

Uji Kecernaan *In-Vitro* Dedak Padi yang Mengandung Daun Paitan (*Tithonia diversifolia* (HEMSL.) A. Gray) dan Kelor (*Moringa oleifera*, Lamk)

FIRSONI¹, CONNY FORTUNA² dan ELSA LISANTI²

¹Badan Tenaga Nuklir Nasional

²Universitas Negeri Jakarta

(Diterima dewan redaksi 13 Juli 2010)

ABSTRACT

FIRSONI, C. FORTUNA and E. LISANTI. 2010. *In vitro* degradability test on rice bran containing *Tithonia diversifolia* (HEMSL.) A. Gray and kelor (*Moringa oleifera*, LAMK) leaves. *JITV* 15(3): 182-187.

A research was done to investigate the advantages of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray and *Moringa oleifera* Lamk leaves as protein source in ruminant concentrate on in-vitro rumen metabolism. Randomized block design with 4 treatments and 5 replications was applied in this experiment. The treatments were: A = *Tithonia diversifolia* (TD) 75% + Rice Bran (DD) 25%; B = TD (56.25%) + *Moringa oleifera* (MO) 18.75% + DD 25%; C = TD 37.50% + MO 37.50% + DD 25%; D = TD 18.75% + MO 56.25% + DD 25%. Samples were weighted 375 ± 5 mg, placed into syringe glass 100 ml, added 30 ml rumen liquor with bicarbonat buffer media added and incubated in 39°C for 48 hours. Parameters measured were gas production after 0, 2, 4, 6, 12, 24, and 48 hours incubation, degradability of organic matter (DBK) and dry matter (DBO), NH₃, total VFA concentration, and microbe biomass production (mg) after 48 hours incubation. Results showed that *Moringa oleifera* replaced some *Tithonia diversifolia* in concentrate could improve gas production, total VFA concentration, DBK and DBO significantly ($P < 0.05$). Highest gas production was obtained from treatment D (52.98 ml/_{375 mg DM}) and the lowest was from treatment A (41.02 ml/_{375 mg DM}), Highest VFA total was produced by treatment D (88.20 mM) and the lowest was from treatment A (78.86 mM), Highest DBK dan DBO were obtained by treatment D (73.74 and 73.32%) and the lowest were described by treatment A (68.77 and 67.54%). Treatment D produced highest NH₃ and microbial biomass (38.09 mg/_{100 ml} and 89.50 mg), the lowest was obtained from treatment A (35.84 mg/_{100 ml} and 84.66 mg).

Key Words: *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, *Moringa oleifera* Lamk, Protein, Rive Bran, *In Vitro*

ABSTRAK

FIRSONI, C. FORTUNA dan E. LISANTI. 2010. Uji kecernaan *in-vitro* dedak padi yang mengandung daun paitan (*Tithonia diversifolia* (HEMSL.) A. Gray) dan kelor (*Moringa oleifera*, LAMK). *JITV* 15(3): 182-187.

Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh tepung daun *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray dan *Moringa oleifera* Lamk sebagai sumber protein di dalam pakan konsentrat ruminansia terhadap metabolisme rumen secara *in-vitro*. Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok, dengan 4 perlakuan dan 5 kelompok. Perlakuan adalah A = *Tithonia diversifolia* (TD) 75% + Dedak (DD) 25%; B = TD (56,25%)+ *Moringa oleifera* (MO) 18,75% + DD 25%; C = TD 37,50%) + MO 37,50% + DD 25%; D= TD 18,75% + MO 56,25% + DD 25%. Sampel ditimbang 375 ± 5 mg, dimasukkan ke dalam syringe glass 100 ml ditambah 30 ml media campuran cairan rumen dengan buffer bicarbonat dan diinkubasi pada suhu 39°C selama 48 jam. Parameter yang diukur adalah produksi gas setelah inkubasi 0, 2, 4, 6, 12, 24 dan 48 jam, degradasi bahan kering (DBK) dan organik (DBO), NH₃, VFA total, dan biomassa mikroba cairan rumen setelah inkubasi 48 jam. Hasil penelitian menunjukkan pemakaian *Moringa oleifera* menggantikan sebagian *Tithonia diversifolia* di dalam konsentrat meningkatkan produksi gas, VFA total, DBK dan DBO secara nyata ($P < 0,05$). Hasil tertinggi produksi gas dihasilkan perlakuan D yaitu 52,98 ml/_{375 mg BK} dan terendah perlakuan A yaitu 41,02 ml/_{375 mg BK}, total VFA tertinggi diperoleh perlakuan D yaitu yaitu 88,20 mM dan terendah perlakuan A yaitu 78,86 mM, DBK dan DBO tertinggi dihasilkan perlakuan D yaitu 73,74 dan 73,32% dan terendah perlakuan A yaitu 68,77 dan 67,54%. Perlakuan D juga memberikan hasil tertinggi NH₃ dan biomassa mikroba yaitu 38,09 mg/_{100 ml} dan 89,50 mg, terendah dihasilkan perlakuan A yaitu 35,84 mg/_{100 ml} dan 84,66 mg.

Kata Kunci: *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, *Moringa oleifera* Lamk, Protein, Dedak Padi, dan *In Vitro*

PENDAHULUAN

Iklim tropis mempengaruhi kualitas hijauan dan rumput yang tumbuh di Indonesia menjadi rendah mutunya dengan kandungan serat kasar yang tinggi.

Kondisi yang demikian menyebabkan pakan lebih sulit dan lama dicerna oleh mikroba di dalam rumen (LENG, 1991), sehingga perlu memanfaatkan pakan alternatif yang bergizi tinggi untuk meningkatkan produktifitas ternak.

Perkembangan mikroba rumen sangat tergantung pada kualitas pakan yang dikonsumsi (CZERKAWSKI, 1986). Bahan pakan tersebut dibagi dalam dua kelompok yaitu: sebagai sumber nitrogen dan sebagai sumber energi (ATP) (LENG, 1991). Nitrogen ammonia dapat dipenuhi dari pakan atau dari dalam tubuh ternak itu sendiri dalam bentuk NH_3 (ORSKOV, 1988). Ketersediaan protein dan energi yang seimbang dan mencukupi kebutuhan mikroba di dalam rumen, akan dapat meningkatkan metabolisme rumen dan efisiensi sintesis protein mikroba untuk kebutuhan ternak (LENG, 1991).

Daun paitan (*Tithonia diversifolia*) adalah tanaman semak atau perdu famili *asteraceae* berasal dari Mexico yang tumbuh di daerah tropis lembab dan semi lembab di Amerika Tengah dan Selatan, Asia dan Afrika. Tanaman ini mengandung protein tinggi, mudah tumbuh kembali setelah pemotongan. Tanaman ini banyak di jumpai di Indonesia. Di Afrika, *Tithonia diversifolia* digunakan petani sebagai mulsa atau pupuk hijau karena mengandung N, P, K yang tinggi, (JAMA *et al.*, 2000), penahan erosi, pakan unggas, disamping itu ekstrak *Tithonia diversifolia* berguna juga untuk perlakuan pada penderita hepatitis, fungusida dan juga dapat mengontrol perkembangan amuba disentri (JAMA *et al.*, 2000). Daun *Tithonia diversifolia* mengandung protein sekitar 20% dari total bahan kering dan juga mengandung bermacam jenis unsur mineral makro seperti mineral Ca, Mg serta beberapa unsur mikro mineral yang sangat bermanfaat (MAHECHA dan ROSALES, 2005). *Tithonia diversifolia* juga bisa dipakai sebagai suplemen pakan ruminansia terutama selama musim kering dimana ketersediaan hijauan pakan terbatas (OSUGA *et al.*, 2006).

Kelor (*Moringa oleifera*) adalah tanaman asli dan ditemukan tumbuh liar di daerah Utara India dan Pakistan (SIEMONSMA dan PILUEK, 1993) dan merupakan tanaman yang mempunyai banyak manfaat, sebagai pangan, pakan, obat dan jadi pohon pelindung. Kelor bisa tumbuh pada banyak jenis tanah dan bisa beradaptasi pada keadaan iklim panas dan basah (SIEMONSMA dan PILUEK, 1993; ANONYMOUS, 2004). Daun kelor mengandung asam amino esensial lengkap dan berimbang, vitamin A, B, C dan E dan mineral Ca, Mg, P, K, Cu, Fe, dan S, serta mengandung protein kasar sekitar 25,1–25,3% (SARWATT *et al.*, 2004; MAKKAR dan BECKER, 1996). Ketersediaan kelor menjadi terbatas, karena beragam manfaat penggunaannya sebagai pakan bersaing dengan kebutuhan manusia.

Berdasarkan hal diatas, maka dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh pemakaian tepung daun *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray dan tepung daun *Moringa oleifera* (Lamk) sebagai sumber protein dalam dedak padi terhadap kondisi metabolisme rumen secara *in vitro*.

MATERI DAN METODE

Bahan yang dipakai di dalam penelitian ini yaitu daun paitan (*Tithonia diversifolia*), daun kelor (*Moringa oleifera*) dan dedak. Daun paitan diperoleh dari tepi tegalan sekitar Cisarua (Puncak) Kabupaten Bogor, daun kelor dipanen dari kebun percobaan Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi (PATIR) BATAN Pasar Jumat, serta dedak dibeli dari pasar di Jakarta. Semua daun dikeringkan di oven 55 – 60°C selama 3 – 4 hari, setelah kering digiling dan dicampur homogen sesuai dengan formula perlakuan. Alat yang digunakan adalah *waterbath* 38°C, *glass syringe* ukuran 100 ml, pH meter, oven 105°C dan *furnece* 500°C, timbangan digital serta peralatan destilasi dan *Neutral Detergent Fibre* (NDF).

Cairan rumen yang dipakai adalah rumen kerbau yang diambil segar melalui *cannulae*, diblender dan disaring dengan kain kasa yang bersih, lalu dicampurkan dengan media *buffer* bicarbonat (KHRISNAMOORTHY, 2001). Sampel ditimbang 375 ± 5 mg dan dimasukkan ke dalam *syringe glass* ukuran 100 ml, kemudian ditambahkan 30 ml cairan rumen yang sudah ditambahkan larutan *buffer* bicarbonat dan diinkubasi di dalam *waterbath* 39,5°C. Parameter yang diamati adalah produksi gas selama inkubasi 0, 2, 4, 6, 12, 24 dan 48 jam, degradabilitas bahan kering dan bahan organik, NH_3 dan VFA total dan biomassa mikroba setelah 48 jam inkubasi.

Setelah diinkubasi 48 jam, cairan rumen direflux dengan larutan NDS (*Neutral Detergent Solution*) selama 1,5 jam dan disaring dengan *glass crucible*, dikeringkan di dalam oven 105°C semalam dan ditimbang diperoleh pakan yang tidak terdegradasi sebenarnya (*True degradability residu*). Untuk mengetahui massa mikroba, cairan rumen dipusingkan 19.000 g. Supernatan diambil untuk diukur NH_3 dan VFA, sedangkan substratnya dimasukkan ke dalam cawan selanjutnya dikeringkan di oven pada suhu 60°C selama beberapa hari, kemudian ditimbang dan diperoleh residu degradasi semu (*apparent degradability residu*) (MAKKAR *et al.*, 1995; BLUMMEL *et al.*, 1997)

Massa mikroba = (apparent degradability residu – True degradability residu)

Rancangan percobaan yang akan digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan empat perlakuan dan lima kali pengulangan sebagai kelompok. Perlakuan yang diuji yaitu:

- A = *Tithonia diversifolia* (75%) + Dedak (25%),
- B = *Tithonia diversifolia* (56,25%) + *Moringa oleifera* (18,75%) + Dedak (25%),
- C = *Tithonia diversifolia* (37,50%) + *Moringa oleifera* (37,50%) + Dedak (25%),

D = *Tithonia diversifolia* (18,75%) + *Moringa oleifera* (56,25%) + Dedak (25%).

Jika terdapat perbedaan signifikan pada *analysis of variance* (ANOVA), maka dilakukan uji lanjut *Least Significant Different* (LSD) untuk melihat pengaruh di antara perlakuan tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah 48 jam inkubasi, produksi gas yang dihasilkan perlakuan A paling rendah yaitu 41,02 ml/375 mg BK, sedangkan perlakuan D menghasilkan gas paling tinggi yaitu 52,98 ml/375 mg BK (Tabel 1). Produksi gas yang rendah pada perlakuan A disebabkan oleh *Tithonia diversifolia* mengandung senyawa polifenol yang disebut *tagitinin*. Senyawa sekunder polifenol dilaporkan menghalangi aktifitas beberapa jenis mikroba rumen. OSUGA *et al.* (2006), melaporkan bahwa keberadaan senyawa polifenol pada hijauan menyebabkan pengaruh negatif pada peningkatan produksi gas.

Produksi gas yang tinggi pada perlakuan D disebabkan karena porsi *Tithonia diversifolia* yang rendah dan digantikan oleh *Moringa oleifera*. SARWATT *et al.*, (2004) menyatakan bahwa penambahan *Moringa oleifera* pada pemberian pakan hay *chloris gayana* dapat meningkatkan pencernaan bahan kering dan serat kasar. *Moringa oleifera* mengandung semua jenis asam amino esensial secara berimbang, vitamin A, B, C dan E serta mineral Ca, Mg, P, K, Cu, Fe, dan S, serta mengandung protein kasar sekitar 25,1–25,3% (SARWATT *et al.*, 2004; MAKKAR dan BECKER, 1996) dengan kandungan bahan kering sekitar 25% (ANONYMOUS, 2004). Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2, dimana kandungan protein perlakuan D paling tinggi yaitu 19,48%. Kandungan protein yang tinggi dan asam amino esensial yang lengkap pada daun *Moringa oleifera*, dapat merangsang aktifitas mikroba di dalam rumen, hal ini terlihat dari produksi gas yang dihasilkan perlakuan D.

Produksi gas tinggi yang dihasilkan perlakuan D pada inkubasi selama 2 sampai 48 jam menunjukkan berkurangnya pengaruh negatif dari zat anti nutrisi *tagitinin* *Tithonia diversifolia* oleh adanya penggantian oleh *Moringa oleifera*. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1, bahwa setelah 6 jam inkubasi terjadi peningkatan produksi gas yang berbeda nyata ($P < 0,05$). Penggantian tepung biji kapok dengan *Moringa oleifera* sebanyak 20% di dalam ransum domba yang sedang tumbuh menghasilkan peningkatan 20% tingkat pertumbuhan (MURRO *et al.*, 2003).

Berdasarkan hasil pengujian, rata-rata konsentrasi NH_3 pada setiap perlakuan setelah inkubasi 48 jam, menunjukkan peningkatan sesuai dengan penambahan jumlah pemakaian daun kelor. Perlakuan A memiliki

konsentrasi ammonia terendah yaitu 35,84 mg/100 ml, dan terus meningkat sampai perlakuan D yang menghasilkan konsentrasi ammonia paling tinggi yaitu 38,09 mg/100 ml. Hasil uji analisis keragaman, menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antar perlakuan ($P > 0,05$), walaupun dari hasil yang diperoleh terlihat peningkatan kandungan ammonia setelah penambahan pemakaian kelor menggantikan paitan (Tabel 3).

Kadar NH_3 yang dihasilkan menunjukkan hasil yang jauh lebih tinggi berkisar antara 35,84 sampai 38,09 mg N/100 ml, dibandingkan dengan kadar optimal NH_3 cairan rumen optimal untuk sintesis protein mikroba. Hal ini disebabkan oleh pengaruh NH_3 yang dihasilkan dari larutan buffer dan produksi NH_3 dari protein yang tidak diserap, sehingga terjadi akumulasi NH_3 didalam *syringe* yang menyebabkan tingginya kandungan NH_3 yang diukur. Konsentrasi NH_3 yang tinggi pada perlakuan D disebabkan oleh proses degradasi protein pakan lebih cepat karena pemakaian kelor, selain itu kandungan protein kasar juga lebih tinggi 19,40% (Tabel 2). Kandungan asam amino yang lengkap pada kelor dapat merangsang pertumbuhan mikroba lebih cepat, sehingga ammonia yang dihasilkan lebih tinggi dari perlakuan A, B, dan C. Ammonia di dalam rumen sangat dibutuhkan untuk perkembangbiakan mikroba dan sintesis protein (ORSKOV, 1988). Protein yang didegradasi menjadi asam amino mengalami deaminasi dan menghasilkan ammonia yang berfungsi sebagai sumber nitrogen utama dan penting untuk sintesis protein mikroba. Sekitar 82% spesies mikroba mampu menggunakan ammonia sebagai sumber nitrogen (SUTARDI, 1980).

Rata-rata konsentrasi VFA cairan rumen setelah 48 jam inkubasi terendah dihasilkan perlakuan A yaitu 78,86 mM dan tertinggi diperoleh dari perlakuan D yaitu 88,20 mM (Tabel 2). VFA adalah asam lemak rantai pendek yang merupakan salah satu hasil fermentasi di dalam rumen, disamping biomassa mikroba, gas dan panas (TAMINGA dan WILLIAM, 1998). Rata-rata kandungan VFA yang dihasilkan dari setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil pengujian dengan anova searah menunjukkan bahwa pemakaian *Moringa oleifera* menggantikan sebagian *Tithonia diversifolia* dapat meningkatkan kandungan VFA total cairan rumen secara nyata ($P < 0,05$), karena meningkatkan aktifitas mikroba rumen. VFA merupakan produk akhir dari fermentasi bahan organik yang dimanfaatkan sebagai sumber energi utama bagi ruminansia dan perkembangan mikroba rumen (SUTARDI, 1980), sedangkan asam lemak terbang berantai cabang sebagai sumber rantai karbon yang berinteraksi dengan radikal ammonia digunakan oleh mikroba untuk mensintesis asam amino tertentu (ARORA, 1989).

Tabel 1. Rata-rata volume produksi gas *in-vitro* (ml/375 mg BK) dalam masa inkubasi 2 – 48 jam

| Perlakuan | Lama Inkubasi (jam) | | | | | |
|-----------|---------------------|------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 2 | 4 | 6 | 12 | 24 | 48 |
| A | 3,08 | 6,18 | 11,58 ^b | 18,41 ^c | 29,71 ^d | 41,02 ^c |
| B | 3,50 | 6,70 | 12,92 ^{ab} | 20,23 ^c | 35,38 ^c | 43,96 ^c |
| C | 3,55 | 7,22 | 14,70 ^{ab} | 24,29 ^b | 40,68 ^b | 49,33 ^b |
| D | 3,75 | 7,48 | 15,48 ^a | 26,31 ^{ab} | 44,40 ^{ab} | 52,98 ^{ab} |

Huruf superskrip yang berbeda nyata pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata (P < 0,05)

Tabel 2. Hasil pengukuran konsentrasi NH₃, VFA Total, degradasi dan Pertumbuhan Mikroba rumen setelah 48 jam Inkubasi.

| Variabel | Perlakuan | | | |
|-----------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| | A | B | C | D |
| Protein kasar | 15,67 | 16,94 | 18,21 | 19,48 |
| NH ₃ (mg/100 ml) | 35,84 | 35,92 | 36,52 | 38,09 |
| VFA total (mM) | 78,86 ^a | 80,91 ^a | 83,19 ^{ab} | 88,20 ^b |
| Degradasi BK (%) | 68,77 ^a | 72,10 ^{ab} | 72,24 ^{ab} | 73,74 ^b |
| Degradasi BO (%) | 67,54 ^a | 72,72 ^b | 72,28 ^b | 73,32 ^b |
| Mikroba rumen (mg) | 84,66 | 86,99 | 87,16 | 89,5 |

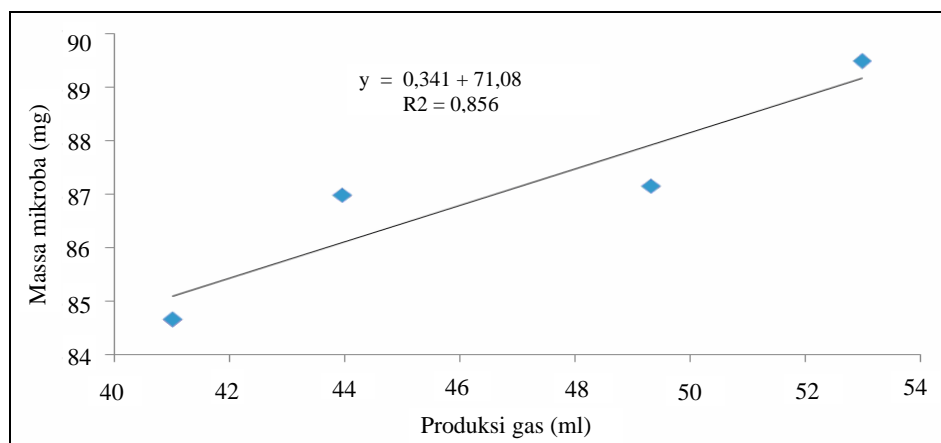
Rataan dengan huruf superskrip berbeda dalam baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (P < 0,05)

Nilai degradabilitas bahan kering terendah diperoleh pada perlakuan A yaitu 68,77% sedangkan yang tertinggi diperoleh pada perlakuan D yaitu 73,74%. Nilai degradabilitas bahan organik terendah diperoleh pada perlakuan A, yaitu 67,54% sedangkan yang tertinggi diperoleh pada perlakuan D, yaitu 73,32% (Tabel 2). Dari hasil uji F terlihat, bahwa pemakaian *Moringa oleifera* menggantikan sebagian *Tithonia diversifolia* di dalam konsentrat berpengaruh nyata (P < 0,05) meningkatkan degradabilitas bahan kering dan bahan organik. Penambahan *Moringa oleifera* dapat mengurangi pengaruh zat antinutrisi yang terdapat di dalam daun *Tithonia diversifolia* sehingga aktifitas mikroba di dalam rumen untuk fermentasi jadi meningkat. LENG (1991) menyatakan bahwa efisiensi pertumbuhan mikroba dipengaruhi oleh ketersediaan dan keseimbangan jumlah protein dengan karbohidrat yang terfermentasi dalam rumen.

Aktifitas mikroba terlihat dari produksi biomassa mikroba rumen yang dihasilkan. Biomassa mikroba tertinggi dihasilkan perlakuan D yaitu 89,50 mg dan terendah pada perlakuan A yaitu 84,66 mg, perlakuan B yaitu 86,99 mg, perlakuan C yaitu 87,16 mg, perlakuan D yaitu 89,50 mg, dan perlakuan D yaitu 89,50 mg.

Hasil analisa statistik menunjukkan tidak ada pengaruh yang nyata (P > 0,05) penambahan *Moringa oleifera* menggantikan sebagian *Tithonia diversifolia*. Produksi biomassa mikroba merupakan gambaran tingkat fermentasi bahan pakan di dalam rumen, semakin tinggi aktivitas fermentasi maka produksi mikroba juga tinggi (BLUMMEL *et al.*, 1997). ORSKOV (1988) menyatakan bahwa faktor utama yang mempengaruhi sintesis mikroba di dalam rumen adalah ketersediaan prekursor pembentuk sel mikroba seperti glukosa, asam amino, amonia, peptida, dan mineral dalam cairan rumen, kebutuhan energi mikroba (dalam bentuk ATP), siklus pembentukan sel mikroba, dan penghancuran bakteri oleh protozoa.

Hubungan produksi gas selama inkubasi berlangsung dengan produksi biomassa mikroba dapat dilihat pada Gambar 1. Gas CO₂ dan CH₄ yang dihasilkan merupakan hasil dari aktifitas mikroba yang terdapat dalam cairan rumen mencerna zat makanan yang terdapat didalam pakan (MAKKAR, *et al.*, 1995). Biomassa mikroba merupakan salah satu hasil dari proses fermentasi yang dapat dijadikan sebagai sumber protein bagi ternak (ORSKOV, 1988).



Gambar 1. Hubungan produksi gas dengan massa mikroba secara *in-vitro*

KESIMPULAN

Peningkatan jumlah pemakaian *Moringa oleifera* menggantikan sebagian *Tithonia diversifolia* dapat meningkatkan produksi gas, VFA total dan degradasi bahan kering dan bahan organik secara nyata ($P < 0,05$). Perlakuan C dengan komposisi *Tithonia diversifolia* (37,50%), *Moringa oleifera* (37,50%) dan dedak (25%), lebih bermanfaat mengingat ketersediaan kelor yang terbatas karena dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai pangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada saudara Lydia Andini, Suharyono, Hj. Titin M, Edi I Kosasih, I Gobel, Ode Irwanto, Adul dan Dedi Ansori, serta pihak lain atas bantuannya sehingga tulisan ini terwujud.

DAFTAR PUSTAKA

- ARORA. 1989. Pencernaan Mikroba pada Ruminansia. Terj. dari Microbial Digestion in Ruminants. R. Murwani. Cetakan I. Gadjah Mada University Press. Jakarta.
- BLUMMEL, M., H.P.S. MAKKAR and K. BECKER. 1997. The *in vitro* gas production: A technique revisited. *J. Anim. Phys. Nutr.* 77: 24–34.
- CZERKAWSKI, J.W. 1986. An Introduction Rumen Studies. Pergamon Press. New York.
- JAMA, B., C.A. PALM, R.J. BURESH, A. NIANG, C. GACHENGO, G. NZIGUHEBA and B. AMADALO. 2000. *Tithonia diversifolia* as a green manure for soil fertility improvement in western Kenya: A review. *Agrofor. Syst.* 49: 1572–1577.

- KRISHNAMOORTHY, U. 2001. "RCA Training Workshop on *in-vitro* Techniques for Feed Evaluation". The International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria. pp. 8–26.
- LENG, R.A. 1991. Application of Biotechnology to Nutrition of Animals In Developing Countries. FAO Animal Production and Health Paper 90. Rome.
- MAHECHA, L. and M. ROSALES. 2005. Valor nutricional del follaje de Botón de Oro (*Tithonia diversifolia* [Hemsl]. Gray), en la producción animal en el trópico. *Liv. Res. Rural Dev.* 17: 1-7.
- MAKKAR, H.P.S and K. BECKER. 1996. Nutritional value and anti nutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. *Anim. Feed Sci. Technol.* 63: 211-228.
- MAKKAR, H.P.S., M. BLUMMEL and K. BECKER. 1995. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones on polyethyleneglycol and tannin and their implication in gas production and true digestibility. *Br. J. Nutr.* 73: 893–913.
- MURRO, J.K., V.R.M. MUHIKAMBELE and S.V. SARWATT. 2003. *Moringa oleifera* Leaf Meal Can Replace Cottonseed Cake in The Concentrate Mix Fed with Rhodes Grass (*Choris gayana*) Hay for Growing Sheep. *Liv. Res. Rural Dev.* 15: 8-15.
- ORSKOV. 1988. Protein Nutrition in Ruminants. 2nd Edition. Academic Press Limited. London.
- OSUGA. I.M., A. SHAUKAT., ABDULRAZAK., T. ICHINOHE and T. FUJIHARA. 2006. Rumen degradation and *in vitro* gas production parameters in some browse forages, grasses and maize stover from Kenya. *J. Food Agric. Environ.* 4: 60-64.
- SIEMONSMA, J.S. and K. PILUEK. 1993. Plant Resources of South-East Asia, Vegetables, No. 8. Pudoc Scientific Publishers. Wageningen.

FIRSONI *et al.* Uji pencernaan in-vitro dedak padi yang mengandung daun paitan (*Tithonia diversifolia* (HEMSL.) A. Gray)

SUTARDI, T. 1980. Landasan Nutrisi. Jilid I. Dep. Ilmu Makanan Ternak. Fakultas Peternakan. IPB. Bogor.

TAMINGA, S. and B.A. WILLIAM. 1998. *In vitro* techniques as tools to predict nutrient supply in ruminants. *Brith. Soc. Anim. Sci. Pub.* 22: 1-11.