (0:100 ; 50:50 ; 100:50)% dengan penambahan isi rumen tiap masing-masing perbandingan (0, 5, 10, 15)% kemudian diperam selama 21 hari. Kemudian dilakukan analisis NDF dan ADF. Hasil yang terbaik akan digunakan sebagai pembanding. Alur proses pembuatan fermentasi jerami padi dan jagung dengan isi rumen kerbau dapat dilihat di Ilustrasi 1.

Komponen serat yang dianalisis pada pakan bentuk wafer meliputi NDF dan ADF (Van Soest, 1994). Kadar NDF dianalisis dengan metode Van Soest sampel yang digunakan adalah sampel kering udara sebanyak 1 g dimasukkan ke dalam gelas beaker 600 ml dan dituangkan 100 ml larutan detergen netral dan 0,5 g Na_2SO_3 . Sampel dipanaskan sampai mendidih selama 60 menit dengan mengatur suhu pemanasan agar tidak berbuih. Sampel yang sudah mendidih disaring dengan kertas saring yang terpasang pada corong plastik dan dihubungkan dengan pompa hisap pencucian dilakukan dengan 50 ml air panas bersuhu 80°C , dan dilanjutkan dengan 50 ml aseton yang diulangi dua kali. Kertas saring dan residu dimasukkan ke dalam cawan porselin, apabila sudah tidak berbau aseton sampel dimasukkan ke dalam oven dengan suhu $105-110^\circ\text{C}$ selama 8 jam untuk menghilangkan kadar

airnya. Sampel setelah dioven kemudian dimasukkan ke dalam eksikator selama 15 menit dan ditimbang.



Ilustrasi 1. Alur Proses Pembuatan Fermentasi Jerami

Kadar ADF dianalisis dengan metode Van Soest sampel yang digunakan adalah sampel kering udara sebanyak 1 g dimasukkan ke dalam gelas beaker dan dituangkan 100 ml larutan detergen asam. Sampel dipanaskan sampai mendidih selama 60 menit dengan mengatur suhu pemanasan agar tidak berbuih. Sampel yang sudah mendidih disaring dengan krusibel yang sudah terpasang pada pompa hisap dan krusibel diketahui beratnya. Pencucian dilakukan dengan 50 ml air panas bersuhu 80° C, dan dilanjutkan dengan 50 ml aseton yang diulangi dua kali. Sampel dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105-110° C selama 8 jam, apabila sudah tidak berbau aseton, kemudian dimasukkan ke dalam eksikator selama 15 menit dan ditimbang.

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial 4x3 dengan 3 kali ulangan. Faktor A adalah kombinasi jerami (jerami padi dan jerami jagung), faktor B adalah aras isi rumen kerbau yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15%.

Kombinasi jerami I = Jerami padi 100% + jerami jagung 0%

Kombinasi jerami II = Jerami padi 0% + jerami jagung 100%

Kombinasi jerami III = Jerami padi 50% + jerami jagung 50%

Adapun kombinasi jerami padi dan jagung ditambah isi rumen yang akan digunakan sebagai penelitian sebagai berikut:

- PR0 = Kombinasi jerami I + isi rumen 0%
- PR5 = Kombinasi jerami I + isi rumen 5%
- PR10 = Kombinasi jerami I + isi rumen 10%
- PR15 = Kombinasi jerami I + isi rumen 15%
- JR0 = Kombinasi jerami II + isi rumen 0%
- JR5 = Kombinasi jerami II + isi rumen 5%
- JR10 = Kombinasi jerami II + isi rumen 10%
- JR15 = Kombinasi jerami II + isi rumen 15%
- PJR0 = Kombinasi jerami III + isi rumen 0%
- PJR5 = Kombinasi jerami III + isi rumen 5%
- PJR10 = Kombinasi jerami III + isi rumen 10%
- PJR15 = Kombinasi jerami III + isi rumen 15%

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar “Neutral Detergent Fiber” (NDF)

Berdasarkan perhitungan ANOVA tidak terdapat interaksi antara kombinasi jerami (A) dengan aras isi rumen kerbau (B). Faktor kombinasi jerami (A) demikian juga faktor aras isi rumen kerbau (B) berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar NDF. Hasil analisis kadar NDF jerami kombinasi dan aras isi rumen kerbau disajikan pada Tabel 1.

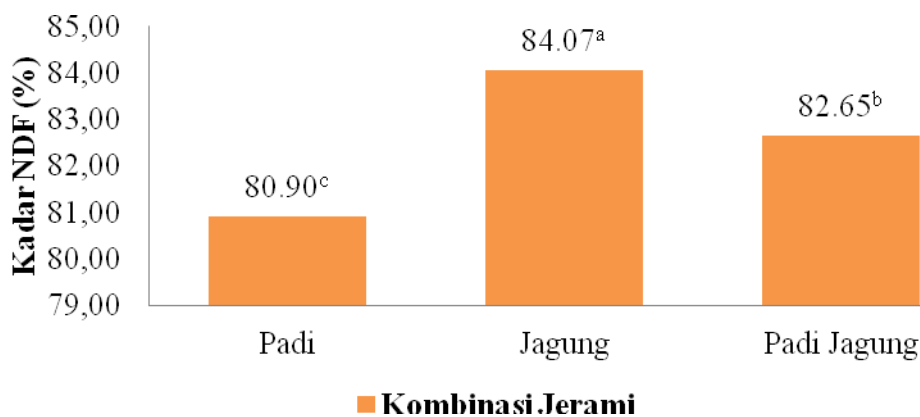
Tabel 1. Rerata Kadar NDF kombinasi jerami dengan pemberian aras isi rumen.

Kombinasi Jerami (A)	Aras Isi Rumen Kerbau (B)				Rataan
	R0	R5	R10	R15	
	-----%-----				
P	80,59	81,69	81,33	79,98	80,90 ^c
J	84,89	85,77	84,77	80,83	84,07 ^a
PJ	82,01	84,03	82,97	81,58	82,65 ^b
Rataan	82,50 ^b	83,83 ^a	83,02 ^{ab}	80,80 ^c	82,54

Keterangan : Superskrip dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Perbedaan kadar NDF antar perlakuan dipengaruhi oleh kandungan serat kasar terutama kandungan komponen serat NDF masing-masing bahan pakan. Kadar NDF kombinasi jerami (jagung 100% dan padi 0%) adalah yang tertinggi yaitu 84,07%. Kadar NDF kombinasi jerami (jagung 50% dan padi 50%) 82,65% lebih tinggi dibandingkan dengan kombinasi jerami (jagung 0% dan padi 100%) yaitu 80,90%. Hal ini diduga disebabkan jerami jagung memiliki kandungan serat yang lebih tinggi dibandingkan dengan jerami padi. Hal tersebut sesuai dengan

pendapat Hartadi *et al.*, (1997) yang menyatakan bahwa jerami jagung memiliki serat kasar sebesar 29,8% sedangkan jerami padi memiliki serat kasar sebesar 28,8%. Serat kasar dan NDF adalah sama-sama bagian dari dinding sel dan merupakan fraksi karbohidrat (Toharmat *et al.*, 2003). Kadar NDF kombinasi jerami padi dan jerami jagung dapat dilihat pada Ilustrasi 2.

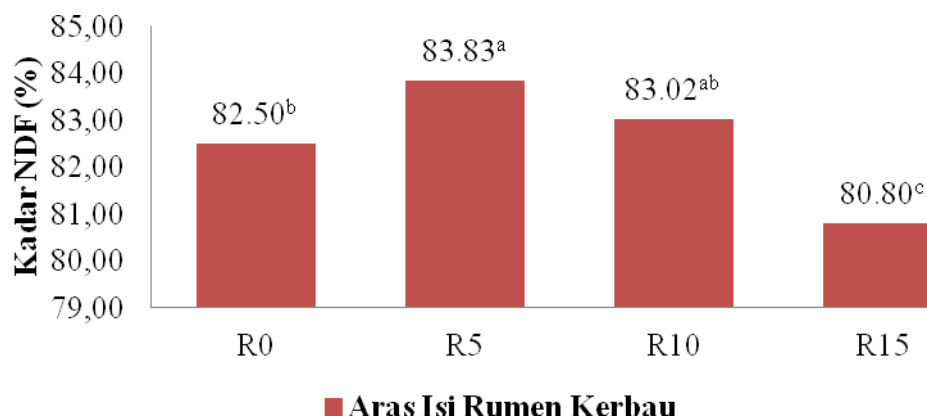


Ilustrasi 2. Grafik Kadar NDF Kombinasi Jerami Padi dan Jerami Jagung.

Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar NDF meningkat 1,33% pada pemberian aras isi rumen kerbau 5% (R5). Kadar NDF meningkat dari R0 (82,50%) hingga R5 (83,83%) diduga disebabkan oleh aktivitas mikrobial selulolitik memanfaatkan isi sel (NDS) di dalam substrat terlebih dahulu sehingga secara proporsional dinding sel (NDF) meningkat. Sutardi (1980) menyatakan bahwa isi sel terdiri atas protein, karbohidrat, mineral-mineral mudah larut, dan lemak. Peningkatan kadar NDF menunjukkan bahwa aktivitas mikrobial selulolitik tidak cukup dalam merombak senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Hal ini disebabkan oleh ketersediaan nutrisi dalam substrat sedikit dan makin bertambahnya jumlah serat akibat penambahan isi rumen kerbau sehingga laju pertumbuhan mikrobial selulolitik menurun dan tidak optimal dalam mensekresikan enzim. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Judoamidjojo *et al.* (1989) yang menyatakan bahwa laju pertumbuhan mikrobial akibat persediaan nutrisi berkurang dan terjadi akumulasi zat-zat metabolik yang menghambat pertumbuhan. Mikrobial selulolitik yang tidak optimal menyebabkan kerja enzim selulase dalam merombak dinding sel (NDF) yang sebagian besar mengandung selulosa dan lignin menjadi senyawa yang lebih sederhana tidak cukup sehingga porsi dinding sel (NDF) meningkat. Judoamidjojo *et al.* (1989) menyatakan bahwa enzim selulase yang diproduksi oleh mikrobial selulolitik digunakan untuk menghidrolisis selulosa.

Kadar NDF pada Tabel 1 menurun dari perlakuan pemberian aras isi rumen kerbau 5% (R5) = 83,83%; 10% (R10) = 83,02%; sampai 15% (R15) = 80,80%. Hal ini diduga bahwa selama berlangsungnya fermentasi terjadi pemutusan ikatan lignoselulosa dan hemiselulosa jerami padi. Mikroba lignolitik dalam isi rumen kerbau membantu perombakan ikatan lignoselulosa sehingga

selulosa dan lignin dapat terlepas dari ikatan tersebut oleh enzim lignase. Fenomena ini terlihat dengan menurunnya kandungan selulosa dan lignin jerami padi yang di fermentasi. Menurunnya kadar lignin menunjukkan selama fermentasi terjadi penguraian ikatan lignin dan hemiselulosa. Lignin merupakan benteng pelindung fisik yang menghambat daya cerna enzim terhadap jaringan tanaman (Komar, 1984) dan lignin berikatan erat dengan hemiselulosa (Syamsu, 2001 disitasi oleh BPTU Sumbawa, 2007). Yunilas (2009) menyatakan bahwa dengan menurunnya kadar NDF menunjukkan telah terjadi pemecahan selulosa dinding sel sehingga pakan akan menjadi lebih mudah dicerna oleh ternak. Kadar NDF aras isi rumen kerbau dapat dilihat pada Ilustrasi 3.



Ilustrasi 3. Grafik Kadar NDF Aras Isi Rumen Kerbau.

Pemberian aras isi rumen kerbau sebanyak 15% mampu memberikan sumbangan mikrobial yang cukup untuk proses fermentasi sehingga pada pemberian aras isi rumen 15% terjadi penurunan kadar NDF paling rendah. Isi rumen kerbau mengandung mikrobial selulolitik yang menghasilkan enzim selulase yang bermanfaat untuk mendegradasi selulosa, sehingga bahan pakan berserat tinggi dapat dihidrolisis menjadi senyawa monosakarida yang sangat penting bagi pertumbuhan mikrobial rumen proses fermentasi ruminal (Amini, 1998). Glukosa yang dihasilkan dari proses degradasi selulosa menyebabkan meningkatnya kadar NDS sehingga kadar NDF menurun.

Kadar “Acid Detergent Fiber” (ADF)

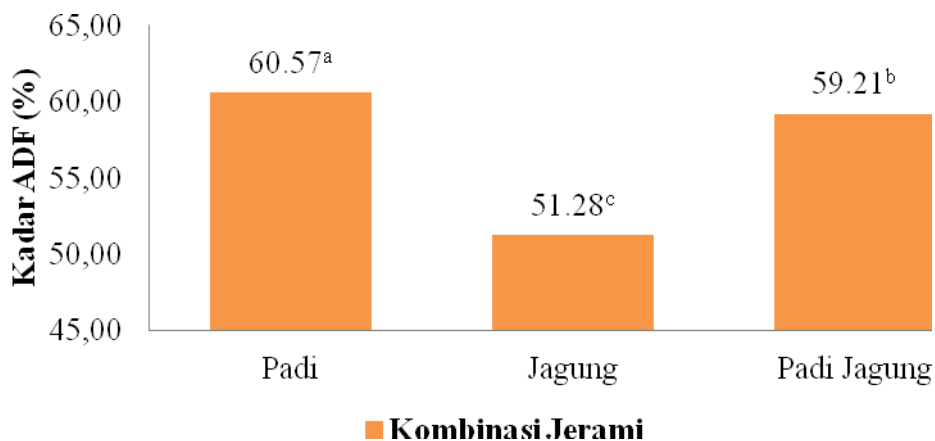
Berdasarkan perhitungan ANOVA tidak terdapat interaksi antara kombinasi jerami (A) dengan aras isi rumen kerbau (B). Faktor kombinasi jerami (A) demikian juga faktor aras isi rumen kerbau (B) berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar ADF. Hasil analisis kadar ADF jerami kombinasi dan aras isi rumen kerbau disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata Kadar ADF kombinasi jerami dengan pemberian aras isi rumen.

Kombinasi Jerami (A)	Aras Isi Rumen Kerbau (B)				Rerata
	R0	R5	R10	R15	
	-----%-----				
P	60,28	60,20	61,62	60,19	60,57 ^a
J	53,08	49,44	52,68	49,93	51,28 ^c
PJ	58,82	58,84	61,30	57,88	59,21 ^b
Rerata	57,39 ^b	56,16 ^c	58,53 ^a	56,00 ^c	57,02

Keterangan : Superskrip dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$)

Perbedaan kadar ADF antar perlakuan dipengaruhi oleh kandungan protein kasar terutama kandungan N pada masing-masing bahan pakan. Kadar ADF kombinasi jerami (jagung 0% dan padi 100%) 60,57% adalah yang tertinggi. Kadar ADF kombinasi jerami (jagung 50% dan padi 50%) 59,21% lebih tinggi dibandingkan dengan koombinasi jerami (jagung 100% dan padi 0%) yaitu 51,28%. Hal ini diduga jerami padi memiliki kandungan protein lebih rendah dibandingkan dengan jerami jagung. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Hartadi *et al.*, (1997) yang menyatakan bahwa jerami padi memiliki kandungan protein kasar 3,9% sedangkan jerami jagung memiliki kandungan protein kasar 8,2%. Kadar NDF kombinasi jerami padi dan jerami jagung dapat dilihat pada Ilustrasi 4.

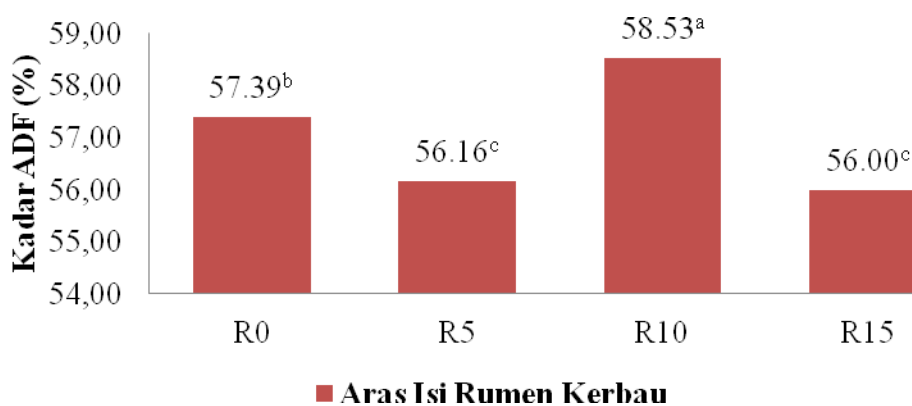


Ilustrasi 4. Grafik Kadar ADF Kombinasi Jerami Padi dan Jerami Jagung.

Penurunan kadar ADF terjadi pada pemberian aras isi rumen 5% (R5) terjadi perombakan dinding sel menjadi komponen yang lebih sederhana yaitu hemiselulosa dan glukosa selama proses fermentasi. Kadar ADF menurun disebabkan oleh terlarutnya sebagian protein dinding sel dan hemiselulosa dalam

larutan deterjen asam sehingga meningkatkan porsi ADS dan menyebabkan menurunnya kadar ADF. Hal ini sesuai dengan pendapat Anggorodi (1994) yang menyatakan bahwa hemiselulosa larut dalam larutan alkali dan terhidrolisis dengan larutan asam encer. Sutardi (1980) menyatakan bahwa fraksi yang larut dalam pemasakan deterjen asam sebagian besar terdiri atas hemiselulosa dan sedikit protein dinding sel.

Kandungan ADF secara proporsional meningkat pada pemberian aras isi rumen 10% (R10) menunjukkan bahwa aktivitas mikrobial rumen menurun. Hal ini dipengaruhi oleh tingginya N dalam ADF yang tidak dapat didegradasi oleh enzim yang dihasilkan mikrobial, sehingga karbohidrat yang mudah larut berkurang ketersediaannya didalam substrat jerami. Karbohidrat tersebut dimanfaatkan oleh mikrobial rumen untuk mempertahankan hidupnya sehingga jumlahnya menurun mengakibatkan komponen penyusun ADF secara proporsional meningkat diikuti dengan meningkatnya kadar ADF. Judoamidjojo *et al.*, (1989) menyatakan bahwa laju pertumbuhan mikrobial menurun akibat persediaan nutrisi substrat berkurang. Menurut Sutardi (1980) bahwa tingginya kandungan N dalam ADF menyebabkan protein bahan pakan itu rendah tingkat penggunaannya dan tingginya ADF juga menyebabkan pencernaan bahan pakan tersebut rendah. Kadar ADF aras isi rumen kerbau dapat dilihat pada Ilustrasi 5.



Ilustrasi 5. Grafik Kadar ADF Aras Isi Rumen Kerbau.

Kadar ADF secara proporsional menurun kembali pada pemberian aras isi rumen 15% (R15), hal ini diduga kandungan hemiselulosa meningkat sehingga aktivitas mikrobial rumen ikut meningkat. Kandungan hemiselulosa meningkat menunjukkan adanya aktivitas mikrobial rumen dalam memanfaatkan karbohidrat yang tersedia dalam substrat. Karbohidrat diperlukan oleh mikrobial rumen untuk memenuhi kebutuhan hidup pokok dan pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan pendapat Fardiaz (1992) yang menyatakan bahwa mikrobial memerlukan sumber karbohidrat yang cukup untuk pertumbuhannya.

SIMPULAN DAN SARAN

Disimpulkan bahwa kadar NDF terendah terdapat pada kombinasi jerami padi 100% dengan jerami jagung 0% dan pada pemberian aras isi rumen kerbau 15%. Kadar ADF terendah terdapat pada kombinasi jerami padi 0% dengan jerami jagung 100% dan pada pemberian aras isi rumen kerbau 15%.

Hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk pengolahan limbah pertanian supaya limbah pertanian mampu meningkat kualitasnya sebelum diberikan pada ternak.

DAFTAR PUSTAKA

- Amini, R. 1998. Pengaruh Penggunaan Jerami Padi Fermentasi terhadap Performa Ternak Sapi Peranakan Ongole. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan I* (2): 40-47.
- Anggorodi, R. 1994. Ilmu Makanan Ternak Umum. Cetakan V. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Balai Pembibitan Ternak Unggul Sapi Dwiguna dan Ayam. 2007. Teknologi Pengolahan Pakan. Direktorat Jendral Bina Produksi Peternakan, Departemen Pertanian, Sumbawa, Sumatera Selatan.
- Fardiaz, S. 1992. Mikrobiologi Pangan I. P.T. Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.
- Hartadi, H., Reksohadiprodjo, S dan Tillman. 1997. Tabel Komposisi Pakan untuk Indonesia. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Judoamidjojo, R.M., E. G. Sa'id., dan L. Hartoto. 1989. Biokonversi. PAU. Institut Pertanian Bogor, Bogor. (tidak dipublikasikan)
- Komar, A. 1984. Teknologi Pengolahan Jerami sebagai Makanan Ternak. Yayasan Dian Grahita Indonesia, Jakarta.
- Sutardi, T. 1980. Landasan Ilmu Nutrisi. Departemen Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Bogor. (Tidak Diterbitkan).
- Toharmat, T., E. Pangestu, L. A. Sofjan, W. Manalu, dan S. Tarigan. 2003. Variasi Produksi *Volatile Fatty Acids* pada Ransum Ruminansia dengan Kandungan NDF Berbeda. *J. Indon. Trop. Anim Agric Special Edition* (Oktober).
- Yunilas. 2009. Bioteknologi Jerami Padi melalui Fermentasi sebagai Bahan Pakan Ternak Ruminansia. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan.