

ARTIKEL HIBAH PENELITIAN FUNDAMENTAL



RESPON SUPLEMENTASI MINERAL TERHADAP SINTESIS PROTEIN MIKROBA PADA TERNAK SAPI LOKAL DI SUMATERA BARAT

Oleh :

Ir. Maramis, MP

DR. Evitayani, SPt., M.Agr.

**DIBIYAI OELH : DANA PELAKSANA PEKERJAAN PENELITIAN
TAHUN ANGGARAN 2010
SURAT PERJANJIAN NO : 004/H.16/PL/PDF/III/2010
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS ANDALAS
NOVEMBER 2010**

**RESPON SUPLEMENTASI MINERAL TERHADAP SINTESIS
PROTEIN MIKROBA PADA TERNAK SAPI LOKAL
DI SUMATERA BARAT**

Ir. Maramis MP dan DR. Evitayani, M.Agr

Two step of experiment have been conducted in order to improve the nutritive value of low quality agro-industrial by-products as feed for ruminants. In the present experiment, the highest quality of ammoniated-rice straw as assessed by in vitro methods in the previous experiment, was combined with various levels concentrate. The concentrate consisted of 25% rice bran, 8% cassava waste, 5 % tofu waste dan 2 % blood meal and 60% rice straw. For experimental rations were allocated according to completely randomized design, its treatment was replicated in four replications. One rumen cannulated cattle has been used as source as rumen fluid for in vitro digestion trials. The following experimental diets : * 60% ammoniated-rice straw + 40 concentrate and Ca, P, Mg and S Supplementation (ration A): 60% ammoniated-rice straw + 40 concentrate and 1.0 of Ca, P, Mg and S Supplementation (ration B): *60% ammoniated-rice straw + 40 concentrate and 1.5 of Ca, P, Mg and S Supplementation (ration C) and *60% ammoniated-rice straw + 40 concentrate and 2.0 of Ca, P, Mg and S Supplementation (ration D). Objective of the present experiment was to find the best the combination of mineral supplementation consist it Ca, P, Mg and S of rice straw or 60% ammoniated-rice straw + 40 concentrate and 1.5 Ca, P, Mg and S Supplementation (ration C)..

The result showed that ratio of ammoniated rice straw and concentrate in ration significantly ($p < 0.05$) affect the digestibility of nutrients. Digestibility of dry matter, organic matter, crude protein, NDF and ADF were significantly higher ($P < 0.05$) in ration D than those A, B and C rations. However, the characteristics of ruminal condition were not significantly affected by any treatment rations, in which the ruminal pH, concentrations of ruminal $\text{NH}_3\text{-N}$ and total VFA were almost constant for all the treatment rations. The concentrations of $\text{NH}_3\text{-N}$ ranged from 7.27-7.76 mg/100ml, total VFA 60.12-87.90 mM and ruminal pH ranged from antara 7.03-7.12.

From these results it could be concluded that ration C of ammoniated rice straw and concentrate in the ration with supplementation of 1.5 Ca, P, Mg and S affected nutrient digestibility and characteristics of ruminal condition.

Key Words : mineral supplementation, rumen fluid, digestibility

Pendahuluan

Salah satu penyumbang protein hewani yang paling potensial melalui produknya berupa daging dan susu yaitu ternak ruminansia. Peningkatan produksi ternak ruminansia saat sekarang ini mengalami kendala karena ketersediaan hijauan yang tidak mencukupi dimana semakin meluasnya areal pemukiman penduduk dan perkembangan industri yang menyebabkan areal penanaman rumput semakin sedikit. Oleh karena itu diperlukan integrasi usaha ternak ruminansia dengan pertanian tanaman pangan berupa hasil ikutan jerami padi yang dapat memainkan perannya sebagai sumber hijauan pengganti rumput unggul. Faktor pembatas utama pemanfaatan jerami padi yaitu tingginya kadar lignin dan silika sehingga sumber energi utama terutama lignin-selulosa dan ligno-hemiselulosa akan kurang bermanfaat. Perlakuan jerami padi dengan urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) sebagai sumber amonia dapat meningkatkan kadar protein kasar jerami padi sampai 9% (Komar, 1984), meningkatkan konsumsi, daya cerna dan bobot badan sapi (Wanapat, 1986) dan kambing (Dyess, dkk, 1993). Salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam menyusun ransum ternak ruminansia adalah bagaimana ransum tersebut mampu menunjang pertumbuhan mikroba dalam rumen secara maksimal. Hal ini penting karena selain berperan dalam proses pencernaan zat-zat makanan, mikroba rumen juga merupakan sumber utama asam amino yang diserap dalam usus halus. Penambahan konsentrat pada ternak ruminansia yang memperoleh ransum basal jerami padi amoniasi dimaksudkan untuk meningkatkan produktivitas dan menutupi kekurangan zat-zat makanan yang esensial pada jerami meskipun amoniasi itu sendiri meningkatkan nilai nutrisi jerami padi (Warly dkk, 1994). Lebih lanjut dilaporkan bahwa penambahan bungkil kedele dan gandum (sebagai sumber energi), jerami padi dapat jauh dicerna lebih tinggi dibandingkan dengan hanya pemberian bungkil kedele atau gandum saja. Konsentrat berupa campuran dari tepung darah, dedak halus dan ampas tahu.

Mineral kalsium (Ca), posfor (P), magnesium (Mg) dan sulfur (S) sangat diperlukan untuk pertumbuhan sel mikroba rumen dan mencerna serat secara maksimal oleh bakteri selulolitik serta menstimulir produksi VFA (Chuch, 1988; Ruckebush and

Stivend, 1980). Mineral Ca juga berperan dalam menjaga stabilitas struktur dinding sel, defisiensi mineral ini dapat menyebabkan kerusakan pertumbuhan dan proses-proses metabolisme yang membutuhkan Ca. Selanjutnya Ruckebusch dan Stivend (1980) menjelaskan bahwa mineral P esensial untuk semua mikroorganisme karena merupakan bagian integral dari nukleotida dan beberapa koenzim. Sekitar 80 % dari total P dalam bakteri rumen terdapat dalam asam nukleat dan 10 % pada fosfolipid. Level 100 mg/liter dari P yang tersedia dalam rumen mencukupi untuk pertumbuhan bakteri dan aktivitas selulolitik. Mineral Mg sangat penting untuk berbagai proses seluler sehingga diperlukan oleh semua mikroorganisme. Sejumlah besar mineral S terdapat dalam asam amino yang mengandung S dalam protein mikroba. Selain itu, mineral S juga esensial bagi bakteri selulolitik, dimana untuk memperoleh pencernaan serat yang optimal diperlukan 10 – 20 ppm S dalam cairan rumen. Relatif kurangnya ketersediaan informasi yang membahas pengaruh suplementasi mineral terhadap kondisi rumen dan mikroorganismenya. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kombinasi suplementasi mineral Ca, P, Mg dan S yang terbaik ditinjau dari pencernaan zat-zat makanan secara in vitro dan karakteristik fermentasinya dan karakteristik pada ransum basal jerami padi amoniasi.

Metode penelitian

Hewan percobaan yang digunakan adalah 1 ekor sapi berfistula rumen sebagai sumber donor cairan rumen. Adapun ransum percobaan dibagi dalam 4 kelompok yaitu:

1. Ransum A (60% jerami padi + 40% konsentrat) tanpa suplementasi mineral (kontrol).
2. Ransum B yaitu ransum terbaik dari penelitian tahap 1 + suplemen mineral 1kali dosis rekomendasi NRC (1984)
3. Ransum C yaitu ransum terbaik dari penelitian tahap 1 + suplemen mineral 1.5 kali dosis rekomendasi NRC (1984).
4. Ransum D terbaik dari penelitian tahap 1 + suplemen mineral 2 kali dosis rekomendasi NRC (1984).

Sumber mineral Ca dan P digunakan CaCO_3 dan $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, untuk Mg digunakan MgO dan sebagai sumber mineral S digunakan Na_2SO_3 . Bahan penyusun terdiri dari 25% dedak halus, 8% onggok, 5 % ampas tahu dan 2 % tepung darah dan 60% jerami padi amoniasi . ransum penelitian mengandung Bahan Kering 81.39, Bahan Organik 85.35, Protein Kasar 11.09, Lemak Kasar 2.58, Serat kasar; 22.72; Abu 14.22; BETN 48.94; NDF; 59.70; ADF 40.78; Selulosa 26.18; Hemiselulosa 13.12 dan Lignin 8.89%. Pelaksanaan penelitian *invitro* yang dilakukan ini mengacu pada metode Tilley dan Terry (1963), yang pelaksanaannya ; Pengambilan cairan rumen dari sapi berfistula rumen dimana cairan rumen dimasukkan ke dalam termos yang telah dipanaskan dengan air panas untuk mempertahankan suhu 39°C agar mikroba dalam cairan rumen tidak mati, kondisi tetap anaerob. Cairan rumen disaring dengan menggunakan 4 lapis chess cloth. Larutan ini sebagai saliva buatan dipersiapkan sebelum fermentasi dilaksanakan, larutan ini diletakkan dalam shaker waterbath dengan suhu 39°C dan dialiri gas CO_2 secara terus-menerus sehingga kondisinya anaerob dan pH diatur dengan HCL sampai pH mendekati netral. Inokulum dipersiapkan dengan mencampur 4 bagian larutan Mc Dougall's dengan 1 bagian cairan cairan. Semua data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis keragaman sedangkan perbedaan nilai tengah tiap perlakuan iuji dengan Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) menurut metode Steel and Torrie (1993).

Hasil dan Pembahasan

Pengaruh perlakuan terhadap kecernaan zat-zat makanan ransum penelitian secara *in vitro*

Pengaruh perlakuan terhadap kecernaan zat-zat makanan ransum diantaranya kecernaan bahan kering, bahan organik, protein kasar dan serat kasar setelah dilakukan penelitian didapatkan hasil seperti tertera pada Tabel 1. di bawah ini :

Tabel 10. Pengaruh perlakuan terhadap kecernaan za-zat makanan ransum penelitian secara *in vitro* (%).

Zat Makanan	Ransum A	Ransum B	Ransum C	Ransum D	SE
Bahan kering	68.45a	68.99	73.34b	72.05	0.78
Bahan organik	71.25	74.34	75.07	75.23	1.07
Protein kasar	69.45	72.45	76.34	75.06	1.65
Serat kasar	56.892 ^a	58.90 ^a	60.03 ^{ab}	62.07 ^b	0.15

4.1.1. Pengaruh perlakuan terhadap kecernaan bahan kering ransum penelitian secara *in vitro*.

Berdasarkan Tabel 5. nilai kecernaan bahan kering ransum pada penelitian ini berkisar antara 68.45 sampai 72.05%. Nilai kecernaan bahan kering tertinggi terlihat pada ransum C (penambahan mineral 1.5 dosis Ca, P, Mg dan S) yaitu 67.34% dan nilai kecernaan bahan kering terendah terlihat pada ransum(kontrol) yaitu 68.45%.

Hasil analisis keragaman memperlihatkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p > 0.05$) terhadap nilai kecernaan bahan kering ransum A dengan ransum C pada penelitian. Berbeda nyatanya nilai kecernaan bahan kering dari masing-masing ransum dapat terjadi selain karena jenis bahan penyusun ransum yang digunakan sama, juga penambahan mineral Ca, P, Mg dan S tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap aktivitas dan total mikroba rumen secara keseluruhan dalam rumen.

Nilai kecernaan bahan kering dari keempat ransum perlakuan memperlihatkan hasil yang berbeda tidak nyata, namun tetap terlihat bahwa ransum C (penambahan 1.5 dosis mineral Ca, P, Mg dan S) memberikan nilai kecernaan yang tertinggi yaitu sebesar 73.34%. Meningkatnya kecernaan pada ransum C (penambahan mineral Ca, P, Mg dan S) terjadi karena peranan dari empat macam mineral yang ditambahkan dimana pada umumnya peran dari masing-masing mineral ini berkaitan dengan pertumbuhan mikroba dan aktifator enzim. Menurut Nurhaita (2008) dalam penelitiannya menyatakan peningkatan kecernaan bahan kering, bahan organik dan protein kasar yang

disuplementasi dengan mineral sulfur dan fosfor menggambarkan terdapatnya keseimbangan nutrient yang optimal untuk mendukung pertumbuhan dan aktifitas mikroba rumen, yang pada gilirannya meningkatkan kecernaan pakan.

Nilai kecernaan bahan kering pada ransum C (penambahan mineral Ca, P, Mg dan S) juga lebih tinggi jika dibandingkan dengan ransum B dan ransum D . Hal ini terjadi karena adanya penambahan mineral S pada ransum D ini. Sesuai dengan pendapat Erwanto (1995) bahwa secara *in vitro*, sulfur an organik dapat meningkatkan pertumbuhan mikroba rumen, pertumbuhan sapi dan kecernaan zat makanan dalam ransum. Hasil penelitian Zain *et al.*, (2009a : 2009b) memperlihatkan bahwa penambahan 0.4% mineral fosfor dan 0.3% mineral sulfur mampu meningkatkan kecernaan dan pertambahan bobot badan ternak sapi dibanding pemberian jerami padi amoniasi tanpa pemberian sulfur dan fosfor.

Nilai kecernaan bahan kering pada ransum A (/kontrol) lebih rendah dibandingkan ransum B , ransum C dan ransum D . Hal ini terjadi karena pada ransum A (kontrol) defisien akan mineral dan tidak adanya penambahan mineral dalam ransum. Zain, (2000a) menyatakan bahwa pakan yang berasal dari limbah pertanian seperti jerami padi defisien akan mineral penting untuk pertumbuhan mikroba sehingga berpengaruh dengan enzim yang dihasilkan mikroba dan menyebabkan rendahnya daya cerna. Selain itu menurut Komisarczuk dan Durand (1991), penggunaan limbah industri dalam pakan ternak ruminansia dapat menyebabkan ketidakseimbangan nutrisi mineral sehingga berpengaruh terhadap kecernaan komponen zat makanan. Kemudian Jamarun (1999) berpendapat bahwa ternak sapi tidak dapat mensintesis mineral oleh sebab itu harus tersedia dalam ransum.

4.1.2. Pengaruh perlakuan terhadap kecernaan bahan organik ransum penelitian secara *in vitro*.

Berdasarkan Tabel 1. nilai kecernaan bahan organik ransum pada penelitian ini berkisar antara 71.25% sampai 75.23%. Nilai kecernaan bahan organik tertinggi terlihat pada ransum D (penambahan dosis mineral sebanyak 2 kali dosis mineral Ca, P, Mg dan S) yaitu 75.23% dan nilai kecernaan bahan organik terendah terlihat pada ransum A (/kontrol) yaitu 71.25%.

Hasil analisis keragaman memperlihatkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ($p>0.05$) terhadap nilai kecernaan bahan organik ransum penelitian. Berbeda tidak nyatanya peningkatan nilai kecernaan bahan organik ransum penelitian ini sama halnya juga dengan peningkatan nilai kecernaan bahan kering ransum penelitian seperti yang terlihat pada Tabel 1 di atas. Menurut Darwis (1990), peningkatan kecernaan bahan kering mengakibatkan kecernaan bahan organik juga meningkat, karena kecernaan bahan kering berbanding lurus dengan kecernaan bahan organik.

Pada Tabel 1. juga terlihat bahwa nilai kecernaan bahan organik pada ransum A (/kontrol) lebih rendah dibandingkan ransum B (penambahan 1.0 kali dosis mineral Ca, P, Mg dan S), ransum C (penambahan 1.5 dosis mineral Ca, P, Mg dan S) dan ransum D (penambahan 2 kali dosis mineral Ca, P, Mg dan S). Hal ini terjadi karena pada ransum A (kontrol) defisien akan mineral dan tidak adanya penambahan mineral dalam ransum. Mineral merupakan zat makanan yang mempunyai peranan penting dalam makanan ternak akan tetapi ternak tidak dapat mensintesis mineral oleh sebab itu harus tersedia dalam ransum (Jamarun, 1999). Menurut Darmono (1995) untuk mencukupi kebutuhan nutrisi mineral biasanya hewan memperoleh dari pakan yang mengandung mineral. Selain itu, menurut Komisarczuk dan Durand (1991), di negara-negara tropis roughages seringkali kekurangan beberapa elemen mineral dan meningkatnya penggunaan limbah industri dalam pakan ternak ruminansia juga bisa menyebabkan ketidakseimbangan nutrisi mineral, lebih lanjut dijelaskan bahwa ketidakseimbangan mineral berpengaruh terhadap degradasi komponen zat makanan.

4.1.3. Pengaruh perlakuan terhadap kecernaan protein kasar ransum penelitian secara *in vitro*.

Berdasarkan Tabel 1. nilai kecernaan protein kasar ransum pada penelitian ini berkisar antara 69.45 sampai 76.34%. Nilai kecernaan protein kasar tertinggi terlihat pada ransum C (penambahan 1.5 kali dosis mineral Ca, P, Mg dan S) yaitu 76.34% dan nilai kecernaan protein kasar terendah terlihat pada ransum A (/kontrol) yaitu 69.45%.

Hasil analisis keragaman memperlihatkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ($p>0.05$) terhadap nilai kecernaan protein kasar ransum penelitian. Berbeda tidak nyatanya nilai kecernaan protein kasar dari masing-masing

ransum dapat terjadi selain karena jenis bahan penyusun ransum yang digunakan sama, juga penambahan mineral Ca, P, Mg dan S tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap aktivitas dan total mikroba rumen secara keseluruhan dalam rumen. Menurut Nilan (1993) bahwa jenis pakan mempengaruhi degradasi protein dalam rumen.

Pada Tabel 5. terlihat bahwa nilai pencernaan protein kasar dari keempat ransum penelitian memperlihatkan hasil yang berbeda tidak nyata, walaupun demikian tetap terlihat bahwa ransum C (penambahan dosis 1.5 kali dosis mineral Ca, P, Mg dan S) memberikan nilai pencernaan protein kasar tertinggi yaitu sebesar 76.34% dibandingkan dengan ransum lainnya. Hal ini terjadi karena adanya peranan mineral sulfur dimana mineral ini merupakan zat makanan yang diperlukan untuk menjamin pertumbuhan mikroba. Secara *in vitro*, sulfur an organik dapat meningkatkan pertumbuhan mikroba rumen, pertumbuhan sapi dan pencernaan zat makanan dalam ransum (Erwanto, 1995). Menurut Hungate (1966), mineral sulfur dapat meningkatkan jumlah mikroba dalam rumen yang akan menghasilkan enzim dan akan berpengaruh terhadap meningkatnya pencernaan zat-zat makanan, kemudian sulfur juga sangat penting sebagai bagian dari protein, karena protein terdapat pada sel dari tubuh serta asam amino yang mengandung sulfur merupakan komponen dari protein, maka sulfur didistribusikan keseluruh tubuh dan sel. Pada kondisi *in vivo* suplementasi sulfur berpengaruh positif terhadap aliran protein dari rumen dan nilai retensi nitrogen (Komisarczuk and Durand, 1991). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa mineral sulfur dapat dengan cepat berada dalam bentuk asam-asam amino dan protein mikroba dalam rumen sehingga metabolisme mineral sulfur cepat terjadi dalam rumen. Semakin banyak populasi mikroba maka enzim yang dihasilkan juga banyak dan berpengaruh juga terhadap peningkatan pencernaan zat-zat makanan. Meningkatnya aktivitas mikroba maka proses fermentasi dalam rumen berlangsung secara optimal.

4.1.4. Pengaruh perlakuan terhadap pencernaan serat kasar ransum penelitian secara *in vitro*.

Berdasarkan Tabel 1. nilai pencernaan serat kasar ransum pada penelitian ini berkisar antara 56.89 sampai 62.07%. Nilai pencernaan serat kasar tertinggi terlihat pada ransum D (penambahan mineral Ca, P, Mg dan S) yaitu 62.07%.

Meskipun pencernaan bahan kering, bahan organik dan protein kasar ransum

berbeda tidak nyata pada masing-masing perlakuan, namun demikian suplementasi mineral khususnya kombinasi mineral Ca, P, Mg dan S memberikan pengaruh yang nyata terhadap pencernaan serat kasar ransum. Hal ini terjadi karena adanya penambahan mineral tersebut dapat meningkatkan aktivitas dan populasi bakteri selulolitik dalam rumen. Proses pencernaan pakan serat sangat tergantung pada konsentrasi enzim yang dihasilkan oleh mikroba (Komisarczuk dan Durand, 1991). Semakin banyak enzim yang dihasilkan oleh mikroba maka semakin baik pencernaan pakan serat tersebut. Kebutuhan nutrisi dalam rumen harus diselaraskan dengan ketersediaan nutrisi lainnya untuk hasil yang optimal (Nilan, 1993). Menurut Little (1986), optimalisasi bioproses pakan serat seperti jerami padi defisien akan mineral fosfor dan sulfur.

Nilai pencernaan serat kasar pada ransum A (kontrol) lebih rendah dibandingkan ransum C (penambahan 1.0 kali dosis mineral Ca, P, Mg dan S) dan ransum D (penambahan dosis 2 kali mineral mineral Ca, P, Mg dan S). Hal ini terjadi karena pada ransum A (kontrol) defisien akan mineral dan tidak adanya penambahan mineral dalam ransum sedangkan pada ransum C (penambahan 1.5 dosis Ca, P, Mg dan S) dan ransum D (penambahan 2.0 kali dosis mineral Ca, P, Mg dan S) selain ada penambahan mineral Ca, P dan Mg juga ditambahkan mineral S. Penelitian Church (1979) memperlihatkan bahwa pertumbuhan mikroba dan berbagai proses fermentasi di dalam rumen membutuhkan tersedianya cukup mineral. Dengan demikian jika satu atau lebih mineral ini tidak terdapat atau defisien maka laju pertumbuhan, perkembangan mikroba akan dipengaruhi.

4.2. Pengaruh perlakuan terhadap pencernaan fraksi serat ransum penelitian secara *in vitro*

Pengaruh perlakuan terhadap pencernaan fraksi serat diantaranya NDF, ADF, selulosa dan hemiselulosa ransum setelah dilakukan penelitian didapatkan hasil seperti tertera pada Tabel 2. di bawah ini :

Tabel 2. Pengaruh perlakuan terhadap kecernaan fraksi serat ransum penelitian secara *in vitro* (%).

Zat Makanan	Ransum A	Ransum B	Ransum C	Ransum D	SE
NDF	61.36	63.45	67.77	66.54	0.78
ADF	59.77	62.34	65.78	65.65	1.24
Selulosa	68.45	70.41	73.65	74.43	0.84
Hemiselulosa	70.17	72.43	73.54	72.98	0.65

Keterangan: Pengaruh perlakuan menunjukkan berbeda tidak nyata ($p>0.05$)

4.2.1. Pengaruh perlakuan terhadap kecernaan NDF ransum penelitian secara *in vitro*.

Berdasarkan Tabel 6. nilai kecernaan NDF ransum pada penelitian ini berkisar antara 61.36 sampai 66.77%. Nilai kecernaan NDF tertinggi terlihat pada ransum D (penambahan 2.0 dosis mineral Ca, P, Mg dan S) yaitu 61.36% dan nilai kecernaan NDF terendah terlihat pada ransum A yaitu 61.36%.

Pada Tabel 2 terlihat bahwa nilai kecernaan NDF pada ransum A (/kontrol) (61.36%) lebih rendah dibandingkan dengan nilai kecernaan pada ransum B (penambahan 1 kali dosis mineral Ca, P, Mg dan S) yaitu 63.45%, ransum C (penambahan 1.5 mineral Ca, P, Mg dan S) yaitu 66.77% dan ransum D (penambahan 2.0 dosis mineral Ca, P, Mg dan S) yaitu 65.54%. Penambahan mineral berpengaruh penting terhadap aktivitas pertumbuhan populasi bakteri rumen dan proses metabolis di dalam rumen. Menurut Preston dan Leng (1987), defisiensi nutrien yang dibutuhkan oleh mikroba rumen untuk pertumbuhannya menyebabkan mikroba tersebut akan mengurangi biomasanya dan akan berakibat menurunnya daya cerna pakan terutama pakan berserat. Proses pencernaan pakan serat sangat tergantung pada konsentrasi enzim yang dihasilkan oleh mikroba (Komisarczuk dan Durand, 1991). Semakin banyak enzim yang dihasilkan oleh mikroba maka semakin baik kecernaan pakan serat tersebut.

Nilai kecernaan NDF dari keempat ransum perlakuan memperlihatkan hasil yang berbeda tidak nyata, namun terlihat bahwa nilai kecernaan ransum C (penambahan mineral 1.5 kali dosis Ca, P, Mg dan S) memberikan hasil yang tertinggi yaitu sebesar 65.78%. Hal ini terjadi karena dibandingkan dengan ransum lainnya, pada ransum D ini diberikan penambahan mineral sulfur dimana mineral sulfur yang juga memiliki peranan untuk pencernaan dalam rumen (Komisarczuk dan Durand, 1991). Menurut Hungate

(1966) mineral sulfur dapat meningkatkan jumlah mikroba dalam rumen yang akan menghasilkan enzim dan akan berpengaruh terhadap peningkatan pencernaan zat-zat makanan. Mineral sulfur merupakan komponen penting bagi bakteri rumen untuk sintesis sel mikroba, dimana pencernaan terutama pakan serat sangat tergantung pada enzim yang dihasilkan mikroba tersebut.

4.2.2. Pengaruh perlakuan terhadap pencernaan ADF ransum penelitian secara *in vitro*.

Berdasarkan Tabel 2. nilai pencernaan ADF ransum pada penelitian ini berkisar antara 59.77 sampai 65.65%. Nilai pencernaan ADF tertinggi terlihat pada ransum C (penambahan mineral 1.5 dosis Ca, P, Mg dan S) yaitu 65.78% dan nilai pencernaan ADF terendah terlihat pada ransum A (/kontrol) yaitu 59.77%.

Hasil analisis keragaman memperlihatkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ($p > 0.05$) terhadap nilai pencernaan ADF ransum penelitian. Berbeda tidak nyatanya nilai pencernaan ADF pada masing-masing ransum dapat terjadi selain karena jenis bahan penyusun ransum yang digunakan sama, juga penambahan mineral Ca, P, Mg dan S tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap aktivitas dan total mikroba rumen secara keseluruhan dalam rumen.

Pada Tabel 6 terlihat bahwa nilai pencernaan ADF pada ransum A (kontrol) yaitu 59.77% lebih rendah dibandingkan dengan nilai pencernaan pada ransum B yaitu 62.34%, ransum C (penambahan 1.5 kali dosis mineral Ca, P, Mg dan S) yaitu 65.78% dan ransum D (penambahan 2 kali dosis mineral Ca, P, Mg dan S) yaitu 65.65%. Hal ini terjadi karena pada ransum B, C dan D ini adanya penambahan mineral yang berpengaruh penting terhadap aktivitas pertumbuhan populasi bakteri rumen dan proses metabolis di dalam rumen. Menurut pendapat Preston dan Leng (1987) menyatakan bahwa defisiensi nutrien yang dibutuhkan oleh mikroba rumen untuk pertumbuhannya menyebabkan mikroba tersebut akan mengurangi biomasanya dan akan berakibat menurunnya daya cerna pakan terutama pakan berserat. Kemudian pencernaan zat-zat makanan tergantung pada aktivitas mikroorganisme rumen, karena mikroorganisme berperan dalam proses fermentasi, sedangkan mikroorganisme itu sendiri dipengaruhi oleh zat-zat makanan dalam bahan makanan. Proses pencernaan pakan serat sangat tergantung pada konsentrasi enzim yang dihasilkan oleh mikroba (Komisarczuk dan Durand, 1991). Menurut Little

(1986), optimalisasi bioproses pakan serat seperti jerami padi defisien akan mineral fosfor dan sulfur.

4.2.3. Pengaruh perlakuan terhadap pencernaan selulosa ransum penelitian secara *in vitro*.

Berdasarkan Tabel 2. nilai pencernaan selulosa ransum pada penelitian ini berkisar antara 68.45 sampai 74.43%. Nilai pencernaan selulosa tertinggi terlihat pada ransum D (penambahan dosis mineral 2 kali mineral Ca, P, Mg dan S) yaitu 74.43% dan nilai pencernaan terendah terlihat pada ransum A (/kontrol) yaitu 68.65%.

Hasil analisis keragaman memperlihatkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ($p > 0.05$) terhadap nilai pencernaan selulosa ransum penelitian. Berbeda tidak nyatanya nilai pencernaan selulosa pada masing-masing ransum dapat terjadi selain karena jenis bahan penyusun ransum yang digunakan sama, juga penambahan mineral Ca, P, Mg dan S tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap aktivitas dan total mikroba rumen secara keseluruhan dalam rumen.

Dari Tabel 2. terlihat bahwa nilai pencernaan selulosa pada ransum A lebih rendah dibandingkan dengan nilai pencernaan pada ransum lainnya. Hal ini terjadi karena pada ransum B, ransum C dan ransum D ini ada penambahan mineral yang berpengaruh penting terhadap aktivitas pertumbuhan populasi bakteri rumen dan proses metabolis di dalam rumen. Proses pencernaan pakan serat sangat tergantung pada konsentrasi enzim yang dihasilkan oleh mikroba (Komisarczuk dan Durand, 1991). Menurut Little (1986), optimalisasi bioproses pakan serat seperti jerami padi defisien akan mineral fosfor dan sulfur.

4.2.4. Pengaruh perlakuan terhadap pencernaan hemiselulosa ransum penelitian secara *in vitro*.

Berdasarkan Tabel 2. nilai pencernaan hemiselulosa ransum pada penelitian ini berkisar antara 70.17 sampai 73.54%. Nilai pencernaan hemiselulosa tertinggi terlihat pada ransum C (penambahan 1.5 dosis mineral Ca, P, Mg dan S) yaitu 73.54% dan nilai pencernaan hemiselulosa terendah terlihat pada ransum A (kontrol) yaitu 70.17%.

Hasil analisis keragaman memperlihatkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh

yang berbeda tidak nyata ($p>0.05$) terhadap nilai pencernaan hemiselulosa ransum penelitian. Berbeda tidak nyatanya nilai pencernaan selulosa pada masing-masing ransum dapat terjadi selain karena jenis bahan penyusun ransum yang digunakan sama, juga penambahan mineral Ca, P, Mg dan S tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap aktivitas dan total mikroba rumen secara keseluruhan dalam rumen.

Dari Tabel 2. terlihat bahwa nilai pencernaan hemiselulosa pada ransum A lebih rendah dibandingkan dengan nilai pencernaan pada ransum lainnya. Hal ini terjadi karena pada ransum B, C dan D ini ada penambahan mineral. Penambahan mineral berpengaruh penting terhadap aktivitas pertumbuhan populasi bakteri rumen dan proses metabolis di dalam rumen. Proses pencernaan pakan serat sangat tergantung pada konsentrasi enzim yang dihasilkan oleh mikroba (Komisarczuk dan Durand, 1991).

Pada Tabel 6. juga terlihat bahwa pencernaan hemiselulosa lebih tinggi dibandingkan dengan pencernaan selulosa. Hal ini disebabkan oleh komponen penyusun dari hemiselulosa terdiri dari polimer karbohidrat yang mengandung gula-gula heksosa, pentosa, araban, xilan dan poliuronat yang kurang tahan terhadap pelarut kimia ataupun reaksi enzimatik dibanding selulosa (Tillman, 1998).

4.3. Pengaruh perlakuan terhadap pH, kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ dan kadar VFA cairan rumen.

Pengaruh perlakuan terhadap hasil fermentasi dalam rumen meliputi pH, kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/100 ml) dan kadar VFA (mM) cairan rumen adalah seperti tertera pada Tabel 12. di bawah ini :

Tabel 3.. Pengaruh perlakuan terhadap pH, kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ dan kadar VFA cairan rumen.

Zat Makanan	Ransum A	Ransum B	Ransum C	Ransum D	SE
* pH	7.03	7.04	7.10	7.12	0.13
** $\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/100 ml)	7.27 ^{ab}	7.23 ^{bc}	7.43 ^c	7.76 ^c	0.19
*** VFA (mM)	80.45	81.00 ^c	87.90 ^b	86.98 ^c	0.86

Keterangan:

^{a,b,c} (***) : Nilai rata-rata yang diikuti oleh superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p<0.01$)

^{a,b,c} (**) : Nilai rata-rata yang diikuti oleh superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata ($p<0.05$)

(*) : Pengaruh perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda tidak nyata ($p>0.05$)

4.3.1. Pengaruh perlakuan terhadap pH cairan rumen.

Berdasarkan Tabel 3. diatas kadar pH cairan rumen berkisar antara 7.03 sampai 7.12, pH tertinggi terlihat pada ransum D (penambahan 2 kali dosis mineral Ca, P, Mg, S) yaitu 7.12 dan pH terendah terlihat pada ransum A (kontrol) yaitu 7.03.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ($p > 0.05$) terhadap pH cairan rumen. Berarti suplementasi mineral Ca, P, Mg dan S pada jerami padi amoniasi mampu mempertahankan kadar pH cairan rumen, sehingga tidak mengganggu pertumbuhan mikroorganisme dalam rumen. Apabila kehidupan mikroorganisme dalam rumen terganggu akibat kondisi keasaman cairan rumen yang tidak optimal, maka akan mengurangi sumber protein mikroba dan menurunkan daya cerna yang akhirnya akan mengganggu pertumbuhan ternak ruminansia. Berkurangnya populasi mikroba akan mengganggu aktivitas fermentasi dalam rumen, terutama dalam mencerna zat-zat makanan. Sayuti (1989) menyatakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi pH cairan rumen adalah aktivitas fermentasi atau produk dari fermentasi yakni salah satunya kadar $\text{NH}_3\text{-N}$.

Berbeda tidak nyatanya pH cairan rumen antar perlakuan karena mineral makro berperan dalam menentukan pH rumen, dimana dapat berfungsi untuk menetralkan pH rumen. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hungate (1966) dan Ruckebusch and Sthivend (1980) bahwa mineral makro penting dalam mengatur keseimbangan asam basa (pH) rumen.

Selain karena keadaan diatas, tidak berbedanya nilai pH cairan rumen tersebut juga dipengaruhi oleh produk fermentasi dalam rumen seperti $\text{NH}_3\text{-N}$. Nilai $\text{NH}_3\text{-N}$ yang didapat pada penelitian ini relatif sama antar perlakuan. Hal ini sesuai dengan pendapat Church (1988) bahwa pH dipengaruhi oleh produk fermentasi yaitu NH_3 , dimana pH berbanding lurus dengan konsentrasi NH_3 .

Nilai pH yang didapat pada penelitian ini cukup tinggi. Namun tidak terlalu jauh bedanya dengan pH ideal rumen. Begitu juga dengan konsentrasi $\text{NH}_3\text{-N}$ dan VFA, kedua unsur ini masih dalam kisaran yang cukup untuk menunjang pertumbuhan mikroba yang optimal. Menurut Van Soest (1982) kisaran VFA yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroba rumen yang optimal adalah 80-160 mM. Konsentrasi $\text{NH}_3\text{-N}$ yang optimum untuk pertumbuhan mikroba menurut Stern dan Hoover (1979) adalah 29 mg/100ml

cairan rumen.

Kisaran nilai pH yang diperoleh dalam penelitian ini relatif sama, yaitu berada antara 7.1 - 7.5. Nilai yang didapat pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan nilai pH cairan rumen yang didapat oleh Erwanto (1995) yang menggunakan sapi perah jantan yang diberi ransum dengan suplementasi sulfur, minyak kelapa, minyak ikan, dan asam amino, dimana pH cairan rumen berkisar antara 6.29 - 6.6. Nilai pH pada penelitian ini mendekati kisaran nilai yang sudah memenuhi syarat untuk menjamin aktivitas mikroba rumen yang optimal. Hal ini sesuai dengan pendapat Church (1988) pH cairan rumen yang normal untuk aktivitas mikroorganisme adalah 6-7.

4.3.2. Pengaruh perlakuan terhadap kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ cairan rumen.

Berdasarkan Tabel 3. diatas kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ cairan rumen berkisar antara 7.27 mg/100ml sampai 7.76 mg/100ml, kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ tertinggi terlihat pada ransum D (penambahan 2 kali dosis mineral Ca, P, Mg dan S) yaitu 7.76 mg/100ml dan kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ terendah terlihat pada ransum A (/kontrol) yaitu 7.27 mg/100ml.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0.05$) terhadap kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ cairan rumen. Hal ini diduga terjadi karena adanya penambahan mineral yang berpengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme rumen. Hasil uji DMRT memperlihatkan bahwa pada ransum D (penambahan Ca, P, Mg, S) memberikan nilai yang tertinggi yaitu sebesar 7.76 mg/100ml, sedangkan yang terendah diperoleh pada ransum A (kontrol) sebesar 7.27 mg/100ml. Pada Tabel 7. terlihat pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0.01$) antara ransum D (penambahan 2 kali dosis mineral Ca, P, Mg dan S) dengan ransum A yang kontrol). Hal ini menunjukkan bahwa mineral Ca, P, Mg dan S dapat meningkatkan kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ cairan rumen. Namun apabila dibandingkan antara konsentrasi $\text{NH}_3\text{-N}$ pada ransum D (penambahan mineral Ca, P, Mg dan S) dengan konsentrasi $\text{NH}_3\text{-N}$ pada ransum B (penambahan mineral Ca, P) dan ransum C (penambahan mineral Ca, P, Mg) menunjukkan pengaruh yang berbeda tidak nyata ($p > 0.05$). Keadaan ini sama halnya dengan hasil yang didapat oleh Suhendar (1982) dengan menggunakan ternak sapi yang diberi ransum jerami padi dengan penambahan mineral kalsium, mineral sulfur, cattle mix serta beberapa kombinasinya juga menunjukkan pengaruh yang berbeda tidak nyata. Selanjutnya dijelaskan juga bahwa penambahan mineral sulfur pada ransum jerami padi juga tidak memperlihatkan pengaruh

yang nyata terhadap produksi $\text{NH}_3\text{-N}$ cairan rumen. Adanya peningkatan kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ cairan rumen terjadi karena adanya pertumbuhan mikroorganisme paling banyak karena penambahan mineral fosfor dan sulfur yang mampu meningkatkan populasi mikroba dalam rumen. Semakin meningkatnya populasi mikroba dalam rumen akan meningkatkan jumlah protein mikroba. Selanjutnya menurut Orskov (1982), mikroba rumen akan memanfaatkan NH_3 sebagai sumber N dengan adanya sumber rantai karbon dan energi untuk pembentukan selnya.

Kisaran kadar $\text{NH}_3\text{-N}$ cairan rumen yang diperoleh dalam penelitian ini adalah 7.27 mg/100ml – 7.76 mg/100ml. Nilai ini memenuhi kebutuhan $\text{NH}_3\text{-N}$ untuk pertumbuhan dan sintesis protein mikroba yang maksimum yaitu antara 5 mg $\text{NH}_3\text{-N}$ /100ml cairan rumen sampai 29 mg $\text{NH}_3\text{-N}$ /100ml cairan rumen (Stren and Hoover, 1979).

4.3.3. Pengaruh perlakuan terhadap kadar VFA.

Berdasarkan Tabel 3. diatas kadar VFA berkisar antara 80.45 mM sampai 87.90 mM, kadar VFA tertinggi terlihat pada ransum C (penambahan 1.5 kali dosis mineral Ca, P, Mg dan S) yaitu 80.45 mM dan kadar VFA terendah terlihat pada ransum A (/kontrol) yaitu 80.45 mM.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0.01$) terhadap kadar VFA. Hal ini menunjukkan terjadinya peningkatan pertumbuhan mikroorganisme dalam cairan rumen. Populasi mikroba yang meningkat berakibat pada meningkatnya fermentabilitas jerami padi amoniasi ini dalam rumen. Efek tersebut tercermin pada peningkatan produk utama fermentasi dalam rumen yaitu total VFA yang dihasilkan. Produk utama fermentasi *an aerob* dalam rumen adalah asam lemak terbang (VFA).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa suplementasi mineral dengan penambahan 1.5 kali dosis mineral hampir sama dengan 2 kali dosis mineral Ca, P, Mg dan S pada ransum basal jerami padi amoniasi serta secara umum dapat meningkatkan pencernaan zat-zat makanan khususnya serat kasar dan meningkatkan hasil fermentasi dalam rumen yaitu $\text{NH}_3\text{-N}$ dan VFA.

DAFTAR PUSTAKA

- Adelina, T. 2002. Respon penambahan mineral Kalsium, Fosfor, Magnesium dan Sulfur terhadap sintesis protein mikroba dan karakteristik cairan rumen pada ternak Kambing lokal. *Thesis*. Program Pascasarjana Universitas Andalas, Padang.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis, 15th Ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP), 2010. Statistik. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Sumatera Barat. Padang.
- Blakely, J. dan D. H. Bade., 1992. Ilmu Peternakan edisi keempat terjemahan oleh B. Srigandono. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Bravo, D., D. Sanvant, C. Bogaert and F. Meschy. 2003. Quantitative aspect of phosphorus absorption in ruminant. *Reprod. Nutr. Dev.* 43: 271-284. INRA. EDP. Sciences.
- Church, D. C. 1979. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminant. Vol. 2 O&B Books, Inc. Corvallis, Oregon, USA.
- _____. 1988. Digestive Physiology and Nutrition of Ruminant, 2nd. Ed. O & Books. Oregon State University, Corvallis, USA
- Chuzaemi, S. dan M. Soejono, 1987. Pengaruh urea amoniasi terhadap komposisi kimia dan nilai gizi jerami padi untuk sapi PO. Seminar. Limbah Pertanian sebagai Pakan dan Manfaatnya. Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Close, W. H., K. H. Menke, H. Steingass and A. Troscer. 1986. Selected topics in animals nutrition. A manual prepared for the 3rd Hohenheim Course on animal nutrition an the tropics and semitropics. 2rd edition.
- Darmono, 1995. Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Darwis, A. 1990. Produksi enzim Selulase dan Biomassa untuk pakan ternak dan Biokonversi coklat oleh *Trichoderma viridae*. Karya Ilmiah. Fakultas Peternakan Universitas Jambi, Jambi
- Departemen Pertanian, 2004. Statistik. Badan Litbang Departemen Pertanian. Jakarta.
- Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura, 2009. Statistik. Kabupaten Agam, Sumatera Barat. Padang. <http://www.antara-sumbar.com>. Diakses tanggal 3 Juni 2010 jam 10.13 WIB.
- Ensminger. M. E., J. E. Oldfield and W. W. Heinemann. 1990. Feed and Nutrition. The Ensminger Publishing Company, California.
- Erwanto, 1995. Optimalisasi sistem fermentasi rumen melalui suplementasi sulfur, defaunasi reduksi emisi methan dan stimulasi pertumbuhan mikroba pada ternak ruminansia. *Disertasi*. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Evitayani, L. Warly, A. Fariani, T. Ichinohe, M. Hayashida, S.A. Abdul Razak, and T. Fujihara. 2006a. Macro mineral distribution of forages in South Sumatera during rainy and dry seasons. *Journal of Food, Agriculture & Environment-JFEA*, Vol. 4 (2) : 155 – 160.
- Evitayani, L. Warly, A. Fariani, M. Hayashida and T. Fujihara, 2006b. Micro mineral

solubility of forages in South Sumatera, Indonesia. Journal of Food, Agriculture & Environment – JFEA, Vol. 4 (2) : 213-215.

- _____. 2006c. Micro mineral solubility of forages in South Sumatera, Indonesia. Journal of Food, Agriculture & Environment – JFEA, Vol. 4 (2) : 213-215.
- Fatmawati, Sritayani dan Winda. M. 2004. Komposisi kimia fraksi jerami padi (daun, pelepah, batang). *Skripsi*. Fakultas Peternakan Universitas Andalas, Padang.
- eorgievskii, V. I., B. N. Annenkov and V. I. Samokhin. 1982. Mineral of Animal, First Ed. Publish in English. Butterworth, London.
- Girindra, A. 1998. Biokimia Patologi Hewan. Pusat Antar Universitas. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Goering, H. K. and R. J. Van Soest. 1970. Forage fibre analysis. USDA Agric. Handbook No. 379, Washington.
- Greuel, E. and P. Burry. 1990. Microbial degradation in the rumen of wheat straw and anhydrous ammonium treated wheat straw observed by electron microscopy. *Reprod. Nutr. Dev.* 30: 533-540
- Gulati, S. K., J. R. Ashes., G. L. R. Gordon and M. W. Philips. 1985. Possible contribution of rumen fungi to fiber digestion in sheep. *Proc. Nutr. Soc. Aust.* 10.
- Hakim, M. 1992. Laju degradasi protein kasar dan organik *Setaria splendida*, Rumput lapangan dan Alang-alang (*Imperate cylindrica*) dengan teknik *in sacco*. *Skripsi*. Fakultas Peternakan Intitut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hungate, R. E., 1966. The Rumen and Its Microbes. Departement of Bacteriology and Agriculture Experiment station, University of California. Davis California Academy Press, London.
- Jamarun, N. 1999. Penggunaan bahan kimia alkali untuk meningkatkan kualitas pucuk tebu. *J. Penelitian Universitas Andalas Padang*. No. 29. P. 82-87.
- Jhonson, K. R. 1966. Technique for Procedures *In-vitro* and *In-vivo* Rumen Studies. *Journal. Animal Science*. 25 : 855-873.
- Karto, A. A., 1999. Peran dan kebutuhan sulfur pada ternak ruminansia. *Wartazoa*. Buletin Ilmu Peternakan Indonesia. 8 : 38-43.
- Kennedy, P.M, J.B. Lowry and L.I. Conlan. 2000. Phosphat rather than surfactant accounts for the main contribution to enchanced fibre digestibility resulting from treatment with boiling neutral detergent. *Animal Feed Sci. and Technology*, Vol 86: 177-177
- Komar, M.N.A., K. Sandarslian, E.G. and P.T. Doyle. 1991. Co in punitive responses of rice (*Oryza Sativa*) straw to urea supplementation and urea treatment. *AJAS* 4: 91-97
- Komizarczuk, S., Durand M. 1991. Effect of mineral on microbial metabolism. *In. Rumen Microbial Metabolism and Ruminant Digestion*. J.P. Jouany (Ed) INRA publ. Versailles, France.
- Kostaman, T., E. Handiwirawan, B. Haryanto dan K. Diwyanto. 1999. Respon bangsa sapi potong terhadap pemberian jerami padi. *Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Bogor, 18 – 19 Oktober 1999. hlm. 299 – 303.
- Leng, R. A. 1991. Application of biotechnology nutrition of animal in developing countries. *FAO. Animal Production and Health paper*.
- Little, D. A., 1986. The mineral content of ruminant feed and the potential for mineral

- supplementation in South East Asia with particular reference to Indonesia. In. R. M. Dixon Ed. IDP, Canberra.
- Liu, J. X., M. Okubo and Y. Asahida . 1988. Effect of soybean meal supplementation on fiber digestion in the rumen and voluntary intake of rice straw by sheep. *Jpn. Zotech. Sci.*, 59 (12) : 1034-1039.
- Lubis, D. A. 1963. Ilmu Makanan Ternak, Cetakan Kedua. PT. Pembangunan. Djakarta.
- Lyod, L. E., B. E. Mc. Donald and E. W. Crampton. 1978. Fundamentals of Nutrition. W. H. Freeman and Co San Fransisco.
- Mc. Dowell, L. R. 1992. Mineral in Animal and Human Nutrition. Academic Press, INC, San Diego.
- Muhtarudin dan Liman. 2009. Penentuan Penggunaan Mineral Organik untuk Memperbaiki Bioproses Rumen Pada Kambing Secara *In vitro*. <http://muhtarudinunilajipiunib.ac.id>. Diakses tanggal 12 Juni 2010, jam 11.01 WIB.
- National Research Council (NRC), 1980. Mineral Tolerance of Domestic Animals. National Academy of Science. Washington D. C.
- _____, 1984. The Nutrient Requirement of Ruminant Livestock. National Academy of Science, Washington, D. C.
- Nilan, J. P., 1993. Nitrogen Kinetics. In : Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism. J. M. France. CAB International.
- Nurhaita, 2000. Pengaruh pemberian serat sawit yang diolah dengan NaOH dan difermentasi dengan *Aspergillus niger* terhadap daya cerna zat-zat makanan secara *In-vitro* dan karakteristik cairan rumen ternak domba. *Thesis*. Program Pascasarjana Universitas Andalas Padang.
- _____, 2008. Evaluasi dan pemanfaatan daun kelapa sawit dalam ransum ternak ruminansia. *Disertasi*. Program Pascasarjana Universitas Andalas, Padang.
- Orskov, E. R. 1982. Protein Nutrition In Ruminant. Academic Press. London.
- Owen, E., E. Klopfeinstein and N. A. Urio. 1984. Treatment with other chemicals, In : Straw and Other Fibrous By-products as Feed. (Ed.: Sundstol and E. Owen). Elsevier. Pp: 248-275.
- Perry, T. W., A. E. Cullison and R.S. Lowrey. 2003. Feeds and Feeding. Sixth Edition. Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- Preston, T.R. and R.A. Leng. 1987. Matching Ruminant Production System with Available Resources in The Tropics. Penambul Books. Armidale.
- Qi, K., C.D. Lu and F.N. Owen, 1992. Sulphate supplementation of Alpine goats. Effect on milk yield and composition, metabolites, nutrient digestibilities, and acids base balance. *J. Anim. Sci.* 70: 3541.
- Rahardi, S. 2008. Teknik Pembuatan Amoniasi Urea Jerami padi Sebagai Pakan Ternak. <http://www.pusbanglitnak.co.id> . Diakses tanggal 10 Januari 2010, 11.35
- Ruckebusch, Y and P. Stivend, 1980. Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants. Avi Publish. Co. Westport, Connecticut.
- Rudehutsord, M. Heuvers, H. Peffer, 2000. Effect of organic matter digestibility on obligatory faecal phosphorus loss in lactating goats, determined from balance data. *Anim. Sci.* 70: 561-56
- Sniffen, C.J., and P.H. Robinson. 1987. Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulations. *J. Dairy Sci.* 70:425
- Satter, L. D. and Styler, L.L. 1974. Effect of ammonia concentration on ruminal microbial

- protein production *in vitro*. Br. J. Nutr. Anim. Sci. 32:1999.
- Sayuti, N. 1989. Ruminologi. Diklat. Fakultas Peternakan Universitas Andalas, Padang.
- Schlosser, M., V.M. Thomas, M. K. Petersen, R. W. Kott and P. G. Hatfield, 1993. Effect of supplemental protein source on passage of nitrogen to the small intestine, nutritional status of pregnant ewes, and wool follicle development of progeny. J. Anim. Sci., 71 : 1019-1025
- Sharma, D.D., D.V. Rangekar and, M. Singh. 1993. Physical and Chemical Treatment of Fibrous Crop Residues to Improve Nutritive ' Value A Review. In: K. Singh and J.B. Schicrc (Eds.), Feeding of Ruminants on Fibrous Crop Residues. ICAR, New Delhi, pp. 263-276.
- Singh, M., M.N.A. Kumar, S.N. Raimid P.K. Pradhan. 1993. Urea amoniasi Treatment of Straw Under Village Conditions: Reasons for Success and Failure. In: K. Singh und J.B. Schiere (Eds.), Feeding of Ruminant on Fibrous Crop Residues. ICAR, New Delhi, pp. 289-296
- Siregar, S. B. 1994. Ransum Ternak Ruminansia. Penerbit PT. Swadaya, Jakarta.
- Steel, R. G. D and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach (2nd Ed.). McGraw-Hill, Inc., New York.
- Stern, M. D. and W. H. Hoover. 1979. Methods for determination and factors affecting rumen microbial synthesis : A Review : J. Anim Sci, 49 : 1590-1603.
- Stevani, J, M. Durand, R. Zanchi. P. H. Beaumatin, and G. Hannequart. 2002. Effect of sulphate supplementation of untreated and alkali treated wheat straws on ruminal fermentation and microbial protein synthesis an a semi continous fermentor. Animal Feed Sci. and Technology, Vol 36 :287-301
- Sutardi, T. 1979. Ketahanan protein bahan makanan terhadap degradasi oleh mikroba rumen dan manfaatnya bagi peningkatan produksi ternak. *Proc. Seminar Penelitian dan Penunjang Peternakan*. LPP, Bogor.
- Suhendar, T. 1982. Pengaruh pemberian jerami padi dengan penambahan kalsium, belerang, cattle mix serta beberapa kombinasinya terhadap produksi NH₃-N dan VFA dalam rumen. Karya Ilmiah Fakultas Peternakan IPB, Bogor.
- Syamsu, J.A., Lili A. S., K., Mudikjo dan E. Gumbira Said. 2003. Daya dukung limbah pertanian sebagai pakan ternak ruminansia di Indonesia. *Wartazoa* Vol. 13 No. 1. 2003.
- Tilley, J.M. A and R. A Terry, 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of british Grassland Society* 18, 104 – 111.
- Theader, O. And Armand. 1984. Anatomical and Chemical Characteristics. In : *Straw and Other Fibrous By Product Asfeed*. Ed. By. Sundstol and E. Owen. Elsevier.
- Tillman, A.D.,H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo, S. Prawirokusumo, dan S. Lebdosoekojo. 1998. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Underwood, E. J. 1981. The Mineral Nutrition of Livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux. London.
- Van Soest, P. J. 1982. Nutritional Ecology of The Ruminant. O&B Books. Cervallis. Oregon, USA.
- _____. 2006. Rice straw the role of silica and treatment to improve quality. *J.Anim.Feed. Sci. and Technology* Volume 130. 137-171.
- Warly, L., T. Matsui, T. Haruoto and T. Fujihara, 1992. Study on the utilization of rice

- straw by sheep. 1. The effect of soybean meal supplementation on voluntary intake of rice straw and ruminal fermentation. *Asian-Australian J. Anim. Sci.* 5 (4) : 687-693.
- Warly, L., 1994. Study on improving nutritive value of rice straw and physic-chemical aspects of its digestion in sheep. Ph.D. *Thesis*. The United Graduated School of Agriculture Sciences, Tottori University, Japan.
- Warly, L., A. Fariani, Evitayani, M. Hayashida and T. Fujihara, 2006. Mineral status of forages and grazing goats di West Sumatera, Indonesia : 1. Macro mineral, *Journal of Food, Agriculture & Environment – JFEA*, Vol. 4 (2) 234 – 236.
- Waryanto, A. 2008. Teknologi peternakan (Amoniasi Jerami untuk Pakan Ternak). <http://suaramerdeka.com>. Diakses tanggal 12 Juni 2010, jam 10.12 WIB.
- Zain, M. 1999. Substitusi rumput dengan sabut sawit dalam ransum pertumbuhan domba pengaruh Amoniasi, Defaunasi and Suplementasi Analog hidroksi methionin serta Asan Amino bercabang. *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Zain, M.,T. Sutardi, D. Sastradipradja, M.A. Nur, Suryahadi dan N. Ramli, 2000. Efek Suplementasi asam amino bercabang terhadap fermentabilitas dan pencernaan *in vitro* ransum berpakan serat sabut sawit. *Med. Vet.* Vol 23.No.2:32 – 61
- Zain, M. 2000a. Pemanfaatan Serat Sawit Amoniasi sebagai Pakan Pengganti Rumput dalam Ransum Ternak Domba. *Proceeding. Seminar Nasional Pengembangan Ternak Sapid an Kerbau, Padang.*
- Zain, M dan N. Jamarun. 2001. Pengaruh penggunaan serat sawit fermentasi dalam ransum terhadap pencernaan komponen serat pada ternak domba lokal. *Jurnal Penelitian Andalas*, No. 35/Mei/ Tahun XIII
- Zain, M., N. Jamarun, and Nurhaita. 2009a. Effect of sulfur supplementation on fermentability of ammoniated rice straw. *Journal Animal Feed Sci.* Sedang dalam proses penerbitan.
- Zain, M., N. Jamarun, and Zulkarnaini, 2009b. Effect of phosphor and sulfur supplementation in growing beef cattle diet based on rice straw ammoniated Dipresentasikan pada seminar international Biotechnology for Better Life. Cairo Egypt, 3-6 November 2009.