

S Majalah Ilmiah SRIWIJAYA

PENGARUH PUPUK ORGANIK CAIR DAN PUPUK HAYATI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN PEPAYA (*Carica papaya* L.)
THE EFFECTS OF LIQUID ORGANIC FERTILIZER AND BIOLOGICAL FERTILIZER ON THE GROWTH AND YIELD OF PEPAYA (*Carica papaya* L.)
Maria Fitriana, Endang D.S.T., Arwin Y. T.

PRODUKSI ASAM INDOL ASETAT (AIA) OLEH *Azospirillum* sp. and *Azotobacter* sp. DAN PENGARUHNYA TERHADAP PERKECAMBAHAN PADI PADA BERBAGAI TAKARAN N DAN P (*Production of indole acetic acid (IAA) by Azospirillum sp. and Azotobacter sp. bacteria and to investigate the influence on rice growth under different levels of N and P*)
Nuni Gofar, Sabaruddin, dan Winda Putriana

EFEKTIVITAS MINYAK BIJI JARAK (*Jatropha Curcas* L) DALAM MENURUNKAN PRODUKSI GAS HASIL FERMENTASI RUMEN SECARA *IN VITRO*.
Armina. Fariani, A. Abrar, G. Muslim

EVALUASI APLIKASI FORMULASI BAHAN ORGANIK UNTUK PENGENDALIAN NEMATODA PARASIT TANAMAN BUDIDAYA
Mulawarman

ANALISIS SUMBER DAN KETERSEDIAAN MODAL DALAM USAHA OPTIMALISASI USAHATANI DI LAHAN RAWA LEBAK SUMATERA SELATAN
The Analysis of Availability and Sources of Capital in Farming Optimize Effort at Swamp Land of South Sumatera
Mirza Antoni dan Maryadi

KOMPOSISI KIMIA SILASE GABUNGAN RUMPUT KUMPAI MINYAK (*Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees) DAN LEGUM KEMAN AIR (*Neptunia oleracea* Lour)
Riswandi, Sofia Sandi, Yulia Komara

TATALAKSANA SANITASI KANDANG AYAM PETELUR DI DESA PULAU HARAPAN KECAMATAN SEMBAWA KABUPATEN BANYUASIN
Meisji Liana Sari dan Dospen Lumban Gaol



Lembaga Penelitian - Universitas Sriwijaya

MIS	Vol. XXVII	No. 20	Halaman 1 - 66	Inderalaya, Agustus 2015	ISSN 0126-4680
-----	------------	--------	----------------	--------------------------	----------------

PERTANIAN

MAJALAH ILMIAH SRIWIJAYA

Terbit tiga kali dalam setahun pada bulan April, Agustus dan Desember
Berisi tulisan yang diangkat dari hasil penelitian dan kajian analisis – teoritis
ISSN 0126 – 460

Pelindung

Rektor Universitas Sriwijaya

Pembina

Pembantu Rektor I Universitas Sriwijaya

Penanggung Jawab

Ketua Lembaga Penelitian Universitas Sriwijaya

Ketua Penyuting

Dra. Elfiani Tiodora Marbun

Penyuting Ahli

Prof. Dr. Daniel Saputra, M.Sc (Fak. Pertanian)
Prof. dr. MT. Kamaludin M.Sc (Fak. Kedokteran)
Prof. Dr. Zulkardi, M.Komp (FKIP)
Dr. Fitri Suryani Arsyad, M.Sc (Fak. MIPA)
Dr. Ir. Nukman, MT (Fak. Teknik)
Dr. Febrian, SH.,M.H (Fak. Hukum)
Dr. Taufik Marwah, M. Si (Fak. Ekonomi)

Penyuting Pelaksana

Prof. Dr. Ir. H. M. Said, M.Sc
Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, MS
Dr. Rita Inderawati, M.Pd
Dr. Ir. Subriyer, MS

Editor

Drs. Umar
Muhammad Teguh Mustafa, S.Sos., M.Si
Awamirillah, S.Sos

Sekretariat

Turnalini Bainan, SH
Syamidin Zaiya, SE
Frisiska Oktarina, S.E
Idi Wandri

Alamat Penyuting dan Tata Usaha : Lembaga Penelitian Universitas Sriwijaya
Jln. Raya Palembang – Prabumulih KM. 32 Inderalaya Ogan Ilir Sumatera Selatan 30662. Telp. 0711-581077
Email : lemlit.unsri_lp@yahoo.com, Website : lemlit.unsri.ac.id

Pengantar Redaksi

Dengan memanjatkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, Majalah Ilmiah Sriwijaya Volume XXVII, No. 20. Agustus, 2015 dapat diterbitkan dan sesuai dengan pembagian bidang ilmu disetiap terbitan. Penerbitan kali ini berisikan tulisan untuk bidang Pertanian. Pada nomor ini dapat dibaca 7 (tujuh) tulisan yang berhubungan dengan bidang Pertanian .

Sebagai majalah ilmiah serial, maka penerbitan majalah ini sangat tergantung pada kesediaan staf pengajar/dosen/peneliti untuk membuat artikel hasil penelitiannya. Oleh karenanya kami mengajak para staf pengajar/dosen/ peneliti yang telah melakukan penelitian untuk mempublikasikan hasil penelitiannya dalam Majalah Ilmiah Sriwijaya – Lembaga Penelitian Universitas Sriwijaya. Kami percaya bahwa melalui majalah ini, para ilmuwan dapat memberikan sumbangan bagi dunia pengetahuan melalui temuan-temuannya.

Semoga Majalah Ilmiah Sriwijaya terbitan Lembaga Penelitian Universitas Sriwijaya dapat terus berkembang dalam menyajikan perkembangan ilmu pengetahuan yang diperoleh baik melalui hasil-hasil penelitian.

Akhirnya, kami berharap semoga tulisan-tulisan yang dimuat pada edisi ini berkenan di hati dan bermanfaat bagi para pembaca.

Redaksi

DAFTAR ISI

MAJALAH ILMIAH SRIWIJAYA

	Halaman
Pengantar	i
Daftar Isi	ii
PENGARUH PUPUK ORGANIK CAIR DAN PUPUK HAYATI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN PEPAYA (<i>Carica papaya</i> L.)	1
THE EFFECTS OF LIQUID ORGANIC FERLIZER AND BIOLOGICAL FERTILIZER ON THE GROWTH AND YIELD OF PEPAYA (<i>Carica papaya</i> L.)	
Maria Fitriana, Endang D.S.T., Arwin Y. T.	
PRODUKSI ASAM INDOL ASETAT (AIA) OLEH <i>Azospirillum</i> sp. and <i>Azotobacter</i> sp. DAN PENGARUHNYA TERHADAP PERKECAMBAHAN PADI PADA BERBAGAI TAKARAN N DAN P (<i>Production of indole acetic acid (IAA) by Azospirillum</i> sp. and <i>Azotobacter</i> sp. bacteria and to investigate the influence on rice growth under different levels of N and P)	5
Nuni Gofar, Sabaruddin, dan Winda Putriana	
EFEKTIVITAS MINYAK BIJI JARAK (<i>Jatropha Curcas</i> L) DALAM MENURUNKAN PRODUKSI GAS HASIL FERMENTASI RUMEN SECARA <i>IN VITRO</i>.	14
Armina. Fariani, A. Abrar, G. Muslim	
EVALUASI APLIKASI FORMULASI BAHAN ORGANIK UNTUK PENGENDALIAN NEMATODA PARASIT TANAMAN BUDIDAYA	26
Mulawarman	
ANALISIS SUMBER DAN KETERSEDIAAN MODAL DALAM USAHA OPTIMALISASI USAHATANI DI LAHAN RAWA LEBAK SUMATERA SELATAN	36
<i>The Analysis of Availabelity and Sources of Capital in Farming Optimize Effort at Swamp Land of South Sumatera</i>	
Mirza Antoni dan Maryadi	
KOMPOSISI KIMIA SILASE GABUNGAN RUMPUT KUMPAI MINYAK (<i>Hymenachine amplexicaulis</i> (Rudge) Nees) DAN LEGUM KEMAN AIR (<i>Neptunia oleracea</i> Lour)	50
Riswandi, Sofia Sandi, Yulia Komara	
TATALAKSANA SANITASI KANDANG AYAM PETELUR DI DESA PULAU HARAPAN KECAMATAN SEMBAWA KABUPATEN BANYUASIN	58
Meisji Liana Sari dan Dospen Lumban Gaol	

- Jurnal Majalah Ilmiah Universitas Sriwijaya diterbitkan berdasar STT Nomor 658/SIT/1979, tanggal 24 Oktober 1979 oleh Lembaga Penelitian – Universitas Sriwijaya. Penyunting menerima sumbangan tulisan yang belum diterbitkan dalam media lain. Naskah diketik di atas kertas HVS Quarto spasi ganda lebih kurang 20 halaman dengan format seperti tercantum pada halaman kulit belakang. Naskah yang masuk dievaluasi dan disunting untuk keseragaman format, istilah dan tata cara lainnya.

Efektivitas Minyak Biji Jarak (*Jatropha Curcas* L) Dalam Menurunkan Produksi Gas Hasil Fermentasi Rumen Secara *In Vitro*.

Armina. Fariani¹, A. Abrar¹, G. Muslim¹

¹Departement of Animal Science, Agriculture Faculty Sriwijaya University

Abstract

The aim of this study was utilize *Jatropha* oil to decreased rumen fermentation gas in vitro. A completely randomized design with 4 treatments and 5 replication of treatment as ; rice stow without addition extract of *Jatropha* seed (control) (P₀), onggok without the addition extract of *Jatropha* seed extract (P₁), rice stow and given addition of *Jatropha* seed extract (P₂), onggok with additional *Jatropha* extract (P₃). The observed parameters were dry matter digestibility (KCBK), organic matter digestibility (KCBO), NH₃-N concentration, and gas production.

The result showed that highest KCBK was on onggok given the addition of *Jatropha* seed extract (57,56%). The highest gas production and N-NH₃ were the rice stow treatment without the addition of *Jatropha* seed extract (P₀). However, reduction of gas production by the addition of *Jatropha* seed oils suppressed the digestibility coefficients of dry matter (KCBK) that P₀ (23,84%), P₁ (43,38%), P₂ (18,81%) and P₃ (57,56%).

Keywords : Extract of *Jatropha* seed, *In vitro* Fermentation

PENDAHULUAN

Sistem pencernaan ruminansia mampu mengkonversi serat kasar (SK) menjadi zat-zat nutrien seperti VFA, protein mikroba, dan gas metan. Gas metan (CH₄) merupakan salah satu gas yang memiliki kontribusi terhadap akumulasi gas rumah kaca di atmosfer yang berdampak pada pemanasan global (Monteny *et al.*, 2001). Produksi gas metan dari ternak ruminansia berkontribusi 95% dari total emisi metan yang dihasilkan oleh ternak, manusia, dan sekitar 18% dari total gas rumah kaca di atmosfer (Kreuzer dan Soliva, 2008).

Bloat adalah dimana keadaan rumen yang mengembang, membesar akibat kelebihan gas yang tak bisa cepat keluar. Rumen merupakan bagian dari perut yang paling besar dengan kapasitas 100-230 liter. Rumen tersebut terletak pada bagian sebelah kiri, jika sapi menderita bloat, perut kiri tampak menonjol, karena rumen yang mengembang mendorong ke arah luar, bahkan ke segala arah, termasuk

mendorong sekat rongga dada yang memisahkan isi perut dan dada yang di dalamnya terdapat paru-paru dan hati. Kasus bloat semacam ini banyak dialami oleh sapi yang merumput pada lapangan penggembalaan yang masih basah karena embun pagi, sapi yang makan biji-bijian gilingan halus terlalu banyak, tetapi kurang mendapatkan hijauan yang berserat kasar tinggi, serta sapi yang terlalu banyak makan hijauan dari jenis leguminose. Seringkali bloat ringan seperti ini dapat sembuh dengan sendirinya. Namun, apabila kejadian berlanjut dan tidak ditangani, akumulasi gas terjebak ini akan membentuk buih/busa (*froathy bloat*) yang akan semakin sulit bagi sapi untuk mengeluarkannya. Emisi metana ini tidak hanya terkait dengan masalah lingkungan, namun juga merefleksikan hilangnya sebagian energi dari ternak sehingga tidak dapat dimanfaatkan untuk proses produksi. Sekitar 6%-10% dari energi bruto pakan yang dikonsumsi ternak ruminansia hilang sebagai metana (Jayanegara, 2008a). Untuk itu pengembangan strategi pem-

berian pakan yang dapat mereduksi emisi metana ternak ruminansia akan bermanfaat baik jangka panjang dalam mengurangi laju akumulasi gas rumah kaca, maupun jangka pendek dalam mengurangi kehilangan energi pada ternak

Jarak pagar (*Jatropha curcas* L) merupakan tumbuhan semak berkayu yang banyak ditemukan di daerah tropik. Tumbuhan ini dikenal sangat tahan kekeringan dan mudah diperbanyak dengan stek. Secara umum taksonomi Jarak pagar (*Jatropha curcas* L) sebagai berikut: 1) kingdom: *plantae*; 2) divisi: *Embryophyta*; 3) kelas: *Spermatopsida*; 4) ordo: *Malpighiales*; 5) famili: *Euphorbiaceae*; 6) genus: *Jatropha*; 8) Spesies: *Jatropha curcas* L). Gambar jarak pagar (*Jatropha curcas* L). Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L) banyak tumbuh di negara Amerika Tengah dan Selatan, Asia Tenggara, India dan Afrika (Scmook dan Seralta Peraza, 1997). Ada empat varietas *Jatropha curcas* yaitu varietas Cape Verde, Nicaragua, Ife-Nigeria dan non-Toxic Mexico (Makkar *et al.*, 2007). Tanaman jarak pagar merupakan salah satu tanaman penghasil biofuel yang potensial dikembangkan sebagai bahan baku biodiesel, yaitu bahan bakar pengganti solar. Produktivitas per pohon jarak pagar mencapai 2-2,5 kg biji kering. Dalam 1 ha lahan dengan 2.000 batang pohon, akan menghasilkan 4-5 ton biji kering dalam setahun. Satu ton biji kering akan menghasilkan 200-300 liter minyak jarak, sehingga 1 ha lahan akan menghasilkan 1.000-1.500 liter minyak jarak (Hasanah, 2007). Dari proses ekstraksi minyak jarak pagar diperoleh bungkil biji jarak pagar sebagai hasil sampingnya. Produksi bungkil biji jarak pagar sebesar 1 ton/ha dari produksi 5 ton biji jarak pagar/ha dengan produksi minyak jarak pagar sebesar 2 ton/ha (Makkar *et al.*, 2007).

Berdasarkan uraian di atas akan potensiminyak jarak maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas minyak jarak (*Jatropha curcas* L) dalam menurunkan produksi gas hasil fermentasi rumen secara *in vitro*.

Kerangka Teori

Biji jarak pagar mengandung minyak jarak sebesar 60%. Minyak jarak ini digunakan sebagai bahan bakar diesel dan pelumas serta digunakan pula sebagai bahan pembuat sabun (kosmetik) pupuk dan obat-obatan. Sedangkan kandungan nutrisi biji jarak pagar ialah protein kasar sebesar 19-31 %, lemak 43-59 %, NDF 3,5-6,1 %, kadar abu 3,4-5,0 % dan gross energinya sebesar 28,5-31,2 MJ/kg (Makkar *et al.*, 1997).

Bungkil biji jarak pagar merupakan limbah dari pengolahan minyak jarak pagar yang digunakan sebagai biodiesel. Bungkil yang sudah tidak mengandung minyak jarak ini memiliki kandungan protein 50-58 %. Namun kandungan antinutrisi dalam bungkil ini dapat menjadi racun bagi beberapa hewan seperti mencit, tikus dan ruminansia (Becker dan Makkar, 1998), sedangkan biji jarak pagar dapat menimbulkan iritasi, diare, mual dan nyeri pada perut.

Kandungan *lektin* atau *kursin* yang tinggi terdapat pada biji jarak Kangra dari India. *Lektin* merupakan racun pada biji jarak (*Jatropha curcas*) varietas *Cape Verde* dan tidak beracun pada biji jarak (*Jatropha curcas*) varietas Mexico (Pantla). Bungkil jarak asal Mexico ini diketahui aman digunakan sebagai pakan tikus dan ikan karena tidak mengandung *phorbol ester* meskipun mengandung sedikit *lektin* (Makkar dan Becker, 2004). *Kursin* merupakan *fitotoksin* (racun yang terdapat pada tumbuhan) yang memiliki molekul protein besar, kompleks dan sangat beracun. *Kursin* juga merupakan

suatu tipe reseptor protein yang secara spesifik berinteraksi dengan molekul gula (karbohidrat) tanpa memodifikasi molekul gula tersebut. Fungsi *kursin* atau *lektin* ini yaitu sebagai pengikat (binding) dari *glikoprotein* (biomolekul yang merupakan gabungan dari protein dan karbohidrat) pada permukaan sel.

Mekanisme dari *kursin* berhubungan dengan aktivitas enzim N-glikosidase yang dapat mempengaruhi metabolisme. N-glikosidase merupakan enzim *glikosidase* yang berfungsi sebagai pengatur kenormalan sel, anti bakteri dan pendegradasi selulosa dan hemiselulosa. Mekanisme *kursin* hampir sama dengan *risin* dan *lektin*. Peranan *lektin*, *kursin* ataupun *risin* pada tanaman adalah melindungi benih tanaman dari agen patogen seperti jamur, virus dan bakteri. *Lektin* memberikan efek racun berbahaya pada ternak karena kemampuannya mengikis 23 dinding sel, merusak membran *mikrovili*, mengurangi kemampuan usus halus dalam proses penyerapan, mengganggu sistem kekebalan tubuh dan memberikan efek langsung maupun tidak langsung terhadap sistem metabolisme. *Kursin* memiliki aksi inhibitor yang kuat terhadap sintesa protein dan dapat menjadi antitumor sama halnya dengan *risin* (Juan *et al.*, 2003). Walaupun demikian kandungan *kursin* di dalam *Jatropha curcas* tidak sebesar kandungan *risin* dalam *Ricinus comunis* (Aregheore *et al.*, 2003). *Kursin* yang memiliki bobot molekul sebesar 28,2 kDa bersifat anti kanker karena dapat mematikan/menghancurkan sel dan bertanggungjawab besar sebagai katalis yang mempercepat kerusakan ribosom pada sel eukariotik seperti mekanisme *risin* (Juan *et al.*, 2002). *Kursin* juga tidak tahan terhadap panas, dapat menyebabkan iritasi pada mata dan tetap terdapat dalam bungkil biji jarak setelah dilakukan pengeluaran minyak (Heller, 1996). *Kursin* dapat menjadi

inaktif dengan pemanasan dan perlakuan dengan pemanasan basah akan jauh lebih baik daripada pemanasan kering (Aregheore *et al.*, 1998). Makkar *et al.* (1997) menyatakan bahwa kandungan racun dari biji jarak berbeda-beda tergantung dari tempat ditanamnya pohon jarak tersebut. Menurut Hasanah (2007), melaporkan BBJP (buah biji jarak pagar) memiliki kandungan *kursin* masing-masing sebesar 0,72%, 0,70% dan 0,67% sedangkan setelah didetoksifikasi dengan cara pemanasan pada suhu 121 °C selama 30 menit, kandungan *kursin* menjadi 0,25%, 0,3% dan 0,1%.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Materi Penelitian

Bahan yang digunakan adalah buah biji jarak pagar, larutan McDougall, cairan rumen segar, larutan pepsin-HCl 0,2%, larutan Na₂CO₃ jenuh, H₂SO₄ 0,005 N, asam borat berindikator (BB), vaselin, dan aquadest.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Beker gelas, erlenmeyer, gelas ukur, spatula, timbangan, cawan petri, pompa vakum, neraca analitik, sentrifuge, corong, desikator, oven dan tanur.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan empat perlakuan dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak lima kali sehingga diperoleh 20 percobaan. Perlakuan yang diteliti adalah:

- P₀ : Jerami padi tanpa ekstrak biji jarak
- P₁ : Onggok tanpa ekstrak biji jarak
- P₂ : Jerami padi + ekstrak biji jarak 1 % (v/w)
- P₃ : Onggok + ekstrak biji jarak 1 % (v/w)

Model matematika rancangan penelitian adalah sebagai berikut (Steel dan Torrie, 1991):

$$Y_{ij} = \mu + \tau_{ij} + \epsilon_{ij}$$

Dimana :

Y_{ij} = Nilai pengamatan

μ = Nilai tengah

τ_{ij} = Pengaruh aditif dari perlakuan ke-i
ulangan ke-j

ϵ_{ij} = Galat percobaan dari perlakuan ke-i
pada pengamatan ke-j

i = Jumlah perlakuan

j = Jumlah ulangan

Cara Kerja Penelitian

Adapun prosedur kerja dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tahap 1. Pembuatan Ekstrak Biji jarak

- 1) Biji jarak (*Jatropha curcas*) ditimbang 100 g lalu dibersihkan dan dipotong kecil-kecil.
- 2) Lalu dihaluskan dengan menggunakan grinder.
- 3) Kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring.
- 4) Ekstrak cairan biji jarak lalu disuling dan distilasikan hingga di peroleh distilat sehingga 20% dari berat basah.

Tahap 2. Uji Kecernaan Secara *In Vitro* Fermentasi

Tabung fermentor yang telah diisi dengan 1 gram sampel ditambahkan 8 ml cairan rumen, 12 ml larutan Mc.Dougall. Tabung dimasukkan ke dalam *shaker bath* dengan suhu 39 °C, lalu tabung dikocok dengan dialiri CO₂ selama 30 detik, periksa pH (6,5-6,9) kemudian ditutup dengan karet berventilasi, lalu fermentasi selama 24 jam.

Setelah 24 jam, buka tutup fermentor, teteskan 2-3 tetes HgCl₂ untuk membunuh mikroba. Masukkan tabung fermentor dalam *sentrifuse*, lakukan sentrifuge dengan kecepatan 4000 rpm selama 15 menit. Substrat akan terpisah menjadi endapan dibagian bawah dan supernatant yang bening berada dibagian

atas. Ambil supernatant untuk analisa berikutnya (N-NH₃). Substrat yang tersisa digunakan untuk analisa kecernaan Bahan Kering dan Bahan Organik.

Pengukuran KCBK dan KCBO

Residu hasil sentrifuge pada kecepatan 4000 rpm selama 15 menit ditambahkan 20 ml larutan pepsin-HCl 0,2%. Campuran ini lalu diinkubasi selama 24 jam tanpa tutup karet.

Sisa pencernaan disaring dengan kertas saring *Whatman* No.41. Hasil saringan dimasukkan ke dalam cawan porselen. Bahan kering didapat dengan cara dikeringkan dalam oven selama 24 jam. Selanjutnya bahan dalam cawan dipijarkan atau diabukan dalam tanur listrik selama 6 jam pada suhu 450-600 °C.

Penentuan Konsentrasi N-Amonia (N-NH₃)

Pengukuran N-NH₃ dilakukan dengan teknik mikro difusi *Conway*. Cawan *Conway* terlebih dahulu diberi vaselin pada permukaan bibirnya dan 1 ml supernatant ditempatkan pada salah satu sisi sekat. Pada sisi sekat lain ditempatkan 1 ml larutan Na₂CO₃ jenuh. Sedangkan dibagian tengah cawan ditempatkan 1 ml asam borat berindikator, kemudian cawan ditutup rapat sehingga kedap udara. Cawan yang telah tertutup rapat kemudian digoyang-goyang agar supernatant dan Na₂CO₃ jenuh bercampur sehingga akan terjadi perubahan warna, lalu didiamkan selama 24 jam pada suhu kamar. Amonia yang terikat dengan asam borat kemudian dititrasi dengan H₂SO₄ 0,0057 N sampai titik awal perubahan warna biru menjadi kemerah-merahan.

Peubah yang diamati

Peubah yang diamati dalam penelitian ini adalah: KCBK, KCBO, N-NH₃, dan Produksi Gas.

Koefisien Cerna Bahan Kering (KCBK)

Rumus :

$$\% \text{ KCBK} = \frac{(\text{Berat sampel} \times \text{BK}) - (\text{Berat residu} \times \text{BK} + \text{Blanko})}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$
 Keterangan : BK = Bahan Kering

Koefisien Cerna Bahan Organik (KCBO)

Rumus :

$$\% \text{ KCBO} = \frac{(\text{Berat sampel} \times \text{BK} \times \text{BO}) - (\text{Berat residu} \times \text{BK} \times \text{BO} + \text{Blanko})}{\text{Berat sampel} \times \text{BO}} \times 100\%$$
 Keterangan : BO = Bahan Organik

Konsentrasi N-NH₃

$$\text{N-NH}_3 \text{ (mM)} = \text{ml titrasi H}_2\text{SO}_4 \times \text{H}_2\text{SO}_4 \times 1000$$
 Keterangan :
 N-NH₃ = Onggok N-Amonia (Mm)
 N H₂SO₄ = Normalitas larutan H₂SO₄

Produksi Gas

Pengukuran produksi gas dilakukan menggunakan syringe glass 10 ml diukur setiap 6 jam selama 24 jam. Gas akan menekan syringe glass sehingga volume gas yang diperoleh dapat dilihat (Osuji, 1992).

$$\text{VG} = \text{Diameter selang} \times \text{Tinggi gas setelah diinkubasi}$$
 Keterangan :
 VG = Volume Gas

Analisa Data

Data dianalisa dengan ragam sesuai dengan rancangan yang digunakan, jika perlakuan berpengaruh nyata maka dilakukan uji lanjutan wilayah berganda *Duncan Multi Range Test* (DMRT) Steel and Torrie, 1991.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa *In Vitro*

Koefisien Cerna Bahan Kering (KCBK)

Kecernaan bahan kering merupakan salah satu indikator untuk menentukan kualitas ransum untuk ternak ruminansia. Semakin tinggi kecernaan bahan kering maka semakin tinggi pula nutrisi yang dapat dimanfaatkan ternak untuk pertumbuhannya. Hasil uji kecernaan bahan kering minyak jarak pada penelitian ini, secara statistik berbeda nyata ($P < 0,05$). Hal tersebut dapat dilihat pada lampiran 1. Rataan koefisien cerna bahan kering (KCBK) minyak jarak dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Rataan Nilai KCBK (%) Perlakuan Minyak Jarak Secara *In vitro*.

Perlakuan	Rataan (%) ± Simpangan Baku
	P ₀
P ₁	43,38 ± 12,63 ^b
P ₂	18,81 ± 1,62 ^a
P ₃	57,56 ± 11,75 ^c

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa efektifitas ekstrak jarak dalam menurunkan produksi gas terhadap koefisien cerna bahan kering bervariasi pada tiap perlakuan. Nilai KCBK yang tertinggi adalah pada perlakuan onggok yang diberi penambahan ekstrak biji jarak (P₃) sebesar 57,56% dan nilai KCBK yang terendah adalah pada perlakuan jerami padi yang diberi penambahan ekstrak biji jarak (P₂) yaitu sebesar 18,81%.

Nilai Koefisien Cerna Bahan Kering (KCBK) yang tertinggi pada perlakuan onggok yang diberi penambahan ekstrak biji jarak (P₃) yaitu sebesar 57,56%. Hal ini disebabkan karena pakan yang digunakan pada penelitian ini adalah onggok. Onggok ini memiliki struktur

Peubah yang diamati

Peubah yang diamati dalam penelitian ini adalah: KCBK, KCBO, N-NH₃, dan Produksi Gas.

Koefisien Cerna Bahan Kering (KCBK)

Rumus :

$$\% \text{ KCBK} = \frac{(\text{Berat sampel} \times \text{BK}) - (\text{Berat residu} \times \text{BK} + \text{Blanko})}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$
 Keterangan : BK = Bahan Kering

Koefisien Cerna Bahan Organik (KCBO)

Rumus :

$$\% \text{ KCBO} = \frac{(\text{Berat sampel} \times \text{BK} \times \text{BO}) - (\text{Berat residu} \times \text{BK} \times \text{BO} + \text{Blanko})}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$
 Keterangan : BO = Bahan Organik

Konsentrasi N-NH₃

N-NH₃ (mM) = ml titrasi H₂SO₄ x H₂SO₄ x 1000
 Keterangan :
 N-NH₃ = Onggok N-Amonia (Mm)
 N H₂SO₄ = Normalitas larutan H₂SO₄

Produksi Gas

Pengukuran produksi gas dilakukan menggunakan syringe glass 10 ml diukur setiap 6 jam selama 24 jam. Gas akan menekan syringe glass sehingga volume gas yang diperoleh dapat dilihat (Osuji,1992).

VG= Diameter selang x Tinggi gas setelah diinkubasi

Keterangan :
 VG = Volume Gas

Analisa Data

Data dianalisa dengan ragam sesuai dengan rancangan yang digunakan, jika perlakuan berpengaruh nyata maka dilakukan uji lanjutan wilayah berganda *Duncan Multi Range Test* (DMRT) Steel and Torrie, 1991.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa *In Vitro*

Koefisien Cerna Bahan Kering (KCBK)

Kecernaan bahan kering merupakan salah satu indikator untuk menentukan kualitas ransum untuk ternak ruminansia. Semakin tinggi kecernaan bahan kering maka semakin tinggi pula nutrisi yang dapat dimanfaatkan ternak untuk pertumbuhannya. Hasil uji kecernaan bahan kering minyak jarak pada penelitian ini, secara statistik berbeda nyata ($P < 0,05$), Hal tersebut dapat dilihat pada lampiran 1. Rataan koefisien cerna bahan kering (KCBK) minyak jarak dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Rataan Nilai KCBK (%) Perlakuan Minyak Jarak Secara *In vitro*.

Perlakuan	Rataan (%)±Simpangan
	Baku
P ₀	23,84 ±1,90 ^a
P ₁	43,38 ±12,63 ^b
P ₂	18,81 ±1,62 ^a
P ₃	57,56±11,75 ^c

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa efektifitas ekstrak jarak dalam menurunkan produksi gas terhadap koefisien cerna bahan kering bervariasi pada tiap perlakuan. Nilai KCBK yang tertinggi adalah pada perlakuan onggok yang diberi penambahan ekstrak biji jarak (P₃) sebesar 57,56% dan nilai KCBK yang terendah adalah pada perlakuan jerami padi yang diberi penambahan ekstrak biji jarak (P₂) yaitu sebesar 18,81%.

Nilai Koefisien Cerna Bahan Kering (KCBK) yang tertinggi pada perlakuan onggok yang diberi penambahan ekstrak biji jarak (P₃) yaitu sebesar 57,56%. Hal ini disebabkan karena pakan yang digunakan pada penelitian ini adalah onggok. Onggok ini memiliki struktur

yang halus sehingga aliran pakan dalam rumen berlangsung dengan cepat dan mempercepat pengosongan lambung sehingga merangsang ternak untuk mengkonsumsinya. Parakkasi (1999), menyatakan ternak akan berhenti maka ketika kapasitas fisik mereka telah tercapai. Menurut Arora (1989), bahwa konsumsi pakan akan lebih banyak jika aliran lewatnya pakan cepat. Ukuran partikel yang kecil menaikkan konsumsi pakan dari pada ukuran partikel yang besar.

Nilai koefisien cerna bahan kering (KCBK) yang terendah adalah pada perlakuan jerami padi yang diberi penambahan ekstrak biji jarak (P_2) yaitu sebesar 18.81%. Hal ini dikarenakan serat kasar pada ransum penelitian ini cukup tinggi sehingga menyulitkan mikroba rumen untuk melakukan degradasi secara maksimal (Mc.Donald *et al.*, 2002). Jerami padi memiliki kandungan lignin, selulosa, hemiselulosa sehingga kecernaan pakan menjadi rendah, dan diketahui bahwa antara ikatan lignin dan kecernaan bahan kering berhubungan erat terutama pada rumput-rumputan (Jaffar dan Hassan, 1990). Lignin dan selulosa sering membentuk senyawa lignoselulose dalam dinding sel tanaman dan merupakan suatu ikatan yang kuat (Sutardi, 1980). Menurut Jackson (1977), jerami padi memiliki kandungan selulosa sebesar 33%, hemiselulosa pada jerami padi sebesar 26%, selain itu jerami padi memiliki kandungan lignin yang lebih rendah yaitu 7%. Peningkatan kecernaan terjadi karena adanya pemutusan ikatan lignoselulosa dan ligno-hemiselulosa menjadi karbohidrat sederhana sehingga mudah dicerna. Tilman *et al.*, (1991) juga menyatakan bahwa persentase serat kasar yang tinggi dalam pakan akan menurunkan kecernaan zat makanan karena serat mengandung bagian-bagian yang sukar dicerna seperti lignin serta berupa selulosa dan hemiselulosa

sering berkitan dengan lignin sehingga sulit dipecah oleh enzim pencernaan.

Menurut Tillman *et al.*, (1991), kecernaan bahan makanan ditentukan oleh beberapa faktor yaitu jenis ternak dan komposisi kimia makanan. Kecernaan merupakan indikasi awal dari ketersediaan berbagai nutrisi yang terkandung didalam bahan pakan tertentu bagi ternak yang mengkonsumsinya. Kecernaan yang tinggi mencerminkan besarnya sumbangan nutrisi tertentu pada ternak, sedangkan pakan yang mempunyai kecernaan rendah menunjukkan bahwa pakan tersebut kurang mampu mensuplai nutrisi untuk hidup pokok maupun untuk tujuan produksi ternak. Menurut Maynard dan Loosli (1979), bahwa nilai koefisien cerna tidak tetap untuk setiap makanan atau setiap ekor ternak, tetapi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu komposisi kimiawi, pengolahan makanan, jumlah makanan yang diberikan dan jenis hewan. Kecernaan suatu pakan merupakan bagian dari pakan yang tidak diekskresikan di dalam feses dan oleh karena itu di asumsikan bagian tersebut di serap oleh ternak.

Kecernaan bahan pakan juga dipengaruhi kandungan protein yang rendah, protein ransum yang tinggi menghasilkan kecernaan yang tinggi pula, begitu juga sebaliknya protein ransum yang rendah menghasilkan kecernaan yang rendah pula (Mc.Dougal, *et al.*, 1987). Kandungan protein yang rendah dengan daya cerna yang hanya 40% menyebabkan rendahnya konsumsi bahan kering jerami padi (kurang dari 2% berat badan ternak). Hal ini sudah jelas penambahan ekstrak biji jarak kedalam perlakuan (P_2) tidak meningkatkan kecernaan bahan kering.

Menurut Bartley (1979), penambahan ekstrak biji jarak dapat menghambat degradasi protein dalam rumen sehingga banyak protein dalam aliran asam amino mencapai abomasum (Bartley, 1979), te-

tapi ekstrak biji jarak dapat dimanfaatkan oleh bakteri selulolitik untuk pertumbuhannya. Ulya (2007), yang menyatakan populasi bakteri selulolitik yang diberi bungkil biji jarak pagar secara *in vitro* mampu bertahan secara baik. Hal ini menunjukkan bahwa produk fermentasi ransum berupa bungkil biji jarak pagar secara optimal dapat dimanfaatkan oleh bakteri selulolitik untuk pertumbuhannya.

Koefisien Cerna Bahan Organik (KCBO)

Hasil uji pencernaan bahan organik minyak jarak pada penelitian ini secara statistik berbeda tidak nyata ($P>0,05$) dapat dilihat pada lampiran 2. Rataan koefisien cerna bahan organik (KCBO) dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 2. Rataan Nilai KCBO (%) Perlakuan Minyak Jarak Secara *In vitro*.

Perlakuan	Rataan (%) \pm Simpangan Baku
P ₀	74,12
P ₁	96,35
P ₂	74,62
P ₃	92,94

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata pada taraf uji 5% (DMRT)

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa efektifitas ekstrak jarak dalam menurunkan produksi gas hasil fermentasi rumen terhadap koefisien cerna bahan organik (KCBO) bervariasi pada tiap perlakuan. Nilai KCBO yang tertinggi adalah pada perlakuan onggok tanpa penambahan ekstrak biji jarak (P₁) yaitu sebesar 96,35% dan nilai KCBO yang terendah adalah pada perlakuan jerami padi tanpa penambahan ekstrak biji jarak (P₀) yaitu sebesar 74,12%.

Hasil pencernaan bahan organik yang diperoleh jauh berbeda dengan pencernaan bahan kering. Terlihat pada rata-rata nilai

tertinggi KCBO adalah pada perlakuan onggok tanpa penambahan ekstrak biji jarak (P₁) sebesar 96,35% sedangkan rata-rata nilai KCBO yang terendah adalah pada perlakuan jerami padi tanpa penambahan ekstrak biji jarak (P₀) sebesar 74,12%. Hal ini diduga karena bahan organik mengalami perubahan selama proses fermentasi berlangsung, bahan organik (fraksi abu) mengalami perubahan struktur senyawanya baik dalam bentuk unsur bebas maupun dalam bentuk garam mineral dengan adanya mikroorganisme tertentu dan juga aktivitas bakteri fermentasi, sehingga menghasilkan bahan organik yang tidak sama dengan bahan kering (jumlah fraksi abu berbeda).

Nilai tertinggi koefisien cerna bahan kering (KCBO) adalah pada perlakuan onggok tanpa penambahan ekstrak biji jarak (P₁) sebesar 96,35%. Hal ini dikarenakan tingginya kandungan protein dan nitrogen dari onggok yang digunakan, sehingga pencernaan bahan organik menjadi meningkat dan kebutuhan energi untuk perkembangan mikroba rumen terpenuhi. Tilman *et al.*, (1991) menyatakan bahwa pakan yang menyediakan sumber energi dan nitrogen yang cukup bagi mikroba rumen akan membantu pencernaan bahan organik sehingga berjalan dengan baik. Nilai Koefisien Cerna Bahan Organik (KCBO) yang terendah adalah pada perlakuan jerami padi tanpa penambahan ekstrak biji jarak (P₀) sebesar 74,12%. Hal ini disebabkan tingginya kandungan serat kasar dari jerami padi. Pencernaan ransum berkaitan dengan komposisi nutrisi dari ransum, terutama kandungan serat kasar. Peningkatan kandungan serat kasar dapat menurunkan jumlah bahan organik yang dapat dicerna karena penurunan aktivitas mikroba rumen.

Nilai Koefisien Cerna Bahan Organik (KCBO) adalah salah satu faktor utama yang menentukan nilai nutrisi dari

bahan pakan dan dasar penentuan kecernaan (Mc Donald *et al.*, 1988). Menurut Tillman dkk (1991), kemampuan mencerna bahan makanan ditentukan oleh beberapa faktor seperti jenis ternak, komposisi kimia makanan dan penyiapan makanan. Lebih lanjut dijelaskan bahwa daya cerna suatu bahan makanan atau ransum tergantung pada keserasian zat-zat makanan yang terkandung didalamnya. Pengukuran kecernaan bahan organik dilakukan karena peran bahan organik dalam memenuhi kebutuhan ternak untuk hidup pokok maupun produksi (Rahmawati, 2001).

Konsentrasi N-Amonia (N-NH₃)

Hasil uji konsentrasi N-Amonia (N-NH₃) pada penelitian ini secara statistik berbeda tidak nyata ($P>0,05$). Rataan konsentrasi N-Amonia (N-NH₃) dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Rataan nilai Konsentrasi N-Amonia (N-NH₃) (mM) Perlakuan Minyak Jarak Secara *In vitro*.

Perlakuan	Rataan (mM) ±Simpangan Baku
P ₀	5,00
P ₁	2,20
P ₂	2,80
P ₃	2.30

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata pada taraf uji 5% (DMRT)

efektifitas ekstrak jarak dalam menurunkan produksi gas hasil fermentasi rumen terhadap konsentrasi N-Amonia (N-NH₃) bervariasi pada tiap perlakuan. Nilai konsentrasi N-NH₃ yang tertinggi adalah pada perlakuan jerami padi tanpa penambahan ekstrak biji jarak (P₀) sebesar 5,00 mM. Peningkatan konsentrasi NH₃ cairan rumen terjadi apabila tingkat kandungan protein kasar di atas 13 %. Peningkatan kandungan protein kasar dapat dilakukan dengan cara penurunan kandungan serat kasar. Hal ini sesuai

dengan Dunlap dan Chiang (1980), yang menyatakan bahwa untuk menghasilkan bahan baku pakan ternak berprotein tinggi diperlukan tahapan penurunan kadar serat yang dapat dilakukan dengan hidrolisis asam. Nilai konsentrasi N-Amonia yang terendah adalah pada perlakuan onggok tanpa penambahan ekstrak biji jarak (P₁) sebesar 2,20 mM. Orskov *et al.* (1982), menyatakan bahwa produksi NH₃ tergantung pada kelarutan N dari suatu bahan pakan, jumlah protein makanan, lama makanan dalam rumen. NH₃ juga merupakan sumber N yang cukup penting untuk sintesis protein mikroba rumen.

Pada ternak ruminansia sebagian protein yang masuk ke dalam rumen akan mengalami prombakan/degradasi menjadi amonia oleh enzim proteolitik yang dihasilkan oleh mikroba rumen. Produksi amonia tergantung pada kelarutan protein ransum, jumlah protein ransum, lamanya makanan berada dalam rumen dan pH rumen (Orskov, 1982). Pengukuran N-Amonia merupakan bukti aktivitas pembentukan protein mikroba. Hartadi (1994), menyatakan bahwa N-Amonia dalam rumen akan dimanfaatkan oleh bakteri. Menurut Haryanto (1994), N-Amonia merupakan salah satu produk dari aktivitas fermentasi dalam rumen, yakni dari degradasi protein yang berasal dari pakan dan sumber N. N-Amonia juga merupakan sumber N yang cukup penting untuk sintesis protein mikroba rumen. Konsentrasi N-amonia dalam rumen merupakan suatu besaran yang sangat penting untuk dikendalikan, karena sangat menentukan optimalisasi pertumbuhan mikroba rumen. Sementara tinggi rendahnya konsentrasi amonia ditentukan oleh tingkat protein pakan yang dikonsumsi, derajat degradabilitas, lamanya makanan berada di dalam rumen dan pH rumen.

Produksi Gas

Hasil uji produksi gas pada penelitian ini secara statistik berbeda tidak nyata ($P>0,05$) terhadap berbagai perlakuan pada waktu inkubasi 6 jam. Rataan produksi gas dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Rataan Produksi Gas Perlakuan Minyak Jarak Secara *In vitro*.

Perlakuan	Rataan (ml) \pm Simpangan Baku
P ₀	0,06
P ₁	0,00
P ₂	0,04
P ₃	0,04

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata pada taraf uji 5% (DMRT)

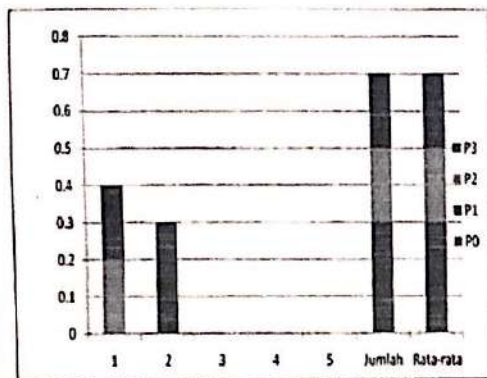
Berdasarkan Tabel 4 terlihat efektivitas ekstrak jarak dalam menurunkan produksi gas hasil fermentasi rumen terhadap produksi gas bervariasi pada tiap perlakuan. Nilai produksi gas yang tertinggi adalah pada perlakuan jerami padi tanpa penambahan ekstrak biji jarak (P₀) yaitu sebesar 0.06 ml sedangkan tidak terdapat gas pada perlakuan onggok tanpa penambahan ekstrak biji jarak. Hal ini disebabkan karena tingginya bahan organik sampel dalam rabung *In vitro* sehingga hasil fermentasi berupa gas juga meningkat. Selain itu juga mikroba rumen mampu menghasilkan lingkungan yang baik untuk perkembangan mikroba rumen. Hal ini sesuai dengan pendapat Khazaal *et al.*, (1993) yang menyatakan bahwa produksi gas dari fermentasi bahan makanan secara *In vitro* akan meningkat dengan meningkatnya waktu induksi. Produksi gas merupakan hasil proses fermentasi yang terjadi di dalam rumen yang dapat menunjukkan aktivitas mikroba di dalam rumen dan menggambarkan banyaknya bahan organik yang tercerna. Selain itu

produksi gas yang dihasilkan dari pakan yang di fermentasi dapat mencerminkan kualitas pakan tersebut (Ella *et al.*, 1997).

Gas yang dihasilkan dalam penelitian merupakan salah satu gambaran dari jumlah serat kasar didegradasi. Gas yang dihasilkan sebagian besar terdapat dalam bentuk CO₂ dan CH₄. Produksi gas dan aktivitas fermentasi berhubungan erat dengan fraksi protein tanaman dan pencernaan bahan kering *In vitro* (Min *et al.*, 2005). Produksi gas yang tinggi menunjukkan aktivitas mikroorganisme dan kaya nutrisi dalam rumen. Produksi gas semakin cepat mencapai puncak bila fraksi yang larut dan mudah terdegradasi semakin banyak. Pada jerami produksi gas mencapai puncak pada jam ke 1-2 dan 5-6 (Min *et al.*, 2007) produksi gas mencapai puncak pada jam ke 24 (Eun *et al.*, 2006) dan jam 18 (Eun dan Beauchemin, 2007). Semakin banyak karbohidrat yang mudah terfermentasi oleh mikroba rumen maka akan meningkatkan produksi gasnya. Sekitar 40% dari volume gas yang dihasilkan fermentasi terdiri dari CO₂ dan CH₄ (Blummer dan Orskov, 1993).

Mikroba rumen sangat membutuhkan nitrogen untuk kelangsungan hidup serta melakukan aktifitas normal. Sekitar 80% kebutuhan mikroba rumen akan N diperoleh melalui gas amonia. Pada ternak diberi pakan rendah kandungan N sebagian besar sumber amonia diperoleh dari daur ulang metabolisme nitrogen melalui saliva. Kadar amonia cairan rumen memegang peranan penting bagi, dan kehidupan (Stanbury, 1984). Pertumbuhan mikroba dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan nutrisi (Nester *et al.*, 1983). Faktor lingkungan meliputi temperatur, pH, udara, dan tekanan osmotik. Semua bentuk karbohidrat yang ada dalam bahan pakan yang diberikan pada ternak ruminansia akan mengalami degradasi ke arah yang lebih sederhana atau menjadi unit-unit

yang lebih kecil karena adanya mikrobia rumen dan akan menghasilkan *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan gas yang terdiri dari CO₂, CH₄, dan sedikit H₂. Grafik produksi gas (ml) terhadap perlakuan dengan lama inkubasi selama 6 jam dapat dilihat pada grafik 1 dibawah ini.



KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Tanaman Jarak pagar (*Jatropha curcas* L) merupakan tanaman yang potensial untuk digunakan sebagai salah satu bahan pengobatan dalam mengendalikan bloat pada ternak ruminansia. Penambahan minyak biji jarak dalam menurunkan produksi gas ternyata mempengaruhi nilai dari koefisien cerna bahan kering (KCBK) yaitu P₀ (23,84%), P₁ (43,38%), P₂ (18,81%) dan P₃ (57,56%), sedangkan penambahan minyak biji jarak terhadap koefisien cerna bahan organik (KCBO), konsentrasi N-Amonia, dan produksi gas tidak berpengaruh.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan minyak dari jenis tanaman lainnya sebagai pengendali bloat sehingga dapat lebih mengetahui kecernaannya pada ternak ruminansia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (Dit.Litabmas) Dikti yang telah membiayai penelitian MP3EI ini dengan kontrak No. 140/SP2H/PL/Dit.Litabmas/II/2015, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arcgheore, E. M., K. Becker, II. P. S. Makkar. 2003. Detoxification of A Toxic Variety of *Jatropha curcas* Using Heat and Chemical Treatment, and Preliminary Nutritional Evaluation with Rats. *S. Pac. J. Nar. Sci.* 21:50-56.
- Arora, S.P. 1995. Pencernaan Mikroba pada Ruminansia. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. (Diterjemahkan oleh R. Murwani).
- Bartley, E.E, E. L. Herod. R. M. Bechtle. D. A. Supiena and B. E. Brent. (1979). *Jatropha curcas* L). *Anim.Sci* 57(6): 1537-1544.
- Blummer, M and Orskov, I. R. 1993. Comparison of invitro gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle animal feed science and technology. 40: 109-119.
- Ella, A. S. Hardjosoewignya, T. R. Wiradaryadan dan M. Winugroho. 1997. Pengukuran Produksi Gas dari Hasil Proses Fermentasi Beberapa Jenis Leguminosa Pakan. Dalam : *Prosiding Sem. Nas II-INMT Ciawi, Bogor.*
- Hartadi, H., S. Reksohadiprodjo dan A.D. Tillman, 1994. *Tabel Komposisi Pakan untuk Indonesia.* Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Haryanto, B. dan A. Djajanegara. 1994. Pemenuhan kebutuhan zat - zat

- makanan ternak ruminansia kecil. Dalam : Wodzicka – Tomazewska ; I. M. Mastika, A.Djajanegara, S. G. Gardiner dan Y. R. Wiradarya (Editor). Produksi Kambing dan Domba di Indonesia. Sebelas maret University Press, Surakarta. Hal 159-196.
- Hasanah, P. 2007. Kandungan nutrisi, fermentabilitas dan kecernaan *in vitro* bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) terdetoksifikasi. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Heller, J. 1996. Phytosec nut *Jatropha curcas* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben, International Plant Genetic Resources Institute, Rome.
- Jackson, I.J. 1977. *Climate, Water and Agriculture in the Tropics*. London: Longman.
- Jayanegara, A.,N. H.P.S Makkar dan K. Becker 2008b. Tannins determined by various methods as predictors of methane production reduction potential of plants by an *in vitro* rumen fermentation system.
- Juan, L., C. Yu, X. Ying, Y. Fang, T. Lin and C. Fang. 2002. Cloning and expression of curcin, a ribosome-inactivating protein from the seeds of *Jatropha curcas*. <http://www.bioline.org.br> [2 Desember 2007]
- Juan, L., F. Yan, L. Tan and Chen. 2003. Antitumor effect of curcin from seeds of *Jatropha curcas*. *Acta Pharmacol Sin.* 24 (3) : 241-246.
- Khazal, K., M.T. Dentinho, J.M. Ribeiro and E.R. Ørskov. 1993. A comparison of gas production during incubation with rumen contents *in vitro* and nylon bag degradability as predictor of the apparent digestibility *in vivo* and the *voluntary intake* of hays. *Anim. Prod.* 57:105-112.
- Kreuzer, M. Dan C.R. Soliva. 2008. Nutrition : key to methane mitigation in ruminants. *Proc. Soc. Physiol.* 17 : 168-171.
- Makkar, H. P. S and K. Becker. 2004. Nutritional studies on rats and fish (carp *Cyprinus carpio*) fed diets containing unheated and heated *Jatropha curcas* meal of a non-toxic provenance. *J. Chem. and Material Sci.* 52 (3) : 183-192.
- Makkar, H. P. S., G. Francis & K. Becker. 2007. Bioactivity of phytochemicals in some lesserknown plants and their effects and potential applications in livestock and aquaculture production systems. *Animal* 1: 1371-1391.
- Maynard, L. A. dan J. K. Loosli. 1969. *Animal Nutrition*. 6th Ed., McGraw Hill Book Company, New Delhi.
- Mc. Dougal, P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh dan C.A. Morgan. 1987. *Animal Nutrition*. 5th ed., Longman Singapore Publishers (Pte) Ltd.
- McDonald, P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh. 1988. *Animal Nutrition*. 4th Ed., Longman Singapore Publishers (Pte) Ltd.
- Min, B.R., W.E. Pinchak, J.D. Fulford and R. Puchala, 2005. Wheat pasture bloat dynamics *in-vitro* ruminal gas production and potential bloat mitigation with condensed tannins. *J.Anim.Sci.* 83: 1322-1331.
- Monteny, G. J., C. M. Groenestein & M. A. Hilhorst. 2001. Interactions and coupling between emissions of methane and nitrous oxide from animal husbandry. *Nutr. Cycling Agroecosyst.* 60: 123-132.
- Nurbaeti. 2007. Efisiensi penggunaan protein dan energi metabolis ransum

- ayam broiler yang mengandung bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas*) yang diolah secara fisika, kimia dan biologis. Skripsi. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Nurhikmawati, I. 2007. Pengaruh perlakuan fisika, kimia, biologi terhadap komposisi kimia dan kandungan racun *curcin* Bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Skripsi. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Orskov, E. R. 1982. Protein Nutrition in Ruminants. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers, London.
- Parakkasi, A. 1999. Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminan. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Rahmawati, I. G. A. W. D. 2001. Evaluasi *in vitro* kombinasi lamtoro merah (*Acacia villosa*) dan gamal (*Gliricidia maculata*) untuk meningkatkan kualitas pakan pada ternak domba. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Schmook, B and L. Seralta-Peraza. 1997. *Jatropha curcas* distribution and uses in the Yucatan Peninsula of Mexico. In : G. M. Gubitz, M. Mittelbach. and M. Trabi (Editor). Biofuels and industrial products from *Jatropha curcas*.
- Sutardi, T. 1980. Landasan Ilmu Nutrisi Departemen Ilmu Makanan Ternak IPB, Bogor (Tidak diterbitkan).
- Tillman, A. D., H. Hartadi, S. Reksohadiprojo, S. Prawirokusumo dan S. Lebdosoekojo. 1991. Ilmu Makanan Ternak Dasar. 5th Ed. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Ulya, A. 2007. Kajian *in vitro* mikroba rumen berbagai ternak ruminansia dalam fermentasi bungkil biji jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Eun, J.S., K.A. Beauchemin, S.H. Hong and M.W. Bauer, 2006. Exogenous Enzymes Added to Untreated or Ammoniated Rice Straw : Effect on In-Vitro Fermentation Characteristic and Degradability. *J.Anim.Sci and Technol.* 131 : 86-101
- Eun, J.S., K.A. Beauchemin, S.H. Hong and M.W. Bauer, 2007. Assessment of The Efficacy of Varying Experimental Exogenous Fibrolitik Enzymes Using In-Vitro Fermentation Characteristics. *J.Anim. Sci.* 132: 298-315
- Stanbury, P. F. And A Whitaker. 1984. Principles of Fermentation Technology Pergamon Press New York.
- Nester, E.W., C.E. Robert, M.E. Lidstrom, N. Pearsall and NIT. Nester. 1983. Microbiology. 3rd edition. Soverelers Coolese Publishing. Philadelphia.