



KEMENTERIAN
PERTANIAN



LIPI

**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
BIDANG PAKAN DAN NUTRISI TERNAK**

**INOVASI TEKNOLOGI PAKAN
UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS
DAN MITIGASI METANA ENTERIK
PADA TERNAK RUMINANSIA**



**OLEH:
AMLIUS THALIB**

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN
BOGOR, 10 JUNI 2013**



KEMENTERIAN
PERTANIAN



LIPI

**ORASI PENGUKUHAN PROFESOR RISET
BIDANG PAKAN DAN NUTRISI TERNAK**

**INOVASI TEKNOLOGI PAKAN
UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS
DAN MITIGASI METANA ENTERIK
PADA TERNAK RUMINANSIA**

**OLEH:
AMLIUS THALIB**

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN
BOGOR, 10 JUNI 2013**

Cetakan 2013

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

@Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2013

Katalog dalam Terbitan (KDT)

THALIB, A

Inovasi teknologi pakan untuk meningkatkan produktivitas
dan mitigasi metana enterik pada ternak ruminansia/Amilius

Thalib.--Jakarta:IAARD Press, 2013

vi, 55 hlm.: ill.; 21 cm

633.2-117

1. Ruminansia 2. Pakan 3. Inovasi Teknologi

I. Judul

ISBN 978-602-1520-09-3

IAARD Press

Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Jln. Ragunan 29, Pasarminggu, Jakarta 12540

Telp.: + 62 21 7806202, Faks.: 62 21 7800644

Alamat Redaksi

Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian

Jalan Ir. H. Juanda No. 20, Bogor 16122

Telp.: + 62 251 8321746, Faks.: +62 251 8326561

email: iaardprss@litbang.deptan.go.id

Cetakan 2013

RIWAYAT HIDUP



Amlius Thalib lahir di Sijunjung, Sumatera Barat, pada 26 Nopember 1948, putra pertama dari Bapak Thalib Pakieh Bagindo (alm) dan Ibu Nuraya (alm). Memperoleh gelar Sarjana Muda (SM) pada tahun 1971 dan Sarjana (S1) tahun 1974 pada Jurusan Kimia FMIPA Universitas Andalas Padang. Pada tahun 1974 hingga 1976 menjadi dosen junior untuk mata kuliah kimia dasar. Bergabung sebagai Trainee di Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan (sekarang: Balai Penelitian Ternak) pada tahun 1977 dan tahun 1979 memperoleh beasiswa Colombo Plan Australia. Pada tahun 1985 memperoleh gelar PhD dari University of New South Wales, Australia.

Jabatan fungsional sebagai Peneliti Utama (PU-IV/d) diduduki pada tahun 2005 dan Peneliti Utama (PU-IV/e) di bidang Pakan dan Nutrisi Ternak pada tahun 2010 (SK Presiden RI No. 30/M, 16 Pebruari 2011). Telah melakukan penelitian dari berbagai aspek di bidang pakan dan nutrisi ternak.

Selama menjalankan penelitian, yang bersangkutan telah menghasilkan 94 tulisan yang diterbitkan dalam jurnal ilmiah, prosiding, majalah semi populer, dan publikasi ilmiah lainnya. Dalam pembinaan kader ilmiah telah membimbing tugas akhir lebih dari 50 mahasiswa S1 dari berbagai perguruan tinggi pemerintah dan swasta (UI, ISTN, UTA, UNAND, IPB, UNIDA), tiga mahasiswa S2 pada Program Pasca-Sarjana IPB, dan penguji pada Program Pasca-Sarjana S3

UNPAD. Memegang Jabatan Manajemen Balai Penelitian Ternak, antara lain sebagai Koordinator Program Teknologi Pakan (1985-86); Koordinator Program Teknologi Pakan dan Pasca-Panen (1987-88); Ketua Komisi Pengadaan Barang dan Peralatan Penelitian (1990-93); Sekretaris Proyek Penelitian (1994-95); Ketua Program Ruminansia Besar (2003-05); Koordinator PSDM dan PIPTEK (2005-07, 2012-13); Anggota Komisi Penelitian (2005-07, 2010-11, 2012-2013).

Di Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan ditugaskan sebagai Anggota Dewan Redaksi pada publikasi Wartazoa (1998-2001), JITV (2002-11), dan Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner (2003, 2004 dan 2006); Ketua Dewan Redaksi Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner (2004); Ketua Panitia Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner (2002); Anggota Tim Penilai Jabatan Fungsional Peneliti (2010-sekarang).

Lubis Award dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan diperoleh pada tahun 2002 dan penghargaan Satyalancana Karya Satya 20 tahun dari Pemerintah RI pada tahun 2006. Pada tahun 2010 sampai sekarang ditugaskan sebagai DELRI dalam rapat-rapat GRA-Livestock Research Group. Pada 7 Juni 2011 menjadi pembicara undangan Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner di Bogor dan pada 21 Juni 2011 dalam Seminar Evaluasi dan Semiloka Perbibitan Kerbau Nasional VII di Samarinda.

DAFTAR ISI

RIWAYAT HIDUP	iii
DAFTAR ISI	v
PRAKATA PENGUKUHAN	vi
I. PENDAHULUAN	1
II. PERKEMBANGAN CARA PEMELIHARAAN DAN PENYEDIAAN PAKAN TERNAK RUMINANSIA	2
2.1. Pemeliharaan Tradisional	2
2.2. Pemeliharaan Semi Intensif	3
2.3. Pemeliharaan Intensif	3
2.4. Harapan Perkembangan Pakan Ke Depan	4
III. HUBUNGAN PRODUKTIVITAS DAN METANA ENTERIK PADA TERNAK RUMINANSIA	5
3.1. Kehilangan Energi dalam bentuk Gas Metana	5
3.2. Metanogenesis di dalam Rumen	6
IV. INOVASI TEKNOLOGI PAKAN RUMINANSIA RENDAH EMISI METANA	7
4.1. Teknologi Mitigasi Metana Enterik	7
4.2. Inhibitor Metanogenesis Sebagai Pakan Aditif	11
4.3. CRM Untuk Sistem Produksi Rendah Emisi	12
V. ARAH DAN STRATEGI PENGEMBANGAN	13
5.1. Arah Pengembangan	13
5.2. Strategi Pengembangan	14
VI. KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN	15
6.1. Kesimpulan	15
6.2. Implikasi Kebijakan	16
VII. PENUTUP	17
UCAPAN TERIMA KASIH	18
DAFTAR PUSTAKA	21

PRAKATA PENGUKUHAN

Bismillahirrahmanirrahiim

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Selamat siang dan salam sejahtera bagi kita semua

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan Hadirin yang saya hormati

Puji syukur saya panjatkan ke Haribaan Allah *Subhanahu wata 'ala* yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, sehingga atas kehendak-Nya pula kita dapat berkumpul dalam keadaan sehat lahir dan batin dalam acara yang agung ini, prosesi orasi ilmiah Profesor Riset Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. Shalawat dan salam semoga Allah SWT limpahkan kepada Rasulullah, Nabi Muhammad *shalallahu 'alaihi wassallam*.

Pada kesempatan ini perkenankan saya menyampaikan orasi ilmiah dalam bidang pakan dan nutrisi ternak, sesuai dengan latar belakang ilmu dan penelitian yang saya tekuni selama ini, dengan judul:

**INOVASI TEKNOLOGI PAKAN UNTUK MENINGKATKAN
PRODUKTIVITAS DAN MITIGASI METANA ENTERIK
PADA TERNAK RUMINANSIA**

I. PENDAHULUAN

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan Hadirin yang saya hormati.

Permintaan terhadap daging, khususnya daging sapi, terus meningkat, sementara penyediaan di dalam negeri belum mampu memenuhi semua kebutuhan, sehingga sebagian terpaksa dipenuhi dari impor. Ketergantungan terhadap daging sapi impor disebabkan oleh laju pertumbuhan populasi dan produktivitas ternak sapi potong nasional yang belum mampu mengimbangi kebutuhan penduduk dengan indeks ekonomi dan populasi yang terus meningkat. Pada tahun 2010 saja, sekitar 26% (91.554 ton) dari ketersediaan daging sapi di dalam negeri berasal dari impor.¹

Rendahnya produktivitas ternak ruminansia disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain rendahnya kualitas dan ketersediaan pakan hijauan unggul akibat keterbatasan lahan. Keterbatasan pakan hijauan yang disebabkan oleh konversi lahan yang masih berlangsung untuk keperluan non-pertanian tidak dapat digantikan oleh limbah pertanian sebagai pakan alternatif karena kualitasnya lebih rendah.

Selain menurunkan efisiensi penggunaan pakan dan produktivitas ternak ruminansia, konsumsi pakan berkualitas rendah ternyata meningkatkan emisi gas metana enterik. Kontribusi gas metana yang diemisikan ternak ruminansia yang berkontribusi terhadap pemanasan global cukup tinggi, mencapai 18% tetapi secara nasional hanya 1,2%.^{2,3} Walaupun demikian, metanogenesis menyebabkan kehilangan energi yang dikonsumsi hingga 12% pada ternak sapi yang diberi ransum berserat tinggi dan 4% pada sapi yang diberi ransum konsentrat.⁴ Akibatnya, produktivitas ternak ruminansia sangat rendah jika pakan hijauan yang diberikan tidak disuplementasi dengan konsentrat.

Masalah tersebut harus diatasi dengan memperbaiki efisiensi pencernaan ternak. Oleh karena itu, telah dilakukan serangkaian penelitian untuk meningkatkan produktivitas ternak ruminansia dan menekan produksi gas metana di dalam rumen. Orasi ilmiah ini menguraikan beberapa upaya untuk meningkatkan produktivitas dan mitigasi produksi gas metana enterik pada ternak ruminansia, yang diharapkan memberikan inspirasi bagi praktisi dan pembuat kebijakan dalam meningkatkan produktivitas ternak ruminansia menuju swasembada daging.

II. PERKEMBANGAN CARA PEMELIHARAAN DAN PENYEDIAAN PAKAN TERNAK RUMINANSIA

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan Hadirin yang saya hormati

Bahan pakan ternak ruminansia pada dasarnya terbagi menjadi dua, yaitu hijauan dan konsentrat. Hijauan yang umum diberikan kepada ternak ruminansia berasal dari jenis rumput-rumputan. Kualitas hijauan pakan di daerah tropis seperti Indonesia relatif rendah karena struktur selulosa dan hemiselulosanya berikatan kompleks dengan lignin sehingga sulit dicerna. Konsentrat berfungsi untuk melengkapi kebutuhan gizi ternak. Namun, kebanyakan petani kecil tidak mampu memberikan pakan tambahan ini kepada ternak mereka. Penyediaan dan penggunaan pakan oleh umumnya peternak bergantung pada cara pemeliharaan ternak secara tradisional dari masa ke masa.

2.1. Pemeliharaan Tradisional

Pemenuhan kebutuhan pakan ternak ruminansia sebelum tahun 1970 ditunjang oleh padang penggembalaan yang cukup luas dengan

vegetasi yang beragam. Namun, selain nilai gizi pakan yang rendah, usaha ternak secara tradisional dalam periode ini juga diwarnai oleh penggunaan bibit ternak yang tidak berkualitas. Kondisi ini menyebabkan efisiensi dan produktivitas ternak rendah.

2.2. Pemeliharaan Semi Intensif

Dalam periode 1970-1990, sebagian peternak menerapkan sistem pemeliharaan semi intensif, yang dicirikan oleh manajemen pemberian pakan dengan sistem *cut and carry*, dan bibit ternak yang digunakan lebih baik. Jerami padi yang digunakan sebagai pakan ditingkatkan gizinya dengan berbagai perlakuan secara fisik, kimiawi, dan biologis seiring dengan perkembangan formulasi ransum berdasarkan kebutuhan energi atau nilai *total digestible nutrients* (TDN) dan protein dapat dicerna.⁵ Perkembangan nutrisi pada tahun 1980-an mengarah pada konsep pemenuhan kebutuhan pencernaan di rumen dan kebutuhan untuk produksi.⁶

2.3. Pemeliharaan Intensif

Dalam era industrialisasi pertanian (1990-sekarang), manajemen pemberian pakan ternak ruminansia didasarkan pada efisiensi pemenuhan kebutuhan gizi. Hal ini dapat diupayakan dengan sistem pemeliharaan intensif yang diikuti oleh penggunaan bibit unggul dan pengembangan sistem integrasi tanaman-ternak. Penelitian terhadap pakan asal limbah tanaman difokuskan pada upaya peningkatan pencernaan, palatabilitas, dan formulasi ransum. Perlakuan pakan dan penggunaan probiotik pemecah serat terus berkembang hingga saat ini. Pemberian pakan aditif termasuk rumen modifier telah dikembangkan dan upaya untuk menekan metanogenesis mulai mendapat perhatian dari pihak terkait, terutama komunitas peternakan.

Intensifikasi produksi ternak ruminansia yang efisien, rendah emisi gas metana, dan memiliki dampak ekonomi diminati oleh pengguna inovasi kelas atas dan menengah, namun belum mampu diadopsi oleh sebagian besar petani kecil karena kendala biaya, pengetahuan, keterampilan, dan tenaga kerja.

2.4. Harapan Perkembangan Pakan ke Depan

Dampak pengembangan cara pemeliharaan dan penyediaan pakan terhadap peningkatan produktivitas dan efisiensi produksi ternak ruminansia secara nasional belum optimal. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan petani dalam hal modal dan adopsi teknologi. Fakta menunjukkan bahwa sekitar 90% populasi ternak ruminansia di Indonesia berada di tangan petani dan sebagian besar dipelihara secara tradisional sebagai tabungan dan tenaga kerja dengan rata-rata pemilikan 1-2 ekor sapi/keluarga.⁷ Dalam kondisi ini, petani sulit melaksanakan pemeliharaan intensif dengan penggunaan pakan yang bermutu (rumput dengan suplemen konsentrat).

Ke depan, pemanfaatan pakan alternatif menjadi suatu keniscayaan, seperti halnya limbah pertanian melalui sistem integrasi tanaman-ternak. Kualitas pakan alternatif umumnya berkualitas rendah, sehingga dalam pemanfaatannya harus diintegrasikan dengan teknologi yang dapat meningkatkan kinerja sistem pencernaan rumen.

Pakan aditif yang dikembangkan berdasarkan prinsip optimalisasi kinerja sistem pencernaan rumen ternak, yang mampu mendegradasi serat dan sintesis protein mikroba secara maksimal dan efektif menekan metanogenesis, merupakan teknologi yang sederhana dalam penggunaannya.⁸ Teknologi pakan aditif ini diharapkan dapat diadopsi oleh petani berskala usaha kecil. Sistem integrasi tanaman-ternak juga mampu meningkatkan kemampuan petani dalam mengadopsi berbagai

teknologi peningkatan produktivitas dan efisiensi sistem produksi ternak dan pertanian.

III. HUBUNGAN PRODUKTIVITAS DAN METANA ENTERIK PADA TERNAK RUMINANSIA

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan Hadirin yang saya hormati.

Kualitas pakan/ransum mempengaruhi tingkat kehilangan energi pakan yang dikonsumsi ternak ruminansia. Semakin tinggi kualitas pakan semakin efisien sistem pencernaan ternak dan semakin rendah kehilangan energi pakan dalam bentuk gas metana. Kondisi ini selanjutnya berdampak positif terhadap produktivitas ternak ruminansia.

3.1. Kehilangan Energi dalam Bentuk Gas Metana

Energi ransum yang dikonsumsi ternak sapi dapat hilang dalam bentuk gas metana rata-rata 8%.³ Seekor sapi potong dewasa dengan bobot badan 300 kg, konsumsi bahan kering 9 kg/hari, kandungan energi metabolisme ransum 10 MJ/kg BK, dan 1 g CH₄ setara 0,0552 MJ akan kehilangan energi ransum yang dikonsumsi sebesar 2.628 MJ/tahun, setara 47,6 kg CH₄/tahun. Populasi sapi potong pada tahun 2010 (13,6 juta ekor, setara 9,7 juta sapi potong dewasa) telah mengalami kehilangan energi sebesar $2,5 \times 10^{10}$ MJ, setara dengan kebutuhan energi untuk pemeliharaan 760.000 ekor sapi potong dewasa. Angka ini lebih besar dari jumlah sapi setara daging yang diimpor pada tahun 2010, yaitu 91.554 ton daging sapi, setara dengan 509.000 ekor sapi.

Kehilangan energi pakan yang dikonsumsi ternak ruminansia di Indonesia diperkirakan lebih dari 8% dan bahkan mungkin mencapai 12%, karena kebanyakan petani kecil belum mampu memberikan pakan konsentrat untuk ternak mereka.

3.2. Metanogenesis dalam Rumen

Metanogenesis adalah reaksi pembentukan gas metana oleh mikroba metanogen di dalam rumen. Jalur utama metanogenesis adalah melalui reaksi reduksi karbondioksida dengan hidrogen, dan gas metana yang terbentuk dilepaskan oleh ternak ruminansia melalui eruktasi 83%, pernapasan 16%, dan anus 1%.⁹ Hasil *inventory* emisi gas metana pada ternak dengan “metode IPCC 2006 Tier-1” menunjukkan emisi gas metana di tingkat nasional relatif stabil dalam periode 1998-2007, rata-rata 0,86-0,95 juta ton per tahun dengan komposisi dari ternak ruminansia 87,7%, babi 7,4%, unggas 3,8%, dan kuda 1,1%.^{3,10}

Keseimbangan transfer hidrogen antar-spesies fermentatif dan bakteri pengguna H_2 pada fermentasi substrat makromolekul pakan dapat digunakan untuk mendapatkan informasi yang diperlukan dalam proses fermentasi mikrobial. Perhitungan teoritis biotransformasi glukosa menjadi asam piruvat dan selanjutnya menjadi asam-asam lemak volatil (VFA), yang disertai dengan terbentuknya gas metana sebagai hasil reduksi CO_2 dengan H_2 , menunjukkan komposisi molar VFA mempengaruhi produksi gas metana dalam rumen. Penurunan produksi propionat sangat erat kaitannya dengan meningkatnya produksi gas metana ($R^2 = 0,774$), dan nilai rasio asetat/propionat dapat digunakan sebagai indikator tingkat produksi gas metana enterik/satuan produk ternak.^{11,12}

Sapi berproduktivitas tinggi dengan tingkat emisi gas metana rendah dengan demikian diindikasikan oleh rendahnya nilai rasio asetat/propionat.

IV. INOVASI TEKNOLOGI PAKAN RUMINANSIA RENDAH EMISI METANA

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan Hadirin yang saya hormati

Penggunaan pakan berkualitas rendah masih dominan, terutama di tingkat petani kecil. Beberapa teknologi pakan aditif yang dikembangkan mampu memperbaiki efisiensi penggunaan pakan berkualitas rendah dalam upaya peningkatan produktivitas ternak ruminansia yang rendah emisi gas metana.⁸

4.1. Teknologi Mitigasi Metana Enterik

Mitigasi emisi metana sebagai salah satu bentuk kepedulian terhadap isu pemanasan global dapat diupayakan mulai dari penyiapan pakan melalui manajemen pemberian pakan, perlakuan pakan, formulasi ransum, dan pakan imbuhan.

4.1.1. Simulasi pakan/ransum

Musim merupakan salah satu faktor yang menentukan produksi gas metana enterik. Hal ini berkaitan dengan kualitas gizi yang diberikan. Pada musim semi, kualitas rumput yang diberikan pada sapi perah cukup baik, di mana kehilangan GEI (*gross energy intake*) berkisar antara 4,5-5,3%. Sebaliknya pada musim kemarau, kualitas rumput

menurun sehingga kehilangan GEI lebih tinggi yang mencapai 6-7%, sementara kehilangan GEI ransum berbasis konsentrat berkisar antara 2-3%.^{13,14} Penggunaan rasio komposisi konsentrat/rumput yang tinggi pada domba menurunkan rasio asetat/propionat dan menekan produksi gas metana per satuan DMI (*dry matter intake*), diikuti oleh perbaikan nilai DMD (*dry matter digestibility*) dan OMD (*organic matter digestibility*). Oleh karena itu, pakan yang diberikan pada musim kemarau perlu ditingkatkan kualitas maupun kuantitasnya.

Hijauan pakan berkualitas rendah yang disuplementasi dengan energi dan protein dapat meningkatkan efisiensi pertumbuhan mikroba dan pencernaan, yang berdampak terhadap penurunan produksi gas metana per satuan produk.¹² Produksi gas metana turun hingga 20% dengan penggunaan 25% karbohidrat non-struktural dalam ransum.¹⁵ Peningkatan porsi legum dalam ransum rumput juga dapat menurunkan produksi gas metana sebesar 10-16%.¹⁶ Oleh karena itu, ransum ternak harus terdiri atas hijauan yang mengandung karbohidrat terlarut dan protein legum agar terjadi mitigasi yang lebih signifikan.

Pemberian ransum campuran *Ryegrass* dan *C. clover* dengan proporsi 70%:30% pada sapi menurunkan produksi gas metana sebesar 17-24% dibandingkan dengan pemberian 100% *Ryegrass*.¹⁷ Legum memberikan pola kinetika degradasi mikrobial yang berbeda dengan rumput gajah.¹⁸ Fermentasi mikrobial substrat *Leucaena* dengan waktu inkubasi 12 jam menghasilkan gas metana 52% lebih rendah dibandingkan dengan substrat rumput gajah (0,097 vs 0,2 mol CH₄/mg OM).¹⁹ *Gliricidia* memproduksi gas metana dalam jumlah yang lebih sedikit dibandingkan dengan *Leucaena* dan *Calliandra*, masing-masing 0,07; 0,097; dan 0,126 mol CH₄/mg OM.²⁰ *Leguminosa* pohon yang mengandung senyawa sekunder tanin seperti *Calliandra* dan saponin seperti *Sesbania* dapat berfungsi menekan

produksi gas metana. Ransum campuran rumput gajah dan kaliandra (2:1) dapat menurunkan produksi gas metana sebesar 41%.²¹

4.1.2. Teknologi menekan metanogenesis

Metanogenesis pada ternak ruminansia dapat dihambat melalui beberapa pendekatan, antara lain dengan membunuh atau menekan populasi bakteri metanogenik, menangkap H_2 (termasuk mengubah jalur reaksi metanogenesis menjadi asetogenesis) dan oksidasi gas metana. Teknologi defaunasi dan penangkapan H_2 merupakan pendekatan yang layak karena efektivitas dan nilai praktisnya lebih tinggi dalam menurunkan produksi gas metana.

4.1.2.1. Defaunasi di lingkungan rumen

Keberadaan populasi bakteri metanogen yang hidup menempel pada dinding eksternal sel protozoa ciliata dan terbentuknya hidrogen oleh aktivitas protozoa diperkirakan terkait dengan kontribusi protozoa ciliata dalam metanogenesis pada rumen sebesar 25-37%.^{22,23} Penghilangan protozoa dari rumen (defaunasi) dapat menurunkan produksi gas metana. Sebagai defaunator untuk menekan populasi protozoa dalam rumen dapat menggunakan saponin murni atau tanaman yang mengandung saponin seperti lerak (*Sapindus rarak*), jinjing (*Albizia falcataria*), turi (*Sesbania grandiflora*), dan kembang sepatu (*Hibiscus rosasinensis*).^{24,25-32}

Defaunator bahan aktif saponin dari buah lerak (*S. rarak*) dengan dan tanpa ekstraksi menurunkan produksi gas metana masing-masing sebesar 31% dan 21%.³² Jika menggunakan ekstrak kasar saponin dari buah lerak, populasi protozoa menurun 69-80% secara *in vitro* dan 45-57% secara *in vivo*, sementara populasi bakteri meningkat 49-68% dan menurunkan rasio asetat/propionat 38% (1,37 vs 2,2).²⁸⁻³³

Domba yang diberi pakan aditif defaunator ekstrak saponin buah lerak menunjukkan kenaikan bobot badan harian (ADG: *average daily gain*) sebesar 40-44% dengan peningkatan efisiensi penggunaan pakan (FCR: *feed conversion ratio*) 20%, meningkatkan nilai pencernaan substrat pakan 5%, dan menurunkan rasio asetat/propionat 13% (2,67 vs 3,07).^{29,31,34} Sapi yang diberi pakan aditif defaunator ekstrak saponin buah lerak menunjukkan kenaikan bobot badan harian (ADG) sebesar 20%.³⁵

4.1.2.2. Introduksi pengguna H₂

Semua komponen yang memiliki afinitas terhadap H₂ dalam sistem pencernaan rumen, baik senyawa kimia maupun mikro-organisme, dapat menurunkan produksi gas metana enterik. Senyawa-senyawa kimia seperti asam-asam lemak berantai panjang tidak jenuh, ion ferri, dan ion sulfat nyata menurunkan produksi gas metana enterik.^{32,36,37} Ion ferri (Fe³⁺) mampu menurunkan produksi gas metana enterik 22%, ion SO₄²⁻ 10%, dan asam lemak berantai panjang tidak jenuh 11%.³²

Suatu alternatif untuk mengurangi metanogenesis rumen dapat disimulasi oleh bakteri asetogenik. Bakteri yang dapat melaksanakan asetogenesis reduktif telah berhasil diisolasi dari rumen.^{38,39} Telah ditemukan dua spesies bakteri asetogenik yang diisolasi dari sumber rumen rusa, yaitu *Acetoanaerobium noterae* dan *Acetobacterium woodii*.³⁸ Penggunaan kedua jenis bakteri ini berdampak positif terhadap kenaikan produktivitas ternak ruminansia, namun asetogen reduktif tidak mampu bersaing dengan bakteri metanogenik untuk dapat tumbuh dan berkembang di dalam rumen. Oleh sebab itu, introduksi sediaan asetogen dalam rumen perlu disertai dengan perlakuan defaunasi. Secara *in vitro*, inokulum sediaan bakteri *A. woodii* menekan produksi gas metana enterik sebesar 9,4%, dan meningkat menjadi 12,4% bila penggunaannya dikombinasikan dengan proses

defaunasi.³⁸ Begitu juga bakteri *A. noterae*, yang dapat menekan produksi gas metana enterik sebesar 11,6% dan bila dikombinasikan dengan defaunasi meningkat menjadi 19,1%.

Domba yang diberi kombinasi aditif isolat bakteri asetogenik (*A. noterae*) dan defaunator meningkatkan bobot badan harian sebesar 32% (59,5 vs 45,2 g) dengan perbaikan efisiensi 26%, meningkatkan nilai DMD 4% (48,4 vs 46,5%), dan menurunkan produksi gas metana 15% (58,8 vs 69,5 ml/g DOM).⁴⁰

4.2. Inhibitor Metanogenesis sebagai Pakan Aditif

Telah dikemukakan bahwa komponen-komponen defaunator dan pengguna H₂ dapat berperan sebagai inhibitor metanogenesis, dan berdampak positif terhadap beberapa parameter produktivitas seperti meningkatnya pencernaan pakan, penambahan bobot badan, dan efisiensi penggunaan pakan. Untuk itu telah dikembangkan sistem campuran pakan aditif yang komponen utamanya terdiri atas defaunator (sumber senyawa saponin dari *sapindus rarak*, *albizia* dan *sesbania*) dan komponen pengguna H₂ (Fe³⁺ dan *A. noterae*). Komponen lain yang dicampurkan adalah pemicu pertumbuhan bakteri dan degradasi substrat serat kasar.^{30,41-44} Campuran ini disiapkan menjadi sistem sediaan pakan aditif multi-fungsi dengan nama *complete rumen modifier* (CRM).⁸

Secara *in vitro*, ekstrak kasar saponin buah lerak dapat meningkatkan populasi bakteri hingga 68% dan meningkat lagi dengan penambahan Cu, Zn, dan molases berturut-turut sebesar 24%, 12%, dan 47% lebih tinggi daripada pengaruh ekstrak kasar saponin buah lerak.³⁰ Di samping itu, Cu dapat meningkatkan pertumbuhan bakteri fibrolitik cocci dan batang masing-masing sebesar 104% (15,1 x 10⁹ vs 7,4 x 10⁹ cfu/ml) dan 11% (8,9 x 10⁹ vs 8,0 x 10⁹ cfu/ml), dan juga

meningkatkan aktivitas bakteri fibrolitik cocci dan batang dalam mendegradasi substrat selulosa masing-masing 25% dan 13%. Pengaruh yang sama juga diperlihatkan oleh mineral Zn yang meningkatkan pertumbuhan bakteri fibrolitik cocci dan batang masing-masing sebesar 122% ($16,4 \times 10^9$ vs $7,4 \times 10^9$ cfu/ml) dan 59% ($12,7 \times 10^9$ vs $8,0 \times 10^9$ cfu/ml), serta meningkatkan aktivitas bakteri fibrolitik cocci dan batang dalam mendegradasi substrat selulosa masing-masing 16% dan 28%.⁴³

4.3. CRM untuk Sistem Produksi Rendah Emisi Metana

CRM sebagai inhibitor metanogenesis berfungsi untuk meningkatkan kinerja sistem pencernaan rumen sehingga dapat memperbaiki produktivitas ternak ruminansia.^{8,21,45-48} CRM dapat meningkatkan pertambahan bobot badan harian domba sebesar 30-47% dengan perbaikan efisiensi penggunaan pakan 18% dan menurunkan produksi gas metana 17-40%.^{8,47} CRM juga dapat menurunkan populasi protozoa sebesar 56-59%, meningkatkan populasi bakteri 33-50%, meningkatkan nilai pencernaan substrat pakan 4,5-10%, meningkatkan kandungan VFA rumen 15-17%, dan meningkatkan efisiensi konversi protein yang terserap menjadi protein jaringan tubuh 37,5%.⁸ Pada sapi perah, CRM meningkatkan kandungan lemak susu 12% dan pada kambing perah meningkatkan produksi susu 67% dan kandungan lemak susu 25%.^{21,46}

Pengukuran emisi gas metana secara langsung (*in vivo*) dengan menggunakan alat *respiration chamber* pada domba menunjukkan bahwa CRM dapat menurunkan produksi metana enterik 22% dalam satuan gram metana per ekor per hari (14,6 vs 18,7) atau 40% dalam satuan gram metana per gram kenaikan bobot badan (0,18 vs 0,30).⁴⁷ Pengukuran langsung dengan alat masker juga menunjukkan bahwa pemberian CRM pada ransum domba menyebabkan terjadinya

penurunan gas metana enterik 21% atau 23% jika dihitung dalam satuan liter metana per kg BK ransum yang dikonsumsi.⁴⁸

Peningkatan kinerja sistem pencernaan rumen dengan penambahan CRM telah menunjukkan manfaatnya dalam meningkatkan produktivitas ternak ruminansia dengan emisi gas metana enterik yang lebih rendah.

V. ARAH DAN STRATEGI PENGEMBANGAN

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan Hadirin yang saya hormati

Usaha penyediaan pakan yang berkualitas dan diperkuat dengan pakan aditif yang sesuai akan memperoleh tiga keuntungan, yaitu meningkatkan produktivitas, efisiensi produksi, dan menurunkan emisi gas metana per satuan produk. Hal ini relevan dengan upaya penyediaan pangan hewani berkecukupan dan berkelanjutan, sesuai dengan program swasembada daging sapi dan program mitigasi GRK untuk menekan pemanasan global dan perubahan iklim.

5.1. Arah Pengembangan

Pengembangan inovasi teknologi pakan ternak rendah emisi gas metana diarahkan untuk mengatasi masalah yang berkaitan dengan upaya peningkatan produksi ternak ruminansia dan pelestarian lingkungan, baik nasional maupun internasional.

5.1.1. Kepentingan nasional

Secara nasional, pengembangan teknologi pakan rendah emisi gas metana pada ternak sapi harus diarahkan untuk tetap meningkatkan

produksi daging dalam negeri sehingga tidak bergantung lagi dari daging/sapi bakalan impor.

5.1.2. Partisipasi internasional

Mengacu kepada Kyoto Protocol (1997), komitmen Pemerintah RI dalam menurunkan emisi GRK (Perpres nomor 61 tahun 2001 tentang RAN-GRK) serta keikutsertaan Indonesia sebagai negara anggota dalam Global Research Alliance on Agricultural Greenhouse Gases, maka pengembangan teknologi mitigasi metana, khususnya pada ternak sapi, diarahkan kepada sistem produktivitas yang efisien dan rendah emisi. Dalam hal ini, implementasi teknologi mitigasi ditekankan pada upaya penurunan emisi gas metana per satuan produk ternak, sehingga usaha peningkatan populasi dan produksi daging sapi dalam memenuhi kebutuhan nasional tidak terganggu, baik dari aspek pemanasan global/perubahan iklim maupun secara politis.

5.2. Strategi Pengembangan

Ada tiga strategi yang dapat dikembangkan dalam sistem produksi ternak ruminansia rendah emisi gas metana.

5.2.1. Percepatan budi daya tanaman leguminosa

Pengembangan budi daya tanaman leguminosa pohon ke kawasan peternakan merupakan salah satu cara yang dapat diupayakan untuk memenuhi kebutuhan hijauan pakan rendah emisi gas metana enterik. Selain rendah emisi gas metana enterik, tanaman leguminosa pohon yang dimanfaatkan sebagai sumber protein hijauan pakan juga penting artinya sebagai tanaman pelindung, konservasi, dan penyimpanan air.

5.2.2. Pengembangan pakan aditif

Pengembangan CRM ke depan perlu disiapkan dalam bentuk *block*. CRM generasi kedua juga perlu dikembangkan berdasarkan formula baru yang didukung oleh ketersediaan bahan lokal seperti kaliandra (*Calliandra callothyrsus*), batang pisang (*Musa paradisiaca*), daun bunga sepatu (*Hibiscus rosasinensis*), daun jambu biji (*Psidium guajava*), dan fraksi cair minyak sawit yang didinginkan.

5.2.3. Pengembangan peternakan sistem kelompok

Meningkatkan kemampuan petani mengadopsi inovasi teknologi dengan sistem kelompok dan sistem integrasi tanaman-ternak (SITT) akan mampu membangun model penyediaan pakan secara bersama-sama seperti *feedmill* mini. SITT ini dapat memanfaatkan secara optimal limbah dan hasil samping berbagai tanaman guna mendukung sistem pertanian bebas limbah (*zero waste*).

VI. KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan Hadirin yang saya hormati

Berdasarkan pemaparan tadi dapat ditarik kesimpulan dan implikasi kebijakan sebagai berikut.

6.1. Kesimpulan

1. Perbaikan produksi dan mitigasi gas metana enterik pada ternak ruminansia dapat diupayakan dengan pendekatan manajemen

pemberian pakan, pengaturan rasio sumber serat dan sumber protein, dan penggunaan aditif bahan inhibitor metanogenesis.

2. CRM sebagai bentuk pakan aditif yang diarahkan bekerja sebagai rumen modifier telah menghasilkan sistem pencernaan rumen yang mampu menekan metanogenesis.
3. CRM dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan usaha ternak ruminansia dengan sistem produksi yang efisien dan rendah emisi gas metana. CRM meningkatkan pertambahan bobot badan harian hingga 47%, perbaikan efisiensi penggunaan pakan hingga 18%, meningkatkan produksi susu hingga 67%, kandungan lemak susu hingga 25%, dan menurunkan produksi gas metana enterik hingga 40%.

6.2. Implikasi Kebijakan

Dalam pengembangan inovasi teknologi pakan aditif ternak rendah emisi gas metana enterik diperlukan dukungan kebijakan sebagai berikut.

1. Kebijakan program pengembangan teknologi pakan ternak rendah emisi gas metana yang mampu meningkatkan produktivitas dan efisiensi produksi ternak ruminansia.
2. Kebijakan advokasi dan sosialisasi inovasi teknologi pakan aditif ternak rendah emisi gas metana, khususnya CRM, menggunakan bahan lokal untuk mendorong pengembangan inovasi sistem integrasi tanaman-ternak.
3. Kebijakan pengembangan penelitian untuk menjawab tantangan pengembangan teknologi pakan ramah lingkungan, khususnya teknologi pakan aditif CRM, menuju swasembada daging sapi dan memantapkan ketahanan pangan nasional.

VII. PENUTUP

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan Hadirin yang saya hormati

Peningkatan produksi ternak ruminansia dengan dukungan teknologi pakan aditif akan menepis anggapan bahwa peningkatan produksi ternak ruminansia hanya akan meningkatkan pencemaran lingkungan. Bahkan sebaliknya, emisi gas metana dari ternak dapat ditekan dan karbon yang hilang pada cara peternakan tradisional dapat dikonversi menjadi energi bagi ternak ruminansia untuk meningkatkan efisiensi produksinya.

Inovasi teknologi peternakan perlu terus digalakkan, terutama dari aspek produksi dan reproduksi. Namun terkendala dalam penerapannya, antara lain menyangkut biaya dan kemampuan adopsi petani skala kecil yang sangat rendah. Oleh karena itu, teknologi pilihan untuk optimalisasi produksi harus menggunakan bahan murah dan tersedia dengan pengolahan yang mudah dilakukan peternak.

Inovasi teknologi yang dipaparkan di atas bertujuan untuk memperbaiki produktivitas dan efisiensi produksi ternak ruminansia dengan cara memperkecil rasio laju peningkatan emisi gas metana enterik per satuan laju produksi.

Allah SWT telah menetapkan manusia sebagai khalifah di muka bumi. Dalam menjalankan tugas dan fungsi yang diberikan hendaklah sesuai dengan aturan dan hukum yang ditetapkan-Nya. Jadilah seorang khalifah bumi yang berilmu dan bijaksana, bahwa hak hidup di permukaan bumi bukan hanya untuk manusia saja tapi juga makhluk lain seperti tanaman dan hewan. Allah SWT telah memberikan petunjuk kepada kita bagaimana seharusnya manusia berperilaku sebagai bagian dari makhluk-Nya dalam menjalankan kehidupan di dunia, khususnya dalam kegiatan pertanian dan peternakan. Sebagaimana firman-Nya:

“Dialah yang telah menurunkan air hujan dari langit untuk kamu, sebagiannya menjadi minuman dan sebagiannya (menyuburkan) tumbuh-tumbuhan, yang pada (tempat tumbuhnya) kamu menggembalakan ternakmu”
[Surat: 16 (An Nahl): 10]

UCAPAN TERIMA KASIH

Majelis Pengukuhan Profesor Riset dan hadirin yang saya hormati

Alhamdulillahirrabbilamiin

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wata’ala atas segala rahmat dan karunia-Nya. Atas izin-Nya jugalah saya dapat menyelesaikan dan menyampaikan orasi ilmiah ini di depan majelis yang terhormat dan hadirin sekalian.

Selanjutnya, rasa hormat dan terima kasih, saya sampaikan kepada Bapak Menteri Pertanian, Kepala Badan Litbang Pertanian, Sekretaris Badan Litbang Pertanian, Tim Penilai Peneliti Instansi (TP2I) Kementerian Pertanian, Kepala LIPI, Kepala Pusbindiklat Peneliti-LIPI dan Tim Penilai Peneliti Pusat (TP3), atas kepercayaan yang diberikan kepada saya untuk mengemban tugas sebagai Peneliti Utama bidang Pakan dan Nutrisi Ternak.

Terima kasih dan penghargaan saya sampaikan pula kepada Kepala Puslitbang Peternakan, dan Kepala Balai Penelitian Ternak atas kepercayaan, bimbingan, dan fasilitas yang diberikan. Hal serupa juga disampaikan kepada teman-teman peneliti, teknisi, pustakawan, dan administrasi yang telah banyak membantu saya dalam menjalankan tugas sebagai peneliti.

Dengan tulus saya ucapkan terima kasih atas arahan, bimbingan, saran, koreksi dan dorongan moril yang diberikan oleh evaluator Badan Litbang Pertanian: Prof. Dr. Irsal Las, Prof. Dr. Subandriyo, Prof. Dr. Elna Karmawati, Prof. Dr. Abdul Karim Makarim, Prof. Dr. Made Oka Andyana, Prof. Dr. Husein Sawit, Prof. Dr. Tjeppy Sudjana (khususnya Prof. Dr. Irsal Las dan Prof. Dr. Subandriyo yang memberikan pendampingan sejak putaran pertama hingga selesainya naskah orasi ini); evaluator LIPI: Prof. Dr. Baharuddin Tappa; evaluator Puslitbangnak: Prof. Dr. Kusuma Diwyanto, Prof. Uka Kusnadi, Prof. Dr. Kuswandi, Prof. Dr. Ismeth Inounu, Prof. Dr. I Wayan Mathius dan Prof. Dr. Arnold Sinurat. Juga saya sampaikan terima kasih kepada Prof. Dr. Budi Haryanto dan Prof. Dr. Argono Rio Setioko yang telah memberikan saran dan semangat. Atas kesempatan, arahan, dan sarannya, saya ucapkan terima kasih kepada Ketua dan Anggota Sidang Majelis Pengukuhan Profesor Riset.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bpk. Hermanto, S.Sos yang telah menyunting redaksional naskah orasi dan hal serupa juga disampaikan kepada Bpk. Ahmadi Riyanto atas bantuannya dalam pembuatan bahan tayangan orasi ilmiah ini.

Kepada Panitia Penyelenggara saya sampaikan pula terima kasih atas segala jerih payahnya sehingga acara ini terselenggara dengan baik dan lancar.

Terima kasih dan penghargaan saya sampaikan kepada para guru dan dosen saya sejak sekolah di TK, SR, hingga S3, dan guru mengaji (membaca Al Quran dan akhlak budi pekerti), yang telah berjasa dalam mendidik saya.

Dari lubuk hati yang paling dalam dan khusyuk, perkenankanlah saya memohonkan doa dan ampunan bagi Ibunda Nuraya (almarhumah) dan Ayahanda Thalib Pkh Bagindo (almarhum) yang

telah melahirkan, mengasuh, membesarkan, dan mendidik saya dengan penuh kasih sayang. *Allahummagfirlahuma warhamhuma wa'afihuma wa'fuanhuma*. Doa mohon ampunan juga saya panjatkan kehadiran Allah SWT untuk nenek saya, Nenek Muani (almarhumah), Nenek Pisa (almarhumah), Nenek Darama (almarhumah), dan untuk kedua mertua saya, Mama Hasnah (almarhumah) dan Papa Djamuhier (almarhum).

Dari dalam hati yang tidak pernah luntur, kasih sayang yang tulus saya sampaikan kepada istri tercinta, Suhatri binti Djamuhier, anak-anak kami Henry-Rahmi beserta cucu Hareth, Vitvalianto-Esty beserta cucu Keandre dan Valen, Qonita-Iskandar beserta cucu Alesha, yang telah menggairahkan rasa cinta, rasa kasih sayang, dan rasa bahagia yang tidak pernah putus berkat pengertian, kesetiaan dan kesabaran yang mereka berikan. Terima kasih yang tulus saya sampaikan kepada adik-adik kandungku, Yasmaita, Yusmaiti, dan Taufik Maison atas kesetiaan, pengertian, dan dukungan moril yang mereka berikan. Terima kasih yang tulus saya sampaikan pula kepada Udo Nurdeli, Etek Yusni, dan Ocu Nurlela.

Mohon maaf atas segala kesalahan dan kekurangan dalam penyampaian orasi ilmiah ini, semoga Allah SWT melimpahkan taufik dan hidayah serta perlindungan-Nya kepada kita semua. Amin.

Wabillahi taufik wal hidayah,

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2011. Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan. Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, Jakarta.
- 2 Steinfeld, H., P. Gerber, V. Castle, M. Rosales, C. de Haan. 2006. Livestock's Long Shadow. Environmental Issues and Options. FAO, Rome, Italy.
- 3 Thalib A., Suryahadi, A. Unadi, I. Amien, B. Haryanto, E. Noor, I. G. Permana, T. Herawati dan W. Estiningtyas. 2008. Verifikasi laju emisivitas gas rumah kaca pada peternakan. Laporan, KP₃I-sektor ternak 2008. BBSDLP, Bogor.
- 4 Johnson K.A., D.E. Johnson. 1995. Methane emissions from cattle. J. Anim. Sci. 73: 2483–2492.
- 5 NRC. 1976. Nutrient Requirements of Domestic Animals: Nutrient Requirements of Beef Cattle. Fifth Ed. National Academy of Sciences. Washington, DC.
- 6 ARC. 1980. Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Agric. Res. Council. Commonwealth Agricultural Bureau. Farnham Royal, England.
- 7 Kusnadi, U. 2007. Inovasi Teknologi Peternakan Dalam Sistem Integrasi Tanaman-Ternak (SITT) Untuk Menunjang Swasembada Daging Sapi Tahun 2010. Orasi Pengukuhan Profesor Riset. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta, 25 Juni 2007.
- 8 Thalib, A., Y. Widiawati and B. Haryanto. 2010. Penggunaan *complete rumen modifier* (CRM) pada ternak domba yang diberi hijauan pakan berserat tinggi. JITV 15(2):97-104.
- 9 Vlaming J.B. 2008. Quantifying variation in estimated methane emission from ruminants using the SF₆ tracer technique. A Thesis

- of Doctor of Phylosophy in Animal Science. Massey University, Palmerston North, New Zealand.
- 10 IPCC, 2006. Emission from Livestock and Manure Management. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chp.10.
 - 11 Demeyer D.I.1991. Quantitative aspects of microbial metabolism in the rumen and hindgut. In: Jouany J.P. (Ed.), Rumen Microbial Metabolism & Ruminant Digestion, INRA Éditions, Science Update, Paris. pp. 217-237.
 - 12 Moss, A.R., J.P. Jouany, and J. Newbold. 2000. Methane production by ruminants: its contribution to global warming. *Annales de Zootechnie* 49: 231-253.
 - 13 Robertson, L.J. and G.C. Waghorn. 2002. Dairy industry perspectives on methane emissions and production from cattle fed pasture or total mixed rations in New Zealand. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. pp. 213-218.
 - 14 Monteny, G.J., A. Bannink, D. Chadwick. 2006. Greenhouse gas abatement strategies for animal husbandry. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 112: 163-170.
 - 15 van Soest, P.J. 1982. *Nutritional ecology of the ruminant*. Corvallis, Oregon. O. and B. Books Inc.
 - 16 McCaughey, W.P., K. Wittenberg and D. Corrigan. 1999. Impact of pasture type on methane production by lactating beef cows. *Canadian Journal of Animal Science* 79:221-226.
 - 17 Beauchemin, K.A., M. Kreuzer, F. O'Mara and T.A. McAllister. 2008. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 48: 21-27.
 - 18 Widiawati, Y. and A. Thalib. 2006. Comparison fermentation kinetics (*in vitro*) of grass and shrub legume leaves: The pattern

- of gas production, organic matter degradation, pH and NH_3 production. JITV 11(4):266-272.
- 19 Widiawati, Y. and A. Thalib. 2007. Comparison fermentation kinetics (*in vitro*) of grass and shrub legume leaves: The pattern of VFA concentration, estimated CH_4 and microbial biomass production. JITV 12 (2): 96-104.
 - 20 Widiawati, Y., M. Winugroho, E. Teleni and A. Thalib. 2007. Fermentation kinetics (*in vitro*) of *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* and *Calliandra calothyrsus* leaves (3) the pattern of gas production, organic matter degradation, pH, NH_3 and VFA concentration; Estimated CH_4 and microbial biomass production. JITV 12(3):202-211.
 - 21 Sukmawati, N.M.S., I.G. Permana, A. Thalib dan S. Kompiani. 2011. Pengaruh *complete rumen modifier* (CRM) dan *Calliandra calothyrsus* terhadap produktivitas dan gas metan enterik pada kambing perah PE. JITV 16 (3):173-183.
 - 22 Newbold, C.J., B. Lassalas and J.P. Jouany. 1995. The importance of methanogenesis associated with Ciliata Protozoa in ruminal methane production *in vitro*. Lett. Appl. Microbiol. 21: 230-234.
 - 23 Hegarty, R.S. 1999. Reducing rumen methane emissions through elimination of rumen protozoa. Australian Journal of Agriculture.
 - 24 Lu C.D., N.A. Jorgensen. 1987. Alfalfa saponines affect site and extent of nutrient digestion in ruminants. J. Nutr. 117: 319-327.
 - 25 Teferedegne B., F. McIntosh, P.O. Osuji, A. Odenyo, R.J. Wallace, C.J. Newbold. 1999. Influence of foliage from different accessions of the sub-tropical leguminous tree, *Sesbania sesban*, on ruminal protozoa in Ethiopia and Scottish Sheep, Anim. Feed Sci. Technol. 78:11-20.

- 26 Thalib, A., D. Suherman, H. Hamid, M. Winugroho dan M. Sabrani. 1994. Buah lerak (*Sapindus rarak* DC) dan prospek pemanfaatannya pada ruminan. *Dalam: Usaha Ternak Skala Kecil Sebagai Basis Industri Peternakan di Daerah Rapat Penduduk. Pros. Pertemuan Nasional Pengolahan dan Komunikasi Hasil-Hasil Penelitian. Semarang, 8-9 Februari, 1994. Hal. 645-655.*
- 27 Thalib, A., M. Winugroho, M. Sabrani, Y. Widiawati dan D. Suherman. 1994. Penggunaan ekstrak metanol buah lerak (*Sapindus rarak* DC) untuk menekan pertumbuhan protozoa dalam rumen. *Ilmu dan Peternakan* 7(2): 17-21.
- 28 Thalib A., Y. Widiawati, H. Hamid, D. Suherman, M. Sabrani. 1995. The effect of saponins from *Spinadus rarak* fruit on rumen microbes and host animal growth, *Ann. Zootech.* 44 (1995) 161.
- 29 Thalib A, Y. Widiawati, H. Hamid, D. Suherman dan M. Sabrani. 1996. The effects of saponin from *Sapindus rarak* fruit on rumen microbes and performance of sheep. *JITV* 2, 17-20.
- 30 Thalib, A., D. Devi, Y. Widiawati dan Z.A.Mas'ud. 1998. Efek kombinasi defaunator dengan faktor pertumbuhan mikroba terhadap pencernaan ruminal jerami padi. *JITV* 3 (3): 171-175.
- 31 Thalib, A., B. Haryanto, H. Hamid, D. Suherman dan Mulyani. 2001. Pengaruh kombinasi defaunator dan probiotik terhadap ekosistem rumen dan performans ternak domba. *JITV* 6 (2): 83-88.
- 32 Thalib, A. 2004. Uji efektivitas saponin buah *Sapindus rarak* sebagai inhibitor metanogenesis Secara *in vitro* pada sistem pencernaan rumen. *JITV* 9 (3): 164-171.
- 33 Thalib, A., Y. Widiawati, dan H. Hamid. 2004. Uji efektivitas isolat bakteri hasil isolasi mikroba rumen dengan media asetogen sebagai inhibitor metanogenesis. *JITV* 9 (4): 233-238.

- 34 Wina, E. 2005. The utilization of *Sapindus rarak* DC saponins to improve ruminant production through rumen manipulation. PhD Thesis. Uni of Hohenheim, Germany. Verlag Grauer-Beuren, Stuttgart, 143 p.
- 35 Astuti D.A, E. Wina, B. Haryanto dan S. Suharti. 2007. Peningkatan Produksi dan Respon Kebal Sapi Potong Melalui Pakan Aditif Lerak (*Sapindus Rarak* De Candole) pada Pemberian Ransum Berbasis Jerami Padi. Laporan Penelitian KKP3T. Badan Litbang Pertanian-IPB.
- 36 Machemuller, A. 2006. Medium-chain fatty acids and their potential to reduce methanogenesis in domestic ruminants. *Agric. Ecosyst. Environ.* 112:107-114.
- 37 Obashi, Y., K. Ushida, K. Miyasaki, and K. Kojima. 1995. Effect of initial sulfate level on electron partition between methanogenesis and sulfate reduction in the rumen. Sattelite symposium of IVth International Symposium on the Nutrition of Herbivores. Clermont-Fd., France: 42.
- 38 Thalib A. 2008. Isolasi dan identifikasi bakteri asetogenik dari rumen rusa dan potensinya sebagai inhibitor metanogenesis. *JITV* 13 (3): 197-206.
- 39 Morvan B., J. Doré, F. Rieu-Lesme, L. Foucat, G. Fonty, P. Gouet. 1994. Establishment of hydrogen utilizing bacteria in the rumen of the newborn lamb, *FEMS Microbiol. Lett.* 117: 249-256.
- 40 Thalib, A. dan Y. Widiawati. 2008. Efek pemberian bakteri *Acetoanaerobium noterae* terhadap performans dan produksi gas metana pada ternak domba *JITV* 13(4):273-278.
- 41 Thalib, A. dan Y. Widiawati. 1995. Manipulasi fermentasi rumen dengan faktor pertumbuhan mikroba. Pros. Sem. Hasil Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi II. Puslitbang Biotek., LIPI. Bogor, 6-7 September 1994. Hal. 307-312.

- 42 Thalib, A. dan Y. Widiawati. 1995. Pengaruh phenylpropionic acid terhadap populasi bakteri dan degradasi mikrobial substrat jerami padi. Pros. Sem. Nas. Sains dan Teknologi Peternakan. Ciawi, Bogor, 25-26 Januari 1995. Balitnak. Hal. 102-108.
- 43 Thalib, A., B. Haryanto, S. Kompiang, I.W.Mathius and A. Aini. 2000. Pengaruh mikromineral dan fenilpropionat terhadap performans bakteri selulolitik cocci dan batang dalam mencerna serat hijauan pakan. JITV 5(2): 92–99.
- 44 Thalib, A. 2002. Pengaruh imbuhan faktor pertumbuhan mikroba dengan dan tanpa sediaan mikroba terhadap performans kambing peranakan Etawah (PE). JITV 7(4): 220-226
- 45 Thalib, A. dan Y. Widiawati. 2008. Peningkatan produksi dan kualitas susu dengan emisi gas metan yang rendah melalui pemberian RMK sebagai imbuhan pada ransum sapi perah. Pros. Prospek Industri Sapi Perah Menuju Perdagangan Bebas 2020, Jakarta 21 April 2008. Puslitbangnak dan STEKPI. Hal. 82-87.
- 46 Thalib, A., P. Situmorang, I.W. Mathius, Y. Widiawati and W. Puastuti. 2011. Utilization of the complete rumen modifier on dairy cows. JITAA 36(2): 137-142.
- 47 Thalib A., Y. Widiawati, W. Puastuti and Firsoni. 2011. Use a chamber method to verify the effectiveness of a complete rumen modifier reducing the enteric methane on ruminants. Submitted. Journal of Integrative Environ. Sciences. Special Issue on Non-CO₂ Greenhouse Gasses.
- 48 Yulistiani, D., W. Puastuti, A. Thalib, B. Haryanto dan A. Purnomoadi. 2012. Evaluasi pemanfaatan limbah tanaman jagung sebagai pakan ruminansia yang disuplementasi CRM untuk meningkatkan efisiensi produksi > 15% dan mengurangi emisi metana. Laporan Penelitian APBN-2011. Balitnak, Bogor.

DAFTAR KARYA ILMIAH

1. Alexander, P.W., R.J. Finlayson, L.E. Smythe and **A. Thalib**. 1982. Rapid flow analysis with inductively coupled plasma atomic-emission spectroscopy using a micro-injection technique. *Analyst* 107: 1335-1342.
2. Alexander, P.W., and **A. Thalib**. 1983. Nonsegmented rapid-flow analysis with ultraviolet/visible spectrophotometric determination for short sampling times. *Anal. Chem.* 55(3):497-501.
3. **Thalib, A.**, B. Tangendjaja, D. Suherman and I. Sutikno. 1985. Evaluation of the chemical composition of kapok seed meal as ration ingredient for broiler chickens. Research Report. Research Institute for Animal Production. Bogor. p. 20.
4. Sutikno, I., **A. Thalib** dan B. Tangendjaja. 1989. Penurunan kadar gossipol dalam biji kapas. Sem Nas. Peranan Kimia dalam Mengembangkan Agribisnis. HKI, Ujung Pandang, 25-27 Juli 1989. Buku 1: 1-8.
5. **Thalib, A.**, I. Sutikno, dan D. Suherman. 1989. Detoksifikasi minyak dan bungkil biji kapuk dengan proses pemanasan dan sulfitasi. Sem. Nas. Peranan Kimia dalam Mengembangkan Agribisnis. HKI, Uj. Pandang, 25-27 Juli 1989. Buku 1. Hal. 9-18.
6. **Thalib, A.**, I. Sutikno dan A. Saladini. 1989. Penetapan kadar gossipol total dalam biji kapas dengan metode HPLC. Sem. Nas. Peranan Kimia dalam Mengembangkan Agribisnis. HKI, Uj. Pandang, 25-27 Juli 1989. Buku 2. Hal. 1-16.

7. **Thalib, A., I. Barchia, R. Dharsana, I. Sutikno dan Triyantini.** 1990. Detoksifikasi sifat racun minyak biji kapuk secara pemanasan dan pengaruhnya terhadap ayam pedaging. Pros. Sem. Nas. Pemanfaatan Limbah Pertanian dan Pendayagunaan Lahan Kritis dalam Upaya Meningkatkan Pendapatan Masyarakat. UNDIP, Semarang, 13 Oktober 1988. Hal. 176-180.
8. Winugroho, M., **A. Thalib** dan Mulyani. 1990. Metal berat zeolit mempengaruhi efektivitas kerja mikro-organisma rumen. Seminar Zeo Agroindustri. PPSKI-HKTI-UNPAD, Bandung, 18-19 Juli 1990. Hal. 274-276.
9. **Thalib, A.** 1993. Intoduksi larutan contoh dengan teknik mikroinjeksi pada spektrofotometri serapan atom. Pros. Sem. Nas. Kimia dan Pembangunan. HKI, Bandung, 25-26 Nopember 1992. Hal. 182-192.
10. Winugroho, M., M. Sabrani, P. Punarbowo, Y. Widiawati and **A. Thalib.** 1993. Non-genetic approach for selecting rumen fluid containing specific microorganisms (Balitnak method). Ilmu dan Peternakan 6 (2): 5-9.
11. **Thalib, A., M. Jahja dan D. Suherman.** 1993. Mengatasi gangguan dan optimalisasi kondisi operasional pada spektrofotometer serapan atom. IndoKimia 1(2): 21-23.
12. **Thalib, A.** 1993. Determinasi multi-element dengan teknik mikroinjeksi pada ICPAES. Warta Kimia Analitik VII (10): 10-13.
13. **Thalib, A., I. Sutikno, dan D. Suherman.** 1993. Analisis asam sterkulat dari biji kapuk dengan metoda khromatografi gas. IndoKimia 1(3): 11-17.

14. **Thalib, A., D. Suherman, H. Hamid, M. Winugroho, dan M. Sabrani.** 1994. Buah lerak (*Sapindus rarak DC*) dan prospek pemanfaatannya pada ruminan. Dalam: Usaha Ternak Skala Kecil sebagai Basis Industri Peternakan di Daerah Rapat Penduduk. Pros. Pert. Nasional Pengolahan dan Komunikasi Hasil-Hasil Penelitian. Sub-Balitnak Klepu. Semarang, 8-9 Februari 1994. Hal. 645-655.
15. **Thalib, A., D. Suherman, H. Hamid, M. Jahja, dan M. Winugroho.** 1994. Peningkatan daya cerna jerami padi melalui proses autoclaving. Dalam: Usaha Ternak Skala Kecil sebagai Basis Industri Peternakan di Daerah Rapat Penduduk. Pros. Pertemuan Nasional Pengolahan dan Komunikasi Hasil-Hasil Penelitian. Sub-Balitnak Klepu, Semarang, 8-9 Februari 1994. Hal. 656-662.
16. Winugroho, M., **A. Thalib, Y. Widiawati, dan T. Ferminanto.** 1994. Pengaruh pengeringan dan penyimpanan isi rumen terhadap aktivitas fermentasi mikroba. Pros. Sem. Nas. Sains dan Teknologi Peternakan, Ciawi, Bogor, 25-26 Januari 1994. Puslitbangnak. Bogor. Buku I. Hal. 249-253.
17. Winugroho, M., I. Hernaman, Y. Widiawati, Dedem, Komarudin, **A. Thalib, dan M. Sabrani.** 1994. Transfer isi rumen memperbaiki bobot badan domba yang diberi jerami padi. Dalam: Usaha Ternak Skala Kecil Sebagai Basis Industri Peternakan di Daerah Rapat Penduduk. Pros. Pertemuan Nasional Pengolahan dan Komunikasi Hasil-Hasil Penelitian. Sub-Balitnak Klepu, Semarang, 8-9 Februari 1994. Hal. 555-557.
18. Winugroho, M., Y. Widiawati, I. Hernaman, Dewi K.P., L. Kadarusman, **A. Thalib, T. Bawuk, and M. Sabrani.** 1994. Buffalo-rumen fluid transfer to improve sheep performance. In:

- Sustainable Animal Production and The Environment. Proc. 7th AAAP Animal Sci. Congress Ikatan Sarjana Ilmu-Ilmu Peternakan Indonesia Vol. II: 393-394. Bali, July 11-16, 1994.
19. Sabrani, M., M. Winugroho, **A. Thalib**, K. Diwyanto dan Y. Saepudin. 1994. Teknologi Pengembangan Sapi Sumba Ongole. Balitnak. Bogor.
 20. **Thalib**, A., M. Winugroho, M. Sabrani, Y. Widiawati dan P. Punarbowo. 1994. Skrining dan evaluasi mikroba rumen fibrolitik dengan pressure transducer. Pros. Sem. Nas. Sains dan Teknologi Peternakan. Ciawi-Bogor, 25-26 Januari 1994. Buku I. Hal. 229-241. Balitnak. Bogor.
 21. **Thalib**, A., M. Winugroho, M. Sabrani, Y. Widiawati dan D. Suherman. 1994. Penggunaan ekstrak metanol buah lerak (*Sapindus rarak* DC) untuk menekan pertumbuhan protozoa dalam rumen. Ilmu dan Peternakan 7(2): 17-21.
 22. Winugroho, M., I. Hermawan, M. Hadi, T. Ferminanto, Y. Widiawati, **A. Thalib** dan M. Sabrani. 1995. Transfer cairan rumen kerbau meningkatkan pertumbuhan sapi peranakan ongole. Pros. Sem. Hasil Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi II. Bogor, 6-7 September 1994. Hal. 289-292. Puslitbang Biotek. LIPI.
 23. **Thalib**, A dan Y. Widiawati. 1995. Manipulasi fermentasi rumen dengan faktor pertumbuhan mikroba. Pros. Sem. Hasil Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi II. Bogor, 6-7 September 1994. Hal. 307-312. Puslitbang Biotek. LIPI.
 24. **Thalib**, A., H. Hamid dan D. Suherman. 1995. Pengaruh penambahan cairan rumen terhadap pencernaan bahan kering silase rumput raja. Pros. Sem. Komunikasi dan Aplikasi Hasil Penelitian

- Peternakan Lahan Kering. Sub-Balitnak Lili Kupang, 17-18 Nopember 1994. Hal. 359-367.
25. **Thalib, A.,** B. Tangendjaja, I. Sutikno dan D. Suherman. 1995. Evaluasi pemanfaatan bungkil biji kapuk pada ayam pedaging. Dalam: Pendayagunaan Hasil-Hasil Penelitian untuk Menunjang Industri Peternakan di Pedesaan. Pros. Pertemuan Ilmiah Komunikasi dan Penyaluran Hasil Penelitian. Semarang, 10 Januari 1995. Buku I. Hal. 64-70. Sub-Balitnak Klepu.
 26. **Thalib, A.** dan Y. Widiawati. 1995. Pengaruh phenylpropionic acid terhadap populasi bakteri dan degradasi mikrobial substrat jerami padi. Pros. Sem. Nas. Sains dan Teknologi Peternakan. Ciawi, Bogor, 25-26 Januari 1995. Hal. 102-108. Balitnak, Bogor.
 27. **Thalib, A.** 1995. Detoksifikasi aflatoksin dalam bahan pakan dengan zat pengikat polyvinylpolypyrrolidone. J. Ilmiah Penelitian Ternak 1(3): 43-48.
 28. **Thalib, A.,** H. Hamid dan D. Suherman. 1995. Pembuatan silase jerami padi dengan penambahan cairan rumen. Media. Fak. Peternakan UNDIP, Semarang. Edisi khusus 231-237.
 29. **Thalib, A.,** Y. Widiawati, H. Hamid, D. Suherman. and M. Sabrani 1995. The effects of saponins from *Sapindus rarak* DC fruit on rumen microbes and host animal growth. Ann Zootech 44(suppl.1): 161.
 30. **Thalib, A.,** Y. Widiawati, H. Hamid, D. Suherman. dan J. Bestari, 1996. Efek kombinasi mikroba rumen sapi-kerbau terhadap pencernaan silase jerami. Pros. Sem. Nas. Peternakan dan Veteriner. Cisarua, Bogor, 7-8 Nopember 1995. Buku 2. Hal. 617-626. Puslitbangnak. Bogor.

31. **Thalib, A.**, Y. Widiawati, H. Hamid, D. Suherman. and M. Sabrani 1996. The effects of saponins from *Sapindus rarak* fruit on rumen microbes and performance of sheep. JITV 2(1): 17-21.
32. **Thalib, A.**, Y. Widiawati, H. Hamid, D. Suherman. and J. Bestari, 1996. The effect of ensiling rice straw with rumen microbes from buffaloes on the *in vitro* digestibility. Book of Abstracts of the 47th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Lillehammer, Norway, 25-29 August 1996.
33. **Thalib, A.**, M. Winugroho, B. Haryanto, A. Prabowo, Y. Widiawati, D. Suherman, H. Hamid, P. Mahyudin dan A. Djajanegara. 1998. Manipulasi proses fermentasi pakan dalam rumen untuk meningkatkan produktivitas ternak kambing. Buku II (Edisi khusus). Laporan Hasil-Hasil Penelitian Ternak Ruminansia Kecil. Balitnak, Bogor. Hal. 194–204.
34. **Thalib, A.**, D. Devi, Y. Widiawati dan Z.A. Mas'ud. 1998. Efek kombinasi defaunator dengan faktor pertumbuhan mikroba terhadap pencernaan ruminal jerami padi. JITV 3(3):171-175.
35. Bestari, J. A.R. Siregar, **A. Thalib** dan R.H. Matondang. 1998. Pemberian molases urea blok sebagai pakan suplemen untuk meningkatkan bobot badan ternak kerbau Kabupaten Serang Jawa Barat. Pros. Sem. Nasional Peternakan dan Veteriner. Bogor, 1-2 Desember 1998. Jilid I. Hal. 419-427. Puslitbangnak, Bogor.
36. Haryanto, B., **A. Thalib**, dan Isbandi. 1998. Pemanfaatan probiotik dalam upaya peningkatan efisiensi fermentasi pakan didalam rumen. Pros. Sem. Nasional Peternakan dan Veteriner. Bogor, 1-2 Desember 1998. Jilid I. Hal. 496-502. Puslitbangnak, Bogor.

37. Bestari, J., **A. Thalib**, H. Hamid, dan D. Suherman. 1999. Kecernaan *in vivo* ransum silase jerami padi dengan penambahan mikroba rumen kerbau pada sapi peranakan Ongole. *JITV* 4 (4):237-242.
38. Siregar A.R., K. Diwyanto, E. Basuno, **A. Thalib**, T. Sartika, R.H. Matondang, J. Bestari, M. Zulfardi, M. Sitorus, T. Panggabean, E. Handi Wirawan, Y. Widiawati dan N. Supriyatna. 1998. Karakteristik dan konservasi keunggulan genetik kerbau di Pulau Jawa. Buku I (edisi khusus). Laporan Hasil-Hasil Penelitian Ternak Ruminansia Besar. Balitnak, Bogor. Hal. 10-33.
39. Sitepu, P., **A. Thalib**, R.H. Matondang, R. Dharsana, P. Situmorang, A. Suparyanto dan Santoso. 1999. Hasil kawin silang (*crossbreed*) di Propinsi Lampung. Buku I (edisi khusus). Laporan Hasil-Hasil Penelitian Ternak Ruminansia Besar dan Ruminansia Kecil. Balitnak, Bogor. Hal. 85-93.
40. Haryanto, B., **A. Thalib**, dan Isbandi. 1999. Pemanfaatan probiotik dalam upaya peningkatan efisiensi fermentasi pakan didalam rumen. Buku I (edisi khusus). Laporan Hasil-Hasil Penelitian Ternak Ruminansia Besar dan Ruminansia Kecil. Balitnak, Bogor. Hal. 190-196.
41. **Thalib, A.**, B. Haryanto, S. KOMPIANG, I.W. Mathius and A. Aini. 2000. Pengaruh mikromineral dan fenilpropionat terhadap performans bakteri selulolitik cocci dan batang dalam mencerna serat hijauan pakan. *JITV* 5 (2): 92-99.
42. Dharsana, R., **A. Thalib**, P. Sitepu, R. Matondang, P. Situmorang, T. Panggabean B. Bakrie, M. Silalahi, Fx. H. Suryanto, M. Harun, Arsyad, Sukandar dan Darmadji. 2000. Optimasi performans reproduksi sapi induk dengan pemberian flushing, mineral blok dan sinkronisasi. Buku I (edisi khusus). Laporan Hasil-Hasil

- Penelitian Ternak Ruminansia Besar, Unggas & Aneka Ternak dan Hijauan Makanan Ternak. Balitnak, Bogor. Hal. 135-140.
43. Sitepu, P., R. Dharsana, **A. Thalib**, Y. Saepudin, A. Suparyanto, N. Supriyatna, T. Panggabean, B. Bakrie, D. Margadipradja, Arsyad, I. Rohmat dan Sukandar. 2000. Optimasi crossbreeding dan evaluasi F1 (commercial breed). Buku I (edisi khusus). Laporan Hasil-Hasil Penelitian Ternak Ruminansia Besar, Unggas & Aneka Ternak dan Hijauan Makanan Ternak. Balitnak, Bogor. Hal. 141-152.
44. **Thalib, A.**, J. Bestari, Y. Widiawati, H. Hamid dan D. Suherman. 2000. Pengaruh perlakuan silase jerami padi dengan mikroba rumen kerbau terhadap daya cerna dan ekosistem rumen sapi. JITV 5 (1):1-6.
45. Kusnadi, U., **A. Thalib**, dan D. Kusdianan, 2001. Model usaha penggemukan sapi pada daerah berbasis usaha tani padi. Laporan kerja sama Balitnak-Balitpa. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
46. Mathius, I. W., D. Yulistiani, E. Wina, B. Haryanto, A. Wilson, dan **A. Thalib**. 2001. Pemanfaatan energi terlindungi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pakan pada domba induk. JITV 6 (1): 7-13.
47. **Thalib, A.**, B. Haryanto, H. Hamid, D. Suherman dan Mulyani. 2001. Pengaruh kombinasi defaunator dan probiotik terhadap ekosistem rumen dan performans ternak domba. JITV 6 (2): 83-88.
48. Sitepu, P., R. Dharsana, **A. Thalib**, Y. Saepudin, A. Suparyanto, N. Supriyatna, T. Panggabean, B. Bakrie, D. Margadipradja, Arsyad, I. Rohmat dan Sukandar. 2001. Pelaksanaan crossbreeding dan evaluasi F1 (commercial breed). Buku II (edisi khusus). Laporan Hasil-Hasil Penelitian Ternak Besar dan Hijauan Pakan Ternak. Balitnak, Bogor. Hal. 53-72.

49. **Thalib, A.,** H. Hamid, Mulyani, B. Haryanto, dan kuswandi. 2001. Teknologi penyiapan dan penyimpanan sediaan mikroba anaerobik. Buku I (edisi khusus). Laporan Hasil-Hasil Penelitian Ternak Ruminansia. Balitnak, Bogor. Hal. 145-150.
50. Haryanto, B., **A. Thalib,** Surayah dan K. Sumanto. 2001. Penggunaan probiotik dalam upaya peningkatan nilai nutrisi serat. 2001. Buku I (edisi khusus). Laporan Hasil-Hasil Penelitian Ternak Ruminansia. Balitnak, Bogor. Hal. 170-176.
51. **Thalib, A.,** P. Sitepu dan R. H. Matondang. 2001. Pengaruh flushing terhadap performans sapi dara turunan Brahman. Pros. Sem. Nas. Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 17-18 September 2001. Puslitbangnak. Bogor. Hal. 197-202.
52. Zulfardi, M. A.A. Karto, U. Kusnadi dan **A. Thalib.** 2001. Pemanfaatan jerami padi bagi usaha pemeliharaan sapi peranakan Ongole di daerah irigasi tanaman padi. Pros. Sem. Nas. Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 17-18 September 2001. Puslitbangnak. Bogor. Hal. 256-261.
53. Kusnadi, U., **A. Thalib** dan M. Zulfardi. 2001. Profitabilitas penggemukan sapi PO pada daerah berbasis usaha tani padi di kabupaten Subang. Pros. Sem. Nas. Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 17-18 September 2001. Puslitbangnak. Bogor. Hal. 435-440.
54. **Thalib, A.,** B. Haryanto, Kuswandi, H. Hamid dan Mulyani. 2001. Teknik penyiapan sediaan mikroba anaerobik: Bakteri selulolitik batang. *JITV* 6 (3):153-157.
55. **Thalib, A.** 2002. Pengaruh imbuhan faktor pertumbuhan mikroba dengan dan tanpa sediaan mikroba terhadap performans kambing peranakan Etawah (PE). *JITV* 7(4): 220-226.

56. **Thalib, A.**, B. Haryanto, Kuswandi, H. Hamid, Mulyani, E. Sukaenih dan W. Widaningsih. 2002. Teknologi produksi sediaan mikroba rumen terproteksi. Buku I (edisi khusus). Laporan Hasil-Hasil Penelitian Ternak Ruminansia. Balitnak, Bogor. Hal. 229-235.
57. Haryanto, B. Supriyati, **A. Thalib**, S. askar, Abdurahman dan K. Sumanto. 2002. Penggunaan probiotik dalam upaya peningkatan fermentasi mikrobial rumen. Buku I (edisi khusus). Laporan Hasil-Hasil Penelitian Ternak Ruminansia. Balitnak, Bogor. Hal. 247-251.
58. Haryanto, B., Supriyati, Kuswandi, **A. Thalib**, S. askar, Abdurahman, K. Sumanto dan D. Pramono. 2002. Uji multilokasi penggunaan pakan aditif-probion dalam ransum. Buku I (edisi khusus). Laporan Hasil-Hasil Penelitian Ternak Ruminansia. Balitnak, Bogor. Hal. 252-255.
59. Zulbardi, M. A.A. Karto, U. Kusnadi dan **A. Thalib**. 2001. Pemanfaatan jerami padi dalam rangka agribisnis peranakan sapi Ongole di daerah irigasi tanaman padi. Animal Production (Jurnal). Edisi khusus: Seminar Nasional Pengembangan Peternakan. Purwokerto, 16 Februari 2002. Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman.
60. Haryanto, B., D. Luis, **A. Thalib**, Supriyati, S.N. Jarmani, H. Hamid, Mulyani dan W. Widaningsih. 2003. Studi manipulasi rumen untuk peningkatan nilai nutrisi pada domba. Buku I (edisi khusus). Laporan Hasil-Hasil Penelitian Ternak Ruminansia. Balitnak, Bogor. Hal. 143-164.
61. **Thalib, A.**, 2004. Uji efektivitas saponin buah *Sapindus rarak* sebagai inhibitor metanogenesis secara *in vitro* pada system pencernaan rumen. JITV 9 (3): 164–171.

62. **Thalib, A.**, Y. Widiawati, dan H.Hamid. 2004. Uji efektivitas isolat bakteri hasil isolasi mikroba rumen dengan media asetogen sebagai inhibitor metanogenesis. *JITV* 9 (4): 233–238
63. **Thalib, A.**, R. Dharsana dan P. Sitepu. 2004. Pengaruh konsentrat dan campuran vitamin–mineral terhadap perubahan bobot badan sapi induk dalam masa satu bulan postpartum dan bobot lahir anak. *J. Indon. Trop. Anim. Agric. Special Edition*, Buku 2. Hal. 52-57.
64. Haryanto, B., Supriyati, **A. Thalib** dan S.N. Jarmani. 2005. Peningkatan nilai hayati jerami padi melalui bio-proses fermentatif dan penambahan zinc organik. Buku I (edisi khusus): Laporan Hasil-Hasil Penelitian Ternak Ruminansia. Hal.107-113. Balitnak, Bogor.
65. **Thalib, A.**, Y. Widiawati, J. Bestari dan Nurhayati. 2005. Uji *in vitro* dan *in vivo* kombinasi sediaan probiotik PM-Aksapon SR Plus pada ternak ruminansia. Buku I (edisi khusus). Laporan Hasil-Hasil Penelitian Ternak Ruminansia. Balitnak, Bogor. Hal. 140-150.
66. Kuswandi dan **A. Thalib**. 2005. Pertumbuhan kambing lepas sapih yang diberi konsentrat terbatas. Pros. Sem. Nas. Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, 12-13 September 2005. Buku 1. Hal. 590-595. Puslitbangnak, Bogor.
67. Haryanto, B., Supriyati, **A. Thalib** dan S. N. Jarmani. 2005. Peningkatan nilai hayati jerami padi melalui bio-proses fermentatif dan penambahan Zn-organik. Prosiding Sem. Nas. Tek. Peternakan dan Vet. Puslitbangnak, 12-13 September. Hal. 473-478.
68. Haryanto, B., Supriyati, **A. Thalib** dan S.N. Jarmani. 2006. Suplemen vitamin A pada domba yang diberi pakan jerami padi

- fermentasi. Buku I (edisi khusus). Laporan Hasil-Hasil Penelitian Ruminansia. Balitnak, Bogor. Hal. 87-91.
69. **Thalib, A.,** Y. Widiawati, J. Bestari, Nurhayati, H. Hamid, Mulyani, A. Gunawan dan W. Widaningsih. 2006. Pemanfaatan rumen modifier komplit untuk perbaikan performans produktivitas ternak ruminansia. Buku I (edisi khusus): Laporan Hasil-Hasil Penelitian Ruminansia. Balitnak, Bogor. Hal. 116-124.
70. Widiawati, Y. and **A. Thalib**. 2006. Comparison fermentation kinetics (*in vitro*) of grass and shrub legume leaves: The pattern of gas production, organic matter degradation, pH and NH_3 production. JITV 11(4):266-272.
71. Widiawati, Y. and **A. Thalib**. 2007. Comparison fermentation kinetics (*in vitro*) of grass and shrub legume leaves: The pattern of VFA concentration, estimated CH_4 and microbial biomass production. JITV 12 (2):96-104.
72. Widiawati, Y., M. Winugroho, E. Teleni and **A. Thalib**. 2007. Fermentation kinetics (*in vitro*) of *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* and *Calliandra calothyrsus* leaves (3) the pattern of gas production, organic matter degradation, pH, NH_3 and VFA concentration; Estimated CH_4 and microbial biomass production. JITV 12 (3):202-211.
73. Haryanto, B., Supriyati, **A. Thalib**, S.N. Jarmani, Surayah, IGM Budiarsana Abdurahman dan K. Sumanto. 2007. Peningkatan nilai nutrisi jerami padi melalui bioproces dan suplemen nutrient. Buku I (edisi khusus). Laporan Hasil-Hasil Penelitian Ruminansia. Balitnak, Bogor. Hal. 163-166.
74. **Thalib, A.,** Y. Widiawati, B. Haryanto, J. Bestari, Sajimin, H. Hamid, Mulyani, Gunawan dan W. Widaningsih. 2007. Optimalisasi efektivitas rumen modifier komplit sebagai

- metanogenesis inhibitor dan pemacu produktivitas ruminansia. Buku I (edisi khusus). Laporan Hasil-Hasil Penelitian Ruminansia. Balitnak, Bogor. Hal. 183-197.
75. **Thalib, A.** dan Y. Widiawati. 2008. Peningkatan produksi dan kualitas susu dengan emisi gas metan yang rendah melalui pemberian RMK sebagai imbuhan pada ransum sapi perah. Pros. Prospek Industri Sapi Perah Menuju Perdagangan Bebas 2020. Jakarta, 21 April 2008. Puslitbangnak dan STEKPI. Hal. 82-87.
76. **Thalib, A.,** Y. Widiawati dan W. Puastuti. 2008. Pengukuran emisi gas metana secara *in situ* pada domba yang diberi pakan jerami padi dengan imbuhan rumen modifier komplit (RMK). Laporan Penelitian 2008. Balitnak, Bogor.
77. **Thalib A.,** Suryahadi, A. Unadi, I. Amien, B. Haryanto, E. Noor, I. G. Permana, T. Herawati dan W. Estiningtyas. 2008. Verifikasi laju emisivitas gas rumah kaca pada peternakan. Laporan KP3I-sektor ternak 2008. BBSDLP, Bogor.
78. **Thalib, A.** 2008. Isolasi dan identifikasi bakteri asetogenik dari rumen rusa dan potensinya sebagai inhibitor metanogenesis. JITV 13 (3):197-206.
79. Bamualim, A.M., **A. Thalib,** Y.N. Anggraeni, dan Mariyono. 2008. Teknologi peternakan sapi potong berwawasan lingkungan. Wartazoa 18(3):149-156.
80. **Thalib, A.** dan Y. Widiawati. 2008. Efek pemberian bakteri *Acetoanaerobium noterae* terhadap performans dan produksi gas metana pada ternak domba. JITV 13 (4): 273-278.
81. **Thalib, A.** 2008. Utilization of probiotic-fermented rice straw as ruminant feed. Wartazoa 18(4): 198-206.

82. **Thalib, A.**, Suryahadi, A. Unadi, I. Amien, B. Haryanto, E. Noor, I. G. Permana, T. Herawati, A. Pramudia. 2009. Mitigasi Emisi Gas Metana Pada Ternak Ruminansia. Laporan KP3I-sektor ternak 2009. BBSDLP, Bogor.
83. **Thalib, A.**, P. Situmorang, I. W. Mathius, Y. Widiawati dan Wisri Puastuti. 2009. Pemanfaatan Rumen Modifier Komplit Pada Sapi Perah Masa Laktasi. Laporan Penelitian 2009. Balitnak, Bogor.
84. Haryanto, B. and **A. Thalib**. 2009. Emission of methane from enteric fermentation: national contribution and factors affecting it in livestock. *Wartazoa* 19(4): 157-165.
85. Wina, E., **A. Thalib** and B. Haryanto. 2009. Present situation of GHG in Indonesia and the strategy for sustainable livestock production confronting climate change. Proc. International Workshop on Sustainable Green Livestock Agriculture Confronting Climate Change IAPEC Member Economies. Korsel, July 7-10, 2009. pp. 237-248.
86. **Thalib, A.**, Suryahadi, A. Unadi, I. Amien, B. Haryanto, E. Noor, I. G. Permana, T. Herawati, A. Pramudia, dan Y. Widiawati. 2010. Pengembangan Pakan Ternak Ruminansia Rendah Emisi Gas Metana. Laporan KP3I-sektor ternak 2010. BBSDLP, Bogor.
87. **Thalib, A.**, B. Haryanto, Y. Widiawati, dan W. Puastuti. 2010. Uji efisiensi formulasi komersial completed rumen modifier (cassapon) pada ternak ruminansia. Laporan Penelitian 2010. Balitnak, Bogor.
88. **Thalib, A.** and Y. Widiawati. 2010. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap daya inhibitor metanogenesis sediaan cair kultur bakteri *A. noterae* dan *A. woodii*. Pros. Sem Nas Tek Vet. Bogor, 3-4 Agustus 2010.

89. **Thalib, A.,** Y. Widiawati and B. Haryanto. 2010. Penggunaan *complete rumen modifier* (CRM) pada ternak domba yang diberi hijauan pakan berserat tinggi. JITV 15(2):97-104.
90. **Thalib, A.,** Suryahadi, B. Haryanto, I.G.Permana, I. Amien, A. Pramudia, S. Puspawardono dan E. Martindah. 2011. Sistem Produksi Ternak Ruminansia dengan Produktivitas yang Efisien dan Rendah Emisi Gas Metan. Laporan KP3I-sektor ternak 2011. BBSDLP, Bogor.
91. Yulistiani, D., W. Puastuti, **A. Thalib,** B. Haryanto dan A. Purnomoadi. 2012. Evaluasi pemanfaatan limbah tanaman jagung sebagai pakan ruminansia yang disuplementasi CRM untuk meningkatkan efisiensi produksi > 15% dan mengurangi emisi metana. Laporan Penelitian APBN-2011. Balitnak, Bogor.
92. **Thalib, A.,** P. Situmorang, I.W. Mathius, Y. Widiawati and W. Puastuti. 2011. Utilization of the complete rumen modifier on dairy cows. JITAA 36(2): 137-142.
93. **Thalib, A.,** Y. Widiawati, W. Puastuti and Firsoni. 2011. Use a chamber method to verify the effectiveness of a complete rumen modifier reducing the enteric methane on ruminants. Submitted. Submitted. Journal of Integrative Environmental Sciences. Special Issue on Non-CO₂ Greenhouse Gasses.
94. N.M.S. Sukmawati, I.G.Permana, **A. Thalib** dan S. Kompiang. 2011. Pengaruh complete rumen modifier (CRM) dan *calliandra calothyrs* terhadap produksi susu dan gas metan enterik pada ternak kambing PE. JITV 16 (3):173-183.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Keterangan Perorangan:

Nama lengkap	: Drs. Amlius Thalib, Ph.D.
Tempat/tgl Lahir	: Sijunjung, 26 Nopember 1948
Anak ke	: 1 dari 4 bersaudara
Nama ayah Kandung	: Thalib Pkh Bagindo (almarhum)
Nama ibu kandung	: Nuraya (almarhumah)
Nama istri	: Suhatri binti Djamuhier
Jumlah anak	: 3 (tiga)
Nama putra	: 1. Henry Merkiano, SE., SPd., 2. Vit Valianto, S.Si., 3. Qonita Amilia, S.Farm., Apt.
Instansi	: Balai Penelitian Ternak, Puslitbang Pernakan, Badan Litbang Pertanian
Judul orasi	: Inovasi Teknologi Pakan untuk Meningkatkan Produktivitas dan Mitigasi Metan Enterik pada Ternak Ruminansia
Bidang penelitian	: Pakan dan Nutrisi Ternak
Nomor SK Fungsional Ahli Peneliti Utama	: SK Presiden, no. 30/M Tahun 2011 tanggal 16-02-2011

B. 1. Pendidikan Formal

No.	Jenjang	Nama Sekolah/ PT	Tempat/ Kota	Tahun lulus
1.	SR	SR Negeri 5 SR Negeri 2	Sawahlunto Pdg Sbsk, Sjj	1961
2.	SLTP	SMP Negeri	Sawahlunto	1964
3.	SLTA	SMA Negeri 2	Padang	1967
4.	S.Muda	FIPIA, Jurusan Kimia, UNAND	Padang	1971
5.	S1(Drs)	FIPIA, Jurusan Kimia, UNAND	Padang	1974
6.	S3(PhD)	Sch. of Chem., Uni of NSW	Sydney, Australia	1985

B. 2. Pendidikan non-formal

No.	Tempat	Jenis pendidikan/training	Tahun
1.	Sydney, Australia	Research Techniques in Chemistry	1979
2.	Ciawi, Bogor	Management of Research Project	1985
3.	Ciawi, Bogor	Fungal Biotechnology in the Improvement of Agricultural Product/by-Product for Feed	1992
4.	Bogor	Editing Majalah Ilmiah	2002

C. Riwayat Kepangkatan/Golongan

No.	Pangkat	Golongan	TMT
1.	Calon PNS	III/a	01-03-1979
2.	Penata Muda	III/a	01-06-1980
3.	Penata Muda Tk.I	III/b	01-04-1985
4.	Penata	III/c	01-10-1991
5.	Penata Tk.I	III/d	01-10-1995
6.	Pembina	IV/a	01-04-1998
7.	Pembina TK.I	IV/b	01-04-2000
8.	Pembina Utama Muda	IV/c	01-04-2004
9.	Pembina Utama Madya	IV/d	01-10-2007
10.	Pembina Utama	IV/e	01-10-2010

D. Riwayat Jabatan Fungsional Peneliti

No.	Jenjang Jabatan	Golongan	TMT
1.	Assisten Peneliti Madya	III/b	01-09-1987
2.	Ajun Peneliti Muda	III/b	01-04-1991
3.	Ajun Peneliti Madya	III/c	01-10-1994
4.	Peneliti Muda	III/d	01-04-1996
5.	Peneliti Madya	IV/a	01-11-1998
6.	Ahli Peneliti Muda	IV/b	01-07-2002
7.	Peneliti Utama,	IV/d	01-12-2005
8.	Peneliti Utama (APU), Pemeliharaan pertama	IV/e	01-01-2010 01-01-2012

E. Klasifikasi Tulisan Ilmiah

No.	Kualifikasi	Jumlah
1.	Penulis tunggal	5
2.	Penulis utama	47
3.	Kawan Penulis	42
	Catatan: - Dalam bahasa Inggris	14
	- Internasional	7

F.1. Pengalaman Pekerjaan (Tugas Pokok dan Penelitian)

1977-1978	: Research Trainee (A joint project between the Indonesian Government – CSIRO Australia) RIAP Ciawi – Bogor
1979-2013	: Peneliti pada Balai Penelitian Ternak
1985-1990	: Penanggung jawab kegiatan-kegiatan penelitian (ROPP) dalam aspek metode detoksifikasi senyawa-senyawa sekunder/racun pada limbah biji-bijian perkebunan/pertanian dan evaluasi pemanfaatan bungkil biji kapuk untuk ternak ayam pedaging dan petelur.
1991-1995	: Penanggung jawab kegiatan-kegiatan Penelitian (ROPP) dalam aspek pengembangan metode Analisis senyawa- senyawa sekunder dalam bahan pakan, perlakuan hijauan/limbah pertanian dan pembuatan silase.
1996-1999	: Penanggung jawab proposal (RPTP) dan kegiatan-kegiatan penelitian (ROPP) dalam aspek manipulasi rumen/ruminologi.

F.1. Pengalaman Pekerjaan (Lanjutan)

- 2000-2002 : Penanggung jawab kegiatan-kegiatan penelitian (ROPP) dalam aspek manipulasi rumen/ruminologi.
- 2003-2008 : Penanggung jawab proposal (RPTP) dan kegiatan-kegiatan penelitian (ROPP) dalam aspek pakan imbuhan berbahan baku lokal, penyediaan rumen modifier dan probiotik.
- 2009-2013 : Penanggung jawab kegiatan-kegiatan penelitian (ROPP) dalam aspek pemantapan manfaat sediaan complete rumen modifier (CRM).
-

F.2. Pengalaman Pekerjaan (Aktivitas dalam manajemen/struktur Balitnak dan Puslitbangnak)

- 1985-1986 : Koordinator Program Teknologi Pakan, Balitnak
- 1987-1988 : Koordinator Program Teknologi Pakan dan Pasca Panen, Balitnak
- 1992-1993 : Sekretaris Koordinasi Lintas Sektoral Bioteknologi, Balitnak
- 1994-1995 : Sekretaris Proyek Penelitian dan Penguasaan Teknologi Peternakan, Balitnak
- 1997-1999 : Sekretaris Program Ruminansia Besar, Balitnak
- 2002 : Ketua Panitia Penyelenggara dan Sekretaris Pengarah Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.
- 2003-2005 : Ketua Program Ruminansia Besar, Balitnak
- 2005 : Anggota Tim Review Renstra Puslitbang Peternakan untuk tahun 2005-2009
-

F.2. Pengalaman Pekerjaan (Lanjutan)

- 2001-2005 : Anggota Koordinasi Pembinaan Sumber Daya Manusia (PSDM) dan Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK), Balitnak
- 2005-2007 : Koordinator PSDM dan IPTEK, Balitnak
- 2005-2011 : Anggota Komisi Penelitian Balitnak periode 2005-2007; 2007-2009 dan 2009-2011
- 2012-2013 : Ketua PSDM Balitnak
- 2010-2013 : Anggota Tim Penilai Jabatan Fungsional Peneliti ditingkat Puslitbangnak.
-

G. Keikutsertaan dalam Dewan Redaksi Ilmiah

- 1998-2001 : Anggota Dewan Redaksi majalah ilmiah WARTAZOA.
- 2002-2011 : Anggota Dewan Redaksi majalah ilmiah JITV.
- 2004 : Ketua Penyunting Pros. Sem. Nas. Teknol. Peternakan dan Vet.
- 2000-2006 : Tim Penyunting Pros. Sem. Nas. Teknol. Peternakan dan Vet.
-

H. Pembinaan Kader Ilmiah

No.	Strata bimbingan	Jumlah
1.	Membimbing Skripsi Program-S1:	
	- Universitas Indonesia	1
	- Institut Sains dan Teknologi Nasional	35
	- Universitas Tujuh Belas Agustus	1
	- Universitas Djuanda	3
	- Universitas Andalas	4
	- Institut Pertanian Bogor	8
2.	Membimbing Thesis S2, Program Pasca Sarjana IPB	3
3.	Penguji Disertasi S3, Program Pasca Sarjana UNPAD.	1

I. Pembicara/Pemakalah dalam Kegiatan/Pertemuan Ilmiah

1981. Pemakalah: "Rapid-flow analysis with ICP emission spectroscopy using microsampling techniques". Sixth Australian Symposium on Analytical Chemistry. Australian National University, Canberra, 23-28 Agust 1981.
1987. Pembicara (kuliah umum): "Auto Analyzer". Perkembangan Sistem Instrument Analysis Kimia di Bidang Pertanian. Peserta: Balai-Balai Badan Litbangtan lokasi Bogor. Balitnak, Ciawi, 1987.
1988. Pemakalah: "Detoksifikasi sifat racun minyak biji kapuk secara pemanasan dan pengaruhnya terhadap ayam pedaging". Seminar Nasional Pemanfaatan Limbah Pertanian dan

Pendayagunaan Lahan Kritis. UNDIP, Semarang, 13 Oktober 1988.

4. 1989. Pemakalah: "Detoksifikasi CPEFA pada minyak dan bungkil biji kapuk dengan proses pemanasan dan sulfitasi" dan "Penetapan kadar gossipol total dalam biji kapas dengan HPLC". Seminar Nasional Peranan Kimia dalam mengembangkan Agribisnis. HKI, Ujung Pandang, 25-27 Juli 1989.
5. 1992. Pemakalah: "Introduksi larutan contoh dengan tehnik mikro-injeksi pada AAS". Seminar Nasional Kimia dan Pembangunan. HKI, Bandung, 25-26 Nopember 1992.
6. 1993. Pemakalah: "Mengatasi gangguan dan optimalisasi kondisi operasional pada AAS". Lokakarya Nasional Spektrofotometri Serapan Atom. Jaringan Kerjasama Kimia Analitik Indonesia. Yogyakarta, 3-4 Mei 1993.
7. 1993. Pemakalah: "Detoksifikasi aflatoksin dalam bahan pakan dengan zat pengikat PVPP" dan "Determinasi multi-element dengan teknik mikro-injeksi pada ICPAES" Seminar Nasional Analisis, Pengendalian dan Treatment bahan Pencemar dan Workshop Metoda Analisa Pencemaran Lingkungan. FMIPA Jurusan Kimia, UNAND, Padang, 8-9 Juni 1993.
8. 1993. Pemakalah: "Analisis asam sterkulat dari biji kapuk dengan metode khromatografi gas". Lokakarya Nasional Khromatografi. Jaringan Kerjasama Kimia Analitik Indonesia. Yogyakarta, 14-15 Juli 1993.
9. 1994. Pemakalah: "Skrining dan evaluasi mikroba rumen fibrolitik dengan pressure transducer". Seminar Nasional Sains dan Teknologi Peternakan. Puslitbangnak, Ciawi-Bogor, 25-26 Januari 1994.

10. 1994. Pemakalah: “Buah Lerak (*Sapindus rarak* DC) dan prospek pemanfaatannya pada ruminansia” dan “Peningkatan dayacerna jerami padi melalui proses *autoclaving*”. Pertemuan Nasional Usaha Ternak Skala kecil sebagai Basis Industri Peternakan di Daerah Padat Penduduk. Semarang, 8-9 februari 1994.
11. 1994. Pemakalah: “Pembuatan silase jerami padi dengan penambahan cairan rumen”. Seminar Nasional Pengembangan Agribisnis Bidang Peternakan dan Perikanan pada Pelita VI. Fak. Peternakan, UNDIP, Semarang, 1 September 1994.
12. 1994. Pemakalah: “Manipulasi fermentasi rumen dengan faktor pertumbuhan mikroba”. Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi II. Cibinong, 6-7 September 1994.
13. 1994. Pemakalah: “Pengaruh penambahan cairan rumen terhadap pencernaan bahan kering silase rumput raja”. Seminar Komunikasi dan Aplikasi Hasil Penelitian Peternakan Lahan Kering. Sub-Balitnak Lili, Kupang, 17-18 Nopember 1994.
14. 1995. Pemakalah: “Evaluasi pemanfaatn bungkil biji kapuk pada ayam pedaging”. Pertemuan Ilmiah Komunikasi dan Penyaluran Hasil Penelitian. Sub-Balitnak Klepu, Bandungan-Semarang 10 Januari 1995.
15. 1995. Pemakalah: “Pengaruh Phenylpropionic acid terhadap populasi bakteri dan degradasi microbial substrat jerami padi”. Seminar Nasional Sains dan Teknologi Peternakan. Puslitbangnak, Bogor, 25-26 Januai 1995.
16. 1995. Pemakalah: “The effects of saponin from *Sapindus rarak* fruit on rumen microbes and host animal growth”. IVth International Symposium on the Nutrition Herbivores. Clermont-Ferrand, France, 11-15 September 1995.

17. 1995. Pemakalah: “Efek kombinasi mikroba rumen sapi-kerbau terhadap pencernaan silase jerami padi”. Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner. Puslitbangnak, Cisarua-Bogor, 7-8 Nopember 1995.
18. 1997. Pemakalah: “Skrining, identifikasi dan karakterisasi bakteri rumen melalui proses adaptasi pada komponen dinding sel jerami padi”. Temu Ilmiah Hasil-hasil Penelitian Peternakan. Balitnak, Ciawi-Bogor, 5-6 Maret 1997.
19. 1999. Pemakalah: “Pengaruh mikromineral dan fenilpropionat terhadap performans bakteri selulolitik cocci dan batang dalam mencerna serat hijauan pakan”. Seminar Nasional dan Pameran Teknologi Veteriner. Puslitbangnak, Bogor, 17-19 Oktober 1999.
20. 2000. Pemakalah: “Pengaruh kombinasi defaunator dan probiotik terhadap ekosistem rumen dan performans ternak domba” dan “Teknik penyediaan sediaan mikroba anaerobik bakteri selulolitik batang”. Seminar Nasional dan Pameran Teknologi dan Veteriner. Puslitbangnak, Ciawi-Bogor, 16-19 september 2000.
21. 2001. Pemakalah: “Pengaruh flushing terhadap performans sapi dara turunan Brahman”. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Puslitbangnak, Bogor, 17-18 September 2001.
22. 2002. Pemakalah: “Pengaruh imbuhan faktor pertumbuhan mikroba dengan dan tanpa sediaan mikroba terhadap performans kambing peranakan Etawah (PE)”. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Puslitbangnak, Ciawi-Bogor, 30 September-1 Oktober 2002.
23. 2004. Pemakalah: “Uji efektivitas isolat bakteri hasil isolasi mikroba rumen dengan media asetonogen sebagai inhibitor metanogenesis”. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Puslitbangnak, Ciawi-Bogor, 4-5 Agustus 2004.

24. 2004. Pemakalah: “Pengaruh konsentrat dan campuran vitamin-mineral terhadap perubahan bobot badan sapi induk dalam masa satu bulan postpartum dan bobot lahir anak”. Seminar Nasional Ruminansia 2004. Semarang, 7 Oktober 2004.
25. 2008. Pemakalah: “Peningkatan produksi dan kualitas susu dengan emisi gas metan yang rendah melalui pemberian RMK sebagai imbuhan pada ransum sapi perah”. Prospek Industri Sapi Perah Menuju Perdagangan Bebas 2020. Puslitbangnak dan STEKPI, Jakarta, 21 April 2008.
26. 2010. Pemakalah: “Pengaruh suhu penyimpanan terhadap daya inhibitor metanogenesis sediaan cair kultur bakteri *A. noterae* dan *A. woodii*”. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Puslitbangnak, Ciawi-Bogor, 4-5 Agustus 2004.
27. 2010. Pembicara (sebagai delri): “First Meeting of Livestock Research Group of the Global Research Alliance on Agricultural Greenhouse Gases”. Banff, Canada, 8-9 October 2010.
28. 2010. Pembicara: “Sosialisasi Pengembangan Pakan Ternak Ruminansia Rendah Emisi Gas Metana”. Kelompok Tani Ternak Kecamatan Jonggol, Cariu dan Tanjungsari. UPT Dinas Peternakan, Jonggol, Nopember 2010.
29. 2011. Pembicara (sebagai delri): “Second Meeting of Livestock Research Group of the Global Research Alliance on Agricultural Greenhouse Gases”. Clermont-Ferrand and Versailles, France, 1-3 March 2011.
30. 2011. Pembicara Undangan: “Perkembangan Teknologi Peternakan Terkait Perubahan Iklim : Teknologi mitigasi gas metan enterik pada ruminansia”. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Puslitbangnak, Bogor, 7-8 Juni 2011.

31. 2011. Pembicara Undangan: “Perkembangan Teknologi Peternakan Terkait Perubahan Iklim : Perbedaan kinerja sistem rumen antara kerbau dan sapi terkait dengan produksi gas metana enterik”. Evaluasi dan Semiloka Perbibitan Kerbau Nasional ke VII. Samarinda, 21-22 Juni 2011.
32. 2011. Pemakalah: “Use a chamber method to verify the effectiveness of a complete rumen modifier reducing the enteric methane on ruminants”. Sixth International Symposium on Non-CO₂ Greenhouse Gases. Amsterdam, 2-4 November 2011.
33. 2011. Pembicara (sebagai delri): “Third Meeting of Livestock Research Group of the Global Research Alliance on Agricultural Greenhouse Gases”. Amsterdam, The Netherlands, 4-5 November 2011.
34. 2012. Pemakalah: “Strategy to improve the effectiveness of acetogen to suppress enteric methane production in ruminants”. Fourth Meeting of Livestock Research Group of the Global Research Alliance on Agricultural Greenhouse Gases. Punta del Este, Uruguay, 1-2 November 2012.
35. 2012. Pembicara (sebagai delri): “Fourth Meeting of Livestock Research Group of the Global Research Alliance on Agricultural Greenhouse Gases”. Punta del Este, Uruguay, 1-2 November 2012.
36. 2012. Pemakalah: “Verification of methane emission from livestock and mitigation strategies of enteric methane for small farmer”. JIRCAS International Symposium “Greenhouse Gases and Sustainable Agriculture in South East Asia”. Can To University, Vietnam. 19-20 November 2012.

J. Pengalaman Penelitian di Badan Litbang Pertanian (di luar Puslitbangnak)

2008-2011	Penanggung Jawab Kegiatan Konsorsium Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim (KP3I)-sub sektor peternakan di Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian (BBSDLP).
-----------	--

K. Organisasi Profesi/Ilmiah

Nama organisasi profesi	Jabatan	Tahun
Himpunan Kimia Indonesia (HKI)	Anggota	1986 +
Ikatan Sarjana Peternakan Indonesia (ISPI)	Anggota	1990 +
Livestock Emissions and Abatement Research Network (LEARN)	Member	2012 +

L. Penghargaan

Tahun perolehan	Nama/jenis penghargaan	Pejabat/ institusi
2002	Lubis Award untuk kategori Peneliti Produktif	Kepala Puslitbang Peternakan
2006	Satyalancana Karya Satya 20 tahun	Pemerintah RI

M. Pengalaman Tugas ke Luar Negeri

Negara	Tujuan kunjungan	Lamanya	Sponsor
Australia	Training	10 bln (1979)	UNESCO, PBB
Australia	Program Studi PhD	4 thn (1980-84)	Colombo Plan
Perancis	Simposium (Pemakalah)	5 hari (1995)	Panitia Simposium
Kanada	DELRI Meeting-1 Global Research Alliance-Livestock Group (GRA-LRG)	2 hari (2010)	Pemerintah New Zealand
Perancis	DELRI Meeting-2 (GRA-LRG)	4 hari (2011)	Pemerintah New Zealand
Belanda	DELRI Meeting-3 (GRA-LRG), dan Pemakalah NCGG Conference	3 hari (2011)	Pemerintah New Zealand
Uruguay	DELRI Meeting-4 (GRA-LRG), dan Pembawa materi.	3 hari (2012)	Pemerintah New Zealand
Vietnam	International Symposium JIRCAS, (Pemakalah)	2 hari (2012)	JIRCAS- Jepang



Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Kementerian Pertanian
Jl. Ragunan No. 29, Pasar Minggu, Jakarta 12540
www.litbang.deptan.go.id

ISBN: 978-602-1520-09-3